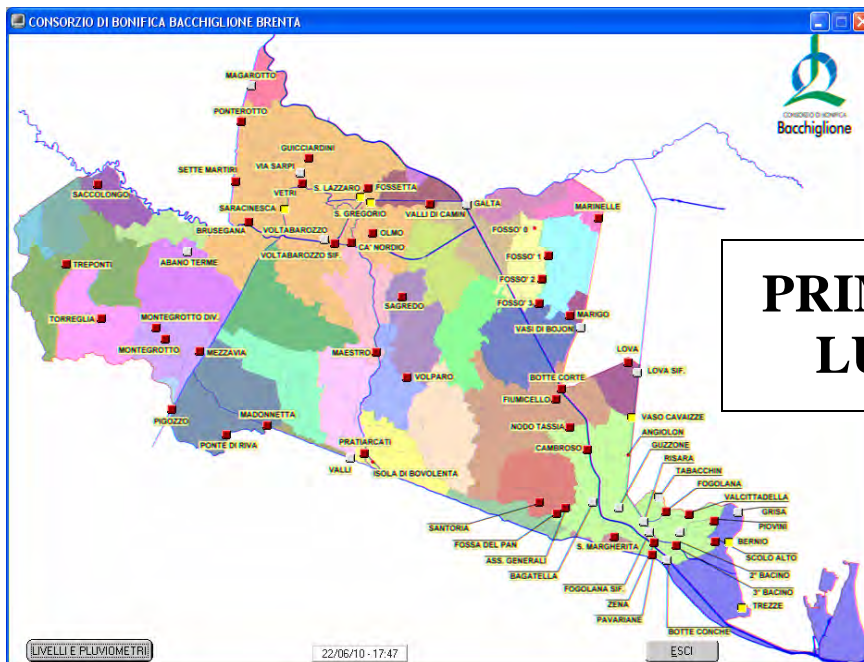




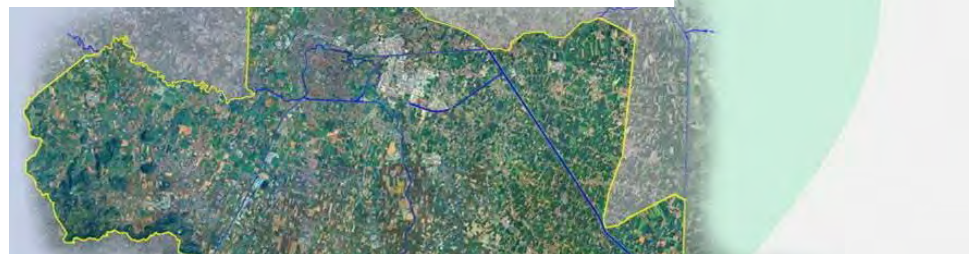
CONSORZIO DI BONIFICA
Bacchiglione

PIANO GENERALE DI BONIFICA E DI TUTELA DEL TERRITORIO

(L.R. 8 maggio 2009 n. 12, art. 23)



**PRIMA STESURA
LUGLIO 2010**



**2) CARATTERIZZAZIONE
PLUVIOMETRICA DEL
COMPENSORIO CONSORZIALE**



CONSORZIO DI BONIFICA BACCHIGLIONE
PADOVA

PIANO GENERALE DI BONIFICA E DI TUTELA DEL TERRITORIO

art. 23 della L.R. n. 12 dell'8 maggio 2009
"Nuove norme per la bonifica e la tutela del territorio"

ELABORATO N.

SCALA

FILE

DATA

Luglio 2010

**CARATTERIZZAZIONE PLUVIOMETRICA
DEL COMPENSORIO CONSORZIALE**

PROGETTAZIONE

ING. PAOLO PERETTI

IPROS



INGEGNERIA AMBIENTALE

CARATTERIZZAZIONE PLUVIOMETRICA DEL COMPENSORIO CONSORZIALE

Per caratterizzare dal punto di vista pluviometrico il comprensorio del Consorzio di bonifica Bacchiglione si è fatto riferimento ai risultati di alcuni studi ed indagini illustrati nelle due seguenti pubblicazioni:

- Regione del Veneto - Giunta Regionale, Veneto Agricoltura: *“Documento propedeutico ai Piani Generali di bonifica e tutela del territorio dei consorzi di bonifica del Veneto (Vol. 1) – Caratteri fisici e climatici dei comprensori di bonifica del Veneto”*. Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria idraulica, marittima, ambientale e geotecnica, Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), Unione Veneta Bonifiche (UVB), 2009;
- Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile - Commissario Delegato per l’Emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto: *“Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l’individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento”*. Nordest Ingegneria, 2009.

Nel primo rapporto citato sono riportate le curve di possibilità pluviometrica a due e a tre parametri calcolate per il tempo di ritorno $T_R = 10$ anni a partire dai dati di precipitazione registrati nelle stazioni dell’ARPAV che ricadono nel territorio dei Consorzi di bonifica del Veneto. In particolare, per il Consorzio di bonifica Bacchiglione si sono qui considerate 9 stazioni, interne o limitrofe al relativo comprensorio, per le quali sono riassunti in Tabella 0.1 i valori a , n delle curve di possibilità pluviometrica a due parametri calcolati per precipitazioni da 5 minuti a 45 minuti, da 1 ora a 24 ore e da 1 giorno a 5 giorni consecutivi, nonché i valori dei parametri a , b , c delle curve di possibilità pluviometrica a tre parametri calcolati per precipitazioni da 5 minuti a 24 ore.

I parametri elencati fanno ovviamente riferimento alle classiche formulazioni delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica a due e tre parametri di seguito riportate, che consentono di calcolare, per un determinato tempo di ritorno, l’altezza di precipitazione “ h ” a partire dalla durata “ t ” dell’evento meteorico:

$$h = a \times t^n \quad [1.1]$$

$$h = \frac{a}{(t + b)^c} \times t \quad [1.2]$$

Le altezze di precipitazione deducibili dalle equazioni di tali curve sono invece messe a confronto tra loro nei grafici riportati in Figura 0.1 e in Figura 0.2 per intervalli delle durate di precipitazione compresi tra 5 minuti e 45 minuti e tra 1 ora e 24 ore. Tale confronto mette in evidenza come, per le stazioni considerate e per il tempo di ritorno di 10 anni, le altezze di precipitazione calcolate con la curva a tre parametri corrispondano sostanzialmente a quelle valutate con le curve a due parametri nei rispettivi campi di validità. Per la caratterizzazione pluviometrica del territorio consorziale si potrebbero quindi utilizzare le altezze di precipitazione calcolate con le curve a tre parametri elaborate nell’intervallo di durata compreso tra 5 minuti e 24 ore per ciascuna delle stazioni considerate. Nel documento propedeutico ai Piani Generali di bonifica e tutela del territorio sono peraltro riportati i soli risultati delle elaborazioni condotte per il tempo di ritorno di 10 anni. Per estendere le valutazioni anche ad eventi generati da precipitazioni con tempo di ritorno diverso da questo, si è fatto quindi riferimento ai risultati delle analisi riportati nel secondo rapporto citato.

In tale studio si analizzano dapprima le serie storiche dei dati di precipitazione registrati, a scansione temporale di 5 minuti, nelle stazioni dell’ARPAV in un’ampia zona del Veneto che comprende anche il comprensorio del Consorzio di bonifica Bacchiglione, nel corso dei circa 15 anni di esercizio della rete meteorologica regionale. Utilizzando un metodo di analisi regionalizzata dei dati pluviometrici massimi registrati per 10 diverse durate, comprese tra 5 minuti e 24 ore, basato sul modello probabilistico GEV (Generalized Extreme Value), secondo la tecnica della cosiddetta grandezza indice, si sono infine determinate, per le quattro zone omogenee in cui è stato

suddiviso il territorio indagato, le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica espresse con la formulazione a tre parametri:

In Tabella 0.2 sono riportati i valori dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica calcolati per alcuni tempi di ritorno per le zone omogenee denominate Sud-Occidentale (SW) e Sud-Orientale o Costiera (SE), all'interno delle quali ricade interamente il territorio del Consorzio di bonifica Bacchiglione, come evidenziato nella corografia di Figura 0.3. In tale corografia si rileva infatti come gran parte del comprensorio sia compreso nell'area omogenea SW e solo alcune sue parti marginali ricadano nell'area SE, in particolare quelle poste lungo la conterminazione della Laguna di Venezia nelle zone di Chioggia, Camponogara, Dolo, ecc..

Le curve così ottenute per il tempo di ritorno di 10 anni sono riportate in Figura 0.4 in cui sono poste a confronto con i valori delle altezze di precipitazione calcolate utilizzando le curve di possibilità pluviometrica a tre parametri relative a ciascuna delle nove stazioni dell'ARPAV qui considerate, delle quali i valori dei parametri sono esposti nel primo rapporto citato e sono riportati in sintesi in Tabella 0.1. Si tratta di un confronto che consente di evidenziare come sia sostanzialmente accettabile considerare le curve pluviometriche delle zone omogenee SW e SE per caratterizzare dal punto di vista pluviometrico il comprensorio consorziale, giacché esse forniscono altezze di precipitazione diverse, talvolta in difetto e talvolta in eccesso, ma comparabili con quelle relative alle singole stazioni.

In Figura 0.5 si sono infine riportate graficamente le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica a tre parametri determinate nel secondo rapporto citato per la zona omogenea Sud-Occidentale (SW) e per la zona omogenea Sud-Orientale (SE), per i tempi di ritorno di 2, 5, 10, 20, 30 e 50 anni, utilizzate allora per caratterizzare dal punto di vista pluviometrico il territorio del Consorzio di bonifica Bacchiglione.

A completamento dell'analisi pluviometrica condotta si sono infine messe ad ulteriore confronto in Figura 0.6 e in Figura 0.7 alcune curve segnalatrici di possibilità pluviometrica a tre parametri determinate per la zona omogenea Sud-Occidentale (SW) e per la zona omogenea Sud-Orientale (SE) con i valori delle altezze di precipitazione calcolate al variare della durata e del tempo di ritorno utilizzando le curve di probabilità pluviometrica a due parametri delle stazioni dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (S.I.M.N.) di Piove di Sacco e Stra, ottenute dalla regolarizzazione statistica delle massime precipitazioni dell'anno per durate da 1 ora a 24 ore.

Relativamente alla zona omogenea Sud-Occidentale, entro cui sostanzialmente ricadono le stazioni di Piove di Sacco e Stra, si rileva in Figura 0.6 che le altezze di precipitazione calcolate per una durata di pioggia di 24 ore e per tempi di ritorno di 20 anni e di 50 anni corrisponderebbero, sulle curve a tre parametri, a valori rispettivamente di circa 15 anni e di circa 30 anni se si fa riferimento alla stazione di Piove di Sacco, ed a valori di poco superiori ai 10 anni ed ai 20 anni se si fa invece riferimento alla stazione di Stra.

Tenendo conto delle curve di possibilità pluviometrica determinate per la zona omogenea Sud-Orientale o Costiera, si rileva in Figura 0.7 che le altezze di precipitazione calcolate per le stazioni di Piove di Sacco e di Stra per una durata di pioggia di 24 ore e per tempi di ritorno di 20 anni e di 50 anni, avrebbero, sulle nuove curve a tre parametri, tempi di ritorno inferiori ai 10 anni e compresi tra gli stessi 10 anni ed i 20 anni per entrambe le stazioni stesse.

Considerando, a termine di confronto, la zona omogenea Sud-Occidentale, si rileva quindi che le altezze di pioggia ottenute dalla regolarizzazione statistica delle massime precipitazioni dell'anno per durate da 1 ora a 24 ore registrate nelle stazioni dell'ex S.I.M.N. di Piove di Sacco e Stra sono sottostimate, poco o in modo relativamente significativo, a seconda della stazione considerata, rispetto a quelle fornite dalle nuove curve di possibilità pluviometrica a tre parametri, calcolate a partire dai dati pluviometrici registrati nelle stazioni dell'ARPAV nel corso dei 15 anni di attività.

Tabella 0.1 - Valori dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica a due e tre parametri calcolate per Tr=10 anni elaborando le massime precipitazioni con durata da 5 minuti a 5 giorni consecutivi registrate in alcune stazioni dell'ARPAV ricadenti nel territorio del Consorzio di bonifica Bacchiglione o ad esso limitrofe.

Stazioni pluviografiche dell'ARPAV	Parametri delle curve di possibilità pluviometrica a due parametri						Parametri delle curve di possibilità pluviometrica a tre parametri		
	durata 5-45 minuti		durata 1-24 ore		durata 1-5 giorni		durata 5 minuti - 24 ore		
	a [mm/min ⁿ]	n -	a [mm/ore ⁿ]	n -	a [mm/giorni ⁿ]	n -	a [mm/min ^(1-c)]	b [min]	c -
Chioggia (S. Anna)	5,1	0,629	63,1	0,265	126,6	0,277	30,3	17,0	0,785
Ca' di Mezzo	6,1	0,539	51,8	0,183	83,4	0,307	33,7	13,6	0,863
Codevigo	4,9	0,599	51,2	0,295	108,3	0,281	22,2	13,6	0,760
Galzignano Terme	5,8	0,543	48,6	0,251	91,6	0,413	23,0	10,6	0,790
Legnaro	6,6	0,557	52,4	0,200	82,0	0,370	36,9	12,1	0,869
Mira	6,5	0,547	51,1	0,274	107,3	0,377	23,3	9,1	0,774
Orto Botanico di Padova	-	-	49,4	0,227	90,0	0,410	19,5	0,0	0,773
Teolo	6,3	0,551	50,4	0,236	94,2	0,338	27,9	10,6	0,819
Valle Averso	5,6	0,640	66,7	0,229	121,7	0,266	45,9	19,6	0,853

Fonte: Regione del Veneto - Giunta Regionale, Veneto Agricoltura: "Documento propedeutico ai Piani Generali di bonifica e tutela del territorio dei consorzi di bonifica del Veneto (Vol. 1) - Caratteri fisici e climatici dei comprensori di bonifica del Veneto". Università degli Studi di Padova - Dipartimento di Ingegneria idraulica, marittima, ambientale e geotecnica, Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), Unione Veneta Bonifiche (UVB), 2009.

Tabella 0.2 - Valori dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica calcolati al variare del tempo di ritorno, elaborando le massime precipitazioni con durata da 5 minuti a 24 ore delle stazioni dell'ARPAV, per le zone omogenee Sud-Occidentale e Sud-Orientale all'interno delle quali ricade il comprensorio del Consorzio di bonifica Bacchiglione.

Tr (anni)	ZONA SUD-OCCIDENTALE (SW)			ZONA SUD-ORIENTALE (SE)		
	a	b	c	a	b	c
2	20,6	10,8	0,842	20,3	12,0	0,821
5	27,4	12,4	0,839	27,2	13,5	0,820
10	31,6	12,9	0,834	31,4	14,4	0,816
20	35,2	13,6	0,827	35,2	15,3	0,809
30	37,1	14,0	0,823	37,2	15,8	0,805
50	39,5	14,5	0,817	39,7	16,4	0,800

Fonte: Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile - Commissario Delegato per l'Emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto: "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento". Nordest Ingegneria, 2009.

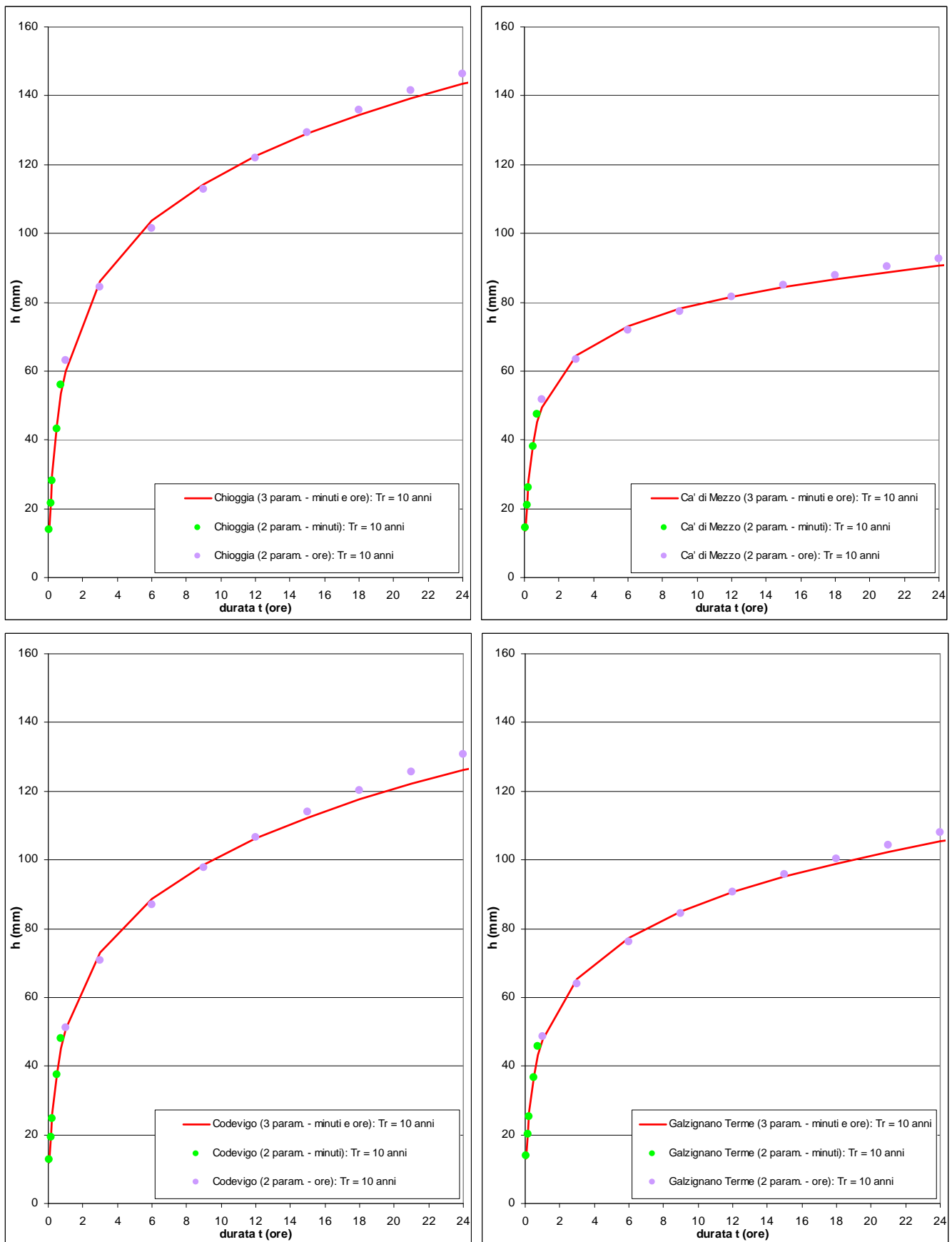


Figura 0.1 - Confronto tra le altezze di pioggia calcolate al variare della durata, per $Tr=10$ anni, con le curve di possibilità pluviometrica a due e tre parametri elaborate sulla base dei dati registrati in alcune stazioni dell'ARPAV ricadenti nel territorio del Consorzio di bonifica Bacchiglione o ad esso limitrofe.

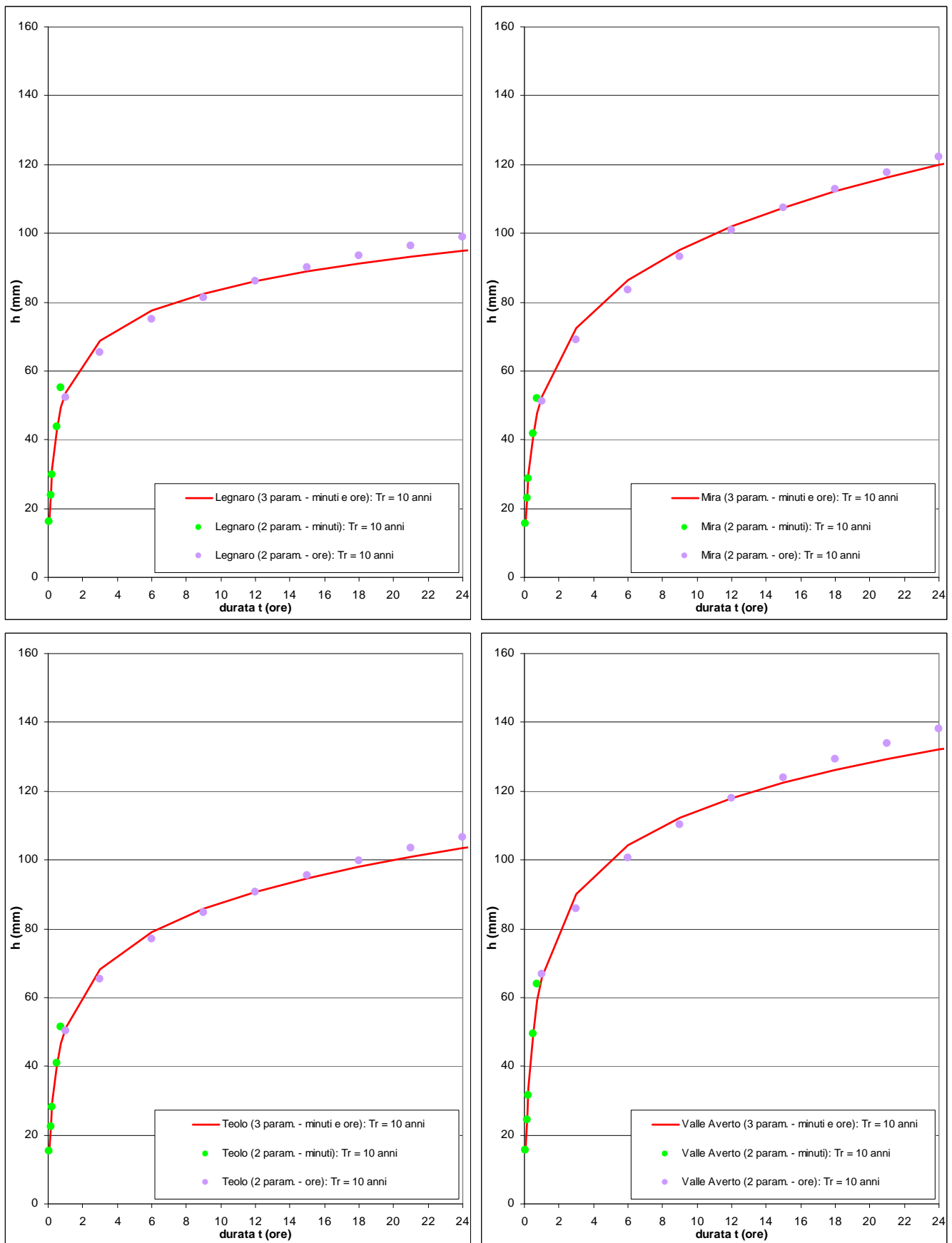


Figura 0.2 - Confronto tra le altezze di pioggia calcolate al variare della durata, per $Tr=10$ anni, con le curve di possibilità pluviometrica a due e tre parametri elaborate sulla base dei dati registrati in alcune stazioni dell'ARPAV ricadenti nel territorio del Consorzio di bonifica Bacchiglione o ad esso limitrofe.

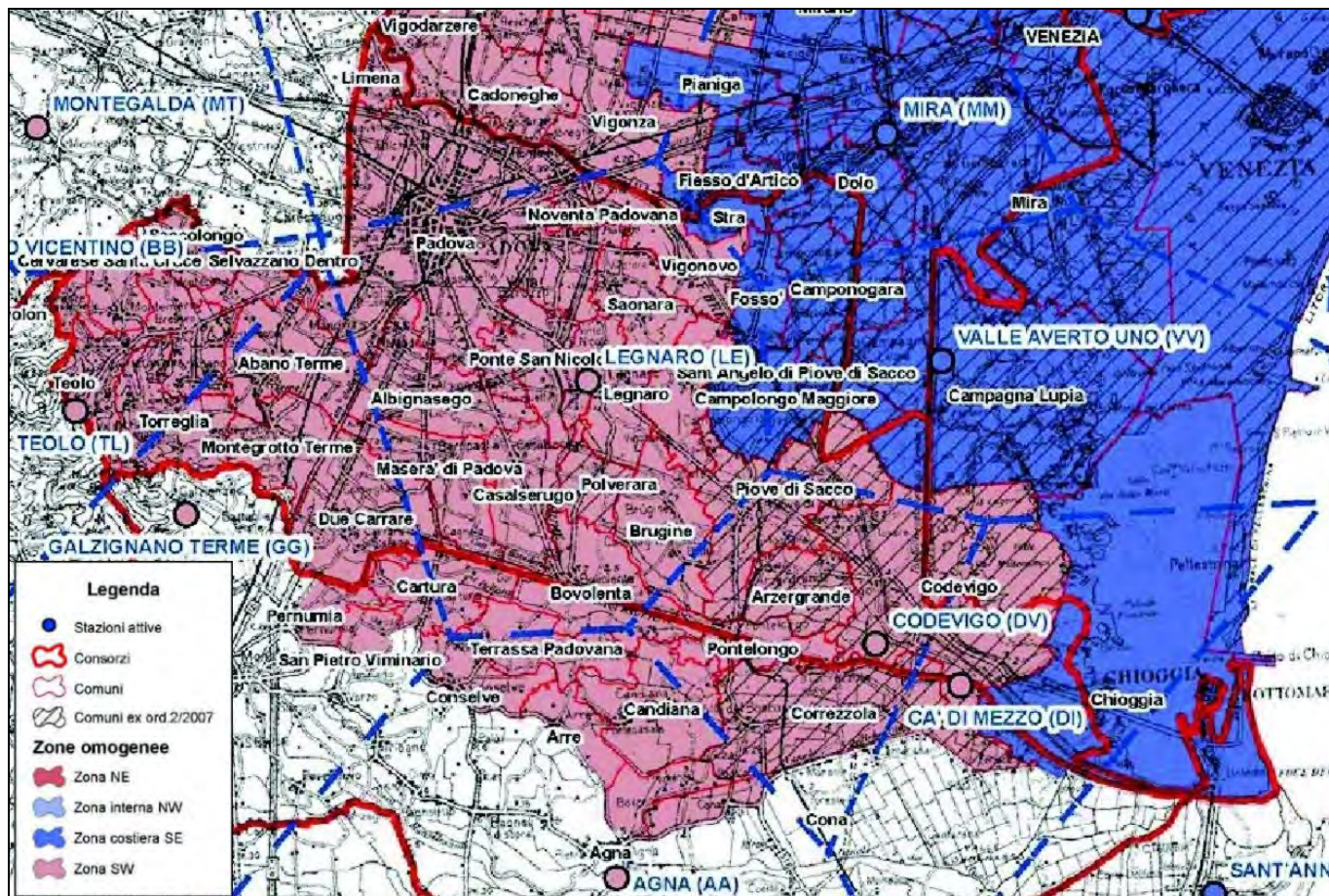


Figura 0.3 - Limite del Consorzio di bonifica Bacchiglione e suddivisione del territorio nelle zone omogenee SW e SE (Fonte: Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile - Commissario Delegato per l’Emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto: “Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l’individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento”. Nordest Ingegneria, 2009).

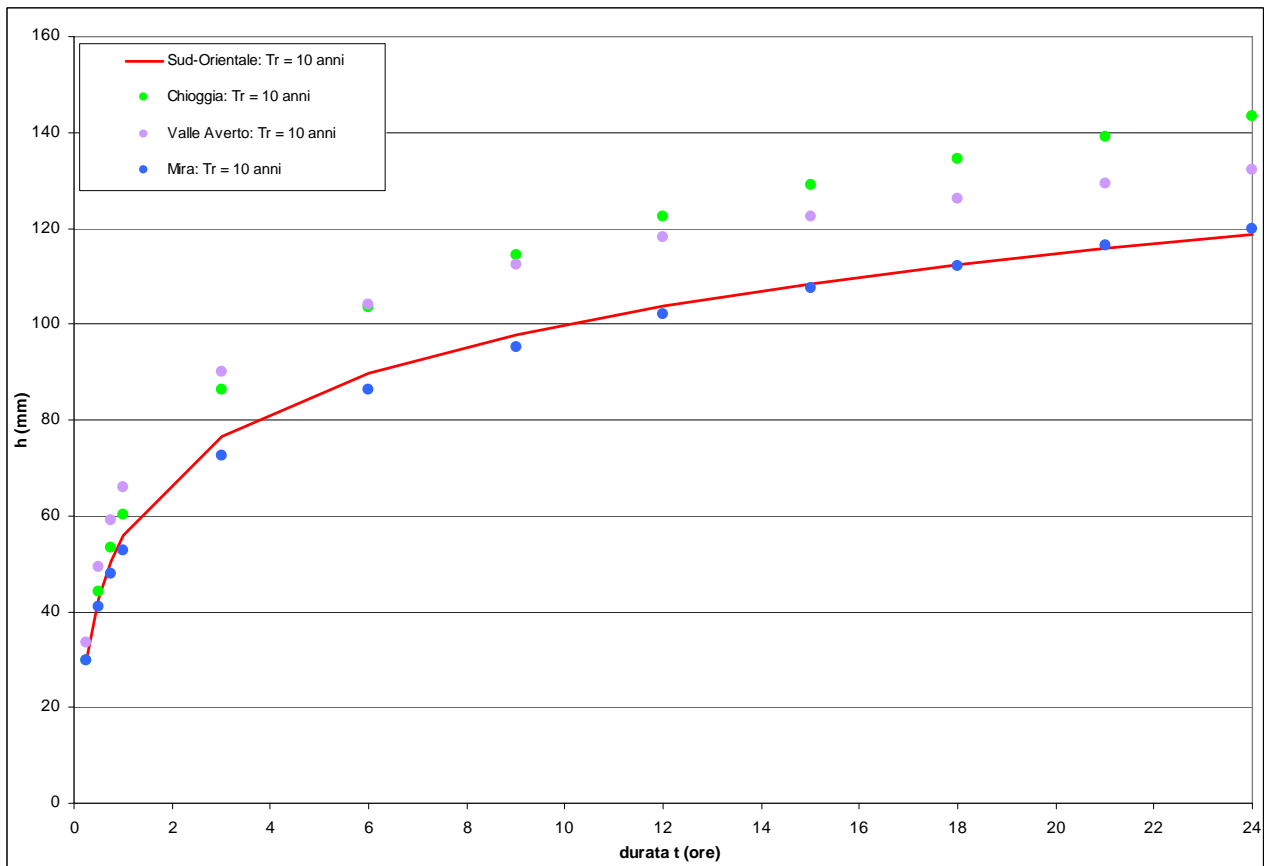
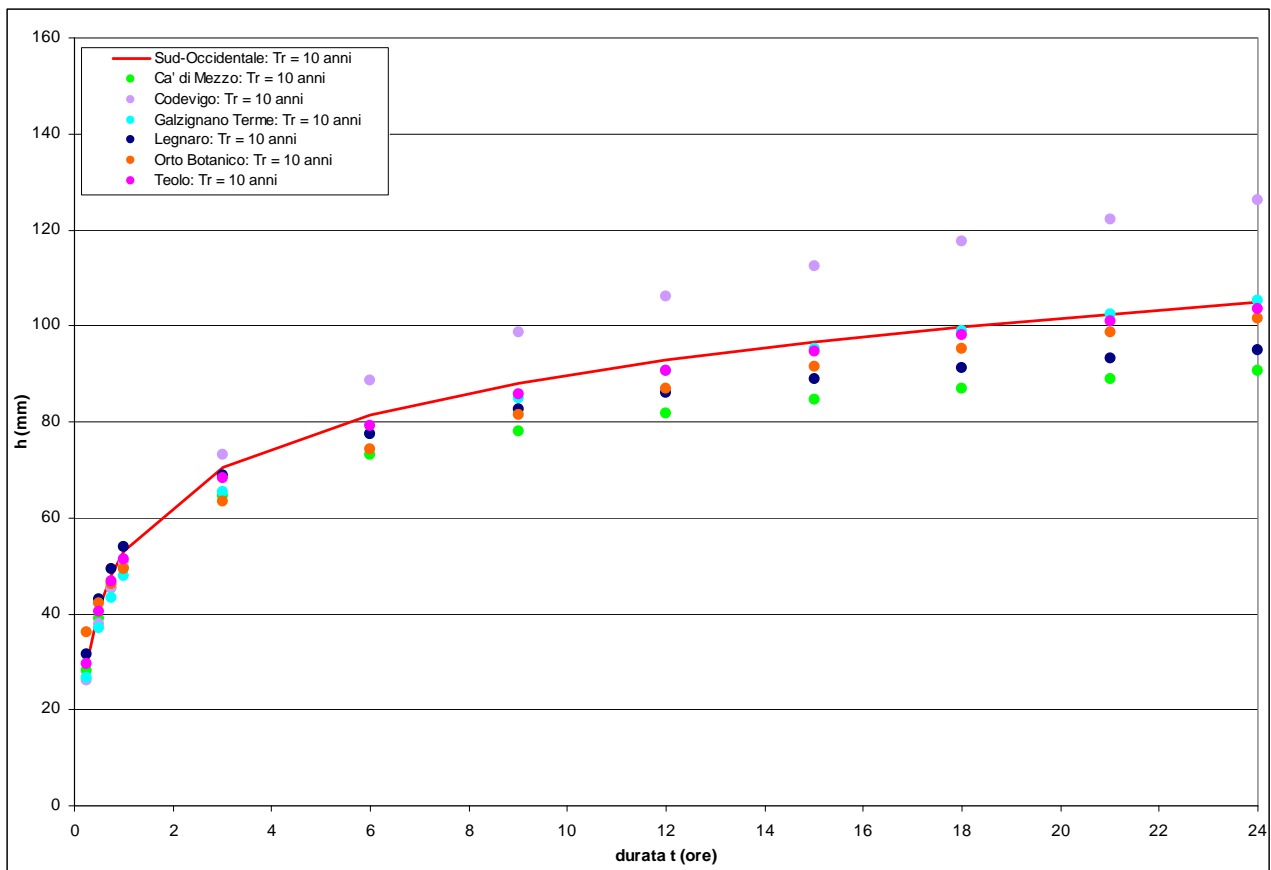


Figura 0.4 - Confronto tra le curve di possibilità pluviometrica a tre parametri determinate, per $Tr=10$ anni, per la zona omogenea Sud-Occidentale (SW) e per la zona omogenea Sud-Orientale (SE) e le altezze di pioggia calcolate per le stazioni dell'ARPAV con le curve di possibilità pluviometrica a tre parametri.

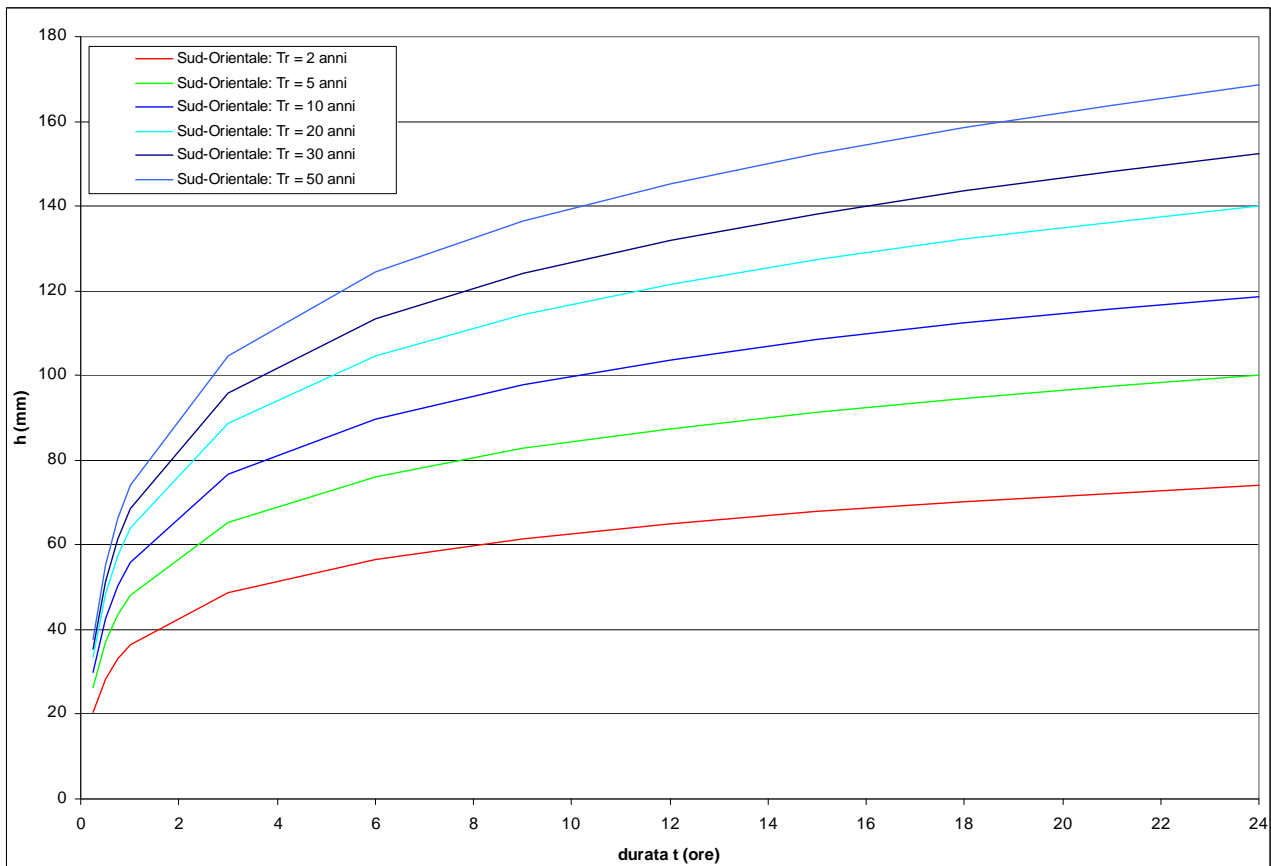
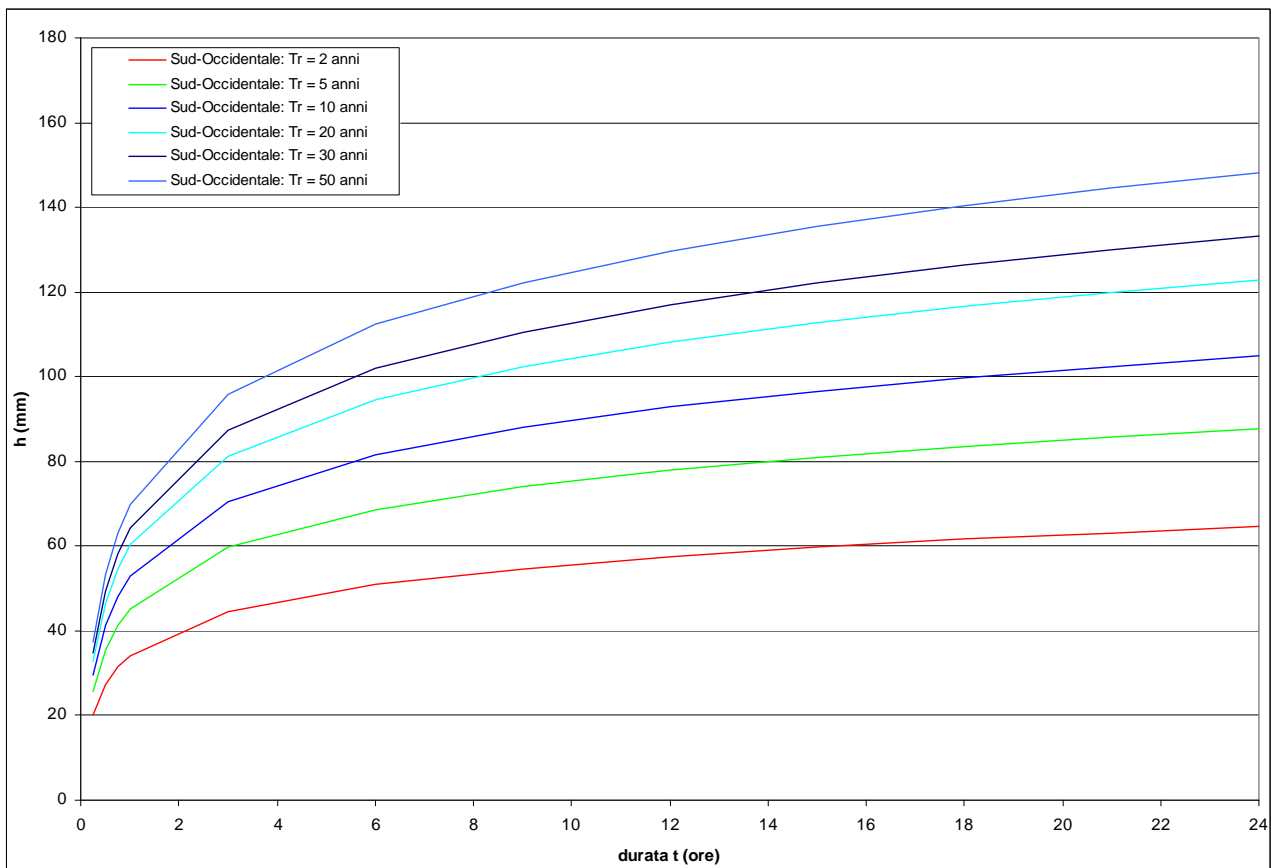


Figura 0.5 - Curve di possibilità pluviometrica a tre parametri determinate, per $Tr=2-50$ anni, per la zona omogenea Sud-Occidentale (SW) e per la zona omogenea Sud-Orientale (SE), utilizzate per caratterizzare dal punto di vista pluviometrico il territorio consorziale.

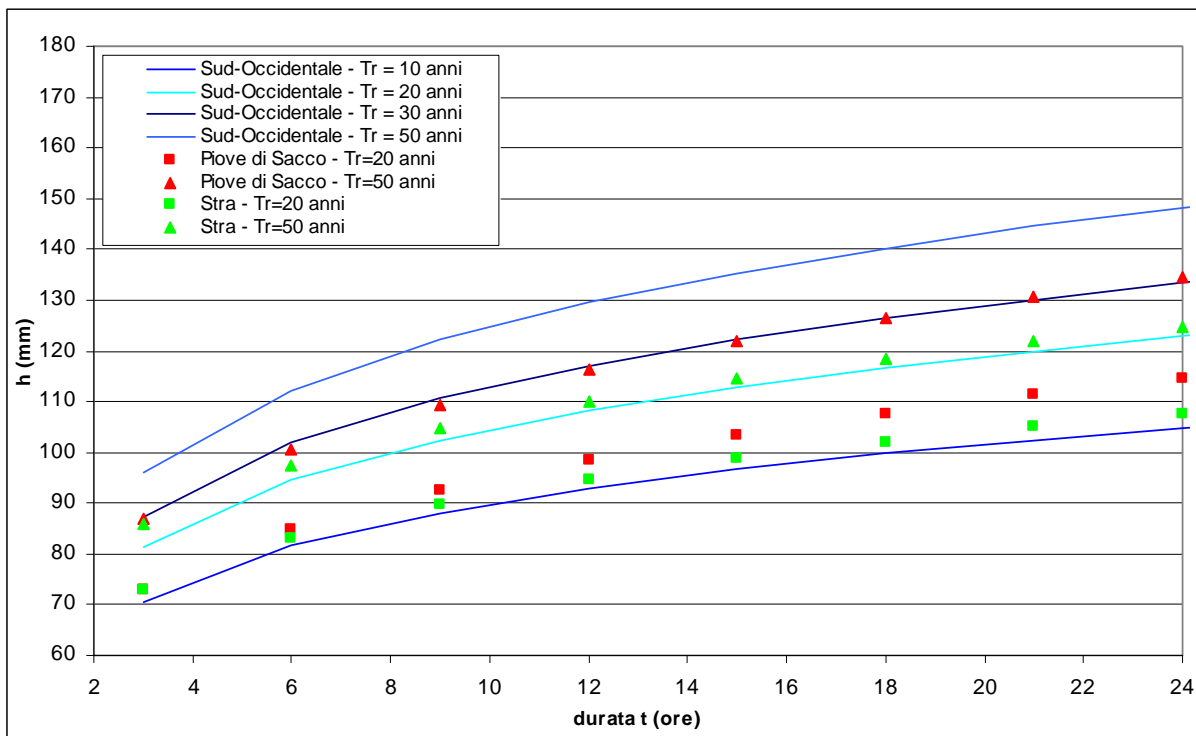


Figura 0.6 - Confronto tra le curve di possibilità pluviometrica a tre parametri determinate per la zona omogenea Sud-Occidentale sulla base dei dati registrati nelle stazioni dell'ARPAV e le altezze di pioggia calcolate con le curve di probabilità pluviometrica a due parametri delle stazioni dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (S.I.M.N.) di Piove di Sacco e Stra.

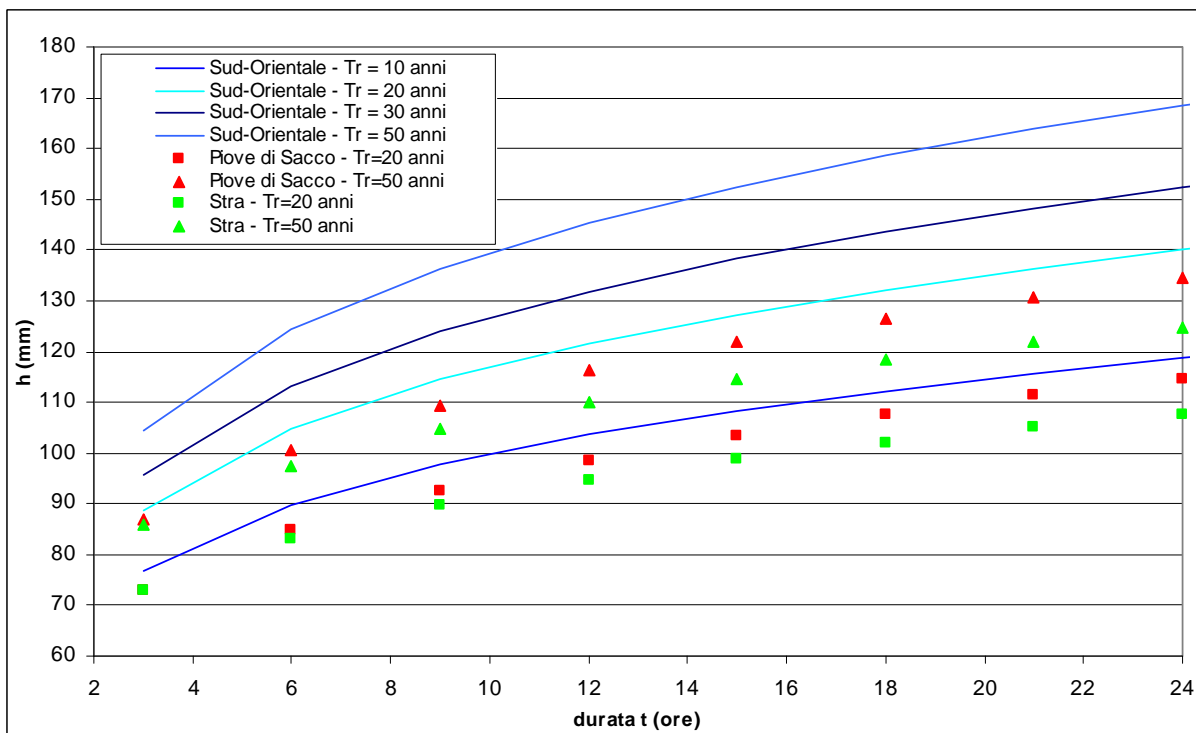


Figura 0.7 - Confronto tra le curve di possibilità pluviometrica a tre parametri determinate per la zona omogenea Sud-Orientale o Costiera sulla base dei dati registrati nelle stazioni dell'ARPAV e le altezze di pioggia calcolate con le curve di probabilità pluviometrica a due parametri delle stazioni dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (S.I.M.N.) di Piove di Sacco e Stra.