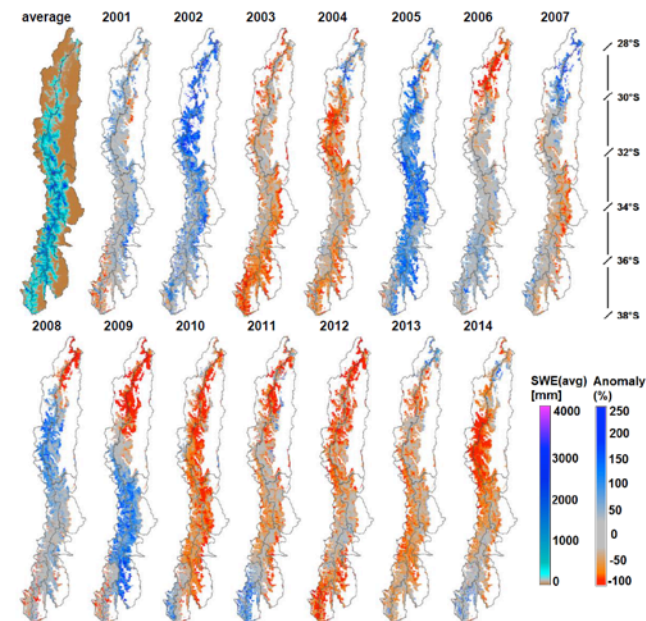


Efecto de la sequía y del cambio climático sobre la acumulación de nieve en la Cordillera de los Andes de Chile Central.

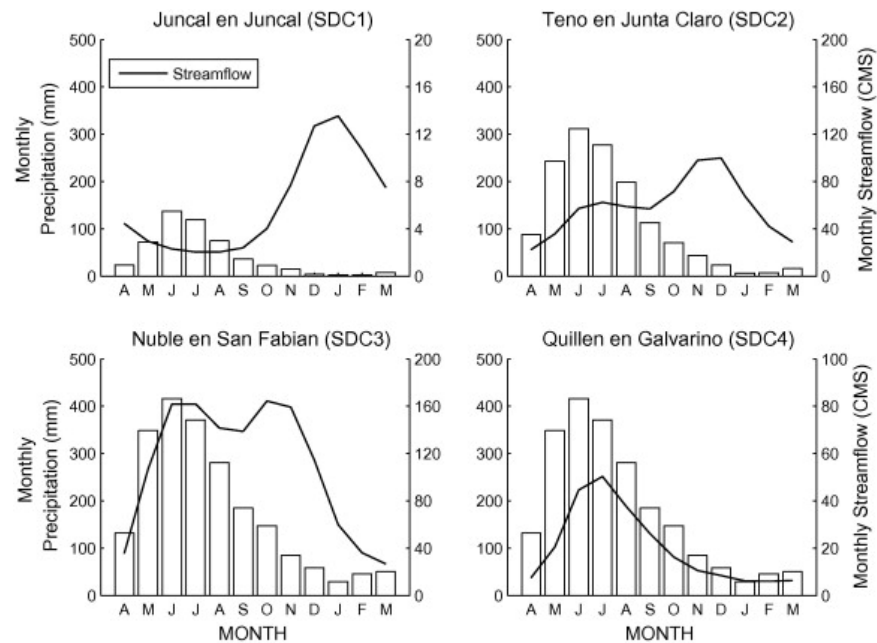
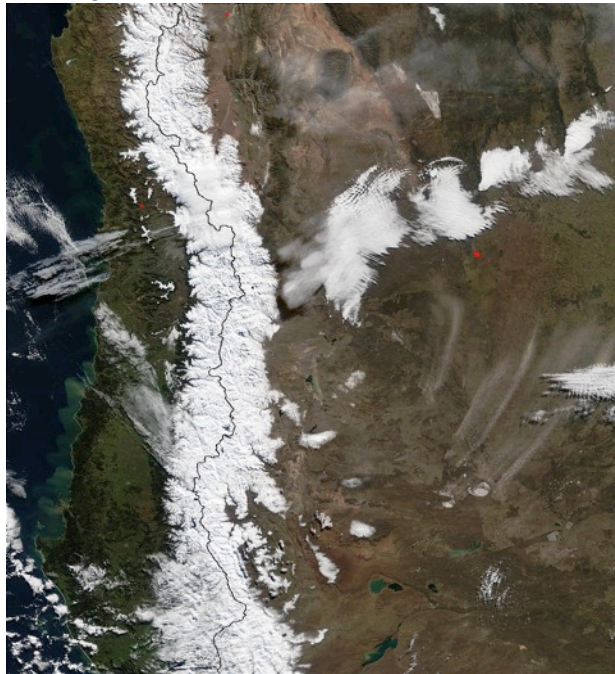
James McPhee
Jornadas de Hidráulica FJD
- Octubre 2016
Universidad Diego Portales



fcfm
Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

Los Andes dominan múltiples aspectos de nuestra geografía, incluyendo el suministro de agua y servicios ambientales



Cortés et al., JoH 2011



Evidencias de rápidos cambios climáticos no se han reproducido de igual forma en caudales de ríos.

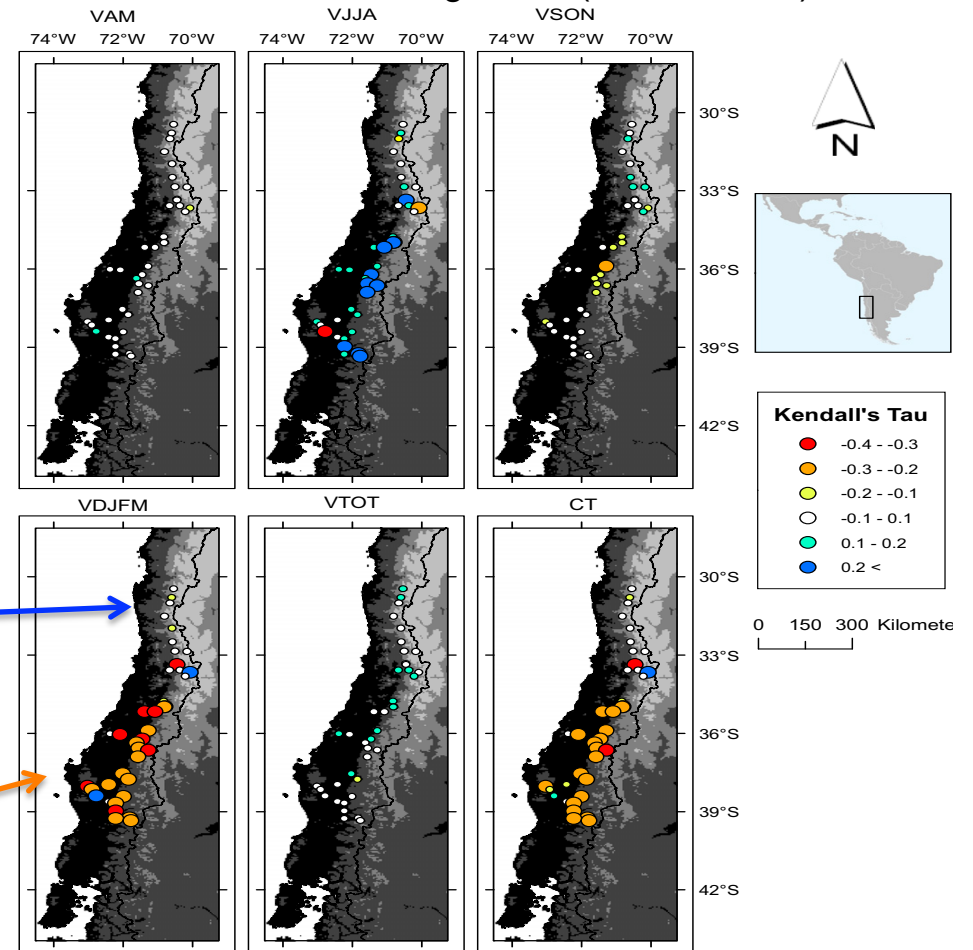
Melt flow hydrograph shows no trend for high-elevation mountain rivers

Summer flows decreasing/coming earlier in southern Chile -> Precipitation effect



fcfm
Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Cambios en hidrogramas (1961 – 2006)



Cortés et al., JoH 2011

Es suficiente la red actual de observaciones de nieve para efectos de preparación ante sequías/años deficitarios?

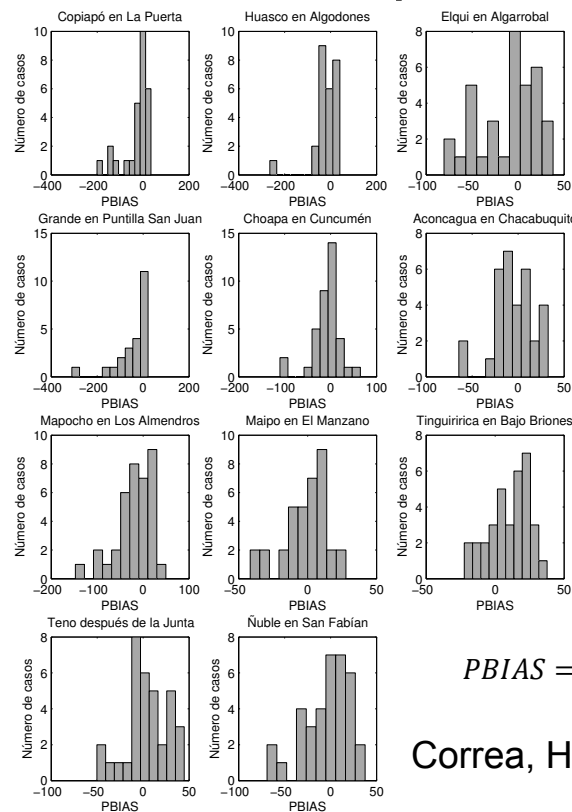
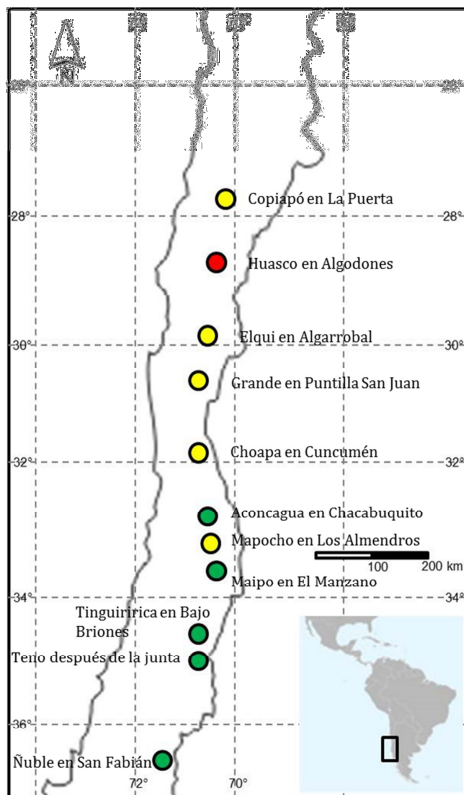


Foto: S. Fernández

$$PBIAS = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{sim}) * 100}{\sum_{i=1}^n Y_i^{obs}} \right]$$

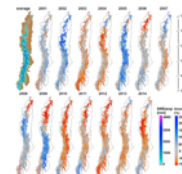
Correa, H. 2013; cybertesis.uchile.cl

Esta presentación resume un poco de investigación reciente (la de mi grupo...) respecto de estos temas

Estudios de sitio: balance de masa y energía de la nieve



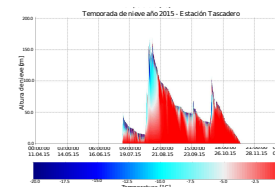
Reconstrucción de equivalente en agua de nieve (EAN) a partir de imágenes MODIS



Estudio de relación entre nieve y bosques (centro Sur)



Efecto de la sequía en propiedades del manto de nieve



fcfm
Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

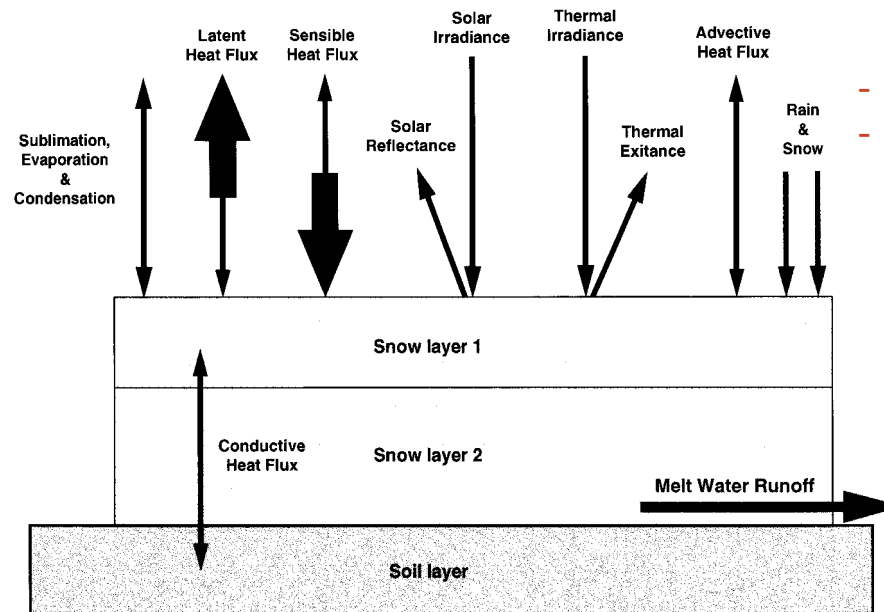
Procesos y variables que determinan la evolución del manto de nieve estacional.

Acumulación:

- Patrones espaciales y temporales de precipitación
- Transporte por viento
- Avalanchas/transporte gravitacional
- Intercepción por vegetación

Ablación:

- Albedo de la nieve
- Impurezas
- Tamaño de granos
- Energía solar incidente
- Flujos turbulentos -> evaporación/sublimación



Marks et al., HP 1999



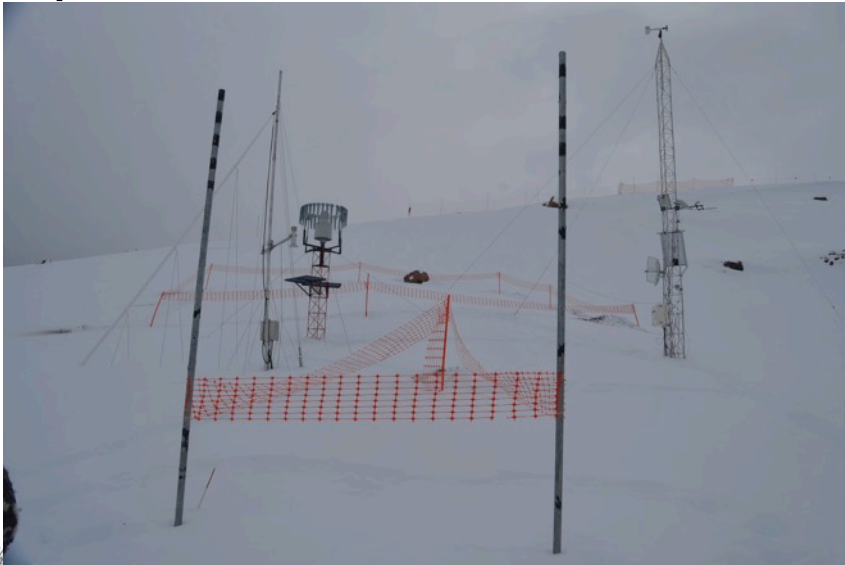
fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

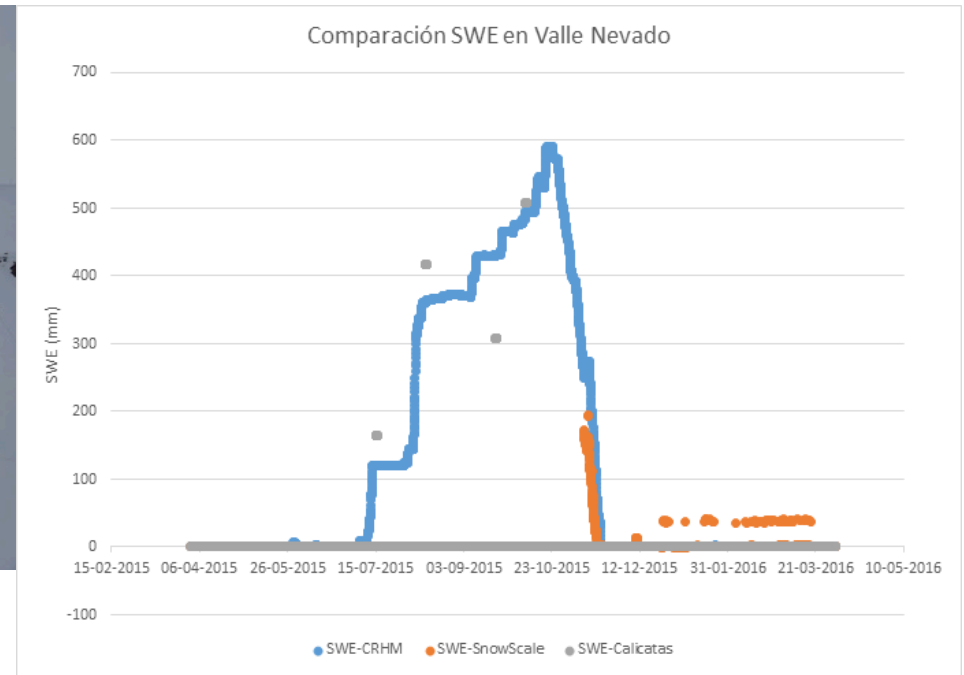
amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

Conociendo los flujos de masa y energía en un punto, es relativamente sencillo reproducir el comportamiento del manto. Dificultad radica sobre todo en extrapolar en el espacio

Credito figura: Michelle Comte

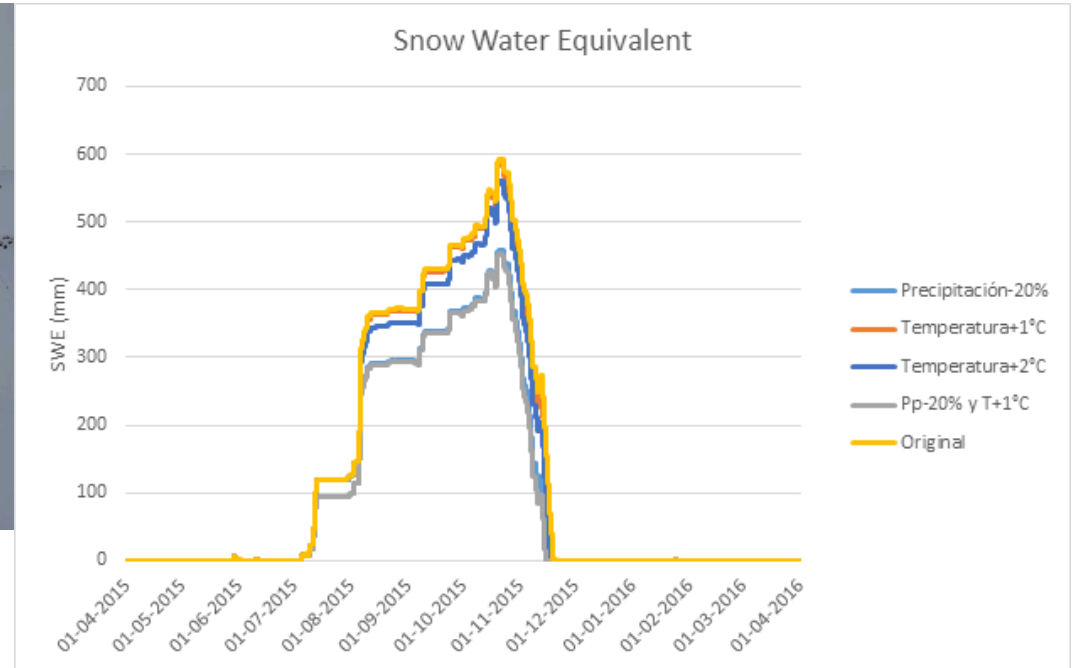


fcfm
Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



Conociendo los flujos de masa y energía en un punto, ...
¿podemos evaluar el efecto de cambios en el clima de
manera confiable?

Credito figura: Michelle Comte



fcfm
Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

Necesidad de recolectar observaciones en terreno para evaluar modelos de extrapolación

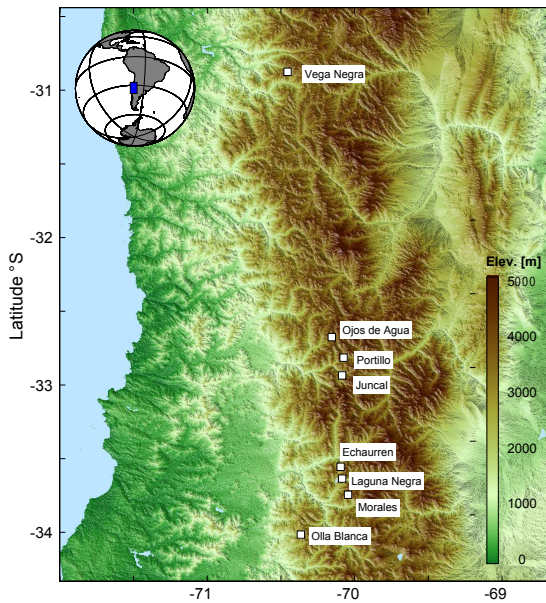


Image credit: G. Cortés



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

Imágenes satelitales de cobertura de nieve permiten *reconstruir* condiciones pasadas de EAN -> comprensión de patrones

Cornwell et al., HESS 2016

Modelo balance energía

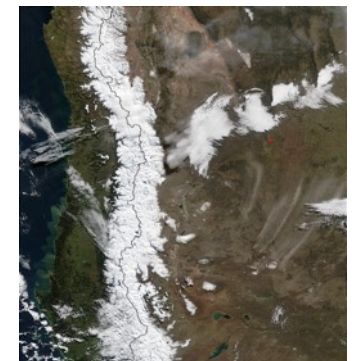
$$M_p = \max\{(Q_{nsw} + Q_{nlw}) f_B + T_d a_r, 0\}$$

$$SWE_t = SWE_0 - \sum_1^t M = M_{t+1} + SWE_{t+1}$$

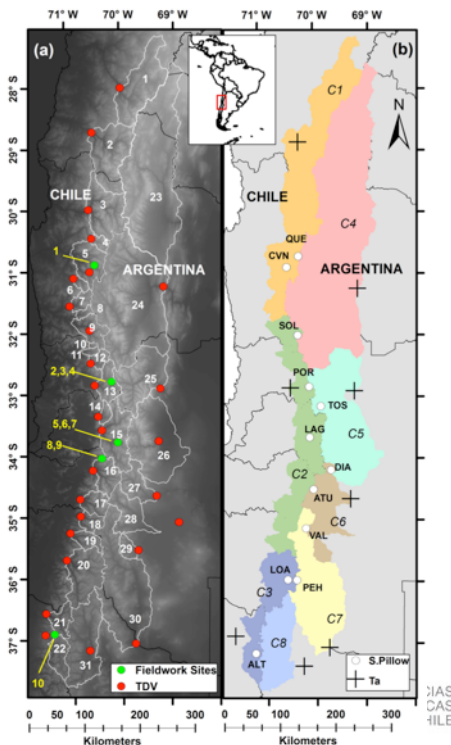
$$SWE_0 = \sum_{t=1}^n M_t ; SWE_n = 0$$

Shortwave	(Hofierka et al., 2002 + clear sky index (http://power.larc.nasa.gov))
Longwave radiation	Sicart et al., 2004
Albedo	Molotch & Bales, 2006
Air temperature	MOD11A1 + station data (Wan et al., 2004)
Turbulent flux param.	Brubaker et al., 2006
fSCA	MOD10A1, Hall et al., 2002

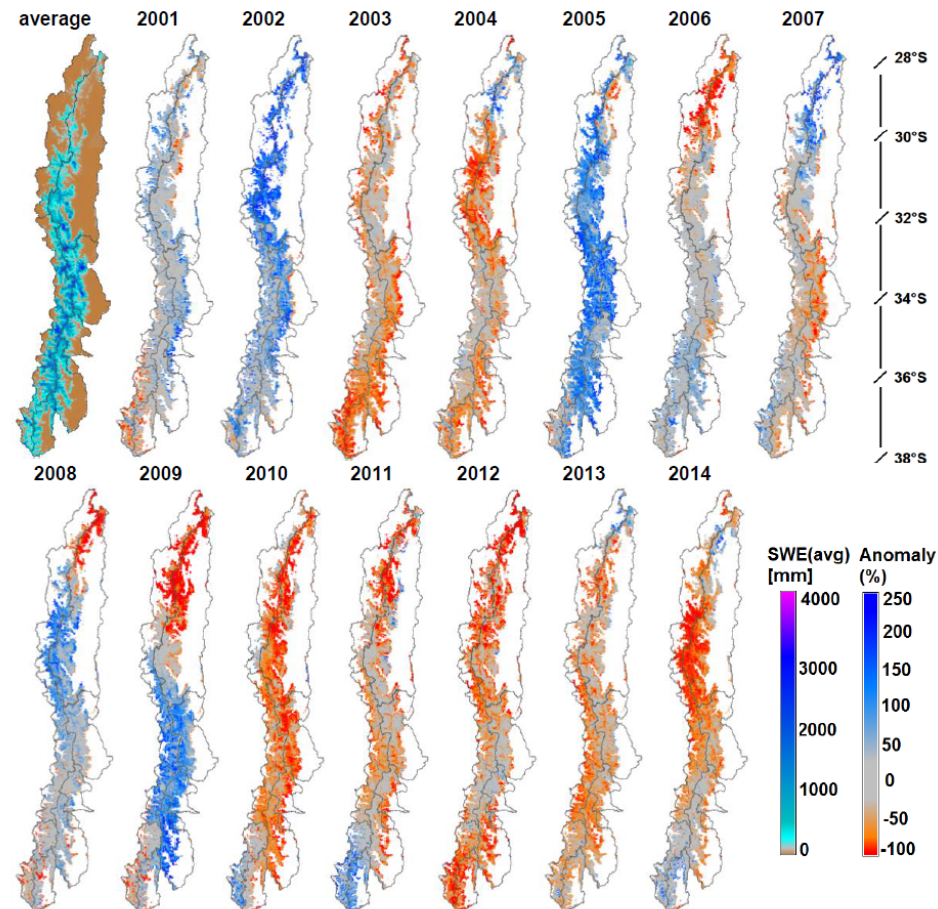
Imagen MODIS



amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER



Comprensión de patrones: efectos de sequía



fcfm

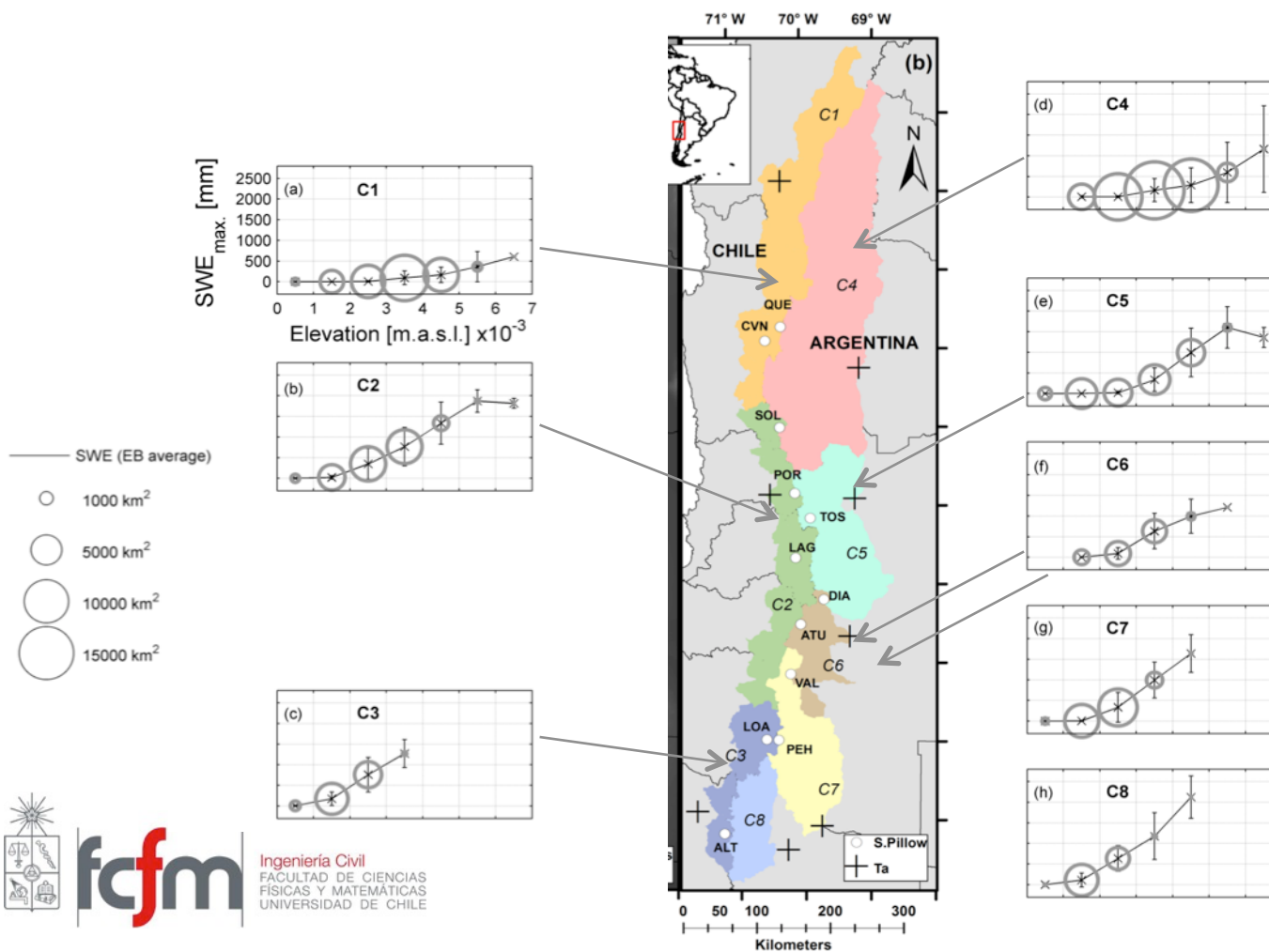
Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

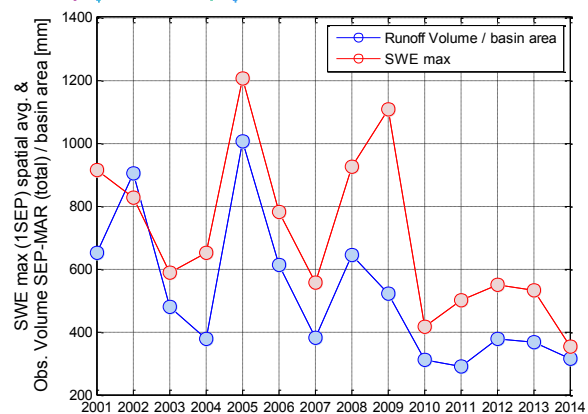
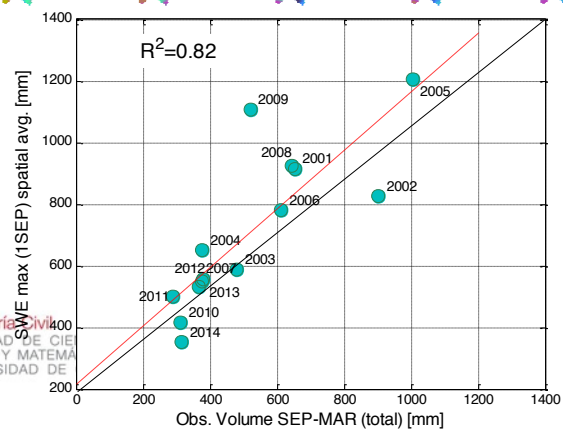
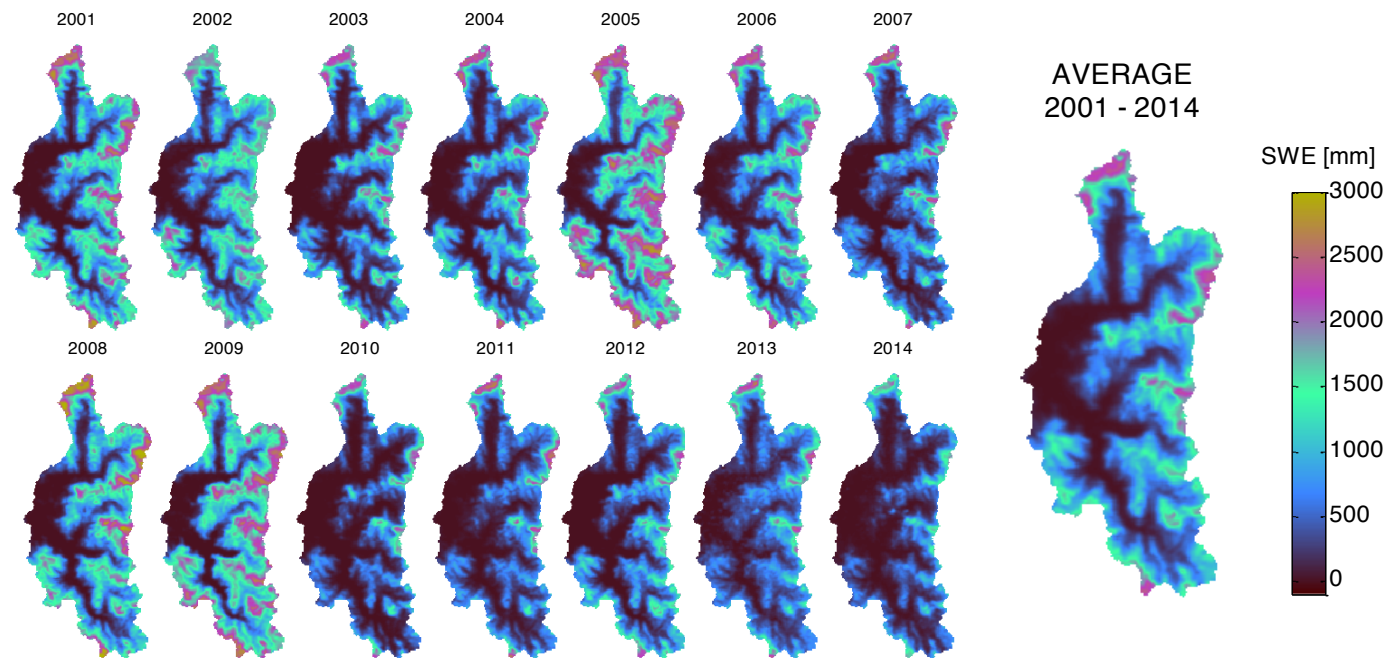


fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER



fcfm

Ingeniería de Recursos
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

En zonas vegetadas, existen interacciones entre vegetación y nieve que operan en sentidos opuestos.

¿Existe un efecto mitigante o agravante de la vegetación durante sequías?



¿Cómo serán las interacciones en una situación climática diferente?



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

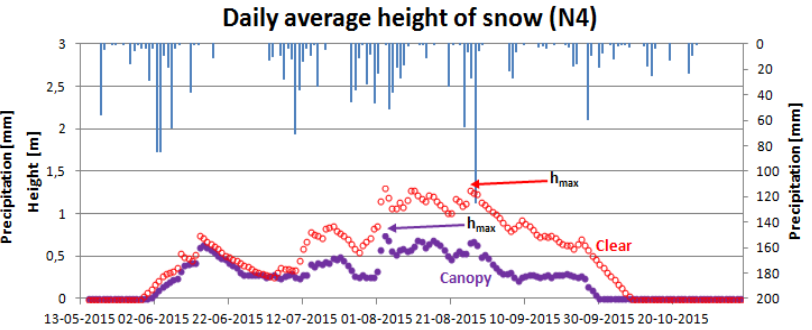
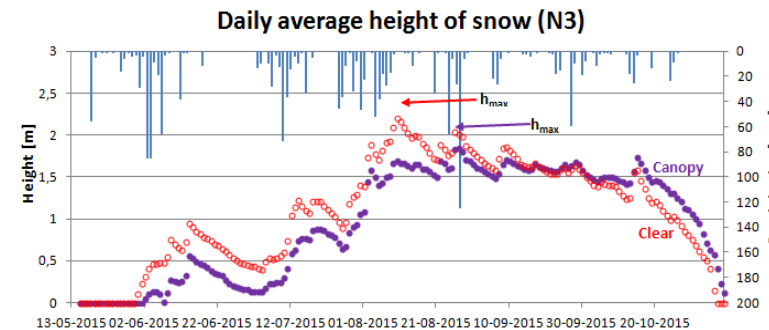
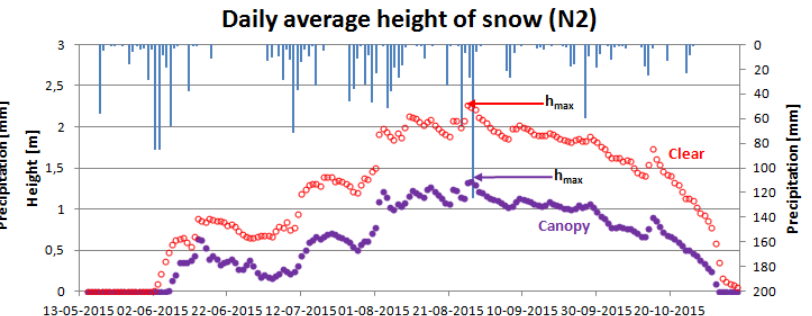
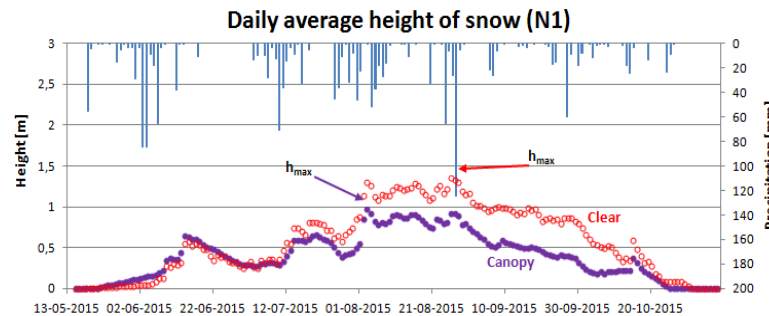
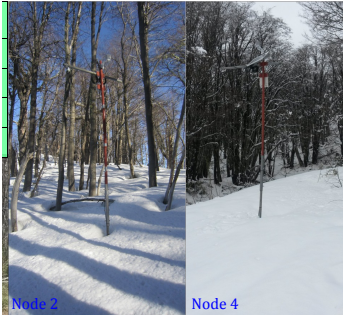


Las Trancas: Ladera Norte



Cuenca experimental Valle Hermoso (Nevados de Chillán):
vegetación disminuye acumulación, pero disminuye tasa de
derretimiento. Incluso especies de hoja caduca.

Fig.2. Pictures of experimental stations



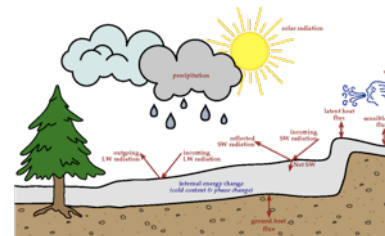
fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Huerta et al. AGU 2015

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

¿Cuál es el efecto de la sequía sobre las propiedades térmicas del manto de nieve en zonas áridas?



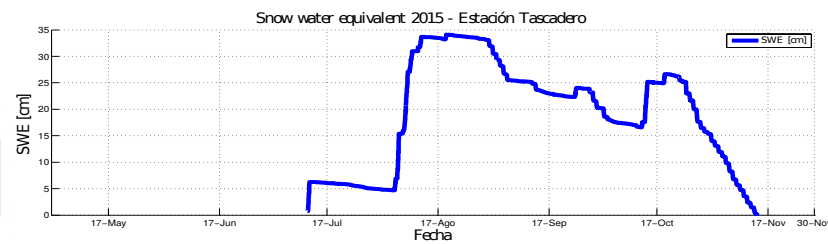
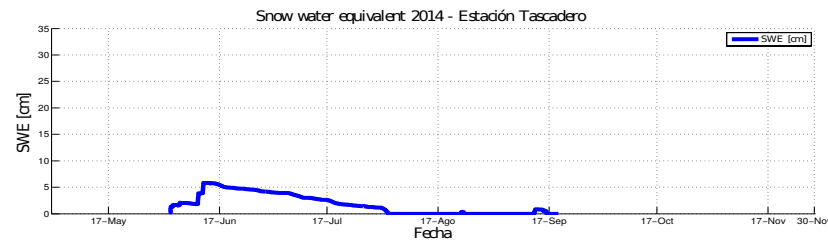
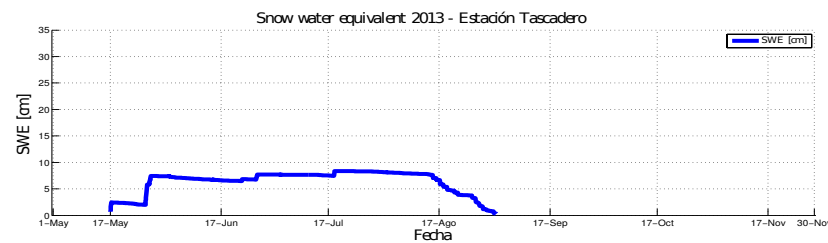
Modelo "Snowpack"



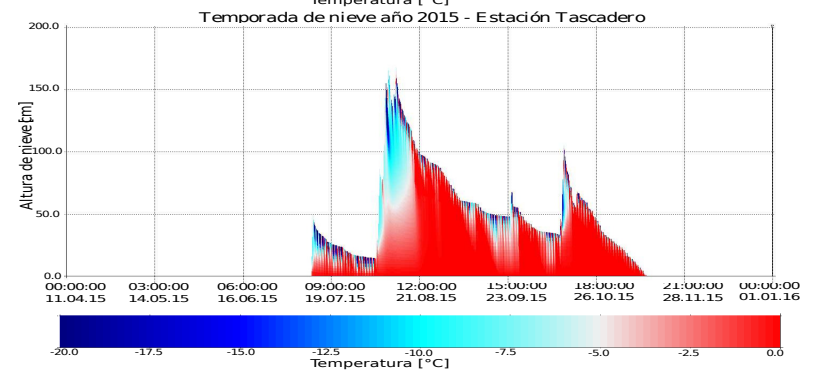
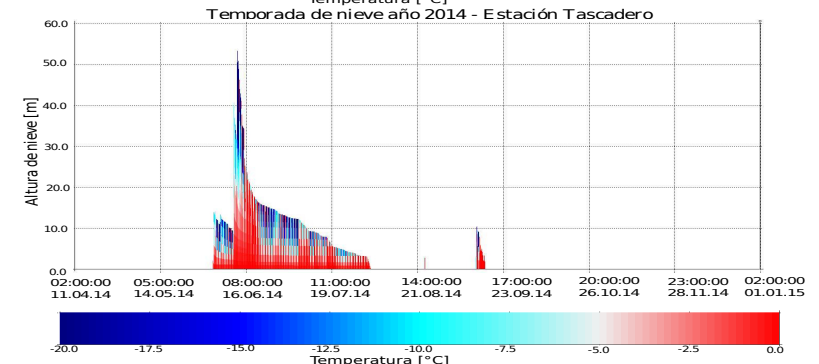
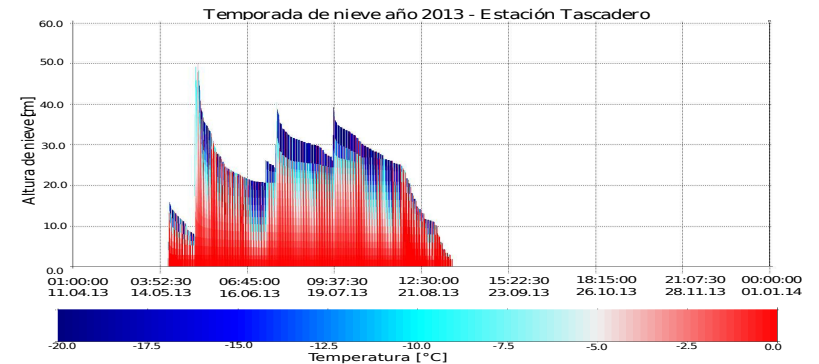
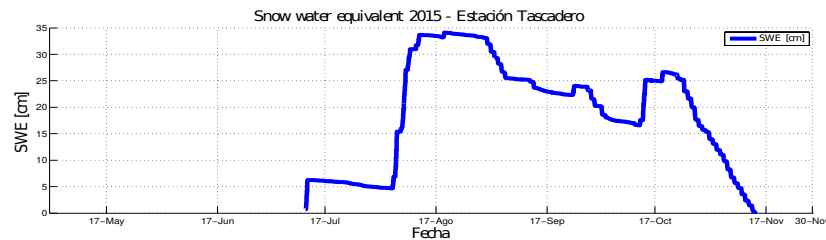
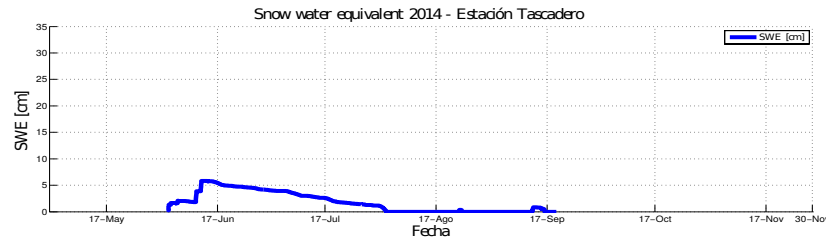
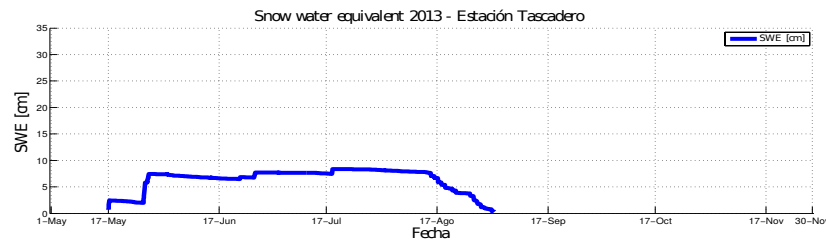
fcfm
Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

Magnitud y temporalidad de precipitación muestran impactos sobre temperatura de la nieve



Magnitud y temporalidad de precipitación muestran impactos sobre temperatura de la nieve



Resumen

Es posible conocer más sobre las propiedades de distribución espacial de la nieve a partir de imágenes satelitales

Red de observaciones actuales puede y debe ser mejorada: cobertura espacial, **variables observadas**.

Modelos físicamente realistas del balance de energía y masa son necesarios para comprender y predecir los procesos e impacto de sequías y cambio climático



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

¿Preguntas?

¡Muchas gracias por su
paciencia!



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER