

IL REGIME DEL SANGRO

Il fiume Sangro si origina da due piccole sorgenti, La Penna I (1,74 l./sec.) e La Penna II (0,66 l./sec.), poste in una insellatura al piede delle falde sud-orientali del M. Turchio (1899 m.), in territorio di Gioia Vecchio, lungo la strada Marsicana (S.S. n. 83) a circa 500 m. dallo spartiacque col bacino del Fucino, al di sotto del Rifugio del Diavolo (1).

I limiti del bacino imbrifero e cioè la linea spartiacque che separa questo dai bacini del Fibreno, del Sagittario, del Liri e del Volturno, sono indicati nella cartina fig. 2.

Entro tali limiti due sono i solchi vallivi principali, la valle del Sangro e la valle dell'Aventino.

La valle del fiume Sangro è ampia in media una decina di chilometri e si sviluppa per oltre 30 con orientamento a SE e poi, per poco più di 70, in direzione NE.

La valle del fiume Aventino per una quarantina di chilometri si snoda con andamento subparallelo sulla sinistra del fiume Sangro, nel quale si immette a circa 20 km. dalla foce.

Complessivamente il bacino idrografico apparente del Sangro occupa una superficie di circa 1500 kmq., che ha un'altitudine media di 970 m.s.m. (2).

Come si avrà modo di vedere meglio in seguito, esso si estende nella zona di contatto tra la serie geologica a base essenzialmen-

(1) E. PERRONE, *Memorie illustrative della Carta Idrografica d'Italia. Sangro, Salino, Vomano, Tronto, Tordino, Vibrata*. Roma, Min. Agric. Ind. e Comm., 1903, pp. 209; cfr. p. 2.

(2) Per lo studio del regime del fiume Sangro e per i dati relativi al suo bacino ho tenuto presente le osservazioni idrometriche e i risultati delle misure di portata anteriori alla costruzione del primo serbatoio riferiti nei vari volumi degli *Annali Idrologici* (pubblicati dal Min. Lav. Pubbl., Sez. Idrogr. di Pescara) e nel volume *Dati caratteristici dei corsi d'acqua italiani* (Min. Lav. Pubbl., Serv. Idrogr., Pubbl. n. 17. Roma, Ist. Poligr. dello Stato, 1963, IV ediz. aggiornata al 1960), oltre a dati ed elementi contenuti nella già citata opera di E. PERRONE.

te calcarea dell'Appennino Abruzzese (Parco Nazionale, altopiano di Roccaraso, massiccio della Maiella) a NO e le formazioni collinose plioceniche, a base arenaceo-argillosa, a SE.

Condizioni geolitologiche del bacino. — Due distinte formazioni geologiche, calcarea l'una, arenaceo-argillosa l'altra, dominano il bacino del Sangro e ne determinano le caratteristiche morfologiche e idrologiche.

Sulla destra del Sangro, dalle origini al limite orientale del bacino del fiume Zittola, e sulla sinistra fino alla valle del Raso, cioè sino all'altezza di Castel di Sangro, affiora largamente la massa calcarea permeabile, in prevalenza mesozoica, della *facies* abruzzese-campana.

Si tratta di un complesso fortemente interessato dal fenomeno delle diaclisi, conseguente il processo orogenetico, nel quale potere assorbente e processo di dissoluzione vengono ad associarsi (3).

In esso la circolazione sotterranea rimane subordinata, oltre che alla natura della massa rocciosa, anche alle condizioni topografiche e morfologiche dei depositi alluvionali quaternari (molto diffusi, ad esempio, a monte di Alfedena), i quali costituiscono dei rivestimenti superficiali.

Tali depositi di natura permeabile, trattenendo nella loro massa le acque meteoriche, hanno una rilevante funzione idrologica e danno luogo, sia pure in forma limitata, ad una circolazione sotterranea. Essi consentono alle acque sottratte allo scorrimento superficiale e permeanti nel loro interno, un facile attraversamento con formazione di piccoli stillicidi, che diventano vere e proprie manifestazioni sorgentizie allorché il livello di base viene a trovarsi su un substrato argilloso posto ad un livello superiore a quello del fondovalle.

Con molta probabilità questa potrebbe essere l'origine delle

(3) M. CASSETTI, *Sul rilevamento geologico di alcune parti dell'Appennino eseguito nel 1896*, in « Boll. Comit. Geol. Ital. », Roma, 1897, pp. 347-361; cfr. pp. 346-366; C. CREMA, *A proposito dei carreggiamenti supposti nella parte alta del Sangro e delle valli limitrofe*, in « Boll. Soc. Geol. Ital. », Roma, 1926, pp. 8-12; ID., *Geologia del Parco Nazionale d'Abruzzo*, Roma, C.A.I., 1933, cfr. pp. 5-19; F. SACCO, *Gli Abruzzi, Schema geologico*, in « Boll. Soc. Geol. Ital. », Roma, 1907, pp. 377-460.

sorgenti che scaturiscono dai piani terrazzati alluvionali dei Colli Alti e si rinvergono sulla sinistra del Sangro, in prossimità di Pescasseroli (4).

Ci troviamo, ad ogni modo, di fronte ad una circolazione, spazialmente limitata, che viene ad inserirsi in quella più generale, la quale è in rapporto sia alla massa montuosa calcarea sia agli affioramenti di argille e molasse mioceniche, che tappezzano tanto il fondovalle principale quanto quello delle varie valli minori (5).

L'alto bacino del Sangro, per circa 5 km., nel tratto Villetta Barrea - Barrea, ha orientamento ONO - ESE, e si presenta come un'ampia conca rinserrata da alture, aperta al margine sud-orientale e comunicante, attraverso il valico Aia della Forca, con la valle del Rio Torto, tributario di destra del Sangro.

In questa sezione i notevoli fenomeni di fagliatura hanno determinato la formazione di una fossa tettonica nella zona di contatto tra i sedimenti argilloso-arenacei miocenici ed i depositi calcarei mesozoici ed eocenici (6). Praticamente è avvenuto qui quanto si è verificato anche nella conca di Pescasseroli ed in quella di Castel di Sangro, che si presentano come conche-vallate intermontane di natura essenzialmente tettonica, chiuse da grandi rilievi (7).

Il fiume Sangro presenta un corso di tipo composito. Nel tron-

(4) G. DAINELLI, *Sulle condizioni geologiche dei bacini di Opi e di Barrea (Alto Sangro) in relazione con i progettati laghi artificiali*. Roma, Colombo, 1933, pp. 179; cfr. p. 23.

(5) Nel bacino, notevole è lo sviluppo della massa calcarea. Questa è dotata di grande capacità assorbente, presentando una fessurazione comminuta ed in ogni senso e gli effetti ben visibili della dissoluzione tipicamente carsica. Nel territorio di Montenero Val Cocchiara, per esempio, il processo di carsificazione è stato intenso e ha dato luogo a un cospicuo numero di doline dalla tipica forma circolare e a frequenti inghiottitoi, le cosiddette *chiatre*. Molto probabilmente ad uno di questi inghiottitoi, nei pressi del Colle della Regina, in vicinanza di Pescasseroli e di Opi, si deve la modesta portata del fiume Sangro alla sua uscita dalla conca di Pescasseroli (R. ALMAGIA, *Il Parco Nazionale d'Abruzzo*, in «L'Universo», Firenze, 1929, pp. 377-392; cfr. pp. 382-385).

(6) Nel complesso fenomeno di fratturazione faglie secondarie si sono accompagnate a quelle principali, non risparmiando neppure il fondo stesso della conca, come rende evidente la struttura a mosaico, di impostazione tettonica, dei terreni miocenici e quaternari che lo occupano. Questo sistema di piegamenti e faglie, sia pure di modesta entità, è sufficiente ad interrompere la continuità geoidrologica degli orizzonti permeabili.

(7) M. ORTOLANI e A. MORETTI, *Il Gran Sasso d'Italia (versante meridionale)*. Bologna, C.N.R., Centro di Studi per la Geografia Fisica (Ricerche sulla Morfologia e Idrologia carsica), 1950, pp. 119; cfr. p. 3.

co superiore si sviluppa in una valle longitudinale; quindi, superata la cerchia montuosa marginale nettamente orientata in senso NO-SE, con un angolo di raccordo dà inizio, nel tronco inferiore, ad una valle trasversale, per defluire all'Adriatico attraverso una fascia collinare degradante, di natura argilloso-arenacea (8). In questa parte del bacino prevalgono infatti i terreni terziari impermeabili. Le formazioni calcaree (cretaciche ed eoceniche) dotate di permeabilità in grande, compariranno di nuovo nel massiccio della Maiella sulla sinistra del fiume Aventino, l'unico affluente del Sangro che, come vedremo, idrologicamente presenta un qualche interesse.

Da Alfedena, prendendo come limite di contatto la linea che in senso N-S tocca Castel di Sangro - Roccaraso - Palena - Fara San Martino - Pennapiedimonte, si ritrovano, sul lato ovest i rilievi calcarei della serie abruzzese-campana (dal Lias inferiore all'Eocene medio) e sul lato est i terreni a *facies* molisano-sannitica, costituiti da livelli mesozoici calcarei detritici molto permeabili intercalati ad orizzonti cenozoici marnoso-argillosi di natura impermeabile.

In questa sezione la valle comincia ad allargarsi ed esclusi alcuni tratti, nei quali ha predominio la serie calcarea, resta limitata da versanti a lieve inclinazione.

Dove, come lungo la pendice sinistra che fiancheggia il Sangro prima e l'Aventino poi, prevale largamente la serie plastica di natura argillosa, il paesaggio appare non solo depresso per facile corrosione, ma anche franoso, con formazioni marcatamente incise, quasi lacerate dai calanchi, che in qualche punto assumono una imponentza notevole (9).

(8) E' la diversa struttura geolitologica della valle longitudinale, nei confronti di quasi tutta la valle trasversale e della bassa valle, che influenza decisamente il regime del fiume. Questo infatti, anche se trova parziale alimento nelle sorgenti perenni della zona calcarea, attraversando poi i depositi argilloso-arenacei è soggetto sia all'assorbimento da parte degli strati sabbiosi, sia all'influenza, diretta ed immediata, delle precipitazioni nella massa argillosa impermeabile, per cui nel basso corso ha carattere spiccatamente torrentizio (B. BARBERI, *Abruzzi e Molise. Monografie regionali*. Commiss. Parlament. di Inchiesta sulla disoccupazione, vol. III, tomo 3, Roma, 1953, pp. 6-151; cfr. pp. 9-11).

(9) Il fenomeno delle frane è molto diffuso nei depositi fliscoidi, che largamente dominano nel bacino del Sangro. Si tratta di movimenti franosi di diversa entità, per cui dagli scorrimenti superficiali con carattere di lame si passa alle forme di smottamento e di slittamento.

Anche il bacino dell'Aventino è teatro di frane gravi e numerose ed il fenomeno

Dalla confluenza Sangro-Aventino al mare poi il bacino si apre nella massa argilloso-sabbiosa del Calabriano inferiore.

In complesso quindi la costituzione geologica del medio e basso Sangro è data da masse argillose emerse dal mare in era terziaria, probabilmente nell'Eocene, ed addossate al massiccio della Maiella.

Caratteristiche climatiche. — Ai fini del mio studio l'elemento climatico più importante è dato dalle precipitazioni, per le dirette ripercussioni che esse hanno sull'andamento dei deflussi e quindi della portata dei corsi d'acqua, nonché sulle oscillazioni dei livelli freatici.

Mi è stato possibile prendere in considerazione i dati di piovosità relativi al periodo 1921-1950 di 22 stazioni pluviometriche (in media una ogni 60-70 kmq.) distribuite, sia planimetricamente che altimetricamente, in modo abbastanza uniforme in tutto il bacino (10). Quattro stazioni si trovano nella fascia compresa tra

vi assume notevole estensione ed importanza soprattutto lungo la superficie limite delle formazioni argillose eoceniche a contatto con i sottostanti calcari eocenici della Maiella (R. ALMAGIA', *Studi geografici sulle frane in Italia*, in « Mem. Soc. Geogr. Ital. », XIII, XIV, Roma, 1907-1910, pp. 342, 431; cfr. vol. II, pp. 83-110; M. ORTO-LANI, *Il Subappennino abruzzese*, in « Riv. Geogr. Ital. », Firenze, 1960, pp. 13-30; cfr. p. 23).

(10) Per stabilire la piovosità media annua nel bacino mi sono basata sulla media aritmetica delle osservazioni registrate nelle 22 stazioni che ricadono all'interno del bacino stesso, anziché determinare i volumi di afflusso meteorico e le corrispondenti altezze ricorrendo al metodo, indubbiamente più rigoroso, della misurazione planimetrica delle aree racchiuse tra le isoiete mensili. Del resto tra i risultati dei due procedimenti c'è un divario affatto trascurabile e quindi i dati ottenuti mi sembra possano considerarsi abbastanza rispondenti al vero. (MIN. LAV. PUBBL., SERV. IDROGR., *Precipitazioni medie mensili ed annue e numero dei giorni piovosi per il trentennio 1921-1950. Bacini con foce al litorale adriatico dal Salinello al Fortore*. Pubbl. N. 24, vol. VI, Roma, Ist. Poligr. dello Stato, 1957, pp. XXVI, 193; P. FROSINI, *La carta della precipitazione media annua in Italia per il trentennio 1921-1950*. Roma, Min. Lav. Pubbl., 1961, pp. 47; ALB. MORI, *Carta delle precipitazioni medie annue in Italia per il trentennio 1921-1950, scala 1:500.000*. Roma, C.N.R., 1964).

Ritengo opportuno aggiungere l'indicazione degli anni in cui le varie stazioni, nel periodo 1921-1950, non hanno funzionato: Pescasseroli, 1944; Civitella Alfedena, 1944; Alfedena, 1921-1924, 1944-1946; Montenero Val Cocchiara, 1921-1930, 1944; Castel di Sangro, 1944; Pietrarsieri, 1941-1950; Ateleta, 1944-1947; Capracotta, 1944; Pizzoferrato, 1921-1926, 1932-1933, 1944; Pescopennataro, 1921, 1925, 1943-1945; Rosello, 1944-1945; Villa S. Maria, 1921, 1944; Montenerodomo, 1923, 1941, 1944-1946; Bomba, 1921, 1944; Palena, 1944-1946; Lama dei Peligni, 1944-1946; Gessopalena, 1944-1946; Fara S. Martino, 1944-1947; Pennapiedimonte, 1943-1945; Casoli, 1944; Ateesa, 1921, 1944; Paglieta, 1944, 1947-1950.

i 200 ed i 400 m., due in quella tra i 400 ed i 600 m., cinque tra i 600 e gli 800 m., quattro tra gli 800 ed i 1000 m., ancora quattro tra i 1000 ed i 1200 m. e tre fra i 1200 ed i 1400 m.

L'altezza media annua delle piogge in tutto il bacino supera di poco i 1000 mm. e ad essa corrisponde un afflusso specifico di circa 32 l./sec. kmq.

Nel periodo considerato, dal massimo medio annuo di 1572 mm. registrato a Civitella Alfedena (1084 m.s.m.) si scende ai 727 mm. di Gessopalena (654 m.s.m.).

Sino a 1200 m. l'aumento di piovosità è costante (cfr. fig. 1).

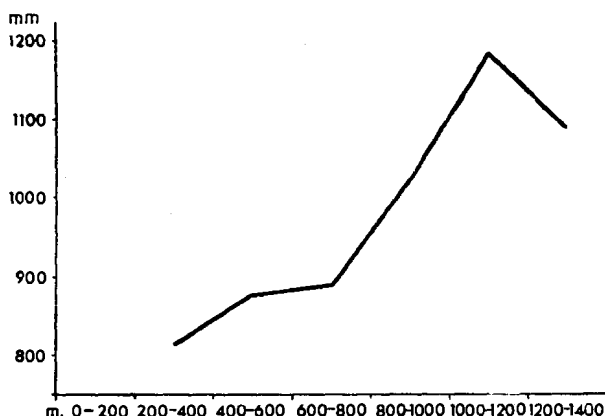


FIG. 1. — PIOVOSITA' DEL BACINO DEL SANGRO IN RAPPORTO ALL'ALTITUDINE.

Le ventidue stazioni utilizzate sono comprese tra 235 m. (Paglieta) e 1400 m. (Capracotta).

Oltre tale limite si ha una diminuzione di precipitazione, per cui l'andamento pluviometrico graficamente viene rappresentato da una spezzata, il cui massimo si trova alla quota suddetta.

Resta questo un fenomeno complesso che non soggiace ad alcuna legge ben definita, in quanto è evidente in esso l'interferenza di diversi fattori, come orientamento, altitudine, vegetazione, senza il concorso dei quali resterebbero inesplicabili alcune anomalie, che è facile rilevare dalle tabelle 1 e 2, relative all'andamento generale del fenomeno pluviometrico.

TAB. 1. — BACINO DEL SANGRO: QUANTITA' MEDIA ANNUA DELLE PRECIPITAZIONI PER ZONE ALTIMETRICHE

<i>Zone altimetriche</i>	200 - 400 m.	400 - 600 m.	600 - 800 m.	800 - 1000 m.	1000 - 1200 m.	1200 - 1400 m.
Piovosità media (mm.) .	819	879	891	1152	1189	1092
Differenza piovosità . .	+ 60	+ 12	+ 261	+ 37	- 97	
Gradiente (per 100 m. di innalzamento) . . .	+ 30	+ 6	+ 130	+ 18	- 48	

A tale punto è opportuno ricordare che l'asse vallivo del bacino si estende per 109 km., per cui, naturalmente, ci si viene a trovare di fronte a zone che, pur essendo press'a poco alla stessa altezza, possono tuttavia costituire isole di più scarsa piovosità.

Oltre poi a notare che si attraversano zone a diverso orientamento rispetto alle correnti aeree dominanti, dobbiamo constatare anche una diversa localizzazione dei pluviometri nelle varie fasce altimetriche: sui rilievi più elevati infatti, essi si trovano per lo più sulle falde e non sulle vette, dove, a pari altitudine, si ha minore piovosità.

Sensibili sono gli scostamenti da un anno all'altro intorno ai valori medi annui di piovosità delle 22 stazioni prese in esame (cfr. tab. 3).

Per la quasi totalità delle stazioni il mese più piovoso è il novembre, in cui cadono 139 mm. di pioggia (pari al 13,8% del totale annuo) con un massimo di 267 mm. a Civitella Alfedena, cioè quasi il doppio del valore medio mensile calcolato in base all'entità annua delle precipitazioni, ed un minimo di 76 mm. a Montenerodomo (1100 m.s.m.).

Sensibilmente inferiori risultano le precipitazioni nel mese di dicembre, nel quale la media è di 116 mm., con una ulteriore diminuzione a gennaio (in media 94,5 mm.) per mantenersi pressoché uguale a febbraio (in media 95,3 mm.). In marzo la piovosità media risulta di 78 mm. e quasi allo stesso livello si mantiene nel mese di aprile (78,8 mm.), per toccare poi gli 80,4 mm. nel mese di maggio.

TAB. 2. — IL REGIME PLUVIOMETRICO NEL BACINO DEL SANGRO PER ZONE ALTIMETRICHE

Zone altimetriche	G		F		M		A		M		G		L		A		S	
	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.
200 - 400	81	9	72	7	64	7	63	7	62	7	57	5	31	3	31	3	72	6
400 - 600	94	8	79	6	72	7	70	6	62	6	52	4	34	3	31	3	73	5
600 - 800	74	9	83	10	68	6	70	8	80	5	65	6	36	4	36	4	74	6
800 - 1000	113	9	119	9	90	9	83	9	89	10	59	7	39	4	34	4	81	7
1000 - 1200	108	9	113	8	91	8	96	9	93	10	61	7	36	4	36	4	81	7
1200 - 1400	104	9	98	7	80	8	80	8	89	9	69	6	37	4	45	4	82	6

Zone altimetriche	O		N		D		Inverno		Primavera		Estate		Autunno		Anno	
	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.	mm.	g.
200 - 400	88	8	101	9	93	10	246	26	189	21	119	11	261	23	819	81
400 - 600	96	7	110	7	104	9	277	23	204	19	117	10	279	19	879	74
600 - 800	91	8	114	9	96	10	253	29	218	19	137	14	279	23	891	87
800 - 1000	130	9	174	10	142	10	374	28	262	28	132	15	385	26	1152	98
1000 - 1200	136	8	181	10	102	11	323	28	280	27	133	15	398	25	1189	92
1200 - 1400	120	8	149	10	138	10	340	26	249	25	151	14	351	24	1092	89

TAB. 3. — MASSIMI E MINIMI ANNUI DELLE PRECIPITAZIONI
NEL TRENTENNIO 1921-1950 E SCOSTAMENTI DALLE MEDIE

STAZIONI	Alt. m.s.m.	Media annua 1921-50 mm.	Min. mm.	Anno	S	Mass. mm.	Anno	S
Pescasseroli	1150	1509	892	1943	- 617	2431	1937	+ 922
Civitella Alfedena .	1084	1572	1048	1943	- 524	2245	1937	+ 673
Alfedena	880	1164	685	1943	- 479	1738	1926	+ 574
Montenero ValCocch.	900	1299	619	1945	- 680	2092	1937	+ 793
Castel di Sangro . .	805	1042	695	1943	- 347	1449	1937	+ 407
Pietransieri	1340	1077	847	1924	- 230	1392	1921	+ 315
Ateleta	735	807	497	1922	- 310	1157	1933	+ 350
Capracotta	1004	1153	602	1922	- 551	1767	1934	+ 614
Pizzoferrato	1251	1046	688	1945	- 358	1425	1939	+ 379
Pescopennataro . .	1190	945	521	1950	- 424	1359	1937	+ 414
Rosello	890	1104	665	1950	- 439	1444	1939	+ 340
Villa S. Maria . . .	3300	931	561	1950	- 370	1573	1940	+ 642
Montenerodomo . .	1100	729	452	1926	- 277	1150	1929	+ 421
Bomba	424	953	595	1950	- 358	1386	1934	+ 433
Palena	767	982	656	1924	- 326	1390	1939	+ 408
Lama dei Peligni . .	650	796	510	1924	- 286	1227	1934	+ 431
Gessopalena	654	727	373	1950	- 334	1101	1921	+ 374
Fara S. Martino . .	325	794	465	1950	- 329	1211	1921	+ 417
Pennapiedimonte . .	669	1145	508	1922	- 637	1977	1934	+ 832
Casoli	378	789	401	1950	- 388	1226	1925	+ 437
Atessa	475	805	567	1950	- 238	1360	1940	+ 555
Paglieta	235	765	332	1935	- 433	1247	1928	+ 482

Comincia con giugno una forte diminuzione delle precipitazioni (61,3 mm.), che progressivamente diviene sempre più sensibile sino a toccare la media di 35,5 mm. in luglio, il mese meno piovoso, o in agosto, nel quale la piovosità si aggira press'a poco sullo stesso valore (35,6 mm.).

Si ha poi con settembre una ripresa (76,9 mm. in media) che si fa più sensibile in ottobre (118,3 mm.).

Le stagioni di massima piovosità sono l'autunno e l'inverno: in autunno infatti le precipitazioni raggiungono i 327 mm. (pari al 32,4% del totale annuo) ed in inverno i 311 mm. (ossia il 30,8% della piovosità annua). In primavera poi cadono 237 mm. (uguale al 23,5%) ed in estate 132 mm. (pari al 31,1%). In autunno sono stati registrati quasi sempre anche i massimi di precipitazione giornaliera (nel trentennio 1921-1950 due sole volte i valori più alti si sono avuti in inverno). Questi inverni, come risulta dalla tabella che segue, sono contenuti in cifre piuttosto modeste: del resto il valore massimo (238 mm.) è stato misurato il 9 ottobre 1934, durante un periodo di piovosità eccezionale.

TAB. 4. — MASSIME PRECIPITAZIONI GIORNALIERE MISURATE NEL BACINO DEL SANGRO

STAZIONI	N. di anni di osservazione	mm.	Data
Pescasseroli	29	180,0	12.XI.1925
Civitella Alfedena	29	181,0	20.X.1921
Alfedena	23	180,0	23.X.1926
Montenero Val Cocchiara	19	182,8	23.I.1940
Castel di Sangro	29	131,2	1.XI.1946
Pietransieri	20	120,0	24.X.1921
Ateleta	26	101,0	30.XI.1931
Capracotta	29	125,0	9.XI.1924
Pizzoferrato	21	182,0	9.IX.1939
Pescopennataro	25	139,5	9.X.1934
Rosello	28	189,0	13.XI.1932
Villa S. Maria	28	155,4	8.X.1934
Montenerodomo	23	100,0	2.II.1929
Bomba	28	215,0	30.XI.1931
Palena	27	148,0	30.XI.1931
Lama dei Peligni	27	182,0	30.XI.1931
Gessopalena	27	170,0	30.XI.1931
Fara S. Martino	26	161,2	9.X.1934
Pennapiedimonte	27	238,0	9.X.1934
Casoli	29	155,4	9.X.1934
Atessa	28	175,0	11.X.1934
Paglieta	25	129,3	9.X.1934

In tutto il bacino i giorni con precipitazione sono in media 88 all'anno, con un minimo in luglio ed in agosto in coincidenza del minimo apporto di pioggia, ed un massimo in novembre ed in dicembre, che sono anche i mesi nei quali maggiore è la quantità di pioggia caduta.

La distribuzione stagionale dei giorni piovosi ci dà, in tutto il bacino, 26 giorni per l'inverno, 25 per la primavera, 24 per l'autunno e 13 per l'estate. Ed allora, giacché, come abbiamo visto, durante la stagione autunnale la piovosità raggiunge la media annua di 327 mm., ne deriva che la densità delle precipitazioni (vale a dire la quantità di pioggia caduta in ogni giorno piovoso) ha in questa stagione il suo massimo valore (13,6 mm., con una intensità media di 0,56 mm./h.), seguita subito dopo dall'inverno (11 mm.). In estate poi la media (10,1 mm.) è maggiore che in primavera (9,4 mm.).

Importante nei riflessi del nostro studio è anche la precipitazione nevosa.

Solo oltre i 1300 m. di altezza l'innevamento presenta un aumento di durata piuttosto rapido: circa 17 giorni ogni 100 m. di innalzamento. Tale valore tra i 300 ed i 700 m. si abbassa a 6-7 giorni ogni 100 m. di elevazione e diventa ancora inferiore (in media 5 giorni per ogni 100 m. di elevazione) tra i 700 ed i 1300 metri (11).

Sulla base dei dati delle stazioni di Pescocostanzo e di Pescasseroli, e dal 1958 anche di quelli della stazione di Madonna della Mazza a Passo Lanciano (1470 m.s.m.), possiamo definire modesta l'influenza delle precipitazioni nevose sull'andamento dei deflussi del Sangro.

Esse in media, complessivamente, raggiungono un totale equivalente in acqua a 180-200 mm. e quindi il coefficiente nivome-

(11) Cfr. « Boll. Comit. Glaciol. Ital. », t. I, n. 7, s. II, 1956, parte II, Torino, 1959; ibid. t. I, n. 9, s. II, 1958-1959, parte II, Torino, 1962; ibid., t. I, n. 10, s. II, 1959-1960, parte II, Torino, 1963; ibid. t. I, n. 11, s. II, 1960-1961, parte II, Torino, 1965; J. DEMANGEOT, *Géomorphologie des Abruzzes adriatiques*. Parigi, Centre de Recherches et Documentation Cartographiques et Géographiques, 1965, pp. 404, cfr. p. 31; M. ORTOLANI, *Studi geografici sul manto nevoso*, in « Boll. Soc. Geogr. Ital. », Roma, 1940, pp. 381-389; cfr. p. 389.

trico (uguale a zero sul litorale) sale al valore medio di circa 25 nell'interno (12).

La temperatura media annua del bacino del Sangro resta compresa tra i $7^{\circ},7$ di Pescocostanzo (1395 m.s.m.), i $13^{\circ},7$ di Guardia-
diagrele (577 m.s.m.) e i $14^{\circ},5$ di Lanciano (283 m.s.m.) (13).

Per tutto il bacino la temperatura media del mese più freddo (gennaio) è di $1^{\circ},2$, di poco inferiore a quella invernale che è di $2^{\circ},4$ (14). La media del mese più caldo (luglio) si discosta leggermente (è $19^{\circ},8$) da quella che è la media della stagione estiva ($18^{\circ},5$).

Le medie invernali variano da un minimo di $-0^{\circ},1$ a Pescocostanzo ad un massimo di $6^{\circ},8$ a Lanciano e di $6^{\circ},1$ a Guardia-
diagrele. Quelle estive da un minimo di 16° (a Pescocostanzo) ad un massimo di $22^{\circ},7$ (a Guardia-
diagrele e a Lanciano).

La temperatura, normalmente, mostra un graduale aumento a partire da marzo; durante il periodo estivo si mantiene piuttosto alta ovunque. I valori cominciano a decrescere dal mese di settembre fino a raggiungere i livelli invernali. Comunque l'autunno è più mite della primavera.

Nell'intero bacino l'escursione termica annua media presenta caratteri di continentalità e si mantiene sui 18° .

(12) In tempi recenti si ricordano le precipitazioni nevose del febbraio 1956 (notevolmente superiori anche a quelle verificatesi nella stagione invernale 1928-1929, già eccezionali) durante le quali si è raggiunta la massima altezza di cm. 135.

In linea di massima la precipitazione nevosa ha una frequenza media di 9-10 giorni: così, ad esempio, dai 4 giorni di Palena (di cui 2 in dicembre e 2 in marzo) si passa ai 5 di Castel di Sangro (di cui 2 in dicembre, 2 in febbraio ed 1 in marzo) e ai 15 di Pescasseroli (di cui 4 in dicembre, 3 in gennaio, 5 in febbraio, 2 in marzo ed 1 in novembre). Il manto nevoso, pur con scarsissimo apporto, si conserva per un periodo abbastanza lungo, dato il persistere di basse temperature, dovuto in parte allo spirare del vento di tramontana.

(13) Quattro sono le stazioni termometriche che operano nell'ambito del bacino del Sangro. Ai dati di esse ho ritenuto opportuno aggiungere anche i rilevamenti effettuati nella stazione di Pescocostanzo ed ancora di più in quella di Lanciano, che sono ai margini del bacino.

(14) I dati di temperatura contenuti in F. EREDIA, *Distribuzione della temperatura dell'aria in Italia nel decennio 1926-1935*. Min. Lav. Pubbl., Serv. Idrogr., Pubbl. n. 21, Roma, Ist. Poligr. dello Stato, 1942, pp. 128, li ho potuti aggiornare al 1950 integrandoli con quelli che mi sono stati cortesemente forniti dal Servizio Idrografico del Min. dei Lavori Pubblici.

Dal 1936 è in funzione a Palena (767 m.s.m.) una stazione termometrica. In base ai dati, in buona parte lacunosi, a nostra disposizione, la temperatura media annua appare di $12^{\circ},3$. Il mese più freddo è il gennaio, con una temperatura media di $4^{\circ},2$ ed un valore estremo di -14° ; il mese più caldo il luglio (con una media di $21^{\circ},6$), durante il quale si è registrato un massimo assoluto di 39° .

Particolarmente interessante è l'escursione termica diurna, perché essa indica entro quali valori oscilli la temperatura nello scostarsi dalle medie indicate.

La media annua dell'escursione diurna è di $10^{\circ},0$, uguale a quella primaverile e di poco inferiore alla escursione media autunnale ($11^{\circ},1$); laddove quella invernale è di $8^{\circ},2$ e quella estiva si aggira sui $13^{\circ},4$.

Dicembre è il mese in cui la media delle escursioni diurne si mostra più bassa ($8^{\circ},0$), mentre luglio è quello in cui si ha il valore massimo ($12^{\circ},9$), con una lievissima differenza rispetto all'agosto ($12^{\circ},8$).

In sintesi, considerando che sono state prese in esame stazioni situate tra i 283 m.s.m. ed i 1400 m.s.m., e che le medie più elevate delle escursioni diurne nei vari mesi non si hanno nelle stazioni di maggiore altitudine, si esclude un aumento costante dell'escursione con l'altezza. Perciò questa, che è il fattore principale della diminuzione di temperatura, non è invece determinante per la escursione, sulla quale influiscono esposizione e venti.

Dal punto di vista idrologico, fondamentale per le sue conseguenze è poi il rapporto tra quantità di precipitazione e temperatura, cioè l'aridità, per la valutazione della quale sono stati proposti diversi indici, di valore tanto minore quanto maggiore è l'aridità.

Sulla base della formula suggerita da M. Pinna, ho ottenuto per il bacino un'aridità con un indice medio oscillante intorno a 32. Ritengo opportuno però far subito presente che tale dato è da considerarsi approssimativo. Nel dettaglio, infatti, poiché l'asse vallivo del bacino, come ho già ricordato, si estende per oltre 100 km., dalla zona sorgentifera, che potremmo definire subumida, si passa a zone caratterizzate da aridità progressivamente accentuata, e quindi con un indice di valore inferiore a mano a mano che ci si avvicina alla costa. Così, sempre seguendo la carta del Pinna, dal valore medio oscillante tra 45 e 60 si giunge a quello compreso tra 10 e 15 (15).

(15) ALB. MORI, *Il clima d'Italia*, nel vol. *L'Italia Fisica* (Coll. « Conosci l'Italia », vol. I). Milano, T.C.I., 1957, pp. 320; cfr. pp. 21-63; CH. P. PEGUY, *Précis de climatologie*. Parigi, Masson, 1961, pp. 347; cfr. p. 241; M. PINNA, *La carta dell'indice di aridità per l'Italia*, in « Atti XVII Congr. Geogr. Ital., Bari 1957 », vol. III, pp. 96-107.

A questo punto, benché si possa disporre solo dei rilevamenti effettuati nella stazione di Capracotta (1415 m.s.m.) ed in quella di Pescara (10 m.s.m.), mi sembra opportuno anche un cenno ai venti, che insieme con la temperatura e con lo stato igrometrico dell'aria costituiscono i fattori meteorologici che condizionano la evaporazione (16).

Durante l'autunno e l'inverno, che sono le stagioni più piovose, predominano i venti del I e del IV quadrante (17); in primavera ed in estate prevalgono invece i venti di SO, privi di umidità, e fra questi, per il suo carattere caldo ed impetuoso, notevole importanza ha il favonio.

In particolare possiamo dire che nella parte più interna dominano i venti con orientamento principale da N (89 giorni all'anno) e poi, per 67 giorni all'anno, quelli con orientamento secondario da NO ad una prevalente velocità contenuta tra i 6 ed i 36 km./h.

La costa invece è battuta con una frequenza di 75 giorni all'anno dai venti con orientamento da SO, e con una frequenza di e poi, per 67 giorni all'anno, quelli con orientamento secondario da NO, ad una prevalente velocità contenuta tra i 6 ed i 36 km./h.

Sintetizzando quindi le caratteristiche climatologiche, per il bacino del Sangro possiamo parlare di un clima sublitoraneo con siccità estive e temperature moderate nelle zone vallive ed in quelle più prossime alla fascia costiera, e di un clima temperato continentale con inverni freddi ed estati meno siccitose nelle parti più interne e montane.

Ed invero, se alla stazione pluviometrica di Paglieta (235 m.s.m.) durante la stagione estiva in 9 giorni sono risultati caduti 103 mm. di pioggia (pari al 13,4% del totale medio annuo di piovosità), ben 178 mm. in 17 giorni (pari all'11,7% della piovosità media annua) si sono avuti invece a Pescasseroli (1150 m.s.m.), 150 in 14 giorni (pari al 13,9% del totale medio annuo di pivo-

(16) MIN. DIFESA AERONAUTICA, SERV. METEOROLOGICO, *Frequenza e medie delle osservazioni eseguite nel quinquennio 1946-1950*. Stazione meteorologica di Capracotta; ID. Stazione meteorologica di Pescara.

(17) Con più forza soffiano i venti di NO, per cui la direzione del vento potrebbe essere invocata come una delle cause concomitanti dello spostamento verso S, che caratterizza le valli abruzzesi e marchigiane (B. CASTIGLIONI, *Ricerche morfologiche nei terreni pliocenici dell'Italia centrale*. Roma, Ist. Geogr. Univ., S. A., n. 4, 1935, pp. 160; cfr. pp. 67-69).

sità) a Pietransieri (1077 m.s.m.) e 147, in 16 giorni, a Palena (982 m.s.m.) pari al 14,9% della piovosità media annua rilevata in quella stazione.

Il mantello vegetale. — Eccettuati i fondovalle e le zone di pianura, il bacino del Sangro per buona parte della sua superficie è ricoperto da vegetazione arborea.

Sotto questo profilo il settore più interessante resta l'alto bacino, nei cui limiti ricade il Parco Nazionale d'Abruzzo, che interessa una superficie di circa 20.000 ettari, ricoperti per la massima parte da faggio.

La faggeta (18) non sempre arriva alla quota (1800-2000 m.) consentita dalla temperatura e dalla piovosità. Trova ostacolo nell'azione meccanica evaporante del vento, in quella della neve e, subordinatamente, nell'opera dell'uomo che, con i tagli e con il fuoco, ha cercato di guadagnare terreno per il soprastante pascolo (19). Sui versanti dei rilievi calcarei volti a mezzogiorno si riduce sensibilmente. Nella zona sud-orientale, in prossimità di Villetta Barrea, su terreno degradato, al faggio si mescola, e più raramente si sostituisce, il pino nero d'Austria (*Pinus nigra*) nella varietà autoctona di Villetta Barrea.

Al limite superiore della vegetazione arborea si trova il pino mugo (*Pinus mugo pumilio*), e sui dirupi più scoscesi il pino montano (*Pinus montana*).

Nelle zone pedemontane figurano boschi misti, per lo più cedui.

Anche nel medio e basso bacino del Sangro la vegetazione arborea presenta analoga distribuzione altimetrica. Nella fascia compresa tra i 1000 ed i 2000 m. di altezza (come nella zona di Pennapiedimonte e di Palena) sempre largamente presente è il faggio. Alla medesima quota compaiono anche la rovere, il cerro ed il castagno. Al di sopra dei 2000 m. solo il pino mugo occupa piccole aree disgiunte.

(18) A. DE PHILIPPIS, *Classificazioni e indici del clima in rapporto alla vegetazione forestale italiana*. Bologna, C.N.R., 1937, pp. 169; cfr. p. 46.

(19) Il pascolo attualmente in questo settore copre una superficie pari al 30% di quella totale del territorio aquilano.

In questa sezione del bacino la superficie ricoperta da boschi raggiunge press'a poco il 30% di quella agraria e forestale, con un lieve aumento rispetto al 1929 in dipendenza dell'opera di rimboschimento. Questo ha positivamente influito sia sul regime di monte dei corsi d'acqua che sul progressivo degradamento delle pendici.

La natura in prevalenza argillosa del terreno, anche insufficientemente protetto dalla vegetazione, rende più attivo in questa zona del medio e basso Sangro il processo della degradazione. Questo invero, oltre a provocare i movimenti franosi, ai quali ho accennato, facilita il dilavamento della superficie, per cui elevato è lo apporto solido dei corsi d'acqua, con naturale prevalenza, in questa parte del bacino, del trasporto in sospensione sul trascinamento di fondo.

Infatti il materiale proveniente dalle arenarie recenti e dalle argille, per la sua stessa natura tende a ridursi rapidamente in particelle piuttosto sottili, mantenute in sospensione in qualsiasi stato idrometrico del corso d'acqua.

Complessivamente nel bacino il bosco copre quasi un quinto di quella che è la sua superficie territoriale di dominio: si tratta quindi, all'incirca, dello stesso coefficiente di boscosità calcolato per l'intera regione abruzzese (19,3%). Ed in particolare, occupa il 31,5% (su 46.630 ettari di superficie territoriale) nella zona che ricade nel territorio aquilano e si riduce al 14% (sui 101.643 ettari che costituiscono la superficie territoriale) in quella del medio e basso Sangro.

Qui, a livelli inferiori, di norma non oltre i 500 - 600 m., nelle parti più soleggiate e sui pendii più dolci, compaiono l'ulivo e la vite, solo in misura minima in coltura specializzata. Intorno ai 500 ed anche fino agli 800-900 m. di altitudine si concentrano i seminativi arborati.

La copertura vegetale (sia mantello erboso che mantello forestale) e la sua intensità ed il suo sviluppo influiscono, e non solo in modo indiretto, sul bilancio idrologico.

La presenza o assenza di vegetazione determina differenze analoghe a quelle determinate dalla permeabilità o dalla impermeabilità del suolo. La coltre vegetale infatti, sia per la capacità di imbibizione, sia per la quantità di acqua che trattiene, rallenta

la velocità di scorrimento superficiale delle acque dilavanti, aumenta la porosità del terreno e quindi contribuisce a migliorare il regime delle acque sotterranee. Svolge perciò un ruolo di primaria importanza nella regolazione dei deflussi, che compensa di una loro eventuale diminuzione: attenua le piene e favorisce la costanza delle portate.

Nelle parti più alte del bacino, poi, la sua efficacia si rivela maggiore per il suo notevole potere di trattenimento delle nevi: « ne impedisce la evaporazione per effetto della radiazione solare e ne permette la graduale fusione con il conseguente perequato deflusso a favore della alimentazione sotterranea » (20).

Compresa la evaporazione fisiologica in tutto il bacino, sia per la parte ricoperta da essenze boschive, sia per la parte ricoperta da praterie o comunque da terreni coltivati, possiamo assumere come valore medio annuo di evaporazione, anzi di evapo-traspirazione idrologica, 425-450 mm. (21).

Accanto a tale valore però, nel bilancio idrologico, dobbiamo far posto anche alle perdite idriche per infiltrazione, le quali vanno ad alimentare le sorgenti, ed attribuire allora al *deficit* di deflusso un valore complessivo medio annuo di 800-900 mm. (22).

E' certo questo da considerarsi un dato approssimativo, in quanto mancano ancora osservazioni dirette sull'evaporazione, per cui una valutazione esatta del bilancio idrologico resta indubbiamente difficile. Nell'ambito del bacino, infatti, gli afflussi meteorici nel trasformarsi in deflussi, sia superficiali che sotterranei, subiscono non solo una riduzione per evapo-traspirazione, ma anche una *modulazione* per l'influenza di varie cause, e di ordine morfologico e di ordine dinamico, oltre che per l'interferenza di altri elementi, quali la temperatura e soprattutto la costituzione litologica: la massa calcarea, se favorendo una percolazione rapida delle acque sotterranee le sottrae alla evaporazione, non ci fa escludere però

(20) M. GIANDOTTI, *Biblioteca della Bonifica Integrale*. Vol. III, Parte I, *Idrologia Generale*. Firenze, Barbera, 1937, pp. 268; cfr. p. 102.

(21) M. GIANDOTTI, *op. cit.*; cfr. pp. 78-79. D. TONINI, *Elementi di Idrografia e Idrologia*. Venezia, Libr. Univ., vol. I, 1959, pp. 603; cfr. pp. 395-396; vol. II, 1966, pp. 606; cfr. pp. 83-92.

(22) Le perdite apparenti, infatti, come meglio vedremo in seguito, nel tronco superiore oscillano intorno ai 1000-1200 mm, all'anno, ed in quello inferiore si aggirano sui 600 mm.

che una parte delle acque, in essa assorbite, vada, per via sotterranea, convogliata nei bacini vicini. Nei terreni poi a prevalente natura argillosa ed a forte inclinazione, l'evaporazione risulta meno intensa, in quanto, essendo sufficienti solo modeste quantità di acqua per portarli a saturazione, ne deriva che una gran parte delle acque scorre liberamente. Nei tratti a tenue pendenza invece, sempre negli stessi terreni a predominio argilloso, si vengono a determinare condizioni analoghe a quelle che si creano in caso di evaporazione da uno specchio liquido (23).

I caratteri idrologici del Sangro. — E' evidente che oltre ai caratteri climatici sono quelli litologici e strutturali che intervengono a determinare le condizioni idrografiche del bacino.

Nella zona dell'alto Sangro gli estesi affioramenti di calcari profondamente fessurati e ricoperti da materiale incoerente, nonché la frequenza di superficie terrazzate, limitano le perdite per dilavamento e sono i fattori determinanti di un complesso di sorgenti (24).

Queste, sia pure di modesta consistenza, vanno ad alimentare il corso del Sangro e lo rendono perenne in questo primo tratto, nonostante spiccato sia nel suo corso il carattere della torrenzialità, che diviene più accentuato a mano a mano che si attraversano i terreni impermeabili del medio e del basso corso (25).

(23) G. COLOMBO, *Manuale dell'Ingegnere*. Milano, Hoepli, 1939, pp. 1429, (cfr. il capitolo « Climatologia e Idrologia » di G. De Marchi, pp. 282-294); M. GIANDOTTI, *op. cit.*, cfr. p. 71; D. TONINI, *op. cit.*, vol. II, cfr. p. 84.

(24) Nel bacino del Sangro si può calcolare una densità media di circa quattro sorgenti ogni 10 kmq., per buona parte comprese tra i 600 ed i 1200 m. di altezza.

(25) Per le sorgenti cfr. MIN. LAV. PUBBL., SERV. IDROGR., *Le sorgenti italiane*. Pubbl. n. 14, vol. IX, Abruzzo. Roma, Ist. Poligr. dello Stato, 1964, pp. 482; E. PERRONE, *op. cit.*, cfr. pp. 38-45).

Per la massima parte, in particolar modo in corrispondenza di sinclinali, si tratta di sorgenti di sfioramento. Esse sgorgano a livello del punto più depresso della linea di contatto tra l'orizzonte calcareo permeabile giurassico-cretacico, sede del bacino idrico, e la soglia impermeabile dei livelli argilloso-molassici del Miocene medio superiore, assai spesso addossati tettonicamente ai calcari mesozoici. Sorgenti di questo tipo sono, ad esempio, quelle del fiume Verde, nei pressi di Palena, e quelle dell'Aventino, conosciute col nome di Capo di Fiume (845 m.s.m.), sulle quali si tornerà in appresso.

In tutta l'area a *facies* molisano-sannitica si hanno numerose sorgenti, ma quasi tutte di portata modesta e con un indice di variabilità molto alto, superiore spesso a 100 di diverse decine di unità.

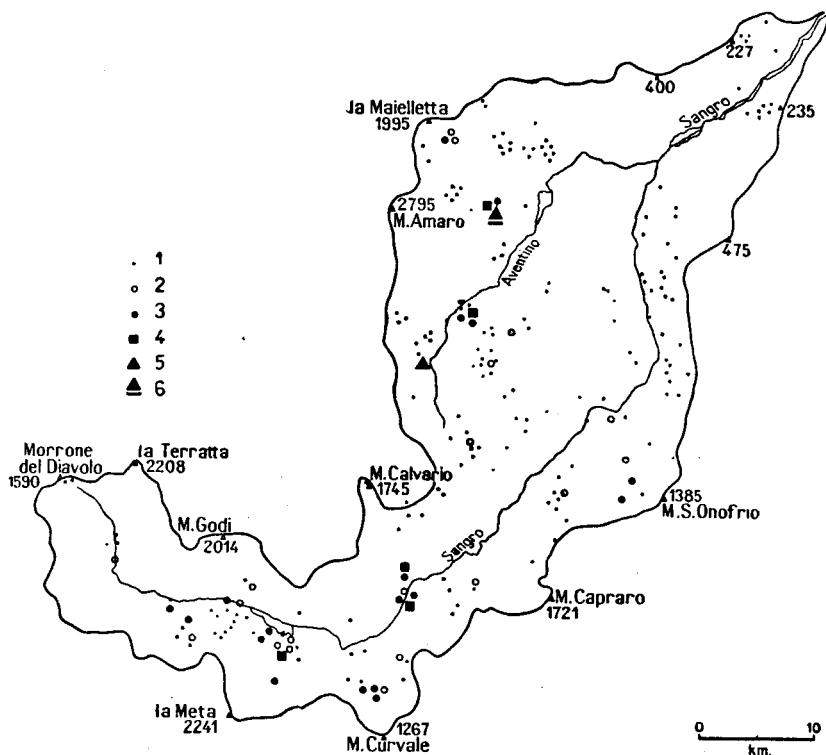


FIG. 2. — DISTRIBUZIONE DELLE SORGENTI NEL BACINO DEL SANGRO.

1, con portata da 0,5 a 5 l./sec.; 2, tra 5 e 10; 3, tra 10 e 100; 4, tra 100 e 500; 5, tra 500 e 1000; 6, oltre 1000 l./sec.

Si ha così una situazione idrologica piuttosto complessa, vincolata tanto alla tettonica quanto alla stratigrafia delle formazioni (nelle quali si alternano livelli permeabili e livelli impermeabili) e che rende difficile anche delimitare con sufficiente esattezza il bacino idrico delle sorgenti. La massa calcarea invero si presta alla formazione di un bacino idrografico sotterraneo, non corrispondente a quello imbrifero superficiale, e non esclude eventuali rapporti con i bacini adiacenti.

Indubbiamente nella zona a monte di Castel di Sangro, una parte delle acque filtranti, come già si è avuto modo di accennare, anziché defluire al fiume va ad alimentare le sorgenti dei bacini limitrofi.

Infatti un esame dei tributi delle sorgenti che sgorgano in questo tratto del bacino ci dà una portata media oscillante intorno ai 4 mc./sec. In realtà invece, per mantenere l'equilibrio tra quella che è la quantità media annua di precipitazione (circa 1500 mm.) e quella che è la capacità assorbente propria delle formazioni calcaree (press'a poco un terzo delle acque meteoriche) l'apporto delle sorgenti dovrebbe raggiungere gli 8 e forse anche i 10 mc./sec.

In un siffatto complesso litologico si viene a creare una canalizzazione interna che agevola il percorso rapido delle acque sotterranee, ma ne esclude la filtrazione completa.

Come asserito nel volume *Le sorgenti italiane* citato alla nota n. 25, le acque di pioggia che penetrano nelle rocce affioranti, più o meno fessurate e permeabili, a causa di livelli argillosi impermeabili, in esse intercalati, molto probabilmente seguono delle vie di circolazione preferenziali, che non è escluso vengano a mano a mano allargate dall'azione dissolvante delle acque stesse.

Però, assorbite dallo strato roccioso, in buona parte calcareo, ma dotato di una penetrabilità poco omogenea, anziché raccogliersi in un unico vasto bacino di assorbimento, circolano in una rete di piccoli serbatoi idrici sotterranei o in numerose falde idriche, che le restituiscono con velocità varia, ma comunque sempre lentamente, alimentando alcune sorgentelle affioranti a livelli diversi. La loro portata è tanto minore quanto più numerose si ritrovano, ed il loro regime è in dipendenza delle variazioni stagionali del livello della falda acquifera. In molti casi si tratta di sorgenti di strato o di scorrimento piuttosto superficiale, come ci lasciano dedurre la influenza immediata che vi hanno le variazioni pluviometriche e la modesta erogazione di molte di esse in periodo di magra.

Le falde sono alimentate non solo dalle acque meteoriche, per cui, dopo piogge di una certa intensità e durata, si ha un aumento del livello freatico, ma anche dalla infiltrazione delle acque di piena nell'alveo dei fiumi e dei torrenti. Tali falde sono superficiali e quindi molto sensibili all'evaporazione.

Il deflusso degli alvei fluviali si continua al di sotto degli alvei stessi in un altro deflusso sotterraneo di filtrazione (con velocità variabile a seconda della natura dei terreni sottostanti, ma comun-

que sempre di valore minimo) che nell'espandersi lentamente va ad alimentare le falde poste a quota inferiore.

Sulla percolazione sotterranea agisce, in misura piuttosto intensa, la evaporazione dal suolo che però, come ho già fatto presente, influisce anche con il concorso di altri fattori. Alle falde sotterranee è acquistato così il residuo lasciato dal bilancio idrologico tra pioggia, evaporazione, condensazione e deflusso.

Ovvio che la velocità di trasmissione delle acque sotterranee rimane subordinata e collegata alla natura ed alla porosità del terreno nonché alla inclinazione delle falde.

Tutte queste condizioni determinano nell'ambito del bacino un regime di acque freatiche incostante, compreso tra quello delle acque filtranti e quello delle acque carsiche, tale da rendere necessaria la costruzione di invasi artificiali, ove convogliare l'acqua meteorica per la valorizzazione della collina siccitosa.

Il Sangro dalle origini, ossia da quota 1441, con direzione O-E, scarso di acque, accresciuto solo dal tributo del torrente Terraegna, sulla sinistra, sbocca a quota 1160 (mantenendo una pendenza media di poco più del 35%) nella conca di Pescasseroli, lunga circa 3 km. e larga poco più di 1, dove, ricevuto l'apporto del Fosso la Canala e di alcune sorgenti, sempre sulla sinistra, e dei torrenti Schienacavallo e Pescatore, sulla destra, si snoda in meandri sino alla gola di Opi (26).

Superata questa, scorre fino a Villetta Barrea incassato tra ripide sponde con una pendenza media del 12% (27).

Lungo il percorso si arricchisce lateralmente del contributo dato da molte infiltrazioni subalvee, soggette con molta probabilità, al pari di quelle subaeree, a variazioni di portata. Non risente però il loro stato di magra in quanto esso viene compensato dalle

(26) La conca di Pescasseroli, nella quale il Sangro scorre in un ampio fondovalle, bruscamente chiuso da uno sperone calcareo, su cui oggi sorge Opi, è riempita da depositi impermeabili terrazzati di incerta origine. Si tratterebbe, secondo il Gortani, di depositi di lavina. Cosa certa è invece che essa rappresenta un antico fondovalle, testimone di un ciclo idrografico anteriore all'attuale (M. GORTANI, *Sui ghiacciai quaternari dell'Italia centrale*, in « Atti XI Congr. Ital., Napoli 1930 », vol. II, pp. 96-106).

(27) E. PERRONE, *op. cit.*, cfr. p. 7.

piogge che nel frattempo cadono copiose sugli alti rilievi e che, agevolate dal clima freddo e dall'intenso sviluppo del manto vegetale, riescono a mantenere l'umidità del terreno.

All'altezza di Villetta Barrea, da destra, il torrente Fondillo porta al Sangro il primo tributo veramente notevole: in estate, infatti, difficilmente esso ha una portata inferiore a 0,150 mc./sec., in quanto, tra Opi e Villetta Barrea, trova alimento in diverse sorgenti affioranti nell'alveo e nelle vallecole laterali e derivanti dalle morene permeabili. Esse hanno una portata complessiva di circa 66 l./sec., dei quali però ben 45 sono dati dalla sola sorgente Tornareccio, che scaturisce a quota 1086 lungo il corso di un canalone proveniente dal M. Amaro (1862 m.).

A questo punto il fiume, anche in periodi siccitosi, comincia ad avere una discreta portata (28) e le piene, rapide e violente, trovano una laminazione nel lago artificiale realizzato tra Villetta Barrea e Barrea (29), al quale apportano il loro contributo alcune sorgenti, che all'incirca raggiungono la portata complessiva di 59 l./sec.

Nel tronco successivo il Sangro aumenta ancora la portata, ed anche piuttosto rapidamente, per gli apporti che riceve sino ad Alfedena (30).

Poi, incrementato dal tributo del Rio Torto (31) e da quello

(28) Questa, infatti, che alla stazione di misura di Opi (media annua del periodo 1927-1935) ha il valore di 0,80 mc./sec. (6,20 l./sec.kmq.), raggiunge alla stazione di misura di Barrea 1 5,15 mc./sec. (circa 19 l./sec.kmq.).

(29) Sulla base dei rilievi idrografici effettuati dal 1927 al 1942, anteriormente alla costruzione del serbatoio di Barrea, alla stazione di misura della stessa Barrea e a quella più a valle di Ateleta, la portata media annua (in corrispondenza di una piovosità media di circa 1600 mm.) ha raggiunto rispettivamente 1 5470 l./sec. ed 1 10.610 l./sec.

(30) Sulla sinistra, dopo il vallone Rapino, che convoglia solo acque piovane, riceve il fosso dell'Inferno (o Tremonti), poi, quasi nell'alveo, poco prima di Villetta Barrea, allo sbocco della piccola valle sottostante alla Rocca Tremonti, la sorgente Regina (47 l./sec.) ed altre di scarsa importanza, il vallone Profiuo, affatto asciutto in estate ed ancora alcuni minori, tutti di modesto contributo, prima dell'altro vallone (dell'Inferno, o Reslone) sulla destra, nei pressi di Barrea. In questo tronco del Sangro defluiscono le sorgenti più grosse di tutto l'alto bacino, cioè il gruppo sorgentifero Fonte delle Donne, la cui portata complessiva oscilla sui 400 l./sec.

(31) Il Rio Torto segna a sud-est il confine del comune di Barrea e scende dalle pendici della Meta (2241 m.), sviluppandosi per 9 km., con una pendenza media del 77‰. Il suo bacino imbrifero ha un'altitudine media di 1040 m.s.m. ed interessa una superficie di 32 kmq., dei quali l'83 % di natura permeabile.

Il Rio Torto si forma da due polle, di cui l'una, omonima, posta nel fosso a

del fosso Acqua Tasseta, che fra calcari molto permeabili si origina dalla omonima sorgente (32), scende in una pianura estesa soprattutto sulla destra e lunga all'incirca 9 km. fino a Castel di Sangro, nei cui pressi, a poco più di 800 m.s.m., si unisce al fiume Zittola.

Questo si origina nel pantano di Montenero Val Cocchiara, tra i Monti Sitacciaro (1232 m.) e Curvale (1250 m.) ed è alimentato da diverse sorgenti affioranti lungo i margini del Pantano stesso (33).

Oltrepassata Castel di Sangro, il fiume con orientamento NE riprende il suo corso normale percorrendo con una pendenza media del 16‰ una valle ancora molto stretta sino a Villa Santa Maria, dove viene a trovarsi a circa 270 m.s.m.

Dal ponte di Ateleta, poi, fino alla confluenza con l'Aventino scorre in una valle profonda, ristretta fra alti monti, incisi trasversalmente da alcuni tributari, tutti di importanza piuttosto modesta, tranne il Parello, localmente detto Luparello (34), e il Carroccia.

quota 1600, e l'altra affiorante in un vallone in località Tartari, a quota poco più elevata (1700 m. circa). La portata delle due polle, probabilmente in dipendenza dei vicini campi di neve della Meta, è molto variabile: si passa infatti da 0,35 l./sec. a 120 l./sec. Tuttavia il corso d'acqua con il sussidio di alcune infiltrazioni inferiori riesce ad assicurarsi una portata perenne, anche se caratterizzata da notevole ampiezza delle variazioni. Nel complesso le portate presentano valori scarsi in gennaio ed in febbraio; da marzo a maggio i deflussi sono abbondanti, con varie punte di piena seguite da una discesa sempre più accentuata sino alla magra estivo-autunnale, che termina appunto ad ottobre. Chiude l'anno un bimestre di intumescenze. La portata media annua (media 1928-1933) è di 0,82 mc./sec. (25,6 l./sec. kmq.); la portata massima, di 15,60 mc./sec. (487,5 l./sec.kmq.), è stata registrata il 29 novembre 1925; la minima, di 0,04 mc./sec. (1,2 l./sec.kmq.), si è verificata dal 15 al 31 ottobre 1924. Il coefficiente di deflusso medio annuo è uguale a 0,65.

Alcuni anni addietro, il corso è stato sbarrato dall'Ente Volturmo e l'acqua, tranne una ventina di litri che confluiscono nel Sangro, è stata condotta per la alimentazione della Campania.

(32) A sud-est di Alfedena si trova il gruppo sorgentifero Acqua Tasseta la cui portata oscilla tra i 20 ed i 40 l./sec. Dove il fosso Acqua Tasseta raggiunge il Pantano, nel punto di contatto tra il calcare ed il materiale alluvionale, sgorga la sorgente Capo Pescara, detta anche Bocca di Pantano, che ha una portata di circa 20 l./sec.

(33) Il fiume Zittola prima del suo incanalamento formava in loco il Pantano di Montenero Val Cocchiara, per la maggior parte compreso nella isoipsa di 800 m. Si tratta di una depressione paludosa di circa 4 kmq. di superficie, coperta da torba e terra vegetale sovrastanti un materasso alluvionale argilloso.

(34) Il Parello è un piccolo affluente alimentato attraverso il detrito calcareo da alcune polle che danno, in media, circa 51 l./sec.

Dopo la confluenza con l'Aventino la valle del Sangro si sviluppa, come ho già detto, nelle argille sabbiose del Calabriano inferiore. In questo tratto, praticamente impermeabile, mancano assolutamente sorgenti di una certa entità. Solo in corrispondenza dei livelli più sabbiosi della formazione affiorano modeste sorgenti a carattere stagionale, e con appena pochi decimi di litro al secondo di portata.

A quasi 20 km. dalla foce il fiume, con una pendenza media di circa il 3‰, corre in una valle colmata da depositi di trasporto fluviale (lenti di argilla, ciottoli e sabbie), che diviene sempre più ampia ed è fiancheggiata da alture che non superano i 200 m.

In questa valle la corrente defluisce con numerosi meandri e bracci morti per scendere poi al mare tra Fossacesia e Torino di Sangro.

Come ho già rilevato, complessivamente il bacino del Sangro ha un'altitudine media di 970 m.s.m., ricopre una superficie di 1500 kmq., per il 54% di natura impermeabile o poco permeabile, ed ha circa 1100 mm. di afflussi in media all'anno. La portata media annua del fiume è di circa 27 mc./sec.

Nella sezione più elevata, vale a dire dalle sorgenti ad Ateleta, di circa 550 kmq. di superficie, si hanno sui 1300 mm. di afflussi meteorici medi annui che dal massimo di 1572 mm. di Civitella Alfedena (1084 m.s.m.), già ricordato come valore massimo medio annuo in tutto il bacino, scendono agli 807 di Ateleta (735 m.s.m.). La portata del fiume raggiunge press'a poco il valore di 12 mc./sec. I terreni sono tutti permeabili e le precipitazioni, anche nevose, non hanno immediata ripercussione sul regime.

Nella seconda zona (bacino dell'Aventino e del Verde sino alla loro confluenza presso Casoli), di 270 kmq., possiamo calcolare sui 1000 - 1100 mm. di afflussi meteorici medi annui con un massimo di 1145 mm. a Pennapiedimonte (669 m.s.m.) ed un minimo di 789 a Casoli (378 m.s.m.). La Maiella agisce come « un nodo condensatore in tutta la zona collinare antistante e contribuisce ad innalzare le precipitazioni che hanno due massimi, uno nell'autunno ed uno nell'inverno con una tendenza però alla concentrazione

tipica del clima mediterraneo » (35). I terreni di montagna sono permeabili e su di essi si riversano anche precipitazioni nevose; quelli collinari sono impermeabili. In questa zona la portata media annua del fiume è sui 10 mc./sec. La terza sezione (medio Sangro, basso Aventino e basso Sangro) interessa una superficie di 680 kmq., riceve sugli 800 mm. di afflussi meteorici annui, compresi tra il massimo medio annuo di 1194 mm. di Rosello (890 m.s.m.) ed il minimo medio annuo di 727 mm. di Gessopalena (654 m.s.m.), ricordato, questo, come il minimo medio annuo di tutto il bacino.

Questa terza zona, sia per la scarsità di apporto meteorico, sia per la scarsità di affluenti di una certa entità, ha una importanza idrologica inferiore alle altre sezioni, e possiamo considerarla più zona di evaporazione che di alimentazione.

Per l'esame delle misurazioni delle portate mi riferisco, come in tutto il mio studio, ai rilevamenti che sono stati effettuati anteriormente alla costruzione del primo lago serbatoio, che è quello già ricordato di Barrea.

Alla stazione di misura di Opi (1103 m.s.m.), a circa 97 km. dalla foce, il bacino del Sangro si sviluppa su 130 kmq., che hanno un'altitudine media di 1045 m.s.m. La parte permeabile del bacino costituisce il 91% della sua superficie.

La portata media annua del fiume è di 1,03 mc./sec. (7,90 l./sec. kmq.). Quella media mensile massima raggiunge il valore di 1,63 mc./sec. nel mese di aprile (con un massimo assoluto di 106 mc./sec.) e la media mensile minima quello di 0,06 mc./sec. nel mese di agosto.

Questa media minima spostata da luglio ad agosto, rispetto al regime delle precipitazioni, si deve mettere in rapporto alla larga diffusione dei terreni permeabili. Questi invero, consentendo una circolazione sotterranea, lasciano defluire le acque con un certo ritardo, tanto più accentuato quanto più lungo è il percorso sotterraneo dell'acqua stessa, fino a provocare anche il trasferimento dei deflussi da una stagione all'altra con naturali riflessi nei riguardi dell'evaporazione.

Tutto il diagramma delle portate, depresso fin verso la fine di gennaio, ha delle punte di piena in marzo e soprattutto in apri-

(35) M. ORTOLANI, *Il Subappennino abruzzese, ecc., cit.*; cfr. pp. 23-24.

le. Segue poi una decrescenza piuttosto rapida verso la magra estivo-autunnale, durante la quale, tra luglio e settembre, la portata quasi si annulla per derivazione a scopo irriguo.

I deflussi medi annui vanno da un massimo di 38 mm. in novembre a un minimo di 1 mm. in agosto, con un rapporto tra loro di 0,02. Le altezze medie degli afflussi dal massimo di 234 mm. in novembre raggiungono il minimo di 35 mm. in luglio, con un rapporto di 0,14.

Il coefficiente di deflusso presenta il valore massimo in ottobre (0,71) ed il minimo in luglio (0,06). Quello annuo è quasi uguale a 0,13.

La differenza media annua tra precipitazione e deflusso espressa in mm. di pioggia è uguale a 1404.

Alla stazione di misura di Barrea (894 m.s.m.), che dista 83 km. dalla foce, il bacino ha un'altitudine media di 1515 m.s.m. e copre una superficie di 272 kmq., permeabili per il 90%.

La portata media annua è di 5,93 mc./sec. (21,8 l./sec. kmq.). Le portate medie mensili, dopo gli scarsi valori di gennaio ed in parte anche di febbraio, si innalzano nei mesi di marzo e di aprile. Poi, con andamento oscillatorio, scendono sino alla magra estivo-autunnale che si protrae dalla metà di luglio alla fine di ottobre; successivamente si rialzano in novembre e raggiungono in dicembre i valori più elevati (circa 8 mc./sec.).

La portata mensile media massima si è avuta in dicembre con 8,37 mc./sec. (con il massimo assoluto di 242 mc./sec.); la media minima è stata registrata in settembre con 2,94 mc./sec. (con il minimo assoluto di 0,87 mc./sec.).

I deflussi da un massimo di 76 mm. in dicembre vanno ad un minimo di 24 mm. in settembre, con un rapporto di 0,31. Gli afflussi da un massimo di 234 mm. in novembre scendono ad un minimo di 36 mm. in luglio, con un rapporto tra loro di 0,15. Dall'esame degli afflussi e dei deflussi risulta quindi una perdita apparente media annua di 957 mm.

Il coefficiente di deflusso presenta il valore massimo in luglio (0,97) e quello minimo in ottobre (0,18). Quello medio annuo è uguale a 0,40.

Alla stazione di misura di Ateleta (720 m.s.m.), a 58 km. dalla foce, si ha un bacino di dominio di 545 kmq., il 65% dei quali di natura permeabile, con un'altitudine media di 1320 m.s.m.

La portata media annua è di 10,40 mc./sec. (19,1 l./sec. kmq.). La portata mensile media minima si è avuta in settembre con 4,28 mc./sec. (con un valore minimo assoluto, nel periodo, di 1,42) e la media massima in febbraio con 17,90 mc./sec. (con un massimo assoluto, sempre nel periodo considerato, di 420 mc./sec.).

Nelle portate medie mensili si nota un periodo di intumescenza da febbraio ad aprile ed un periodo di magra, che dalla fine di giugno si estende alla fine di ottobre.

L'ultimo bimestre risulta ragguardevole per l'elevatezza delle piene (in media, sui 13 mc./sec. in novembre e circa 18 mc./sec. in dicembre), alcune delle quali, come vedremo, raggiungono entità eccezionali. Il 13 dicembre 1933, ad esempio, la piena ha raggiunto un'altezza idrometrica di m. 3,44 (superando di mezzo metro la massima del periodo precedente) ed una portata massima istantanea di 223 mc./sec. (409 l./sec. kmq.).

I deflussi da un massimo di 82 mm. in dicembre scendono ad un minimo di 16 mm. in settembre, con un rapporto di 0,19. Gli afflussi dalla massima altezza di 203 mm. in novembre si abbassano, in luglio ed in agosto, a quella minima di 40 mm. con un rapporto tra loro di 0,19.

Il coefficiente di deflusso presenta il valore massimo in marzo (0,71) ed il minimo in gennaio (0,50). Quello medio annuo è 0,44. Tra le altezze medie annue di afflusso meteorico e quelle di deflusso c'è una perdita apparente media di 771 mm.

Alla stazione di misura di Guastacconcio, a circa 8 km. dalla foce, il bacino di dominio interessa una superficie di 1494 kmq. (il 45% dei quali di natura permeabile) ed ha un'altitudine media di 986 m.s.m. (36).

La portata media annua è di 25,80 mc./sec. (17,3 l./sec. kmq.).

(36) Relativamente alla stazione di misura di Guastacconcio ho considerato anno idrologico medio il periodo 1936-1937, l'unico per il quale si hanno misurazioni di portata simultanee sull'alto Sangro, sull'Aventino, sul Verde ed alla foce. Del resto, in linea generale, nel 1936, in difetto, e nel 1937, in eccesso, si sono avute piovosità molto prossime a quella che è la piovosità media annua.

La portata media mensile, dopo un periodo di intumescenza, da febbraio ad aprile, comincia a decrescere per toccare la sua punta minima alla fine di settembre.

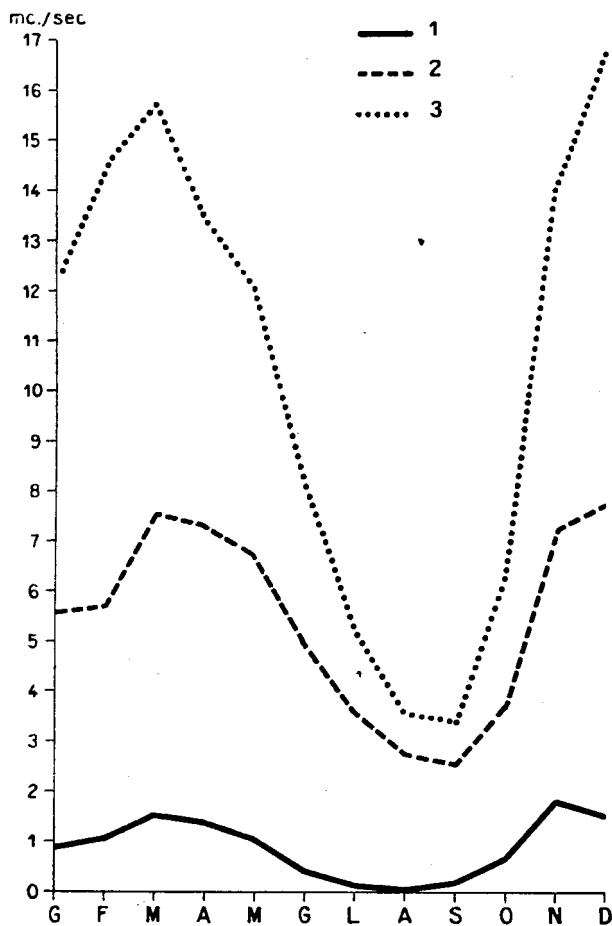


FIG. 3. — PORTATE MEDIE DEL SANGRO.

1, alla stazione idrometrica di Opi; 2, alla stazione di Barrea; 3, alla stazione di Ateleta.

La portata mensile media massima si ha in dicembre con 230,35 mc./sec. (154,2 l./sec. kmq.), con un massimo assoluto di 821,80 mc./sec. (550 l./sec. kmq.) raggiunto il 3 dicembre 1937.

La portata mensile media minima si ha in agosto con 7,78

mc./sec. (5,40 l./sec.kmq.), con un minimo assoluto di 5,50 mc./sec. (3,71 l./sec.kmq.) raggiunto il 14 agosto 1937.

In questa sezione del bacino nella prima metà dell'anno, per scarsità di evaporazione e mancata utilizzazione dell'acqua per irrigazione, i deflussi superano gli afflussi; da giugno ad ottobre invece avviene il contrario, sia perché l'evaporazione è più forte, sia perché l'acqua viene utilizzata nell'agricoltura.

Così i deflussi dai 96 mm. di dicembre scendono ai 20 mm. di agosto e di settembre, con un rapporto di 0,20; e gli afflussi dai 150 mm. di aprile si abbassano ai 47 mm. di gennaio, con un rapporto tra loro di 0,31.

Il *deficit* idrologico medio annuo espresso in mm. di pioggia è uguale a 623.

Il coefficiente di deflusso si mantiene elevato in inverno (in media circa 0,61) con il massimo in gennaio (0,71) ed in buona parte della primavera (in media 0,51) in quanto le precipitazioni, trovando i terreni saturi di acqua, si trasformano più abbondantemente in deflussi. Diminuisce in autunno (il minimo si ha in settembre ed è uguale a 0,20) poiché in questa stagione il terreno, prosciugato dall'aridità estiva, ha notevole capacità idrovora.

Il coefficiente di deflusso medio annuo è uguale a 0,47.

Ora, se rapportiamo tra loro i valori medi annui degli afflussi meteorici e dei deflussi delle varie sezioni fluviali rileviamo che in tutto il corso d'acqua il *deficit* idrologico presenta un valore massimo in autunno (novembre) ed uno minimo in estate (luglio), dimostrando così una variazione diretta con l'afflusso meteorico.

Ma se passiamo ad esaminare il rapporto *perdite-afflusso meteorico*, ci accorgiamo che le prime risentono non solo dell'andamento delle precipitazioni, ma anche dell'evaporazione ed in misura maggiore della infiltrazione sotterranea, per cui si ha un coefficiente di proporzionalità diverso, non solo da mese a mese, ma anche nei diversi tronchi del corso d'acqua.

Nel complesso da monte a valle c'è una diminuzione delle perdite apparenti, cui corrisponde un aumento del coefficiente di deflusso, che comunque si mantiene sempre ad un livello piuttosto

basso: dal valore medio annuo di 0,41, registrato alla stazione di misura di Opi, sale a quello di 0,44 di Ateleta prima ed a quello di 0,47 di Guastacconcio poi (a Casoli, sull'Aventino, si riscontra, come vedremo, lo 0,79).

Il valore del coefficiente di deflusso comincia ad elevarsi dopo l'autunno. In questa stagione si ha la prima reintegrazione delle perdite avute dal terreno per l'evaporazione durante la siccità estiva: un ritmo di afflusso più continuo porta minore permanenza di acqua sul terreno, maggiore umidità dell'aria, minore estensione del fenomeno di capillarità e quindi determina una diminuzione dell'evaporazione, anzi, più esattamente, dell'evapo-traspirazione idrologica.

In sintesi, nella sezione del tronco medio ed inferiore, dove predominano i terreni impermeabili, le perdite apparenti presentano valori molto elevati in autunno e nella prima parte dell'estate, bassi invece nel periodo invernale.

Nella sezione dell'alto Sangro dove, abbiamo visto, massima è la diffusione dei terreni filtranti, i valori delle perdite apparenti si mantengono a livelli molto elevati in autunno (sempre però inferiori a quelli che si riscontrano nel bacino medio ed inferiore); mentre in estate si abbassano e scendono sino a valori non molto diversi da quelli primaverili ed invernali.

Ciò è in funzione della elevata capacità di assorbimento da parte dei terreni durante la stagione autunnale: settembre e ottobre sono i mesi nei quali massimo è il modulo di assorbimento e quindi minimi sono i valori dei deflussi. In quest'epoca il terreno, se è coltivato, è ancora spoglio di vegetazione, e gli afflussi meteorici iniziano la loro fase di ripresa dopo il periodo asciutto e molto caldo dell'estate.

Nel periodo estivo poi le perdite sono più accentuate nelle zone con terreni a prevalente natura impermeabile, mentre diventano meno sensibili nella sezione del bacino a monte di Castel di Sangro, dove trovano compenso nel deflusso dovuto alla circolazione sotterranea.

Comunque si tratta sempre di piccoli valori di *deficit*, in quanto l'estate è caratterizzata da scarsi valori di afflusso meteorico e da bassi valori di deflusso.

La portata media annua cresce naturalmente da monte a valle e mostra subito un sensibile distacco tra il valore riscontrato alla stazione di misura di Opi e quello rilevato alla stazione di misura di Ateleta: dai 7,90 l./sec. kmq. si giunge infatti ai 21,8 l./sec. kmq.

Evidentemente, qui intervengono vari fattori, come la variazione dell'altezza di precipitazione, la diversità delle condizioni geognostiche e la differente altitudine media, ma soprattutto incide la influenza dei tributari, ed in modo particolare del fiume Zittola (37).

Questo si sviluppa in un bacino costituito da terreni permeabili per l'81% della superficie. Tale dato non è molto inferiore a quello che caratterizza il Sangro sia ad Opi che a Barrea (dove in media è poco più del 90%), però è opportuno rilevare che nel bacino del fiume Zittola cade una minore quantità di afflusso meteorico (una media annua di circa 200 mm. di pioggia in meno) in particolar modo durante la stagione autunnale.

Alle diverse formazioni geolitologiche del bacino, e quindi al loro diverso comportamento, si deve la coincidenza del periodo di magra sia nell'alto che nel medio e basso corso.

(37) Per lo Zittola (il bacino di questo fiume copre una superficie di 32 kmq. che si estendono ad un'altitudine media di 1080 m.) il diagramma delle portate è caratterizzato da due periodi di acque alte, l'uno dalla fine di gennaio ad aprile, e l'altro in corrispondenza del bimestre novembre-dicembre (particolarmente in dicembre si hanno molte piene ed anche cospicue), e da un periodo di magra che si estende da giugno ad ottobre. La magra, pur essendo molto sensibile, non è mai spiccata. La portata media mensile minima si è registrata in settembre con 0,15 mc./sec. (la media annua è di 1,04 mc./sec.) con un minimo assoluto nel periodo di 0,02 mc./sec. e la media mensile massima nel mese di dicembre, durante il quale si è raggiunto il valore di 1,84 (con un massimo nel periodo di 38 mc./sec.). In gennaio ed in marzo, per una maggiore piovosità ed una più bassa temperatura, le altezze dei deflussi superano quelle degli afflussi meteorici. Nei mesi di febbraio e di dicembre invece il divario tra afflusso e deflusso è quasi trascurabile (lievemente superiore l'afflusso). Da aprile a novembre poi gli afflussi superano i deflussi in dipendenza di una minore piovosità, di una più forte evaporazione ed anche di uno sfruttamento maggiore delle acque per il fabbisogno dell'agricoltura.

I deflussi vanno da un massimo di 156 mm. in dicembre ad un minimo di 10 mm. in settembre, con un rapporto tra loro di 0,06. Gli afflussi da un massimo di 193 mm. nel mese di novembre giungono ad un minimo di 33 in luglio con un rapporto quindi di 0,17. La differenza media annua tra precipitazione e deflusso espressa in mm. di pioggia è 327. Il coefficiente di deflusso presenta il valore massimo di 1,04 in gennaio e quello minimo di 0,1 in settembre. Quello annuo è uguale a 0,74.

Infatti nei terreni dotati di grande permeabilità e notevole capacità di ritenzione idrica le acque meteoriche vengono subito assorbite dal complesso roccioso. Le magre dipendono perciò dalla circolazione sotterranea e quindi dal tributo delle sorgenti perenni.

Nei terreni argillo-sabbiosi invece le piogge si infiltrano fino a portarli al grado di saturazione e perciò in essi più a lungo si conservano gli stillicidi. Le magre, in tal caso, soggiacciono alla siccità estiva.

Sugli alti rilievi poi le precipitazioni raggiungono quantità piuttosto elevate anche nei mesi che precedono la stagione estiva, durante i quali minima è l'evaporazione. Inoltre nella massa montuosa permeabile sono intercalati livelli impermeabili, i quali si impregnano di acqua, che lasciano poi filtrare lentamente per dotarne i terreni calcarei, che in seguito la restituiscono al ciclo idrologico.

Sono quindi tali affioramenti che fungono da spugna e con l'acqua di impregnazione apportano al fiume una temporanea alimentazione e ne ritardano le magre.

Si rende così possibile, in questa parte del bacino, la coincidenza della magra con quella della zona inferiore, dove interviene anche l'apporto del fiume Aventino, che si trova in condizioni analoghe a quelle del Sangro.

Anche nell'Aventino infatti, come vedremo, si distingue un territorio montuoso permeabile, ricco di cospicue sorgenti, nel quale le siccità prolungate sono piuttosto rare ed in linea di massima le piogge ritornano a cadere abbastanza copiose sin dalla fine di ottobre, ed una parte collinare, nella quale, per il predominio di terreni di natura impermeabile, per l'assenza di sorgenti di portata rilevante e per una minore quantità di precipitazioni, più a lungo dura lo stato di magra.

Nel complesso in tutto il bacino, mentre il periodo siccitoso estivo dura soltanto due mesi, lo stato di magra si prolunga per quattro mesi, da giugno a settembre, con minimi più accentuati a mano a mano che si scende verso il tronco meridionale. E ciò, perché in estate alla scarsezza di piogge si uniscono la forte evaporazione e la più intensa utilizzazione delle acque a scopo irriguo.

Quanto esposto si traduce in una percentuale più elevata di



Il fiume Aventino a monte della confluenza con il Sangro.

(fot. A. Giarrizzo)



Il lago artificiale di Barrea.

(fot. A. Giarrizzo)



Veduta aerea del lago artificiale di Barrea.

afflussi rispetto ai deflussi. Da novembre in poi, invece, maggiore piovosità e minore temperatura fanno sì che il deflusso superi lo afflusso.

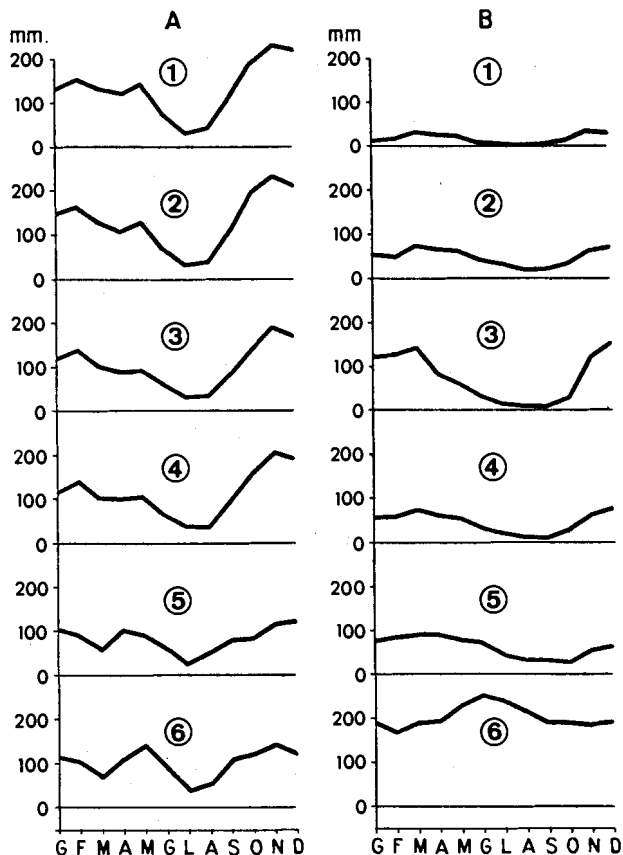


FIG. 4. — VARIAZIONI NELL'ANNO DEGLI AFFLUSSI (A) E DEI DEFLUSSI (B).
1, Sangro ad Opi; 2, Sangro a Barrea; 3, Zittola a Montenero Val Cocchiara Scalo;
4, Sangro ad Ateleta; 5, Aventino a Casoli; 6, Verde a Viscardi.

Finora la minima portata istantanea di magra registrata, e che possiamo considerare una magra eccezionale, è quella rilevata nel 1937 alla stazione di misura di Guastacconcio e che è stata di 6,65 mc./sec. (4,5 l./sec. kmq.).

Generalmente, invece, verso la foce la portata media minima annua oscilla intorno agli 8 mc./sec.

Sempre in base alle misurazioni riportate negli *Annali Idrologici*, la portata di piena ordinaria del Sangro raggiunge in media i 400 mc./sec.

Al colmo della piena, però, alle stazioni idrometrografiche, si toccano, come vedremo, livelli molto più alti.

La crescita e la decrescita della piena avvengono rapidamente, come rapidamente si trasmette anche la propagazione dei massimi. Questa celerità, sia della propagazione che dell'evoluzione, è connessa tanto alla topografia accidentata del bacino quanto all'incassamento pronunciato dell'alveo in alcuni tratti (gole).

In tutto il bacino precipitazioni eccezionali, pur interessando zone limitate e per intervalli non molto lunghi, possono raggiungere valori elevati di intensità oraria e provocare piene notevoli nel corso d'acqua.

Queste risultano perciò di breve durata e sono caratterizzate da una fase di crescita molto rapida sui valori di morbida, seguita subito dalla fase di decrescenza. Poche ore dura la portata massima e limitato anche a poche ore è il periodo dell'intumescenza.

Nella prima decade dell'ottobre 1934 (con inizio dal giorno 6) piogge eccezionalmente violente si sono abbattute nella zona alta del bacino dell'Aventino, dove, in soli tre giorni, hanno raggiunto i 900 mm., e sul litorale chietino, dove hanno totalizzato i 400 mm. ed hanno prodotto nella vallata danni veramente considerevoli, e per potenza e per estensione.

Infatti le esondazioni interessarono oltre 300 ettari di terreno sul versante sinistro del Sangro, e vaste zone vennero inondate fin nei territori di Ateessa e di Fossacesia.

L'11 ottobre, a Ponte Diruto (12 m.s.m.) a circa 4 km. dalla foce, la portata massima al colmo è stata di 1068 mc./sec. (691 l./sec. kmq.) (38).

E' evidente qui l'importanza del fattore litologico: in questa sezione la portata di piena risulta molto elevata anche perché la sezione fluviale ha carattere prevalentemente impermeabile.

(38) Alla stazione di Ponte Diruto il bacino imbrifero del Sangro raggiunge un'altitudine media di 986 m. e interessa una superficie di 1545 kmq., del quali il 43% è di natura permeabile.

Anche nel periodo 2-10 dicembre 1937 in tutto il bacino caddero piogge particolarmente intense che, trovato il terreno già imbevuto dalle precipitazioni autunnali (per la maggior parte cadute durante il mese di novembre) ed in qualche punto anche coperto di neve, defluirono subito superficialmente provocando piene notevoli (39) e determinando un conseguente alto valore del coefficiente di deflusso (0,50 a Barrea; 0,57 ad Ateleta; 0,71 a Guastacconcio).

Sono state raggiunte notevoli altezze idrometriche ed in corrispondenza anche rilevanti portate massime, ma sempre con forte distacco dai valori toccati durante la piena del 1934.

Alla stazione di misura di Opi sono stati registrati 48,94 mc./sec. (pari a 376,4 l./sec. kmq.); a quella di Ateleta 420 mc./sec. (pari a 770 l./sec. kmq.); a quella di Guastacconcio 821,80 mc./sec. (pari a 550 l./sec. kmq.); a Casoli, sull'Aventino, 69,50 mc./sec. (pari a 300 l./sec. kmq.) (40).

Successivamente un altro sta-

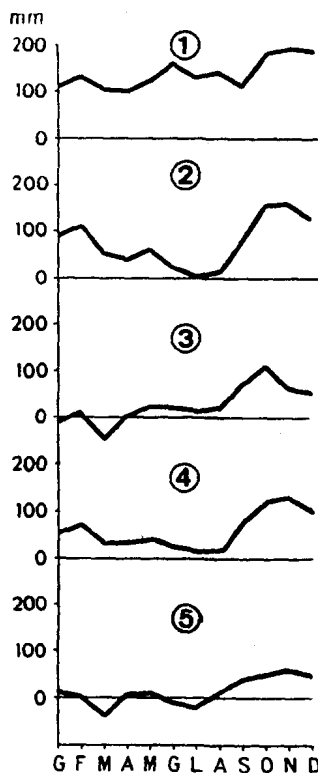


FIG. 5. — VARIAZIONI NELL'ANNO DELLE PERDITE APPARENTI.

1, Sangro ad Opi; 2, Sangro a Barrea; 3, Zittola a Montenero Val Cocchiara Scalo; 4, Sangro ad Ateleta; 5, Aventino a Casoli.

(39) G. MARCHETTI, *Sulle massime piene osservate nei corsi di acqua italiani a tutto il 1963*. Min. Lav. Pubbl., Serv. Idrogr., Memorie e Studi Idrografici. Pubbl. n. 2, vol. I, Roma, Istituto Poligr. dello Stato, 1963, pp. 298; cfr. pp. 120-121.

(40) Nel Sangro, a Barrea, la portata massima in questo periodo è stata invece raggiunta il 15 dicembre (242 mc./sec.) Proprio durante la piena, infatti, per irregolare funzionamento dell'idrometrografo si è ottenuto il valore di 194 mc./sec. (pari a 173 l./sec. kmq.). Le corrispondenti portate medie del periodo sono state: 4,66 mc./sec. (35,8 l./sec. kmq.) ad Opi; 22,43 mc./sec. (82,5 l./sec. kmq.) a Barrea;

to di acque alte si è osservato in coincidenza delle precipitazioni, molto violente, dell'ottobre 1949.

In sole dieci ore, il 10 ottobre di quell'anno, sulla zona costiera del Sangro e sui bacini litoranei vicini del Moro e del Feltrino si sono abbattute piogge di forte intensità (a Lanciano in una sola ora caddero 39,6 mm. di acqua e nell'intervallo di 24 ore ne caddero ben 212,4) che determinarono anche tracimazioni dagli argini, cui conseguirono vasti allagamenti della vallata e gravi danni alle colture (41).

Sempre nello stesso anno, tra il 25 ed il 30 novembre, piene notevoli si verificarono nella parte superiore del bacino. Furono superati in quell'occasione i più alti livelli raggiunti nei periodi precedenti (42) e si ebbero forti ripercussioni anche nel corso inferiore.

Si determinarono inondazioni sin quasi alla foce con spostamento dei filoni principali e nuove corrosioni di sponda, per cui venne acquistato nuovo terreno agli incolti aridi ed improduttivi.

A questo punto mi sembra opportuno dare un cenno sulle principali caratteristiche del fiume Aventino che è il maggior tributario del Sangro (anche per l'apporto del fiume Verde, suo principale affluente) ed il solo idrologicamente importante (43).

66,07 mc./sec. (121,2 l./sec.kmq.) ad Ateleta; 10,58 mc./sec. (45,6 l./sec.kmq.) a Casoli, sull'Aventino; 137,11 mc./sec. (94,8 l./sec.kmq.) a Guastacconco.

(41) L'11 ottobre 1949, a Viscardi, sul Verde, la massima piena ha raggiunto l'altezza di m. 1,16.

(42) Così nel fiume Zittola, a Montenero Scalo, il 28 novembre si è registrata un'altezza idrometrica di m. 2,23 ed una portata di 38 mc./sec.

(43) Il Verde col suo tributo di acque perenni costituisce il più importante affluente dell'Aventino. Si origina dal nucleo centrale della Maiella, nel versante orientale del M. Amaro, attraverso un ammasso di sfasciume detritico, dal fondo del vallone S. Spirito, asciutto sempre, anche dopo copiose plogge. Queste, che all'incirca raggiungono i 1000 mm. medi annui, vengono subito assorbite dal terreno molto permeabile. Il bacino del Verde si estende infatti su 42 kmq., che sono permeabili per la quasi totalità (95%) ed hanno un'altitudine media di 1800 m. La portata media annua (misurata in località Viscardi e relativa al periodo 1938-1950) è di 3,33 mc./sec. La portata media mensile minima si ha in febbraio ed in marzo con 3,02 mc./sec. (il minimo assoluto nel periodo è stato di 2,03 mc./sec.) e la media mensile massima con 4,13 mc./sec. in giugno (questo elevato valore in giugno possiamo riferirlo all'azione concomitante del disgelo e delle plogge primaverili) con un massimo assoluto, sempre nello stesso periodo, di 19,50 mc./sec.

Il Verde è quasi esclusivamente alimentato dalle sorgenti; non ha rapidi aumenti di portata in corrispondenza di periodi piovosi. I deflussi sono sempre supe-

Il bacino collettore del fiume Aventino interessa una superficie di 232 kmq., dei quali poco più del 40% è costituito da terreni impermeabili. Raggiunge un'altitudine media di 1090 m.s.m. e rimane circoscritto, sulla sinistra, dal massiccio calcareo della Maiella (44) e, sulla destra, da affioramenti arenaceo-argillosi impermeabili che, nonostante l'ampiezza del bacino, determinano la portata del fiume (45).

L'Aventino, dal M. Secine (1883 m.) dove inizia, scende quasi asciutto in una valle molto stretta sino a raggiungere le sorgenti Capo di Fiume, dove si impingua di acqua perenne (46).

Poi, in letto sassoso e ristretto, tra salti e dirupi, continua il suo corso, rasenta gli abitati di Palena e di Lettopalena e giunge a Taranta, nei cui pressi riceve la grossa sorgente Acquevive, che fuoriesce in tre polle ed unitamente alle acque di altre sorgenti raggiunge una portata complessiva di circa 230 l./sec.

Altri affioramenti sorgentizi sono sulla sinistra del fiume nel vallone dei Cocci, ed altri ancora pullulano nel vallone del Gesso ed in quello S. Spirito: e là, dove quest'ultimo si allarga con più dolci declivi, dal letto formato da un potente ammasso di detriti

rioni agli afflussi anche nei periodi di più elevate precipitazioni in dipendenza dei caratteri litologici del bacino, dei quali ho detto. Non è possibile calcolare le perdite apparenti ed il coefficiente di deflusso in quanto il bacino apparente non coincide con quello effettivamente tributario.

(44) Potenti pile di banchi calcarei del Cretacico e soprattutto dell'Eocene, cinte in basso da una fascia argillosa, formano, come è noto, il massiccio della Maiella. Questo, dal M. Amaro (2795 m.) degrada rapidamente tanto a sud, verso la Pescara, quanto a nord con una serie di piani carsici, dove si presenta maggiormente inciso da valloni profondi che ad est scendono ripidi sull'Aventino, e nei quali i torrenti mostrano un profilo assai irregolare.

(45) La valle dell'Aventino nel tratto intermedio a monte della confluenza col fiume Verde si sviluppa in terreni marnoso-argilloso-arenacei e calcarei del Terziario superiore, sia per sedimentazione normale, sia in prevalenza come accumulo caotico di enormi massi, sempre della medesima natura, in relazione con frane sottomarine, che hanno avuto anche carattere regionale. (E. BENEDETTI, *Accumuli terziari da risedimentazione (Olistostroma) nell'Appennino Centrale e frane sottomarine. Estensione tempo-spaziale del fenomeno*, in « Boll. Serv. Geol. d'Italia », Vol. LXXVIII, fasc. 1-2, Roma, 1956, pp. 291-319).

(46) Polle di una certa importanza sono quelle che formano il complesso sorgentizio Capo di Fiume, a circa 3 km. da Palena. Nel punto di contatto tra la formazione calcarea del massiccio della Maiella e la cintura antistante di roccia marnoso-argillosa impermeabile del Miocene medio e superiore, l'acqua tracima in due lame con una portata soggetta a molte variazioni (la portata di magra, accertata nell'agosto 1951, è stata di 551 l./sec.) ed è utilizzata per la produzione di energia elettrica dalla S.M.E. (trasferita all'E.N.E.L. dal marzo 1963).

calcarei fuoriescono le notevoli emissioni idriche del gruppo sorgentifero Verde (47).

L'Aventino confluisce al Sangro a quota 90, presentando, tra le sorgenti Capo di Fiume ed il punto di confluenza, una caduta di 862 m., con una pendenza media di circa il 27‰ su uno sviluppo lineare di 32 km.

In base alle osservazioni rilevate a Casoli, dove dal 1936 è in funzione un idrometro, la portata media annua, il cui aumento è progressivo da monte a valle, si deve all'apporto delle sorgenti ricordate ed oscilla intorno ai 5,87 mc./sec.

I deflussi, lievemente superiori agli afflussi meteorici nei mesi di marzo, di giugno e di luglio, restano poco al di sotto nei mesi di aprile, di maggio e di agosto. In tutti gli altri mesi l'afflusso è marcatamente superiore al deflusso, in particolar modo da settembre ad ottobre. I deflussi da un massimo di 82 mm. in marzo scendono ad un minimo di 33 mm. in ottobre, con un rapporto quindi di 0,40. Gli afflussi meteorici da un massimo di 123 mm. in dicembre scendono ad un minimo di 30 mm. in luglio, con un rapporto di 0,24.

Il coefficiente di deflusso ha il valore massimo di 1,6 in luglio e quello minimo di 0,37 in ottobre. Il coefficiente di deflusso medio annuo è uguale a 0,79. La differenza media annua tra precipitazione e deflusso espressa in mm. di pioggia è 221.

L'esame delle portate medie mensili calcolate per lo stesso periodo 1936-1950, si traduce graficamente nel diagramma riportato a pagina seguente che per l'Aventino presenta, in corrispondenza del mese di luglio, una prima sensibile inflessione. Questa si accentua ancora nei mesi successivi sino a quello di ottobre (2,89 mc./sec.), con un minimo assoluto, nel periodo considerato, di 1 mc./sec. Riprende quota in novembre (5,16 mc./sec.) ed ancora gradualmente in dicembre ed in gennaio per toccare, in febbraio, la punta massima (8,37 mc./sec.).

Le maggiori portate medie annue, come è facile rilevare dal

(47) Il gruppo sorgentifero del Verde è costituito dalla sorgente Verde I (che ha una portata media di 1800 l./sec.), dalla sorgente Verde II (18,8 l./sec.) utilizzata per l'approvvigionamento idrico di Lanciano e dalla Verde III (480 l./sec.) che alimenta l'acquedotto consorziale del Verde, realizzato per potenziare il fabbisogno idrico di molti comuni della zona e fornire l'energia necessaria agli impianti industriali di Fara San Martino.

grafico fig. 6, nel quale per l'Aventino si riferiscono i valori registrati a Casoli (stazione di misura posta a 13 km. dalla confluenza col Sangro), risultano sfasate rispetto al regime delle piogge. Si registrano infatti notevoli ritardi nei confronti dei mesi con più abbondanti precipitazioni (novembre-dicembre-gennaio). Anche il minimo di portata si verifica con sensibile ritardo, in ottobre; mentre il minimo di precipitazione sappiamo che si riscontra in luglio.

Ciò, molto probabilmente, è da porre in rapporto alla lunghezza e lentezza di un percorso sotterraneo, che le acque sono costrette a seguire prima di scaturire nelle varie sorgenti.

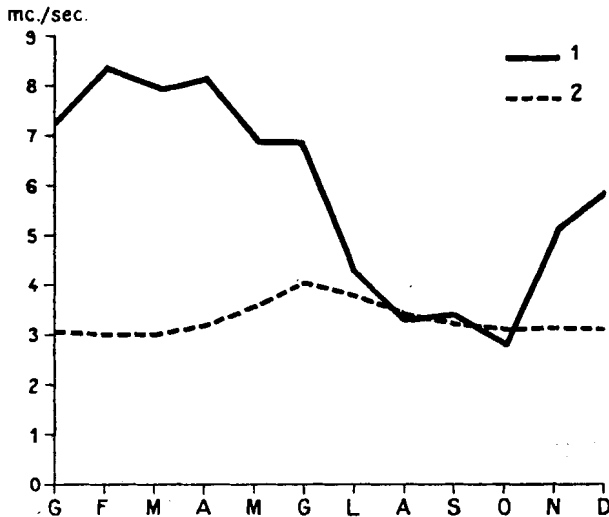


FIG. 6. — PORTATE MEDIE ANNUE DELL'AVENTINO (1) E DEL VERDE (2).

A conclusione, possiamo definire il regime del bacino del Sangro ad alimentazione prevalentemente pluviale.

Il ciclo idrologico, abbiamo visto, è caratterizzato da una maggiore abbondanza di deflussi in primavera (48).

(48) Le precipitazioni nevose o comunque solide, partecipano al ciclo idrologico allorché passano allo stato di fusione e costituiscono allora degli afflussi ritardati, che sono la risultante della differenza tra « le precipitazioni solide stesse e la quota parte che durante il periodo di permanenza al suolo sublima direttamente al netto degli apporti per condensazione » (D. TONINI, *op. cit.*, vol. I; cfr. p. 508).

E' questo inverno il periodo della fusione delle nevi, ma le precipitazioni nevose, come del resto abbiamo già notato, data l'altitudine media del bacino, non possono avere una influenza decisiva. Esse contribuiscono con una modesta percentuale al deflusso totale; modificano però la curva del regime pluviale puro.

Maggiormente, invece, mi sembra intervenga il fatto che la stagione primaverile è preceduta da due stagioni a forte piovosità (in primavera infatti i terreni o sono già saturi di acqua o sono in uno stato molto prossimo alla saturazione completa, per cui ridotte risultano le perdite per infiltrazione e le precipitazioni possono defluire con maggiore abbondanza nel corso d'acqua), oltre a quello, tutt'altro che trascurabile, che il deflusso sotterraneo proprio in primavera raggiunge la sua punta massima.

La prevalenza dell'apporto pluviale su quello nivale è fattore determinante delle piene nelle stagioni più piovose e delle magre in quelle più secche. E, lo abbiamo visto, i periodi di magra sono estivi: la linea del grafico, dopo un primo abbassamento, piuttosto sensibile in giugno, seguita a decrescere ancora sino ad ottobre, allorché comincia a risalire lievemente, per raggiungere poi la sua acme nel mese di dicembre (49).

Nel complesso il regime dei deflussi risente della permeabilità di buona parte del bacino.

La permeabilità dà infatti ai deflussi un carattere di regolarità e perennità. Oltre a limitare lo scorrimento superficiale, essa, come ho già avuto modo di osservare, riduce le perdite per evaporazione, esercita una influenza equilibratrice che attenua le escursioni degli afflussi e modera l'onda di piena (nella sezione alta del bacino le portate di piena, infatti, risultano inferiori a quelle che si registrano nel tronco meridionale).

E, proprio in rapporto alla notevole estensione della parte permeabile del bacino imbrifero, il contributo unitario di piena, analogamente a quanto si verifica anche negli altri bacini abruzzesi,

(49) G. DAINELLI, *Atlante fisico-economico d'Italia*. Milano, T.C.I., 1940; cfr. tav. 9, *Idrografia terrestre*; A. R. TONIOLO, *Le conoscenze sul regime dei fiumi appenninici e gli studi avvenire*, in « Atti XXVII Riunione S.I.P.S., Bologna 1938 », vol. V, fasc. II, Roma, 1939; cfr. pp. 389-402; ID., *I regimi dei corsi di acqua della penisola italiana*, in « Comptes-Rendus du Congrès International de Géographie, Lisbona, 1949 », t. II; cfr. pp. 435-454.

si mantiene su un valore piuttosto basso: raggiunge appena i 4,7 mc./sec. (50).

Tra regime pluviometrico e regime delle portate si manifesta un andamento dissimmetrico sensibile soprattutto, e nel massimo principale per le portate e nella estensione della magra estiva rispetto a quello che nel bacino è il periodo siccitoso.

Il massimo principale si avverte spostato dall'autunno alla primavera (il massimo principale degli afflussi meteorici cade in autunno, un massimo secondario si verifica in inverno) sia perché le precipitazioni autunnali, come ho già ripetuto, dopo la stagione secca trovano il terreno fortemente attivo per l'assorbimento, sia per una certa influenza che esercitano le precipitazioni nevose e per quella, più sensibile, che ha la circolazione sotterranea nelle formazioni permeabili.

Il regime tipicamente torrentizio del Sangro, al pari di quanto avviene nei bacini caratterizzati da rilievi piuttosto elevati, con terreni permeabili, notevolmente sviluppati soprattutto nella parte superiore, lungo tutto il corso risulta di tipo appenninico, con stato di magra che si verifica in estate, ed i cui valori più bassi si estendono dal mese di agosto a quello di ottobre.

Le assai scarse precipitazioni estive ed i forti disperdimenti superficiali non possono fornire una buona alimentazione del corso e delle falde; ed un eventuale ritardo della ripresa della piovosità autunnale od un fine anticipato delle precipitazioni primaverili, ed ancor più una scarsità di afflussi meteorici invernali-primaverili, possono essere la causa determinante di magre eccezionali.

In tutto il bacino del Sangro gli accumuli nivali sono di modesta entità e per di più ristretti a zone limitate.

Nel regime si distingue un solo periodo di morbida, da febbraio a maggio, in quanto le precipitazioni autunnali ed invernali vengono in parte immagazzinate dai terreni fessurati e restituite lentamente in seguito.

Dopo il mese di maggio le portate, superata la fase transitoria di morbida, raggiungono i minimi in agosto attraverso valori regolarmente decrescenti. Successivamente, in graduale progressione, toccano i massimi nel mese di dicembre.

(50) MIN. LAV. PUBBL., SERV. IDROGR., *Piene dei corsi d'acqua italiani*. Pubbl. n. 20, Roma, Ist. Poligr. dello Stato, 1939, pp. 153; cfr. p. 14.

L'utilizzazione delle acque del Sangro. — Nel bacino idrografico del Sangro sono stati regolati i deflussi per un razionale sfruttamento e si è così potuto realizzare un sistema idroelettrico di cospicua entità.

Tra l'allora S.M.E. (Società Meridionale di Elettricità) e la Terni (Società per la Industria e la Elettricità, i cui impianti per la produzione di energia elettrica sono stati trasferiti all'E.N.EL. nel febbraio 1964) fin dal 1920 fu costituito il C.I.S. (Consorzio Idroelettrico del Sangro) per una organica utilizzazione dell'alto corso del fiume e dei suoi affluenti fino a Villa Santa Maria. Tale utilizzazione ha avuto notevoli riflessi soprattutto sulla vita umana, particolarmente legata in questo cantone montano alla economia pastorale.

Benché i lavori per la diga abbiano avuto inizio solo nel 1949, i primi studi relativi al progetto furono però intrapresi sin dal 1920. Il serbatoio e la diga di Barrea sono stati realizzati in una vasta conca di terreni arenaceo-argillosi con affioramenti di calcari percolabili, in prevalenza mesozoici, a monte di una forra di erosione aperta nei calcari fessurati dell'Eocene (51). La topografia locale particolarmente favorevole ha consentito un volume di invaso molto elevato nei confronti di quello di sbarramento (si è ottenuta una capacità utile di oltre 5000 mc. per mc. di calcestruzzo).

Connesso è l'impianto idroelettrico di Villa Santa Maria (con una potenza massima di 57.200 kW) che utilizza le portate del fiume regolate dal serbatoio a monte della gola di Barrea, derivandole a circa 700 m.s.m. e restituendole a poco più di 250 m.s.m. (52). Nel tratto seguente alla restituzione della centrale di Villa Santa Maria la valle del fiume Sangro si presenta piuttosto ampia e con versanti lievemente inclinati, formati in buona parte da argille scagliose.

(51) *Gli impianti idroelettrici sul fiume Sangro del Consorzio Idroelettrico del Sangro*, in « L'Energia Elettrica », Milano, 1951, pp. 461-476; cfr. p. 473.

(52) *Gli impianti idroelettrici sul fiume Sangro*, ecc., cit.; cfr. p. 468. Come è noto, i laghi serbatoi esercitano un potere regolatore analogo a quello esercitato dai terreni permeabili, per cui agiscono riducendo il coefficiente di deflusso durante le piogge ed aumentandolo invece nei periodi asciutti col restituire lentamente le acque immagazzinate. Ed è a questa azione regolatrice del lago e delle riserve sotterranee essenzialmente carsiche del bacino che si deve l'elevato coefficiente di perennità, che alla sezione di Ateleta raggiunge il valore di 0,10.

Se l'utilizzazione dell'alto corso è affidata al C.I.S., quella del medio e basso Sangro nonché dei suoi principali affluenti, Aventino e Verde, è riservata all'A.C.E.A.

Al riguardo è opportuno ricordare l'importanza che il bacino del medio e basso Sangro riveste tanto sotto l'aspetto idroelettrico quanto sotto quello irriguo. I bacini intermedi del Sangro e dell'Aventino infatti, sia per il loro carattere ancora montano, sia per le loro peculiarità topografiche, bene si prestano ad una utilizzazione idroelettrica.

Il basso bacino invece, dalla confluenza con l'Aventino al mare, formato in massima parte da ampie zone a pendenze limitate e regolari, ha notevoli possibilità di sfruttamento irriguo per una superficie di circa 7000 ettari.

In questo tronco lo sbarramento (diga di Bomba) è stato realizzato nella zona del M. Tutoglio, dove più adatte e più rispondenti si sono presentate le condizioni topografiche. Infatti qui, la sezione piuttosto ristretta e la presenza del massiccio calcareo marnoso del Tutoglio, sulla sponda sinistra del fiume, hanno consentito una impostazione sicura dei manufatti di scarico (53).

La realizzazione di tale opera ha reso necessario lo spostamento della ferrovia sangritana dal fondovalle ad una nuova quota, superiore a quella del massimo invaso. Tale variante, compresa tra le stazioni di Bomba e di Colledimezzo, ha una lunghezza di 7 km.

Sempre nel quadro dello sfruttamento del bacino del Sangro rientra l'invaso di Casoli, che si è ottenuto sbarrando in località Torretta, nei pressi della stessa Casoli, l'affluente Aventino in una stretta incisa nella cosiddetta « formazione di Casoli » (54).

I due grandi serbatoi di Bomba e di Casoli hanno una capacità complessiva utile di 84 milioni di mc., sufficienti per la regolazione delle portate. Idraulicamente collegati tra loro, essi alimen-

(53) La diga di Bomba resta un'opera di notevole importanza. Essa, oltre ad essere la più grande delle dighe in terra sino ad ora costruite in Italia (alta circa 60 m., larga alla base poco più di 300 m. e lunga al coronamento 700 m.) ha un volume complessivo di circa 4 milioni di mc.

(54) La formazione di Casoli, così chiamata perché di base all'abitato omonimo e perché il fenomeno fu il studiato per la prima volta, è un ammasso sedimentario caotico di una certa potenza, costituito da larghi affioramenti plastici argilloso-sabbiosi e marnosi, alternati a strati calcarei detritici.

tano in parallelo la centrale e rappresentano un effettivo coordinamento nello sfruttamento agricolo-industriale delle acque (55).

Nella utilizzazione integrale del bacino del Sangro, tra la serie di impianti realizzati a monte del complesso Terni-S.M.E. e la futura centrale di Torino di Sangro (56), sempre concessa all'A.C.E.A., e che sfrutterà il restante dislivello sino al mare, si inserisce la centrale di S. Angelo nel comune di Altino. E' questa la maggiore delle tre opere realizzate dall'A.C.E.A. per lo sfruttamento del complesso idrografico Sangro-Aventino-Verde (57).

Essa deriverà le acque dell'Aventino e del Verde dal serbatoio di Casoli e quelle del Sangro dal serbatoio di Bomba, utilizzando un salto medio lordo di circa 140 m.

In virtù di questi impianti l'irrigazione, ormai abbastanza notevole nella zona, acquisterà maggiore importanza (58) allorché si sarà potuta realizzare la costruzione dell'ultima centrale idroelettrica, quella di Torino di Sangro, della quale ho già fatto parola. Essa infatti permetterà una utilizzazione delle acque, tale da ga-

(55) Le due gallerie di collegamento hanno un diametro di m. 3,30 e di m. 2,60, per una lunghezza rispettiva di 9180 m. e di 4190 m. Esse confluiscono al nodo di raccordo di Rio Secco con un'unica galleria in calcestruzzo, di circa 4 m. di diametro, che conduce al pozzo piezometrico di quasi 8000 mc. di volume, oltre il quale ha inizio la condotta forzata. (*L'Acqua in Abruzzo. Gli impianti idroelettrici del Sangro. Il villaggio di Rivisondoli*. Roma, Litostampa Nomentana, 1961, cfr. pp. 6-7).

(56) L'impianto di Torino di Sangro avrà la presa poco a valle della centrale di S. Angelo, a 90 m.s.m., e la restituzione direttamente al Mare Adriatico con un salto medio utile lordo di circa 80 m. Esso, rifasando mediante un sottobacino le portate scaricate dall'impianto di S. Angelo, potrà derivare una portata massima di 36 mc./sec. ed una media di 22,40 mc./sec. L'impianto avrà una potenza effettiva media di circa 15.000 kW ed una producibilità media di 120 milioni kWh. Una volta realizzata quest'opera, dal complesso degli impianti A.C.E.A. sul Sangro si ricaverà una produzione globale di 360 milioni di kWh con una potenza massima di circa 80.000 kW (E. VERDUCCHI, *L'impianto idroelettrico di S. Angelo dell'Azienda Comunale Elettricità ed Acque di Roma*, in « *L'Energia Elettrica* », Milano, 1960, fasc. 8, estr. di pp. 38; cfr. p. 2).

(57) Il bacino imbrifero sotteso ha una superficie complessiva di 1142 kmq. (e cioè: 863 kmq. per il Sangro; 232 kmq. per l'Aventino; 47 kmq. per il Verde) con una portata massima derivabile di 40 mc./sec. ed una media disponibile di 23,9 mc./sec. (Sangro: 15,1; Aventino 5,9; Verde 2,9), che, detratti gli oneri disciplinari per un valore di 2,2 mc./sec., risulta di 21,7 mc./sec. La potenza media effettiva annua è di 24.500 kW e la producibilità media annua raggiunge circa i 210 milioni di kWh. L'energia prodotta dalla centrale di S. Angelo è destinata all'alimentazione di Roma, ed a tale scopo è convogliata su un elettrodotto di 260 km. di percorso ed a 150 kV (*L'Acqua in Abruzzo*, ecc., cit.; cfr. p. 8).

(58) A. ANTONIETTI, A. D'ALANNO, C. VANZETTI, *Carta delle irrigazioni d'Italia*. Roma, I.N.E.A., 1965; cfr. p. 123.

rantire nel periodo irrigatorio una portata di 5 mc./sec. e da irrigare anche i terreni di fondovalle del Sangro, posti più in prossimità della fascia litoranea.

Ovviamente nel quadro della trasformazione irrigua si è ancora agli inizi. Nella quasi totalità delle aziende l'ordinamento colturale resta tuttora quello tradizionale, nel quale ampie superficie sono investite a cereali e le colture arboree occupano un posto irrilevante.

Tuttavia, legato al benefico effetto dello sfruttamento delle acque è già evidente un miglioramento produttivistico ed i riflessi si sono dimostrati particolarmente notevoli nella zona compresa tra il basso Sangro e l'Aventino. Relativamente a questo settore, infatti, possiamo dire che oggi gli addetti all'agricoltura costituiscono circa il 60% della popolazione attiva (59).

Ed in particolare poi, se poniamo a confronto i dati di popolazione di quest'ultimo ventennio, vediamo che dai 32.000 ab. del 1944 si è passati ai 40.000 del 1964 con una variazione in più del 25%, e dai 22.000 dediti all'attività agricola del 1944 si è saliti, sempre nel 1964, a 28.000, con un aumento quindi del 27%.

SUMMARY. — Having stated the climatic and geo-lithological conditions which characterize the hydrography of the drainage basin of the Sangro, an analysis of the regimen of the river itself is given. Rainfall is the main factor affecting the flow and therefore determines its seasonal variability. Stream rises are of short duration and occur very quickly, both accretion and recession being very fast. Runoff is affected not only by climatic factors but also by the high infiltration capacity of a large part of the drainage basin: this factor greatly reduces surface runoff and losses from evaporation; it also increases steadiness of flow and lessens the peak flood. Since 1920 several plans were made for a rational use of the river water. Nowadays an almost complete exploitation is made: a hydroelectric complex of considerable importance has been built and the whole discharge is used for irrigation.

(59) Per un confronto si ricorda che in tutto l'Abruzzo, regione caratterizzata da una struttura economica essenzialmente agricola, gli addetti all'agricoltura corrispondono al 41% della popolazione attiva (M. ORTOLANI, *Memoria illustrativa della Carta della utilizzazione del suolo degli Abruzzi e del Molise*, Roma, C.N.R., 1964, pp. 175; cfr. p. 42).