

STUDI SASSARESI

Sezione III

1977

Volume XXV

ANNALI DELLA FACOLTÀ DI AGRARIA DELL'UNIVERSITÀ
DI SASSARI

DIRETTORE: O. SERVAZZI

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



ORGANO UFFICIALE
DELLA SOCIETÀ SASSARESE DI SCIENZE MEDICHE E NATURALI

GALLIZZI - SASSARI - 1978

St. Sass. III Agr.

Istituto di Idraulica Agraria dell'Università di Sassari
(Direttore: Prof. Ing. G. TORRE)

**Stima dei parametri delle curve di possibilità climatiche
per la Sardegna**

(GUGLIELMO TORRE)

Nello studio delle opere e dei manufatti idraulici [12] — che devono resistere alle piene provocate dalle piogge di notevoli intensità e brevi durate — si rende indispensabile la conoscenza della relazione piogge-durate-frequenze e quindi delle curve di probabilità pluviometriche [17] (serie dei massimi annuali) ovvero delle curve di possibilità climatiche [10] (serie dei casi critici).

Lo scopo pertanto del presente lavoro è la determinazione dei parametri a_r ed n_r , della classica espressione monomia,

$$h_{r,T} = a_r t^{n_r} \quad (1)$$

al variare del periodo di ritorno (T) e quindi con possibilità di estendere la validità della predetta equazione ad intervalli maggiori di quelli definiti dalle serie dei valori a disposizione od anche determinare le probabilità effettive degli eventi registrati.

Tenendo conto dell'importanza che rivestono le serie dei casi critici, per la risoluzione dei problemi ad esse connesse [5] sarà fatto specifico riferimento proprio a queste serie, considerando un numero di casi critici pari al numero degli anni di osservazione (N).

Vengono pertanto considerate le altezze di pioggia critiche di 43 stazioni pluviografiche della Sardegna [15] le cui caratteristiche [14] sono riportate nella tabella I.

Per ciascuna durata (t) — una, tre, sei, dodici e ventiquattro ore — i dati, disposti in ordine crescente, sono stati regolarizzati, in accordo con altre indagini [2] [3] [4] [6] con l'equazione della retta logaritmico-probabilistica

$$u = a \lg h + b \quad (2)$$

Tab. I - Caratteristiche delle stazioni pluviografiche

Numero d'ordine	Pluviografo	Bacino	Bacino principale	Quota m s.m.	a ₁₀₀	\bar{n}
1	Corongiu	Sa Pispisa	Sa Pispisa	126	37,6	0,329
2	Cagliari	V. fra Pispisa e Sassu	V. fra Pispisa e Sassu	7	56,3	0,250
3	Sarcidano	Fluminimannu	Fluminimannu	699	44,2	0,227
4	Mandas	Lanessi	"	491	41,3	0,245
5	Sanluri	Fluminimannu	"	68	51,8	0,221
6	Iglesias	Cixerri	"	193	50,8	0,306
7	Is Cannoneris	Rio di Pula	Rio di Pula	716	53,1	0,467
8	Pula	"	"	10	51,7	0,250
9	Campanaisa	Mannu di Narcao	Rio di Palmas	220	38,5	0,442
10	Fluminimaggiore	Fluminimaggiore	Fluminimaggiore	45	35,4	0,332
11	Santa Giusta	V. fra R. di Mogoro e Tirso	V. fra R. di Mogoro e Tirso	10	43,3	0,206
12	Fonni	Taloro	Tirso	992	43,5	0,307
13	Desulo	Araxisi	"	920	38,6	0,374
14	Sorgono	"	"	687	35,1	0,341
15	Allai	Massari	"	50	40,4	0,269
16	Santulussurgiu	Mannu di Santulussurgiu	Mannu di Santulussurgiu	557	40,7	0,441
17	Seneghe	"	"	300	43,2	0,340
18	Villanova Monteleone	Temo	Temo	567	50,8	0,268
19	Campeda	R. di Campeda	"	651	31,2	0,317
20	Bosa	Temo	"	13	51,8	0,264
21	Fertilia	Barca	Barca	39	33,7	0,259
22	Osilo	Mascari	Mannu di Porto Torres	650	45,1	0,272
23	Bunnari	"	"	284	49,3	0,257
24	Sassari	"	"	224	51,9	0,242
25	Ozieri	Mannu di Ozieri	Coghinas	390	66,6	0,162
26	Monti	Mannu di Berchidda	"	296	47,1	0,414
27	Martis	R. Altana	"	300	38,1	0,344
28	Valliccioia	Liscia	Liscia	1000	44,6	0,462
29	Tempio	"	"	558	43,0	0,347
30	Oliba	V. fra R. Arzach. e Luanied.	V. fra R. Arzach. e Luanied.	15	47,4	0,347
31	Nuoro	Cedrino	Cedrino	545	43,5	0,438
32	Cala Gonone	V. fra Cedr. e Cod. de Luna	V. fra Cedr. e Cod. de Luna	25	63,1	0,381
33	Talana	Praaera	Praaera	682	71,1	0,557
34	Arzana	Foddeddu	Foddeddu	674	64,4	0,540
35	Lanusei	"	"	595	67,6	0,540
36	Ierzu	Padru	Padru	550	46,9	0,454
37	Sicca d'Erba	Bacu Sicca d'Erba	Flumendosa	825	73,0	0,588
38	Taccu Zippiri	Flumendosa	"	825	31,1	0,359
39	Pira de Onni	"	"	870	48,7	0,493
40	Nurri	"	"	557	52,7	0,238
41	Seui	Muluttu	"	812	41,0	0,456
42	Ballao	Flumendosa	"	100	66,4	0,410
43	Campuomu	Sa Picocca	Sa Picocca	390	47,6	0,457

in cui u è la variabile ridotta e le costanti sono

$$a = \frac{r}{s(\lg h)} \quad b = - \frac{\overline{\lg h}}{s(\lg h)} \quad (3)$$

avendo indicato con $\overline{\lg h}$ la media dei logaritmi delle altezze di pioggia e con $s(\lg h)$ lo scarto quadratico medio dei logaritmi delle altezze di precipitazione della durata t .

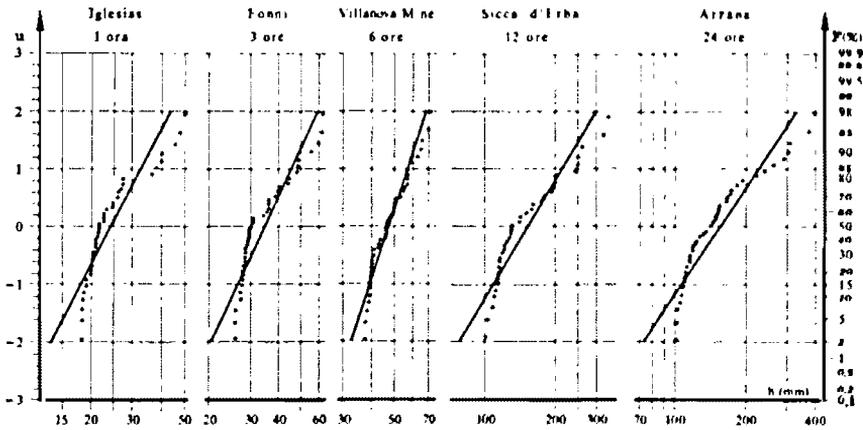


Fig. 1 - Frequenze cumulate e rette di probabilità.

Ad ogni evento di pioggia è stata associata la propria frequenza (F) in riferimento al numero delle osservazioni (N) ed all'ordine (m) dell'evento medesimo e cioè:

$$F = \frac{m}{N+1} \quad (4)$$

Tutte le coppie, dei valori (h, F), trasferite sul cartogramma probabilistico — dei quali si riportano in fig. 1 alcuni esemplari — si discostano lievemente dalle rette di equazione (2) fornendo in tal modo un primo orientamento circa l'applicabilità della predetta distribuzione. Poiché, però, tale criterio è evidentemente soggettivo per verificare se la distribuzione teorica prescelta è atta a rappresentare la distribuzione delle osservazioni

disponibili si è fatto ricorso al criterio di accettabilità fornito dalla *distribuzione t*, applicato agli scostamenti tra i valori teorici ed effettivi delle altezze di pioggia a mezzo dell'espressione

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}} \quad (5)$$

i cui valori (es.: tab. II) sono risultati tutti minori dei corrispondenti a livello di significatività di $P = 0,10$.

Tab. II - Valutazione della differenza delle medie d fra le altezze di pioggia osservate e regolarizzate (Staz. Fonnì - 3 ore)

n	h_e	h	d	d^2	n	h_e	h	d	d^2
1	26,0	20,6	5,4	29,16	21	31,0	35,0	-4,0	16,00
2	26,0	22,3	3,7	13,69	22	31,0	35,6	-4,6	21,16
3	26,4	23,6	2,8	7,84	23	34,3	36,2	-1,9	3,61
4	27,0	24,6	2,4	5,76	24	35,0	36,8	-1,8	3,24
5	27,4	25,5	1,9	3,61	25	35,8	37,4	-1,6	2,56
6	27,6	26,2	1,4	1,96	26	36,0	38,1	-2,1	4,41
7	27,6	26,9	0,7	0,49	27	36,0	38,7	-2,7	7,29
8	27,6	27,6	0	0	28	38,0	39,5	-1,5	2,25
9	28,0	28,2	-0,2	0,04	29	39,2	40,2	-1,0	1,00
10	28,2	28,8	-0,6	0,36	30	40,2	41,0	-0,8	0,64
11	28,5	29,4	-0,9	0,81	31	43,6	41,9	1,7	2,89
12	28,6	30,0	-1,4	1,96	32	44,8	42,9	1,9	3,61
13	28,6	30,5	-1,9	3,61	33	48,0	44,0	4,0	16,00
14	29,0	31,1	-2,1	4,41	34	48,4	45,1	3,3	10,89
15	29,0	31,6	-2,6	6,76	35	48,4	46,5	1,9	3,61
16	29,2	32,2	-3,0	9,00	36	55,0	48,1	6,9	47,61
18	29,4	32,7	-3,3	10,89	37	59,8	50,2	9,6	92,16
17	29,6	33,3	-3,7	13,69	38	61,8	52,9	8,9	79,21
19	29,6	33,8	-4,2	17,64	39	61,8	57,5	4,3	18,48
20	30,0	34,4	-4,4	19,36			Totale	10,5	487,66

$$\bar{d} = 10,5/39 = 0,269 \quad s_d = \sqrt{\frac{487,66 - 10,5^2/39}{38}} = 3,572$$

$$\frac{s_d}{\sqrt{n}} = 0,572 \quad t = \frac{0,269}{0,572} = 0,4702$$

Non essendo, quindi, significative le differenze riscontrate la distribuzione (2) non è da rifiutarsi.

Indi per assegnati periodi di ritorno (T) e precisamente per 2, 5, 10, 20, 50, 100 anni i valori delle altezze di pioggia equiprobabili, forniti dalla legge del Galton corrispondenti alle diverse durate, successivamente elaborati hanno consentito la determinazione dei parametri a_r ed n_r della (1). In fig. 2 — su diagramma doppio-logaritmico — sono riportati i punti per i predetti periodi di ritorno e le rispettive curve segnalatrici di possibilità climatica inerenti la stazione pluviografica di Sicca d'Erba.

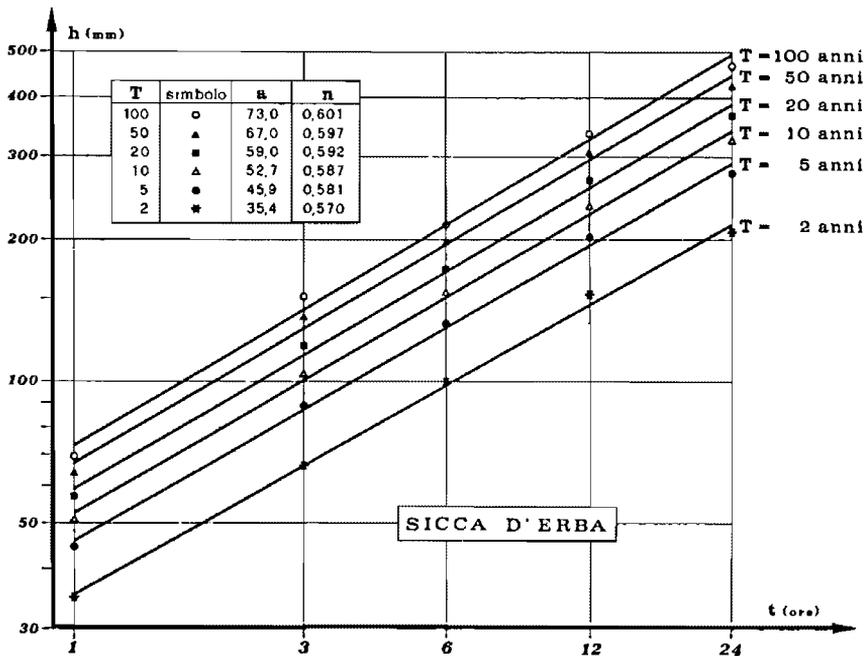


Fig. 2 - Curve di possibilità climatiche.

Tra i periodi di ritorno delle serie dei casi critici T_{cc} e dei massimi annuali T_{ma} , come è noto, esiste la seguente relazione [1] teorica:

$$T_{cc} = \frac{1}{\ln T_{ma} - \ln (T_{ma} - 1)} \quad (6)$$

che per valori di 2, 5 e 10 anni fornisce i rapporti di conversione riportati in tabella III, fra T_{ma} e T_{ca} .

In tabella figurano anche i valori empirici determinati da Hershfeld [8] unitamente a quelli sperimentali interessanti alcuni pluviografi della Sicilia [6] ed i pluviografi da noi esaminati.

Tab. III - *Rapporti fra le serie dei casi critici e quelli dei massimi annuali*

T (anni)	Chow	Guggino	Hershfield	Pluv. esaminati
2	1,39	1,13	1,21	1,19
5	1,12	1,04	1,06	1,06
10	1,05	1,01	0,99	1,00

Come risulta dalla predetta tabella i valori medi, da noi ottenuti, sono quasi identici a quelli dei pluviografi siciliani e quindi entrambi leggermente inferiori a quelli teorici. Ciò si è riscontrato anche, per $T > 10$ anni.

Tali rapporti consentono, dunque, con buona approssimazione di determinare — per prescelti periodi di ritorno — i valori dei casi critici noti quelli dei massimali annuali.

In accordo a quanto già riscontrato in altra indagine [11] il valore della esponente n_T è risultato praticamente indipendente, per ogni stazione, dai diversi periodi di ritorno e pertanto sono risultati quasi costanti al variare di T [12] i fattori di frequenza K [6] cioè i rapporti tra le altezze di pioggia di una medesima durata relativa a due qualsiasi valori di T .

In tabella V in corrispondenza dei valori delle piogge sono riportati anche i fattori:

$$K = \frac{h_{t, 100}}{h_{t, T}} \quad (7)$$

inerente la stazione di Mandas.

Tali fattori di frequenza consentono dunque di poter determinare anche il coefficiente a_T noto il valore della pioggia oraria centenaria (a_{100}).

In considerazione di quanto detto si è ritenuto opportuno riportare, in corrispondenza planimetrica di ciascuna stazione i dati delle precipitazioni orarie centenarie (a_{100}) ed i valori dell'esponente \bar{n} (tab. 1) tracciando così le rispettive isolinee (Tavole A e B), in analogia ad altre indagini [9] [11].

Tab. IV - Altezza di pioggia (mm) e fattori K. Stazione di Mandas

t (ore)	T (anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
1	25,4 0,61	30,3 0,73	33,3 0,80	35,8 0,87	39,0 0,94	41,3 1,00	43,6 1,05
3	33,2 0,60	39,6 0,73	43,5 0,80	47,0 0,87	51,2 0,94	54,2 1,00	57,2 1,05
6	39,2 0,61	46,9 0,73	51,5 0,80	55,7 0,86	60,8 0,94	64,4 1,00	68,0 1,05
12	46,2 0,60	55,5 0,73	61,0 0,80	66,0 0,86	72,1 0,94	76,5 1,00	80,8 1,06
24	54,6 0,60	65,6 0,72	72,3 0,80	78,3 0,86	85,6 0,94	90,9 1,00	96,0 1,06

Con tali carte si possono facilmente determinare i valori dei parametri da inserire nella (1) anche per le zone sprovviste di stazioni pluviografiche con l'accortezza di moltiplicare i valori dei parametri a , per i fattori di frequenza \bar{K} determinati come media dei valori di tutte le stazioni esaminate corrispondenti ai diversi periodi di ritorno (tab. V) e quindi la (1) può scriversi:

$$h_T = a_{100} \bar{K} h t^{\bar{K}} \quad (8)$$

Tab. V - Fattori medi di frequenza (\bar{K})

T	2	5	10	20	50	100
\bar{K}	0,547	0,678	0,761	0,837	0,931	1,000

La validità dell'applicazione del predetto fattore di frequenza è stata valutata attraverso gli scarti tra i valori di pioggia calcolati a mezzo di quest'ultimi ed i valori ottenuti applicando la (1) con i parametri che competono alle proprie stazioni.

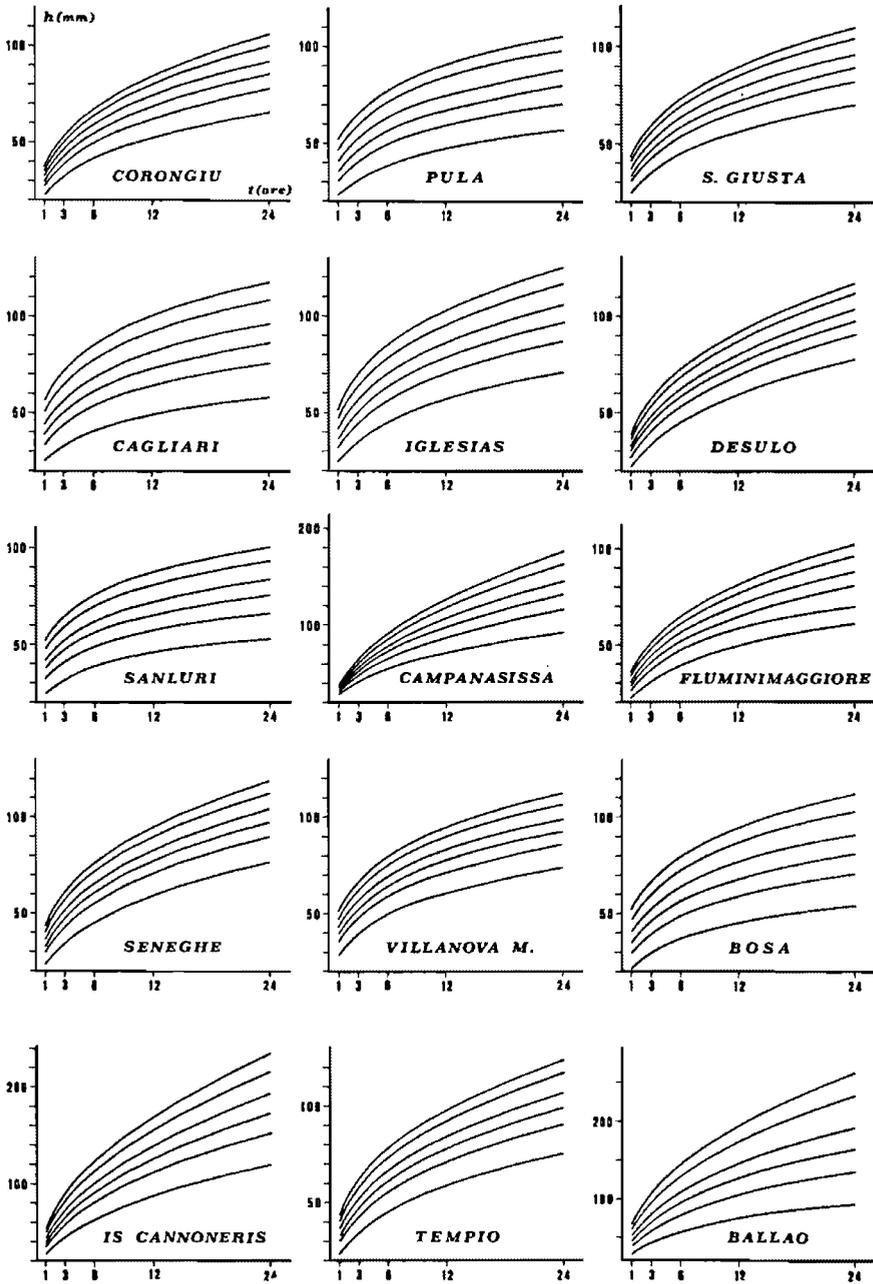


Fig. 3 - Curve di possibilità climatiche.

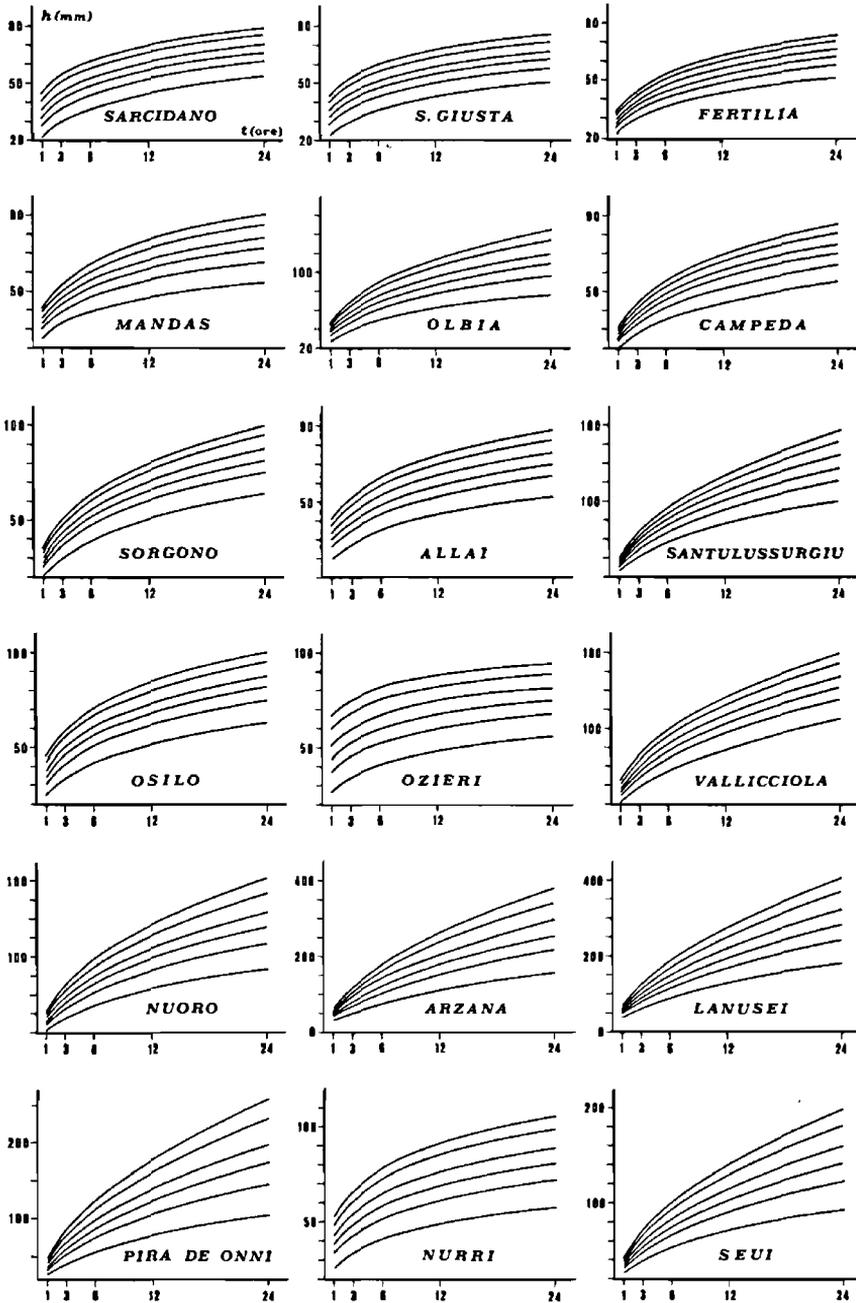


Fig. 4 - Curve di possibilità climatiche.

Tali scarti sono risultati tutti inferiori al 7% come si può riscontrare per alcune stazioni (tab. VI) e quindi tutti compresi nei limiti delle approssimazioni conseguenti all'impiego dei predetti parametri per la risoluzione degli specifici problemi connessi a tali indagini.

Si è ritenuto opportuno, inoltre, determinare anche le altezze di pioggia applicando l'espressione, proposta da altri Autori [11] che tiene conto sia del valore di a che dei parametri inerenti le equazioni di possibilità climatica delle mediane. Come si può rilevare dalla predetta tabella gli scarti tra

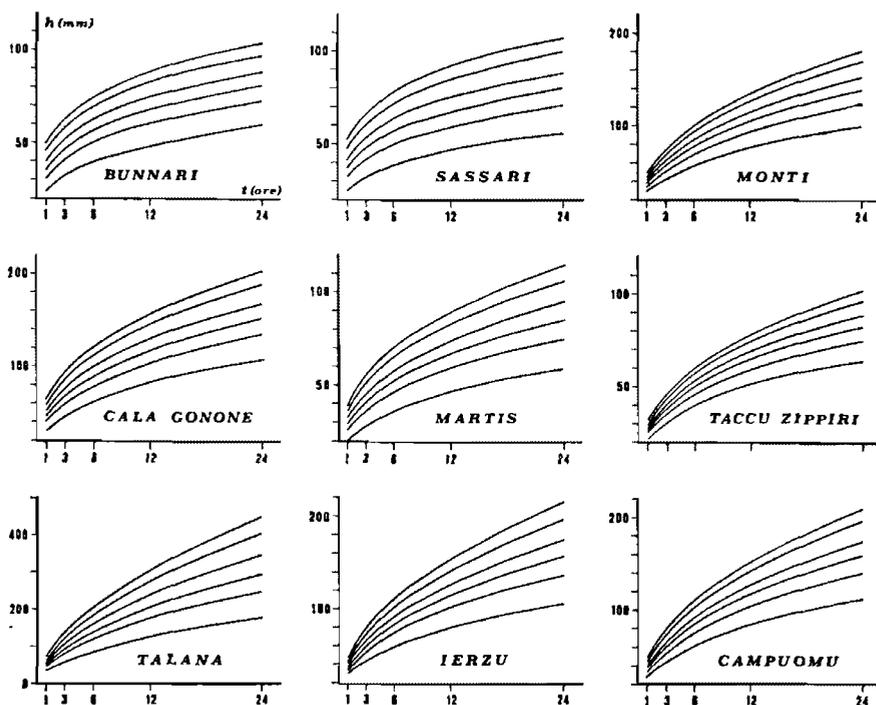


Fig. 5 - Curve di possibilità climatiche.

questi valori ed i corrispondenti (2^a e 3^a colonna) sono lievemente superiori e comunque contenuti nei limiti di approssimazioni previsti in applicazioni del genere.

Con riferimento alle linee isoparametriche dell'esponente \bar{n} della (8) si può constatare che l'andamento è influenzato sia dai rilievi orografici che dall'esposizione dei bacini.

Tab. VI - Confronto fra i diversi procedimenti

St.	T	lg h = s + lg M ₁ + n lg t					h _{v,r} = a _r t ^b r					h _{v,r} = a ₁₀₀ K t ⁿ				
		1h	3h	6h	12h	24h	1h	3h	6h	12h	24h	1h	3h	6h	12h	24h
Sassari	2	24,2	32,2	38,6	46,3	55,5	24,2	32,2	38,6	46,3	55,5	28,4	37,0	43,8	51,8	61,2
	5	31,2	41,6	49,4	59,8	71,6	31,9	41,9	49,8	59,2	70,4	35,2	45,9	54,3	64,2	75,9
	10	35,7	47,6	57,0	68,3	81,9	36,8	48,1	56,9	67,4	79,7	39,5	51,5	60,9	72,1	85,2
	20	39,8	53,1	63,6	76,3	91,4	41,5	53,9	63,5	74,9	88,3	43,4	56,7	67,0	79,3	93,7
	50	45,1	60,1	72,0	86,3	103,5	47,4	61,2	71,9	84,4	99,2	48,3	63,0	74,5	88,2	104,3
100	49,0	65,3	78,3	93,8	112,4	51,9	66,7	78,1	91,4	107,1	51,9	67,7	80,1	94,7	112,0	
Corongiu	2	22,7	32,8	41,4	52,1	65,7	22,8	32,8	41,4	52,1	63,7	20,6	30,0	37,1	46,6	58,5
	5	27,2	39,2	49,9	62,2	78,4	27,3	39,3	49,4	62,1	78,1	25,5	36,6	46,0	57,7	72,6
	10	29,8	43,0	54,2	68,3	86,1	30,0	43,1	54,2	68,1	85,5	28,6	41,1	51,6	64,8	81,4
	20	32,2	46,4	58,5	73,7	92,9	32,5	46,6	58,5	73,4	92,2	31,5	45,2	56,7	71,3	89,5
	50	35,1	50,6	63,8	80,4	101,3	35,4	50,8	63,7	80,0	100,4	35,0	50,2	63,1	79,3	99,6
100	37,2	53,6	67,6	85,1	107,3	37,6	53,9	67,5	84,6	106,1	37,6	54,0	67,8	85,2	107,0	
Is Cannoneris	2	27,3	45,6	63,0	87,1	120,4	27,3	45,6	63,1	87,1	120,4	29,0	48,5	67,1	92,7	128,1
	5	34,8	58,1	80,3	110,9	153,3	34,8	58,1	80,3	110,9	153,3	36,0	60,1	83,1	114,9	158,8
	10	39,4	65,9	91,1	125,9	173,9	39,4	65,9	91,1	125,9	174,0	40,4	67,5	93,3	129,0	178,2
	20	43,8	73,2	101,1	139,7	193,0	43,8	73,1	101,1	139,8	193,3	44,4	74,2	102,6	141,8	196,0
	50	49,3	82,3	113,7	157,1	217,1	49,2	82,3	113,8	157,2	217,4	49,4	82,6	114,1	157,8	218,1
100	53,3	90,0	123,0	169,9	234,8	53,1	88,9	123,0	170,0	235,2	53,1	88,7	122,6	169,5	234,2	
Martis	2	19,7	28,6	36,2	45,8	57,9	20,1	29,2	37,0	46,8	59,3	20,8	30,4	38,6	49,0	62,2
	5	24,9	36,2	45,8	57,9	73,3	25,3	36,9	46,8	59,4	75,4	25,8	37,7	47,8	60,7	77,1
	10	28,2	41,0	51,8	65,6	82,9	28,6	41,7	53,0	67,3	85,4	29,0	42,3	53,7	68,2	86,5
	20	31,2	45,4	57,4	72,6	91,8	31,6	46,2	58,7	74,5	94,7	31,9	46,5	59,1	75,0	95,2
	50	35,0	50,9	64,3	81,4	103,0	35,4	51,8	65,8	83,7	106,4	35,5	51,8	66,0	83,4	105,8
100	37,8	54,9	69,5	87,9	111,2	38,1	55,8	71,0	90,4	115,0	38,1	55,6	70,6	89,6	113,7	
Tempio	2	23,7	35,5	45,7	58,9	75,9	23,7	35,4	45,7	58,9	75,9	23,5	34,4	43,8	55,7	70,8
	5	28,8	43,1	55,5	71,6	92,2	29,4	43,4	55,5	70,9	90,6	29,1	42,7	54,3	69,0	87,8
	10	31,9	47,7	61,5	79,2	102,1	32,9	48,2	61,4	78,1	99,5	32,7	47,9	60,9	77,5	98,6
	20	34,7	51,9	66,9	86,2	111,0	36,1	52,6	66,8	84,7	107,4	36,0	52,7	67,0	85,2	108,4
	50	38,2	57,1	73,5	94,7	122,0	40,1	58,0	73,4	92,7	117,1	40,0	58,6	74,5	94,8	120,6
100	40,7	60,8	78,3	100,9	130,0	43,0	62,0	78,1	98,4	124,0	43,0	62,9	80,1	101,8	129,5	

Quest'ultimi [16] — per quanto si riferiscono alla zona orientale, massimamente per l'alto Flumendosa, ed in genere per il versante Sud-Orientale del massiccio del Gennargentu — sono le località isolate con i più elevati e duraturi fenomeni connessi alle condizioni concomitanti più favorevoli che provocano piogge intense e persistenti che non di rado hanno avuto disastrose conseguenze.

I valori di queste zone — come delle due rimanenti: Sud-Iglesiente e primi contrafforti della catena del Marghine — sono compresi tra 0,40 e 0,60.

Alle restanti parti dell'isola — sia costiere che interne — competono valori oscillanti tra 0,20 e 0,35 ad eccezione della zona di Ozieri (390 m s.m.) cui corrisponde il minimo valore di 0,16.

Per quanto riguarda le isoiete orarie centenarie si constata che esse assumono i maggiori valori nelle zone: Orientale, Sud-Orientale e centro Settentrionale.

In particolare tutto il bacino del Tirso è compreso tra i valori 35 e 45 con singole uniformità tra località costiere (S. Giusta 10 m s.m.) e montane (Fonni 992 m s.m.).

Nelle rimanenti zone la distribuzione è uniforme prescindendo in parte, dalla situazione orografica come mostrano le isolinee 35 e 50 che interessano circa l'80% della superficie.

Analogamente i valori più modesti (< 35) interessano zone in condizioni orografiche ed a quote diverse (Fertilia 13 m s.m. - Campeda 651 m s.m. - Taccu Zippiri 825 m s.m.).

Possiamo, quindi, dedurre che non si riscontrano analogie fra gli andamenti generali di entrambe le isolinee per quasi tutto il territorio, fatta eccezione per la zona Centro-Orientale, ove i due parametri assumono i massimi valori.

Nel concludere questa breve disamina riteniamo opportuno sottolineare che l'esiguo numero di pluviografi disponibili — distanti fra loro mediamente circa 23 Km e con scarsa densità media (1 stazione ogni 550 Km² circa — se indubbiamente non consente di risolvere appieno il problema dà però la possibilità di disporre di dati approssimati di piogge, inferiori alle ventiquattro ore, laddove manchino stazioni di misura.

Tali dati, con riferimento alle probabili frequenze, consentono la determinazione delle portate di piena da considerarsi per il dimensionamento delle opere interessate agli eventi alluvionali.

RIASSUNTO

L'importanza della valutazione delle probabili piogge di notevole intensità ai fini della stima delle portate di piena eccezionali per il dimensionamento delle opere e dei manufatti idraulici, ha indotto l'A. ad effettuare la presente indagine.

Pertanto l'A. elaborando — con procedimenti statistici — la serie dei valori di pioggia dei casi critici, con durata da una a ventiquattro ore, determina i parametri delle curve di possibilità climatica, per tutta la regione, con riferimento a diversi tempi di ritorno.

SUMMARY

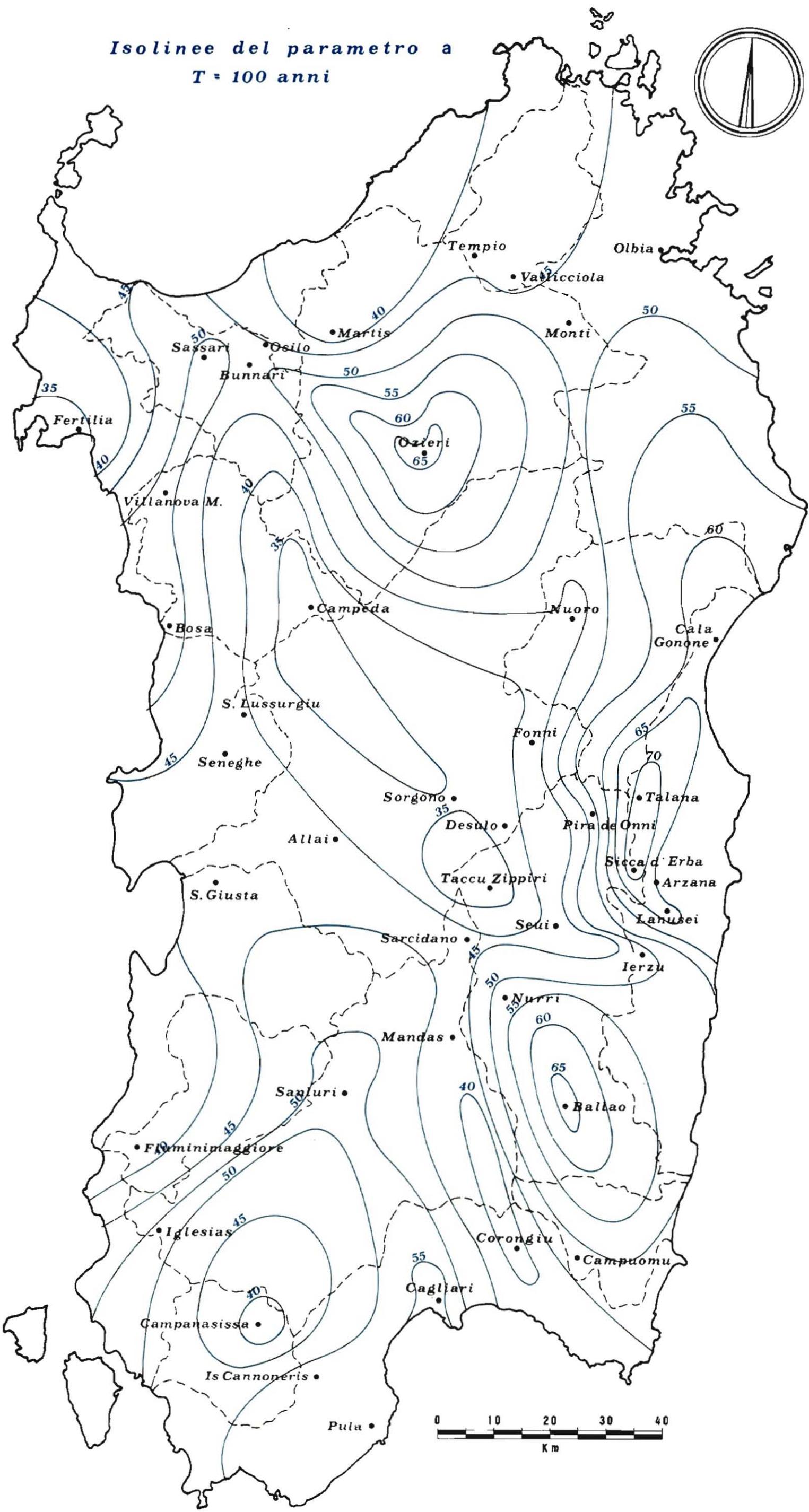
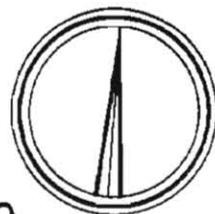
The importance of valuation of the probable strong intensity of rainfall in order to estimate the exceptional flood water flows for the dimension of structures and water system has led the A. to make the following research.

Therefore, the A., working out — by means of statistical process — the exceeding series of values of rainfall from one to 24 hours length, succeeds in determining the parameters of the weather possibility variabilities for the whole area, with reference to various times of recurrence.

BIBLIOGRAFIA

- [1] V.T. CHOW — Handbook of applied hydrology. New York 1964.
- [2] S. D'ANTONIO — Curve di possibilità climatica probabilistiche. *Rivista « Giornale del Genio Civile »*, n. 7 e 8. Roma 1970.
- [3] D. DELLA LUCIA - S. FATTORELLI — Indagine probabilistica sulle piogge intense nella provincia di Trento. *Azienda speciale di sistemazione montana di Trento*. Trento 1973.
- [4] D. DELLA LUCIA - S. FATTORELLI — Regularizzazione delle piogge intense nel Trentino secondo tre leggi probabilistiche. *Rivista « Monti e boschi »*, n. 1. Bologna 1974.
- [5] E. GUGGINO PICONE — Sulle frequenze probabili delle piogge di notevole intensità e di breve durata. *Rivista « Tecnica Agricola »*, n. 2. Catania 1967.
- [6] E. GUGGINO PICONE — Sulle curve di probabilità pluviometriche per piogge di notevole intensità e di breve durata. *Rivista « L'Acqua »*, n. 5. Roma 1967.
- [7] E. GUGGINO PICONE — Sulle curve di probabilità pluviometriche di piogge di notevole intensità e di durata inferiore ad un'ora. *Rivista « L'Energia Elettrica »*, n. 11. Milano 1967.
- [8] D.M. HERSHPELD — Generalizing of rainfall intensity frequency data. *Comptes Rendus et Rapports de l'Assemblée général de Toronto de l'Union Géographique et Géophysique Internationale*. V. 1 - 1957.
- [9] E. INDRI — Valutazione dei parametri della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica per pioggia di durata inferiore al giorno, in relazione al suo impiego nelle espressioni di calcolo delle piene in piccoli bacini. *Rivista « L'Energia Elettrica »*, n. 11. Milano 1971.
- [10] A. PENTA - F. ROSSI - C. VIPARELLI — Determinazione della massima portata di piena e del massimo deflusso di piena che possono affluire con assegnata probabilità a una determinata sezione z di un corso d'acqua - Parte I. *Facoltà di ingegneria dell'Università di Napoli Istituto di Costruzioni Idrauliche: Bonifiche e Irrigazioni* - Quaderno n. 2. Napoli 1970.
- [11] M. QUAGLIA — Elementi idrologici relativi ad alcuni bacini imbriferi della Valle d'Aosta. « *Atti del Convegno Nazionale su l'Idrologia e la sistemazione dei piccoli bacini* ». A.I.I. - Roma 1971.
- [12] P.L. ROMITA — Tipi di alcuni manufatti per la difesa del suolo nella sistemazione idraulica dei terreni. « *Atti dell'XI Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani* ». Milano 1958.
- [13] M. ROSSETTI - G. ROSSETTI — Bacino Idrografico del Po. Valutazione probabilistica delle piogge critiche. Parma 1974.
- [14] SERVIZIO IDROGRAFICO Sezione autonoma del Genio Civile per la Sardegna. Cagliari. Determinazione preliminare della superficie dei bacini imbriferi. Roma 1921.
- [15] G. TORRE — Precipitazioni massime in Sardegna (con durata 1÷24 ore). Tabelle - Centro Stampa Università, Sassari 1977.
- [16] G. TORRE — Sulle massime precipitazioni in Sardegna (con durata 1÷24 ore consecutive. *Studi Saresesi* - Sez. III - Annali della Facoltà di Agraria - Vol. XXV, Sassari 1977.
- [17] C. VIPARELLI — Piogge brevi e di notevole intensità. « *IX Convegno di Idraulica e di Costruzioni Idrauliche* ». Trieste 1965.

Isolinee del parametro a
T = 100 anni



Isolinee del parametro \bar{n}

