



EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULLA PRODUZIONE DEGLI IMPIANTI IDROELETTRICI A SERBATOIO DELLA VALMALENCO

Tesi di laurea di:

Tiziano ALLI

Relatore:

Prof. Ing. Alberto BIANCHI

Correlatori:

Prof. Ing. Daniele BOCCHIOLA

Ing. Andrea SONCINI





Bacino oggetto di studio:

- ✓ Bacino del Torrente Mallero, chiuso alla sezione di Sondrio

Obiettivi:

- evoluzione dei corpi glaciali
- futuri deflussi all'interno del bacino
- futura produzione di energia idroelettrica
- confronto della produzione futura con quella passata

Modelli utilizzati:

- Modello idrologico semi-distribuito a celle
- Modello per la stima dello spessore glaciale
- Modello SOdA (Simulatore ed Ottimizzatore di Aste idroelettriche)



✓ Bacino del Torrente Mallero (Sondrio), Lombardia



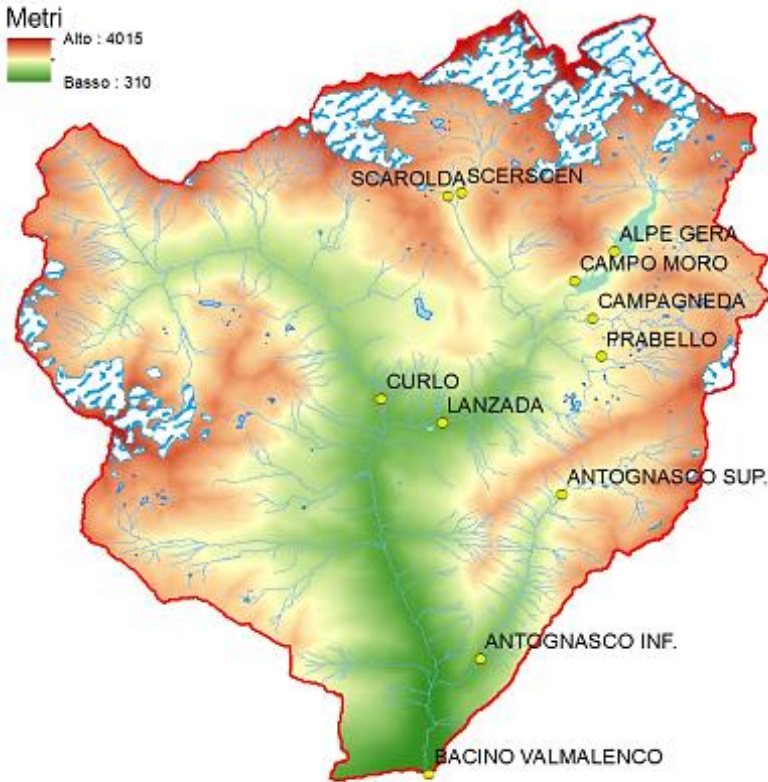
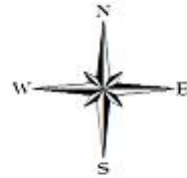


Legenda

- Sezioni di chiusura
- Bacino Valmalenco
- Laghi Valmalenco
- Invasi Valmalenco
- Reticolo idrico Valmalenco
- Ghiacciai Valmalenco 2013

DTM Valmalenco

- Metri
- Alto : 4015
 - Basso : 310



Area: 321 km²

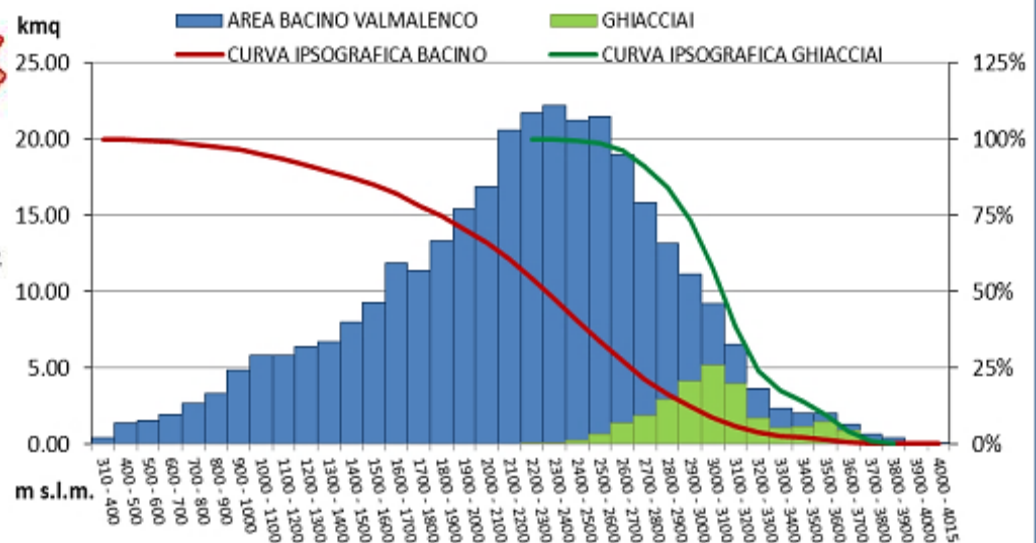
Area ghiacciai al 2013: 25.6 km² (~8% del totale)

Altitudine: 310-4015 m s.l.m.

Asta fluviale Mallero: ~27 km

Clima: 310-2000 m s.l.m. clima temperato freddo
2000-4015 m s.l.m. clima alpino

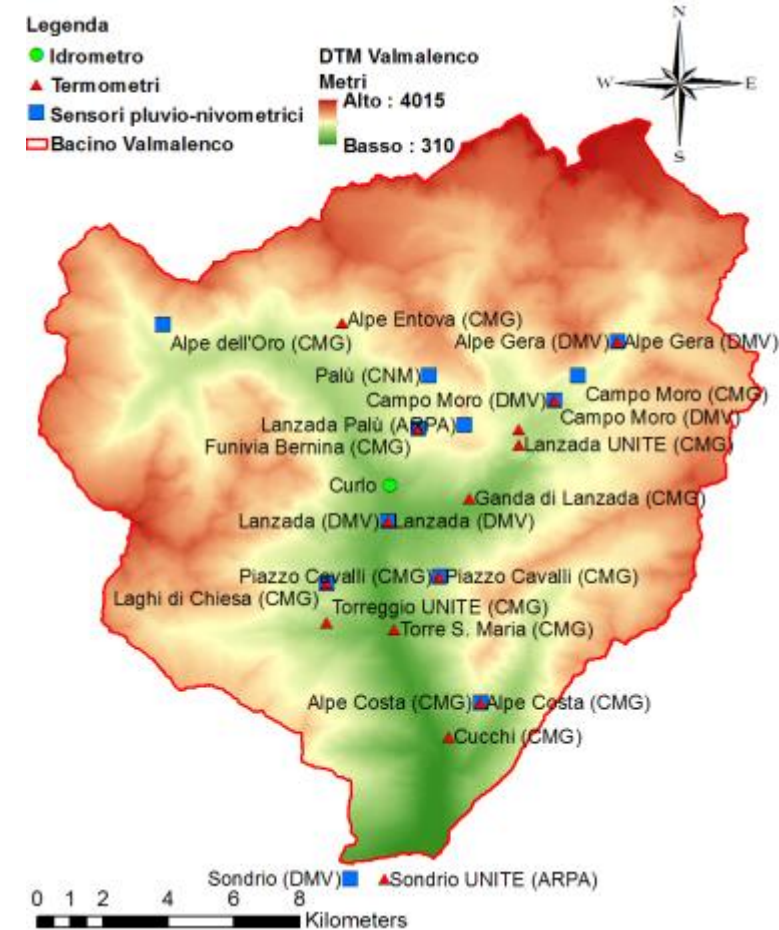
Curve ipsografiche e distribuzioni aree e ghiacciai:





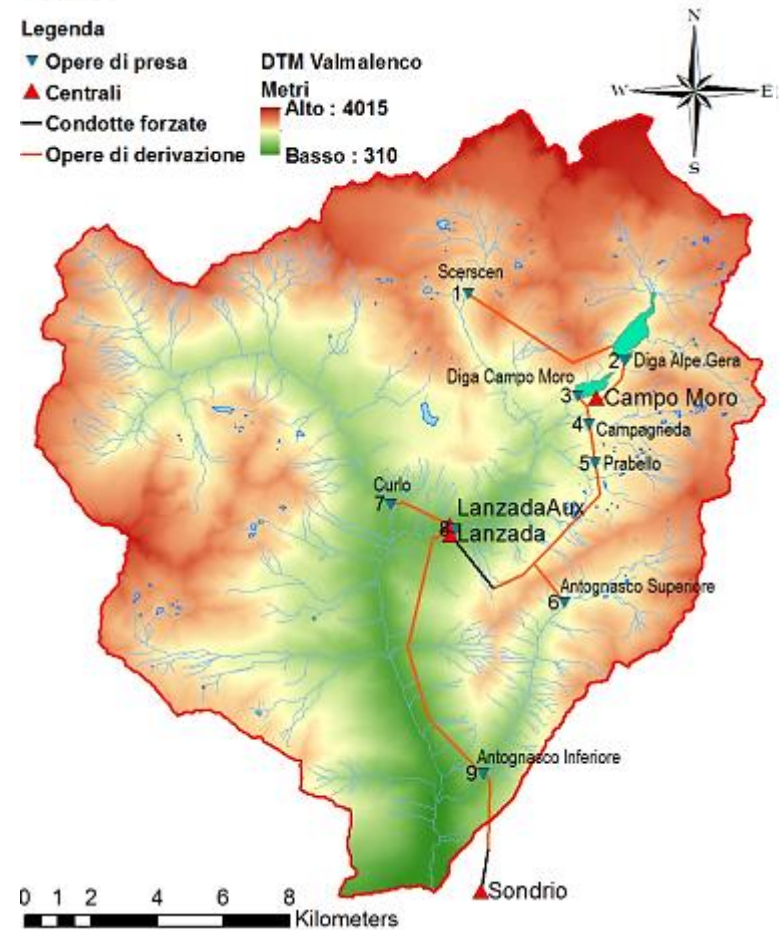
Stazioni di misura:

- ✓ 15 termometri (307-2125 m s.l.m.)
- ✓ 12 sensori pluvio-nivometrici (298-2155 m s.l.m.)
- ✓ 1 idrometro alla sezione del Curlo (460m s.l.m.)



Mappe:

- ✓ Uso del suolo, indice assorbimento del suolo
- ✓ Variazione dello spessore di ghiaccio 1981-2007
- ✓ Copertura areale ghiaccio: 1992-1999-2003-2007
- ✓ Schema dell'impianto idroelettrico

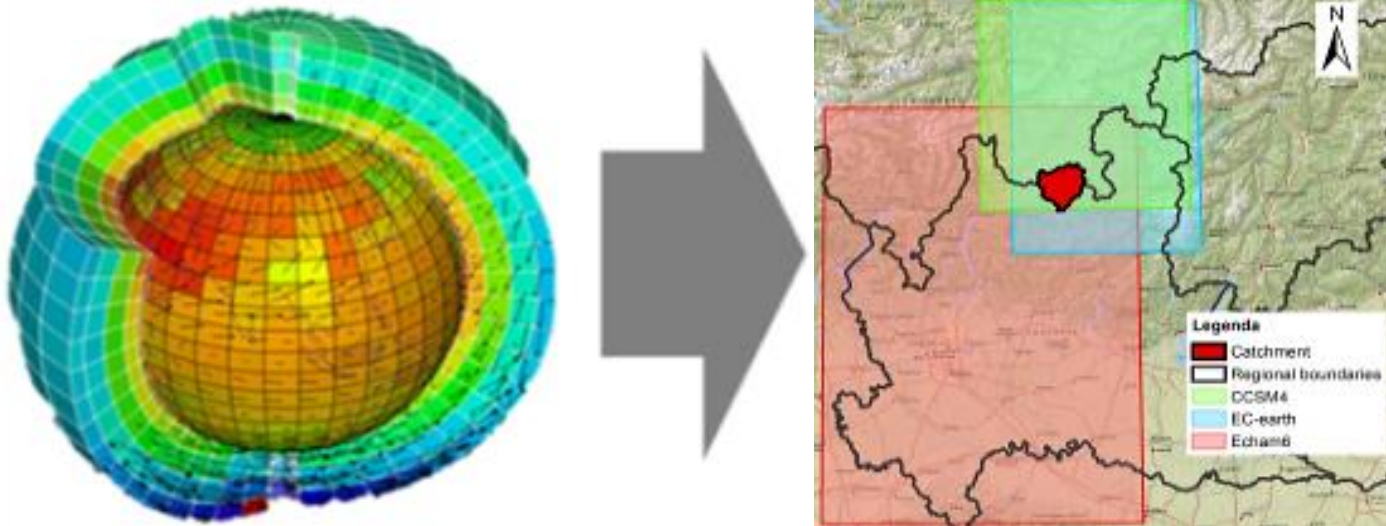




✓ Previsione delle variazioni climatiche fino al 2100:

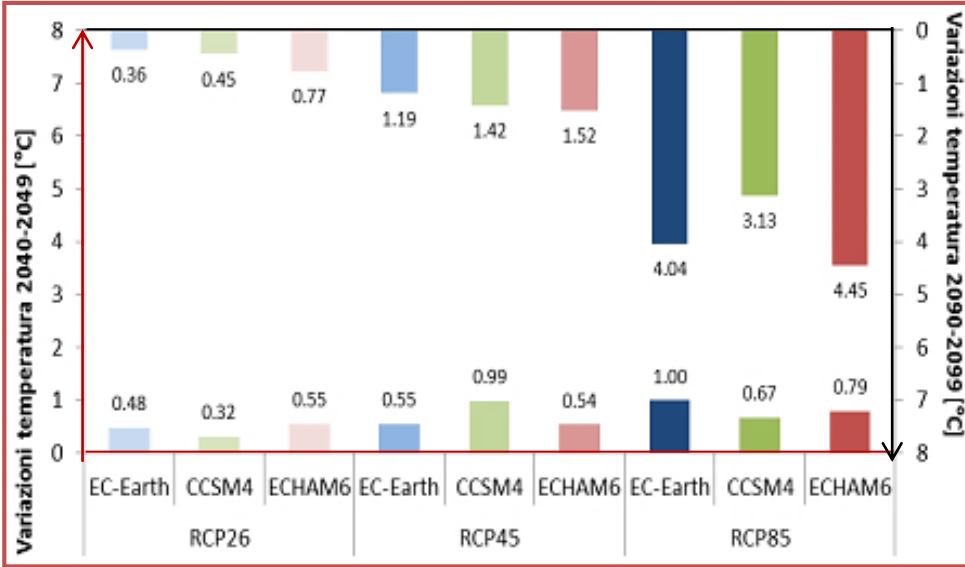
- 3 modelli climatici GCM: Ec-Earth, Echem6, CCSM4
- 3 scenari RCP (2.6, 4.5, 8.5) funzione della variazione della forzante radiativa [W/m^2]

✓ Procedura di downscaling: dalla scala dei GCM a quella locale del bacino



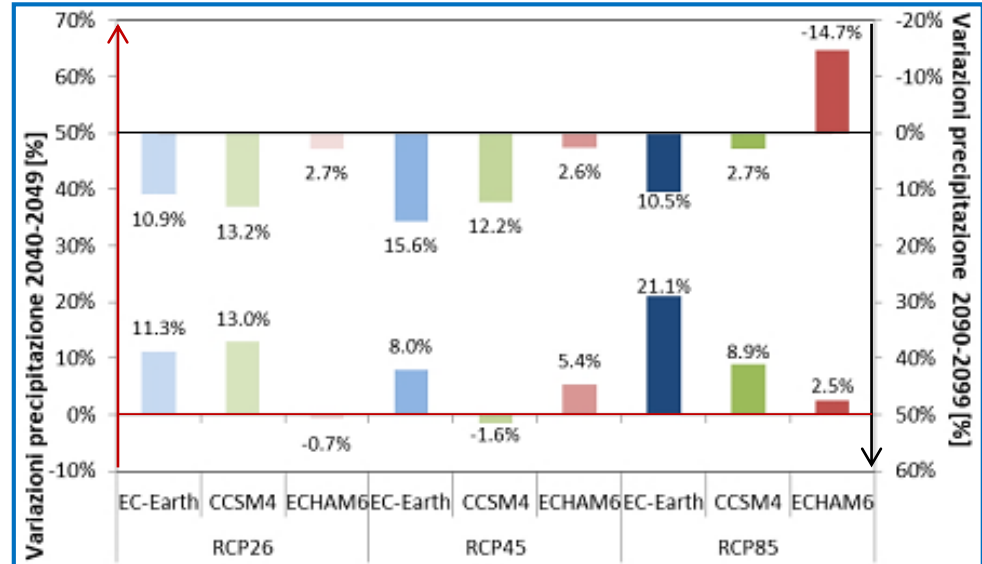


✓ Previsione delle variazioni climatiche fino al 2100:



Temperatura

Precipitazioni

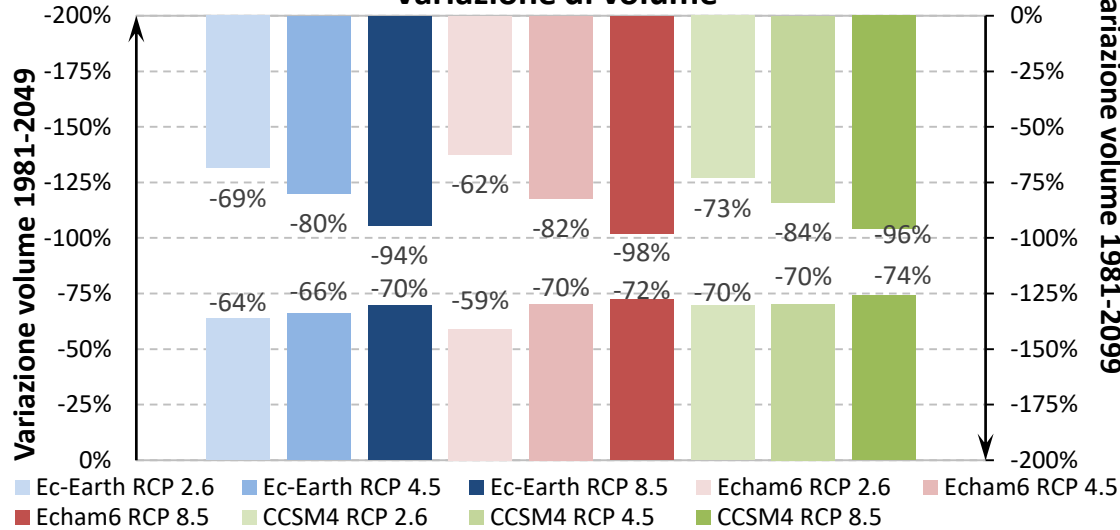




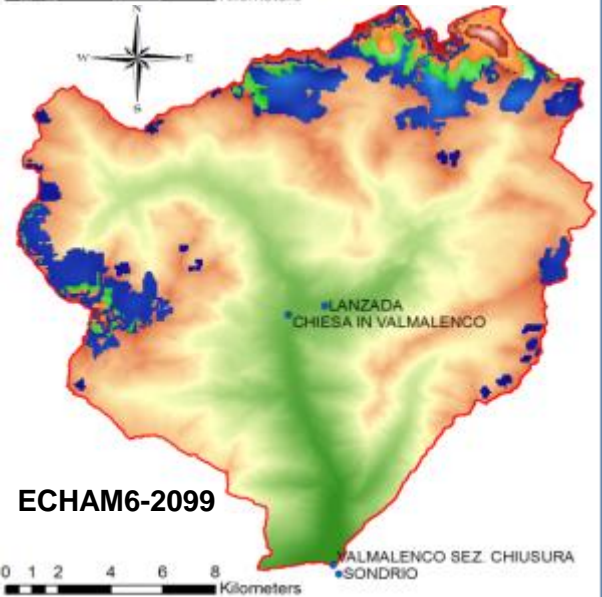
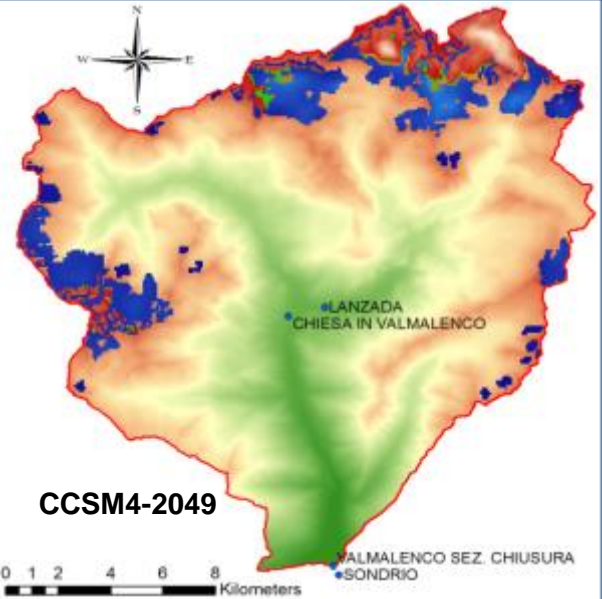
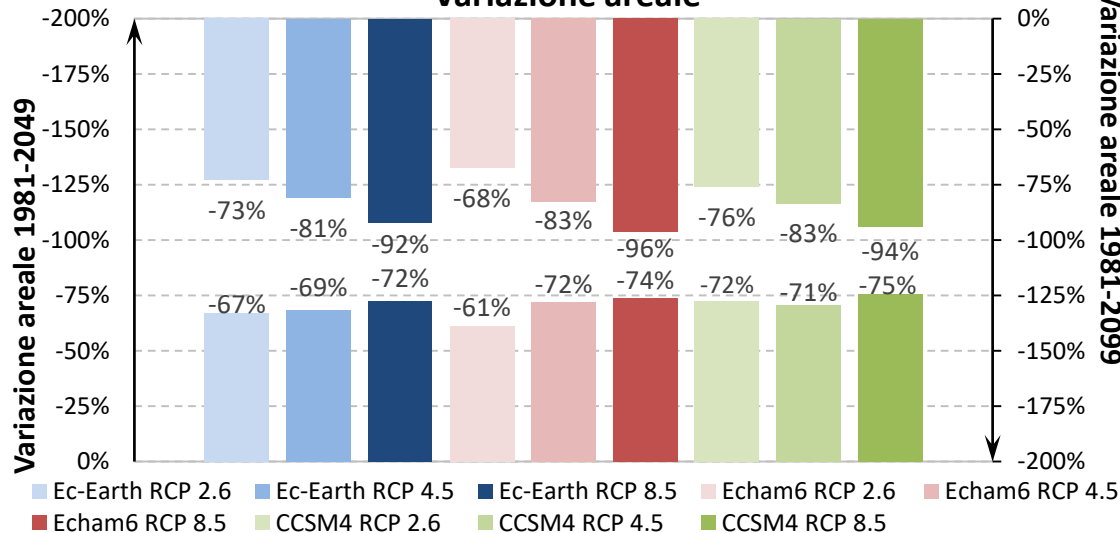
RISULTATI: proiezioni climatiche future

✓ Sistema glaciale: variazioni di volume, spessore e area

Variazione di volume



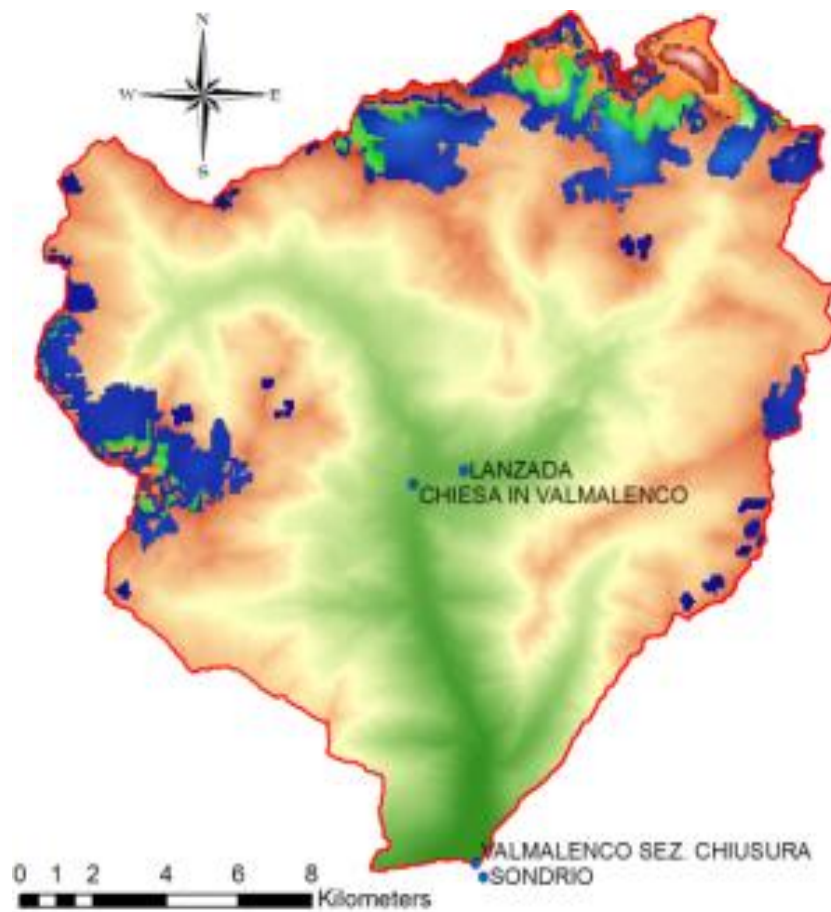
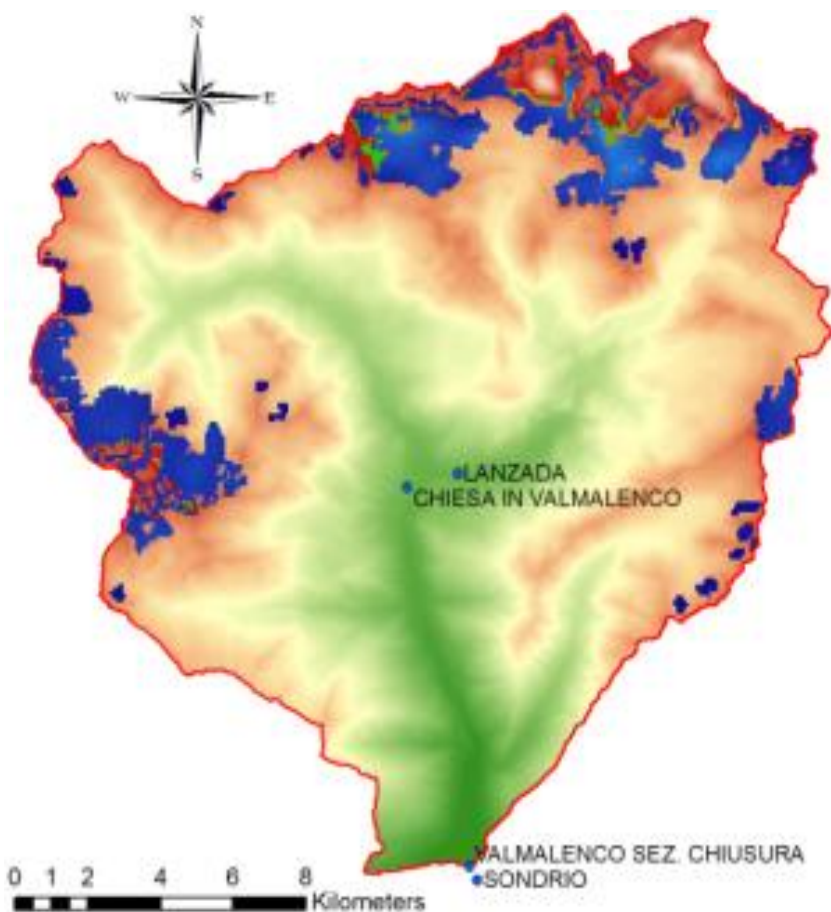
Variazione areale





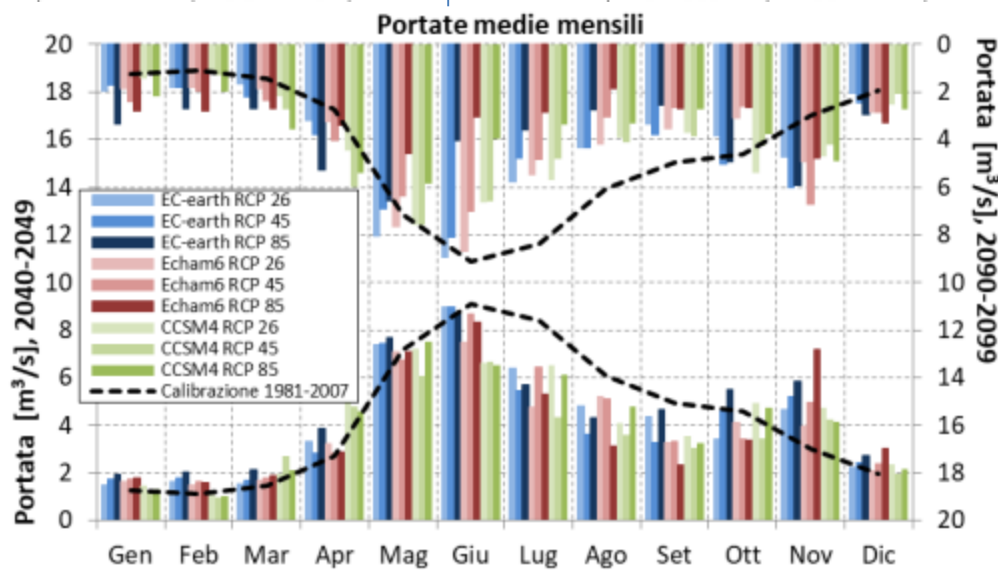
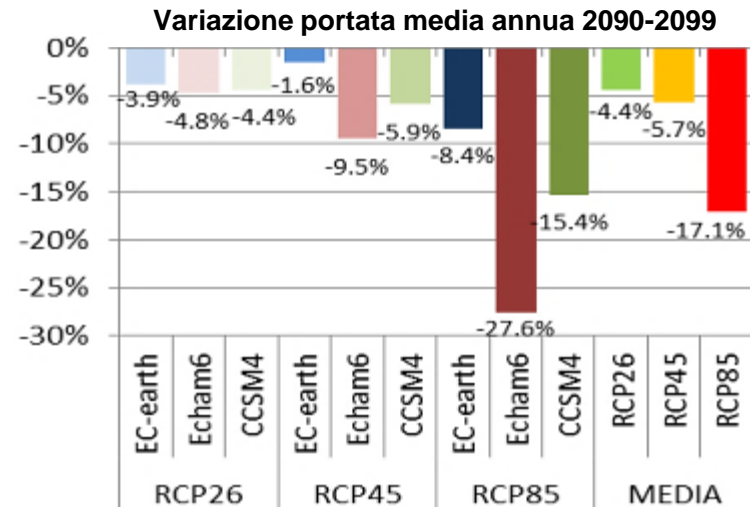
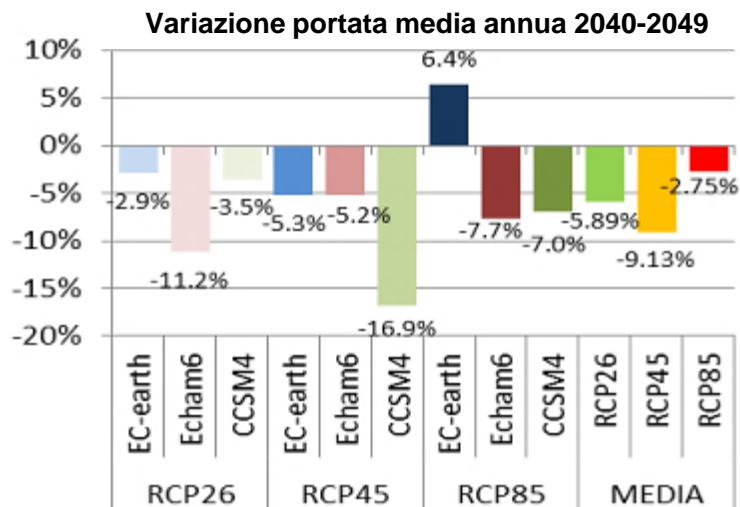
CCSM4-2049

ECHAM6-2099





✓ Portate alla sezione del Curlo: per le decadi 2040-2049 e 2090-2099, variazioni della portata media annua, portate medie mensili, contributo di fusione nivale e glaciale



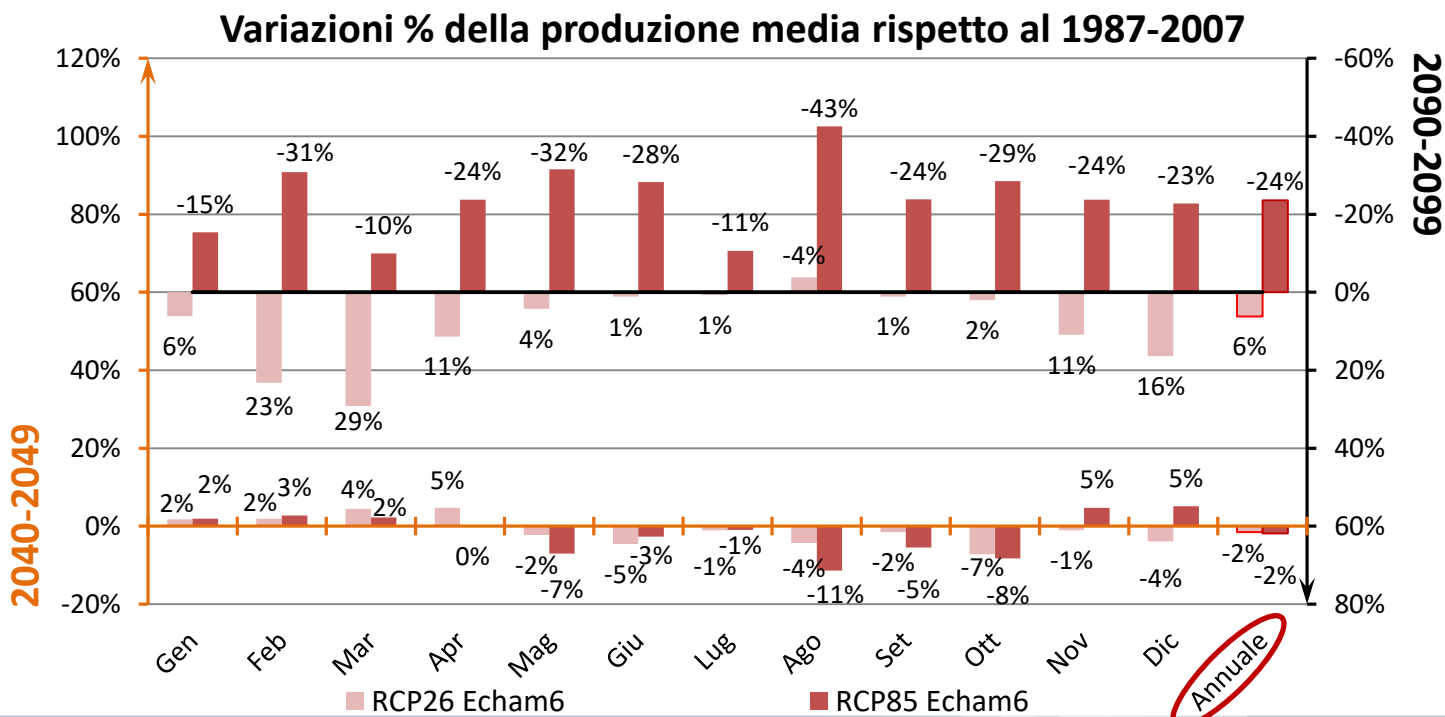


RISULTATI: produzione futura di energia idroelettrica

- ✓ Creazione di uno scenario di riferimento: 1987-2007
- ✓ Simulazione della gestione del sistema idroelettrico: modello SOdA, fino all'anno 2099

Produzione totale delle quattro centrali [GWh]								
RCP26			RCP45			RCP85		
EC-Earth	Echam6	CCSM4	EC-Earth	Echam6	CCSM4	EC-Earth	Echam6	CCSM4
73'627	75'856	71'982	74'156	69'524	71'936	74'319	65'693	69'736

- ✓ Combinazione più favorevole e meno favorevole per la produzione totale fino al 2099: Echam6-RCP2.6 e Echam6-RCP8.5

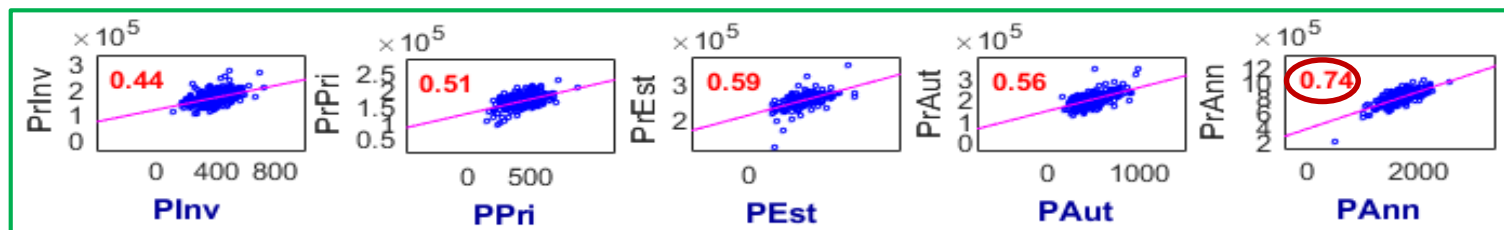




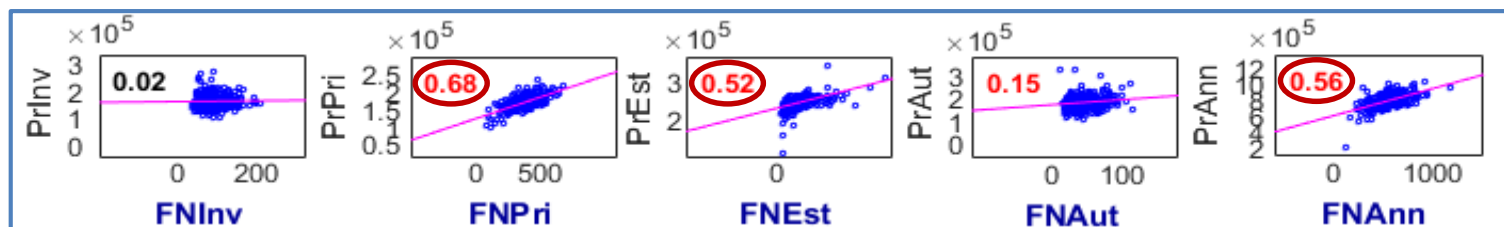
RISULTATI: produzione futura di energia idroelettrica

- ✓ **Cause delle variazioni della produzione di energia:** analisi di correlazione tra i dati stagionali ed annuali di produzione e i valori di precipitazione, fusione nivale e fusione glaciale

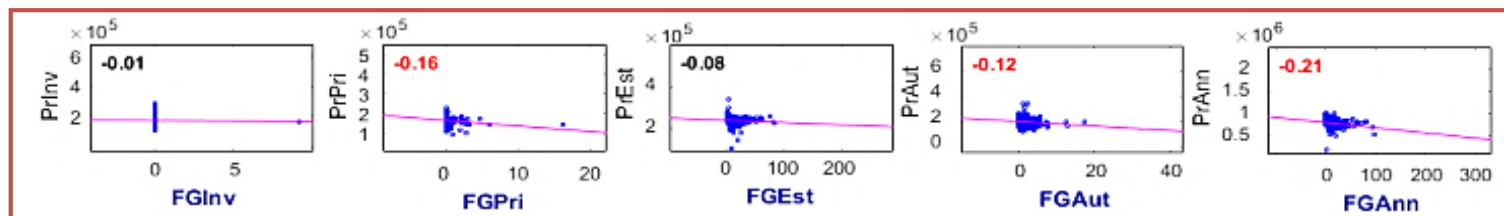
- **Precipitazioni:** favoriscono la produzione di energia



- **Fusione nivale:** favorisce la produzione di energia, soprattutto in primavera ed estate



- **Fusione glaciale:** influisce marginalmente sulla produzione di energia



- **Condizione ideale per la produzione futura di energia idroelettrica:**

- aumento generale delle precipitazioni
- aumento delle nevicate nei mesi da ottobre a marzo

Grazie per l'attenzione



Fronte del Fellaia