

**POTENZIAMENTO
ASSE FERROVIARIO
MONACO - VERONA**

LINEA DI ACCESSO SUD

FORTEZZA - VERONA

LOTTO 3 - CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO E ROVERETO

Progetto PRELIMINARE

TITOLO TAVOLA :

RELAZIONE IDROLOGICA

Scala:

File: ACTP-10.04.00-08V0R0

Revisione: R2
Data Ult. Agg.: 31.03.08

CODICE TAVOLA :

10.04.00

REDATTO DA: dott.geol. G. Bazzoli
DATA REDAZIONE: 31.03.2008

Nr.	Revisioni precedenti	data	nome	Nr.	Revisioni precedenti	data	nome

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
e PROGETTISTA DELLE OPERE CIVILI

Dott. Ing. **Raffaele De Col**

IL PROGETTISTA DELLE OPERE FERROVIARIE:

Dott. Ing. **Antonio Ciaravolo**



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

PROGETTO SPECIALE COORDINAMENTO ATTIVITA' PER LA
FERROVIA DEL BRENNERO E PER LO SVILUPPO DELL'INTERMODALITA'



DIREZIONE MANUTENZIONE

*DIREZIONE COMPARTIMENTALE INFRASTRUTTURA
VERONA*



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
*Progetto Speciale Coordinamento Attività per la Ferrovia
del Brennero e per lo Sviluppo dell'Intermodalità*

Servizio Geologico

*Potenziamento della Linea di accesso Sud alla Galleria di base del
Brennero, sull'asse ferroviario Monaco - Verona tra Fortezza e Verona
(Corridoio 1 Berlino-Palermo) - Tratto Trentino*

**PROGETTO PRELIMINARE DEL NUOVO LOTTO 3 - CIRCONVALLAZIONE DI
TRENTO E ROVERETO E DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ DELLE TRATTE DI
COMPLETAMENTO RICADENTI NEL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI
TRENTO**

RELAZIONE IDROLOGICA

FEBBRAIO 2008

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	FONTI DEI DATI	4
3.	METODOLOGIA	5
3.1	CALCOLO DELL'EVAPOTRASPIRAZIONE	6
3.2	CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	7
3.3	CALCOLO DEL BILANCIO IDROGEOLOGICO IN AMBIENTE GIS	10
4.	DATI UTILIZZATI PER IL BILANCIO IDROLOGICO	12
4.1	BACINI IMBRIFERI	12
4.2	PRECIPITAZIONI	12
4.3	TEMPERATURE	13
4.4	INDICE DI ARIDITÀ	13
4.5	EVAPOTRASPIRAZIONE	14
4.6	DEFLUSSI SUPERFICIALI	14
4.6.1	<i>Il fiume Adige</i>	14
4.6.2	<i>Il torrente Avisio</i>	15
4.6.3	<i>Il torrente Fersina</i>	16
4.6.4	<i>Torrente Leno</i>	18
4.6.5	<i>Portate dei corsi d'acqua minori</i>	18
4.6.6	<i>Laghi</i>	20
4.6.7	<i>Aree umide e di interesse naturalistico</i>	26
5.	PRESENTAZIONE E COMMENTO DELLE CARTE TEMATICHE	29
5.1	CARTA DEI COEFFICIENTI DI ACCLIVITÀ	29
5.2	CARTA DELLA COPERTURA VEGETALE	29
5.3	CARTA DELLE PERMEABILITÀ	30
5.3	CARTA DEI COEFFICIENTI DI KENNESSEY	30
5.4	CARTA DELLE ISOIETE	30
5.5	CARTA DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO	31
5.6	CARTA DELL'EVAPOTRASPIRAZIONE REALE	31
5.7	CARTA DELLE INFILTRAZIONI	32
6.	BIBLIOGRAFIA	35
APPENDICE 1		36
PRECIPITAZIONI		36
A.1.1	<i>Stazione di San Michele all'Adige</i>	37
A1.2	<i>Stazione di Paganella</i>	37
A1.3	<i>Stazione di Trento Roncafort</i>	38
A1.4	<i>Stazione di Trento Laste</i>	38
A1.5	<i>Stazione di Monte Bondone</i>	39
A1.6	<i>Stazione di Aldeno</i>	39
A1.7	<i>Stazione di Rovereto</i>	40

<i>A1.8</i>	<i>Stazione di Loppio</i>	<i>40</i>
<i>A1.9</i>	<i>Stazione di Santa Massenza</i>	<i>41</i>
<i>A1.10</i>	<i>Stazione di Lago di Cavedine</i>	<i>41</i>
<i>A1.11</i>	<i>Stazione di Arco</i>	<i>42</i>
<i>A1.12</i>	<i>Stazione di Folgaria</i>	<i>42</i>
<i>A1.13</i>	<i>Stazione di Centa</i>	<i>43</i>
<i>A1.14</i>	<i>Stazione di Lavarone</i>	<i>43</i>
<i>A1.15</i>	<i>Stazione di Piazze di Pinè</i>	<i>44</i>
<i>A1.16</i>	<i>Stazione di Pergine</i>	<i>44</i>
APPENDICE 2		45
TEMPERATURE		45
<i>A2.1</i>	<i>Stazione di San Michele all'Adige</i>	<i>46</i>
<i>A2.2</i>	<i>Stazione di Paganella</i>	<i>46</i>
<i>A2.3</i>	<i>Stazione di Trento Roncafort</i>	<i>47</i>
<i>A2.4</i>	<i>Stazione di Trento Laste</i>	<i>47</i>
<i>A2.5</i>	<i>Stazione di Monte Bondone</i>	<i>48</i>
<i>A2.6</i>	<i>Stazione di Aldeno</i>	<i>48</i>
<i>A2.7</i>	<i>Stazione di Rovereto</i>	<i>49</i>
<i>A2.8</i>	<i>Stazione di Loppio</i>	<i>49</i>
<i>A2.9</i>	<i>Stazione di Santa Massenza</i>	<i>50</i>
<i>A2.10</i>	<i>Stazione di Lago di Cavedine</i>	<i>50</i>
<i>A2.11</i>	<i>Stazione di Arco</i>	<i>51</i>
<i>A2.12</i>	<i>Stazione di Folgaria</i>	<i>51</i>
<i>A2.13</i>	<i>Stazione di Centa</i>	<i>52</i>
<i>A2.14</i>	<i>Stazione di Lavarone</i>	<i>52</i>
<i>A2.15</i>	<i>Stazione di Piazze di Pinè</i>	<i>53</i>
<i>A1.16</i>	<i>Stazione di Pergine</i>	<i>53</i>
APPENDICE 3		54
EVAPOTRASPIRAZIONE		54
<i>A3.1</i>	<i>Stazione di San Michele all'Adige</i>	<i>55</i>
<i>A3.2</i>	<i>Stazione di Paganella</i>	<i>55</i>
<i>A3.3</i>	<i>Stazione di Trento Roncafort</i>	<i>56</i>
<i>A3.4</i>	<i>Stazione di Trento Laste</i>	<i>56</i>
<i>A3.5</i>	<i>Stazione di Monte Bondone</i>	<i>57</i>
<i>A3.6</i>	<i>Stazione di Aldeno</i>	<i>57</i>
<i>A3.7</i>	<i>Stazione di Rovereto</i>	<i>58</i>
<i>A3.8</i>	<i>Stazione di Loppio</i>	<i>58</i>
<i>A3.9</i>	<i>Stazione di Santa Massenza</i>	<i>59</i>
<i>A3.10</i>	<i>Stazione di Lago di Cavedine</i>	<i>59</i>
<i>A3.12</i>	<i>Stazione di Folgaria</i>	<i>60</i>
<i>A3.13</i>	<i>Stazione di Centa</i>	<i>61</i>
<i>A3.14</i>	<i>Stazione di Lavarone</i>	<i>61</i>
<i>A3.15</i>	<i>Stazione di Piazze di Pinè</i>	<i>62</i>
<i>A3.16</i>	<i>Stazione di Pergine</i>	<i>62</i>

1. PREMESSA

In questa relazione vengono esposti i risultati dell'analisi idrologica del versante sinistro della valle dell'Adige basata su dati raccolti ed elaborati ai fini del bilancio idrologico per la stessa area. Obiettivo principale del bilancio è quello di valutare il valore dell'infiltrazione in sottosuolo delle acque meteoriche, ovvero quantificare la ricarica meteorica degli acquiferi che saranno intersecati o influenzati dalla realizzazione della nuova linea ferroviaria Brennero -Verona. Secondariamente, la definizione quantitativa dei vari termini dell'equazione del bilancio idrologico consente valutazioni di ordine ambientale più generali.

Al momento della redazione di questo documento le attività di acquisizione per monitoraggio dei dati di una componente importante del bilancio idrologico (le portate in uscita dai bacini idrologici, costituite dalle portate delle acque superficiali e delle acque sotterranee), sono state svolte per circa il 50% della durata di monitoraggio programmata. Per questo motivo le valutazioni qui presentate, basate in gran parte su elaborazioni mediante sistemi informativi georeferenziati (GIS), sono da considerare come preliminari, e verranno integrate al termine del citato monitoraggio, in modo da incrementare la loro affidabilità generale diminuendo il grado di incertezza associato ai dati. Al termine delle indagini ancora in corso verrà quindi prodotta una relazione integrativa.

2. *FONTI DEI DATI*

L'acquisizione dei dati morfologici e meteo-climatici necessari per la definizione del bilancio idrologico del versante sotteso dalle opere in progetto è stata svolta utilizzando dati provenienti dalle stazioni meteorologiche di tutta la provincia di Trento e delle provincie limitrofe, al fine di ottenere una interpolazione dei dati che partecipano alla costituzione della carta delle isoiete il più corretta possibile.

Le fonti dei dati idrologici utilizzati per le elaborazioni sono:

- 1) l'Ufficio Pianificazione e Rilevazioni Idriche del Dipartimento Ambiente della Provincia Autonoma di Trento (PAT), che ha consegnato i dati in forma ufficiale, precisando che sono validati i dati sino al 1999 per le precipitazioni e sino al 1989 per le temperature, mentre non sono ancora validati per gli anni successivi; la nostra verifica dei dati per gli anni non validati non ha riscontrato evidenti errori, per cui questi ultimi sono stati utilizzati.
- 2) l'Istituto Agrario di San Michele all'Adige (ISMAA), che per la raccolta dei dati ha indicato il proprio sito Internet, in cui è possibile l'accesso diretto al database meteorologico. Molte delle stazioni termo-pluviometriche forestali gestite da ISMAA sono in funzione da un numero di anni non rappresentativo (in genere dal 1999) ed i dati in molti casi non sono completi.
- 3) il Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche (PGUAP) recentemente redatto dalla Provincia Autonoma di Trento, contenente inoltre un'abbondante documentazione di base, con le relative elaborazioni.

Sono poi stati analizzati in dettaglio i dati provenienti dalle principali stazioni meteo del versante sinistro dell'asta atesina e di alcune stazioni rappresentative poste in destra Adige.

3. **METODOLOGIA**

La metodologia applicata per la realizzazione dei tematismi cartografici dello studio idrologico e per il bilancio idrologico è stata definita per far fronte ad uno studio a scala regionale, in quanto il tunnel coinvolge volumi rocciosi estremamente grandi. A seguito della raccolta e dell'analisi delle informazioni di base (dati pluviometrici, termometrici e misure di portata), sono stati ricavati per elaborazione i fattori dell'equazione del bilancio idrogeologico, che non sono normalmente misurati o disponibili. L'equazione nella sua forma più semplice si può scrivere come:

$$P = E_r + D + I \quad \text{(equazione 3.1)}$$

dove:

P	= precipitazione media annua (mm)
E_r	= evapotraspirazione reale media annua (mm)
D	= deflusso superficiale medio annuo (mm)
I	= infiltrazione media annua nel sottosuolo (mm)

Questo tipo di bilancio permette di distinguere, all'interno dei deflussi, la componente superficiale (D: acque di ruscellamento e incanalate) da quella sotterranea (I), fornendo pertanto uno strumento di stima della reale ricarica degli acquiferi.

L'unico fattore generalmente noto dell'equazione è dato dalla precipitazione P; il fattore E_r viene ricavato disponendo delle temperature medie mensili ed annue. Il fattore D è noto solo in rari casi, e pertanto viene ricavato su scala regionale, così come il fattore I. Nel caso dell'area in esame, l'evapotraspirazione reale E_r è stata ricavata applicando il metodo di Thornthwaithe & Mather (1957). Il deflusso superficiale D, per il quale non esistono dati significativi ai fini dello studio, è stato ricavato mediante il metodo del coefficiente di deflusso applicando la metodologia di

Kennessey(1930), internazionalmente accettata ed applicata in Italia, tra gli altri, da Barazzuoli et al. (1986, 1990). L'infiltrazione in sottoterraneo I è stata calcolata per differenza. Tutti i calcoli areali sono stati eseguiti in ambiente GIS, che ha permesso di produrre e gestire le carte tematiche di base e le carte tematiche derivate. Di seguito si fornisce un dettaglio delle singole metodologie di elaborazione.

3.1 CALCOLO DELL'EVAPOTRASPIRAZIONE

Disponendo dei dati di precipitazione e di temperatura si può calcolare il valore dell'evapotraspirazione reale E_r , termine dell'equazione del bilancio idrologico, applicando la metodolo-gia proposta da Thornthwaite & Mather, che prevede dapprima il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale e poi di quella reale. Si applica la formula:

$$E_p = K (1,6 (10T_i/I)^a) \quad (\text{equazione 3.2})$$

ove

- E_p = evapotraspirazione potenziale media mensile (mm);
 T_i = temperatura media mensile (°C);
 a = $0,49239 + 1792 \cdot 10^{-5} \cdot I - 771 \cdot 10^{-7} \cdot I^2 + 675 \cdot 10^{-9} \cdot I^3$
 I = indice annuo di calore, pari alla sommatoria degli indici mensili i dei 12 mesi dell'anno. L'indice termico mensile i si calcola con la:
 $i = (T_i/5)^{1,514}$
 K = coefficiente mensile dipendente dalla latitudine (nel caso in esame 41°), pari al rapporto fra le ore diurne e la metà delle ore giornaliere (nel caso in esame 12).

Per i mesi con temperatura media sotto lo zero, questa viene posta pari a zero. Il calcolo è stato eseguito assumendo per il fattore capacità idrica utilizzabile (u) il valore di 100, indicato in letteratura come valore medio.

3.2 CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

In assenza di misure dirette dei deflussi (D) nei corsi d'acqua in uscita dai bacini, al fine di calcolare il bilancio idrico si è proceduto alla stima del parametro D utilizzando il metodo proposto da Kennessey (1930) e ripreso successivamente da vari autori per studi specifici in Italia in condizioni fisiografiche e climatiche simili a quelle che si incontrano nel settore di studio (Tardi & Vittorini, 1977; Barazzuoli et al., 1987, Colombetti & Mattioli, 1991). Tale metodo è stato applicato con notevole successo e appare particolarmente versatile in quanto permette di valutare, quantitativamente e nel loro giusto peso, gli elementi principali che influenzano il deflusso di un dato bacino.

Il metodo di Kennessey consente il calcolo di un deflusso, che verrà nel seguito definito D_K . Esso è espresso in mm e corrisponde alla lama d'acqua che defluisce in superficie (D). Il metodo Kennessey consiste nel calcolare il coefficiente di deflusso (C_d) di un bacino come la somma di tre componenti relative rispettivamente all'influenza esercitata dall'acclività (C_a), dalla copertura vegetale (C_v) e dalla permeabilità (C_p).

$$C_k = C_a + C_v + C_p \quad (\text{equazione 3.3})$$

Il metodo si basa sul fatto che il coefficiente di deflusso è essenzialmente funzione, oltre che delle condizioni climatiche dell'area, di tre grandezze fisiografiche:

- 1) l'acclività della superficie topografica,
- 2) la distribuzione della copertura vegetale,
- 3) la permeabilità delle rocce e dei terreni affioranti.

Per ciascuna di queste componenti, il contributo al C_k viene ricavato da un'apposita carta tematica, dove i valori del parametro preso in considerazione

(acclività, vegetazione e permeabilità) sono ripartiti in quattro classi a ciascuna delle quali viene attribuito un coefficiente.

Di seguito si riporta una tabella contenente la suddivisione delle categorie di ciascuna componente ed il valore del relativo coefficiente.

Acclività (C_a)				
C _a 1	A>35%	0.22	0.26	0.30
C _a 2	10%<A>35%	0.12	0.16	0.20
C _a 3	3.5%<A>10%	0.01	0.03	0.05
C _a 4	A<3.5%	-	0.01	0.03
Copertura vegetale (C_v)				
C _v 1	Roccia nuda	0.26	0.28	0.30
C _v 2	Pascoli	0.17	0.21	0.25
C _v 3	Terra coltivata, boscata	0.07	0.11	0.15
C _v 4	Bosco d'alto fusto	0.03	0.04	0.05
Permeabilità (C_p)				
C _p 1	Impermeabile	0.21	0.26	0.30
C _p 2	Media	0.12	0.16	0.20
C _p 3	Buona	0.06	0.08	0.10
C _p	Elevata	0.03	0.04	0.05

Tab. 3.1 - Coefficienti da attribuire alle classi dei parametri fisiografici secondo il metodo Kennessey.

Come si vede, per ogni classe delle tre componenti (acclività, copertura vegetale, permeabilità) vengono proposti tre valori dei coefficienti. Kennessey non specifica, se non in modo generico, quale debba essere il criterio di scelta di uno o l'altro dei coefficienti. Tardi & Vittorini (1997) hanno indicato nell'indice di aridità I_a , valutato con il metodo di De Martonne (1926), il parametro in funzione del quale operare la scelta. L'indice di aridità si calcola applicando la seguente formula:

$$I_a = \sum i_a = \sum 12 * p / (t+10) \quad (\text{equazione 3.4})$$

dove:

- I_a = indice di aridità annuale
- i_a = indice di aridità mensile
- p = afflusso medio mensile
- t = temperatura media mensile.

Un altro metodo per calcolare l'indice di aridità medio annuo è quello di applicare la seguente formula:

$$I_a = [P/(T+10)+12p/t]/2 \quad (\text{equazione 3.5})$$

dove:

I_a = indice di aridità medio annuale

P = afflusso medio annuale

T = temperatura media annuale.

p = afflusso medio mensile

t = temperatura media mensile.

Gli Autori citati hanno proposto di usare la colonna di sinistra della Tabella 3.2 per $I_a < 25$, di usare la colonna di centro se $25 < I_a < 40$, e di usare la colonna di destra se $I_a > 40$.

Indici di aridità (I_a)		<25	25<>40	>40
Acclività (C_a)				
C_{a1}	A>35%	0.22	0.26	0.30
C_{a2}	10%<A>35%	0.12	0.16	0.20
C_{a3}	3.5%<A>10%	0.01	0.03	0.05
C_{a4}	A<3.5%	-	0.01	0.03
Copertura vegetale (C_v)				
C_{v1}	Roccia nuda	0.26	0.28	0.30
C_{v2}	Pascoli	0.17	0.21	0.25
C_{v3}	Terra coltivata, boscata	0.07	0.11	0.15
C_{v4}	Bosco d'alto fusto	0.03	0.04	0.05
Permeabilità (C_p)				
C_{p1}	Impermeabile	0.21	0.26	0.30
C_{p2}	Media	0.12	0.16	0.20
C_{p3}	Buona	0.06	0.08	0.10
C_{p4}	Elevata	0.03	0.04	0.05

Tabella 3.2 - Coefficienti da attribuire alle classi dei parametri fisiografici secondo il metodo Kennessey.

Questa scelta appare molto ragionevole, in quanto la grandezza scelta (I_a) è quella che meglio rappresenta le condizioni climatiche medie di una zona, essendo funzione della temperatura e delle precipitazioni, che sono notoriamente i parametri che più influenzano il clima. I valori delle diverse componenti (C_a , C_v , C_p) si ottengono come medie ponderate dei coefficienti rispetto all'area occupata,

all'interno della zona, dalle classi a cui si riferiscono. Nel caso specifico la metodologia GIS ha permesso di redigere delle carte tematiche con una griglia a maglia quadrata di 100 m di lato.

Quale ulteriore affinamento del metodo, nella presente relazione si sono valutati i coefficienti di deflusso non in base ad una media annua, ma in base ad una media mensile; in pratica il calcolo del coefficiente di deflusso (C_k), essendo influenzato dal valore dell'indice di aridità (I_a), è a sua volta, come è ragionevole aspettarsi, un parametro variabile nel corso dell'anno. Una volta calcolato C_k , nota la precipitazione media (P), il deflusso superficiale D_K risulta pari a:

$$D_K = C_k * P \text{ (mm)} \quad \text{(equazione 3.6)}$$

e, nota E_r , si ricavano D e, per differenza, il valore di infiltrazione in sottosuolo I .

$$I = P - E_r - D_K \quad \text{(equazione 3.7)}$$

3.3 CALCOLO DEL BILANCIO IDROGEOLOGICO IN AMBIENTE GIS

Al fine di calcolare l'infiltrazione efficace con il metodo di Kennessey su tutto il territorio in esame si è operato in ambiente GIS su cartografia tematica georeferenziata, attribuendo ad una griglia a maglie quadrate con lato 100 m i parametri necessari per il calcolo (C_a , C_v , C_p). Il software utilizzato (Spatial Analyst, ESRI) crea la griglia sulla cartografia tematica e gli attribuisce un valore numerico adottando il criterio della maggiore rappresentatività, ovvero la cella assume il valore della classe che occupa maggiore superficie nella cella.

L'acclività (C_a) è stata desunta automaticamente dal Digital Terrain Model (DTM) della Provincia Autonoma di Trento, realizzato a partire da una maglia

quadrata di punti di 10 m di lato. La copertura vegetale (C_v) è stata desunta dalla cartografia dell'uso del suolo predisposta dalla Provincia Autonoma di Trento. Tale cartografia comprende le informazioni sull'utilizzo agro-silvo-pastorale, antropico e sulle tecniche colturali del versante. La permeabilità (C_p) è stata desunta dalla carta idrogeologica redatta per il progetto. Ad ogni complesso idrogeologico è stato assegnato un valore di permeabilità sulla base delle informazioni desunte da studi eseguiti nell'area di studio o in litotipi confrontabili con quelle analizzate. Una volta predisposte le tre griglie è stato calcolato il coefficiente C_k per ogni cella applicando l'equazione 3.3. Successivamente, nota la distribuzione delle piogge, desunta dalla già citata carta delle isoiete, è stato possibile calcolare il deflusso superficiale con l'equazione 3.6 e l'infiltrazione per differenza secondo l'equazione 3.7 del bilancio idrogeologico.

4. DATI UTILIZZATI PER IL BILANCIO IDROLOGICO

4.1 BACINI IMBRIFERI

Per la perimetrazione dei bacini imbriferi è stata adottata la perimetrazione contenuta nella cartografia ufficiale (S.I.A.T.) della P.A.T. con le relative denominazioni

4.2 PRECIPITAZIONI

Le stazioni pluviometriche P.A.T. considerate in dettaglio per l'area di studio, sono riportate in Appendice 1, con diagrammi per ogni singola stazione

STAZIONE	X (m)	Y (m)	Quota (m s.l.m.)	Periodo disponibile
SAN MICHELE ALL'ADIGE	1664575	5117680	210	1983-2007
PAGANELLA	1657386	5112007	2125	1957-2006
TRENTO (Roncafort)	1662456	5106867	200	1978-2006
TRENTO LASTE	1665067	5104243	300	1921-2006
MONTE BONDONE	1657736	5098687	1530	1927-2004
ALDENO	1662323	5093369	212	1923-2007
ROVERETO	1658573	5084610	210	1921-2007
LOPPIO	1649721	5079974	230	1978-2007
SANTA MASSENZA	1653233	5103289	245	1978-2006
LAGO DI CAVEDINE	1651129	5095290	245	1992-2007
ARCO	1646652	5087205	91	1883-2007
CENTA	1673116	5093182	885	19321-2006
FOLGARIA	1668426	5086824	1168	1922-2006
LAVARONE	1674754	5089860	1171	1921-2006
PERGINE	1673027	5103422	480	1921-2007
PIAZZE DI PINE'	1675896	5113845	1030	1921-1985

Tab. 4.1 – Stazioni pluviometriche.

4.3 TEMPERATURE

Le stazioni termometriche P.A.T. considerate in dettaglio per l'area di studio, sono riportate in Appendice 2, con diagrammi per ogni singola stazione

STAZIONE	X (m)	Y (m)	Quota (m s.l.m.)	Periodo disponibile
SAN MICHELE ALL'ADIGE	1664575	5117680	210	1959-2007
PAGANELLA	1657386	5112007	2125	1955-2006
TRENTO (Roncafort)	1662456	5106867	200	1977-2006
TRENTO LASTE	1665067	5104243	300	1955-2006
MONTE BONDONE	1657736	5098687	1530	1936-2004
ALDENO	1662323	5093369	212	1990-2007
ROVERETO	1658573	5084610	210	1955-2007
LOPPIO	1649721	5079974	230	1991-2007
SANTA MASSENZA	1653233	5103289	245	1975-2006
LAGO DI CAVEDINE	1651129	5095290	245	1991-2007
ARCO	1646652	5087205	91	1883-2007
CENTA	1673116	5093182	885	1970-2006
FOLGARIA	1668426	5086824	1168	1970-2006
LAVARONE	1674754	5089860	1171	1970-2006
PERGINE	1673027	5103422	480	1978-2007
PIAZZE DI PINE'	1675896	5113845	1030	1980-1991

Tab. 4.2 – Stazioni termometriche.

4.4 INDICE DI ARIDITÀ

L'Indice di Aridità calcolato per le stazioni meteorologiche considerate risulta essere sempre maggiore di 40, pertanto nel calcolo del coefficiente di deflusso si è adottata la terza colonna della tabella dei coefficienti di Kennessey.

4.5 *EVAPOTRASPIRAZIONE*

I valori mensili di evapotraspirazione reale ricavati con il metodo di Thornthwaite & Mather sono riportati in Appendice 3, per ogni stazione per la quale erano disponibili le coppie di medie mensili di precipitazioni e temperatura.

4.6 *DEFLUSSI SUPERFICIALI*

I principali elementi del reticolo idrografico nel territorio preso in considerazione sono costituiti dal Fiume Adige, che costituisce il limite occidentale dell'area di studio, ed i torrenti Avisio e Fersina.

4.6.1 *Il fiume Adige*

Il fiume nasce da una sorgente presso il lago di Resia, a quota 1.550 m s.l.m. e alla sezione di Trento l'area drenata dal fiume assomma a circa 9810 km². Nel territorio preso in esame dal presente lavoro esiste una stazione di misura della portata a Trento città. Qui l'altezza idrometrica massima registrata è stata di m 6.30 nel novembre 1966, anno dell'ultima esondazione in città. Le misure di portata dell'Adige non sono da ritenersi significative per il bilancio idrologico ai fini del presente lavoro, per due ordini di motivi: il primo, che l'Adige riceve apporti anche da bacini totalmente esterni a quelli interessati dal progetto, il secondo, che il fiume è regolato artificialmente nelle sue portate, per la presenza di invasi idroelettrici. La portata media dell'Adige a Trento si aggira intorno ai 220 m³/s. La portata massima presunta giunge a 2600 m³/s.

Molto più importante ai fini progettuali è invece la posizione dell'Adige come livello di base della circolazione idrica sotterranea. Il fiume, ed i suoi livelli idrometrici, controllano il livello dell'acquifero multistrato di fondovalle, che a sua volta raccoglie e drena le acque provenienti dagli acquiferi porosi laterali della valle (acquiferi di

conoide alluvionale o di falda detritica) e gli sversamenti delle acque circolanti nei massicci carbonatici che orlano la valle dell'Adige.

4.6.2 Il torrente Avisio

Il Torrente Avisio ha origine dal versante nord-occidentale della Marmolada (3343 m s.l.m.), e sfocia nell'Adige a valle di Lavis (195 m s.l.m.). La lunghezza complessiva del corso d'acqua è di circa 89 km. Il corso del torrente è regolato da alcuni importanti sbarramenti idroelettrici, tra i quali si ricorda, per la drastica influenza esercitata sulle portate dell' Avisio, il serbatoio di Stramentizzo.

Il torrente ha un regime idrologico tipicamente alpino, cioè irregolare e caratterizzato da morbide primaverili-estive, legate alle precipitazioni e allo scioglimento delle nevi e dei ghiacciai montani, e molto spesso da morbide autunnali in conseguenza delle piogge del periodo. I periodi di magra coincidono invece solitamente con i mesi invernali. E' accertata la correlazione tra l'andamento delle altezze idrometriche del torrente e gli eventi piovosi (Fig. 4.6.1).

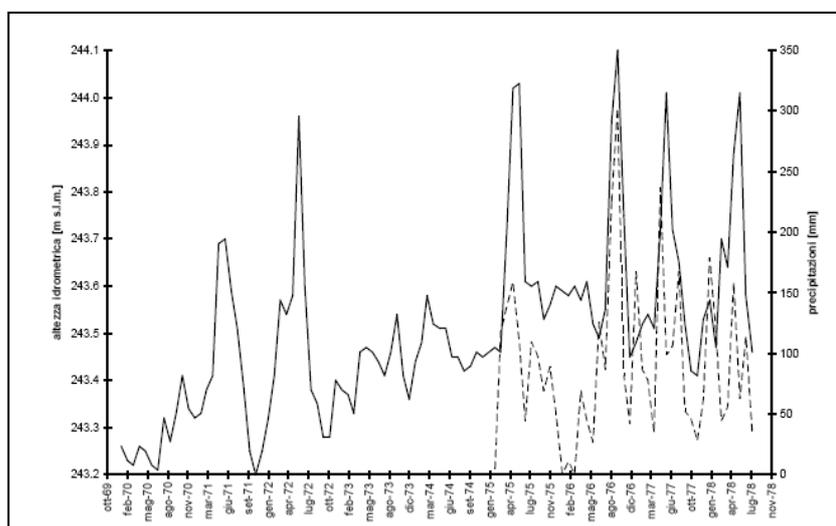


Fig. 4.6.1 - Altezze idrometriche medie mensili del torrente Avisio a Lavis (linea continua) e precipitazioni totali mensili (linea tratteggiata) negli anni, rispettivamente, 1970-1978 e 1975-1978.

4.6.3 Il torrente Fersina

Questo torrente nasce nell'alta Val dei Mocheni, a Nord di Pergine, in un territorio che morfologicamente afferisce al fiume Brenta, di cui originariamente il torrente era un affluente, se non la prosecuzione. Il torrente, anche a seguito di uno sbarramento da parte del conoide di Susà (Pergine) è stato catturato dal fiume Adige a cui recapita dopo aver profondamente inciso il versante orientale della valle dell'Adige in località Ponte Alto a Trento. Nel tratto di percorso dalle origini a Civezzano, il torrente è soggetto a numerose derivazioni per vari usi.

La morfologia e la stratigrafia dell'alveo del torrente Fersina nel tratto che dall'alta Valsugana va sino allo sbarramento di Ponte Alto hanno subito nel corso dei secoli importanti variazioni a causa delle modificazioni antropiche, in particolare a seguito della realizzazione delle dighe di sbarramento note come "serre" (serra del Cantanghel, serra di Ponte Alto, serra Madruzzo). Tali modificazioni in particolare hanno portato al sovralluvionamento dell'alveo del torrente a monte di Ponte Alto, con la deposizione di un potente spessore (almeno 40 m) di sedimenti ghiaioso sabbiosi. A monte di Ponte Alto il torrente, sebbene scorra in una forra, è in una fase di deposizione del suo trasporto solido, mentre a valle appaiono ancora attivi fenomeni di erosione regressiva, e l'alveo è in roccia calcarea e calcareo-marnosa, da considerare praticamente impermeabile.

Solo a valle di Ponte Cornicchio si ritrovano in alveo consistenti sedimenti alluvionali, che costituiscono l'apice del conoide su cui è posto il nucleo storico della città di Trento. Abbiamo pertanto che a monte dello sbarramento di Ponte Alto si possono distinguere una portata superficiale del torrente ed una sua portata subalvea; mentre subito a valle dello stesso, stante l'alveo in roccia, si ha solo una portata superficiale. Spesso l'alveo del torrente nella forra di Ponte Alto è secco.

Va rilevato che la portata superficiale in alveo impermeabile del Fersina a valle dello sbarramento di Ponte Alto non raccoglie in sé la somma delle due portate precedentemente descritte per l'asta a monte, ovvero portata superficiale e subalvea: infatti esiste un paleoalveo del Fersina, completamente sepolto, che drena una parte delle acque subalvee, di cui quindi solo una frazione va a contribuire al deflusso superficiale a valle dello sbarramento di ponte Alto.

La Figura 4.6.2 riporta in diagramma le altezze idrometriche medie mensili del Fersina registrate alla stazione di misura di Ponte Cornicchio dal 1955 al 1980. Si può notare che in questo periodo si è avuta una progressiva tendenza alla diminuzione dell'altezza d'acqua e quindi della portata. Con l'applicazione della nuova legislazione provinciale sui deflussi minimi vitali ci si attende un incremento delle portate nel breve periodo. A Ponte Alto ENEL mediamente deriva dal Fersina una portata da 0.6 a 0.8 metri, mentre la massima portata derivabile in concessione è di 1 m³/s. Esiste una stazione di misura idrometrica appena a monte della confluenza in Adige, in loc. Mas Desert (in corso di ricostruzione).

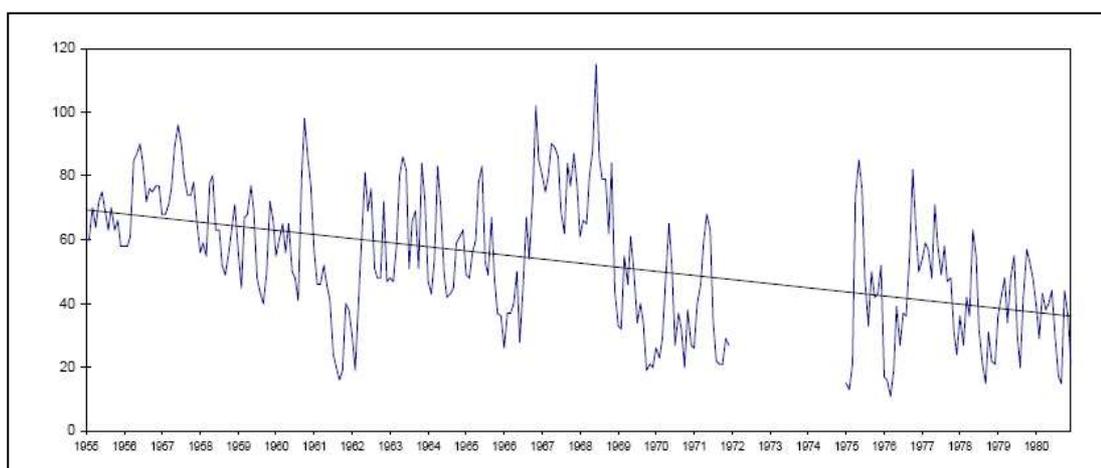


Fig. 4.6.2 - Altezze idrometriche del T. Fersina misurate alla sezione di Ponte Cornicchio dal 1955 al 1980 e linea di tendenza.

4.6.4 *Torrente Leno*

Le portate del torrente Leno sono direttamente influenzate dal regime dei rilasci degli sbarramenti di S. Colombano e degli Speccheri.

4.6.5 *Portate dei corsi d'acqua minori*

La distribuzione dei corsi d'acqua minori è rappresentata in cartografia e nel GIS di progetto con apposita simbologia. Ad esclusione del Fiume Adige e del torrente Avisio, che come abbiamo detto non sono pertinenti, non esiste una serie continua ed utilizzabile, ai fini del bilancio idrologico, di misure di deflusso dei corsi d'acqua minori del territorio in esame, sia per il versante Est che per il versante Ovest della dorsale montuosa interessata dal tracciato.

Infatti per i corsi d'acqua minori esistono solo misure sporadiche delle portate, effettuate per periodi limitati od occasionalmente, e spesso in corrispondenza di sezioni di chiusura intermedie rispetto all'asta torrentizia. Per altri corsi d'acqua, esistono dati idrometrici, ma non la relativa curva di taratura (v. Fig. 4.6.4, per il torrente Ala).

Questa carenza di attività di rilevazione di dati di deflusso superficiale è giustificata dal fatto che la portata media degli affluenti minori di sinistra dell'Adige è invero conosciuta come relativamente modesta, e giustamente gli investimenti in termini di attività conoscitive furono preferenzialmente indirizzati verso i fiumi e torrenti maggiori della Provincia Autonoma di Trento.

Come si vedrà analizzando il bilancio, questa osservazione concorda con i risultati del bilancio idrogeologico, che indica una forte componente di infiltrazione in sottosuolo. Il Servizio Pianificazione e Rilevazioni Idriche della P.A.T. ha fornito i dati ufficiali disponibili per i corsi d'acqua minori (Fig. 4.6.3 e Fig. 4.6.4).

rio Rimon Acquaviva	data	data						
	24.08.1995	16.08.1995						
	135	135						
rio Valsorda (Mattarello)	data	data						
	21.02.1987	09.12.1981	13.09.1979					
	291	210	45.3					
rio Secco (Besenello)	data	data	data					
	21.02.1987	21.02.1986	16.09.1981					
	2	secco	24					
Fossa Ferrovia (Mattarello)	data							
	21.02.1987							
	118							
rio Cavallo Calliano	data							
	20.08.1985	25.09.1985	15.10.1985	26.01.1984	29.09.1980	29.09.1978	20.01.1992	02.07.1991
	222	170	162	243	130	180	163	192
fossa Acquaviva	data	data	data					
	15.10.1996	15.10.1996	21.02.1987					
	264	264	291					
rio val Negra Trento	data	data						
	25.10.1996	25.09.96						
	11	39						
fossa di Volano	data							
	03.09.1996							
	29							
rio Malvasia (Trento)	data							
	08.03.1995							
	10							
roggia di Gardolo (Trento)	data							
	08.03.1995							
	41							
rio Salè (Povo di Trento)	data	data						
	17.06.1982	24.08.1981						
	45	30						

Fig. 4.6.3 – Portate di corsi d'acqua minori (Fonte P.A.T.).

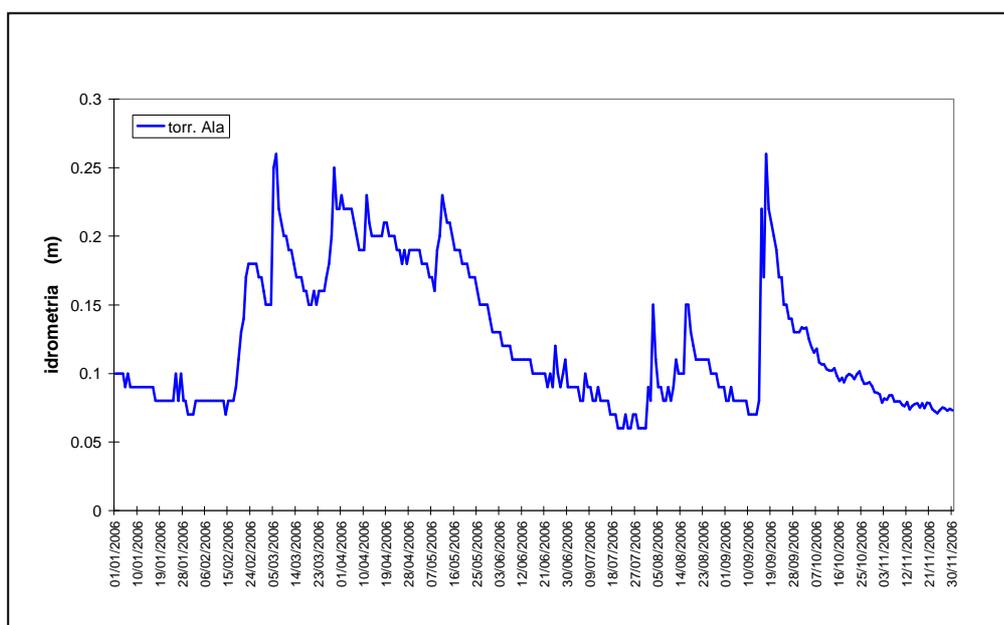


Fig. 4.6.4 – Idrometria del torrente Ala(2005-2006). (Fonte P.A.T.).

4.6.6 Laghi

Nell'area di progetto esistono diversi bacini lacustri, alcuni dei quali presentano una considerevole valenza turistica. Di seguito si enumerano quelli per cui vanno analizzati, in relazione alla posizione geografica e geologica, i possibili impatti dell'opera in progetto. I dati relativi alla morfologia dei laghi sono ricavati dai rapporti "Caratteristiche limnologiche dei laghi del Trentino" dell'istituto Agrario di San Michele all'Adige, nelle edizioni 1995, 1997 e 1998. Si fa inoltre riferimento nel commento alla cartografia geologica ed idrogeologica di progetto.

Lago Santo

Di origine glaciale, è situato ad una altezza di 1194 m s.l.m., a circa 5 km da Cembra. E' lungo 210 m, largo 180 e profondo circa 15 metri, con una superficie di circa 32000 m² e un volume di circa 192000 m³. Ghiaccia d'inverno. Privo di immissario, ha come emissario il rio Merca.

Distanza dal tracciato di complemento Nord alternativa 1: 1.9 km

Distanza dal tracciato di complemento Nord alternativa 2: 2.4 km

Il lago è adagiato su morene ("Sintema del Garda"), mentre il substrato roccioso è costituito da rocce del Distretto Vulcanico Atesino (DVA). In cartografia geologica viene indicato in corrispondenza del lago un elemento strutturale a direzione NW-SE ("faglia inversa incerta"), con terminazione in corrispondenza della linea di Trodena, senza intersecare il tracciato del tunnel. La situazione geologico - strutturale di questo elemento del sistema idrico superficiale non induce a ritenere che vi siano probabilità di impatto da parte dell'opera.

Lago di S. Colomba

Situato in comune di Civezzano ad una altitudine di 926 m s.l.m., questo lago, di origine tettonica, ha una superficie di circa 29500 m² e un volume di 129000 m³. E' lungo 310 m, largo 150 e profondo 8.7 m. E' privo di immissari ed emissari.

Distanza dal tracciato di complemento Nord alternativa 1: 1.9 km

Distanza dal tracciato di complemento Nord alternativa 2: 3.9 km

Il substrato su cui è adagiato il lago è dato da vulcaniti del DVA e, verso Est, dalla formazione di Werfen. Nella cartografia geologica il lago si trova su una linea strutturale disposta NNE-SSW che corre all'incirca parallela al tracciato, e su una faglia presunta NE-SW, con terminazione nella zona di Bosco di Civezzano, e che non interseca il tracciato.

La situazione geologico - strutturale di questo elemento del sistema idrico superficiale non induce a ritenere che vi siano probabilità di impatto da parte dell'opera.

Lago di Lases

Questo lago, avente come immissari il rio Vinela e il rio acqua della Casina, si trova alla quota di 632 m s.l.m., ha una superficie di circa 115000 m², una profondità massima di 26 m ed una profondità media di 15 m. Il volume è di 1750000 m³. E' un lago di sbarramento morenico. L'emissario è costituito da uno sfioro artificiale verso il torrente Avisio.

Distanza dal tracciato di complemento Nord alternativa 1: 4.7 km

Distanza dal tracciato di complemento Nord alternativa 2: 7.6 km

Il substrato roccioso del lago è dato da vulcaniti del DVA. Nell'area sono presenti elementi strutturali a direzione NE-SW che non intersecano il tracciato, ma che intercettano strutture trascorrenti presunte a direzione NW-SE che a loro volta sono

intersecate dal tracciato (alternativa 2), sia a NW che a SW rispetto alla posizione del lago. In base alla situazione geologico strutturale si ritiene che le probabilità di impatto da parte dell'opera su questo elemento del sistema idrico superficiale siano molto basse. Il tracciato alternativa 1 non è intersecato dalle strutture sopra richiamate.

Lago di Valle

Situato alla quota di 625 m s.l.m., con immissario il rio Santo Stefano, ha un emissario che affluisce nel il Rio Silla. Ha una superficie di 7700 m², lunghezza di 185 metri e larghezza di 62 m. La profondità massima è di 9 metri, quella media di 3 m. La sua origine è dovuta a sbarramento del materiale alluvionale del fiume Silla. Ghiaccia d'inverno.

Distanza dal tracciato di complemento Nord alternativa 1: 4.6 km

Distanza dal tracciato di complemento Nord alternativa 2: 6.4 km

Il substrato roccioso è dato da vulcaniti del DVA, che qui sono interessate da una faglia inversa NE-SW, con terminazioni su strutture NW-SE cartografate come presunte o incerte nella cartografia geologica, che intersecano il tracciato (alternativa 2). Il tracciato alternativa 1 non è intersecato dalle stesse strutture. In base alla situazione geologico strutturale si ritiene che le probabilità di impatto da parte dell'opera su questo elemento del sistema idrico superficiale siano molto basse.

Lago di Serraià

Lago di sbarramento glaciale, è situato alla quota di 974 m s.l.m. in comune di Baselga di Pinè, ha una superficie di circa 444000 m² ed un volume di circa 3140000 m³, con una profondità massima di circa 12 metri. Gli immissari sono la roggia che

porta le acque del vicino lago delle Piazze, il rio delle Giare, ed altri rii minori. L'emissario è il rio Silla, affluente di sinistra del torrente Fersina.

Distanza dal tracciato di complemento Nord alternativa 1: 7.1 km

Distanza dal tracciato di complemento Nord alternativa 2: 9.3 km

Il substrato roccioso è dato da vulcaniti del DVA. Il lago si trova in corrispondenza di una importante linea tettonica a direzione NE-SW. Collegandola ad altre faglie proseguenti nella stessa direzione nella cartografia geologica, terminerebbe nella zona di Montonzano di Civezzano, a poche centinaia di metri da una possibile intersezione con la linea del Calisio.

La situazione geologico - strutturale di questo elemento del sistema idrico superficiale non induce a ritenere che vi siano probabilità di impatto da parte dell'opera.

Lago di Madrano

Questo lago, privo di immissari, si trova alla quota di 548 m s.l.m., ha una superficie di circa 7800 m², una profondità massima di 8 m ed una profondità media di 4 m. Il volume è di circa 31000 m³. E' un lago di esarazione glaciale, e sbarramento. L'emissario è il rio Roggia che recapita nel contiguo lago di Canzolino.

Distanza dal tracciato di complemento Nord alternativa 1: 5.2 km

Distanza dal tracciato di complemento Nord alternativa 2: 5.6 km

Il substrato roccioso è dato da vulcaniti del DVA. Nelle sue immediate vicinanze si trova una faglia orientata NNW-SSW, che non ha relazioni con il tracciato.

La situazione geologico - strutturale di questo elemento del sistema idrico superficiale non induce a ritenere che vi siano probabilità di impatto da parte dell'opera.

Lago di Canzolino

Questo lago riceve le acque dell'emissario del lago di Madrano. Si trova alla quota di 540 m s.l.m., ha una superficie di circa 70800 m², una profondità massima di 15 m ed una profondità media di 11.8 m. Il volume è di 515000 m³. E' un lago di origine da sbarramento. L'emissario è il rio della Varda.

Distanza dal tracciato di complemento Nord alternativa 1: 5.6 km

Distanza dal tracciato di complemento Nord alternativa 2: 5.9 km

Il substrato roccioso è dato da vulcaniti del DVA. Nelle sue immediate vicinanze si trovano strutture tettoniche orientate NNW-SSW, che non intersecano il tracciato.

La situazione geologico - strutturale di questo elemento del sistema idrico superficiale non induce a ritenere che vi siano probabilità di impatto da parte dell'opera. Le stesse considerazioni valgono per il vicino Lago Costa e per l'area umida del Lago Pudro.

Lago di Caldonazzo

Situato alla quota di circa 449 m s.l.m, in alta Valsugana, ha come emissario il fiume Brenta. Immissario principale è il torrente Mandola, che scende dalla Vigolana. Altri immissari: rio Spini, rio Palude, rio Merdar, fosso dei Gamberi, rio Ischia. Ha una superficie di 5627000 m² ed un volume di circa 148987000 m³.

Distanza dal tracciato circonvallazione di Trento e Rovereto: 6.7 km

L'analisi della cartografia geologica non evidenzia elementi strutturali che possano essere posti in relazione al tracciato del tunnel ferroviario.

La situazione geologico - strutturale di questo elemento del sistema idrico superficiale non fa ritenere che sussistano probabilità di impatto da parte dell'opera.

Lago Turchino e Lago delle Cannelle

Sono due piccolissimi laghi situati nella zona collinare tra Trento e Mattarello, entro depressioni del corpo di frana della Marzola. Il lago Turchino è posto alla quota di circa 235 m s.l.m., ha un perimetro di circa 124 m e una superficie di circa 1100 m² (dati ricavati con il GIS SIAT della PAT). Il lago delle Cannelle è alla quota di circa 233 m s.l.m. ha un perimetro di circa 207 m e una superficie di circa 2845 m² (dati ricavati con il GIS SIAT della PAT).

Distanza dal tracciato circonvallazione di Trento e Rovereto: 0.35 km

Il substrato roccioso al di sotto del detrito di frana è costituito dalla membro di Monte Ozol (GIV3) della formazione di Giovo. Non sono segnalati elementi strutturali in corrispondenza dei due laghi. Questa situazione geologico-strutturale porta a ritenere minime le possibilità di impatto dell'opera.

Lago di San Colombano (o di Toldo)

Lago di sbarramento idroelettrico sul torrente Leno, formatosi a seguito della costruzione nel 1966 di una diga di altezza 68 metri; il volume totale di invaso è di 2.5 milioni di metri cubi.

Distanza dal tracciato circonvallazione di Trento e Rovereto: 0.3 km

Il substrato roccioso è costituito da Dolomia Principale. La cartografia geologica non segnala elementi strutturali corrispondenti a questo tratto di valle del Leno, che pure ha un allineamento orientato in direzione scledense, e che viene intercettato dal tracciato. Per poter escludere qualsiasi impatto, vista la vicinanza del tracciato alla diga, si ritiene opportuno un approfondimento di dettaglio della situazione strutturale.

Lago di Lavarone

Di origine carsica, è situato nell'omonimo comune. La profondità media è di 7.4 metri, quella massima di 17 metri. Ha una superficie di circa 51610 m² ed un volume di 383430 m³. Non ha immissari, e le sue acque vengono assorbite da un inghiottitoio carsico.

Distanza dal tracciato circonvallazione di Trento e Rovereto: 11.5 km

La distanza dal tracciato e la situazione geostrutturale del lago sono tali da poter escludere interferenze negative da parte dell'opera.

Laghetti di Marco

Sono due piccoli laghetti situati in depressioni nell'accumulo di frana dei Lavini di Marco, e sono laghi effimeri, di affioramento della falda freatica. Nell'area che li comprende è istituito il biotopo dei Lavini di Marco. I laghetti raggiungono una profondità anche di un paio di metri durante il periodo delle piogge autunnali e dello scioglimento delle nevi in primavera, mentre nel periodo estivo ed invernale diventano asciutti.

Distanza dal tracciato circonvallazione di Trento e Rovereto (variante): 0.1 km.

La quota di progetto del tracciato risulta superiore alla quota della falda nell'area, rilevata tra il 2006 ed il 2007 (si veda la relazione idrogeologica). Non si prevedono quindi interferenze negative sul sistema idrico locale.

4.6.7 Aree umide e di interesse naturalistico

Entro l'areale di indagine sono segnalate aree umide potenzialmente sensibili e siti di interesse naturalistico (anche siti di importanza comunitaria).

Lagabrunn

Si tratta di una zona umida (torbiera) posta tra il lago Santo ed il Dosso Mezalun, a quota 1050 m s.l.m. circa, presso il confine con la provincia di Bolzano. L'area a torbiera è sostenuta da depositi glaciali a bassa permeabilità poggianti su substrato di rocce del DVA. Come per il lago Santo, non vi sono elementi che inducano a ritenere possibili impatti negativi dalla realizzazione dell'opera.

Monte Barco - Acquadiva - Monte Gallina

Si tratta di aree umide di interesse naturalistico nei dintorni di Albiano, sostenute da depositi morenici a bassa permeabilità poggianti su rocce del DVA. Per la distanza dal tracciato e per la locale situazione geologico-strutturale non si evidenziano elementi di rischio per la circolazione idrica superficiale che recapita in queste aree.

Le Grave

L'origine di questo particolare ambiente, in comune di Civezzano, è legata all'attività antropica: si tratta di un accumulo di detrito a pezzatura grossolana costituito da materiali di scarto dell'attività estrattiva dell'argento che, negli anni dal 1000 al 1500 circa, ha interessato tutto l'altopiano del Calisio-Argentario. Questo accumulo costituisce un serbatoio idrico appoggiato a rocce a bassa permeabili, che ha per l'appunto contribuito a formare l'ecosistema di pregio. Lo stesso substrato impermeabile che sostiene l'accumulo protegge la zona umida da interferenze dovute all'opera.

Gocciadoro

Area in comune di Trento, prossima al tracciato, che tuttavia corre entro rocce a bassa permeabilità, senza possibilità di sviluppare effetti di drenaggio significativo.

M.te Ghello – M.te Zugna

Sono due aree di interesse naturalistico, rispettivamente a Nord e a Sud di Rovereto. Sono poste in zone anidre, e dal punto di vista idrologico non sono quindi suscettibili di interferenze da parte dell'opera.

Biotopo dei Lavini (Laghetti di Marco)

Come evidenziato nel paragrafo precedente, non si prevedono impatti negativi sulla componente idrica dell'area, di cui peraltro il tracciato in progetto intersecherà la porzione xerica, mentre la parte umida (laghetti) rimane distante dalla zona di cantiere.

5. PRESENTAZIONE E COMMENTO DELLE CARTE TEMATICHE

Le carte di seguito commentate sono riportate nella Tavola 10.03 del progetto.

5.1 CARTA DEI COEFFICIENTI DI ACCLIVITÀ

La carta dei coefficienti di acclività (A) è stata realizzata sulla base del modello digitale del terreno edito dalla Provincia Autonoma di Trento. La distribuzione delle pendenze rispecchia la morfologia del terreno, caratteristica delle aree di montagna. Questa carta, unitamente a quelle della permeabilità e dell'uso del suolo, è stata utilizzata per il calcolo del coefficiente di deflusso di Kennessey, come illustrato nei precedenti capitoli di questa parte di relazione.

5.2 CARTA DELLA COPERTURA VEGETALE

La carta della copertura vegetale (Cv) è stata desunta dalla cartografia del progetto CORINE Land Cover, finanziato e predisposto dalla Commissione Europea, dal Ministero dell'Ambiente e dalle Regioni. Tale cartografia comprende le informazioni sull'utilizzo agro-silvo-pastorale, antropico e sulle tecniche colturali del versante. Nella Fig. 5.1 è mostrata la corrispondenza stabilita tra le classi di Kennessey per la copertura vegetale e la legenda CORINE.

Classi di copertura vegetale secondo Kennessey	CORINE
V1 Roccia nuda	1.3 Aree estrattive, discariche e cantieri; 3.3 Spazi aperti con vegetazione assente o scarsa; 5.1 Acque continentali
V2 Pascoli	1.2 Zone industriali, commerciali e reti comunicazione; 2.3 Prati e pascoli; 3.2 Arbusteti e/o aree a vegetazione erbacea
V3 Terra coltivata, boscata	2.1 Seminativi; 2.2 Coltivazioni arboree; 2.4 Aree agricole eterogenee
V4 Bosco d'alto fusto	1.1 Aree urbane residenziali; 1.2 Aree industriali e/o commerciali e vie di comunicazione; 3.1 Boschi (latifoglie, conifere e misti)

Fig. 5.1 - Corrispondenza tra le classi di Kennessey e la legenda CORINE per la copertura vegetale.

5.3 *CARTA DELLE PERMEABILITÀ*

La carta dei coefficienti di permeabilità (C_p) dei terreni è stata elaborata partendo dalla carta idrogeologica degli acquiferi. Per una descrizione completa delle varie formazioni geologiche presenti nell'area di indagine e delle loro caratteristiche idrogeologiche rinviamo alla relazione geologica e a quella idrogeologica. Come già messo in evidenza dalla carta idrogeologica, la carta dei coefficienti di permeabilità mostra un elevato grado di permeabilità nella maggior parte dell'area esaminata, ed in particolare nella parte centro meridionale del versante sinistro. Questa condizione, imputabile all'esteso affioramento di litotipi calcarei permeabili e carsici, determina uno scarso ruscellamento superficiale, ad incremento dell'infiltrazione e della ricarica degli acquiferi. Lungo il fondovalle dell'Adige la permeabilità risulta più bassa, in ragione della presenza di depositi limosi e localmente sabbiosi, come testimoniato anche dalla Carta della permeabilità dei suoli del fondovalle di Trento, redatta dal Servizio Geologico della Provincia di Trento.

5.3 *CARTA DEI COEFFICIENTI DI KENNESSEY*

La carta dei coefficienti di Kennessey (C_k) riporta la distribuzione del coefficiente C_k di Kennessey ottenuta con l'applicazione dello stesso metodo, descritto nei capitoli precedenti, sommando cella per cella i valori dei tre fattori fisiografici: acclività, permeabilità e copertura vegetale). Il risultato ottenuto mostra valori del C_k compresi tra 0.1 e 0.55.

5.4 *CARTA DELLE ISOIETE*

La carta delle isoiete (P) riporta i mm di pioggia media annua, ed è stata elaborata sulla base dell'analoga cartografia costruita dal S.I.A.T. della P.A.T. con il metodo dei topoieti, utilizzando come base i dati discussi addietro. A tale proposito si

ricorda che la media annua di precipitazioni è riferita al periodo storico ventennale. Le precipitazioni maggiori sono concentrate in corrispondenza della zona di cresta della Vigolana dove raggiungono circa 1200 mm annui. Più ci si sposta verso Nord più le piovosità medie diminuiscono con un minimo in corrispondenza dell'imbocco nord, esteso tra Salorno e la Val di Cembra. In sintesi la carta delle Isoiete evidenzia un territorio che viene "ricaricato" dalle precipitazioni più a sud (zona della Vigolana) che a nord (zona della Val di Cembra), anche in relazione alla provenienza media delle perturbazioni, che nella regione viaggiano maggiormente da SW verso NE.

5.5 CARTA DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

La carta dei coefficienti di deflusso superficiale (D_K) è stata elaborata applicando l'equazione 3.7, ovvero moltiplicando la carta dei coefficienti di Kennessey per quella delle isoiete. In linea generale, i valori di ruscellamento maggiore sono riscontrati lungo i rilievi più acclivi e caratterizzati da coperture moreniche estese o, più in generale, da litotipi del substrato poco permeabili. Lungo i fondovalle principali il coefficiente di deflusso raggiunge i valori minori. In particolare, a conferma di ciò, si osserva come i deflussi maggiori nell'areale di indagine siano localizzati nella parte settentrionale, coperta dalle rocce del Distretto Vulcanico Atesino, e nel versante orientale della dorsale Marzola – Vigolana, ove affiorano termini permo-triassici della successione stratigrafica ed il substrato cristallino. Il deflusso risulta invece molto basso in corrispondenza dei m. assicci carbonatici che orlano ad Est la parte meridionale dell'asta atesina trentina.

5.6 CARTA DELL'EVAPOTRASPIRAZIONE REALE

Questa carta (ETP) è stata ricavata a partire dai valori di evapotraspirazione reale (E_r) calcolati con la formula di Turc alle stazioni meteo-climatiche di riferimento.

Come si può notare dalla carta allegata, i valori di evapotraspirazione sono alquanto elevati, mediamente superiori a 400 mm/anno e con ampie zone lungo i fondovalle dove i valori sono pari a circa 550 mm/anno. Solo lungo le dorsali della Marzola e della Vigolana sono presenti valori inferiori di Er, compresi tra 300 mm/anno e 400 mm/anno.

5.7 CARTA DELLE INFILTRAZIONI

La carta dell'infiltrazione media annua è stata elaborata applicando la formula del bilancio idrologico esposta in precedenza, ovvero sottraendo dalle precipitazioni medie annue il deflusso superficiale e l'evapotraspirazione reale. Questa carta rappresenta il risultato finale dello studio idrologico, permettendo di descrivere, in modo areale, la quantità media annua di lama d'acqua che si infiltra e che contribuisce quindi alla ricarica degli acquiferi.

In termini generali, si può constatare dalla cartografia allegata che i valori di infiltrazione calcolati variano tra valori nulli e 700 mm/anno. I valori nulli ottenuti non hanno una valenza fisica ma indicano piuttosto un deficit idrico calcolato per una determinata porzione di territorio. Per quella porzione di territorio il contributo di infiltrazione media annua è quindi da considerare nullo. Al fine di meglio visualizzare il contributo che i singoli bacini idrologici sottesi dalla galleria portano in termini di infiltrazione al deflusso sotterraneo medio annuo, espresso in l/s, in Figura 5.2 è raffigurata una sintesi dell'infiltrazione media annua per bacino (Valori nei riquadri). Si noti che non tutti i bacini sono stati considerati su tutta la loro estensione, in particolare i bacini localizzati ai margini dell'area di studio sono stati analizzati solo in parte, e pertanto i valori di infiltrazione media annua sono riferiti solo all'areale esaminato (rappresentato con colori diversi in funzione dell'intensità di infiltrazione), per il quale erano disponibili i valori di acclività, copertura vegetale,

I risultati esposti in figura sono stati confrontati con i deflussi superficiali ottenuti mediante misure idrauliche dirette (valori in rosso). Tuttavia, data la scarsità di misure disponibili, pur sempre abbondanti nell'ambito di un progetto di questo tipo, non è possibile operare un confronto completo con i dati areali presentati sopra.

L'analisi idrologica conferma come il settore centrale e meridionale dell'area studiata sia caratterizzato dai maggiori valori di infiltrazione registrata con conseguente ricarica degli acquiferi residenti in roccia, che nella regione danno origine ad importanti sorgenti basali. Da un punto di vista pratico va quindi rilevato che eventuali captazioni in sotterraneo da parte della galleria aventi portate superiori all'ordine di 200-300 litri/secondo totali, potrebbero portare, sul lungo periodo ad un depauperamento della risorsa. Inoltre, in termini generali, le eventuali venute, dopo una fase di afflusso "di picco" potrebbero stabilizzarsi e diventare permanenti avendo un ampio bacino di ricarica a disposizione

Al contempo va osservato come il settore settentrionale dell'area studiata sia fondamentalmente poco soggetto a significativi fenomeni di ricarica le eventuali venute che si verrebbero ad incontrare in galleria non dovrebbero avere caratteristiche di durata nel tempo, anche se non si escludono a priori importi afflussi d'acqua di picco, fondamentalmente legati alla natura dell'acquifero locale (zone di faglia, zone fratturate, etc).

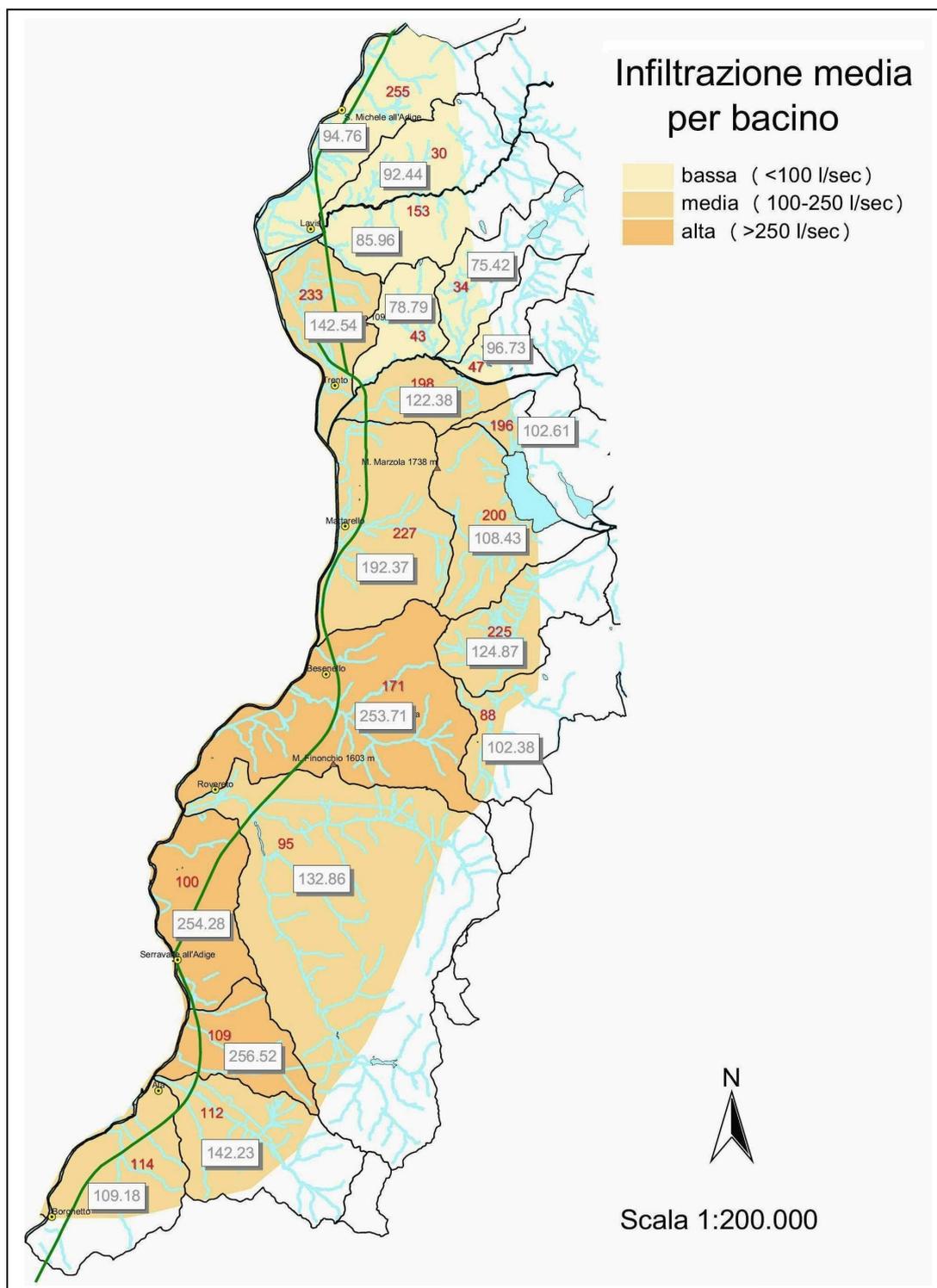


Fig. 5.2 - Carta dell'infiltrazione media per bacino idrologico. Nedi riquadri l'infiltrazione media (l/s), in rosso i valori dei deflussi superficiali (l/s).

6. BIBLIOGRAFIA

- BARAZZUOLI P. et Alii (1986) - Valutazione delle risorse idriche nella Toscana meridionale. 1) Applicazione del "Metodo Kennessey" al bilancio del Torrente Farma (province di Siena e Grosseto) e sua verifica con i calcoli di bilancio. Boll. Soc. Geol. It., 105 (1986), 333-350, 7 ff., 9 tabb., 1 tav. f.t..
- BARAZZUOLI P. et Alii (1990) - Valutazione delle risorse idriche nella Toscana meridionale. 2) La carta dei coefficienti di deflusso del bacino del F. Merse (prov. Di Siena e Grosseto). Boll. Soc. Geol. It., 37 (1987), 207-213, 7 tabb., 1 tav. f.t..
- CELICO P. (1988) - Prospezioni idrogeologiche. Vol.I,II,. 528 pp., Liguori Editore, Napoli.
- COLOMBETTI A., MATTIOLI M. (1994) - Metodi indiretti di valutazione del deflusso e delle risorse idriche nel bacino superiore del F. Panaro (Modena). Quaderni di Geologia Applicata, 1, pag.51-97.
- DE MARTONNE E.M., (1926) - Une nouvelle fonction climatologique: L'indice d'aridité. La Météorologie, Paris, 449-458
- KENNESSEY B. (1930) - Lefolyasi tényezok és retenciok. Vizugy, Koziemények.
- ISTITUTO AGRARIO DI SAN MICHELE ALL'ADIGE (1995) - Caratteristiche limnologiche dei laghi del Trentino.
- ISTITUTO AGRARIO DI SAN MICHELE ALL'ADIGE (1997) - Caratteristiche limnologiche dei laghi del Trentino.
- ISTITUTO AGRARIO DI SAN MICHELE ALL'ADIGE (1998) - Caratteristiche limnologiche dei laghi del Trentino.
- SALA S., ZANELLA G. (1967) - Gli impianti idroelettrici del torrente Leno di Terragnolo, rio Cavallo di Folgaria e basso Leno di Vallarsa delle Aziende Elettriche Municipalizzate di Rovereto e Verona. L'Energia Elettrica, a.45, n.1, pp. 19.
- TARDI A. & VITTORINI S, 1977 - Il calcolo del coefficiente di deflusso su basi fisiografiche. Boll. Degli Ing. - Firenze, 4,5-14.
- THORNTHWAITE C.W. (1948), «An approach towards a rational classification of climate». Geogr. Rev. Americ. Geoph. Soc., 55, 94.
- THORNTHWAITE C. W., MATHER J.R. (1957), «Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance». Pubbl. Clim. Drexel Inst. Technol., IO.

APPENDICE 1
PRECIPITAZIONI

A.1.1 Stazione di San Michele all'Adige

I dati disponibili vanno dal 1993 al settembre 2007. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A1.1. Il valore medio annuo è di 892.8 mm. Si denotano due periodi di maggiori precipitazioni, uno primaverile, da aprile a giugno, e uno, con maggiori apporti, autunnale, a novembre.

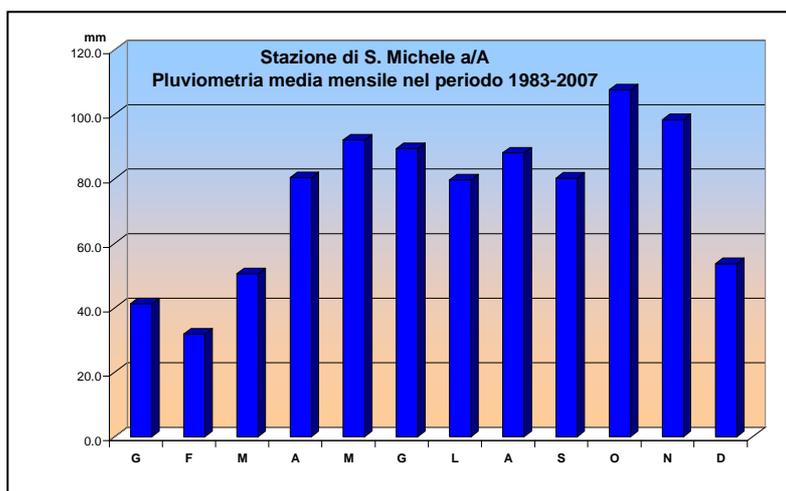


Fig. A1.1 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di S. Michele all'Adige.

A1.2 Stazione di Paganella

I dati disponibili, pur se discontinui, vanno dal 1957 al 2006. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A1.2. Il valore medio annuo è di 894 mm. Si denotano una stagione più piovosa, estiva. In inverno, data la quota della stazione, le precipitazioni sono prevalentemente nevose.

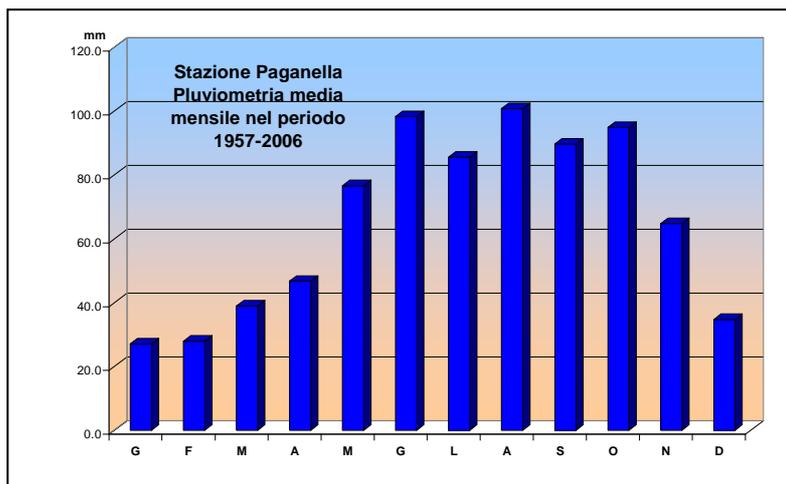


Fig. A1.2 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di Paganella.

A1.3 Stazione di Trento Roncafort

I dati disponibili vanno dal 1978 al 2006. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A1.3. Il valore medio annuo è di 962.8 mm. Si denotano due periodi di maggiori precipitazioni, uno primaverile, da aprile a giugno, e uno, con maggiori apporti, autunnale, a ottobre-novembre.

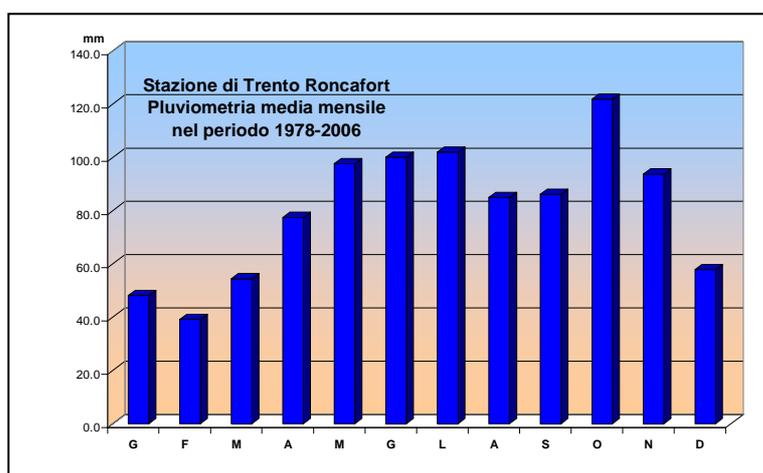


Fig. A1.3 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di Trento Roncafort.

A1.4 Stazione di Trento Laste

I dati disponibili vanno dal 1921 al 2006. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A1.4. Il valore medio annuo è di 936. mm. Si denotano due periodi di maggiori precipitazioni, uno primaverile, con massimo a maggio, e uno, con maggiori apporti, autunnale, a ottobre-novembre.

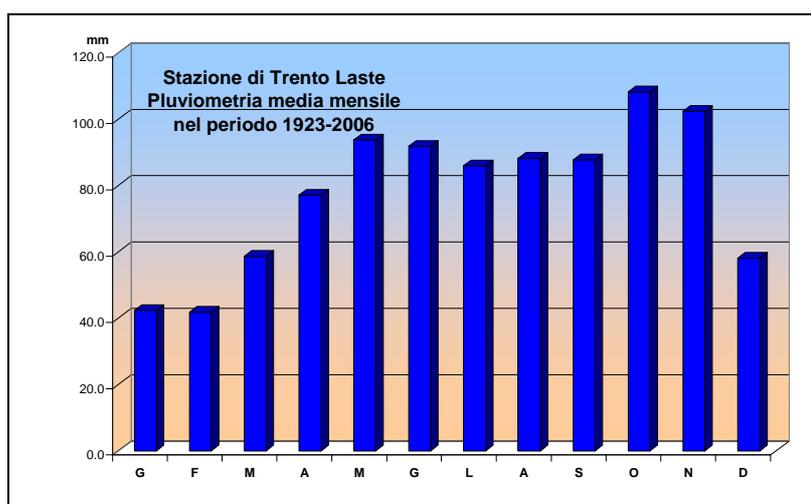


Fig. A1.4 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di Trento Laste.

A1.5 Stazione di Monte Bondone

I dati disponibili vanno dal 1927 al 2004. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A1.5. Il valore medio annuo è di 1240 mm. Si denotano due periodi di maggiori precipitazioni, uno primaverile, con massimi a maggio-giugno, e uno autunnale, a ottobre-novembre.

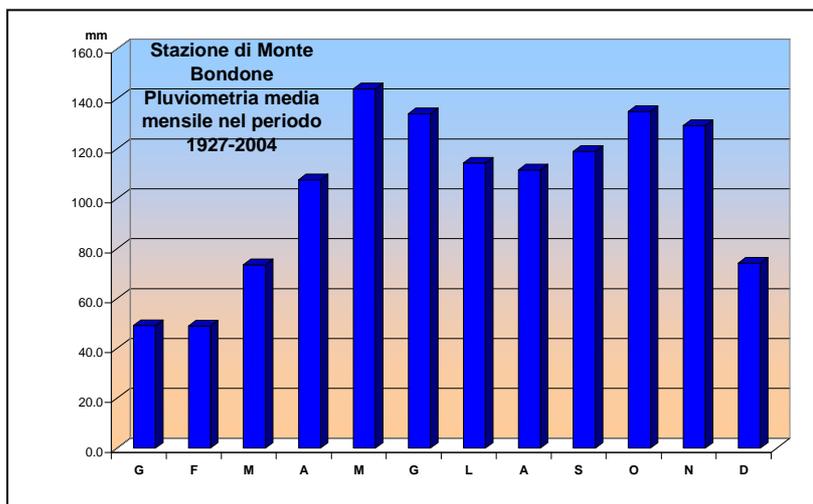


Fig. A1.5 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di Monte Bondone.

A1.6 Stazione di Aldeno

I dati disponibili vanno dal 1923 al 2007. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A1.6. Il valore medio annuo è di 1081.7 mm. Si denotano due periodi di maggiori precipitazioni, uno primaverile, da maggio a giugno, e uno autunnale, a ottobre novembre.

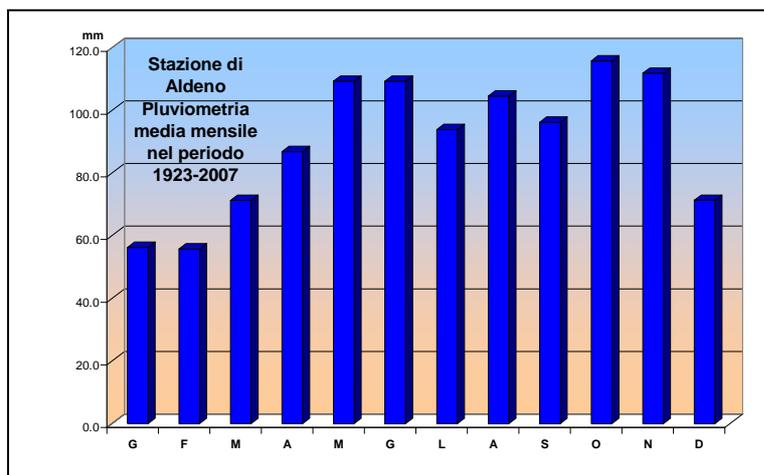


Fig. A1.6 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di Aldeno.

A1.7 Stazione di Rovereto

I dati disponibili vanno dal 1921 al settembre 2007. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Figura A1.7. Il valore medio annuo è di 968.8 mm. Si denotano due periodi di maggiori precipitazioni, uno primaverile, da maggio a giugno, e uno autunnale, a ottobre-novembre.

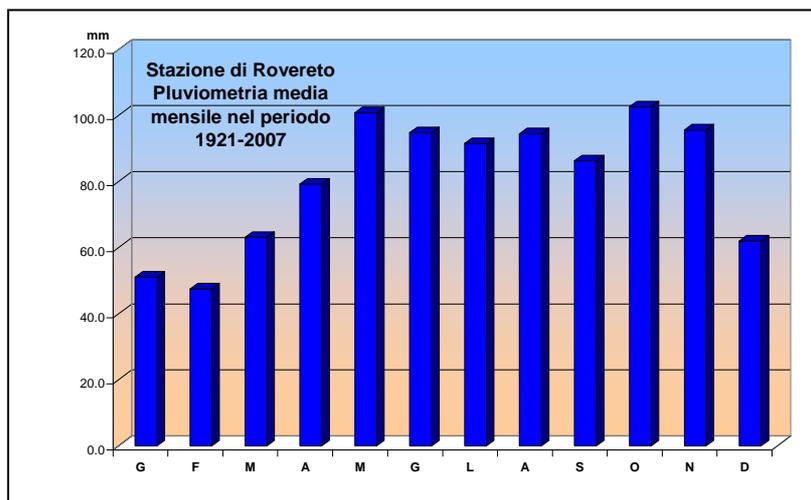


Fig. A1.7 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di Rovereto.

A1.8 Stazione di Loppio

I dati disponibili vanno dal 1978 al 2007. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A1.8. Il valore medio annuo è di 995.8 mm. Si denotano due periodi di maggiori precipitazioni, uno primaverile, da maggio a giugno, e uno, con maggiori apporti, autunnale, a ottobre.

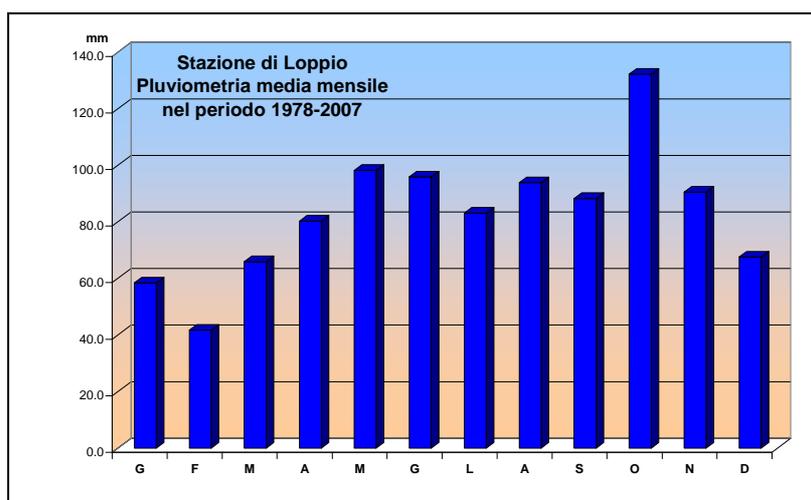


Fig. A1.8 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di Loppio.

A1.9 Stazione di Santa Massenza

I dati disponibili vanno dal 1978 al 2006. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A1.9. Il valore medio annuo è di 847.5 mm. Si denotano due periodi di maggiori precipitazioni, uno primaverile, da aprile a giugno, e uno, con maggiori apporti, autunnale, a ottobre.

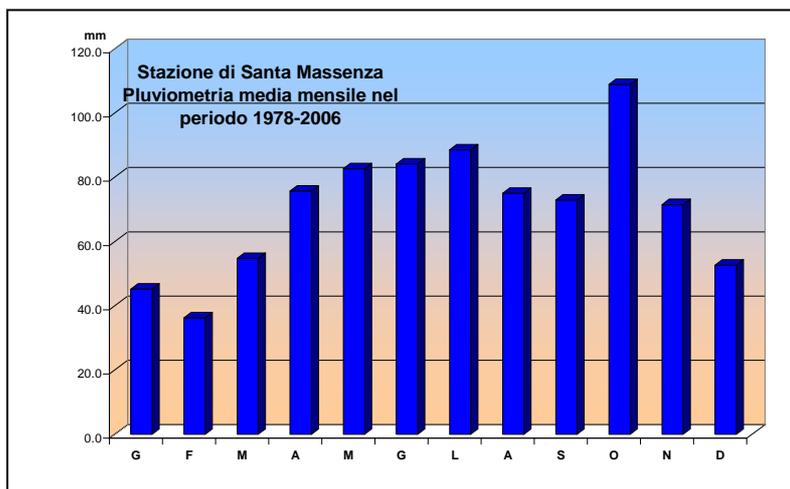


Fig. A1.9 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di Santa Massenza.

A1.10 Stazione di Lago di Cavedine

I dati disponibili vanno dal 1992 al 2007, seppur discontinui nel 2006. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A1.10. Il valore medio annuo è di 936.7 mm. Si denotano due periodi di maggiori precipitazioni, uno primaverile, a giugno, e uno, con maggiori apporti, autunnale, a ottobre.

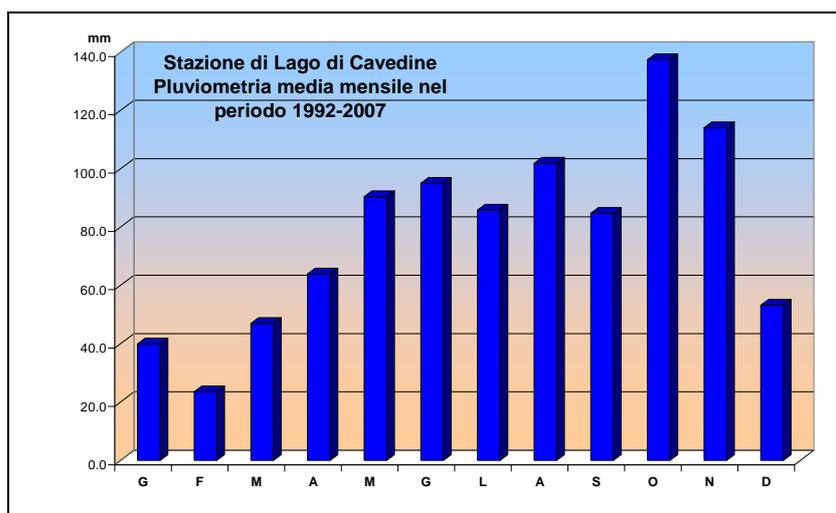


Fig. A1.10 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di Lago di Cavedine.

A1.11 Stazione di Arco

I dati disponibili vanno dal 1883 al settembre 2007. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A1.11. Il valore medio annuo è di 917.2 mm. Si denotano due periodi di maggiori precipitazioni, uno primaverile, e uno, con maggiori apporti, autunnale, a ottobre.

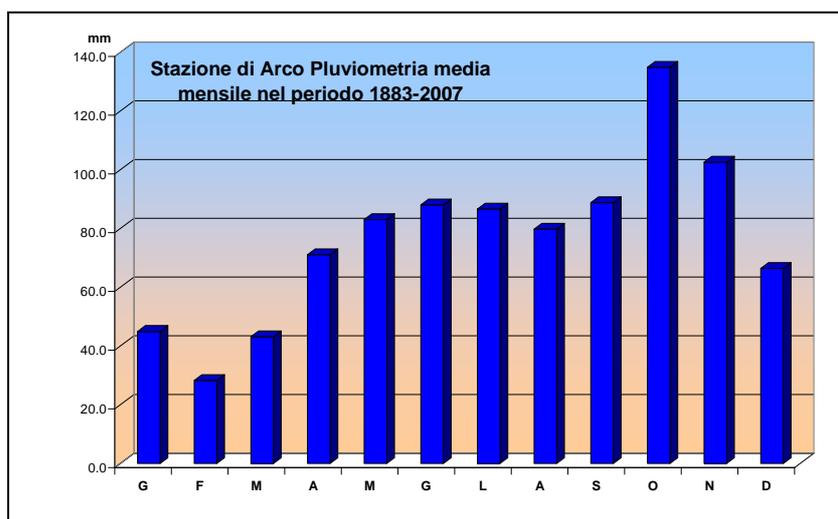


Fig. A1.11 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di Arco.

A1.12 Stazione di Folgaria

I dati disponibili vanno dal 1922 al 2006. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Figura A1.12. Il valore medio annuo è di 1220.8 mm. Si denotano una stagione più piovosa, tardo primaverile, a maggio, ed una autunnale a ottobre-novembre. In inverno, data la quota della stazione, le precipitazioni sono prevalentemente nevose.

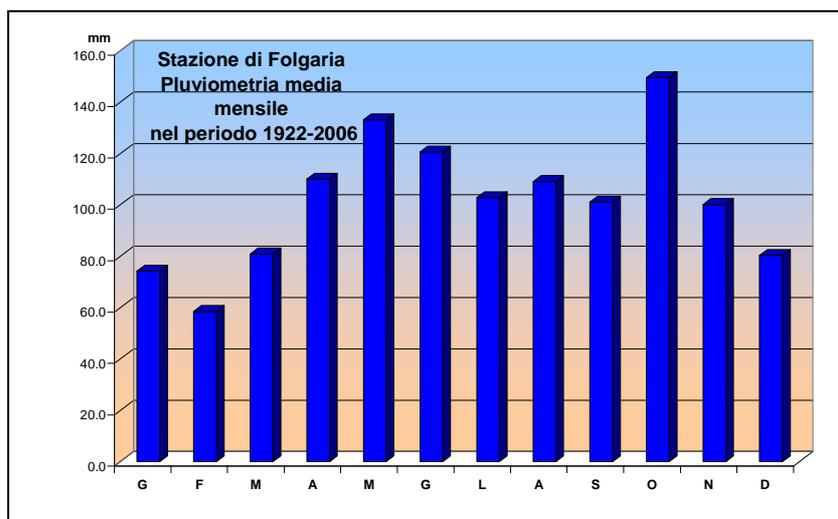


Fig. A1.12 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di Folgaria.

A1.13 Stazione di Centa

I dati disponibili vanno dal 1930 al 2006. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Figura A1.13. Il valore medio annuo è di 1171.6 mm. Si denotano una stagione più piovosa, tardo primaverile, a maggio-giugno, ed una autunnale a ottobre-novembre.

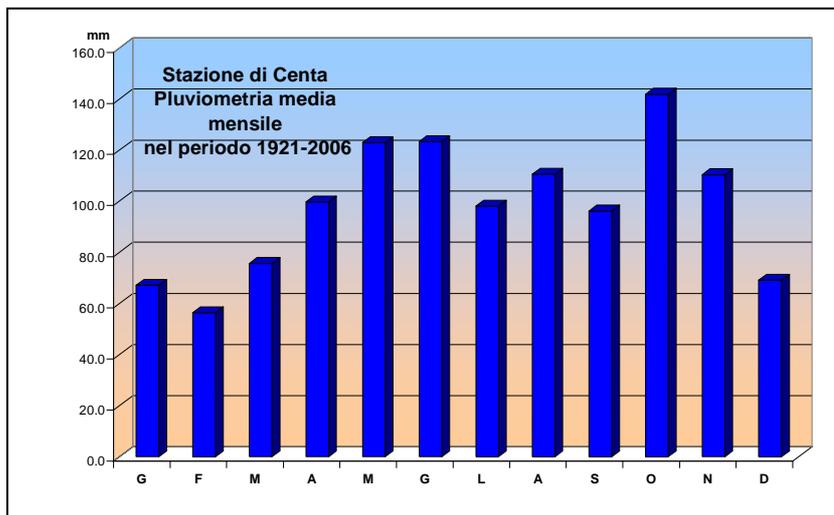


Fig. A1.13 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di Centa.

A1.14 Stazione di Lavarone

I dati disponibili vanno dal 1921 al 2006. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A1.14. Il valore medio annuo è di 1245.4 mm. Si denotano una stagione più piovosa, tardo primaverile, a maggio-giugno, ed una autunnale a ottobre-novembre.

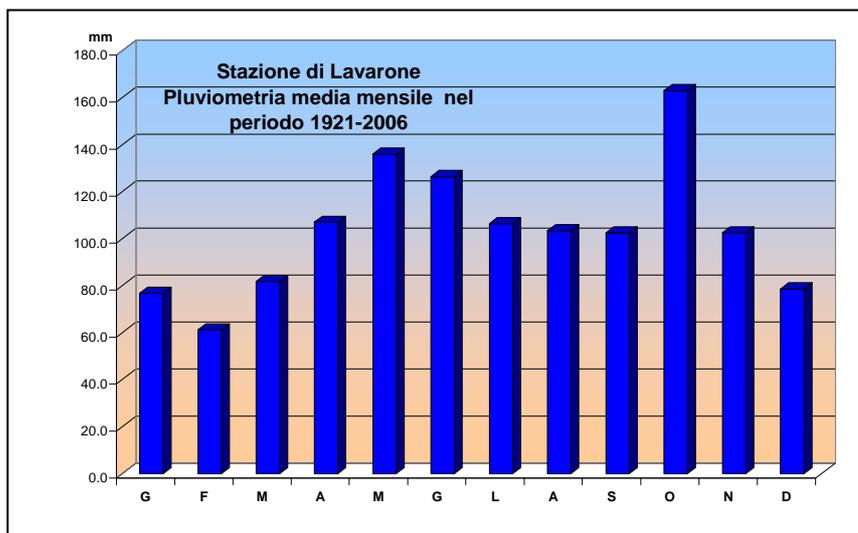


Fig. A1.14 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di Lavarone.

A1.15 Stazione di Piazze di Pinè

I dati disponibili vanno dal 1921 al 1985. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A1.15. Il valore medio annuo è di 1038.5 mm. La stagione piovosa corrisponde al periodo primaverile-estivo, con massimi relativamente poco accentuati, mentre l'inverno è una stagione secca.

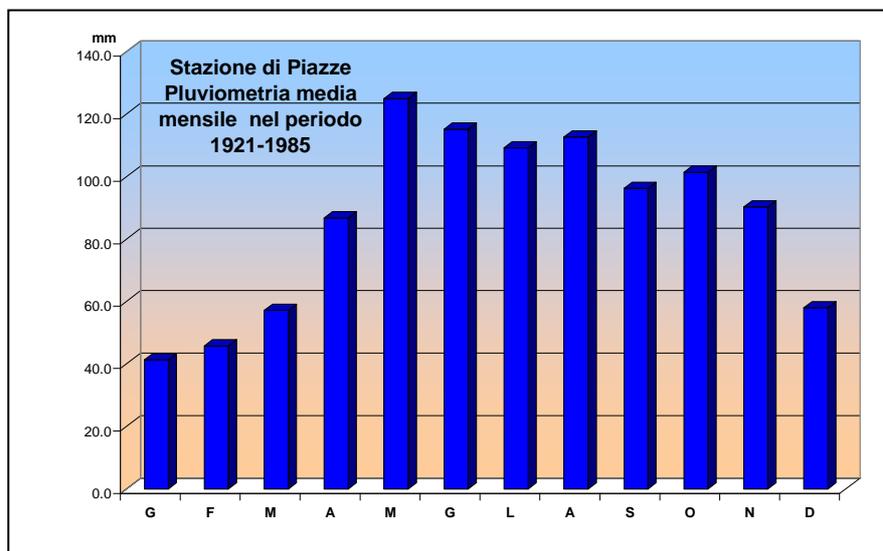


Fig. A1.15 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di Piazze di Pinè.

A1.16 Stazione di Pergine

I dati disponibili vanno dal 1921 al 2007. Le precipitazioni medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A1.16. Il valore medio annuo è di 999.3 mm. Si denotano una stagione più piovosa, tardo primaverile, a maggio-giugno, ed una autunnale a ottobre-novembre.

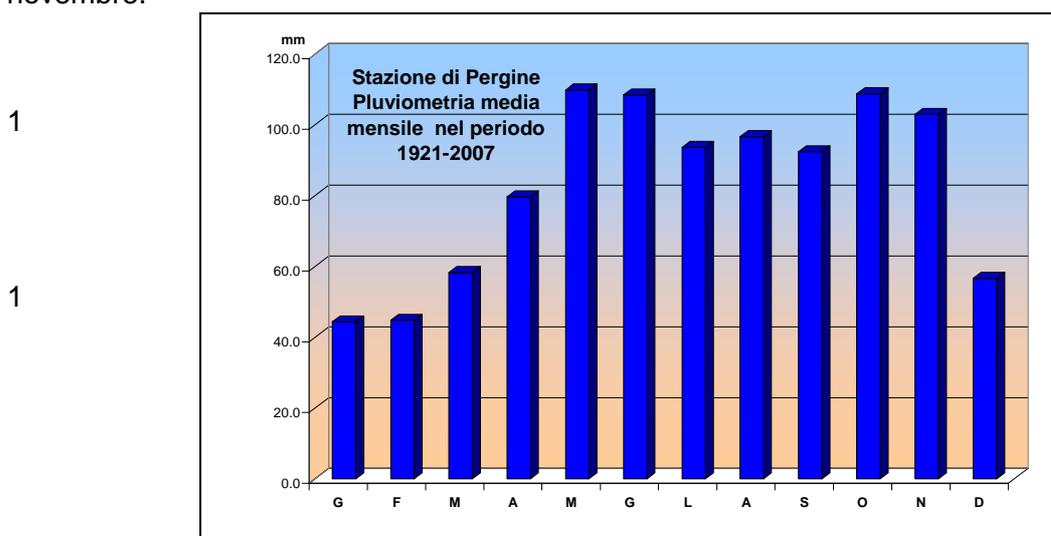


Fig. A1.16 – Precipitazioni medie mensili alla stazione di Pergine.

APPENDICE 2

TEMPERATURE

A2.1 Stazione di San Michele all'Adige

I dati disponibili vanno dal 1959 al 2007. Le temperature medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A2.1. Il valore medio annuo è di 11.4°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio, con intervallo di valori caratteristico delle aree alpine.

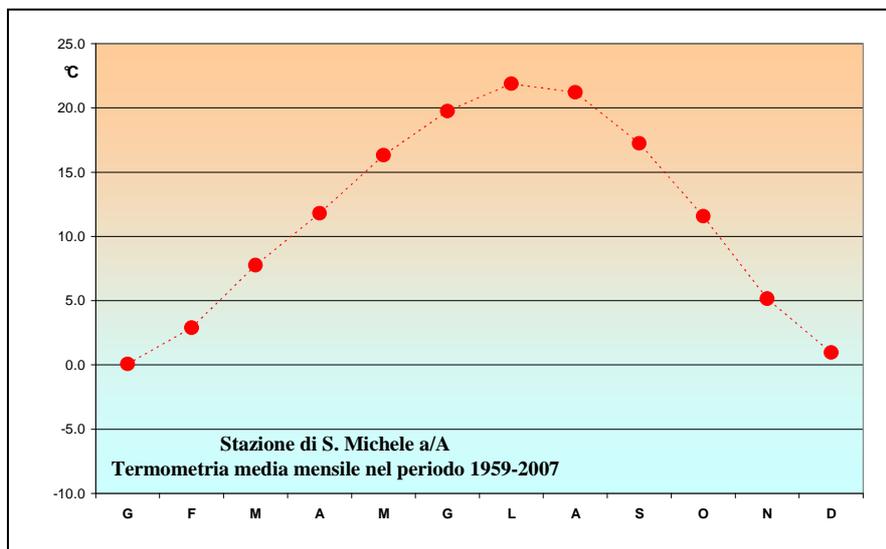


Fig. A2.1 – Temperature medie mensili alla stazione di S. Michele all'Adige.

A2.2 Stazione di Paganella

I dati disponibili vanno dal 1955 al 2007. Le temperature medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A2.2. Il valore medio annuo è di 1.7°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio-febbraio, con intervallo di valori caratteristico delle aree alpine d'alta montagna.

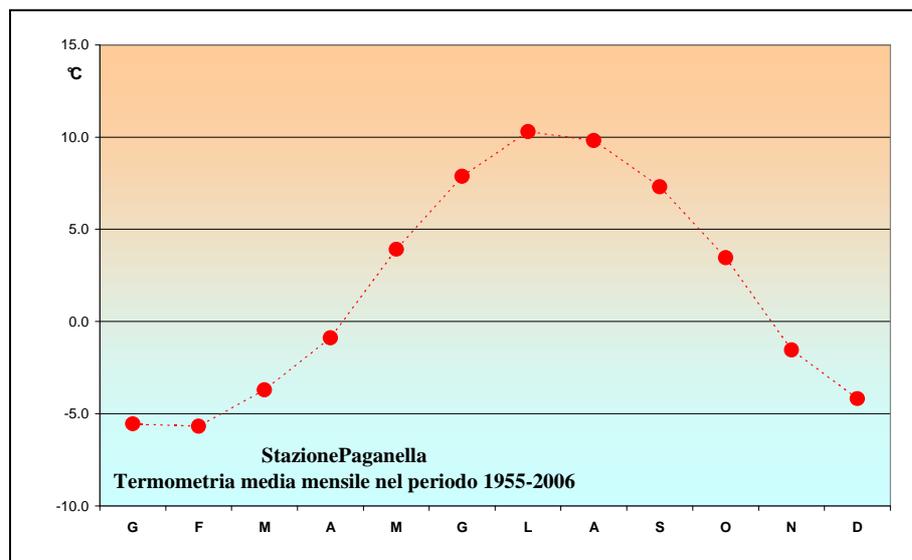


Fig. A2.2 – Temperature medie mensili alla stazione di Paganella.

A2.3 Stazione di Trento Roncafort

I dati disponibili vanno dal 1978 al 2006. Le temperature medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A2.3. Il valore medio annuo è di 12.0°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio, con intervallo di valori caratteristico delle aree alpine.

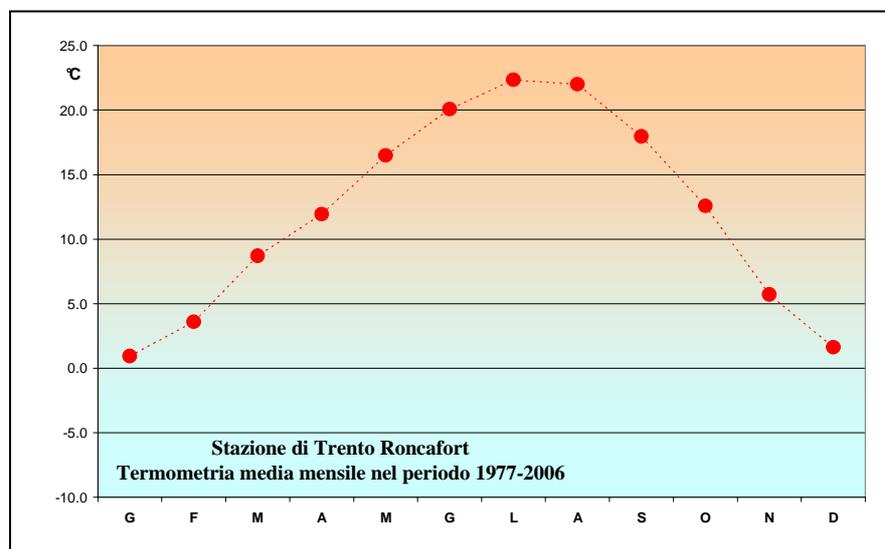


Fig. A2.3 – Temperature medie mensili alla stazione di Trento Roncafort.

A2.4 Stazione di Trento Laste

I dati disponibili vanno dal 1921 al 2006. Le temperature medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Figura A2.4. Il valore medio annuo è di 12.4°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio, con intervallo di valori caratteristico delle aree alpine.

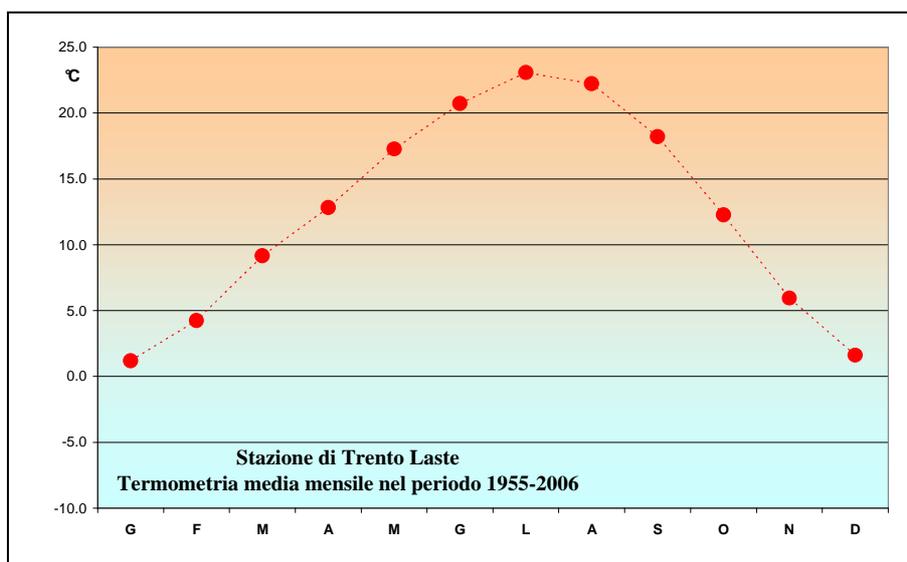


Fig. A2.4 – Temperature medie mensili alla stazione di Trento Laste.

A2.5 Stazione di Monte Bondone

I dati disponibili vanno dal 1927 al 2004. Le temperature medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Figura A2.5. Il valore medio annuo è di 6.0°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio, con intervallo di valori caratteristico delle aree alpine.

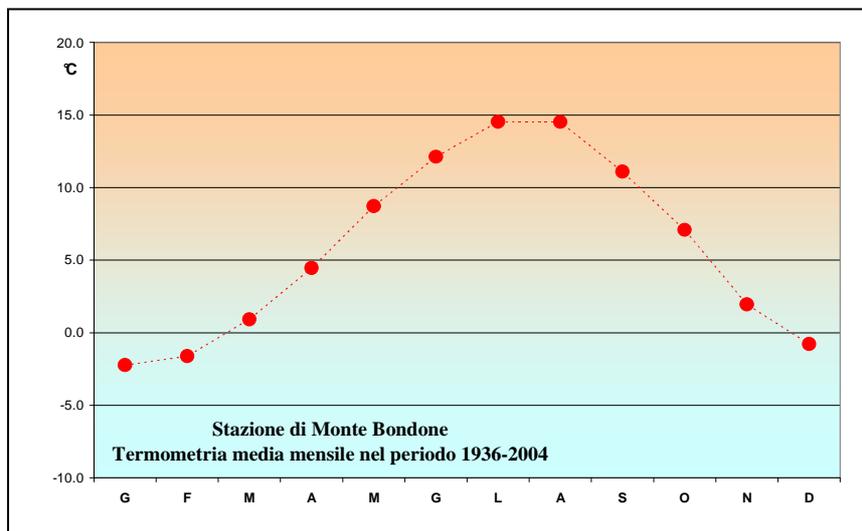


Fig. A2.5 – Temperature medie mensili alla stazione di Monte Bondone.

A2.6 Stazione di Aldeno

I dati disponibili vanno dal 1923 al 2007. Le temperature medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A2.6. Il valore medio annuo è di 12.4°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio, con intervallo di valori caratteristico delle aree alpine.

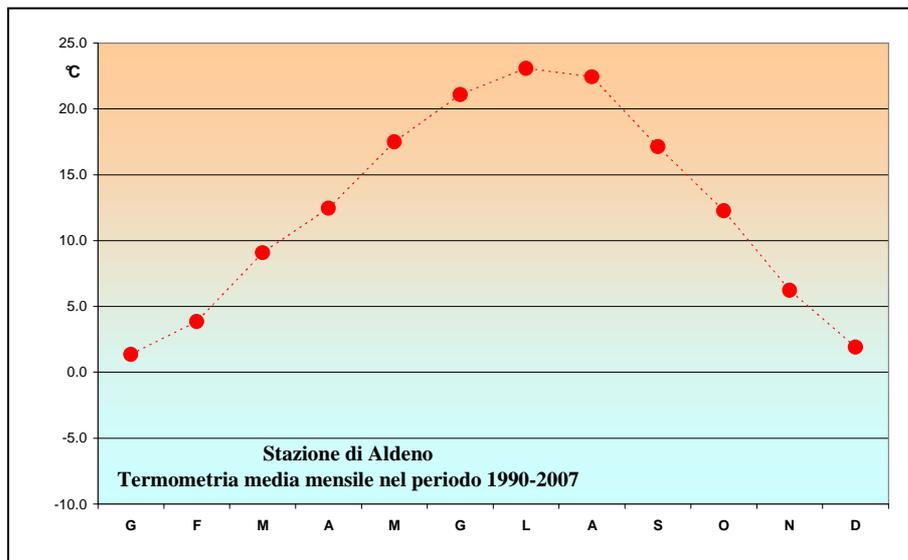


Fig. A2.6 – Temperature medie mensili alla stazione di Aldeno.

A2.7 Stazione di Rovereto

I dati disponibili vanno dal 1921 al settembre 2007. Le temperature medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A2.7. Il valore medio annuo è di 12.4°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio, con intervallo di valori caratteristico delle aree alpine.

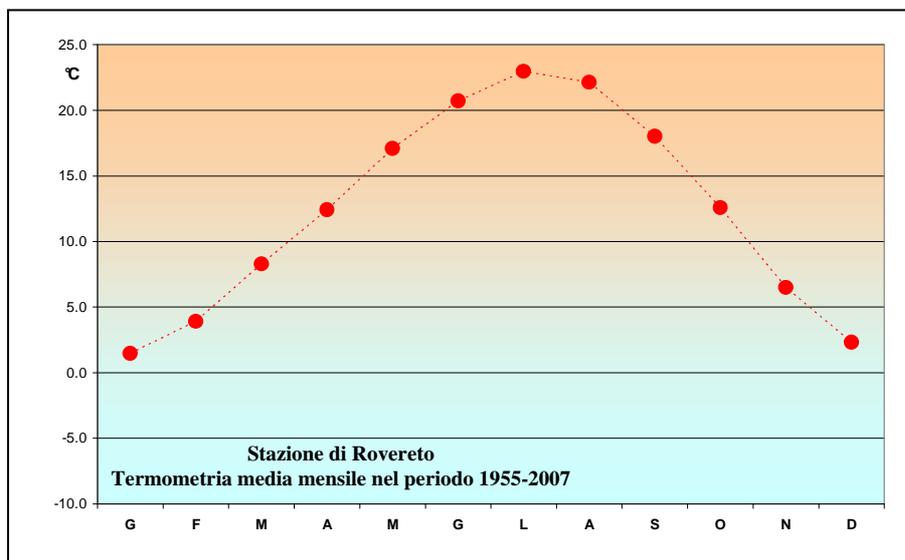


Fig. A2.7 – Temperature medie mensili alla stazione di Rovereto.

A2.8 Stazione di Loppio

I dati disponibili vanno dal 1978 al 2007. Le temperature medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A2.8. Il valore medio annuo è di 11.2°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio, con intervallo di valori caratteristico delle aree alpine.

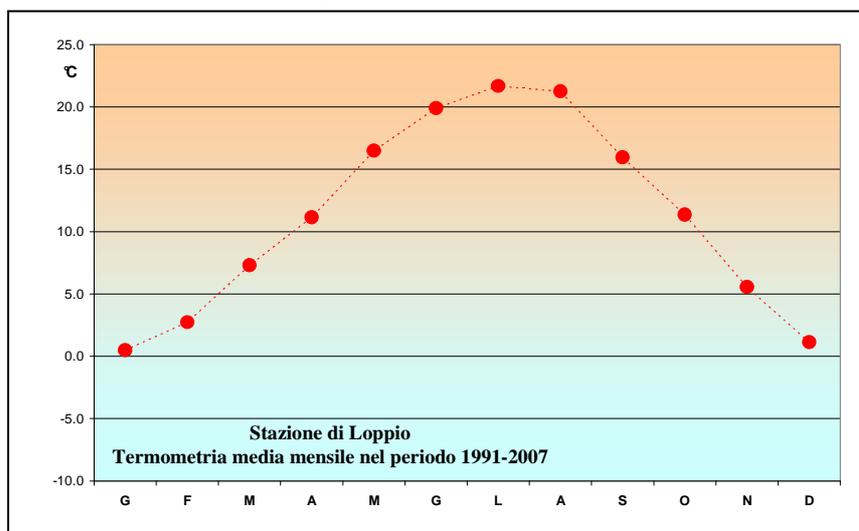


Fig. A2.8 – Temperature medie mensili alla stazione di Loppio.

A2.9 Stazione di Santa Massenza

I dati disponibili vanno dal 1975 al 2006 con interruzioni delle misure tra il 1988 ed il 2004. Le temperature medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Figura A2.9. Il valore medio annuo è di 11.9°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio, con intervallo di valori caratteristico delle aree alpine.

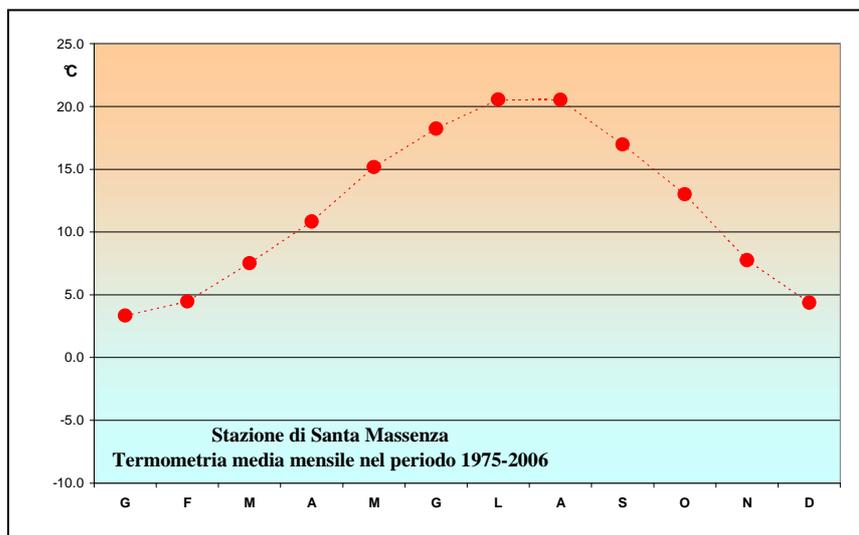


Fig. A2.9 – Temperature medie mensili alla stazione di Santa Massenza.

A2.10 Stazione di Lago di Cavedine

I dati disponibili vanno dal 1992 al 2007. Le temperature medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A2.10. Il valore medio annuo è di 11.1°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio, con regime caratteristico delle aree alpine.

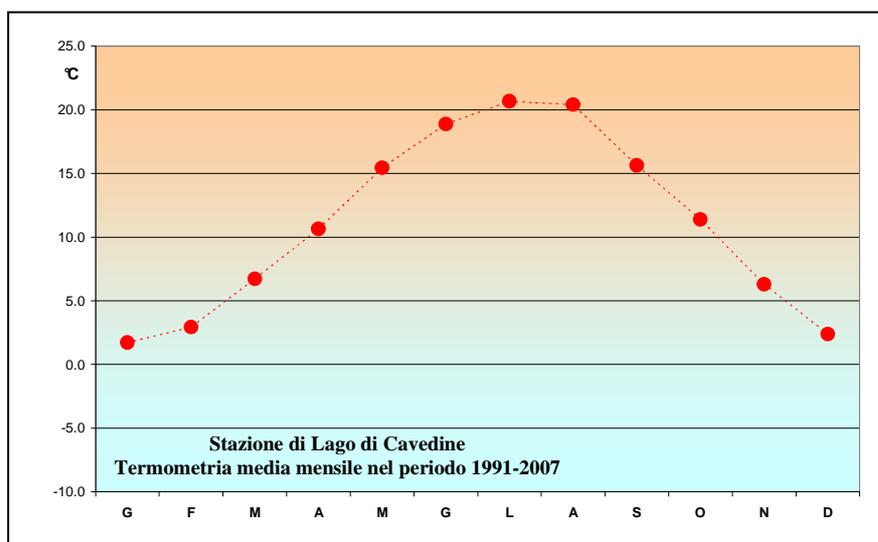


Fig. A2.10 – Temperature medie mensili alla stazione di Lago di Cavedine.

A2.11 Stazione di Arco

I dati disponibili vanno dal 1883 al settembre 2007, salvo una discontinuità tra 2000 e 2001. Le temperature medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A2.11. Il valore medio annuo è di 13.3°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio. L'intervallo di valori è relativamente più caldo rispetto alle aree alpine, per l'influenza moderatrice della massa lacustre del Lago di Garda.1

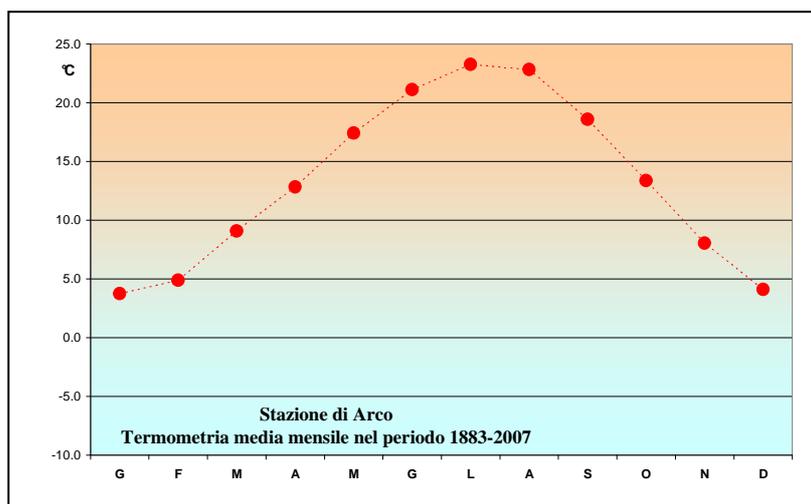


Fig. A2.11 – Temperature medie mensili alla stazione di Arco.

A2.12 Stazione di Folgaria

I dati disponibili vanno dal 1922 al 2006. Le temperature medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A2.12. Il valore medio annuo è di 8.2°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio, con intervallo di valori caratteristico delle aree alpine.

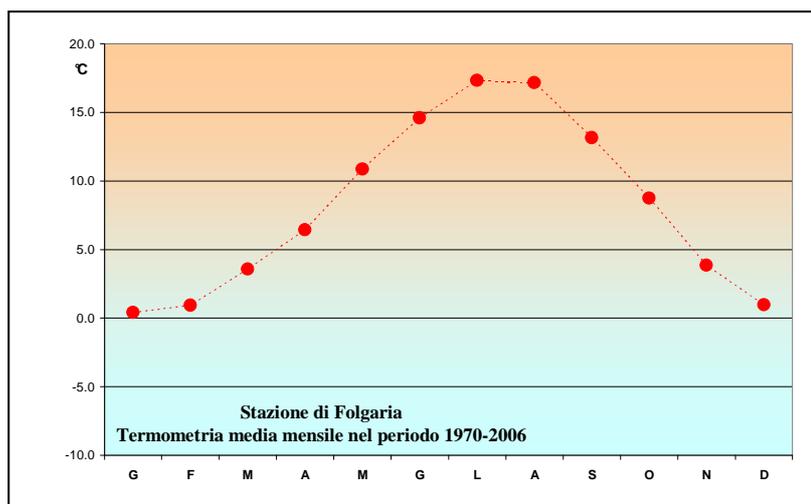


Fig. A2.12 – Temperature medie mensili alla stazione di Folgaria.

A2.13 Stazione di Centa

I dati disponibili vanno dal 1930 al 2006. Le temperature medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A2.13. Il valore medio annuo è di 9.4°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio, con intervallo di valori caratteristico delle aree alpine.

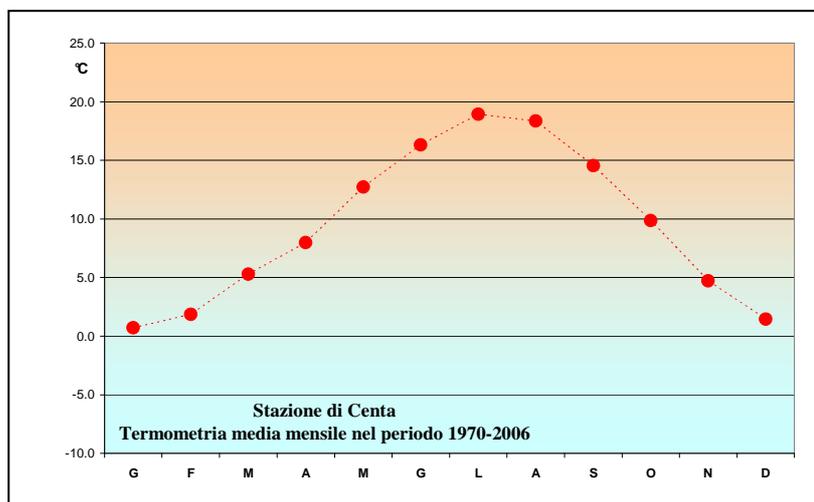


Fig. A2.13 – Temperature medie mensili alla stazione di Centa.

A2.14 Stazione di Lavarone

I dati disponibili vanno dal 1921 al 2006. Le temperature medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A2.14. Il valore medio annuo è di 7.6°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio, con intervallo di valori caratteristico delle aree alpine.

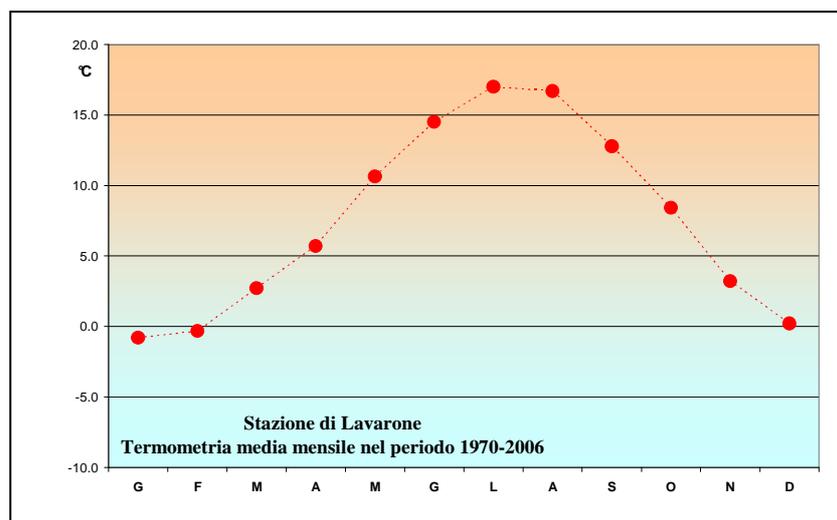


Fig. A2.14 – Temperature medie mensili alla stazione di Lavarone.

A2.15 Stazione di Piazze di Pinè

I dati disponibili vanno dal 1980 al 1991. Le temperature medie mensili sono diagrammate in Fig. A2.15. Il valore medio annuo è di 8.7°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio, con intervallo di valori caratteristico delle aree alpine.

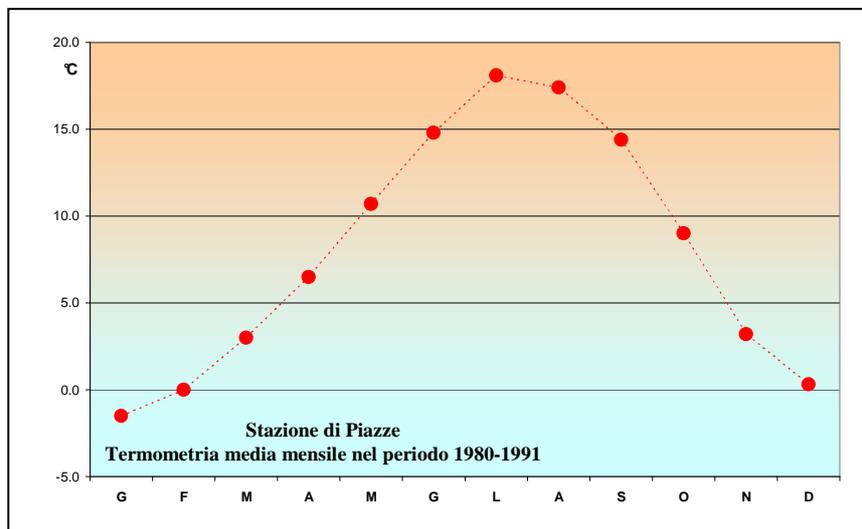


Fig. A2.15 – Temperature medie mensili alla stazione di Piazze di Pinè.

A1.16 Stazione di Pergine

I dati disponibili vanno dal 1978 al 2007. Le temperature medie mensili per questo periodo sono diagrammate in Fig. A2.16. Il valore medio annuo è di 9.5°C, con massimo estivo in luglio-agosto e minimo invernale in gennaio, con intervallo di valori caratteristico delle aree alpine.

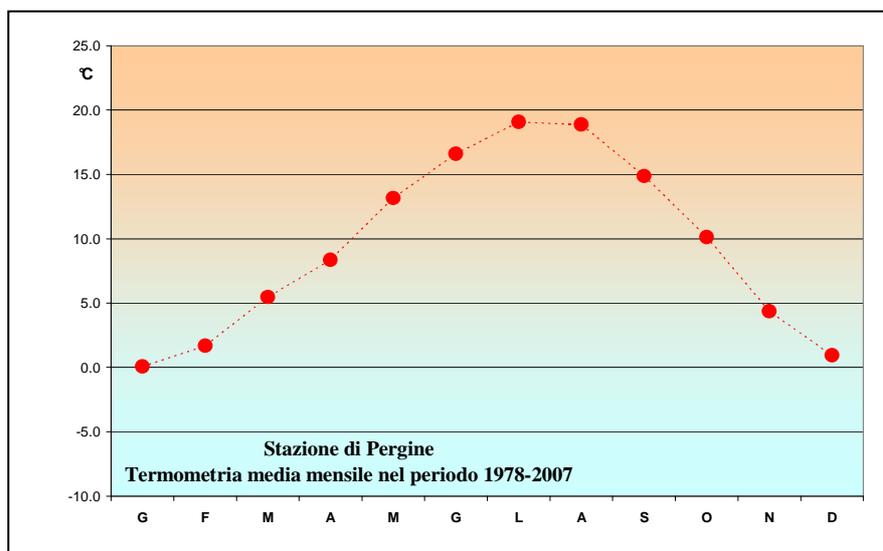


Fig. A2.16 – Temperature medie mensili alla stazione di Pergine.

APPENDICE 3

EVAPOTRASPIRAZIONE

A3.1 Stazione di San Michele all'Adige

Il valore di E_r (Fig. A3.1) è massimo nei mesi di giugno e luglio, mentre è ridotto nei mesi invernali. Si annulla a gennaio. Il valore totale annuo è di 706.0 mm.

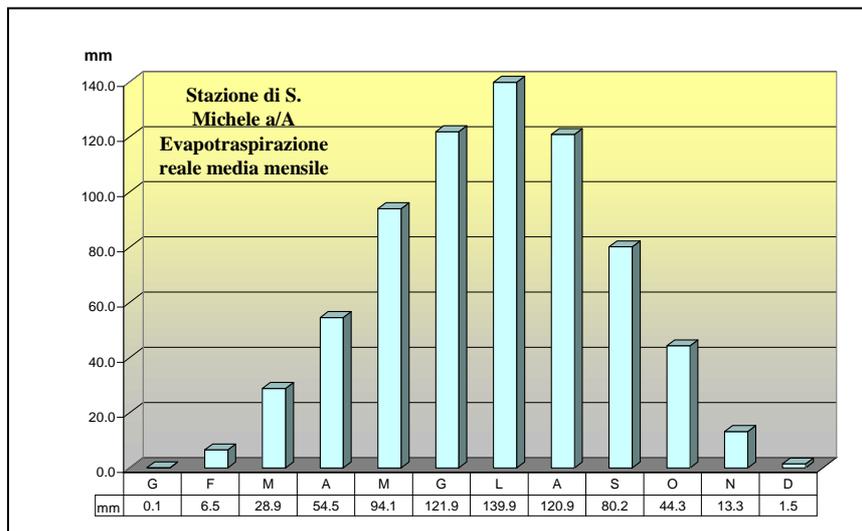


Fig. A3.1 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di S. Michele all'Adige.

A3.2 Stazione di Paganella

Il valore di E_r (Figura A3.2) è massimo nei mesi di luglio e agosto, mentre è nullo da novembre ad aprile. Il valore totale annuo è di 408.5 mm.

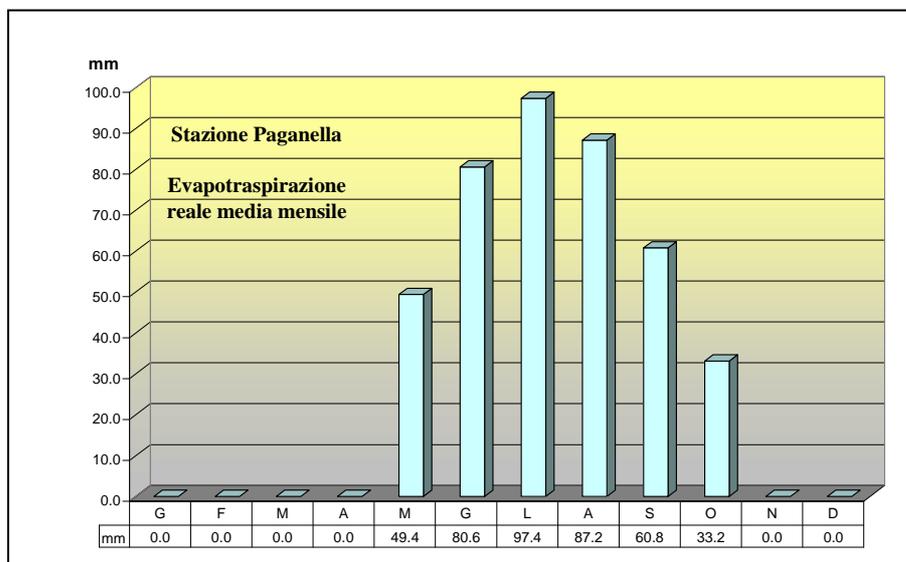


Fig. A3.2 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di Paganella.

A3.3 Stazione di Trento Roncafort

Il valore di E_r (Fig. A3.3) è massimo nei mesi di luglio e agosto, mentre è ridotto nei mesi invernali. Il valore totale annuo è di 730.5 mm.

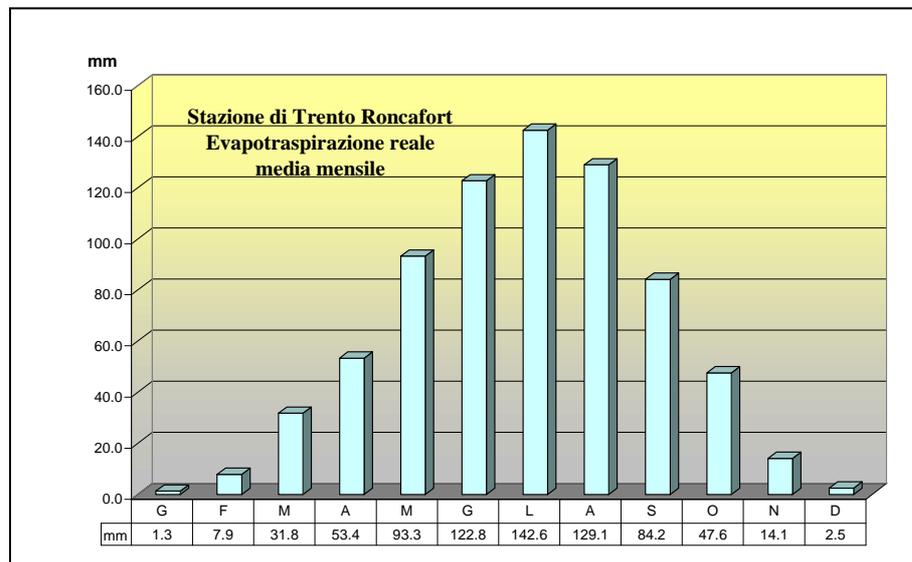


Fig. A3.3 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di Trento Roncafort.

A3.4 Stazione di Trento Laste

Il valore di E_r (Fig. A3.4) è massimo nei mesi di giugno e luglio, mentre è ridotto nei mesi invernali. Il valore totale annuo è di 732.9 mm.

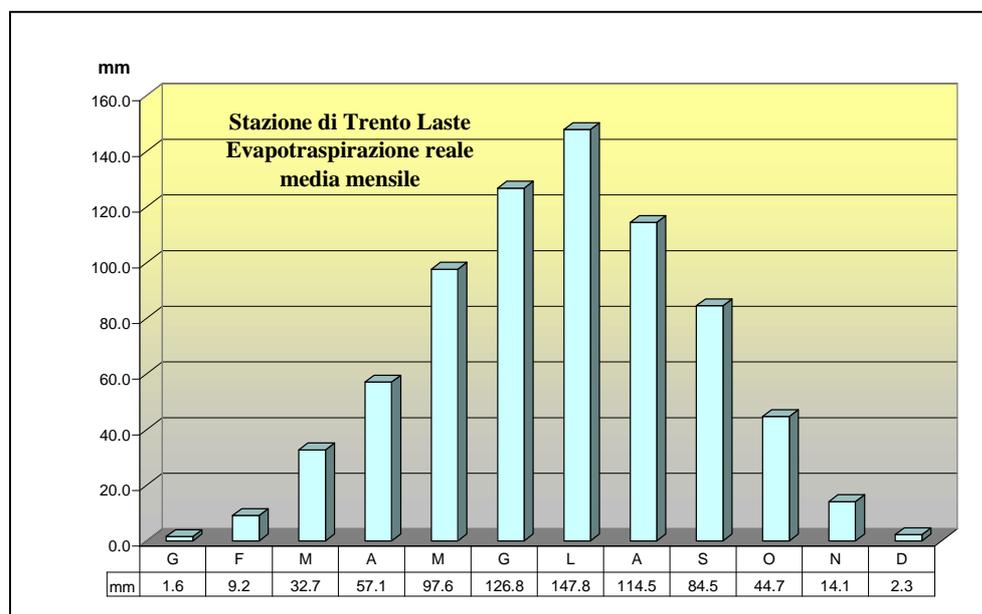


Fig. A3.4 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di Trento Laste.

A3.5 Stazione di Monte Bondone

Il valore di E_r (Fig. A3.5) è massimo nel mese di luglio, mentre è nullo da novembre a febbraio. Il valore totale annuo è di 518.0 m.

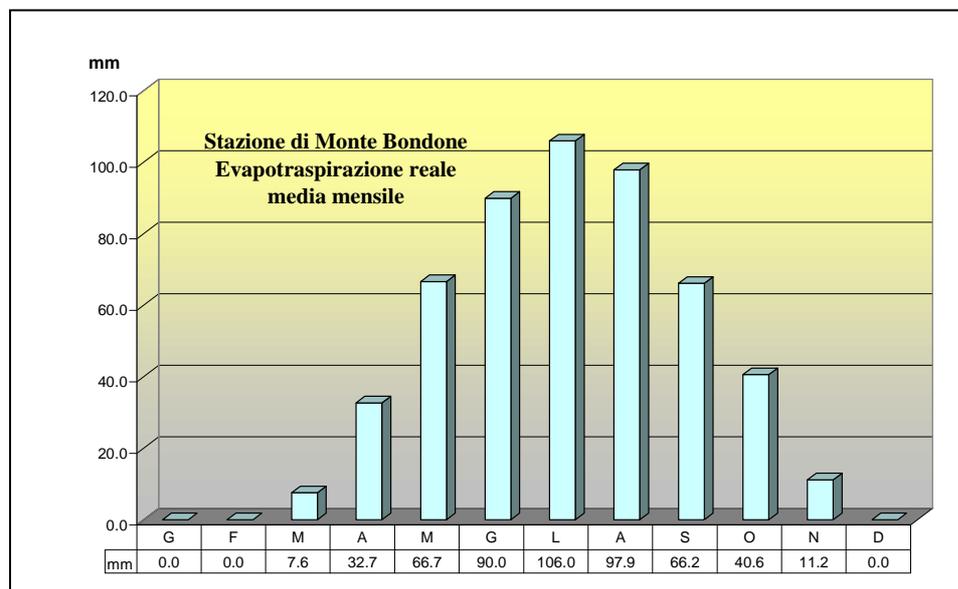


Fig. A3.5 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di Monte Bondone.

A3.6 Stazione di Aldeno

Il valore di E_r (Figura A3.6) è massimo a luglio, mentre è ridotto nei mesi invernali. Il valore totale annuo è di 747.8 mm.

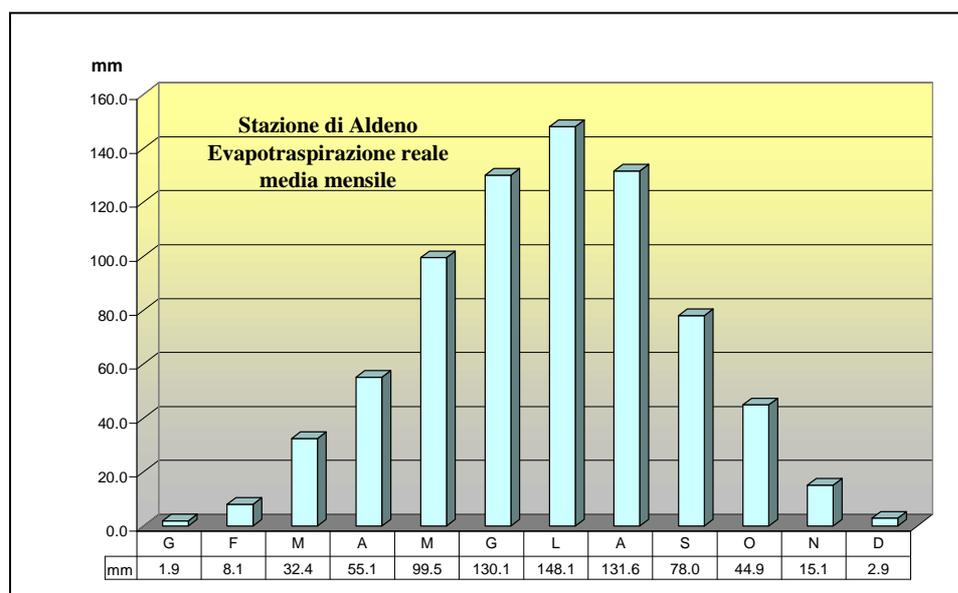


Fig. A3.6 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di Aldeno.

A3.7 Stazione di Rovereto

Il valore di E_r (Fig. A3.7) è massimo nei mesi di luglio e agosto, mentre è ridotto nei mesi invernali. Il valore totale annuo è di 721.6 mm.

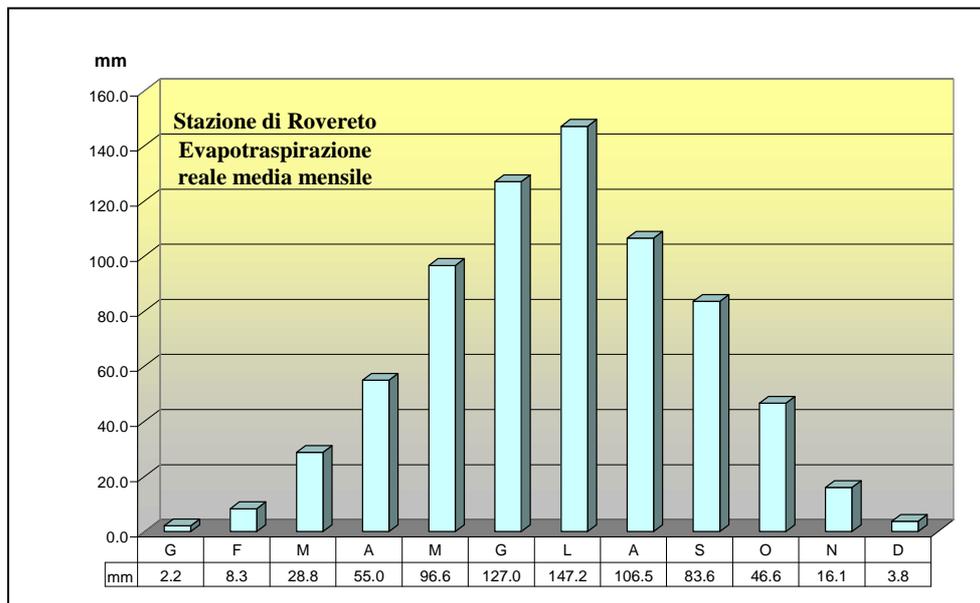


Fig. A3.7 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di Rovereto.

A3.8 Stazione di Loppio

Il valore di E_r (Figura A3.8) è massimo nei mesi di luglio e settembre, mentre è ridotto nei mesi invernali. Il valore totale annuo è di 699.4 mm.

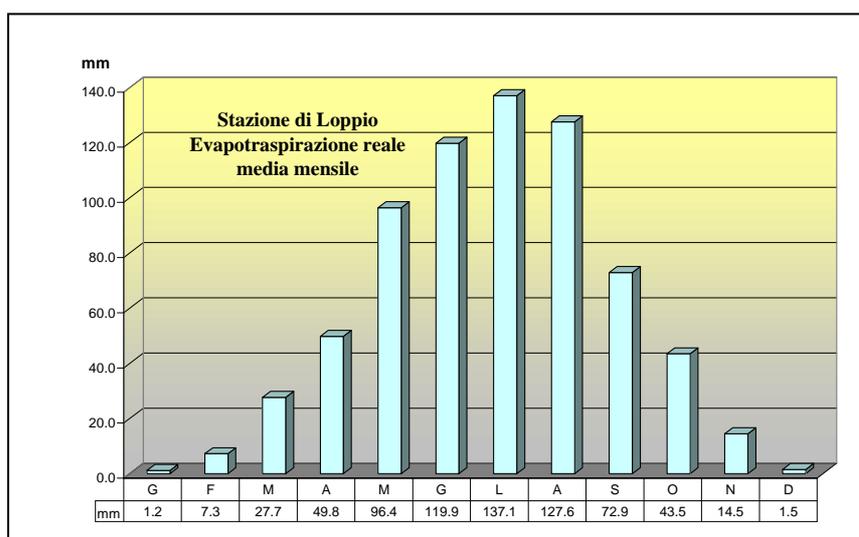


Fig. A3.8 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di Loppio.

A3.9 Stazione di Santa Massenza

Il valore di E_r (Fig. A3.9) è massimo nei mesi di luglio e agosto, mentre è ridotto nei mesi invernali. Il valore totale annuo è di 698.0 mm.

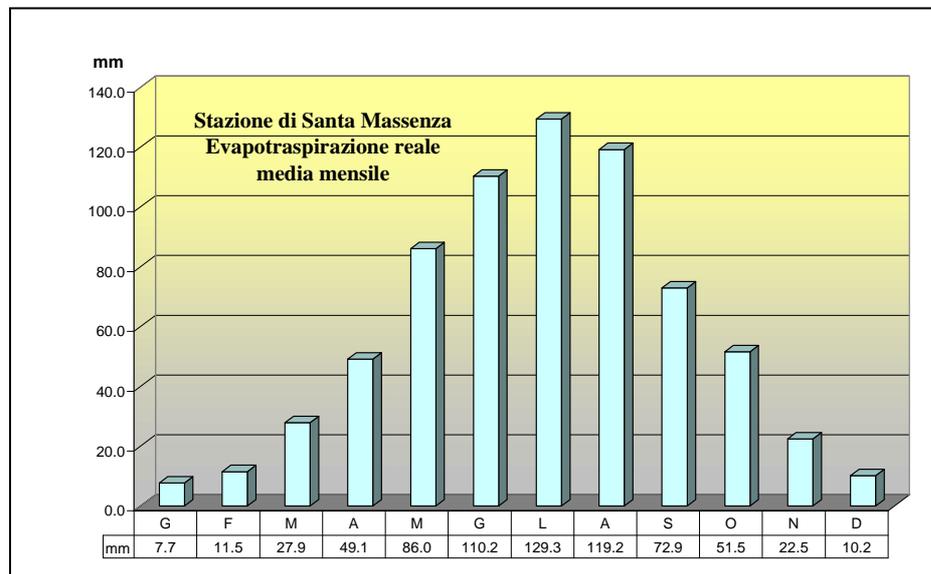


Fig. A3.9 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di Santa Massenza.

A3.10 Stazione di Lago di Cavedine

Il valore di E_r (Fig. A3.10) è massimo nei mesi di luglio e agosto, mentre è ridotto nei mesi invernali. Il valore totale annuo è di 689.4 mm.

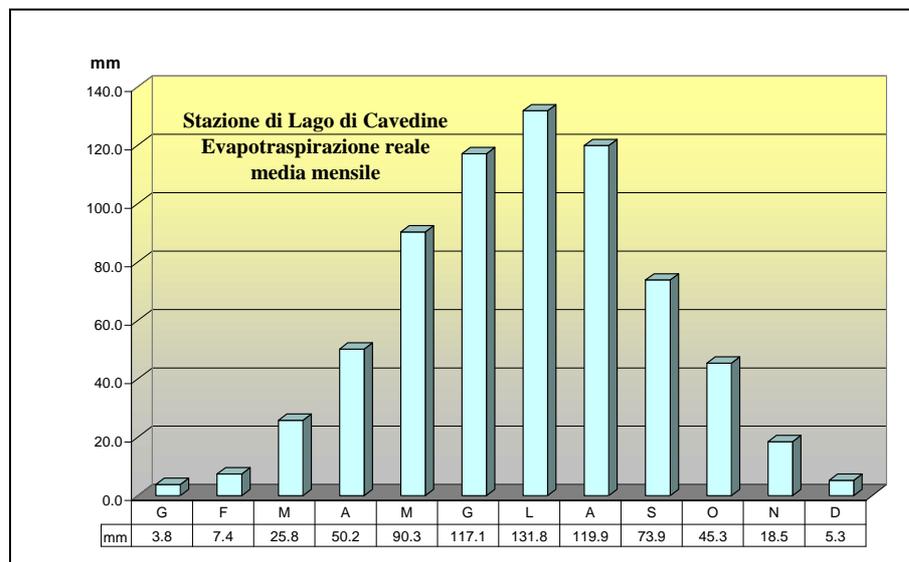


Fig. A3.10 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di Lago di Cavedine.

A3.11 Stazione di Arco

Il valore di E_r (Fig. A3.11) è massimo nei mesi di giugno e luglio, mentre è ridotto nei mesi invernali. Il valore totale annuo è di 699.9 mm.

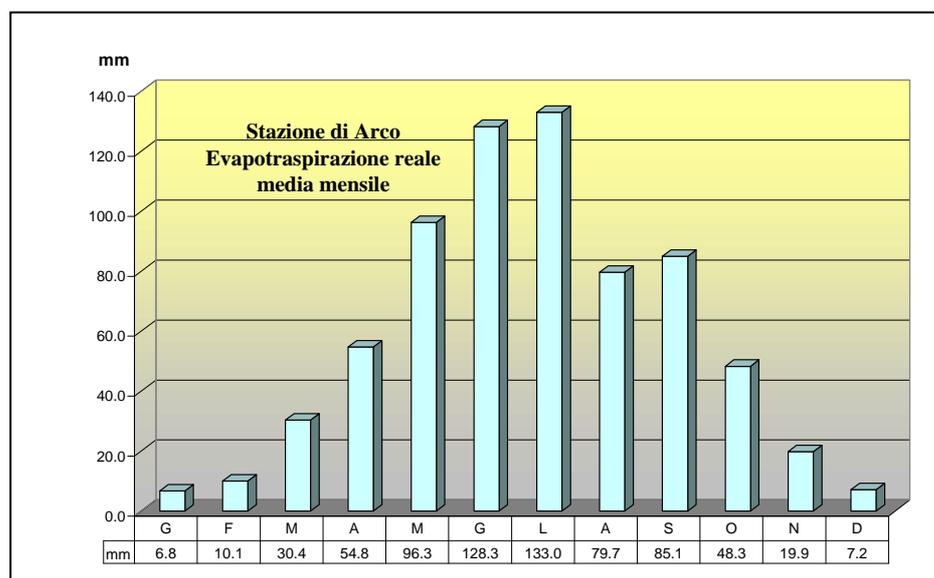


Fig. A3.11 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di Arco.

A3.12 Stazione di Folgaria

Il valore di E_r (Fig. A3.12) è massimo nei mesi di luglio e agosto, mentre è ridotto nei mesi invernali. Il valore totale annuo è di 587.2 mm.

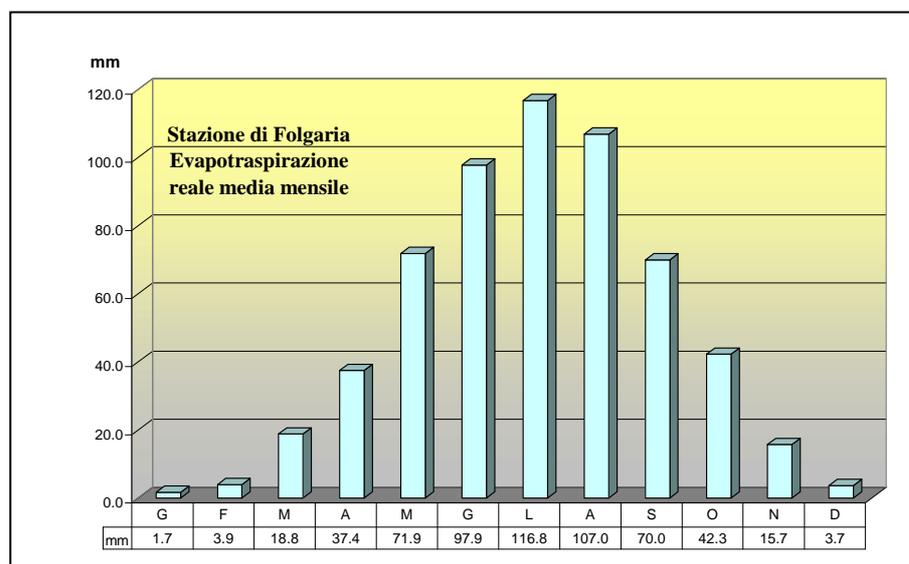


Fig. A3.12 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di Folgaria.

A3.13 Stazione di Centa

Il valore di E_r (Fig. A3.13) è massimo nei mesi di luglio e agosto, mentre è ridotto nei mesi invernali. Il valore totale annuo è di 629.3 mm.

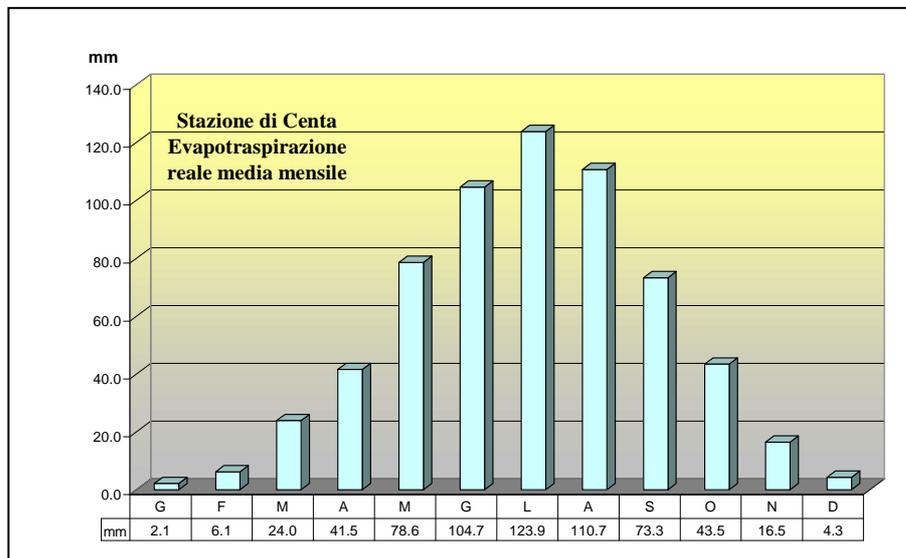


Fig. A3.13 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di Centa.

A3.14 Stazione di Lavarone

Il valore di E_r (Fig. A3.14) è massimo nei mesi estivi, mentre è ridotto nei mesi invernali, annullandosi a gennaio e febbraio. Il valore totale annuo è di 567.7 mm..

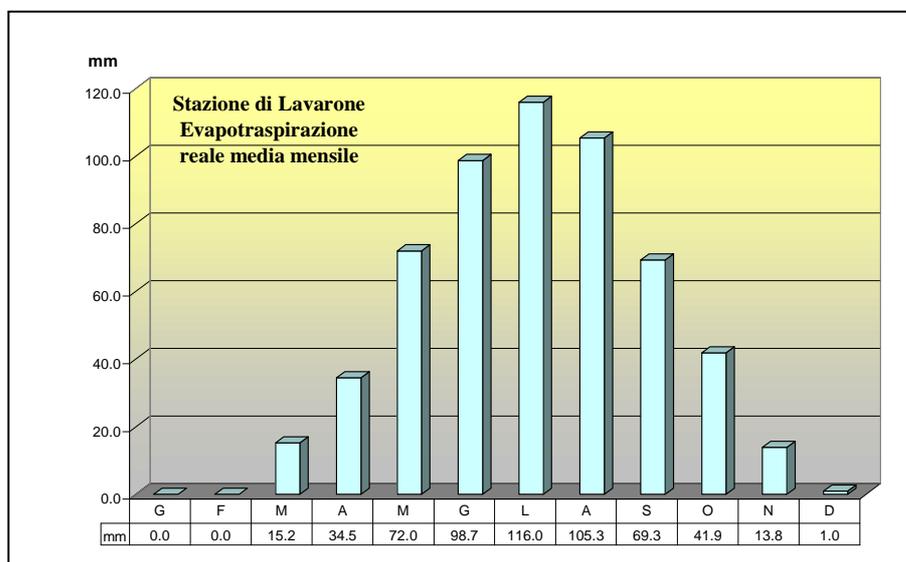


Fig. A3.14 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di Lavarone.

A3.15 Stazione di Piazze di Pinè

Il valore di E_r (Fig. A3.15) è massimo nei mesi di luglio e agosto, mentre è ridotto nei mesi invernali, annullandosi a gennaio. Il valore totale annuo è di 586.3 mm.

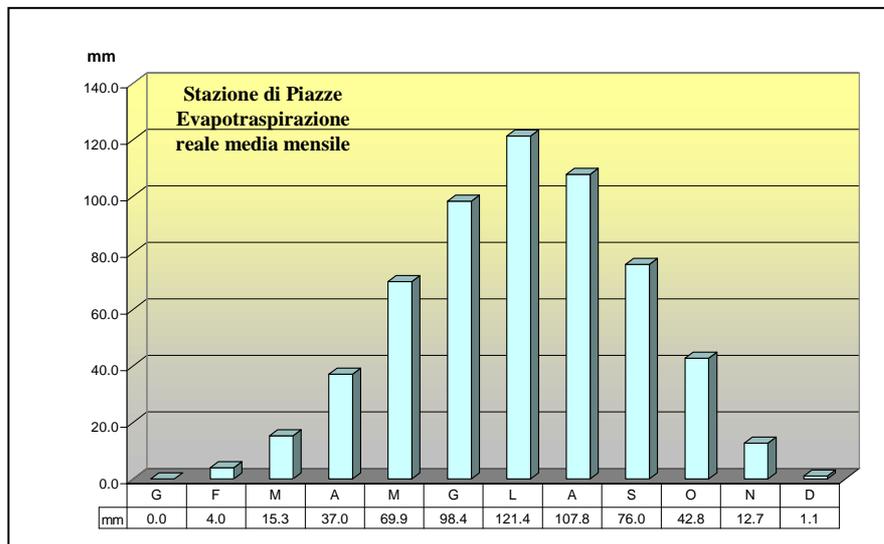


Fig. A3.15 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di Piazze di Pinè.

A3.16 Stazione di Pergine

Il valore di E_r (Fig. A3.16) è massimo nei mesi di luglio e agosto, mentre è ridotto nei mesi invernali, annullandosi a gennaio. Il valore totale annuo è di 632.9 mm.

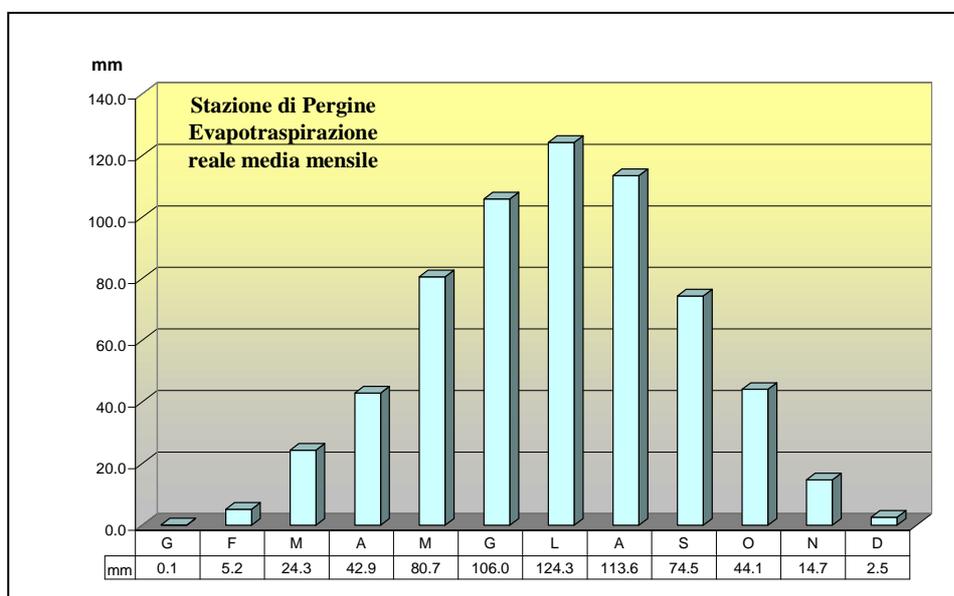


Fig. A3.16 – Evapotraspirazione reale mensile calcolata per la stazione di Pergine.