

MARIO ORTOLANI

SULLE VARIAZIONI DELLA PIOVOSITÀ CON L'ALTEZZA

PREMESSA. — Ricerche sistematiche su vasta scala, intese a precisare le variazioni che la piovosità annuale subisce alle diverse altitudini, non sono mai state eseguite finora, nè in Italia, nè all'estero. Eppure l'importante fenomeno sembra degno di particolare considerazione da un punto di vista teorico ed anche da un punto di vista pratico, sia per le influenze che esercita sulla copertura vegetale della montagna e sulla degradazione dei rilievi, sia per i possibili riflessi sopra lo stesso insediamento umano e sull'attività economica che a questo si riconnette.

Qualche studioso ha invero tentato di affrontare il problema mediante piccole monografie di dettaglio; ma l'eccessiva varietà dei metodi d'indagine seguiti, la limitata superficie e l'uniformità morfologica delle regioni prese generalmente in esame, nonchè lo scarso numero di stazioni pluviometriche utilizzate per le zone di alta montagna, hanno dato soltanto dei risultati monchi e disorganici.

Nei trattati generali di geografia fisica o di climatologia, la questione è appena sfiorata, e solamente lo Hann, nel suo classico *Handbuch der Klimatologie*, vi dedica alcune pagine (1), limitandosi peraltro a raccogliere e riassumere i principali risultati acquisiti. Uno dei metodi più comuni per dimostrare l'influenza del rilievo orografico sull'ammontare delle precipitazioni atmosferiche, è quello d'indicare l'aumento o la diminuzione della piovosità per ogni tanti metri d'elevazione (gradiente pluviometrico positivo o negativo): a tal uopo è necessario suddividere il rilievo in diverse zone altimetriche e calcolare per ciascuna di esse l'altezza media delle precipitazioni, in base ai dati delle stazioni pluviometriche in esse esistenti. Altre volte si preferisce istituire il rapporto fra la piovosità di una *zona base* — generalmente la inferiore — alla quale si attribuisce il valore 1, e la pio-

(1) J. HANN, *Handbuch der Klimatologie*. Stuttgart, 1932 (quarta ediz. ampliata da K. KNOCH). Vol. I, pp. 275-282.

vosità delle zone sovrastanti. Lo Hann riporta dunque parecchi esempi, tra i quali cito alcuni dei più significativi per la possibilità di un confronto con i miei risultati.

Lo Hepites, studiando il fenomeno in Romania, avrebbe riscontrato un accrescimento di 40 mm. per ogni 100 metri, fin oltre quota 500. Il Mariott ha suddiviso a sua volta, per zone altimetriche, 310 stazioni della Gran Bretagna, ed ha ottenuto i seguenti dati medi:

Altitudine in metri	0-30	30-90	90-150	150-210	210-300
Piovosità (versante ovest) cm. . . .	84	91	110	101	147
» (versante est) »	63	68	74	90	120
Rapporto	1,00	1,08	1,24	1,30	1,81

Un'analoga suddivisione di 200 stazioni boeme, mostra che da 300 a 500 metri la quantità di pioggia sale di circa 34 mm. per ogni 100 metri d'elevazione, da 500 a 600 metri di 76 mm., da 600 a 850 di 88 mm., con un continuo crescendo del gradiente; un simile andamento ad iperbole della *curva ietografica* sembrerebbero avere le colline del Belgio, della Germania centrale é, in parte, anche quelle della Sassonia. In una più ampia memoria del Gravelius si confronta l'aumento della piovosità con l'altezza nei Monti Metalliferi e nella Selva Nera: il gradiente è molto più lento nella prima che non nella seconda catena montana; nell'una e nell'altra, tuttavia, l'aumento si rialza fra 900 e 1000 metri d'altitudine, per rallentare poi bruscamente.

Queste variazioni possono avere anche una facile rappresentazione cartografica in diagrammi nei quali stiano segnate le altitudini sulla retta delle ascisse, e i valori medi delle precipitazioni sulla retta delle ordinate. Taluno ha pure tentato di dare un'espressione algebrica approssimativa alla curva ietografica che viene in tal guisa a delinearsi; linea che assume il più delle volte l'andamento d'una parabola, poichè le piogge, dopo essere aumentate fino a una certa altitudine, tornano poi a decrescere verso le zone superiori della montagna (1).

Nel complesso, però, lo Hann ritiene che la misura di questo aumento non soggiaccia ad alcuna regola fissa, ma che dipenda dalle particolari condizioni del luogo, le quali favoriscono oppure ostacolano l'accrescimento della piovosità.

(1) Secondo lo Schreiber (Cfr. HANN, *Vol. cit.* p. 278), per le colline sassoni la linea sarebbe una retta rappresentata dalla formula $P_h = P_0 + 54 h$, dove h esprime l'altitudine in ettometri e P_0 la piovosità di una stazione piana vicina; l'aumento sembrerebbe quindi costante, di 54 mm. per ogni 100 metri d'elevazione. Il Mathias

Anche in seno a lavori sulla distribuzione orizzontale delle piogge, si trova talora qualche pagina riguardante appunto l'influenza del rilievo orografico sopra le precipitazioni. Giova ricordare, per il territorio italiano, specialmente gli ottimi studi della distribuzione delle piogge in diverse nostre regioni, apparsi a varie riprese sulle « Memorie geografiche » e sulle « Memorie geologiche e geografiche » di Giotto Dainelli; qui interessa in maniera particolare proprio l'ultimo pubblicato, ad opera di Franca Ferrini (1), sull'Italia meridionale, data la parziale coincidenza del territorio preso in esame con quello ch'è oggetto della presente indagine. La dott. Ferrini dedica uno speciale paragrafo (pp. 109-112) alle *Influenze del rilievo sulla distribuzione della pioggia* e traccia anzi le curve rappresentanti la variazione di piovosità a seconda dell'altezza nell'Italia meridionale tutt'insieme considerata, e nei tre singoli versanti in cui questa si suddivide. Si riproducono qui (fig. 1) quelle relative all'Italia meridionale e al versante ionico (2), perchè proprio di questo versante intendo occuparmi diffusamente tra breve, per dare una nuova curva ietografica razionalmente concepita. Secondo F. Ferrini, sul versante ionico della penisola la piovosità aumenterebbe dunque fino a 700 metri d'altitudine, presenterebbe una forte diminuzione fra i 700 e i 900 metri, per riprendere poi una rapida ascesa al di sopra di questa quota; la curva per l'Italia meridionale mostra un andamento analogo, benchè più attenuato. Ma in realtà, non si può facilmente ammettere — purchè non intervengano delle specialissime condizioni topografiche — che le piogge, dopo aver raggiunto un massimo nella loro distribuzione verticale si esauriscano d'improvviso lungo una certa fascia altimetrica, e diano luogo in seguito ad un nuovo massimo principale, a maggiore altitudine (3).

Pertanto, data l'incertezza e la frammentarietà delle conclusioni fino ad oggi raggiunte, pare che l'argomento meriti di essere ripreso a

pel territorio francese ha trovato una parabola della forma $A(\text{umento}) = 0,9h - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{100} \right)^2$. Anche per le montagne tedesche il Wussow indica una curva di struttura parabolica avente la formula $A = 44 - \sqrt{44^2 + h^2} - 80h$; non si capisce però come mai nel trattato dello Hann venga denominata « rechtwinklige Hyperbel » una curva in tal modo espressa.

(1) F. FERRINI, *Le piogge nell'Italia meridionale*, in « Memorie geologiche e geografiche » di Giotto Dainelli. Vol. II, 1931-IX, pp. 3-150.

(2) Per errore tipografico, nella didascalia della fig. 6 (F. FERRINI, *Op. cit.*, p. 110) è peraltro stampato versante *adriatico* anzichè ionico: ma dal commento dell'A. risulta sicura la correzione.

(3) Importanti considerazioni sui rapporti fra la piovosità e l'altitudine fa anche F. EREDIA, nella sua pregevole memoria su *Le precipitazioni atmosferiche in Italia nel decennio 1921-1930* (Roma, 1934).

fondo, con uno studio sistematico: in Italia, d'altronde, abbiamo fortunatamente varietà di condizioni orografiche e ricchezza di stazioni, tali, che la materia da elaborare sembra più che sufficiente per poter trarre risultati anche di ordine generale. Sarebbe quindi mia intenzione esaminare appunto le variazioni della piovosità con l'altezza, in tutte le regioni italiane (1).

Ho creduto opportuno pubblicare, come saggio preliminare, questa breve monografia su Sardegna, Sicilia e versante ionico della Italia meridionale. Le due prime regioni, per il loro stesso isolamento, e ciascuna per proprio conto, rappresentano un ambiente climatico abbastanza nettamente

definito, quasi immune da influssi e da interferenze con quello di altre terre contigue; mentre però la Sicilia offre il vantaggio di una maggiore varietà morfologica e di maggiori elevazioni montane, la Sardegna si distingue invece per un più spiccato e opportuno isolamento.

Ritenni conveniente riunire in questa memoria anche lo studio del ver-

sante ionico d'Italia: quello che, per caratteristiche climatiche ed altimetriche, maggiormente s'accosta alle due grandi isole. Trattasi dunque, nel complesso, di tre regioni staccate, ma accomunate in pari tempo da un'identità quasi perfetta di clima e di condizioni morfologiche; le tre indagini si integrano quindi a vicenda, e permettono un reciproco controllo.

Per lo studio del fenomeno ho seguito un duplice metodo:

1° Esame delle variazioni basato su dati relativamente abbondanti e sulle rispettive medie per zone altimetriche. È stata necessaria la critica nella scelta delle zone, per non introdurre elementi

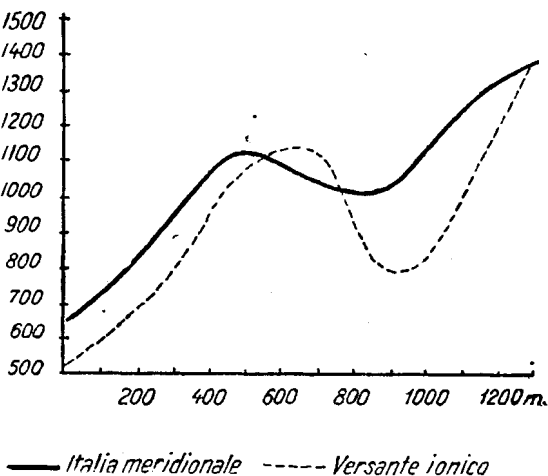


Fig. 1. — Variazione della piovosità con l'altezza, secondo F. Ferrini

(1) M'è d'incitamento e d'appoggio alla lunga fatica, la benevola approvazione di S. E. GIOTTO DAINELLI, il quale s'è anzi compiaciuto di tracciare il metodo dell'indagine e di mettermi a disposizione l'ingente materiale necessario allo scopo. All'insigne Maestro va, anzitutto, la mia riconoscenza.

che tendessero a interferire tra loro e a nascondere l'eventuale rapporto. Presso l'Istituto di Geologia della R. Università di Firenze, mi fu appunto possibile raccogliere i dati medi annui di piovosità, per ciascuna stazione, ridotti tutti al medesimo trentacinquennio 1896-1930.

2° Esame, di gran dettaglio, di serie locali di stazioni poste a diversa altezza: nelle tre regioni considerate se ne troveranno varie di interessanti.

Infine, nell'ultimo paragrafo riassuntivo si cercherà di precisare il comportamento generale delle variazioni, nelle sue linee essenziali, in tutti e tre i territori insieme considerati.

SARDEGNA. --- Il numero ragguardevole delle stazioni pluviometriche di Sardegna che ho potuto utilizzare (274), e la loro regolare distribuzione orizzontale e verticale, rappresentano un primo elemento assai utile allo scopo di questa ricerca. La maggior parte dei pluviometri si raccoglie nella zona più bassa, sotto ai 200 metri: quello di Porto Torres sta ad appena 2 metri sopra il livello marino. Risalendo le pendici montane, le stazioni, in genere, diradano proporzionalmente all'altitudine; il pluviometro più elevato è quello di Correboi, a 1071 m. s. m.

Onde eseguire un sommario controllo preventivo dei dati, ed avere una visione generale della piovosità nell'intera isola, ho creduto conveniente costruire anzitutto, con le medie trentacinquennali che mi sono state offerte, una carta della distribuzione delle piogge (1). Potei subito notare che le curve ietografiche conservano un andamento quasi sempre molto regolare e simmetrico, denotando la bontà dei calcoli di riduzione eseguiti dall'Istituto geologico fiorentino, e l'opportunità della scelta d'un periodo d'osservazioni sufficientemente lungo, di anni 35. Si sono dovute eliminare soltanto 3 stazioni -- Genoni nel bacino del rio Mannu, Seùlo nel bacino del Flumendosa e Nuoro -- i cui dati presentavano un forte scarto rispetto a quelli delle stazioni attigue, ed obbligavano le curve ad anormali contorsioni.

L'isoieta di mm. 600 segue con notevole regolarità il perimetro insulare, tranne che nel settore di SO: presso la costa si registrano

(1) Una discreta carta pluviometrica della Sardegna ha pubblicato G. FRONGIA negli « Atti del XII Congresso geografico italiano » (*Contributo alla climatologia della Sardegna*).

normalmente le precipitazioni più scarse, con un minimo assoluto di mm. 329 al capo Carbonara; resta dunque esclusa dalla curva dei 600 mm. la pianura del Campidano, che in tutta la sua lunghezza, fra il golfo d'Oristano e il golfo di Cagliari, non presenta alcun rialto capace di bloccare le correnti umide spiranti dai due opposti seni. Ma nell'estrema porzione sud-occidentale dell'isola, dove si levano le groppe dell'Iglesiente, anche le piogge tornano ad aumentare.

Tutta la parte centrale e più elevata della Sardegna è chiusa dall'isoietta di mm. 800. Le due curve, quella di 600 e quella di 800 mm., corrono serrate presso la costa est, erta e diritta, a sud del golfo d'Orosei, mentre debbono allargarsi a nord, nella Gallura, ove i contrafforti montani si dispongono perpendicolarmente alla riva; un certo parallelismo s'osserva anche nell'opposto versante occidentale. L'area con piogge superiori ad 800 mm. copre dunque la massima parte dell'isola, a guisa d'amplissimo triangolo avente la base lungo la costa orientale, e l'opposto vertice nella Nurra; il triangolo presenta una strozzatura tra i golfi d'Oristano e d'Orosei, per l'addolcirsi e lo spianarsi del rilievo.

Sul versante occidentale abbiamo peraltro una zona isolata e caratteristica, con piogge alquanto scarse, inferiori agli 800 mm., in corrispondenza degli alti bacini del Tirso e del Coghinas: trattasi, nel complesso, d'una superficie un po' depressa rispetto ai circostanti rilievi marginali, e situata quindi al riparo dai venti marini.

Nell'interno dell'isola, soltanto in corrispondenza delle più elevate creste montuose, spiccanti sopra i massicci e sopra gli altipiani, esistono delle circoscritte aree con piovosità superiore al metro: a nord, lungo l'allineamento dei monti Limbara (m. 1359) e Senalonga (m. 1076); al centro sul versante settentrionale del massiccio del Gennargentu (m. 1834); a sud in altri settori staccati e limitatissimi. Nell'Iglesiente abbiamo anzi la stazione con la massima piovosità dell'isola, alla miniera di S. Benedetto: mm. 1303.

L'aumento delle piogge per effetto dell'altitudine è stato studiato in blocco per la Sardegna intera, senza scindere cioè la regione nei suoi diversi versanti. Questo metodo è imposto dalla particolare configurazione orografica regionale, in cui difettano catene lunghe e compatte di montagne, e mancano quindi demarcazioni nette tra versanti opposti. D'altronde, una suddivisione dell'isola nei quattro, oppure anche soltanto nei due versanti principali (orientale e occidentale), avrebbe dato in fine dei risultati monchi e sospetti, tenuto

conto del numero troppo scarso di stazioni utilizzabili nell'ambito di ciascun versante.

Più incerta si presentava la scelta delle zone altimetriche, in base alle quali le variazioni di piovosità dovevano essere studiate. Una suddivisione molto minuta delle zone stesse, per esempio di 30 in 30, o di 40 in 40 metri, qual'è stata adottata da qualche studioso straniero, ci avrebbe esposto al medesimo inconveniente che s'è sopra lamentato: ad una riduzione eccessiva nel numero delle stazioni di ciascuna singola zona, per cui i valori complessivi potevano restare troppo facilmente influenzati dai dati offerti da qualche pluviometro situato in posizione anormale rispetto agli altri. Di fatto è certo che la piovosità delle varie zone, calcolata istituendo la media aritmetica fra i dati delle stazioni comprese in ognuna di esse, avrà un carattere d'attendibilità tanto più grande, quanto maggiore sia il numero degli elementi assunti per determinarla: nella gran massa, le cifre estreme, irregolari, s'elidono e sfumano.

Esaminata la convenienza dei varî possibili raggruppamenti, decisi di suddividere il rilievo per zone altimetriche di 200 in 200 metri d'altezza, a partire dal livello del mare. Le variazioni della piovosità vennero dunque studiate riunendo le stazioni che si trovano fra 0 e 200 metri, fra 201 e 400, fra 401 e 600, fra 601 e 800, fra 801 e 1000, e poi calcolando le medie aritmetiche tra i dati di piovosità relativi alle stazioni di ciascuna zona in tal guisa delimitata. Pel computo di queste medie furono tuttavia escluse, come già dissi, le stazioni di Genoni, Setulo e Nuoro, aventi dati d'osservazione poco attendibili. Per il calcolo dei valori medi è stato necessario eseguire anche qualche altra esclusione, allo scopo di eliminare una causa d'errore che sarà ampiamente rilevata e discussa più avanti, alle pp. 284-85, quando mi occuperò delle variazioni di piovosità nell'isola di Sicilia: causa che per la Sicilia agisce appunto con particolare gravità. Molto accuratamente furono inoltre vagliate tutte le stazioni di fondovalle; sempre alquanto sospette, poichè in genere entro le grandi vallate la piovosità decresce man mano che ci si interna verso la montagna, anche se il suolo si vada leggermente rialzando.

Allo scopo di controllare ulteriormente la convenienza della scelta di zone altimetriche di 200 in 200 metri, ho calcolato l'altitudine media delle stazioni d'ogni singola zona: un eccessivo addensamento di stazioni pluviometriche nella parte superiore o in quella inferiore della zona, avrebbe infatti potuto recare dannose influenze

alle medie complessive di piovosità delle diverse fasce altimetriche. Non riporto qui i dati raccolti, anche perchè non sembri che si voglia attribuire un'importanza eccessiva ad un simile controllo: basti dire che, per buona ventura, queste *medie altimetriche* cadevano quasi sempre vicine alle quote centrali, (100, 300, 500, 700, 900 m. s. m.) di ciascuna zona.

Diversi scienziati hanno ormai constatato come l'aumento della piovosità non cominci subito, bruscamente, ai piedi dei rilievi montuosi; già a una certa distanza dalla montagna le precipitazioni accennano a crescere, anche se la pianura da cui emerge il rilievo sia tutta al medesimo livello. E prima di esaminare l'aumento della piovosità con l'aumentare dell'altitudine, sarebbe effettivamente interessante vedere come il fenomeno si preannunci, alla distanza; ma purtroppo mancano in Sardegna delle pianure di superficie tale, da poter dimostrare questo stato di cose. Pare comunque che press'a poco nel centro geometrico (Villasor) della maggiore pianura, quella del Campidano, esista una depressione pluviometrica (mm. 386), a NE. e a SO. della quale le precipitazioni aumenterebbero, man mano che ci si avvicina ai rilievi.

La seguente tabella riporta la piovosità media della Sardegna, a seconda delle diverse zone:

Zone altimetriche :	0 — 200	201 — 400	401 — 600	601 — 800	801 — 1000
Totale stazioni n.	109	74	50	26	10
Stazioni utilizzate n.	99	74	51	27	9
Piovosità media mm. ...	586	760	853	895	819
Differenza di piovosità mm.	+ 174	+ 93	+ 42	— 76	
Gradiente (per 100 m. d'elevaz.)	+ 87	+ 46,5	+ 21	— 38	

La maggior parte degli autori che si sono occupati della questione, esprimono il gradiente indicando l'aumento della piovosità per ogni 100 metri d'elevazione. Se pertanto presumiamo che la piovosità media calcolata per ciascuna zona altimetrica di Sardegna corrisponda effettivamente alla pioggia della *quota centrale* (di 100, 300, 500, 700, 900 metri), detto gradiente risulterebbe di 87 mm. fino a quota 300 sul mare; di mm. 34 soltanto, dall'isoipsa 300 all'isoipsa 700. L'aumento medio complessivo, per ogni 100 metri d'elevazione, dalla quota 100 alla quota 700, sarebbe dunque di mm. 51,5; un incremento che è ritenuto come normale per i paesi di clima temperato.

Resta dunque in genere confermata, fino ai 700 metri d'altitudine, una *diminuzione nel saggio d'incremento della piovosità*, con l'au-

mentare dell'altezza, diminuzione prevedibile del resto anche teoricamente; le correnti aeree, cioè, scaricano sotto forma di pioggia la maggior parte della loro umidità in sul principio della salita, nella fase d'inizio della saturazione: di fatto, si condensa allora non soltanto tutto il vapor acqueo corrispondente alla più alta temperatura di saturazione, ma anche il vapor acqueo che non si era ancora condensato durante la prima parte dell'ascesa, perchè le temperature incontrate non risultavano sufficientemente basse.

Non pare che i vari studiosi i quali si sono occupati dei rapporti tra l'orografia e la piovosità, abbiano messo nel dovuto rilievo questo interessante fenomeno; la sua esistenza sembra invece confermata in tutte le regioni italiane, e particolarmente in quelle insulari e peninsulari.

Ma mi sembra che il comportamento della curva continua disegnata nella fig. 5, la quale riproduce le variazioni di piovosità con l'altezza, per l'intera isola di Sardegna, rispecchi molto da vicino anche le particolari condizioni morfologiche locali. Sappiamo che in Sardegna, ad una fascia di rilievi esterni, scendenti rapidamente sul mare, succedono quasi sempre dei pianori ondulati e uniformi per vasto tratto; pertanto, i venti che si son caricati d'umidità nella lunga traversata marina, fatta senz'incontrare ostacoli, giunti alle coste dell'isola battono contro gli erti pendii montani e sono costretti ad innalzarsi velocemente, provocando durante l'ascesa una continua condensazione del vapor acqueo in essi contenuto: e benchè il rilievo insulare sia nel complesso alquanto modesto, non toccando neppure i 2000 metri d'altitudine, pur tuttavia l'intera massa montagnosa può qui fare ostacolo alle correnti aeree, che arrivano quasi radendo la superficie del mare (1); è quindi del tutto naturale il forte aumento delle piogge fra la base (costa) e il ciglio degli altipiani.

Al di là, i venti, già scarichi del vapor d'acqua abbandonato sotto forma di pioggia sui ciglioni della montagna rivolti al mare, nè più soggetti — in genere — a raffreddarsi, possono spirare liberamente senza innalzarsi, e lasciano cadere delle piogge sempre più scarse, finchè non imbattano in nuovi ed isolati rilievi. Così si può spiegare la presenza della vasta area a scarse precipitazioni, in corrispondenza degli alti bacini del Tirso e del Coghinas.

(1) Considerazioni analoghe sono state fatte per l'isola di Madagascar, dove il fenomeno assume proporzioni anche più grandiose, poichè l'aliseo di SE. giunge alla costa violento e sovraccarico d'umidità. Cfr., in proposito, H. SCAETTA, *Le climat écologique de la dorsale Congo-Nil (Afrique centrale équatoriale)*, pag. 244. Memorie dell'Istituto reale coloniale belga, tomo III. Bruxelles, 1934.

I pianori sardi non superano, di regola, gli 8-900 metri d'altitudine: sopra di essi sveltano però, qua e là, alcuni massicci cospicui e qualche catena. Sono questi che costringono nuovamente le correnti aeree a rapida salita, e che provocano il rovescio di altre piogge sulla montagna. In realtà, su codeste contrade centrali dell'isola il vento giunge ad un livello già alquanto più elevato della superficie marina, e perciò soltanto dei rilievi di considerevole elevazione, e molto ripidi, possono rappresentare un ostacolo capace di provocare delle condensazioni. È quindi, essenzialmente, la speciale configurazione del rilievo orografico sardo, che mostra in certi distretti un brusco e accentuato rialzarsi della piovosità sopra i 900 metri d'altitudine. Non si esclude, del resto, che la condensazione sia favorita, in queste zone centrali dell'isola, anche da moti convettivi ascensionali di origine locale, sempre frequenti in certe ore del giorno su quelle zone di montagna che sian soggette a facile surriscaldamento per deficiente copertura di vegetazione: tale sarebbe il caso appunto dei pianori di Sardegna. L'azione dinamica della montagna resta tuttavia sempre di gran lunga prevalente.

Purtroppo, nelle zone altimetriche più elevate i pluviometri scarseggiano e i totalizzatori mancano; perciò non ci è data la possibilità d'istituire indagini esatte sull'altezza della *fascia massima di precipitazione*; quella fascia, cioè, che si riscontra su tutti i rilievi sufficientemente elevati, e al di sopra della quale la quantità assoluta di pioggia torna a decrescere. Tuttavia, tenendo conto dell'aumento medio normale di piovosità accertato fra i 100 e i 900 metri, nonché della media diminuzione progressiva inerente a quest'aumento, possiamo ugualmente presumere, secondo l'indicazione della curva generale disegnata nella fig. 5, che l'altezza media della zona in cui si avrebbero le massime precipitazioni debba ricercarsi intorno ai 700 metri d'altitudine.

Il rilievo è dunque la causa fondamentale che provoca le piogge in Sardegna: e se dovessi classificare la piovosità dell'isola in uno dei tre tipi distinti da Hildebrandsson e Teisserenc — pioggia convettiva, pioggia orografica o di rilievo, pioggia ciclonica — non esiterei ad ascriverla alla seconda specie.

Per la diversità dei metodi seguiti dai singoli studiosi, non è sempre facile istituire un confronto fra l'influenza esercitata da rilievo orografico, in Sardegna e in altre regioni. D'altronde, anche un raffronto sommario con i varî esempî riportati dallo Hann nel suo

trattato di climatologia, ci induce a concludere che, allo stato delle attuali conoscenze nel campo degli studi pluviometrici nessun preciso gradiente, nessuna legge è possibile stabilire sulla variazione delle piogge in rapporto con l'altezza.

Finora, nell'esame complessivo delle variazioni, ho sempre trascurato la possibilità di un'opposizione tra i due versanti opposti di una catena montana, quello prevalentemente battuto dai venti piovosi, e quello sottovento. In effetti, però, tale contrasto non può essere troppo grande in una regione insulare come quella che stiamo considerando, nella quale nessuna località si distanzia troppo dal mare, e dove i venti dei quattro quadranti possono circolare abbastanza liberamente e investire d'ognintorno i più elevati massicci montuosi.

Mi interessava, tuttavia, di sapere almeno se vi fosse qualche disformità fra le variazioni pluviometriche del versante orientale e quelle del versante occidentale dell'isola. Perciò appunto ho diviso la Sardegna in due settori, mediante la displuviale che corre dalla punta Falcone sulle bocche di Bonifacio, al capo Teulada. Tanto l'uno quanto l'altro versante è stato ripartito nelle consuete zone altimetriche di 200 in 200 metri, per ciascuna delle quali furono calcolate le relative medie di piovosità. Ho poi riprodotto anche graficamente i risultati di queste operazioni; si è potuto notare, anzitutto, che la piovosità assoluta risulta maggiore sul versante occidentale dell'isola, per il prevalere dei venti di maestro e di libeccio; soltanto nel tratto fra 400 e 750 metri d'altitudine, le piogge del versante est sono superiori per quantità. Entrambe le curve presentano inoltre un rallentamento, un'inflexione caratteristica in corrispondenza dei tavolati e degli altipiani interni: questo brusco arresto nell'aumento delle precipitazioni compare prima sul versante occidentale (a 300 metri d'altitudine) che non su quello opposto (a 700 metri d'altitudine). Il prevalere dei venti occidentali e la particolare struttura morfologica dei versanti sono le cause principali di siffatte disformità.

Un opportuno controllo dei rapporti che ho stabilito nella tabella a pag. 283, fra la piovosità delle diverse zone, può essere fatto mediante l'esame, di gran dettaglio, di gruppi locali di stazioni poste a diversa altezza.

Nel massiccio del Gennargentu, ch'è il più elevato (m. 1834 s. m.) dell'isola, e quindi il più interessante dal nostro punto di vista, funzionano alcune stazioni che possono darci una rappresentazione appros-

simativa del modo in cui la piovosità rimane distribuita verticalmente. Ho all'uopo riportato sopra un foglio di carta millimetrata le stazioni che si trovano entro un raggio di 15 chilometri dalla cima del rilievo, distribuendole a seconda della loro altitudine (segnata sulla retta delle ordinate) e della loro longitudine (segnata sulla retta delle ascisse): le stazioni hanno dovuto però essere tutte proiettate su di un medesimo piano. Accanto al nome di ciascuna di esse ho segnato la piovosità media del trentacinquennio 1896-1930, cosicchè è stato possibile tracciare il decorso approssimativo delle isoiete, quali si presentano sui fianchi del massiccio. Un siffatto metodo di rappresentazione, che meglio s'adatterebbe per dimostrare le variazioni di piovosità su un versante d'una compatta *catena* di montagne, offre per un *massiccio* l'inconveniente di mettere a stretto confronto delle stazioni pluviometriche situate in differente esposizione e in diversi bacini idrografici. Tale inconveniente è qui però almeno in parte eliminato dalla facile accessibilità di questo massimo fastigio insulare da parte dei venti marini di tutti e quattro i quadranti. Secondo la rappresentazione dell'annessa fig. 2, si può dunque presumere che l'altitudine della fascia di massima piovosità si trovi fra le stazioni di Dèsudo (m. 920 s. m.) e di Correboi (m. 1071 s. m.): infatti, al di sotto di Correboi, nella località S'Arena, si registrano piogge costantemente superiori a quelle della sovrastante stazione. Benchè la piovosità media trentacinquennale sia a S'Arena un po' inferiore che a Dèsudo, è tuttavia da credere che la fascia di massima pioggia si trovi molto più vicina alla prima (S'Arena) che non alla seconda località (Dèsudo), più piovosa dell'altra soltanto perchè meglio esposta all'influsso dei venti marini: l'altitudine media di codesta fascia può essere stabilita, per il massiccio del Gennargentu, in m. 995. Non intendo attribuire un valore assoluto a questa cifra, che tuttavia conviene fissare, data la necessità d'istituire in seguito dei confronti con altri rilievi anche di altre regioni. La fascia di massima pioggia tenderà naturalmente ad innalzarsi, rispetto a quell'altitudine media, sui versanti più aridi del massiccio, e ad abbassarsi su quelli più umidi; anche la fig. 2, del resto, mostra la tendenza delle isoiete a scendere verso il versante occidentale del rilievo, ch'è più umido di quello opposto, per il prevalere dei venti da ponente (cfr. pag. 283).

Un'altra successione di stazioni, caratteristica nella sua specialità, mi pare possa essere, nell'Iglesiente, quella di Portovesme, Gonnessa, Monteponi, Iglesias, S. Benedetto (miniera), dove vediamo

le piogge triplicarsi in breve spazio e per uno scarso dislivello. Riproduco qui appresso i dati delle 4 stazioni:

	Portovesme	Gonnesa	Monteponi	Iglesias	S. Benedetto (miniera)
	—	—	—	—	—
Altitudine m.	10	40	190	200	385
Piovosità mm.	395	620	787	828	1303
Rapporto fra le piovosità	1,00	1,57	1,99	2,10	3,30

I colli dell'Iglesiente, investiti dai venti di libeccio, rappresentano il distretto più piovoso di tutta l'isola: alla miniera di S. Benedetto si registrano, anzi, le massime precipitazioni annue. Il brusco scarto di piovosità tra le stazioni poste sul mare e quelle che stanno sulle alture, è una naturale conseguenza dell'innalzarsi di correnti sempre molto cariche di vapor acqueo, dopo la lunga traversata marina. D'altronde, il forte rilievo di monte Linas (m. 1238), non lungi dalla miniera S. Benedetto, accentua, col velo di nubi ch'esso provoca e distende, i rovesci di piogge sopra quest'ultima località.

Le quattro stazioni di Portovesme, Gonnesa, Monteponi e Iglesias, appartengono tutte alla prima zona altimetrica (da m. 0 a m. 200 s. m.), ed è interessante vedere come, pur entro i limiti d'una medesima fascia altimetrica, si registri una regolare decrescenza nell'aumento della piovosità. Le piogge cioè, crescono rapidamente fra Portovesme (m. 10 s. m.) e Gonnesa (m. 40 s. m.), mentre poi rallentano il loro ritmo d'incremento, procedendo verso le alture di Monteponi (m. 190 s. m.) e di Iglesias (m. 200 s. m.). La tabella sopra riportata rispecchia abbastanza bene tale stato di cose. L'importanza di questa constatazione m'indusse ad estendere l'indagine all'intera zona altimetrica, sotto l'isoipsa 200: tutte le stazioni quivi comprese furono pertanto raggruppate in 4 sottozone, a seconda che si trovano ad altitudini da 0 a 50, da 51 a 100, da 101 a 150, da 151 a 200 metri. La piovosità media calcolata per la sottozona inferiore è di 605 mm. annui; nella seconda sottozona (51-100 m.) la piovosità sale a 676 mm., e qui si ha una massimo e un arresto, poichè nella terza sottozona le piogge ridiscendono a 642 mm. Dunque, anche nell'ambito della stessa fascia altimetrica può essere avvertibile, in condizioni normali, e con pluviometri uniformemente distribuiti,

una zona di piovosità massima, al di sopra della quale si fa luogo ad una diminuzione assoluta di precipitazioni; il principio generale sopra enunciato, sull'*aumento decrescente* delle piogge con l'aumentare dell'altitudine, troverebbe qui una conferma.

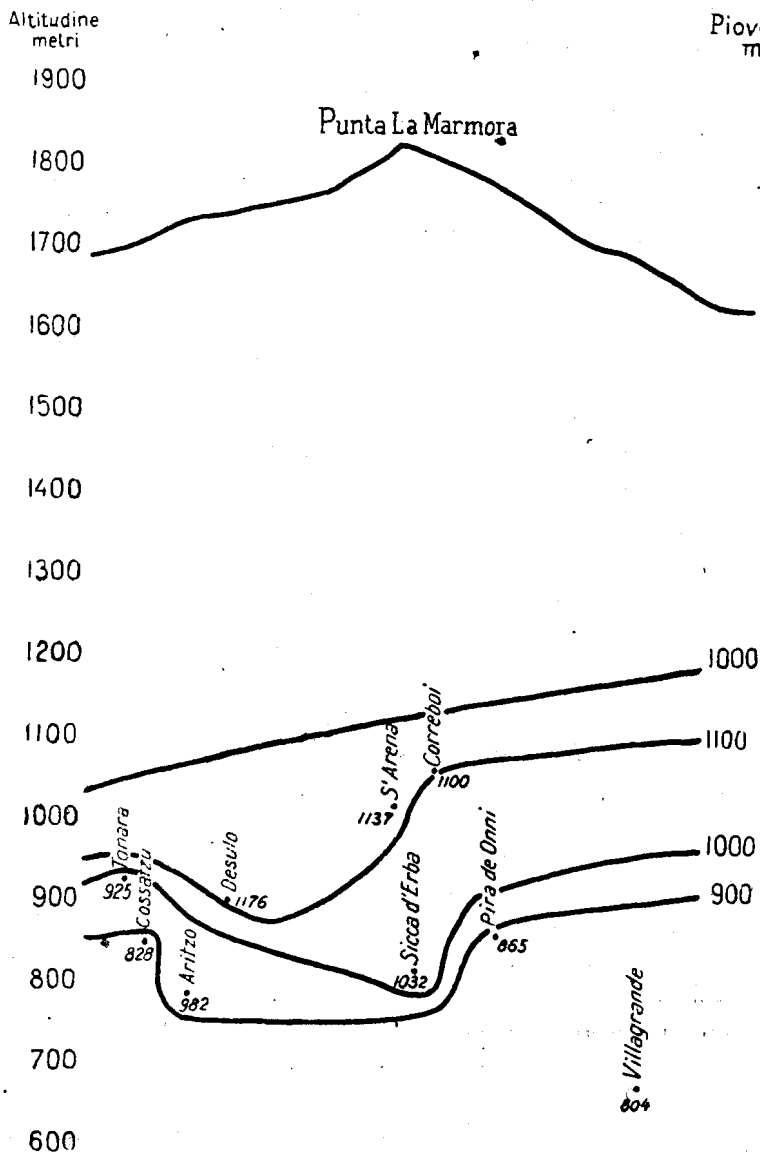


Fig. 2. — Distribuzione altimetrica della piovosità nel massiccio del Gennargentu.

SICILIA. — Anche per questa isola, l'esame della distribuzione verticale delle piogge resta basato sui dati del trentacinquennio 1896-1930. La Sicilia è caratterizzata da una piovosità scarsissima, inferiore anche a quella di Sardegna. La massima parte della superficie accoglie un quantitativo di piogge oscillante da 600 a 800 mm., ma lungo la costa meridionale ed orientale, fino alla Piana di Catania compresa, non si raggiungono neppure i 600 mm. Una depressione pluviometrica di mm. 372 abbiamo al capo Passero (stazione *Cozzo Spadaro*), nell'estremo lembo sud-orientale dell'isola. È interessante rilevare come anche in Sardegna il minimo pluviometrico stia proprio nella punta di SE., al capo Carbonara (1).

Piogge eccedenti gli 800 mm. cadono nella parte superiore di monti Peloritani — Nèbrodi — Madonie, nonchè vicino sull'Etna. Nella porzione NE. dell'isola (Peloritani, Etna) si superano talora addirittura i 1000 mm. d'acqua all'anno, data la considerevole elevazione del rilievo, che può essere raggiunto — in pari tempo — dai venti dell'Ionio e del Tirreno; un tratto del crinale di Nèbrodi-Peloritani, e il cono etneo, sono alla loro volta circuiti dall'isoietta 1200. La massima piovosità di tutta la Sicilia si registra appunto alla stazione di Vernità (Peloritani), con 1761 mm. La parte occidentale dell'isola, ad ovest del solco segnato dalle valli del Platani e del Rio Torto, accoglie pure un'area considerevole (Monti Sicani), con piogge superiori agli 800 e ai 1000 mm.

La ripartizione delle stazioni pluviometriche per zone di uguale altitudine, è stata effettuata col criterio consueto: si sono attribuite cioè alla prima fascia altimetrica le stazioni che si trovano fra 0 e 200 metri sopra il livello del mare, alla seconda quelle che stanno fra 201 e 400 metri, alla terza quelle che stanno fra 401 e 600, ecc.; e la media aritmetica fra le piovosità delle stazioni situate entro la medesima zona, s'è considerata come media generale per la zona intera. Tuttavia, per il calcolo di questi valori, è stato necessario eliminare i dati di parecchie stazioni. È noto che ogni media aritmetica in genere esprime in maniera tanto più attendibile il valore d'una serie di dati, quanto minori sono gli scostamenti che i vari termini presentano dalla media stessa (campo di variabilità). Ma in queste nostre serie di dati pluviometrici, mentre riscontriamo dei modesti

(1) Ricordo a tal punto che la minima piovosità registrata nella regione italiana, in base alla media trentacinquennale 1896-1930, è quella dell'isola di Ustica, con 260 mm. Delle precipitazioni che avvengono sulle minori isole italiane non ho del resto tenuto conto in questa memoria.

scostamenti *negativi*, troviamo invece sempre delle variazioni fortissime nel senso *positivo*: esiste dunque, in ciascuna zona altimetrica, qualche stazione che ha precipitazioni di molto superiori a quelle medie, generali, della fascia orografica cui appartiene; tale eccessiva piovosità interviene a viziare i valori normali, come quella ch'è dovuta a cause del tutto particolari. Codeste stazioni, si trovano sempre sulle falde o in prossimità di rilievi alquanto elevati, dove pur tutta la piovosità complessiva si rialza, per la presenza della massa montuosa. Così, infatti, se consideriamo due stazioni poste *alla medesima altitudine*, ma di cui l'una si trovi sul pendio di un'alta montagna e l'altra alla sommità d'un colle, la prima registrerà normalmente delle precipitazioni alquanto superiori, e in genere tanto più notevoli quanto più forte sia il dislivello fra il pluviometro e la vetta del monte sulle cui pendici questo si trova: la stazione situata sull'imbasamento d'un elevato massiccio montano, profitterà dunque anche della condensazione di vapor acqueo che avviene nelle regioni superiori della montagna, e quindi accoglierà non soltanto le piogge normali per la sua altitudine, ma anche quelle che le nubi addensate intorno alle cime, possono riversarle dall'alto. Si potrebbero addurre, in proposito, numerosi esempi tratti dalla stessa isola di Sicilia. Le stazioni Vicari e Raccuia, per esempio, stanno entrambe a 650 metri sul mare: Vicari, dominata da una modesta collina (circa 800 m. s. m.) dei Monti Sicani, raccoglie mm. 541 d'acqua all'anno; e Raccuia, aggrappata sul fianco della Serra Baratta (m. 1395 s. m.), nei Nèbrodi, ne registra ben 954. Alimena, Mussomeli e Castellana, si trovano tutte a quota 750. Alimena, situata proprio sulla sommità d'un colle, raccoglie soltanto mm. 477 di pioggia. Mussomeli, posta appena sotto a un rialto della valle del Platani, ha una piovosità di mm. 641; Castellana, sulle pendici meridionali delle Madonie, sotto l'elevato Monte S. Salvatore (m. 1910), prende invece mm. 808 annui di pioggia. La minore piovosità delle stazioni di vetta, era stata del resto rilevata anche dallo Hann in una nota riassuntiva sulla distribuzione delle piogge nella regione inglese dei laghi (1).

Pertanto, l'esclusione delle stazioni troppo piovose per quel che comporterebbe l'altitudine della rispettiva zona altimetrica, è stata eseguita riducendo il campo di variabilità positivo alla medesima ampiezza di quello negativo: ho cioè fatto in modo che, per ciascuna

(1) « Die Hoch — und Gipfelstationen haben weniger Regenfall als die Passstationen ». Hann, *Op. cit.*, Vol. I, p. 280.

zona, la stazione più piovosa non potesse avere un dato più lontano *dalla media generale per la zona intera*, di quanto non fosse il dato della stazione meno piovosa. Così, per esempio, tutte le 64 stazioni siciliane della prima zona altimetrica (da 0 a 200 m. s. m.) darebbero una piovosità media di mm. 683; ma la località meno piovosa è Cozzo Spadaro (mm. 374), con uno scostamento negativo di mm. 309 dalla media ($683-374 = 309$), mentre la località più piovosa, Majorana (mm. 1176), ha uno scostamento positivo di mm. 493 dalla media stessa. Majorana è stata quindi eliminata, e il nuovo ammontare della piovosità, per l'intera zona, si riduce a mm. 675.

La fascia orografica successiva (mm. 201-400), accoglie 46 stazioni: la piovosità media risulta di mm. 772; ma, scartate le stazioni di S. Stefano e Monforte S. Giorgio, con il criterio seguito per la zona precedente, le precipitazioni vengono ridotte a mm. 730. Se riferiamo questi valori alle quote centrali (100 e 300 metri) dell'una e dell'altra fascia altimetrica, avremo, da quota 100 a quota 300, un aumento medio di 27,5 mm. di pioggia, per ogni 100 metri d'elevazione.

Il massimo numero di stazioni (78) spetta alla terza zona altimetrica, quella che sta fra 401 e 600 metri d'altitudine; questa curiosa caratteristica propria alla vasta isola mediterranea, è dovuta alla notevole espansione superficiale di siffatta zona, e all'infittirsi degli abitati a tale altitudine. La media aritmetica tra le piovosità delle 72 stazioni utilizzate è di mm. 780. Il gradiente, pertanto, s'attenua ancora sopra i 300 metri d'altitudine, e fino ai 500, riducendosi ad appena mm. 15 per ogni 100 metri d'elevazione.

La quarta fascia altimetrica (601-800 metri), con 50 stazioni, ha una piovosità media di mm. 809. Anche questo valore è da ritenersi lievemente errato in eccesso, per motivi analoghi a quelli rilevati nella critica delle zone precedenti; scartata, quindi, la stazione di S. Stefano Quisquina, ottengo la nuova media di mm. 798.

Appena 13 stazioni rappresentano la zona da 801 a 1000 metri: un così scarso numero di pluviometri (circa un quarto di quelli che appartengono alla precedente zona), c'induce ad accettare la media consueta soltanto a titolo dimostrativo, e come base di presunzione. La piovosità risulta di mm. 740. Secondo questo dato si dovrebbe ammettere che nel complesso di tutta l'isola la fascia di massima precipitazione si trovi a circa 700 metri sopra il livello marino; del resto, anche il coefficiente di diminuzione del gradiente pluviometrico, faceva presumere di trovar quella fascia a tale altitudine. Di fatto,

tra la prima e la seconda zona altimetrica l'aumento di piovosità è di mm. 55; tra la seconda e la terza è di mm. 30; tra la terza e la quarta di mm. 18. Se dunque le *differenze* tra codesti aumenti tendono a disporsi — come pare — in progressione geometrica decrescente, allora tra la quarta e la quinta zona dovremmo avere appunto un aumento uguale a 0.

Nessun valore generale può avere la media (mm. 883) offerta dalla successiva fascia altimetrica (m. 1001-1200) perchè tutte le sue stazioni, tranne due (Geraci Siculo e Prizzi), si raccolgono sulle falde dei Nèbrodi, catena di monti alquanto elevata. In questi distretti con alte montagne (Peloritani, Nèbrodi, Madonie, Etna) la variazione della piovosità resta alterata, nel senso che la fascia delle massime precipitazioni si sposta sempre verso l'alto; è perciò impossibile determinare con sufficiente approssimazione per un'intera regione morfologicamente assai varia, qual'è la Sicilia, l'altitudine di tale fascia. La zona di massima piovosità si trova in effetti a differente altezza a seconda della diversa elevazione dei rilievi orografici. Sulla maggiore altitudine di codesta fascia, nelle catene e nei massici più elevati, influiscono diverse cause. Anzitutto, la maggiore aridità complessiva dell'atmosfera, che costringe qui le correnti aeree a cercare più in alto le basse temperature necessarie al loro grado di saturazione. In secondo luogo, la presenza di rilievi minori antistanti: molto di rado, infatti, le alte montagne si levano direttamente da mare o dalle pianure; il più delle volte sono precedute da modeste barriere marginali che hanno la capacità di bloccare i venti più bassi e più carichi d'umidità marina; perciò l'alta montagna viene a trovarsi come dentro a un'area isolata relativamente asciutta, dove soltanto le temperature molto basse delle grandi altitudini possono provocare precipitazioni copiose (massime). Noto in fine come la condensazione del vapor acqueo che s'effettua intorno alle vette, si risolva in piogge cadenti sulle falde della montagna: ma di queste precipitazioni beneficino essenzialmente le zone montane più alte, e meno discoste dalle vette. Per tali motivi, in una medesima catena di monti la fascia di massima precipitazione sarà più bassa sul versante battuto dai venti piovosi che non sul versante sottovento, più arido.

Si riassumono nella seguente tabella i risultati conseguiti:

Zone altimetriche:	0-200	201-400	401-600	601-800	801-1000
Totale stazioni n.	64	46	78	50	13
Piovosità media mm.	683	772	823	809	869
Stazioni utilizzate n.	63	44	72	49	11
Piov. media corretta mm..	675	730	780	798	740
Differenza di piov. mm.		+ 55	+ 30	+ 18	— 58
Gradiente (per 100 m. d'elevaz.)		+ 27,5	+ 15	+ 9	— 29

Il valore complessivo del gradiente pluviometrico fra 100 e 700 metri, risulta dunque di mm. 17.

L'aumento della piovosità in rapporto con l'altezza procede con notevole parallelismo nelle isole di Sicilia e di Sardegna, come mostra il grafico della fig. 5: l'accrescimento delle piogge, abbastanza rapido fra 100 e 300 metri d'altitudine, s'attenua al di sopra di quest'ultima quota, sia nell'una che nell'altra isola.

Secondo lo schema prestabilito, intendo ora esaminare alcuni gruppi di stazioni sovrapposte, per vedere come le variazioni di piovosità si comportino nei casi singoli. Naturalmente, interessano in maniera speciale le stazioni più elevate, le quali abbiano al di sotto, possibilmente nell'ambito della stessa vallata o dello stesso bacino imbrifero, una successione di pluviometri scaglionati a differente altitudine. E in effetti le stazioni d'un medesimo bacino idrografico, partecipando di analoghe condizioni geografiche e climatiche (molto importante l'esposizione agli stessi venti piovosi) risultano sempre abbastanza ben confrontabili tra di loro, e possono rispecchiare con sufficiente esattezza il comportamento locale del gradiente.

La Sezione autonoma per la Sicilia, del Servizio idrografico italiano, ha collocato nelle zone di alta montagna alcuni pluviometri totalizzatori, i cui dati possono offrirci un'opportuna conferma delle variazioni di piovosità che avvengono sopra alle quote cui s'arrestano normalmente i pluviometri comuni (1).

Nell'anno 1930, termine *ad quem* del periodo trentacinquennale prescelto per il calcolo dei dati medi (1896-1930), funzionavano in Sicilia 16 pluviometri totalizzatori (2); e poichè i più elevati stanno

(1) Considerazioni interessanti sul funzionamento e l'utilità dei totalizzatori usati dal Servizio idrografico, si possono leggere nel volume di F. EREDIA, *Gli strumenti di meteorologia ed aerologia*. Roma, 1936.

(2) Cfr. SEZIONE DI PALERMO DEL SERVIZIO IDROGRAFICO, *Annali Idrologici* 1930, parte II, pag. 37.

sulle pendici meridionali dell'Etna, fui indotto ad esaminare la distribuzione altimetrica delle piogge in questa montagna. Mentre però nello studio delle piogge del Gennargentu mi son valso dei soliti dati trentacinquennali, qui invece è stato conveniente limitare l'indagine ad un anno soltanto (1930), perchè i pluviometri dispongono d'un così breve periodo di funzionamento anteriormente al 1930, che risulterebbe inopportuna la riduzione dei dati al consueto trentacinquennio, e anche perchè gl'intervalli fra le osservazioni eseguite agli appa-

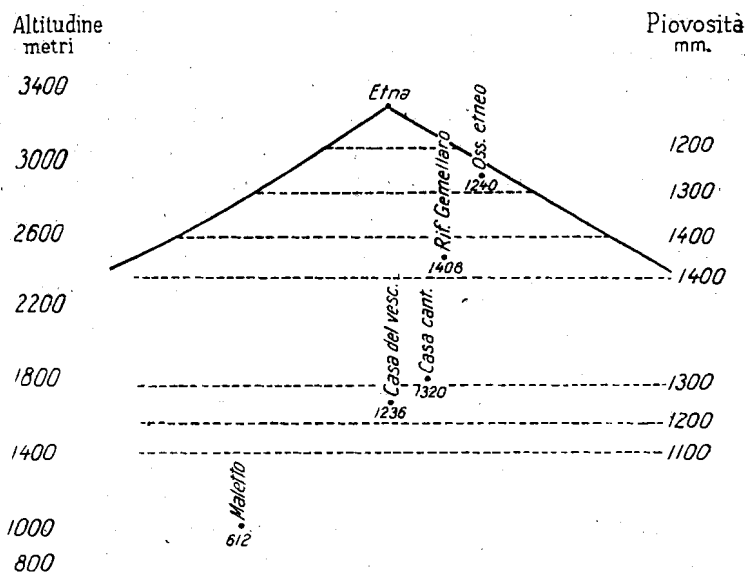


Fig. 3. — Distribuzione della piovosità nel monte Etna.

recchi, possono variare da un anno all'altro. Ai 4 più alti totalizzatori dell'Etna (osservatorio etneo m. 2942 s. m.; rifugio Gemellaro m. 2450; casa cantoniera m. 1800; casa del Vescovo m. 1670), la misurazione compiuta nel 1929 avvenne il 10 dicembre, e la misurazione compiuta nel 1930 il 30 dicembre per l'osservatorio etneo, il rifugio Gemellaro e la casa del Vescovo, il 31 dicembre per la cantoniera. Ho riportato in un foglio di carta millimetrata le 4 stazioni, proiettate su uno stesso piano e distribuite secondo la loro altitudine e la loro longitudine con metodo analogo a quello seguito per la rappresentazione delle piogge nel massiccio del Gennargentu. Nell'annessa fig. 3 è stata aggiunta, però, anche la stazione di Maletto, per dare un'idea dell'ammontare delle precipitazioni nella parte inferiore dell'Etna. La pio-

vosità di Maletto, quale risulta dalla fig. 3, è quella raccolta nell'anno 1930; in tal modo i dati delle 5 stazioni utilizzate per la costruzione del diagramma, sono abbastanza bene comparabili tra di loro. Pare dunque che la piovosità aumenti dallà base del rilievo fin oltre il rifugio Gemellaro con un gradiente sempre più lento, avvertibile anche dal progressivo distanziarsi delle isoiete verso l'alto; il diagramma mostra inoltre che la fascia di massima pioggia si trova intorno allo stesso rifugio, a un'altezza di circa 2450 m. s. m. Questa fascia è qui molto più alta che non sul Gennargentu — dove sta localizzata a m. 995 s. m. — in conformità alla maggiore elevazione della montagna; si nota pure che il dislivello fra la fascia di massima pioggia e la vetta del rilievo è più forte nell'Etna che non nel Gennargentu.

Un'altra serie importante di pluviometri sta sotto alla stazione di Tre Vergini (m. 1325 s. m.), la più alta della catena dei Nèbrodi; tale località è vicina a un valico che immette dal versante ionico (bacino del fiume Simeto) al versante tirrenico dei monti Nèbrodi. Risalendo il solco del Simeto s'incontrano dunque le stazioni di:

	Simeto	Paternò	Cartiera di Bronte	Maniaci	Tre Vergini
	—	—	—	—	—
Altitudine m.	26	279	490	680	1325
Piovosità mm.	513	549	614	738	1238
Gradiente (aum. per 100 m. d'el.)	14		31	65	78

Il gradiente pluviometrico, abbastanza lento fra Simeto e Paternò, aumenta gradualmente al di sopra di questa stazione. Un simile stato di cose contrasta con la previsione teorica d'una diminuzione costante del gradiente verso le maggiori altitudini. Ma, anche a prescindere dal brusco rialzarsi del pendio montano, sopra alla cartiera di Bronte, bisogna tener presente che la groppa dei Nèbrodi, cui appartiene la stazione di Tre Vergini, rappresenta il distretto maggiormente piovoso dell'isola, come ho del resto spiegato a pag. 285: al passo sovrastante le Tre Vergini, si risente in pari tempo il beneficio dei venti tirrenici e di quelli ionici; e già lo Hann aveva occasione di rilevare come i massimi quantitativi d'acqua piovana si raccolgano appunto in vicinanza dei passi di montagna (1). Le variazioni del gradiente pluviometrico lungo questo versante meridionale, più arido, dei Nèbrodi, fanno comunque presumere che la fascia di

(1) « Aber auch die Passstationen haben nicht die grösste Regenmenge, diese findet sich erst 200 m. unterhalb derselben ». HANN, *Op. cit.*, Vol. I, pag. 280.

massima precipitazione si trovi ancor molto al di sopra della stazione Tre Vergini, e forse verso i 2000 metri d'altitudine.

Floresta (m. 1250 s. m.). Nell'alto bacino del fiume Alcàntara (Mar Ionio), presso lo spartiacque col bacino della fiumara Naro (Mar Tirreno), è la stazione più piovosa di Sicilia (mm. 1520) dopo quella, non lontana, di Vernita. Fra l'Jonio e Floresta, su per la valle dell'Alcàntara, si trovano allineate, quasi in una retta, le seguenti stazioni:

	Taormina	Francavilla di Sicilia	Roccella Valdemone	Floresta
Altitudine m.....	260	463	655	1250
Piovosità mm....	708	1000	1226	1520

In realtà, Taormina resta già un po' fuori dal dominio imbrifero dell'Alcàntara, ma può rispecchiare abbastanza bene l'entità delle piogge nella regione costiera di foce. Il gradiente pluviometrico — calcolato sempre in rapporto a 100 metri d'elevazione — ch'è di mm. 131 sotto alla stazione di Roccella Valdemone, precipita a mm. 49 al di sopra di quest'ultima località.

Nonostante la loro vicinanza, le due stazioni Floresta e Tre Vergini, prossime entrambe allo spartiacque Jonio-Tirreno, raccolgono un quantitativo molto differente di piogge: rispettivamente, 1520 contro 1238 mm. Ma bisogna tener presente che alle Tre Vergini, benchè ci si trovi più in alto, si è meglio difesi dall'influenza dei venti tirrenici; inoltre, anche le correnti originarie dall'Jonio possono giungere alle Tre Vergini soltanto con una certa difficoltà, mentre invece a Floresta si è ad esse direttamente esposti. E a queste stesse correnti è pure bene accessibile la località Vernita (m. 900 s. m.; mm. 1761 d'acqua), ad est di Floresta, presso il solco divisorio fra Nèbrodi e Peloritani. Appare assai caratteristico quest'aumento delle precipitazioni sulla groppa della catena costiera, man mano che si procede verso est, verso la cuspide nord-orientale di Sicilia: Tre Vergini mm. 1238; Floresta mm. 1520; Vernita mm. 1761. Sembra infine che, conforme all'opinione dello Hann, le più elevate piovosità non si raccolgano nè sui passi nè sulle vette, ma a qualche centinaio di metri sotto ai valichi. Sotto al passo delle Tre Vergini (m. 1325 s. m.; mm. 1238 d'acqua), e in direzione del Tirreno, la piovosità cresce fino a 1357 millimetri della località Orelluso (m. 1110 s. m.), e ridiscende poi a mm. 1265 in Tortorici (m. 500 s. m.) e a meno di 800 sulla marina.

Anche la località Vernita, ch'è la stazione più piovosa di Sicilia (mm. 1761), sta 200 metri sotto alla Portella Mandrazzi: invéro, non conosciamo le precipitazioni di questo passo, ma non le crediamo di molto superiori a quelle del vicino valico di Floresta (mm. 1520).

La bassa piovosità complessiva dell'isola, dà luogo a tenui scarti fra le precipitazioni delle diverse fasce altimetriche; tenue è quindi anche il gradiente, che poi s'affievolisce in brusco modo a 300 metri d'altitudine. La modesta elevazione complessiva del rilievo orografico tiene bassa anche la fascia delle massime precipitazioni, la quale trovási, in genere, parecchio al di sotto dei 1000 metri sul livello del mare; questa fascia sale però fin verso l'isoipsa 2000 nel versante meridionale dell'allineamento di montagne steso fra il capo Peloro e il capo Gallo presso Palermo, e supera addirittura i 2000 metri nel gran cono etneo.

ITALIA MERIDIONALE: VERSANTE IONICO. — Dei tre versanti (ionico, tirrenico, adriatico) a cui defluiscono le acque della penisola italiana, questo del mar Ionio è il meno esteso in superficie ed anche il meno piovoso: benchè ampiamente penetrato dal golfo di Taranto, intorno al quale esso gira quasi a semicerchio, non offre tuttavia al soffio dei venti marini che spirano dai quadranti meridionali, alcun ostacolo montano capace di provocare delle rapide e abbondanti condensazioni; d'altronde, la dorsale dell'Appennino calabrese preserva il versante ionico proprio dal libeccio del Tirreno, ch'è il più notevole apportatore di piogge alla penisola italiana, dato il consueto prevalere delle correnti aeree occidentali sul nostro continente.

Una buona carta della distribuzione delle piogge nell'Italia meridionale, è quella già ricordata, di Franca Ferrini, apparsa nelle « Memorie geologiche e geografiche di Giotto Dainelli »; tuttavia, utilizzando le consuete medie trentacinquennali cortesemente offertemi dall'Istituto geologico della R. Università di Firenze, ho pur creduto opportuno abbozzare una carta nuova della piovosità nella regione dell'Ionio, senza peraltro indugiarmi in nessuna critica particolare: questa carta, basata su un complesso di stazioni molto superiore a quello di cui ha potuto servirsi la Ferrini, risulta, com'è naturale, anche molto più minuta nei particolari. A partire dalla costa del mar Ionio, si può distinguere una prima zona con piogge inferiori a 600 mm.: tale zona pluviometrica, orla tutta la costa pugliese e lucana, dalla quale anzi s'addentra verso le maggiori vallate, mentre

riappare soltanto a tratti, lungo il litorale calabrese. Una zona successiva, con piogge da 600 a 800 mm., si ritrova sui primi pendii montani: fanno eccezione però gli alti bacini dei fiumi Bràdanò e Basento, coperti da un'ampia *isola* a piovosità più scarsa, inferiore ai 600 mm. L'Appennino calabro-lucano presenta successivamente, verso le maggiori altitudini, due zone pluviometriche con precipitazioni da 800 a 1000 mm. e da 1000 a 1200; c'è poi, in questa sezione dell'Appennino, una specie di lunga e *ininterrotta* dorsale pluviometrica, che copre lo spartiacque Ionio-Tirreno della catena, e dove le piogge oscillano fra i 1200 e i 1400 mm. Nella carta costruita dalla dott. Ferrini, per deficienza di stazioni pluviometriche nell'alta montagna, la dorsale appare come frazionata in tre minori isole staccate, di cui l'una è centrata su Monte Pecoraro, la seconda sul massiccio della Sila, e la terza sul Pollinò. Internamente a quella prima dorsale se ne ravvisa un'altra più piccola, più smulza, entro la quale la piovosità supera i 1400 mm.; anche questa zona ietografica ad elevate precipitazioni presenta, nel complesso, una chiara e caratteristica continuità, risultando interrotta solo per breve tratto in corrispondenza del solco, trasversale rispetto alla penisola calabrese, segnato dalla valle del Crati (Jonio), dal Piano del Lago, e dalla valle del Savuto (Tirreno). Non di rado s'incontrano lungo la dorsale delle località con piogge abbondantissime: al Piano Limina, anzi, a SO. di Monte Pecoraro, vien raccolto il quantitativo massimo, con 2621 millimetri. È molto interessante rilevare come sull'Appennino calabrese la dorsale pluviometrica si stenda proprio sullo *spartiacque*, che qui corre sempre spostato ad ovest della linea congiungente le massime altitudini; lo stesso massiccio della Sila rimane quindi per buona parte escluso dall'area di maggior piovosità. La pioggia raggiunge dunque i valori più elevati lungo la linea in cui le correnti aeree originarie dai due opposti mari s'incontrano, e determinano con l'urto dei movimenti ascensionali.

Premessi questi brevi cenni sulla distribuzione delle piogge, si passa allo studio delle variazioni di piovosità in rapporto con l'altezza.

Come già fu notato e ampiamente discusso a proposito della Sicilia, anche pel versante ionico dell'Italia le serie di dati pluviometrici suddivise per scaglioni orografici (di 200 in 200 metri), mostrano quasi sempre un campo di variabilità positivo più vasto che quello negativo. È quindi un fenomeno affatto generale — notato pure per

la Sardegna — questa tendenza al prevalere nelle medie complessive per zone, delle stazioni con piogge molto superiori alla normalità, anziché al prevalere delle stazioni con piogge molto inferiori alla normalità stessa. Ho pertanto ridotto anche qui i due campi di variabilità alla medesima ampiezza, sopprimendo con il metodo precedentemente usato (per Sardegna e Sicilia) qualcuna delle stazioni più piovose d'ogni zona altimetrica, posta su rilievi orografici assai elevati: le località in tal guisa eliminate furono 17.

La piovosità media generale del primo scaglione orografico, da 0 a 200 metri d'altitudine, dedotta sui dati di 36 pluviometri, risulta così di mm. 650.

Le 51 stazioni collocate nella zona altimetrica successiva (m. 201-400) indicano mm. 885 di precipitazioni medie. L'aumento della piovosità per ogni ettometro d'elevazione è dunque di mm. 117,5: questo gradiente è superiore a quello che si verifica in Sicilia (27,5) e anche a quello che si ha in Sardegna (82).

La terza zona altimetrica, fra l'isoipsa 400 e l'isoipsa 600, comporta, a sua volta, una piovosità di mm. 907; il gradiente, alquanto rapido fra la prima e la seconda zona, si riduce qui dunque a mm. 11 appena. Ma l'aumento sembra riprendere verso la zona superiore (m. 601-800), dove la piovosità tocca una media di mm. 954: non si può dare alcun fondamento razionale a questo rialzarsi del gradiente, che dev'essere attribuito, più che altro, a una scarsa omogeneità morfologica (diversità d'inclinazione dei versanti) e a una differente localizzazione dei pluviometri nelle 3 zone altimetriche attigue: seconda, terza e quarta.

Sopra il quarto scaglione orografico le precipitazioni tornano a decrescere, poichè fra gli 800 e i 1000 metri la piovosità ammonta a mm. 797. Come già fu riscontrato in Sardegna e in Sicilia, anche sul versante ionico dell'Italia meridionale la fascia delle massime precipitazioni sta dunque, nel complesso generale di tutto quanto il versante, sulla quarta zona orografica, intorno a 700 metri d'altitudine.

Non sarebbe in fine conveniente, in un confronto di medie a grandi zone, prendere in considerazione i pochi pluviometri (22) installati oltre i 1000 metri, perchè questi stanno quasi tutti concentrati sui massicci montani più alti: è risaputo (cfr. pagg. 284-85) che gli altri rilievi orografici son caratterizzati da precipitazioni particolarmente abbondanti nelle loro zone altimetriche superiori, e che lì anzi la stessa fascia di massima precipitazione si rialza; d'altra parte

si osserva la naturale tendenza all'accentramento dei pluviometri di codeste zone *proprio sulle falde degli elevati rilievi*, anzichè su vette o su groppe collinari, dove, a pari altitudine, piove in genere molto meno. È appena il caso di accennare che nei sistemi montuosi elevati il limite altimetrico superiore di molti fenomeni fisici ed antropici tende di solito ad innalzarsi. A noi interessa in maniera speciale il limite superiore degli abitati permanenti, cui è generalmente legata l'installazione dei pluviometri: quando quel limite sale, salgono insieme con esso anche le stazioni pluviometriche; e perciò, nell'ambito delle zone orografiche superiori, s'accusa un numero molto più elevato di apparecchi sui fianchi degli alti e piovosi massicci montani (fin dove salgono le dimore umane), che non nella regione di vetta della montagna media la quale è in genere spopolata, appunto pel deprimersi del limite superiore delle dimore umane: e quanto più ci s'innalza, tanto più sensibile appare una siffatta sperequazione. Non si può quindi mettere a confronto la precipitazione media generale delle zone altimetriche più elevate calcolata sulla scorta delle poche stazioni ivi stabilite con la precipitazione media delle zone più basse, perchè mentre le zone inferiori accolgono stazioni ben sparpagliate dovunque, sugli elevati e anche sui bassi rilievi montani, quelle più alte, invece, sono rappresentate da stazioni che appartengono quasi esclusivamente ai rilievi orografici più elevati e perciò più piovosi.

A conclusione delle osservazioni sopra esposte, riporto la seguente tabella riassuntiva:

Zone altimetriche :	0-200	201-400	401-600	601-800	801-1000
Totale stazioni n.	39	54	46	30	25
Piovosità media mm.	684	922	963	1110	946
Stazioni utilizzate n.	36	51	43	26	21
Piov. media corretta mm. ...	650	885	907	954	797
Differenza di piovosità mm. ...	+ 235	+ 22	+ 47	— 157	
Gradiente (per 100 m. d'elevaz.)	+ 117,5	+ 11	+ 23,5	— 78,5	

Esame di dettaglio delle variazioni verticali di piovosità. Nella Sila Piccola c'è la stazione più elevata di tutto il versante ionico, quella di *Casa Iolanda* (m. 1550 s. m.). Sotto ad essa, sulla direttrice dell'Ionio, lungo la fiumara CROCCHIO, stanno allineate Sersale (m. 703 s. m.) e Cropani (m. 348 s. m.). Nessuna stazione esiste sulla marina,

ma, in base alle curve ietografiche della carta che ho disegnato, posso presumere che la piovosità ammonti costì a circa 900 mm. C'è dunque un aumento continuo della piovosità, dalla costa fino a Casa Iolanda (mm. 1606), interrotto solo fra Cropani (mm. 1147) e Sersale (millimetri 1103), dove si registrano precipitazioni suppergiù uguali; è alquanto strana questa interruzione, trovandosi entrambe le stazioni in buona ed analoga posizione sul medesimo contrafforte della Sila Piccola (m. 1785 s. m.). Il confronto con le piogge delle stazioni attigue, fa tuttavia sospettare che sia errata *in difetto* la media relativa alla stazione di Sersale: la vicina località di Albi, posta a un'altitudine quasi uguale (m. 717 s. m.), denuncia infatti una piovosità di mm. 1208. Sembra comunque che in questo distretto montano la zona di massima precipitazione debba trovarsi al di sopra della quota di Casa Iolanda, non notandosi nella predetta serie di stazioni alcun accenno del gradiente ad arrestarsi: costa del Mar Ionio-Cropani, aumento medio mm. 71 (per ogni 100 metri d'elevazione); Sersale-Casa Iolanda, aumento medio mm. 59.

A 1430 metri d'altitudine, nell'istmo corrispondente al golfo di Sibari, sta la stazione di Piano Campolongo, la seconda di questo versante ionico, in ordine decrescente d'altezza; trattasi d'una località di passo, sopra la quale s'incontrano le correnti aeree originarie dai due mari opposti e non lontani, Ionio e Tirreno. Data la speciale posizione, le piogge vi cadono con particolare abbondanza. Lungo il pendio montano, il gradiente — sempre per ogni 100 metri d'elevazione — si porta da mm. 60 fra Sibari e Firmo, a 113 fra Firmo e Piano Campolongo; il brusco risollevarsi della piovosità nella sezione superiore, dipende dall'improvvisa e forte *pendenza* del fianco del monte, fattore sempre molto influente sul comportamento delle piogge; e queste lasciano prevedere un ulteriore aumento sulle pendici delle montagne prossime al valico e appartenenti all'alto massiccio del Pollino (m. 2271); mentre non mostrano qui affatto l'esistenza d'una fascia locale di precipitazioni massime a qualche centinaio di metri sotto al passo, come lo Hann ricorda accennando alle piogge del distretto inglese dei laghi, e come si può anche constatare in qualche parte della catena siciliana Nèbrodi-Peloritani (cfr. pp. 20). Tenuto conto di tutte queste condizioni, possiamo presumere che nel Pollino (m. 2271 s. m.) la fascia di massima piovosità si trovi sopra al Piano Campolongo, forse intorno a 1530 metri sopra il livello del mare (v. anche fig. 4).

La fitta rete di stazioni pluviometriche costituita nella Sila Grande, in obbedienza alle pratiche necessità di sfruttamento idroelettrico dei torrenti, m'ha indotto a tentar di ricercare, per tale massic-

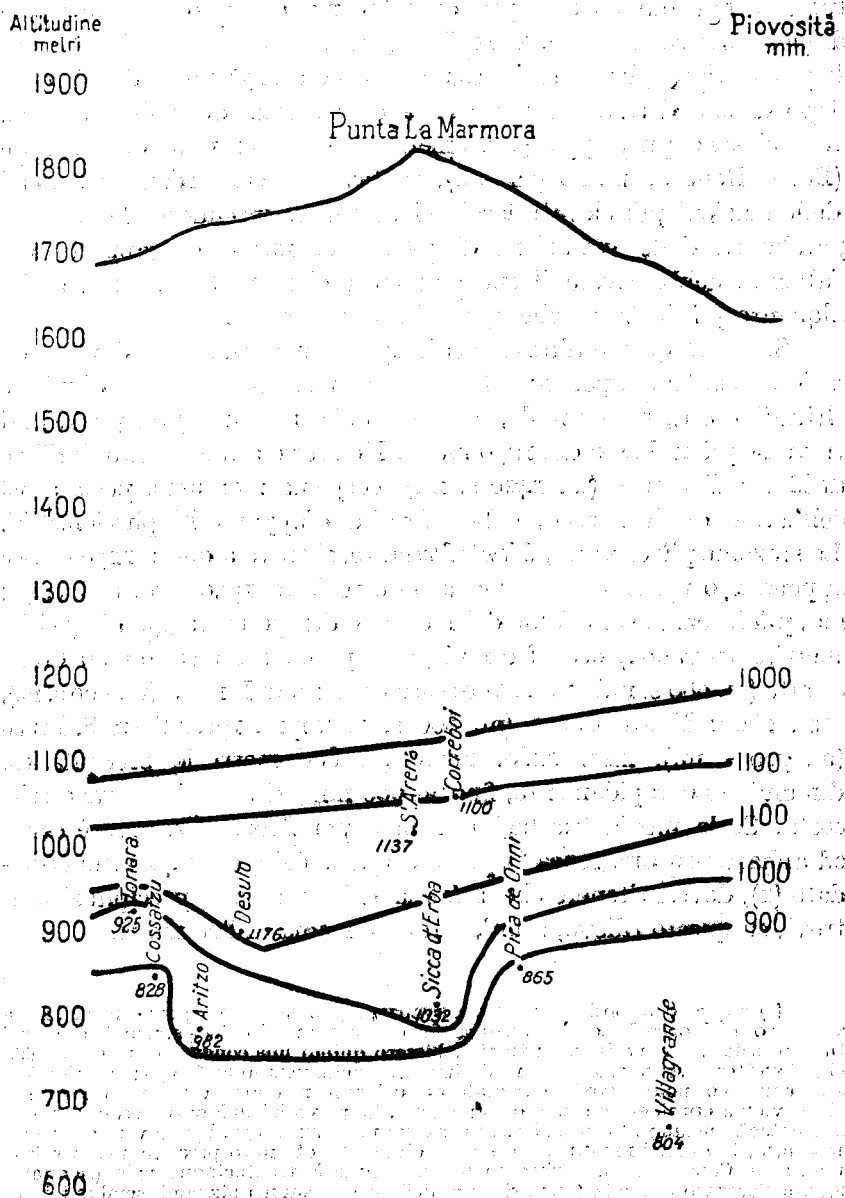


Fig. 4. — Distribuzione altimetrica della piovosità nel massiccio del Pollino.

cio, l'altezza della fascia di massima piovosità. Potei dunque vedere che le precipitazioni aumentano dai piedi del rilievo fino a 1180 (casa cantoniera Acquacalda) — 1295 metri (Federici); che d'altronde tutte le stazioni poste sopra quest'ultima quota registrano piogge di molto inferiori ai mm. 1601 di Federici. Pare che nella Sila Grande la piovosità raggiunga un massimo intorno a 1238 metri d'altitudine; dopo di che si avrebbe una sicura decrescenza dei valori assoluti. Non ci sono purtroppo pluviometri verso la sommità del massiccio (Botte Donato, m. 1929 s. m.), tuttavia la concordanza fra i dati delle stazioni più elevate lascia chiaramente intendere che la curva parabolica delle variazioni di piovosità, messe in rapporto con l'altezza, debba avere il suo culmine a circa 1238 m. s. m., e cioè alquanto più in basso che non nella Sila Piccola.

Stabilite queste altezze medie approssimative, si rendeva necessario un controllo, per accertare se nei massicci montani di minore altitudine e di minor mole, la fascia delle massime precipitazioni si trovasse più in basso dei 1250 metri. Ho scelto a tale intento il rilievo di Monte Pecoraro (m. 1420 s. m.), cospicua montagna posta a sud dell'istmo di Catanzaro, e ben fornita d'apparecchi pluviometrici. La stazione più elevata, *Monte Pecoraro*, si trova a quota 1250 — cioè appena 170 metri sotto la vetta — e registra 1950 mm. di pioggia; ma, più in basso sulle falde del monte, e dentro un raggio di 25 chilometri, si trovano 4 località con piogge superiori: casa cantoniera Croceferrata (m. 980 s. m.), mm. 2100; casa cantoniera Limina (m. 800 s. m.), mm. 2626; Monte Cucco (m. 800 s. m.), mm. 1994; Serra S. Bruno (m. 790 s. m.), mm. 2160. Sotto gli 800 metri le precipitazioni diminuiscono rapidamente, fino ai 600 mm. che si riscontrano sulla costa. Se la media trantacinquennale per *Monte Pecoraro* è esatta ed abbastanza omogenea rispetto a quella delle altre 4 stazioni ricordate (1), deveasi ritenere che la fascia delle massime precipitazioni si trovi, su questo rilievo, a un'altitudine media di 890 metri.

(1) A questo proposito si potrebbe avanzare qualche riserva, poichè mentre il pluviometro di Monte Pecoraro funziona fin dal 1911, quelli delle 4 stazioni sottostanti furono installati dopo il 1920: tutti richiesero quindi una congrua riduzione dei dati che dovettero essere ridotti al medesimo trentacinquennio 1906-1930; tale riduzione è ottenuta col noto metodo insegnato dallo Hann, mediante confronto con una stazione vicina considerata come fondamentale. La piovosità di Monte Pecoraro, ridotta al trentacinquennio 1896-1930, è risultata dunque di mm. 1950. Per il venticinquennio 1896-1920, la dott. FERRINI, nello studio citato, ha ottenuto peraltro una media di mm. 2104. Comunque, la differenza fra la piovosità trentacinquennale (ridotta) di Monte Pecoraro e quella (pura ridotta) delle 4 sottostanti stazioni, sembra tale, da non ammettere alcun serio dubbio in proposito.

Mentre dunque per il Pollino l'altezza della fascia di massima pioggia è stata calcolata in m. 1530, sul massiccio della Sila Grande l'abbiamo vista intorno a 1238 metri, e sul Monte Pecoraro intorno a 890; le differenze sono conformi alla mia tesi, di una correlazione tra l'altitudine assoluta dei monti e codesta fascia. Nel Pollino, ch'è il rilievo più alto, la massima piovosità si troverebbe, in media, 741 metro sotto alla vetta; nella Sila Grande, un po' più bassa, 691 metri, e nel Monte Pecoraro, ancora meno elevato, 530 metri pure sotto al culmine: se si tien conto della larga approssimazione inerente a questi calcoli, si deve anche riconoscere un effettivo parallelismo nei tre dati medi, i quali sembrano far presumere che, a parità delle altre condizioni, sulle montagne del versante ionico le piogge vadano aumentando fino a una linea di altezza variabile, ma che in genere è tanto più vicina alle vette, quanto minore è l'altezza di queste sopra il livello del mare. Sopra tale linea, la piovosità torna a decrescere, con un gradiente negativo di solito molto più rapido del precedente (positivo), mantenuto durante l'ascesa.

Per vedere se un simile comportamento fosse avvertibile anche in altre parti dell'Appennino lucano, ho eseguito uno schizzo — che non credo necessario riportare — della distribuzione verticale delle stazioni pluviometriche nel Monte Volturino (m. 1836 s. m.) il quale ospita il più alto pluviometro di Lucania; nonostante il limitato numero di stazioni distribuite nel ristretto ambito della montagna, tuttavia, la successione delle varie fasce pluviometriche sulle pendici di questo rilievo orografico, lascia intendere che le massime precipitazioni dovrebbero trovarsi intorno ai 1200 metri d'altitudine, circa 636 metri sotto alla cima.

Si ammette comunque che la suesposta correlazione fra l'altitudine assoluta del rilievo e l'altezza della fascia di massima piovosità possa facilmente subire delle alterazioni per varie cause locali (morfologia, correnti aeree, ecc.), come dimostra il primo gruppo di stazioni studiato (Casa Jolanda, Sersale, Cropani), dal cui esame risulterebbe che sulla Sila Piccola la fascia di massima piovosità si trova a un'altitudine maggiore che non sulla Sila Grande.

RIASSUNTO E CONCLUSIONI. — Nei tre precedenti paragrafi sono state studiate le variazioni della piovosità con l'altezza in tre diverse regioni mediterranee: la Sardegna, la Sicilia, il versante ionico della penisola italiana; territori accomunati dal medesimo clima,

ch'è appunto di tipo *mediterraneo*, e da altre notevoli somiglianze della loro struttura orografica. Elemento particolarmente rilevante, per il caso nostro, è l'altitudine press'a poco uguale dei massimi fastigi montani in ciascuna delle tre regioni, se si prescinde dal capo isolato dell'Etna nella Sicilia orientale: il versante ionico dell'Italia meridionale culmina infatti a 2271 m. s. m. nel massiccio del Pollino, il sistema prografico, siculo (escluso l'Etna) a 1977 metri nelle Madonie, il sistema sardo a 1834 nel Gennargentu.

Subito nella prima monografia, dedicata alla Sardegna, si son presentati due problemi metodici da risolvere: se convenisse scindere alla loro volta le tre regioni (Sardegna, Sicilia, versante ionico dell'Italia) in minori unità geografiche, e studiare le variazioni pluviometriche nell'ambito di ciascuna unità, o se invece fosse preferibile calcolare le precipitazioni medie delle varie zone altimetriche, per regioni intere. Mi sono attenuto a questo secondo sistema, perchè potevo in tal guisa disporre di dati molto più abbondanti su cui basare le medie aritmetiche e perchè un esame particolare delle variazioni in limitati distretti montani, credetti più opportuno riservarlo alla seconda parte di ciascuna monografia. La medesima necessità d'aver dati copiosi per il calcolo delle medie, consigliò di tenere abbastanza ampie le zone altimetriche, che furono stabilite, dopo aver minutamente vagliato altre diverse possibilità, di 200 in 200 metri: in ogni regione il rilievo è stato quindi scaglionato, a partire dal livello marino, in fasce orografiche alte 200 metri ciascuna, e per ogni fascia è stata calcolata, con la maggiore cautela e con accorgimenti opportuni, la media precipitazione.

Nello studio delle piogge di Sicilia, potei infatti osservare il ripetersi d'un fenomeno assai significativo: esaminando le serie di dati che utilizzavo per il calcolo della media aritmetica di ciascuna zona, veniva fatto di notar sempre — salvo rarissime eccezioni — un campo di variabilità positivo più vasto che quello negativo. Mentre cioè le località con precipitazione inferiore alla media non mostravano di scostarsene mai eccessivamente, le località con piogge superiori alla media stessa davano invece luogo, talvolta, a degli scarti fortissimi; e tutte queste stazioni eccezionali, aventi uno scarto positivo superiore al massimo scarto negativo, si trovano su rilievi montani elevati, a parecchie centinaia di metri sotto alle cime: sono dunque le sovrastanti pendici montane che provocano un anormale *sovraccarico di precipitazioni*. Teoricamente, le stazioni preferibili per determinare la piovosità

d'una quota altimetrica, sembrano essere pertanto quelle di vetta; ma in genere le stazioni si trovano assai al di sotto delle vette, e comunque non oltre il limite superiore delle dimore umane permanenti. Che anzi, il dislivello fra le stazioni stesse e il culmine della montagna è di solito tanto maggiore, quanto più grande è l'altezza assoluta del rilievo: questo dislivello altera necessariamente, con le sue varie proporzioni, l'entità delle piogge che cadono sulle parti inferiori della montagna e

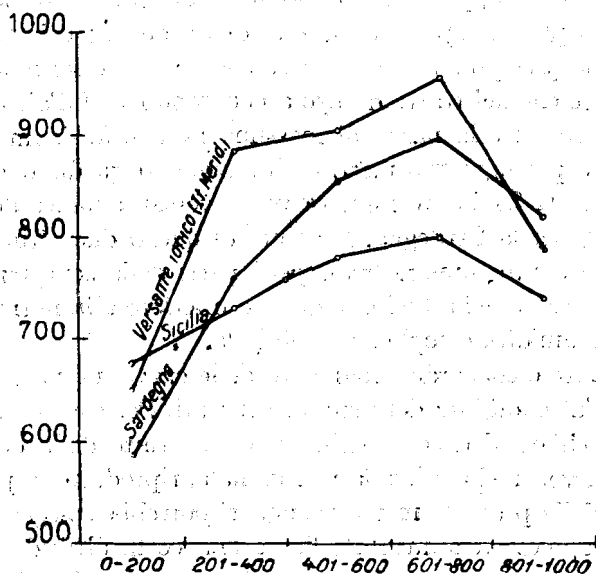


Fig. 5. — Variazione della piovosità in rapporto con l'altezza.

turba la regolarità dei rapporti e dei coefficienti d'aumento fra le diverse zone altimetriche. Perciò, da ogni zona si ravvisava necessaria l'esclusione delle stazioni *anormali*, appartenenti alle montagne più alte; tuttavia, data l'incertezza di fissare un limite generale fra montagna media e montagna alta, ritenni opportuno eliminare dagli elenchi soltanto quelle stazioni che avessero un campo di variabilità positivo superiore al negativo, riducendo così i due campi alla medesima ampiezza. In tal guisa, le massime anomalie in un senso (positivo, eccesso di precipitazioni) venivano debitamente compensate dalle corrispondenti

massime anormalità nel senso opposto (negativo, difetto di precipitazioni). Esaurito quindi il calcolo delle medie per ciascuna zona, e fatte alcune critiche ulteriori, ho tradotto graficamente i risultati ottenuti nelle curve della fig. 5, in cui si riproduce l'andamento della piovosità in rapporto con l'altezza nella Sardegna, nella Sicilia, e nel versante ionico dell'Italia. Le tre curve denotano un parallelismo caratteristico e la tendenza ad assumere l'andamento di una parabola. Per tutte e tre le regioni, il vertice della parabola coincide con l'altitudine di 700 metri, dove viene dunque a trovarsi la fascia di massima piovosità. Meno piovosa delle altre appare nel complesso la Sicilia, che soltanto da 0 a 250 metri ha piogge superiori a quelle di Sardegna; e la Sardegna, a sua volta, ha precipitazioni più scarse che non il versante ionico della Italia, tranne che nel tratto da 850 a 900-1000 metri d'altitudine. Fra la base dei rilievi e la fascia di massima piovosità, l'aumento medio della pioggia per ogni 100 metri d'elevazione resta dunque fissato in mm. 20,5 per la Sicilia, in mm. 51 per il versante ionico dell'Italia, e in mm. 51,5 per la Sardegna. Il valore di questi due ultimi gradienti può essere ritenuto come normale per i paesi della zona temperata; il gradiente è invece nella Sicilia alquanto inferiore alla normalità, data la deficiente umidità complessiva dell'isola.

Il regolare e concorde andamento delle curve, mi pare la migliore riprova dell'attendibilità dei risultati ottenuti. Per contro, non sembra altrettanto chiaro il decorso delle curve costruite dalla dott. Ferrini per i diversi versanti dell'Italia meridionale, riprodotte in parte anche nella fig. 1 della presente memoria: non si potrebbe spiegare come mai le piogge, dopo essere aumentate fino a una certa altitudine, diminuiscono improvvisamente per un lungo tratto successivo dell'ascesa, e riprendano poi l'aumento verso le massime altitudini, senz'accennare ad un nuovo e definitivo arresto. Un simile comportamento, possibile soltanto in condizioni eccezionalissime di topografia e di clima, è da escludersi per la generalità di territori abbastanza vasti. Ma molto probabilmente nella costruzione di quelle curve, non si dev'essere tenuto conto che le stazioni pluviometriche utilizzate per la determinazione della piovosità media nelle zone orografiche più alte, appartenevano tutte, o quasi tutte, a rilievi montani alquanto elevati, dove la fascia di massima pioggia s'innalza, come ho a lungo dimostrato nelle pagine precedenti. Perciò, la seconda sezione di codeste curve — dopo la diminuzione di piovosità — non rispecchia affatto l'andamento delle piogge per un'intero versante, ma soltanto l'andamento delle piogge

nei massici più elevati di ciascun versante: e le due sezioni sono state riunite insieme con discutibile opportunità (1).

È comunemente ammesso che la quota a cui si trova la cintura di massima pioggia resta influenzata da diversi fattori: profilo della montagna, orientamento rispetto alle correnti dominanti, umidità atmosferica; la maggiore umidità permette in genere che venga raggiunto a minore altitudine questo massimo. Una chiara conferma di tale principio è data dal versante tirrenico dello stesso Appennino calabro-lucano (contrassegnato da precipitazioni molto superiori a quelle del versante ionico opposto) e del quale ho pure calcolato a parte le variazioni pluviometriche: la fascia di massima pioggia si trova qui intorno a 500 metri d'altitudine, 200 metri più in basso che non sul pendio discendente all'Ionio. Ma bisogna aggiungere anche un altro fattore, che sulla localizzazione di quella fascia sembra agire in maniera decisiva, e che finora soltanto dal Pockels (2) era stato debitamente rilevato: *l'altitudine della massa montagnosa*. Nei precedenti esami di dettaglio della variazione di piovosità in Sardegna, Sicilia, e nel versante ionico dell'Italia, ho anzi cercato di dimostrare l'esistenza d'una qualche correlazione tra l'altezza della fascia di maggior piovosità e l'altezza massima del rilievo montuoso; più elevate sono le cime, e più la fascia tende ad innalzarsi. Un esame sintetico delle diverse manifestazioni, mostra tuttavia che l'innalzamento della cintura di maggior pioggia procede in ragione più

(1) La fascia di massima pioggia sta sull'Appennino meridionale ad un'altezza molto inferiore a quella constatata generalmente da altri autori su altri sistemi montuosi; i miei dati concordano tuttavia con quelli stabiliti dall'Anfossi per l'Appennino ligure. Poichè l'abbassamento delle precipitazioni al disopra di quella fascia risulta alquanto rapido, credo che il fenomeno possa ripercuotersi anche sul limite superiore di alcuni fenomeni fisici.

In una relazione del Sen. De Cillis su *I limiti altimetrici della coltivazione dei cereali nel Mezzogiorno d'Italia* (pubblicata negli «Atti dello XI Congresso geografico italiano», vol. II. Napoli, 1930) viene affermato che a determinare tale limite di coltivazione agisce soltanto la temperatura, «perchè ad altezze che superano, ad esempio, i 1000 metri, il fattore pioggia dev'essere considerato, in genere, come sufficiente». Senonchè, in tal caso, i limiti dovrebbero salire a quote sempre maggiori col decrescere della latitudine, cosa che in effetti non si verifica. Il De Cillis spiega l'incongruenza con motivi di ordine esclusivamente economico, e non già fisico-geografico; ma è invece molto probabile che il difetto d'umidità che s'accusa verso l'alto, sopra i 700 metri d'altitudine, abbia pure una certa influenza nella determinazione del limite superiore delle culture cerealicole, almeno per l'avena e il mais, che sono le specie più esigenti d'umidità: di fatto, vediamo che l'avena si arresta nell'Appennino meridionale a quota 1400,181 metri al di sotto del frumento (v. pag. 16 della citata relazione), mentre si sa che l'avena sarebbe molto più resistente del frumento alle basse temperature delle grandi altezze.

(2) F. POCKELS, *Zur Theorie der Niederschlagsbildung an Gebirgen*, Met. Zeit., 1901, pp. 300-312.

lenta che non l'innalzamento dei rilievi. Riporto qui di seguito i risultati di tali ricerche precedentemente svolte:

Rilievo	Altitudine della vetta m.	Alt. della fascia di massima piov. m.	Dislivello fra la vetta e la fascia di m. p.
Pecoraro	1420	890	530
Gennargentu .	1834	995	839
Volturino ...	1836	1200	636
Sila Grande..	1929	1238	691
Pollino.....	2271	1530	741
Etna.....	3274	2450	824

Via via che crescono le altitudini delle vette (prima colonna), crescono anche le altitudini della fascia di massima piovosità (seconda colonna), e i dislivelli fra la vetta e la fascia corrispondente (terza colonna); la regolarità di quest'ultimo fenomeno soffre peraltro un'eccezione da parte del Gennargentu, dove la fascia sembra troppo bassa in rapporto all'altitudine della vetta: è molto probabile che sia la grande umidità diffusa nell'atmosfera intorno all'isola, a tenere particolarmente depressa la cintura delle massime piogge.

Ho studiato le variazioni pluviometriche in rapporto con l'altezza servendomi soltanto dei dati medi *annui*; bisogna tuttavia riconoscere che possono aversi notevoli differenze di condizioni da stagione a stagione: la fascia di maggior piovosità, in particolare, tende a salire durante i mesi estivi, e ad abbassarsi durante i mesi invernali.