CONSORZIO DEL TICINO

STUDI PER LA REGOLAZIONE DEL LAGO MAGGIORE E PER LA UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE DEL FIUME TICINO

9

Prof. Ing. LUIGI GHERARDELLI

INFLUENZA DEI SERBATOI MONTANI ALPINI SULLA REGOLAZIONE DEL LAGO MAGGIORE

MILANO

1964

Sono ancora aperte le discussioni sulla interferenza dell'esercizio dei serbatoi montani, prevalentemente per produzione di energia, sul regime dei tronchi fluviali e sull'esercizio delle derivazioni di pianura.

Si tratta di grossi problemi, irti di difficoltà, quando si voglia abbordarli nel loro complesso per giungere a stabilire delle norme precise e di applicabilità generale.

Ma la pratica ha bisogno solamente di stabilire una regolamentazione degli elementi parziali che, di volta in volta, interessa di concordare fra l'esercizio degli impianti montani e quello delle derivazioni fluviali. Fortunatamente, allora, il problema si semplifica specialmente perchè fra gli interessati diventa dominante la convinzione che è indispensabile la coesistenza di tutte le utilizzazioni esistenti sullo stesso corso d'acqua e sui suoi affluenti, e che esse devono essere esercitate in modo da ottenere il massimo bene complessivo, il quale è da identificare con il minimo danno allorchè si tratti di superare gli eventi critici naturali.

Queste interferenze si verificano pure sul F. Ticino, fra gli scarichi dei serbatoi alpini, costruiti nel bacino afferente al Lago Maggiore, e le derivazioni dal Fiume a valle di Sesto Calende; infatti la capacità complessiva dei serbatoi sta per raggiungere il valore del massimo invaso concesso per la regolazione del Lago; e, come è ben noto, gli impianti alpini concentrano la produzione elettrica nel periodo invernale, mentre le derivazioni irrigue dal Ticino sub-lacuale hanno preminente interesse per i deflussi del periodo primaverile-estivo.

Degli aspetti idrologici di questo argomento si occupa il seguente studio del Prof. Luigi Gherardelli il quale ha così arricchito la collana delle pubblicazioni del Consorzio.

Prendendo in esame il vasto materiale di accurate osservazioni, idrometriche e di portata, raccolte per l'esercizio della regolazione dei serbatoi e del

Lago, il Gherardelli ne ha compiuto una nuova elaborazione idrologica in forma oggettiva.

Particolarmente interessante è il ricorso alla ricerca sistematica dei casi critici presentatisi, per i deflussi naturali e per i deflussi regolati dai serbatoi, nel quindicennio passato.

In questo modo egli ha colto e posto in evidenza gli aspetti più importanti delle interferenze fra la regolazione del Lago e quella dei serbatoi, ed ha potuto formulare un pacato, oggettivo, suggerimento circa l'orientamento da avere presente per stabilire quali siano le condizioni idrometriche del Lago per le quali la utilizzazione dell'invaso dei serbatoi e quella del Lago stesso dovrebbero rispettare delle modalità da concordare.

Sono molto lieto di esprimere, a nome del Consorzio, all'amico Gherardelli il ringraziamento più vivo per il prezioso contributo dato agli studi per la regolazione del Ticino.

Milano, Gennaio 1964

MARIO MARCHETTI

PRESIDENTE DEL CONSORZIO DEL TICINO

1 - Portate e livelli a Sesto Calende con o senza l'influenza dei serbatoi alpini

Per appurare l'influenza dei serbatoi del bacino del Ticino sul regime del Lago Maggiore si sono considerati 15 serbatoi italiani (tutti sul Toce) e 7 serbatoi svizzeri, per una capacità complessiva di $296,3 \times 10^6$ m^3 (158,6 italiani e 137,7 svizzeri) (Tabb. 1a e 1b). Si è pure tenuto conto dell'epoca dell'entrata in servizio dei serbatoi.

TABELLA 1 a

SERBATOI DEL TOCE (*)

Nome del serbatoio	Capacità utile (10^6 m^3)
Sabbione	29,753
Kastel	9,350
Toggia	15,437
Busin inferiore	3,471
Obersee	1,215
Vannino	9,448
Morasco	18,188
Codelago	15,909
Agàro	19,861
Camposecco	5,880
Cingino	4,629
Alpe Cavalli	8,352
Campliccioli	8,809
Antrona	5,470
Larecchio	2,799
Totale	158,571

(*) Tutti i serbatoi esistevano nel 1948, eccetto il Sabbione che è entrato gradualmente in funzione dal 1953 al 1954, con piccoli incrementi seguiti anche nel 1955 e 1957 per progressiva fusione del ghiacciaio sommerso.

Le calcolazioni sono state svolte *per il quindicennio 1948-1962.*

Per quanto riguarda il regime degli invasi e degli svasi del complesso dei serbatoi industriali, poichè non disponiamo dei dati cronologici altro che per i serbatoi del Toce, abbiamo supposto che anche i serbatoi svizzeri abbiano seguito un andamento simile a quello dei serbatoi italiani. Cioè se in un certo mese i serbatoi del Toce si sono invasati di una certa percentuale della loro capacità totale utile, per esempio del 20 %, abbiamo ritenuto che anche i serbatoi svizzeri si siano riempiti del 20 % della loro capacità.

TABELLA 1 b

SERBATOI DEL CANTON TICINO

Nome del serbatoio	Capacità utile (10^6 m^3)	Periodo di costruzione
Val Leventina		
Sella	9,1	1942 - 48
Tremorgio	9,2	1918 - 26
Chironico	1,5	?
Ritom	27,5	1916 - 20
Ritom ampliam.	19,5	1952 - 53
Totale	66,8	
Valle Blenio		
Malvaglia	4,1	1956 - 59
Valle Maggia		
Sambuco	62,—	1951 - 57
Palagnedra	4,8	1950 - 52
Totale	66,8	
Totale generale . . .	137,7	
In costruzione:		
Luzzone	87,—	1958 - 64

Così abbiamo potuto ricostruire l'andamento delle portate invasate e svasate dai serbatoi alpini (Tab. 1c) e, di conseguenza quale sarebbe stato il regime del Lago Maggiore se i serbatoi montani non ci fossero stati.

Più precisamente abbiamo considerato due casi:

1° - che il regime dei livelli del lago fosse identico a quello che si è in effetto verificato (Tab. 2 e Fig. 1a). Il cambiamento allora è sulle portate che sarebbero state tratte dal lago; esse sarebbero state superiori durante i periodi di invaso dei serbatoi, inferiori durante gli svasi (Tab. 4);

2° - che il regime delle portate erogate dal Lago (Tab. 3) fosse rimasto identico a quello che si è in effetto verificato. Il cambiamento è allora sui livelli, essi sarebbero andati crescendo di più durante i periodi d'invaso e decrescendo nei periodi di svaso (Tab. 5).

Nella Fig. 1b sono segnalati i valori degli scarti dei livelli rispetto ai valori effettivi indicati nella Fig. 1a. Per esempio, al 1° maggio 1948 il livello *effettivo* è stato (Fig. 1a) di 0,90 m sullo zero dell'idrometro. Nella Fig. 1b, alla stessa data, è segnalato uno *scarto* di — 0,43 cm, ciò vuol dire che il livello *naturale* quale si sarebbe determinato se i serbatoi alpini non ci fossero stati, sarebbe stato di 0,90 — 0,43 = 0,47 m. Cosicchè gli *scarti* in meno dànno la misura di quanto il livello naturale sarebbe stato inferiore a quello effettivo (indicato nella fig. 1a), gli scarti in più di quanto sarebbe stato superiore.

Si osserva — come è ovvio, dato l'esercizio dei serbatoi alpini, inteso a integrare le magre invernali — che i detti scarti sono negativi nei mesi invernali-primaverili, e positivi nei mesi estivo-autunnali.

Abbiamo — seppure impropriamente — chiamati *livelli naturali* e *portate naturali* quelli delle Tab. 5 e 4, intendendo che — *cœteris paribus* — quelli sarebbero stati i livelli, o le portate, se i serbatoi montani non ci fossero stati e dato che, rispettivamente, le portate, o i livelli, fossero rimasti quelli che effettivamente si sono verificati.

Dobbiamo precisare che il passaggio dai livelli *effettivi* a quelli *naturali*, è stato fatto computando quale volume è stato invasato — o svasato — nei serbatoi alpini e traducendolo in variazioni di livello del Lago. Poichè l'area del Lago Maggiore è di 210 Km^2, il volume di 21 milioni di m^3 equivale a 10 cm di lago.

PORTATE DECADICHE SVASATE (+) O INVASATE (—) DAI SERBATOI ALPINI A MONTE DEL LAGO MAGGIORE (m^3/s)

Anni	Dec.	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
1948	I	+ 5.1	+ 9.0	+ 15.7	+ 8.1	— 13.1	— 19.9	+ 0.6	— 8.8	— 2.7	+ 11.1	+ 1.0	+ 17.2
	II	+ 9.4	+ 11.2	+ 2.2	— 3.3	— 32.5	— 34.3	— 2.8	— 2.8	— 0.5	+ 9.2	+ 10.6	+ 16.5
	III	+ 10.5	+ 16.4	+ 3.1	— 10.1	— 25.9	— 9.9	— 8.7	— 0.2	+ 11.1	+ 2.0	+ 15.0	+ 15.5
1949	I	+ 8.9	+ 16.4	+ 6.8	— 1.4	— 26.6	— 28.3	— 0.5	+ 3.5	0.0	+ 1.8	+ 5.2	+ 1.6
	II	+ 14.1	+ 11.0	+ 2.5	— 4.9	— 4.1	— 15.8	— 1.9	+ 2.6	+ 2.7	+ 10.9	+ 2.9	+ 3.0
	III	+ 13.5	+ 6.4	+ 3.9	— 9,9	— 28.4	— 9.5	+ 5.0	— 0.3	+ 1.4	+ 2.8	— 0.2	+ 4.5
1950	I	+ 6.8	+ 9.9	+ 9.3	+ 4.5	— 10.7	— 40.2	— 5.0	+ 1.7	— 0.7	+ 8.8	+ 11.9	+ 4.1
	II	+ 10.3	+ 7.1	+ 7.1	+ 0.3	— 24.0	— 27.2	+ 1.2	— 8.6	+ 5.4	+ 12.4	+ 2.5	+ 8.3
	III	+ 10.1	+ 8.0	+ 7.5	— 1.5	— 40.8	— 12.3	+ 0.4	— 0.5	+ 7.1	+ 13.7	+ 4.6	+ 4.7
1951	I	+ 8.1	+ 10.7	+ 12.1	+ 7.4	— 6.3	— 27.8	— 4.0	— 5.8	— 0.6	+ 5.6	— 6.5	+ 4.6
	II	+ 5.1	+ 4.5	+ 8.8	+ 3.6	— 9.2	— 34.0	— 15.7	— 3.6	+ 0.6	+ 12.2	— 6.7	+ 13.5
	III	+ 7.1	+ 8.5	+ 8.0	— 9.8	— 35.7	— 17.9	— 6.6	— 5.1	+ 3.1	— 0.9	— 0.9	+ 8.9
1952	I	+ 15.3	+ 16.2	+ 14.7	+ 7.0	— 17.5	— 35.3	— 7.6	— 0.2	+ 5.1	+ 3.8	+ 1.0	+ 8.4
	II	+ 14.8	+ 21.0	+ 14.8	— 4.8	— 18.7	— 28.2	— 3.1	— 7.5	+ 0.1	+ 6.1	+ 7.8	+ 11.2
	III	+ 19.1	+ 18.0	+ 6.4	— 15.8	— 18.5	— 11.2	+ 1.8	— 0.5	+ 9.3	— 4.2	+ 4.8	+ 5.5
1953	I	+ 8.4	+ 12.9	+ 11.4	+ 3.0	— 3.3	— 18.7	— 22.7	— 1.1	+ 8.0	— 2.9	0,0	+ 6.3
	II	+ 13.3	+ 15.9	+ 11.6	+ 1.3	— 12.7	— 28.4	— 8.2	— 1.6	+ 3.7	— 12.3	— 15.0	+ 9.3
	III	+ 14.1	+ 9.9	+ 7.6	— 2.2	— 29.9	— 33.8	— 2.8	— 4.0	— 20.5	0,0	+ 6.9	+ 13.0
1954	I	+ 13.7	+ 18.1	+ 16.8	+ 0.5	+ 0.2	— 25.7	— 10.8	— 12.8	+ 3.1	+ 8.9	+ 5.3	+ 3.3
	II	+ 12.6	+ 19.2	+ 13.5	+ 5.5	— 12.0	— 36.1	— 5.1	— 13.2	— 2.3	+ 10.4	+ 12.1	+ 2.8
	III	+ 15.0	+ 16.9	+ 8.3	+ 10.7	— 16.4	— 37.5	— 3.1	— 19.6	+ 9.7	+ 7.9	+ 8.2	+ 1.7
1955	I	+ 1.5	+ 8.5	+ 22.3	+ 10.7	— 18.7	— 44.1	— 15.0	+ 3.8	— 1.6	+ 11.5	+ 2.7	+ 10.4
	II	+ 3.3	+ 15.5	+ 18.2	+ 6.8	— 12.5	— 28.1	— 9.9	+ 6.4	+ 1.6	+ 12.0	+ 4.0	+ 12.0
	III	+ 8.2	+ 19.0	+ 14.1	— 4.1	— 7.2	— 26.5	— 5.2	+ 5.5	+ 5.9	+ 1.2	+ 8.8	+ 12.1
1956	I	+ 10.9	+ 7.1	+ 10.0	+ 3.0	— 10.2	— 32.2	— 28.7	— 0.8	— 8.5	+ 5.8	+ 10.2	+ 13.2
	II	+ 10.4	+ 21.1	+ 8.2	— 2.6	— 14.9	— 19.7	— 19.6	— 8.4	+ 10.4	+ 10.3	+ 13.0	+ 18.0
	III	+ 8.9	+ 15.0	+ 2.1	— 3.2	— 35.4	— 14.7	— 2.1	— 18.9	— 11.2	+ 11.2	+ 16.9	+ 12.6
1597	I	+ 14.8	+ 14.1	+ 11.5	+ 4.5	— 1.6	— 27.5	— 17.8	— 4.3	+ 8.9	+ 16.6	— 2.9	+ 7.2
	II	+ 15.6	+ 11.9	+ 6.6	+ 3.5	— 3.9	— 72.6	— 3.8	— 19.9	+ 14.4	+ 11.5	— 0.2	+ 3.6
	III	+ 18.4	+ 9.1	+ 3.5	— 6.0	— 11.1	— 38.6	+ 2.2	+ 1.8	+ 11.8	+ 12.4	+ 6.7	+ 5.0
1958	I	+ 8.5	+ 7.9	+ 15.9	+ 5.9	— 13.9	— 44.6	— 23.7	— 9.6	+ 5.1	— 12.2	+ 10.7	+ 17.8
	II	+ 7.5	+ 3.9	+ 11.2	+ 9.7	— 34.2	— 23.6	— 28.7	— 27.0	+ 6.4	+ 0.4	+ 5.4	+ 14.2
	III	+ 11.6	+ 14.4	+ 9.6	+ 0.8	— 60.2	— 20.2	— 3.4	— 3.5	— 3.7	+ 21.6	+ 2.8	+ 7.6
1959	I	+ 21.7	+ 24.8	+ 10.2	+ 10.2	— 1.0	— 51.0	— 19.6	— 0.8	+ 2.6	+ 10.6	+ 8.4	+ 4.9
	II	+ 20.9	+ 24.0	+ 19.7	+ 4.9	— 10.2	— 32.4	— 25.0	— 10.7	— 0.5	+ 14.6	+ 6.0	+ 10.2
	III	+ 21.2	+ 17.2	+ 12.5	+ 14.7	— 40.7	— 43.4	— 4.1	— 14.7	+ 2.9	+ 3.3	+ 5.3	+ 5.9
1960	I	+ 8.1	+ 21.5	+ 15.3	+ 15.8	+ 0.3	— 39.5	— 12.5	— 15.1	— 1.4	— 6.8	+ 2.3	+ 7.9
	II	+ 20.5	+ 23.7	+ 17.3	+ 13.5	— 60.1	— 36.8	— 5.3	— 6.8	— 18.8	+ 5.8	+ 9.6	+ 9.2
	III	+ 12.1	+ 12.6	+ 21.6	+ 8.6	— 47.8	— 28.4	+ 0.3	+ 5.7	+ 3.9	— 6.5	+ 12.9	+ 16.6
1961	I	+ 11.6	+ 20.8	+ 21.6	+ 4.8	— 1.3	— 34.6	— 35.2	— 16.0	— 2.9	— 18.5	+ 7.0	+ 6.0
	II	+ 26,3	+ 22.0	+ 10.5	+ 3.0	— 7.9	— 46.3	— 14.9	— 6.0	+ 2.5	+ 8.5	+ 2.3	+ 9.1
	III	+ 29.9	+ 23.0	+ 20.4	+ 2.9	— 14.3	— 68.7	— 5.8	+ 4.4	+ 6.3	+ 0.5	+ 5.0	+ 10.6
1962	I	+ 19.3	+ 28.8	+ 20.8	+ 12.9	— 8.7	— 20.2	— 10.8	— 26.1	— 6.4	+ 9.6	— 7.3	+ 15.3
	II	+ 26.3	+ 23.3	+ 18.5	+ 1.1	— 5.7	— 38.7	— 20.2	— 13.4	+ 0.5	+ 11.7	+ 7.6	+ 14.3
	III	+ 30.2	+ 28.8	+ 19.5	— 7.2	— 10.8	— 47.3	— 21.5	— 6.9	+ 8.5	+ 12.2	+ 16.0	+ 11.0

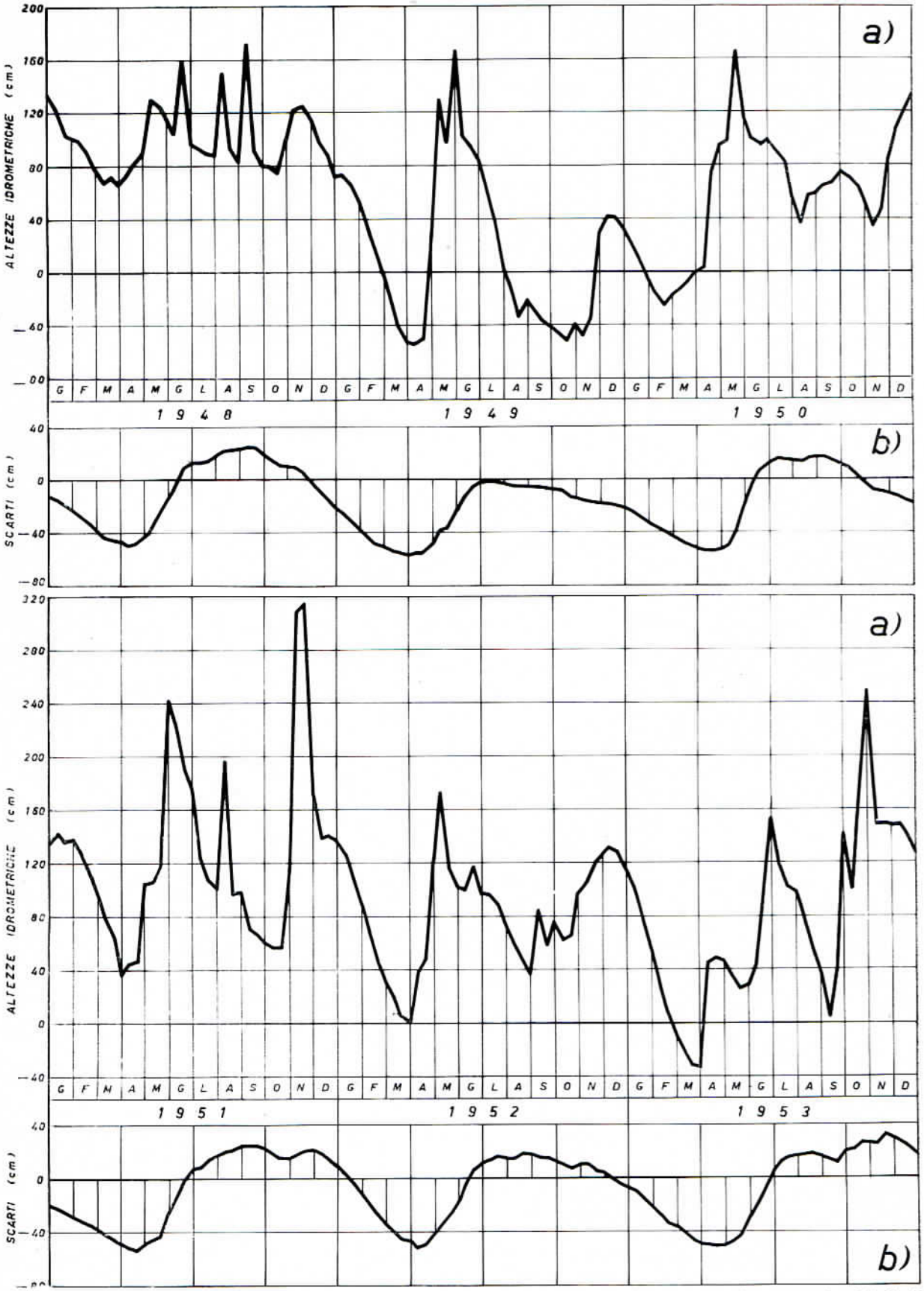
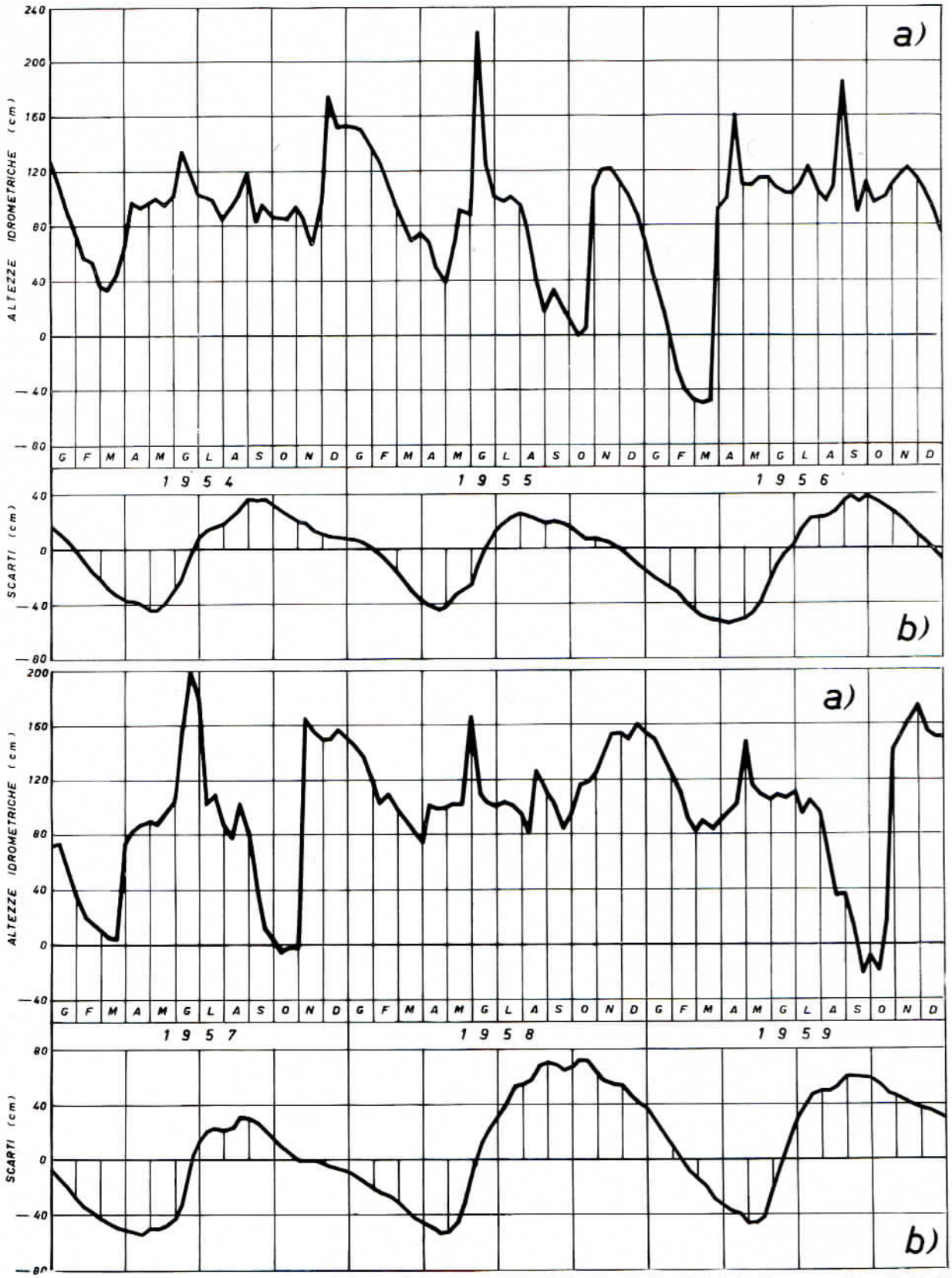
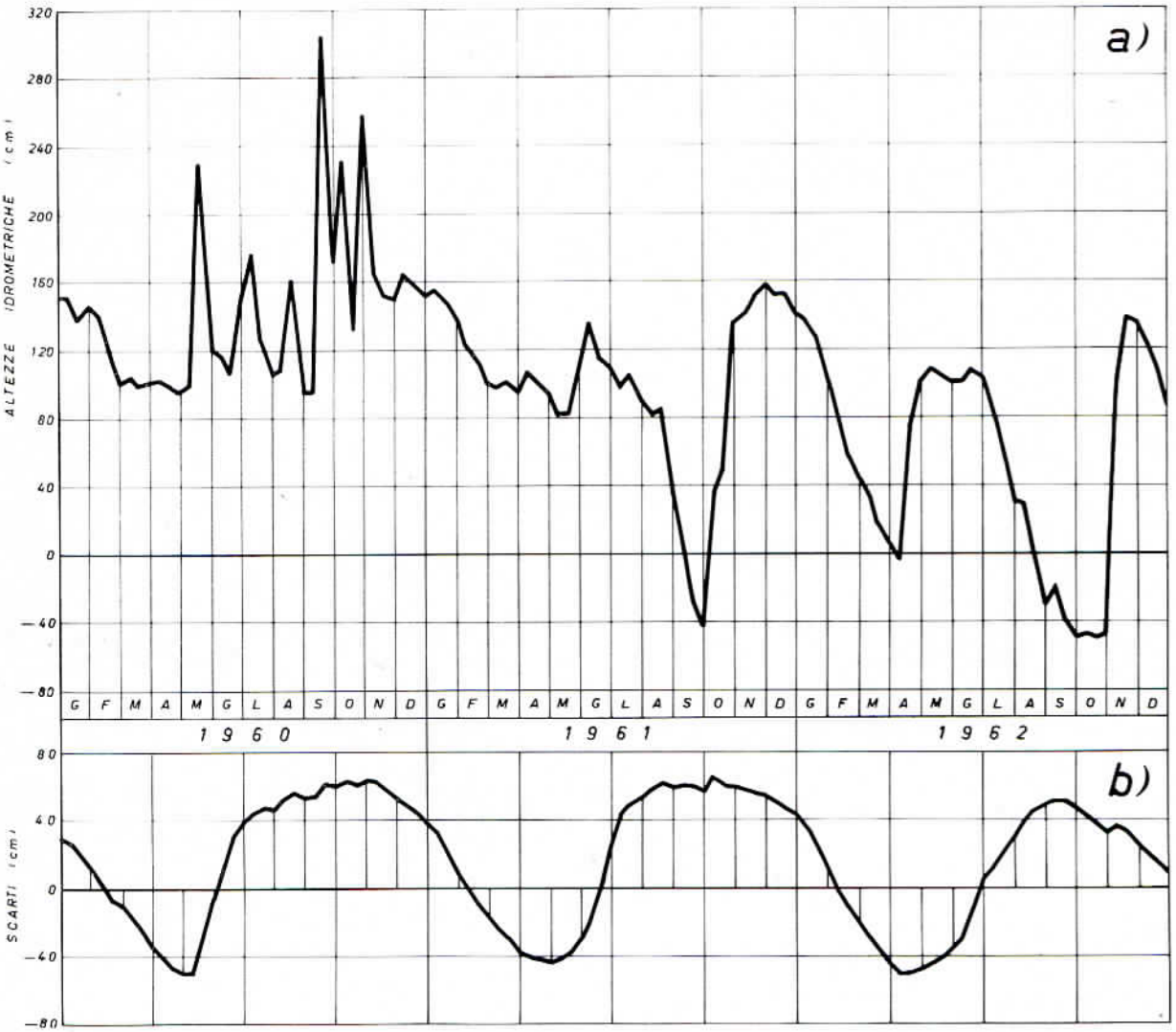


Fig. 1. - *a*) Livelli osservati a Sesto Calende, al 1948 al 1953 (Tab. 2); *b*) Scarti dei livelli « naturali » dai livelli osservati (differenze fra le cifre della Tab. 5 e quelle della Tab. 2).



segue Fig. 1. - *a*) Livelli osservati a Sesto Calende, dal 1954 al 1959 (Tab. 2); *b*) Scarti dei livelli « naturali » dai livelli osservati (differenze fra le cifre della Tab. 5 e quelle della Tab. 2).



segue Fig. 1. - *a*) Livelli osservati a Sesto Calende, dal 1960 al 1962 (Tab. 2); *b*) Scarti dei livelli «naturali» dai livelli osservati (differenze fra le cifre della Tab. 5 e quelle della Tab. 2).

Così noi possiamo calcolare le *variazioni* di livello naturale da una data a un'altra, ma per quotarle in via assoluta occorre partire da un livello base.

Noi abbiamo supposto che il livello *medio* dell'intero quindicennio, sia quello effettivo, sia quello naturale, sia lo stesso. Del resto la quota assoluta dei livelli non ha grande importanza; quello che importa è soprattutto l'entità delle differenze di livello durante il periodo estivo.

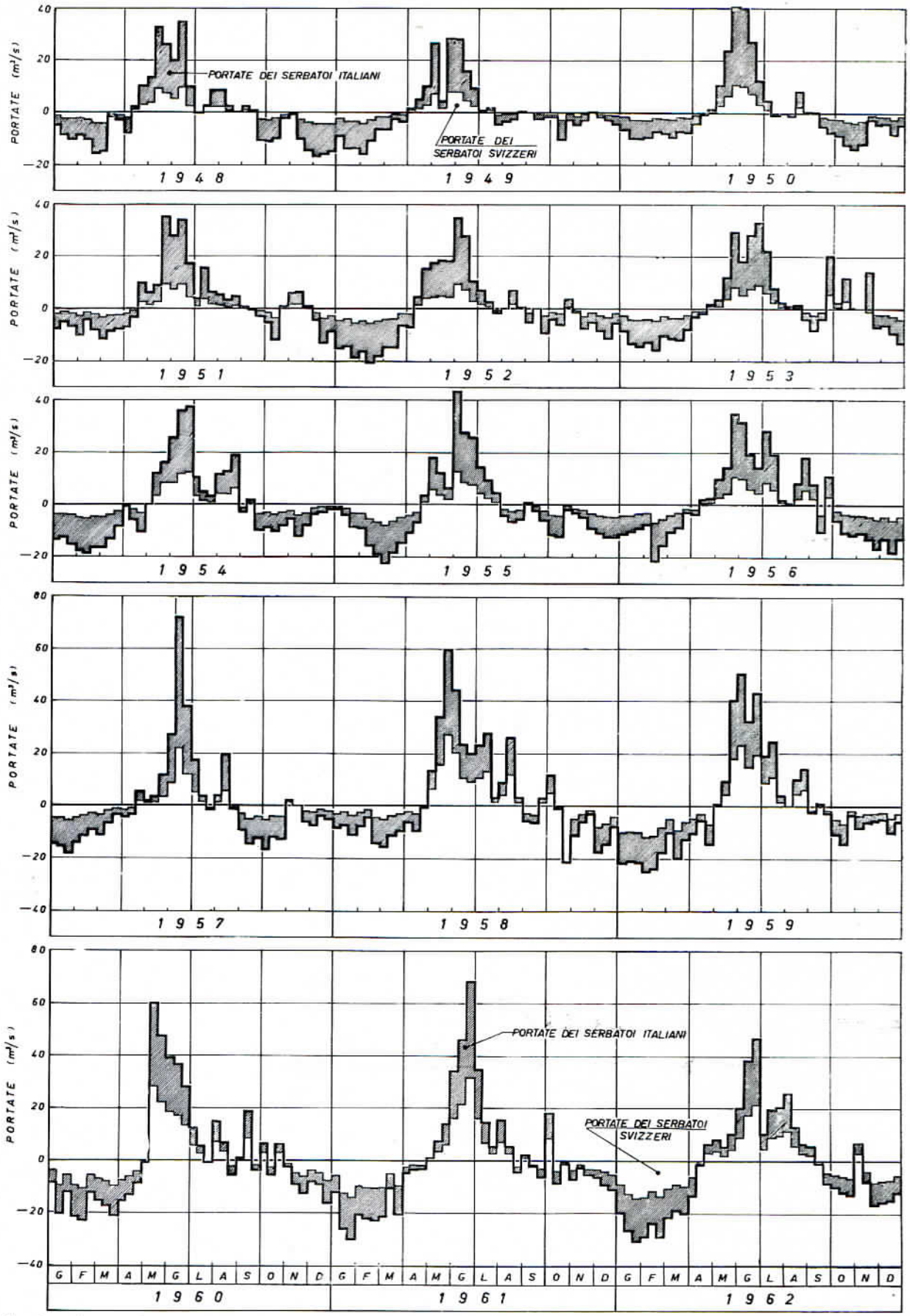


Fig. 2. - Portate invasate (+) o svasate (—) nei serbatoi montani al 1948 al 1962. (I valori sono quelli della Tab. 1 *c*, ma con i segni invertiti).

Il grafico della Fig. 2 dà il diagramma delle portate invasate (sottratte al Ticino) o svasate (aggiunte al Ticino) per effetto dell'esercizio dei serbatoi montani. (*)

2 - Classificazione dei valori dei livelli « naturali »

Si è creduto opportuno di costruire le curve di durata dei livelli relativi a una determinata data, e cioè al 1°, 11, 21 di ogni mese, da aprile a ottobre (Fig. 3).

E cioè, assunti i 15 valori dei livelli *naturali* per il quindicennio 1948-1962 corrispondenti a una determinata data, per esempio al 1° aprile, si sono disposti in ordine decrescente (linea continua nella fig. 3).

Corrispondentemente agli stessi anni si sono disposti anche i valori effettivi (linea tratteggiata nella fig. 3): si ottiene una curva decrescente, in genere, ma con qualche inversione, perchè i valori seguono la cronologia della curva dei valori naturali.

Per esempio (fig. 3) il 1° giugno 1957 il livello naturale sarebbe stato di 58 cm: esso è anzi il penultimo valore l'ultimo essendo quello del 1953 con 0,01. Nello stesso anno 1957, il livello effettivo fu di 102 cm. Nell'anno 1955 il livello naturale sarebbe stato di 0,60 e cioè più alto di quello del 1957, ed occupa il terzultimo posto: ma quello effettivo fu di 0,87 e quindi inferiore a quello del 1957. Perciò nella curva dei valori effettivi il livello cresce passando dal turzultimo al penultimo posto. Per i valori più critici si è indicato, nella figura 3, anche l'anno in cui si sono verificati.

Si rileva che durante i mesi di aprile e maggio i livelli naturali sarebbero stati più bassi di quelli effettivi; durante il mese di giugno si ha un'inversione e durante i mesi di luglio, agosto e settembre i livelli effettivi sono sempre inferiori a quelli naturali. Ciò dipende dagli invasi che i serbatoi alpini fanno in estate, come si vede anche dalle curve di durata.
Si osserva, in genere, che l'invaso industriale è compatibile — spesso largamente compatibile — con l'esercizio irriguo.
Tuttavia esso può procurare talvolta qualche disturbo.

(*) Si è distinta l'influenza dei serbatoi svizzeri da quella dei serbatoi italiani con l'ipotesi, già prima accennata, che il regime degli svasi sia lo stesso. L'incidenza dei due gruppi di serbatoi è quindi proporzionale alla rispettiva capacità.

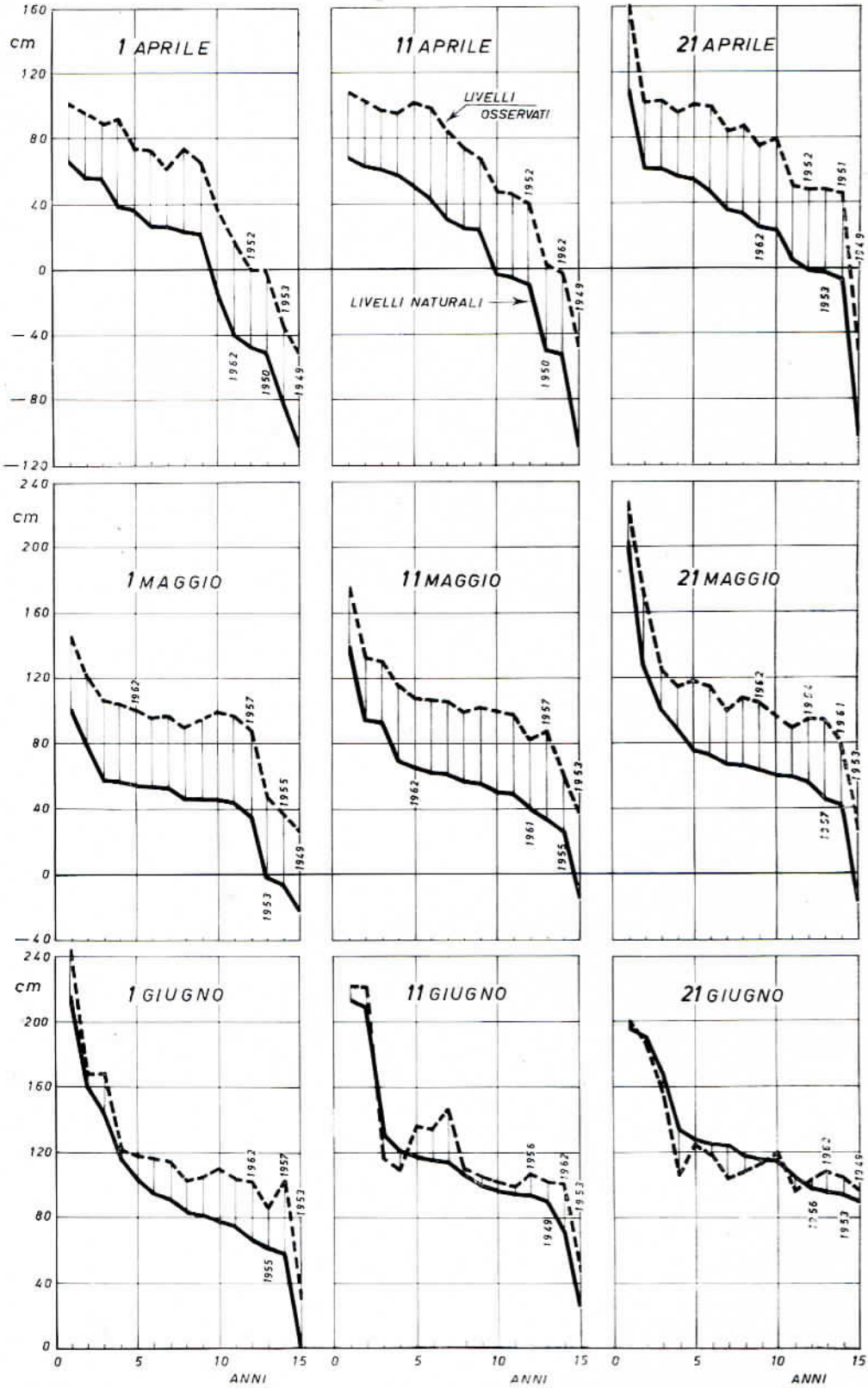
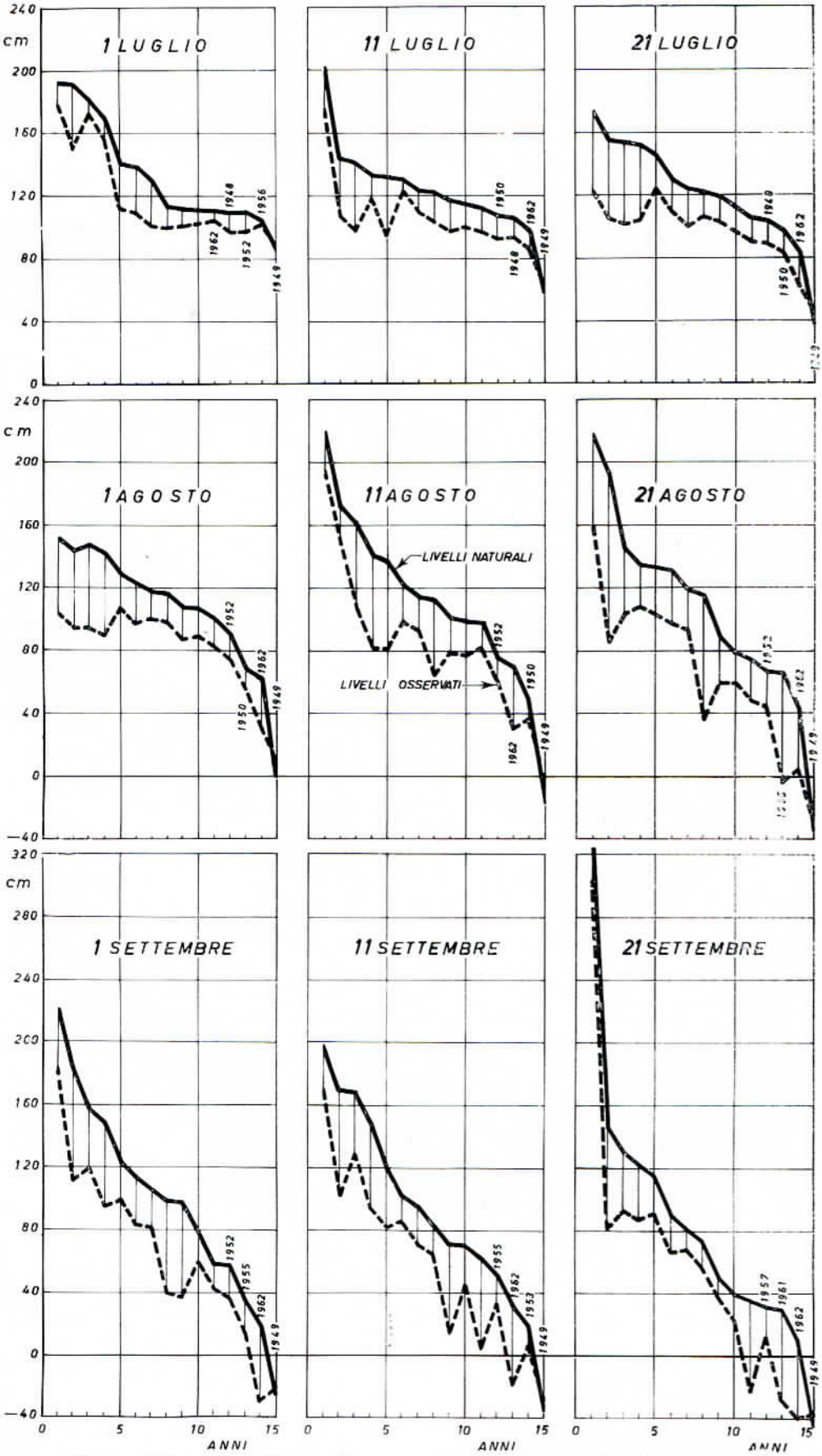
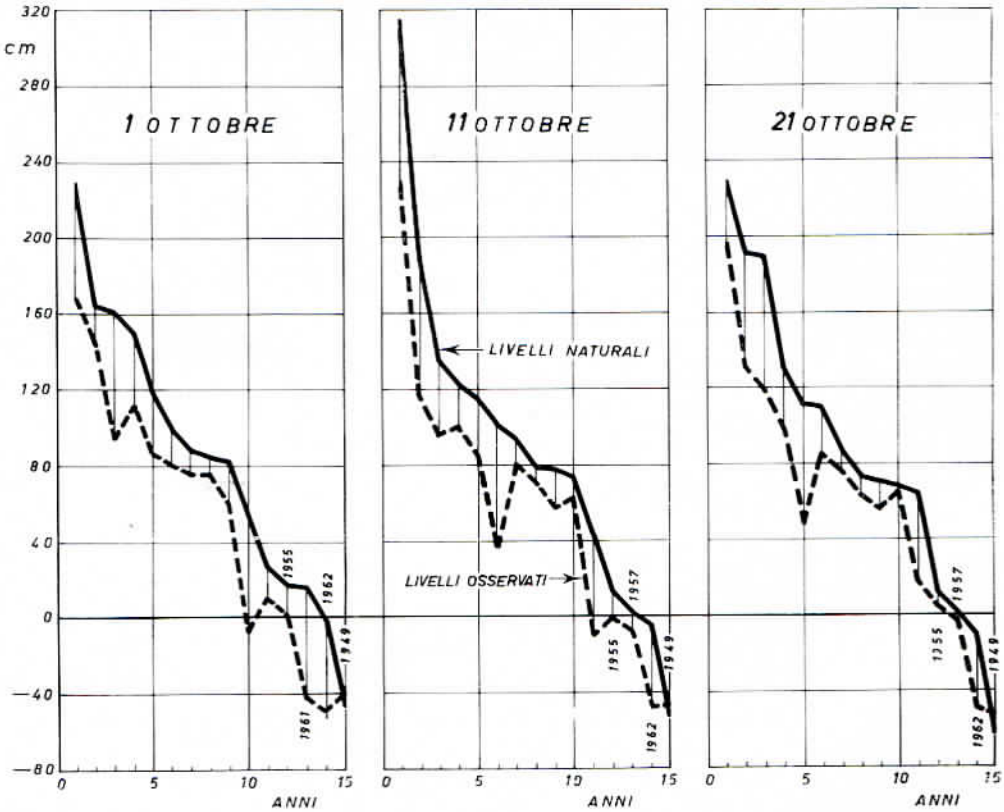


Fig. 3. - Valori dei livelli naturali e osservati, al 1°, 11 e 21 di ogni mese, da aprile a giugno, classificati secondo l'ordine decrescente dei valori naturali.



segue Fig. 3. - Valori dei livelli naturali e osservati, al 1° 11 e 21 di ogni mese, a luglio a settembre, classificati secondo l'ordine decrescente dei valori naturali.



segue Fig. 3. - Valori dei livelli naturali e osservati, al 1°, 11 e 21 del mese di ottobre, classificati secondo l'ordine decrescente dei valori naturali.

3 - Diagrammi dei casi più critici

Per appurare questa circostanza abbiamo tracciato il grafico (Fig. 4) dei livelli — da aprile a novembre — del caso più critico (1° caso, grafico a), del secondo caso critico (grafico b), del terzo caso critico (grafico c).

Quello del caso più critico (1° caso) fornisce i valori naturali (e cioè, ripetiamo, i valori quali sarebbero stati *senza* l'esercizio dei serbatoi montani) minimi assoluti, verificatisi al 1, 11, 21 di ogni mese.

Ad esempio il livello minimo assoluto naturale alla data del 1° giugno sarebbe stato di 0,01 e si sarebbe verificato il 1° giugno 1953 (fig. 4a). In tutti gli altri anni, al 1° giugno, il livello *naturale* risulta superiore a 0,01 m.

A quella stessa data (1° giugno 1953) il livello *effettivo* è stato di 0,30 m ed è pure riportato nel grafico (linea tratteggiata) (fig. 4a).

Scartato questo minimo assoluto, si sono disegnate le linee del 2° caso critico (fig. 4b). Così al 1° giugno — scartato quello minimo di 0,01 capitato nel 1953 — il valore più basso (2° caso critico) cade nel 1957, con un valore *naturale* di 0,58 m, ed un valore *effettivo* (linea tratteggiata) di 1,03 m.

Scartato ancora questo caso, il valore più basso raggiunto alla stessa data del 1° giugno sui rimanenti anni è stato quello di 0,60 m (anno 1955, 3° caso critico, fig. 4c) cui corrisponde, alla stessa data un livello effettivo di 0,87 m.

Come si vede la « *criticità* » è relativa ai livelli *naturali*; quelli effettivi non sono ordinati col criterio della successione dei minimi (1°, 2°, 3° caso) ma col criterio della *contemporaneità* della data del caso critico *naturale*. Per esempio, il 2° caso critico relativo al 1° giugno, è quello del 1957 e il 3° caso critico è quello del 1955, per quanto riguarda i livelli *naturali*: ma per quanto riguarda i livelli effettivi il 1° giugno 1955 ha rappresentato un caso più critico (altezza 0,87 m) che non quello del 1957 (altezza 1,03 m). Si può notare che per quanto riguarda *il 1° caso critico* i livelli effettivi, durante l'estate coincidono praticamente con quelli naturali.

Le differenze aumentano considerevolmente quando si passa al secondo e al terzo caso critico. Come si vede dalla Fig. 4, le differenze arrivano a una cinquantina di centimetri. Il secondo caso critico è stato quasi sempre determinato dall'anno 1962, per il quale si è creduto di fare un grafico a parte (Fig. 5). Si osserva la gravità della situazione: al 1° di ottobre si raggiunge — 0,49 m (Tab. 2), mentre il livello naturale, alla stessa data, sarebbe stato di — 0,01 m (Tab. 5).

È bensì vero che da metà settembre a tutto ottobre si ebbe un maggior deflusso — dell'ordine di 8 m^3/s — per svaso di serbatoi alpini, ma ciò non è bastato a sanare una situazione già prima compromessa.

4 - Effetto dei serbatoi montani entro il campo dei livelli di regolazione nel periodo estivo ($h \leq 1{,}00$ m)

Ai fini pratici abbiamo altresì proceduto a un altro calcolo dei livelli naturali. Il livello massimo di concessione, nel periodo estivo, è di 1 m sullo zero dell'idrometro di Sesto Calende.

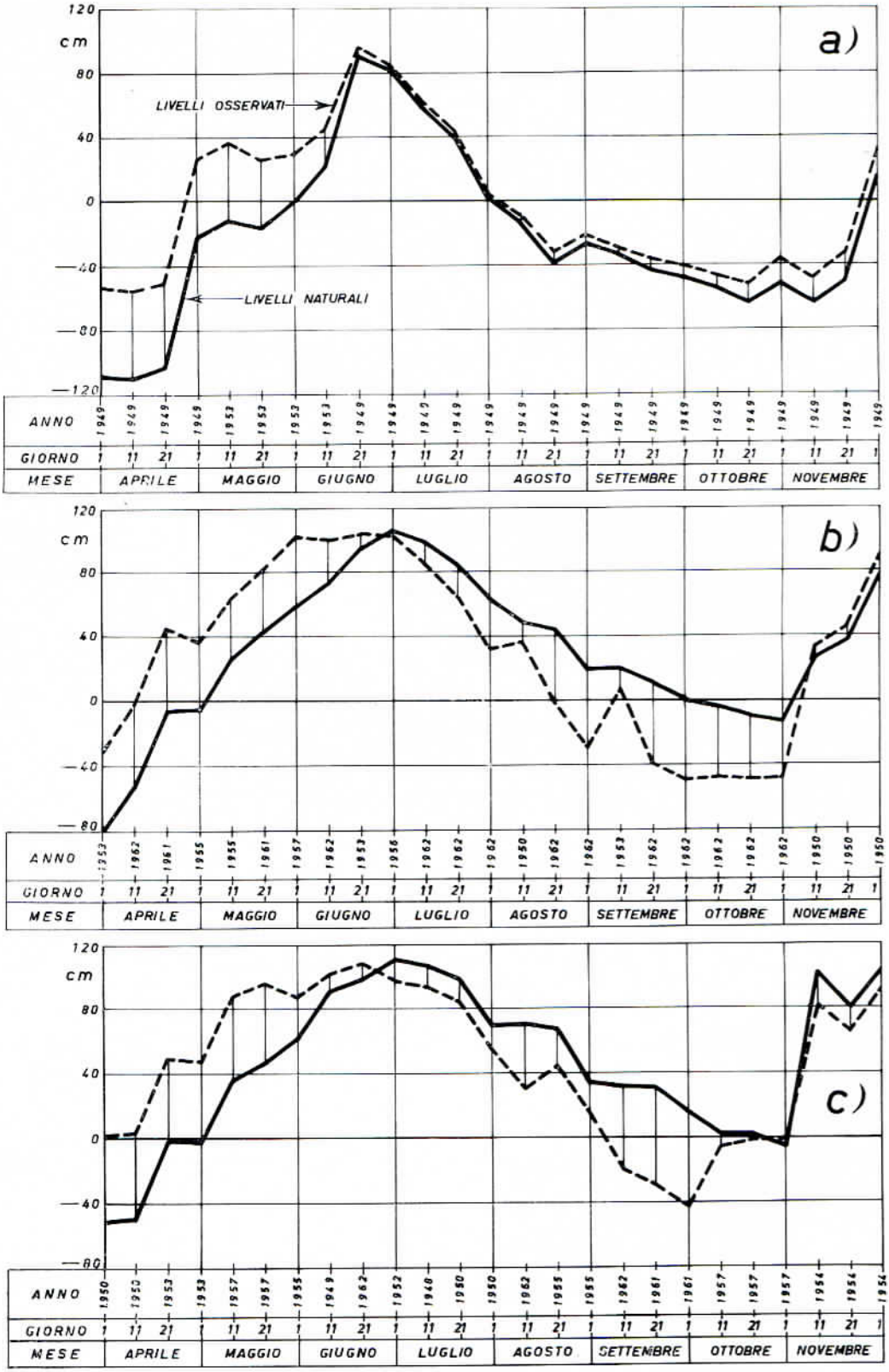


Fig. 4. - Casi più critici dei livelli naturali, e corrispondenti valori dei livelli osservati. - *a*) 1° caso (minimo assoluto); *b*) 2° caso; *c*) 3° caso.

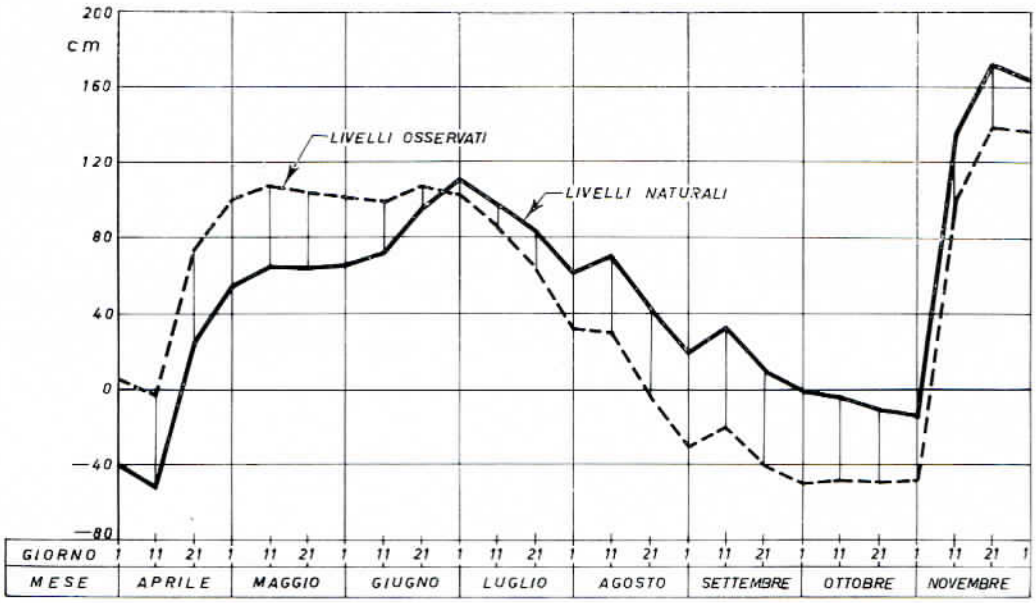


Fig. 5. - Livelli naturali e livelli osservati da aprile a novembre del 1962.

Le vicende dei livelli al disopra di 1 m, ai fini delle utilizzazioni irrigue, interessano poco perchè, con livelli superiori, il Lago si trova in situazione di sfioro.

D'altra parte il livello di m 1 è stato sempre raggiunto fra la fine di giugno e i primi di luglio (salvo una insignificante deficienza nel 1949).

Cosicchè si è fatto il calcolo dei livelli *naturali*, ma solo nei periodi in cui il livello effettivo è *inferiore* a un metro, e *solo* nel caso che l'esercizio dei serbatoi alpini determini una maggiore *depressione*.

I numeri sono riportati nella tab. 6. Essi sono eguali a quelli della tab. 2 quando il livello effettivo supera 1 m e anche quando — essendo minore di 1 m — il livello « *naturale* » sarebbe stato inferiore a quello effettivo. Anche con questi numeri si sono costruiti i diagrammi relativi ai primi tre casi critici, per il periodo estivo luglio-ottobre (Fig. 6) e per l'anno 1962 (Fig. 7).

La differenza fra la fig. 7 e la fig. 5 relative all'anno 1962 è irrilevante: consiste solo nel fatto che il livello iniziale è 1,04 per la prima (livello osservato, e già superiore al livello di concessione) e di 1,12 per la seconda (livello *naturale*, Tab. 5): per il resto l'andamento delle due curve è lo stesso.

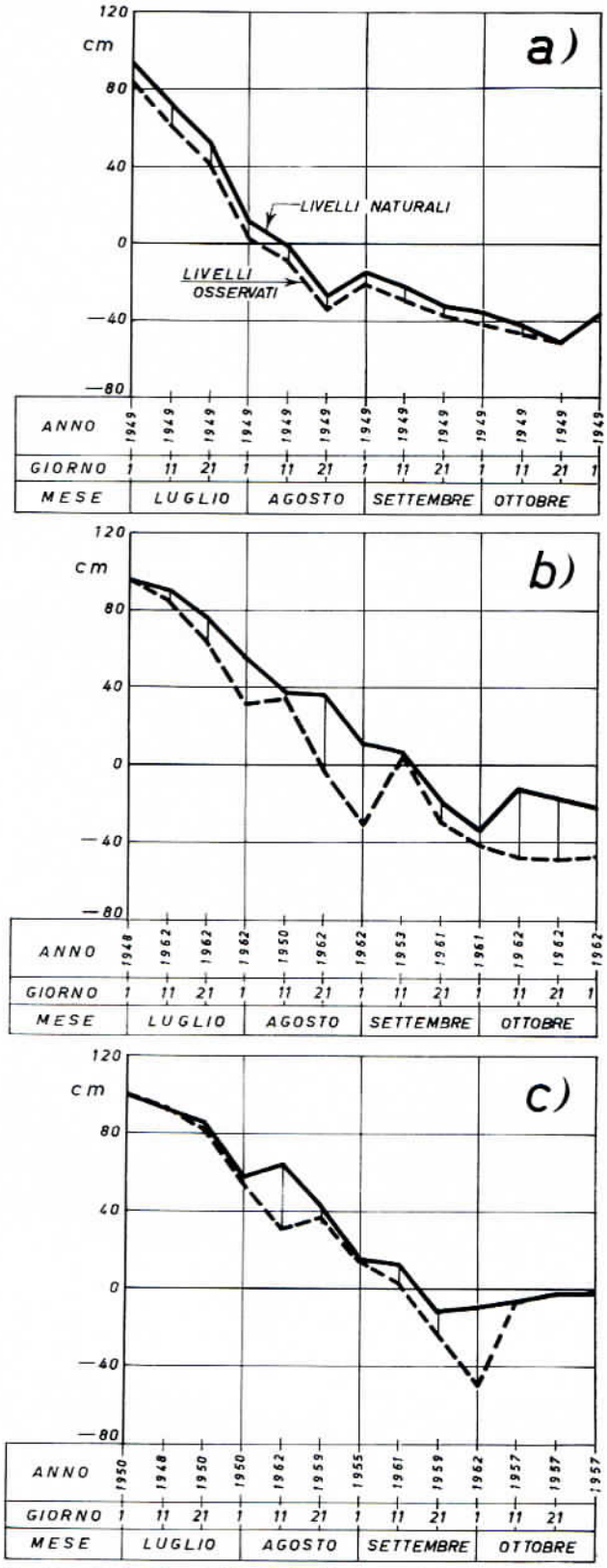


Fig. 6. - Casi più critici, da luglio a ottobre, tenuto conto del vincolo del livello massimo di regolazione (h = 1 m).

5 - Considerazioni finali

Si riterrebbe che un vincolo di rispetto per l'esercizio del Lago potrebbe essere stabilito in base appunto all'andamento dei livelli. Quando i livelli effettivi cadono sotto un certo limite i serbatoi alpini non dovrebbero più invasare o, meglio, dovrebbero tenere a disposizione l'invaso nel frattempo fatto per eventuali richieste del Consorzio.

Naturalmente il Consorzio stesso avrà cura di erogare le acque con la dovuta oculatezza, e non richiedere l'intervento dei serbatoi montani che in caso di *effettiva* necessità.

Come « *linea di guardia* » dei livelli del lago, in base all'esame delle su citate situazioni critiche si potrebbe prendere una retta che, passando al primo luglio per la quota 1 m, discende fino alla quota zero al 20 settembre. Se i livelli scendono al disotto di questa linea si dovrebbe far luogo all'osservanza di un regolamento di reciproco rispetto del regime delle erogazioni.

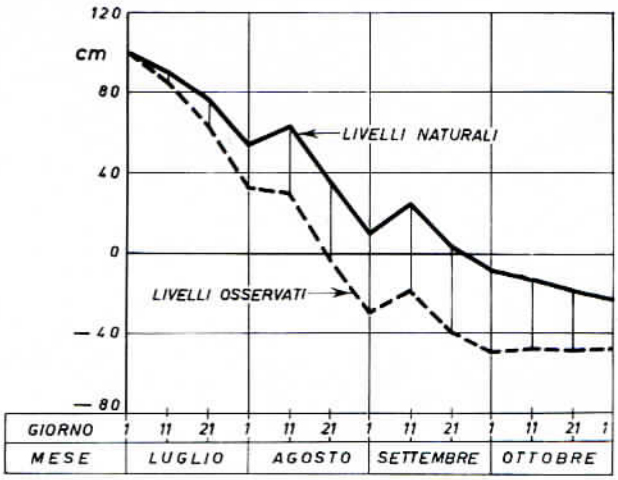


Fig. 7. - Livelli naturali e osservati da luglio a ottobre, nel 1962, tenuto conto del massimo livello di regolazione.

È da notare che tale osservanza viene, diciamo così, automaticamente praticata in casi di eccezionale siccità, come nel 1949. In tale anno infatti (Fig. 6a) l'andamento dei livelli naturali ed effettivi è quasi coincidente: la siccità fu tale che nessun invaso apprezzabile fu effettuato dal 1° luglio in poi dai serbatoi alpini.

In altri casi invece, pur con deficienze idrologiche meno gravi, si ha una evidente interferenza: per esempio nel 1962 (Fig. 7).

Nel complesso si può dedurre che nella situazione odierna l'incidenza del regime dei serbatoi alpini su quello del Lago Maggiore non ha, in genere, un effetto particolarmente sfavorevole, salvo in pochi casi. Un ulteriore aumento della capacità d'invaso dei serbatoi alpini (*) *potrebbe però rendere più frequenti quelle sfavorevoli incidenze. Si ritiene non difficile un regolamento d'esercizio basato sul rispetto di una « linea di guardia » dell'andamento dei livelli dal 1° luglio in poi.*

Dicembre 1963

Luigi Gherardelli

(*) Da notare che un'ulteriore capacità d'invaso di 87×10^6 mc è in costruzione nel Canton Ticino (v. Tab. 1b).

LIVELLI DEL LAGO MAGGIORE (IDROMETRO DI SESTO CALENDE) OSSERVATI AL 1°, 11 e 21 DI OGNI MESE (m)

Anni	gg.	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
1948	1	1.35	1.02	0.78	0.67	0.90	1.18	0.97	0,89	0.83	0.80	1.02	1.15
	11	1.24	1.00	0.68	0.74	1.31	1.04	0.94	1.52	1.74	0.79	1.24	1.01
	21	1.06	0.92	0.72	0.84	1.26	1.60	0.90	0.94	0.92	0.77	1.26	0.90
1949	1	0.73	0.55	— 0.02	— 0.54	0.27	1.69	0.84	0.03	— 0.21	— 0.41	— 0.38	0.31
	11	0.73	0.37	— 0.24	— 0.55	1.33	1.02	0.61	— 0.09	— 0.29	— 0.46	— 0.48	0.42
	21	0.68	0.18	— 0.43	— 0.50	0.98	0.96	0.41	— 0.34	— 0.37	— 0.51	— 0.33	0.41
1950	1	0.33	— 0.04	— 0.17	0.01	0.98	1.17	1.00	0.55	0.60	0.75	0.51	0.89
	11	0.22	— 0.16	— 0.13	0.03	0.98	1.01	0.93	0.37	0.66	0.71	0.34	1.13
	21	0.11	— 0,23	— 0.07	0.78	1.68	0.97	0.84	0.59	0.68	0.66	0.45	1.23
1951	1	1.35	1.38	0.96	0.37	1.05	2.43	1.75	1.01	0.99	0.60	1.08	1.71
	11	1.42	1.25	0.79	0.46	1.06	2.22	1.22	1.98	0.72	0.58	3.10	1.39
	21	1.37	1.14	0.66	0.47	1.18	1.91	1.07	0.97	0.67	0.57	3.16	1.41
1952	1	1.37	0.90	0.31	0.00	1.22	1.03	0,98	0.76	0.38	0.76	0.99	1.27
	11	1.27	0.67	0.19	0.40	1.76	1.00	0.97	0.60	0.86	0.62	1.05	1.32
	21	1.11	0.48	0.05	0.48	1.15	1.19	0.90	0.50	0.58	0.65	1.20	1.29
1953	1	1.16	0.57	— 0.07	— 0.33	0.48	0.30	1.55	0.98	0.41	1.44	2.48	1.49
	11	1.02	0.32	— 0.20	0.47	0.36	0.45	1.20	0.81	0.06	1.00	1.50	1.49
	21	0.81	0.09	— 0.32	0.49	0.26	1.05	1.03	0.60	0.38	2.02	1.50	1.41
1954	1	1.26	0.73	0.37	0.63	0.97	1.04	1.02	0.83	1.19	0.87	0.93	0.92
	11	1.09	0.57	0.32	0.97	1.00	1.35	1.00	0.93	0.83	0.86	0.83	1.74
	21	0.94	0.54	0.44	0.95	0.95	1.20	0.97	1.03	0.94	0.85	0.66	1.52
1955	1	1.53	1.38	0.97	0.75	0.38	0.87	1.00	0.97	0.15	0.11	1.07	1.13
	11	1.52	1.27	0.83	0.67	0.63	2.22	0.98	0.78	0.33	— 0.01	1.21	1.03
	21	1.50	1.11	0.68	0.51	0.90	1.26	1.01	0.45	0.22	0.05	1.22	0.89
1956	1	0.70	0.01	— 0.43	0.92	1.09	1.15	1.03	1.06	1.35	1.11	1.10	1.17
	11	0.46	— 0.24	— 0.50	0.98	1.08	1.07	1.09	0.98	1.29	0.97	1.16	1.06
	21	0.28	— 0.41	— 0.49	1.61	1.15	1.04	1.23	1.07	0.88	0.99	1.21	0.93
1957	1	0.72	0.35	0.11	0.74	0.89	1.03	1.80	0.88	0.83	0.02	— 0.02	1.50
	11	0.73	0.21	0.05	0.84	0.87	1.47	1.03	0.77	0.45	— 0.06	1.65	1.49
	21	0.56	0.17	0.03	0.87	0.95	2.00	1.10	1.04	0.14	— 0.02	1.55	1.56
1958	1	1.50	1.19	0.98	0.73	0.99	1.68	1.01	0.95	1.12	0.94	1.21	1.54
	11	1.46	1.02	0.91	1.01	1.03	1.09	1.05	0.81	1.02	1.16	1.39	1.50
	21	1.36	1.10	0.84	0.99	1.01	1.04	1.02	1.27	0.82	1.18	1.53	1.61
1959	1	1.55	1.26	0.81	0.90	1.49	1.05	1.11	0.95	0.38	— 0.07	1.42	1.75
	11	1.51	1.13	0.90	0.96	1.15	1.09	0.96	0.64	0.12	— 0.10	1.53	1.56
	21	1.39	0.93	0.84	1.02	1.08	1.07	1.05	0.36	— 0.23	0.17	1.63	1.52
1960	1	1.52	1.46	1.01	1.01	0.96	1.22	1.51	1.05	0.95	1.69	2.59	1.51
	11	1.51	1.39	1.04	1.03	1.00	1.17	1.77	1.08	0.94	2.31	1.65	1.64
	21	1.38	1.20	1.00	1.00	2.29	1.07	1.25	1.62	3.06	1.31	1.52	1.58
1961	1	1.52	1.39	1.01	0.95	0.96	1.10	1.09	0.90	0.39	— 0.42	1.35	1.57
	11	1.55	1.24	0.98	1.08	0.82	1.36	0.97	0.82	0.03	0.37	1.40	1.52
	21	1.49	1.15	1.01	1.02	0.82	1.14	1.06	0.85	— 0.29	0.49	1.52	1.52
1962	1	1.40	1.03	0.45	0.05	1.02	1.02	1.04	0.32	— 0.30	— 0.49	— 0.48	1.38
	11	1.37	0.80	0.36	— 0.03	1.08	1.00	0.86	0.30	— 0.19	— 0.48	0.99	1.24
	21	1.25	0.59	0.18	0.75	1.05	1.08	0.64	— 0.03	— 0.40	— 0.49	1.40	1.09

PORTATE DECADICHE EROGATE DAL LAGO MAGGIORE (m^3/s)

Anni	Dec.	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
1948	I	146.0	185.7	165.4	181.6	473.0	454.7	244.4	290.5	747.1	191.1	138.2	149.0
	II	160.7	171.7	161.0	244.2	609.6	470.7	230.0	550.1	663.3	153.6	135.5	134.3
	III	196.3	171.1	160.8	408.5	522.0	528.8	235.4	292.4	272.7	222.4	142.1	129.8
1949	I	117.9	129.7	119.0	80.8	521.6	675.9	216.4	145.8	132.9	100.1	103.3	116.5
	II	117.4	130.9	115.0	81.0	444.8	309.4	210.9	133.0	114.2	91.4	87.5	117.6
	III	125.5	133.8	89.6	110.1	328.6	233.0	212.0	100.1	105.4	93.8	117.4	115.2
1950	I	117.1	118.4	118.5	127.6	346.2	494.6	239.6	202.6	225.2	197.6	127.0	130.6
	II	118.8	116.5	116.6	131.5	451.4	423.5	220.5	192.4	320.2	146.7	130.0	131.9
	III	117.4	117.6	123.9	287.3	716.2	309.5	216.4	193.0	233.5	136.9	132.5	133.0
1951	I	135.5	245.2	255.0	286.3	525.6	1035.7	720.2	457.1	375.8	172.9	415.3	470.5
	II	163.8	673.4	378.6	324.6	528.0	965.9	582.1	697.0	228.6	133.2	1507.9	222.0
	III	204.5	368.0	328.0	397.1	835.5	1005.7	430.1	422.6	236.4	404.4	1340.9	185.9
1952	I	164.5	159.7	134.0	122.4	692.7	459.5	303.5	213.2	314.4	322.4	133.4	133.2
	II	161.4	147.9	123.5	161.2	719.0	439.0	255.4	197.5	455.7	153.8	134.1	135.4
	III	161.3	148.1	112.1	505.4	378.1	432.6	231.7	187.3	196.5	238.1	135.7	130.6
1953	I	132.8	137.7	112.8	70.3	207.6	190.8	692.7	229.4	200.7	499.8	871.1	157.1
	II	137.7	133.9	103.3	181.4	211.2	232.3	503.5	199.7	171.9	441.8	277.5	160.4
	III	139.8	128.4	84.6	207.8	209.1	486.3	304.9	207.8	391.8	987.1	206.4	151.5
1954	I	144.5	130.1	136.1	258.3	298.8	489.6	552.8	222.8	399.5	151.8	129.6	134.3
	II	138.8	123.2	130.7	250.4	401.3	648.3	316.7	399.5	364.6	124.9	133.4	506.9
	III	135.7	150.7	135.1	194.0	387.7	537.6	234.1	898.9	249.8	128.2	131.4	209.0
1955	I	185.9	211.8	170.3	227.0	231.8	398.4	304.5	215.9	171.8	121.2	130.1	140.0
	II	192.7	181.5	170.7	234.6	274.7	769.1	238.1	205.1	166.4	120.4	139.2	137.3
	III	168.6	201.1	170.7	232.5	251.7	519.4	268.5	207.6	173.3	173.3	140.5	136.1
1956	I	137.3	132.2	85.5	226.7	348.0	487.9	582.3	269.0	942.8	331.4	129.4	134.1
	II	141.8	120.9	71.3	497.0	349.8	400.4	567.8	289.8	429.9	157.8	136.1	135.8
	III	139.2	96.6	116.9	617.8	572.0	252.3	409.0	436.6	401.3	160.5	136.6	134.3
1597	I	137.5	140.7	133.6	157.9	212.3	461.4	678.6	236.7	247.9	122.1	135.1	148.1
	II	139.3	134.0	122.2	161.7	226.0	1049.3	293.8	466.7	214.2	116.8	447.2	415.5
	III	138.7	136.4	132.3	189.8	344.0	1137.7	279.5	271.6	165.5	115.4	204.1	206.0
1958	I	157.4	150.4	151.7	140.1	291.0	660.9	417.5	247.3	276.8	726.3	137.1	166.4
	II	149.2	173.5	130.3	259.0	494.1	330.1	334.1	236.4	216.0	712.2	205.7	137.0
	III	148.8	193.1	115.8	231.9	562.9	374.1	282.6	473.3	215.0	234.1	202.8	393.3
1959	I	215.1	168.1	252.8	245.7	567.5	357.1	275.4	217.4	204.1	114.1	206.6	648.9
	II	170.7	176.8	246.6	329.5	352.9	283.3	219.1	206.2	192.3	110.6	388.0	432.5
	III	171.2	180.4	227.5	286.0	453.6	326.2	218.7	203.1	138.7	160.9	312.1	238.1
1960	I	182.4	200.7	216.7	283.8	245.7	527.6	663.9	504.2	322.5	999.6	1109.5	280.2
	II	180.5	222.3	278.5	402.9	515.4	534.9	742.1	666.3	677.2	947.8	577.0	368.3
	III	206.5	263.9	224.5	306.8	939.7	622.2	462.6	602.4	1180.8	983.1	405.9	296.4
1961	I	201.1	179.1	195.3	164.8	409.0	570.1	430.5	222.1	235.9	121.3	178.8	238.2
	II	206.9	179.0	189.8	403.4	284.4	593.6	412.2	239.6	196.3	122.5	396.8	195.2
	III	183.2	257.0	191.2	581.9	252.3	535.7	293.5	243.4	150.5	152.9	220.6	175.8
1962	I	169.4	167.1	132.8	112.7	272.9	425.4	238.9	202.9	165.8	90.4	82.0	132.9
	II	173.4	142.2	116.4	126.8	320.1	273.6	220.0	215.1	160.4	87.8	124.6	147.9
	III	169.2	148.5	114.7	305.6	314.6	306.8	214.8	186.6	113.9	78.5	134.1	142.4

PORTATE DECADICHE CHE SAREBBERO STATE EROGATE DAL LAGO AL NETTO DELLE PORTATE DI INVASO E DI SVASO DEI SERBATOI ALPINI (m^3/s) (*)

Anni	Dec.	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
1948	I	140.9	176.7	149.7	173.5	486.1	474.6	243.8	299.3	749.8	180.0	137.2	131.8
	II	151.3	160.5	158.8	247.5	642.1	505.0	232.8	552.9	663.8	144.4	124.9	117.8
	III	185.8	154.7	157.7	418.6	547.9	538.7	244.1	292.6	261.6	220.4	127.1	114.3
1949	I	109.0	113.3	112.2	82.2	548.2	704.2	216.9	142.3	132.9	98.3	98.1	114.9
	II	103.3	119.9	112.5	85.9	448.9	325.2	212.8	130.4	111.5	80.5	84.6	114.6
	III	112.0	127.4	85.7	120.0	357.0	242.5	207.0	100.4	104.0	91.0	117.6	110.7
1950	I	110.3	108.5	109.2	123.1	356.9	534.8	244.6	200.9	225.9	188.8	115.1	126.5
	II	108.5	109.4	109.5	131.2	475.4	450.7	219.3	201.0	314.8	134.3	127.5	123.6
	III	107.3	109.6	116.4	288.8	757.0	321.8	216.0	193.5	226.4	123.2	127.9	128.3
1951	I	127.4	234.5	242.9	278.9	531.9	1063.5	724.2	462.9	376.4	167.3	421.8	465.7
	II	158.7	668.9	369.8	321.0	537.2	999.9	597.8	700.6	228.0	121.0	1514.6	208.5
	III	197.4	359.5	320.0	406.9	871.2	1023.6	436.7	427.7	233.3	405.3	1341.3	177.0
1952	I	149.2	143.5	119.3	115.4	710.2	494.8	311.1	213.4	309.3	318.6	132.4	124.8
	II	146.6	126.9	108.7	166.0	737.7	467.2	258.5	205.0	455.6	147.7	126.3	124.2
	III	142.2	130.1	105.7	521.2	396.6	443.8	229.9	187.8	187.2	242.3	130.9	125.1
1953	I	124.4	124.8	101.4	67.3	210.9	209.5	715.4	230.5	192.7	502.7	871.1	150.8
	II	124.4	118.0	91.7	180.1	223.9	260.7	511.7	201.3	168.2	454.1	292.5	151.1
	III	125.7	118.5	77.0	210.0	239.0	520.1	307.7	203.8	412.3	987.1	199.5	158.5
1954	I	130.8	112.0	119.3	257.8	298.6	515.3	563.6	234.9	396.4	142.9	124.3	131.0
	II	126.2	104.0	117.2	244.9	413.3	684.4	321.8	412.7	366.9	114.5	121.3	504.1
	III	120.7	133.8	126.8	183.3	404.1	575.1	237.2	918.5	240.1	120.3	123.2	207.3
1955	I	184.4	203.3	148.0	216.3	250.0	442.5	319.5	212.1	173.4	109.7	127.4	129.6
	II	189.4	166.0	152.5	227.8	287.2	797.2	248.0	198.7	164.8	108.4	135.2	125.3
	III	160.4	182.1	156.6	236.6	258.9	545.9	273.7	202.1	131.1	172.1	131.7	124.0
1956	I	126.4	125.1	75.5	223.7	358.2	520.1	611.0	269.8	951.3	325.6	119.2	120.9
	II	131.4	99.8	63.1	499.6	364.7	420.1	587.4	298.2	419.5	147.5	123.1	117.8
	III	130.3	81.6	114.8	621.0	607.4	267.0	411.1	555.5	412.5	149.3	119.7	121.7
1957	I	122.7	126.6	122.1	153.4	213.9	488.9	696.4	241.0	239.0	105.5	138.0	140.9
	II	123.7	122.1	115.6	158.2	229.9	1121.9	297.6	486.6	199.8	105.3	447.4	411.9
	III	120.3	127.3	128.8	195.8	355.1	1176.3	277.3	269.8	153.7	103.0	198.0	201.0
1958	I	148.9	142.5	135.8	134.2	304.9	705.5	441.2	256.9	271.7	738.5	126.4	148.6
	II	141.7	169.6	119.1	249.3	528.3	353.7	362.8	263.4	209.6	711.8	200.3	159.1
	III	137.2	178.7	106.2	251.1	623.1	394.3	286.0	746.8	218.7	212.5	200.0	385.7
1959	I	193.4	143.3	242.6	235.5	568.5	408.1	295.0	218.2	201.5	103.5	198.2	644.0
	II	149.8	252.8	226.9	324.6	363.1	315.7	244.1	216.9	192.8	96.0	382.0	422.3
	III	150.0	163.2	215.0	271.3	494.3	369.6	222.8	217.8	135.8	157.6	306.8	232.2
1960	I	174.3	179.2	201.4	268.0	245.4	567.1	676.4	519.3	323.9	1006.4	1107.2	272.3
	II	160.0	198.6	261.2	389.4	575.5	571.7	747.4	673.1	696.0	942.0	567.4	359.1
	III	194.4	251.3	202.9	298.2	987.5	650.6	462.3	596.7	1176.9	989.6	393.0	279.8
1961	I	189.5	158.3	173.7	160.0	410.3	604.7	465.7	238.1	238.8	139.8	171.8	232.2
	II	180.6	157.0	179.3	400.4	292.3	639.9	427.1	245.6	194.0	114.0	394.5	186.1
	III	153.3	234.0	170.8	579.0	266.6	604.4	299.3	239.0	144.2	152.4	215.6	165.2
1962	I	150.1	138.3	112.0	99.8	281.6	445.6	249.7	229.0	172.2	80.8	89.3	117.6
	II	147.1	118.9	97.9	125.7	325.8	312.3	240.2	228.5	159.9	76.1	117.0	133.6
	III	139.0	119.7	95.2	312.8	325.4	354.1	236.1	193.5	105.4	66.3	118.1	131.4

(*) Risultano dalla *differenza* fra le cifre esposte nella Tab. 3 e quelle esposte nella Tab. 1 c.

LIVELLI DEL LAGO MAGGIORE AL 1°, 11 E 21 DI OGNI MESE AL NETTO DELL'INFLUENZA DEI SERBATOI ALPINI (*)

Anni	gg.	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
	1	1.23	0.79	0.41	0.21	0.47	1.05	1.11	1.07	1.06	1.00	1.13	1.14
1948	11	1.10	0.73	0.24	0.25	0.93	0.99	1.07	1.74	1.98	0.94	1.34	0.93
	21	0.88	0.61	0.28	0.36	1.01	1.69	1.04	1.17	1.17	0.88	1.32	0.75
	1	0.52	0.18	— 0.52	— 1.09	— 0.22	1.45	0.82	0.00	— 0.26	— 0.47	— 0.51	0.14
1949	11	0.48	— 0.07	— 0.77	— 1.10	0.95	0.90	0.59	— 0.13	— 0.34	— 0.54	— 0.63	0.24
	21	0.37	— 0.30	— 0.97	— 1.03	0.61	0.91	0.40	— 0,39	— 0.43	— 0.63	— 0.49	0.23
	1	0.13	— 0.36	— 0.58	— 0.51	0.44	0.97	1.12	0.69	0.77	0.87	0.48	0.78
1950	11	— 0.01	— 0.52	— 0.58	— 0.51	0.49	0.97	1.08	0.50	0.83	0.79	0.26	1.00
	21	— 0.17	— 0.62	— 0.55	0.24	1.29	1.04	0.99	0.75	0.82	0.69	0.37	1.07
	1	1.17	1.12	0.61	— 0.11	0.57	2.17	1.82	1.19	1.23	0.83	1.24	1.93
1951	11	1.21	0.94	0.39	— 0.05	0.60	2.07	1.31	2.19	0.96	0.78	3.29	1.59
	21	1.14	0.81	0.22	— 0.06	0.76	1.91	1.22	1.19	0.91	0.72	3.38	1.56
	1	1.47	0.80	— 0.01	— 0.47	0.80	0.85	1.10	0.91	0.57	0.89	1.10	1.33
1952	11	1.31	0.50	— 0.20	— 0.10	1.42	0.96	1.12	0.76	1.03	0.74	1.16	1.34
	21	1.09	0.22	— 0.39	— 0.01	0.88	1.26	1.07	0.69	0.75	0.74	1.28	1.26
	1	1.11	0.37	— 0.42	— 0.81	— 0.02	0.01	1.59	1.16	0.58	1.65	2.76	1.79
1953	11	0.94	0.06	— 0.60	— 0.03	— 0.12	0.24	1.34	0.99	0.20	1.23	1.77	1.77
	21	0.67	— 0.23	— 0.76	— 0.01	— 0.17	0.95	1.20	0.80	0.51	2.29	1.84	1.65
	1	1.45	0.74	0.17	0.26	0.54	0.73	1.12	1.01	1.56	1.19	1.14	1.03
1954	11	1.22	0.51	0.05	0.61	0.57	1.15	1.15	1.16	1.19	1.15	1.02	1.83
	21	1.01	0.39	0.11	0.56	0.57	1.15	1.13	1.31	1.31	1.10	0.80	1.60
	1	1.60	1.40	0.82	0.37	— 0.06	0.60	1.14	1.23	0.35	0.28	1.14	1.13
1955	11	1.58	1.25	0.59	0.25	0.27	2.13	1.17	1.03	0.53	0.12	1.27	0.99
	21	1.55	1.03	0.37	0.06	0.60	1.28	1.24	0.67	0.42	0.13	1.26	0.81
	1	0.56	— 0.26	— 0.92	0.40	0.57	0.90	1.06	1.29	2.21	1.50	1.37	1.28
1956	11	0.27	— 0.53	— 0.98	0.44	0.61	0.95	1.23	1.22	1.68	1.34	1.40	1.12
	21	0.05	— 0.79	— 1.01	1.08	0.74	1.00	1.45	1.34	1.23	1.31	1.39	0.91
	1	0.65	0.07	— 0.31	0.23	0.37	0.58	1.92	1.08	1.13	0.17	— 0.04	1.47
1957	11	0.60	— 0.13	— 0.42	0.31	0.36	1.14	1.23	1.00	0.71	0.03	1.65	1.43
	21	0.36	— 0.22	— 0.46	0.33	0.46	1.96	1.31	1.35	0.34	0.02	1.54	1.48
	1	1.40	0.98	0.66	0.27	0.46	1.62	1.31	1.48	1.82	1.61	1.86	2.08
1958	11	1.32	0.77	0.53	0.52	0.55	1.21	1.44	1.38	1.69	1.88	1.96	1.97
	21	1.20	0.83	0.41	0.46	0.68	1.25	1.54	1.95	1.47	1.90	2.08	2.01
	1	1.92	1.36	0.65	0.56	1.03	0.82	1.40	1.45	0.99	0.53	1.89	2.14
1959	11	1.80	1.13	0.70	0.58	0.70	1.07	1.33	1.13	0.72	0.45	1.96	1.92
	21	1.59	0.83	0.56	0.62	0.67	1.19	1.52	0.90	0.37	0.66	2.04	1.85
	1	1.82	1.59	0.91	0.67	0.46	1.19	1.91	1.52	1.49	2.30	3.23	2.04
1960	11	1.77	1.43	0.87	0.62	0.51	1.30	2.22	1.62	1.48	2.94	2.28	2.14
	21	1.56	1.14	0.76	0.54	2.04	1.35	1.73	2.18	3.68	1.92	2.11	2.05
	1	1.92	1.49	0.86	0.57	0.54	0.78	1.39	1.43	0.99	0.16	1.97	2.13
1961	11	1.89	1.25	0.74	0.68	0.40	1.18	1.41	1.42	0.64	1.02	1.99	2.05
	21	1.72	1.07	0.73	0.61	0.44	1.15	1.56	1.47	0.31	1.11	2.10	2.02
	1	1.85	1.15	0.26	— 0.39	0.55	0.66	1.12	0.62	0.20	— 0.01	— 0.14	1.65
1962	11	1.74	0.80	0.08	— 0.52	0.65	0.73	0.98	0.71	0.33	— 0.04	1.36	1.45
	21	1.51	0.50	— 0.17	0.26	0.64	0.97	0.85	0.44	0.12	— 0.09	1.74	1.24

(*) S'intende, a parità di regime delle erogazioni, definito delle portate indicate nella Tab. 3.

LIVELLI DEL LAGO MAGGIORE AL 1°, 11 E 21 DI OGNI MESE CON IPOTESI DI ASSENZA DEGLI INVASI DEI SERBATOI ALPINI NEI PERIODI IN CUI IL LIVELLO E' INFERIORE A 1 m (*)

Anni	gg.	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
	1	1.35	1.02	0.78	0.67	0.90	1.48	0.97	*0.93*	*0.84*	0.80	1.02	1.15
1948	11	1.24	1.00	0.68	0.74	1.31	1.04	0.94	1.52	1.74	0.79	1.24	1.01
	21	1.06	0.92	0.72	0.84	1.26	1.60	0.90	*0.95*	0.92	0.77	1.26	0.90
	1	0.73	0.55	— 0.02	— 0.54	*0.34*	1.69	*0.91*	*0.10*	*— 0.17*	*— 0.38*	— 0.38	0.31
1949	11	0.73	0.37	— 0.24	*— 0.54*	1.33	1.02	*0.69*	*— 0.03*	*— 0.25*	*— 0.44*	— 0.48	0.42
	21	0.68	0.18	— 0.43	*— 0.47*	*0.99*	*1.00*	*0.49*	*— 0.29*	*— 0.34*	— 0.51	— 0.33	0.41
	1	0.33	— 0.04	— 0.17	0.01	0.98	1.17	1.00	*0.56*	*0.64*	0.75	0.51	0.89
1950	11	0.22	— 0.16	— 0.13	0.03	0.98	1.01	*0.95*	0.37	*0.70*	0.71	0.34	1.13
	21	0.11	— 0.23	— 0.07	0.78	1.68	*1.00*	*0.86*	*0.63*	*0.70*	0.66	0.46	1.23
	1	1.35	1.38	0.96	0.37	1.05	2.43	1.75	1.01	*1.00*	0.60	1.08	1.71
1951	11	1.42	1.25	0.79	0.46	1.06	2.22	1.22	1.98	*0.73*	0.58	3.10	1.39
	21	1.37	1.14	0.66	0.47	1.13	1.91	1.07	*0.99*	*0.68*	0.57	3.16	1.41
	1	1.37	0.90	0.31	0.00	1.22	1.03	*1.00*	*0.79*	*0.44*	*0.77*	*1.00*	1.27
1952	11	1.27	0.67	0.19	0.40	1.76	1.00	*1.00*	*0.64*	*0.91*	0.62	1.05	1.32
	21	1.11	0.48	0.05	0.48	1.15	1.19	*0.94*	*0.56*	*0.63*	0.65	1.20	1.29
	1	1.16	0.57	— 0.07	— 0.33	0.48	*0.51*	1.55	*0.99*	0.41	1.44	2.48	1.49
1953	11	1.02	0.32	— 0.20	0.47	*0.38*	*0.74*	1.20	*0.82*	0.06	1.00	1.50	1.49
	21	0.81	0.09	— 0.32	0.49	*0.34*	1.05	1.03	*0.62*	0.38	2.02	1.50	1.41
	1	1.26	0.73	0.37	0.63	0.97	1.04	1.02	*0.87*	1.19	0.87	0.93	0.92
1954	11	1.09	0.57	0.32	0.97	1.00	1.35	1.00	*1.00*	0.83	0.86	0.83	1.74
	21	0.94	0.54	0.44	0.95	*1.00*	1.20	*0.99*	1.03	0.94	0.85	0.66	1.52
	1	1.53	1.38	0.97	0.75	*0.39*	*1.00*	1.00	*0.99*	0.15	0.11	1.07	1.13
1955	11	1.52	1.27	0.83	0.67	*0.72*	2.22	*1.00*	*0.79*	*0.34*	— 0.01	1.21	1.03
	21	1.50	1.11	0.68	0.51	*1.00*	1.26	1.01	0.45	0.22	0.05	1.22	0.89
	1	0.70	0.01	— 0.48	0.92	1.09	1.15	1.03	1.06	1.85	1.11	1.10	1.17
1956	11	0.46	— 0.24	— 0.50	0.98	1.08	1.07	1.09	0.98	1.29	0.97	1.16	1.06
	21	0.28	— 0.41	— 0.49	1.61	1.14	1.04	1.23	1.07	0.88	0.99	1.21	0.93
	1	0.72	0.35	0.11	0.74	*0.91*	1.03	1.80	0.88	0.83	0.02	— 0.02	1.50
1957	11	0.73	0.21	0.05	0.84	*0.90*	1.47	1.03	*0.79*	0.45	— 0.06	1.65	1.49
	21	0.56	0.17	0.03	0.87	*1.00*	2.00	1.10	1.04	0.14	— 0.02	1.55	1.56
	1	1.50	1.19	0.98	0.73	0.99	1.68	1.01	*0.97*	1.12	*0.96*	1.24	1.54
1958	11	1.46	1.02	0.91	1.01	1.03	1.09	1.05	*0.87*	1.02	1.16	1.39	1.50
	21	1.36	1.10	0.84	0.99	1.01	1.04	1.02	1.27	0.82	1.18	1.53	1.61
	1	1.55	1.26	0.81	0.90	1.49	1.05	1.11	*0.97*	*0.51*	*0.05*	1.42	1.75
1959	11	1.51	1.13	0.90	0.96	1.15	1.09	*1.00*	*0.66*	*0.24*	*— 0.03*	1.53	1.56
	21	1.39	0.93	0.84	1.02	1.08	1.07	1.05	*0.43*	*— 0.11*	*0.18*	1.63	1.52
	1	1.52	1.46	1.01	1.01	0.96	1.22	1.51	1.05	0.95	1.69	2.59	1.51
1960	11	1.51	1.39	1.04	1.03	1.00	1.17	1.77	1.08	*0.95*	2.31	1.65	1.64
	21	1.38	1.20	1.00	1.00	2.26	1.07	1.25	1.62	3.06	1.31	1.52	1.58
	1	1.53	1.39	1.01	0.95	0.96	1.10	1.09	*0.93*	*0.49*	*— 0.35*	1.35	1.57
1961	11	1.55	1.24	0.98	1.08	*0.83*	1.36	*1.00*	*0.91*	*0.14*	*0.52*	1.40	1.52
	21	1.49	1.15	1.01	1.02	*0.86*	1.14	1.06	*0.97*	*— 0.19*	*0.61*	1.52	1.52
	1	1.40	1.03	0.45	0.05	1.02	1.02	1.04	*0.54*	*0.12*	*— 0.09*	*— 0.22*	1.38
1962	11	1.37	0.80	0.36	— 0.03	1.08	1.00	*0.90*	*0.63*	*0.25*	*— 0.12*	*1.00*	1.24
	21	1.25	0.59	0.18	0.75	1.05	1.08	*0.77*	*0.36*	*0.01*	*— 0.17*	1.40	1.09

(*) Le variazioni rispetto ai livelli di cui alla Tab. 2 sono indicate dai numeri in corsivo.

Finito di stampare il 10 febbraio 1964
nella Tipografia De Silvestri - Milano

CONSORZIO DEL TICINO

Studi per la regolazione del Lago Maggiore
e per la utilizzazione delle acque del Fiume Ticino

Prof.Ing.Luigi Gherardelli

INFLUENZA DEI SERBATOI MONTANI ALPINI SULLA REGOLAZIONE DEL LAGO MAGGIORE

(Nota aggiuntiva alla Memoria n.9)

Milano
1964

INFLUENZA DEI SERBATOI MONTANI ALPINI SULLA REGOLAZIONE DEL LAGO MAGGIORE

- - -

Nota aggiuntiva

- - -

Nella memoria "Influenza dei serbatoi montani alpini sulla regolazione del Lago Maggiore" abbiamo considerato un complesso di serbatoi industriali per circa 296 milioni di mc, di cui 158 ricadenti in territorio italiano, (tutti sul Toce), e 138 in territorio svizzero. L'effettivo andamento dell'esercizio dei serbatoi era noto (per valori decadici) solo per i serbatoi italiani: abbiamo quindi supposto, data la somiglianza dei regimi idrologici e quella dell'esercizio idroelettrico, che i serbatoi svizzeri avessero avuto lo stesso regime di esercizio di quelli italiani.

Ipotesi questa del tutto ammissibile, in quanto lo scopo dello studio non era tanto quello di sapere che cosa era successo il tale o tal'altro giorno, ma semplicemente quello di riconoscere l'influenza che un regime di esercizio idroelettrico di tipo alpino poteva esercitare sulle vicende del lago Maggiore.

Avendo però potuto reperire i dati anche per i serbatoi svizzeri (per una capacità complessiva di 128 milioni di mc), per valori mensili, dal 1949 a oggi, si sono ripe=

tuti i calcoli, i quali confermano sostanzialmente quelli precedentemente pubblicati.

A titolo di esempio riportiamo l'andamento del calo dei livelli dal 1° luglio al 30 ottobre 1962 così come fu calcolato nella detta memoria e come ora possiamo rico= struire con i dati effettivi dei serbatoi svizzeri. Le cal= colazioni sono per valori mensili e non decadici, dato che i livelli dei serbatoi svizzeri sono noti solo per le let= ture fatte alla fine del mese. Come origine dei livelli, al 1° luglio, si assume la quota di 1,04 come effettiva= mente si verificò e che già è di poco superiore al livello di concessione.

Come si vede i livelli "naturali", definiti come quel= li che il lago Maggiore - con le stesse erogazioni dalla Miorina - avrebbe assunto in mancanza dei serbatoi alpini, sono praticamente gli stessi, sia col primo calcolo che col secondo: le differenze non sono tali da modificare le conclusioni cui si pervenne nella citata relazione.

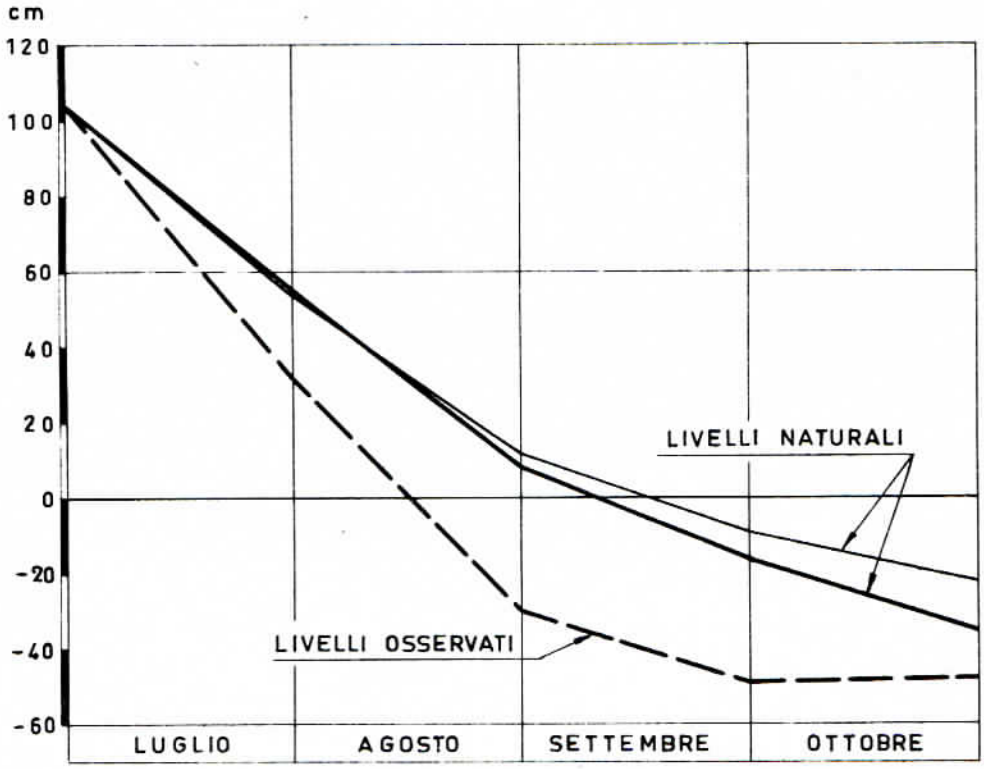
Si esibiscono del pari anche i grafici dei primi tre "casi critici" così come furono definiti nella precedente relazione. Anche da questi si rileva come le differenze siano del tutto inessenziali, tanto più poi se si considera che dai dati svizzeri sono esclusi tre modesti serbatoi (circa una decina di milioni di mc in totale), evidentemen= te ritenuti non di carattere stagionale.

Milano, Maggio 1964

REGOLAZIONE DEL LAGO MAGGIORE

(CON ANDAMENTO DEGLI INVASI E SVASI DEI SERBATOI SVIZZERI, COME IN EFFETTO SI SONO VERIFICATI)

LIVELLI NATURALI E OSSERVATI, AL 1º DEL MESE, DA LUGLIO A OTTOBRE, NEL 1962, TENUTO CONTO DEL MASSIMO LIVELLO DI REGOLAZIONE (h = 1 m).

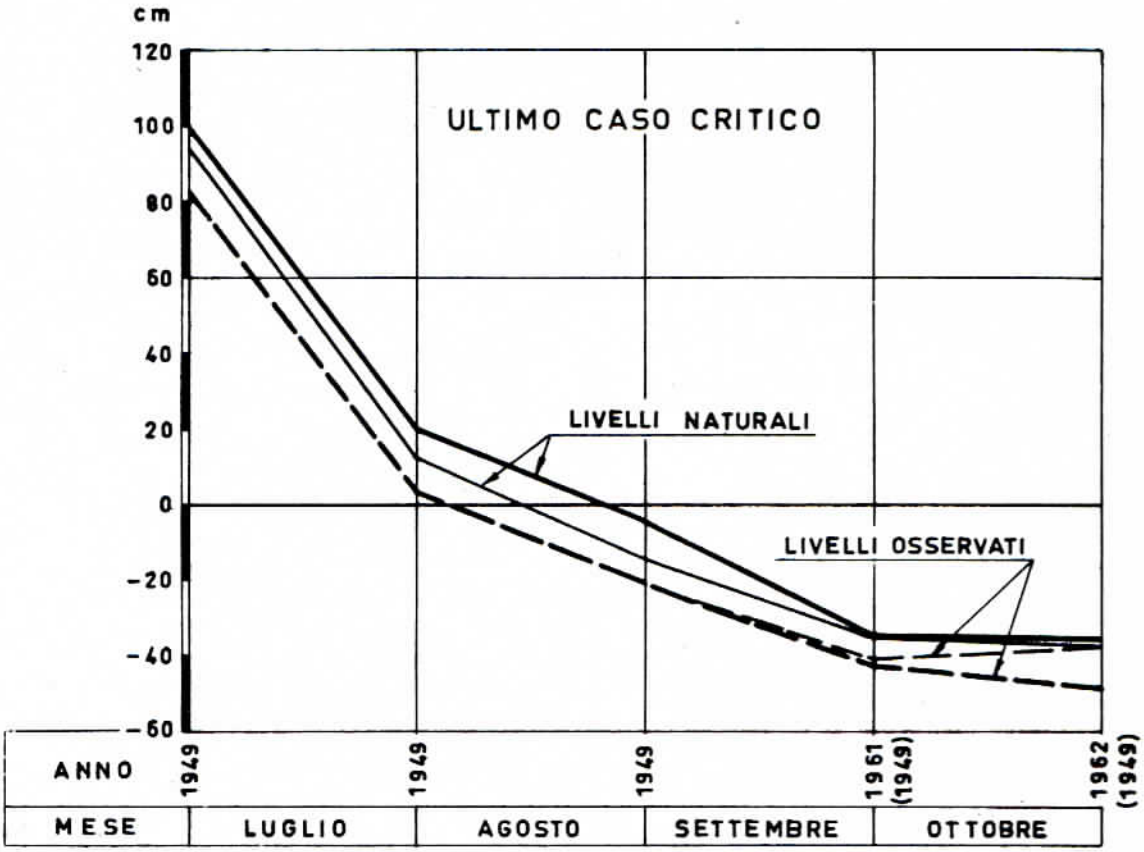


LE LINEE A SEGNO O TRATTO PIÙ SOTTILE SONO CORRISPONDENTI AI GRAFICI DELLA PUBBLICAZIONE DEL CONSORZIO DEL TICINO.

REGOLAZIONE DEL LAGO MAGGIORE

(CON ANDAMENTO DEGLI INVASI E SVASI DEI SERBATOI SVIZZERI, COME IN EFFETTO SI SONO VERIFICATI)

CASI PIÙ CRITICI, AL 1º DEL MESE, DA LUGLIO A OTTOBRE, TENUTO CONTO DEL VINCOLO DEL LIVELLO MASSIMO DI REGOLAZIONE (h = 1 m).

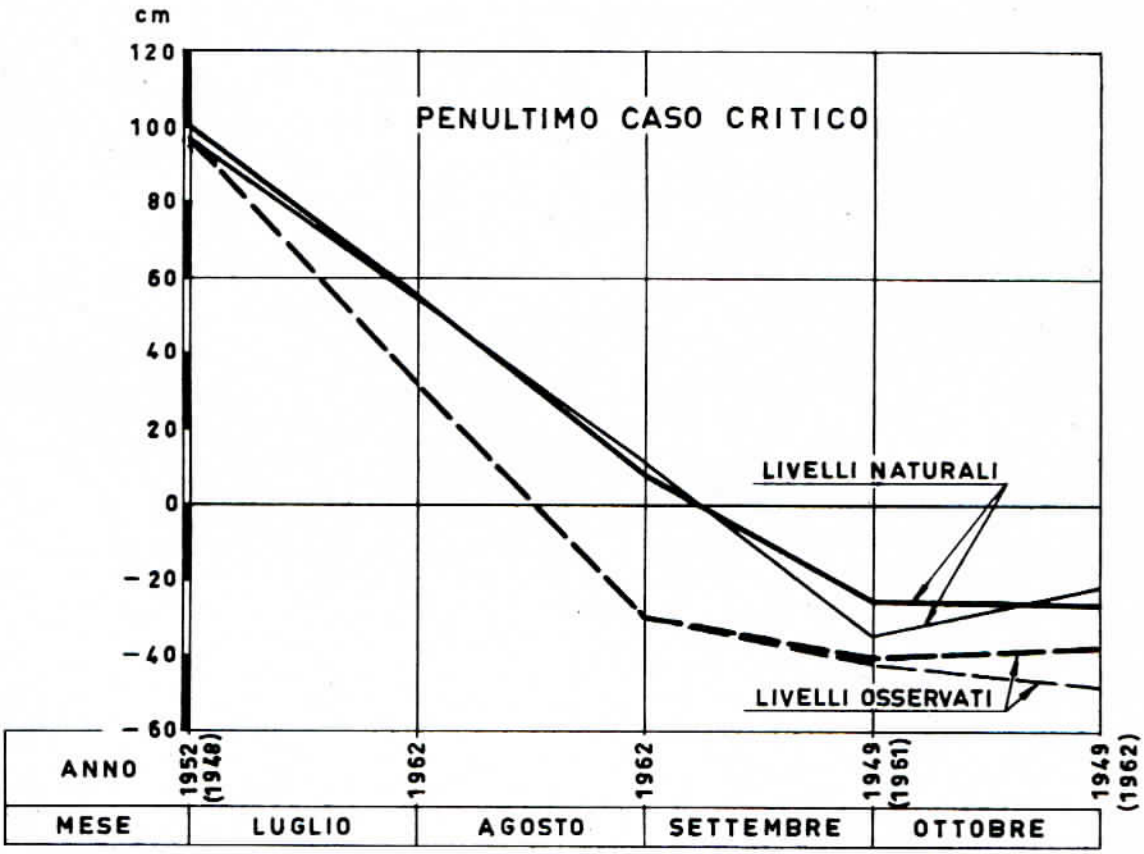


LE LINEE A SEGNO O TRATTO PIÙ SOTTILE SONO CORRISPONDENTI AI GRAFICI DELLA PUBBLICAZIONE DEL CONSORZIO DEL TICINO; COSÌ PURE GLI ANNI FRA PARENTESI

REGOLAZIONE DEL LAGO MAGGIORE

(CON ANDAMENTO DEGLI INVASI E SVASI DEI SERBATOI SVIZZERI, COME IN EFFETTO SI SONO VERIFICATI)

CASI PIÙ CRITICI, AL 1º DEL MESE, DA LUGLIO A OTTOBRE, TENUTO CONTO DEL VINCOLO DEL LIVELLO MASSIMO DI REGOLAZIONE (h = 1 m).

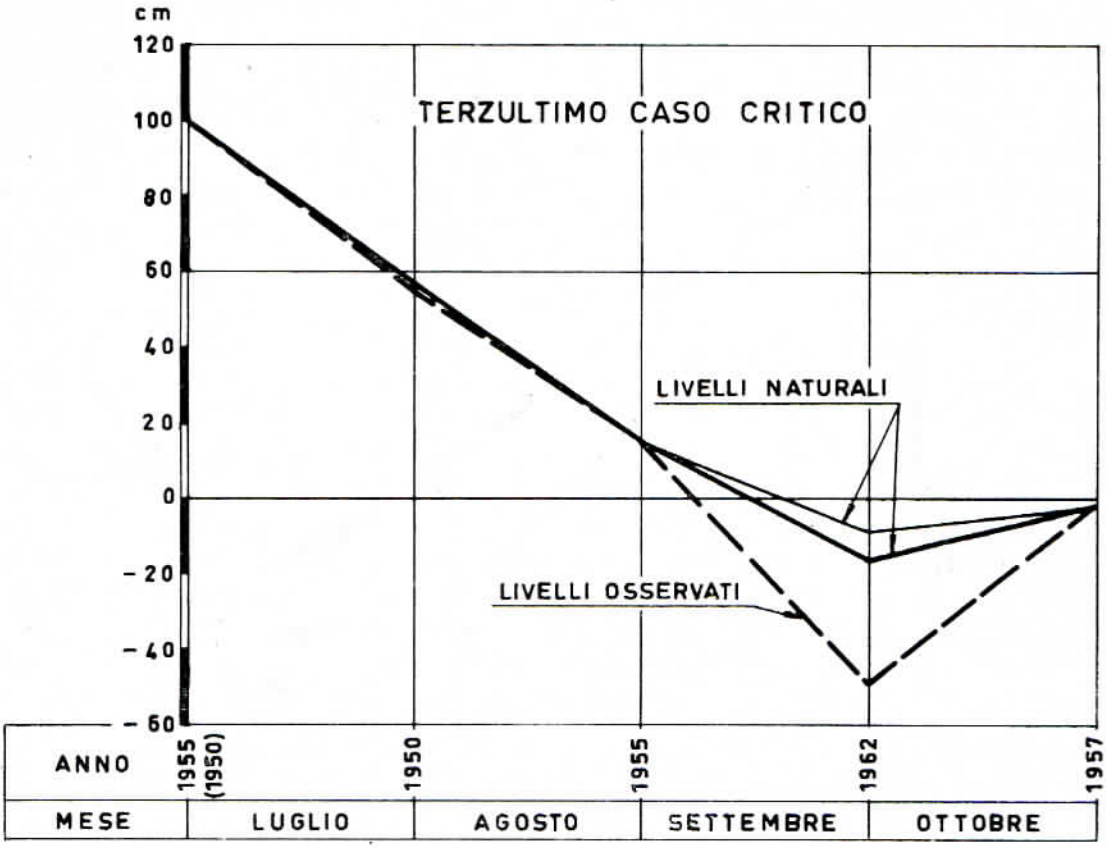


LE LINEE A SEGNO O TRATTO PIÙ SOTTILE SONO CORRISPONDENTI AI GRAFICI DELLA PUBBLICAZIONE DEL CONSORZIO DEL TICINO; COSÌ PURE GLI ANNI FRA PARENTESI

REGOLAZIONE DEL LAGO MAGGIORE

(CON ANDAMENTO DEGLI INVASI E SVASI DEI SERBATOI SVIZZERI, COME IN EFFETTO SI SONO VERIFICATI)

CASI PIÙ CRITICI, AL 1º DEL MESE, DA LUGLIO A OTTOBRE, TENUTO CONTO DEL VINCOLO DEL LIVELLO MASSIMO DI REGOLAZIONE (h = 1 m).



LE LINEE A SEGNO O TRATTO PIÙ SOTTILE SONO CORRISPONDENTI AI GRAFICI DELLA PUBBLICAZIONE DEL CONSORZIO DEL TICINO; COSÌ PURE GLI ANNI FRA PARENTESI