



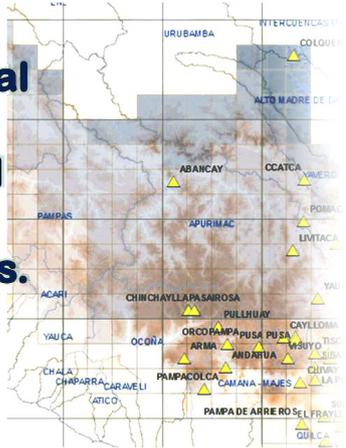
CICLO DE CONFERENCIAS
**Nuevos enfoques en la obtención de
información hidrológica**
Lima, 07 junio 2013



Análisis espacio temporal de la precipitación y temperatura mediante el empleo de datos satelitales y de reanálisis.

Aplicación a zonas de montaña

Pedro Rau Lavado







**ANÁLISIS ESPACIO TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA MEDIANTE EL
EMPLEO DE DATOS SATELITALES Y DE REANÁLISIS**

INTRODUCCIÓN | DATOS Y METODOLOGÍA | RESULTADOS | CONCLUSIONES

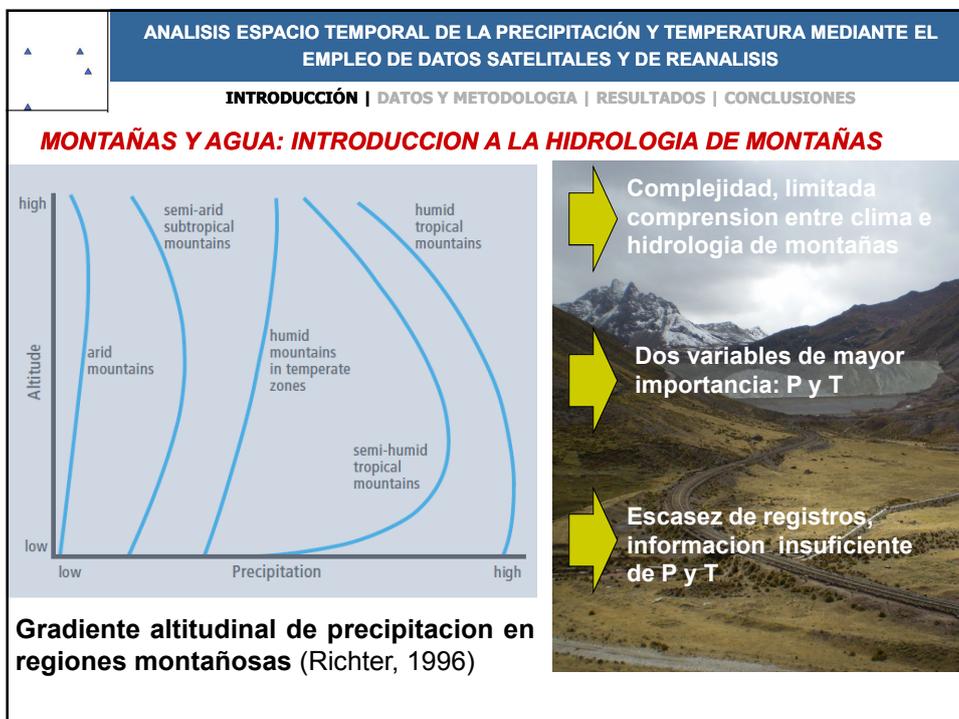
1. OBJETIVOS

Caracterizar el comportamiento de la precipitación y temperatura mensual en las zonas de montaña del Perú desde el año 1964 hasta el año 2007, a través de un análisis de tendencias y su repercusión en los glaciares mediante datos observacionales in-situ (SENAMHI).

Precisar una metodología para el correcto empleo de fuentes de datos no observacionales in-situ tales como los datos satelitales TRMM y de reanálisis NCEP NCAR.

Aproximar metodologías de corrección de estas fuentes de datos, con fines de cubrir espacial y temporalmente las zonas montañosas que no presentan registros de precipitación y temperatura.

•SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
•TRMM: Tropical Rainfall Measuring Mission (NASA, EEUU – JAXA, JAPON).
•NCEP/NCAR: National Center for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research (EEUU).



ANALISIS ESPACIO TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA MEDIANTE EL EMPLEO DE DATOS SATELITALES Y DE REANALISIS

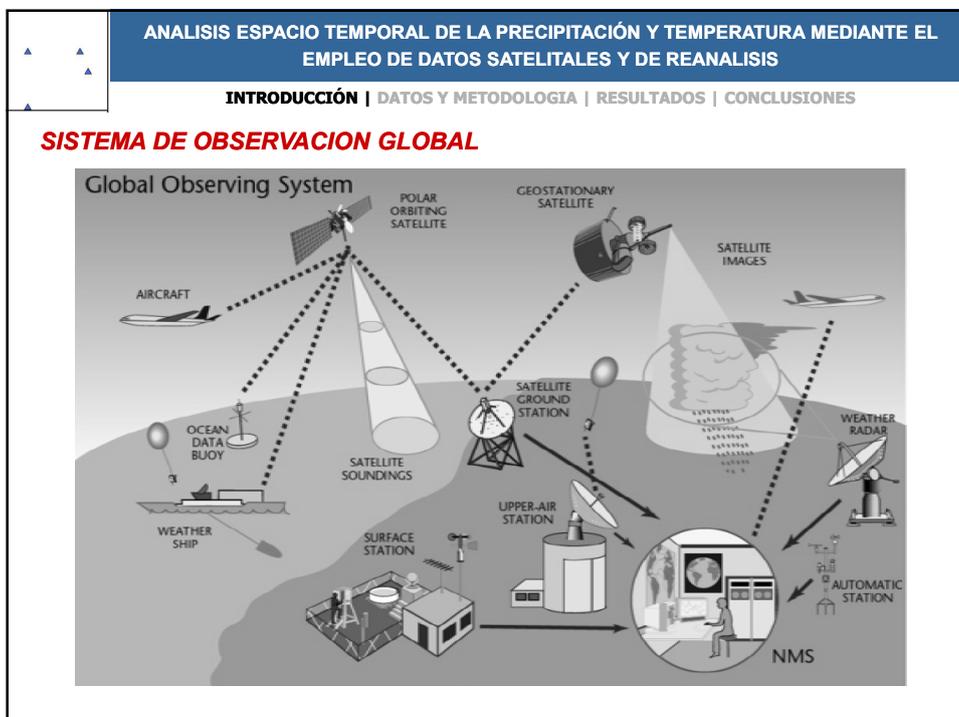
INTRODUCCIÓN | DATOS Y METODOLOGIA | RESULTADOS | CONCLUSIONES

DATOS OBSERVACIONALES IN-SITU

Wind Speed (m/s)	Rain (avec ou sans écran) (%)	Snow (avec écran) (%)	Snow (sans écran) (%)
0	0	0	0
1	5	10	15
2	10	18	25
3	15	25	35
4	20	30	45
5	25	35	55
6	30	40	65
7	35	45	75
8	40	50	80
9	45	55	85
10	50	60	90

Figure 4.10 Efficacité du captage en fonction de la vitesse du vent.

ERRORES:
 Las mediciones in-situ (Ej: SENAMHI) encajan en la categoría del error por muestreo, desde los errores en el manejo de los equipos por parte del personal en campo hasta el efecto de los fenómenos climáticos en la medición “como es el caso del viento, que se considera como el factor que contribuye a tener mayor error en las mediciones pluviométricas”. (Franchito et al., 2009)



ANALISIS ESPACIO TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA MEDIANTE EL EMPLEO DE DATOS SATELITALES Y DE REANALISIS

INTRODUCCIÓN | **DATOS Y METODOLOGIA** | RESULTADOS | CONCLUSIONES

ANALISIS Y REANALISIS DEL CLIMA

```

    graph LR
      A[Input Observational Data Streams] --> B[Quality Control]
      B --> C[Quality Controlled Observations]
      C --> D[Statistical Analysis]
      D --> E[Model Forecast]
      E --> C
      C --> F[Analysis Fields]
      
```

Fuente: Lectures Prof. Kalnay

- Condiciones iniciales para el **pronostico numerico del tiempo**. Grillas como productos
- Cada vez que se mejora este sistema se cambia el clima, es necesario un sistema «congelado». De esta forma se crea el primer reanalis **NCEP NCAP** (cubre informacion desde 1948/1949).

El reanalis es un integrador crucial dentro del sistema de observacion global posee registros consistentes, completos y de larga duracion de las componentes del **sistema climático global, incluyendo la atmosfera, oceanos, y la superficie terrestre.**

ANALISIS ESPACIO TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA MEDIANTE EL EMPLEO DE DATOS SATELITALES Y DE REANALISIS

INTRODUCCIÓN | **DATOS Y METODOLOGIA** | RESULTADOS | CONCLUSIONES

3. DATOS Y METODOLOGIA

CARTOGRAFIA

- Modelo de elevación digital del terreno SRTM (Misión Topográfica Radar Shuttle, NASA-NGA, EEUU). La resolución equivale a 90 m x 90 m de resolución.
- Delimitacion de cuencas

INFORMACION DE DATOS SENAMHI

PRECIPITACION Y TEMPERATURA

- 48 estaciones pluviométricas
- 31 estaciones de temperatura

16 estaciones pluviometricas y 8 estaciones de temperatura con registros mayor a los 30 años

-Estaciones ubicadas por encima de los 3000 msnm

Leyenda

- △ Estacion meteorologica
- Cuenca hidrografica
- Modelo de Elevacion Digital del Terreno
- msnm
- 1 000 - 3 000
- 3 000 - 3 500
- 3 500 - 4 000
- 4 000 - 5 000
- 5 000 - 6 733

ANÁLISIS ESPACIO TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA MEDIANTE EL EMPLEO DE DATOS SATELITALES Y DE REANÁLISIS

INTRODUCCIÓN | **DATOS Y METODOLOGÍA** | RESULTADOS | CONCLUSIONES

INFORMACION DE DATOS TRMM (PRECIPITACION)

Misión de medición de la lluvia tropical (Tropical Rainfall Measuring Mission, USA JAXA) desde 1997

COMET Program

Algoritmo 3B-43
Estimaciones satelitales + mediciones en estaciones del CAMS ó GPCC

Huffman (2007)

JAXA (2007)

El algoritmo 3B43 proporciona la mejor estimación de la precipitación total mensual en un registro completo desde el año 1998.
Tamaño de grillas: 0.25 x 0.25 grados
Aprox. 770 Km²/grilla

PR produce estimaciones más confiables de la precipitación cercana a la superficie a diferencia de la microonda pasiva.

ANÁLISIS ESPACIO TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA MEDIANTE EL EMPLEO DE DATOS SATELITALES Y DE REANÁLISIS

INTRODUCCIÓN | **DATOS Y METODOLOGÍA** | RESULTADOS | CONCLUSIONES

TRMM: Precursor de la misión de medición de la precipitación global (GPM).

TRMM vs. GPM		
General	TRMM	GPM
Orbit Altitude	350 km	407 km
Inclination Angle	35°	65°
Revisit Frequency	11-12 hrs	3hrs
Track Speed	6.9 km/s	7.2 km/s
Coverage	Tropics	Global
Microwave Imager		
Swath	758.5 km	885 km
Incident Angle	52.8°	52.8°
Number of Channels	9	13
Precipitation Radar		
Swath	215 km	245 km
Number of Channels	1	2
Spatial Resolution	4.3 km	5 km
Range Resolution	250 m	250, 500 m

ANALISIS ESPACIO TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA MEDIANTE EL EMPLEO DE DATOS SATELITALES Y DE REANALISIS

INTRODUCCIÓN | **DATOS Y METODOLOGIA** | RESULTADOS | CONCLUSIONES

INFORMACION NCEP/NCAR (TEMPERATURA)

La temperatura, se traduce en la variable mas confiable del NCEP NCAR.

Esta informacion se encuentra disponible por niveles de presion en hPa: 700 hPa (equivalente a 3000 msnm), 600 hPa (aproximadamente 4000 msnm) y 500 hPa (equivalente a 5500 msnm).

Tamaño de grillas: 2.5 x 2.5 grados
Aprox. 77000 Km²/grilla

TEMP	NCAR/NMC	JMACMT	NCAR/REM	NCAR/SHIP	NCAR/STD
AIRCRAFT	NCAR/NMC	JMACMA	NCAR/NZL		
LAND SFC	NCAR/NMCS	NCAR/NMCS	NCAR/RCS		
MARINE	NCAR/NOAD				
SFC BOG	EC/PAOBS				
SATOB	JMA	NCAR/NMC			
SATEM	NESSDS	NASA	NCDC		
SSM/I	NESSDS				

SOURCE ARCHIVES

BUFR EVENTS ARCHIVE

PRE-ANALYSIS BUFR ARCHIVE

ON29BUFR → COMBINE / DUPLICATE CHECK → PREPBUFR

Kalnay et al (1996) NCEP GTS: Datos recibidos desde Marzo 1962. En Sudamérica desde Brasil y Argentina

ANALISIS ESPACIO TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA MEDIANTE EL EMPLEO DE DATOS SATELITALES Y DE REANALISIS

INTRODUCCIÓN | **DATOS Y METODOLOGIA** | RESULTADOS | CONCLUSIONES

METODOLOGIA

Registros SENAMHI completación
 $x = x + \sigma(\delta)$

↓

ANALISIS DE TENDENCIAS Y QUIEBRES

- Registros de T° y P ≥ 30 años
- Tests a un 99% de confianza
- Softwares: TREND y KHRONOSTAT
- Tests: Man Kendall y Pettitt

Regionalización

R1: Santa
R2: Pacifico Norte
R3: Colca
R4: Quilca
R5: Apurimac
R6: Urubamba
R7: Ocoña
R8: Mantaro
R9: Alto Marañón

Registros TRMM, y NCEP NCAR
Se hallan completos

↓

COMPARACIÓN

TRMM - P SENAMHI
VALIDACION: %RMSE, %MBE, %AE, %CC

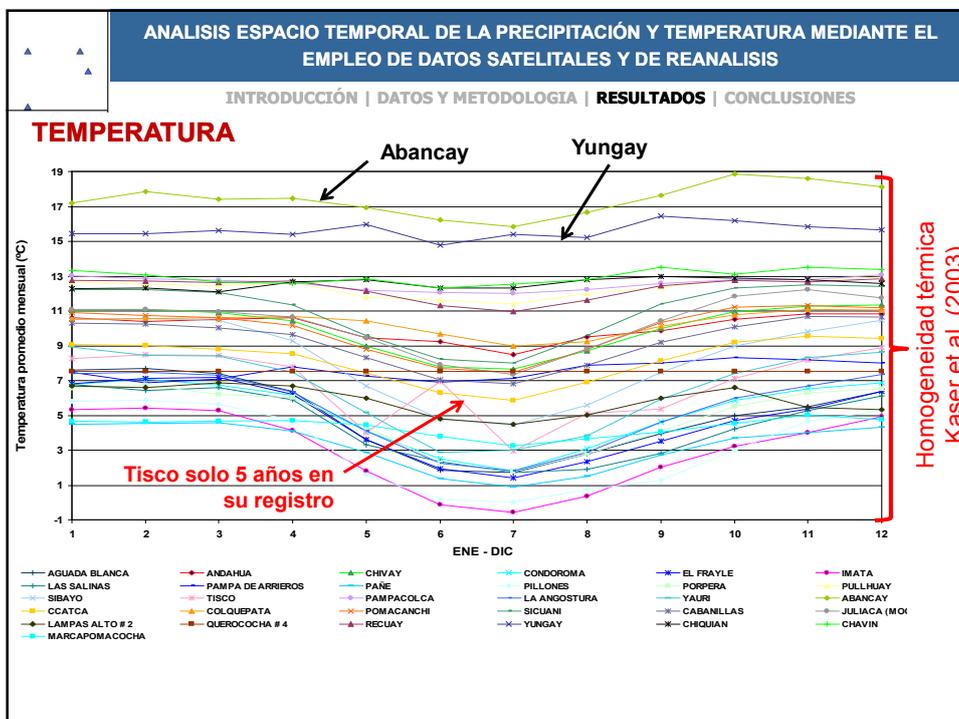
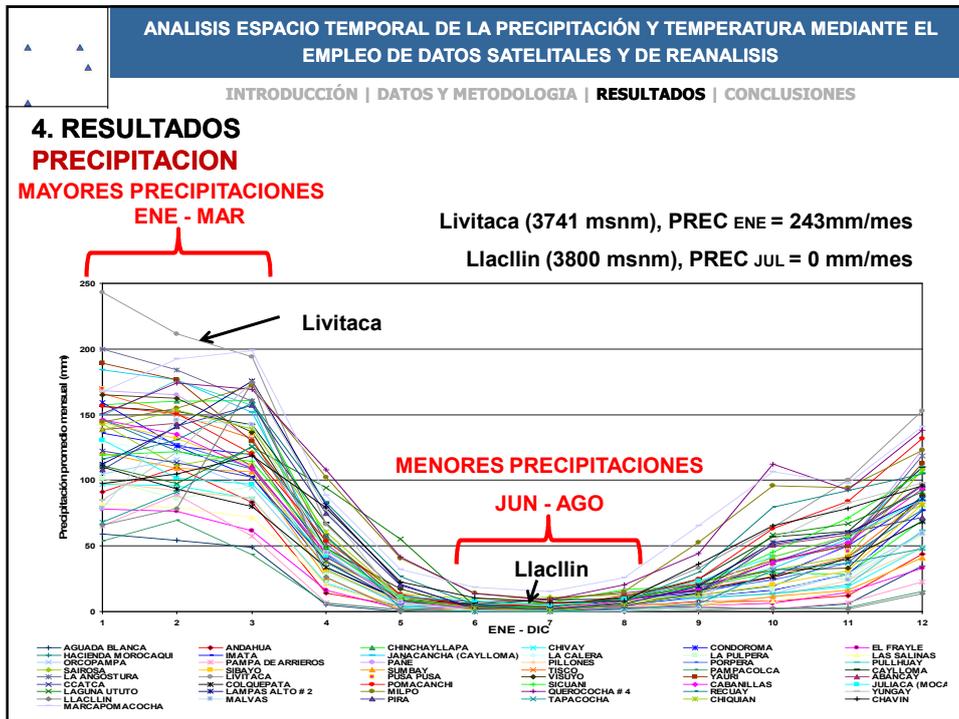
T° SENAMHI - NCEP NCAR
COMPARACION DEL PROMEDIO MENSUAL Y LA OBTENCION DE LOS NIVELES DE PRESION MAS REPRESENTATIVOS

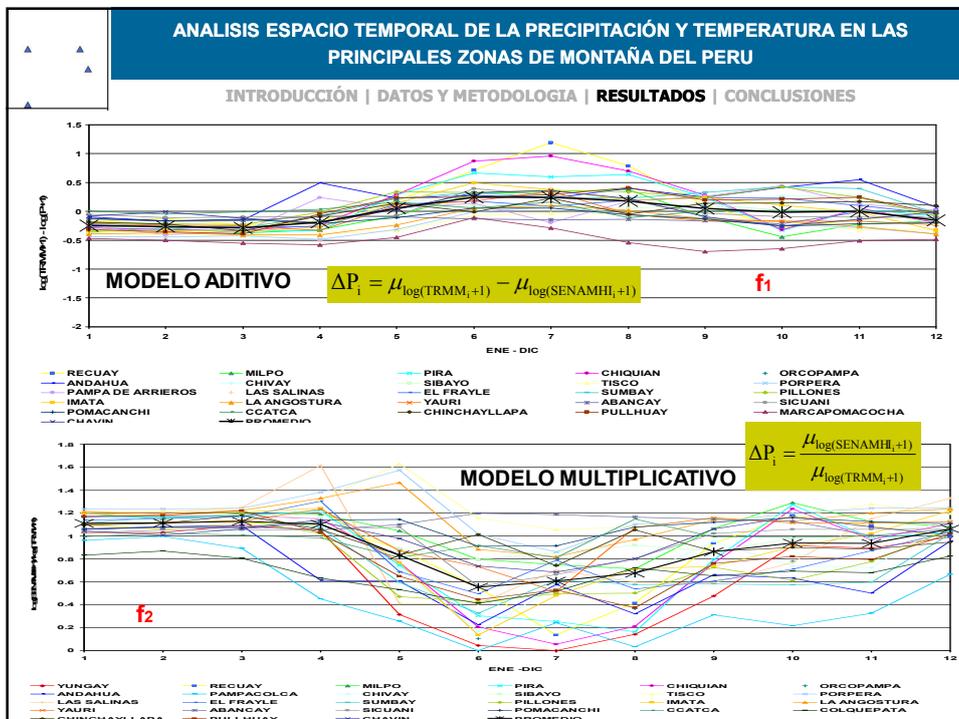
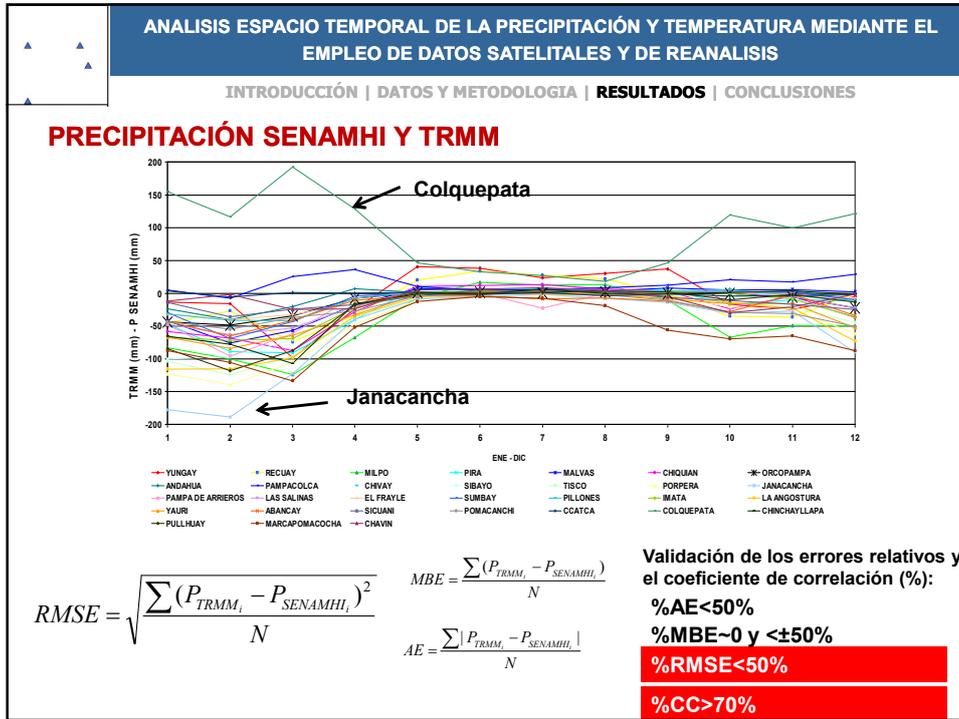
TRMM
modelo aditivo y multiplicativo en base a una transformación logarítmica

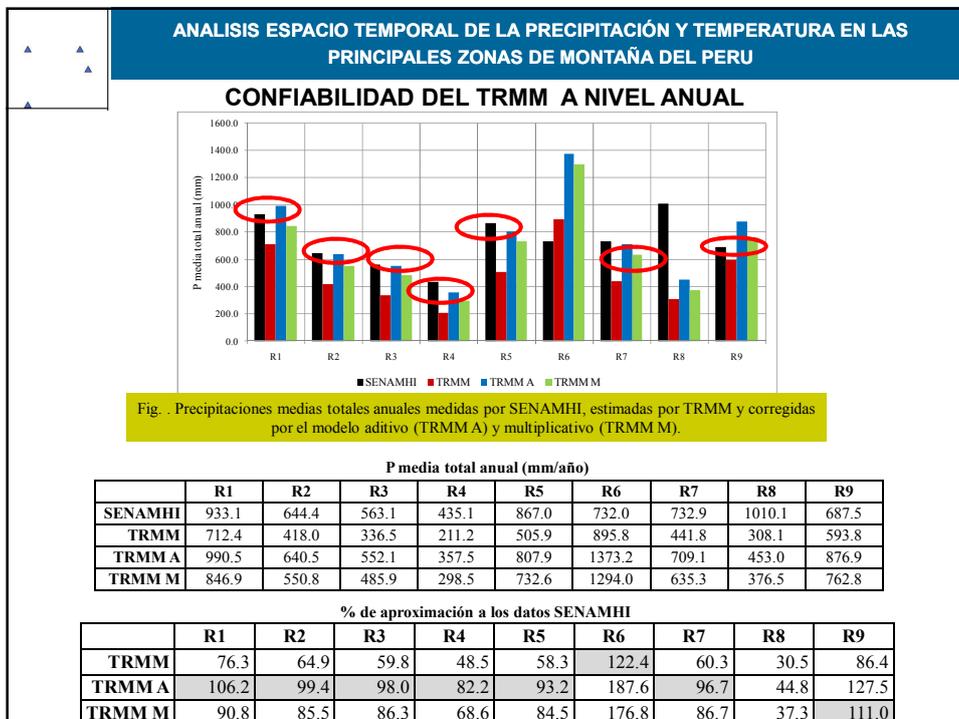
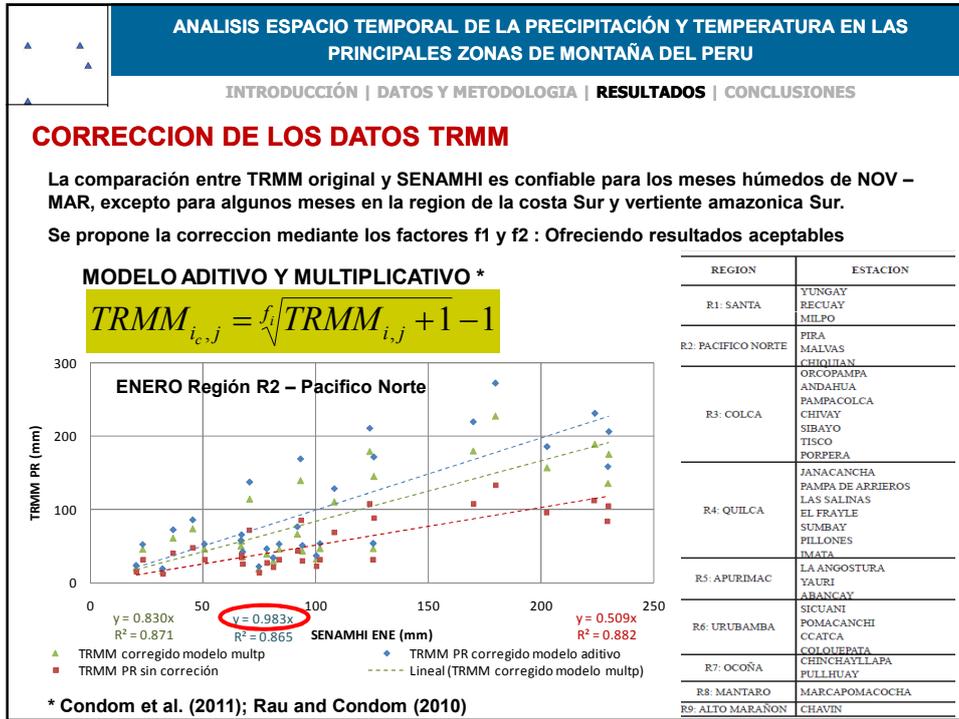
NCEP NCAR
corrección por altitud del promedio mensual

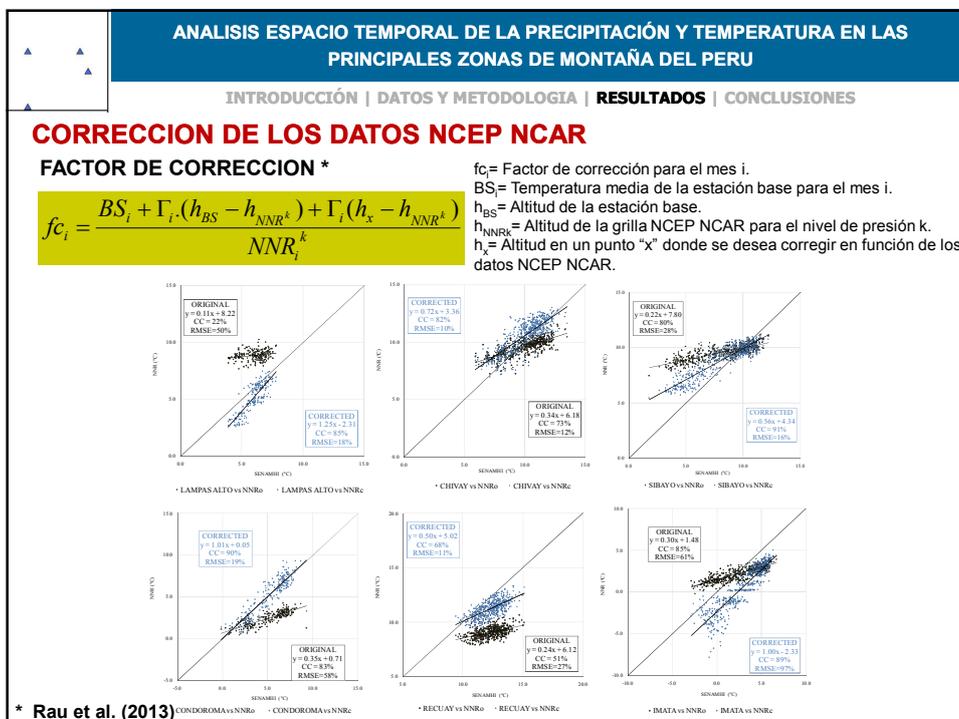
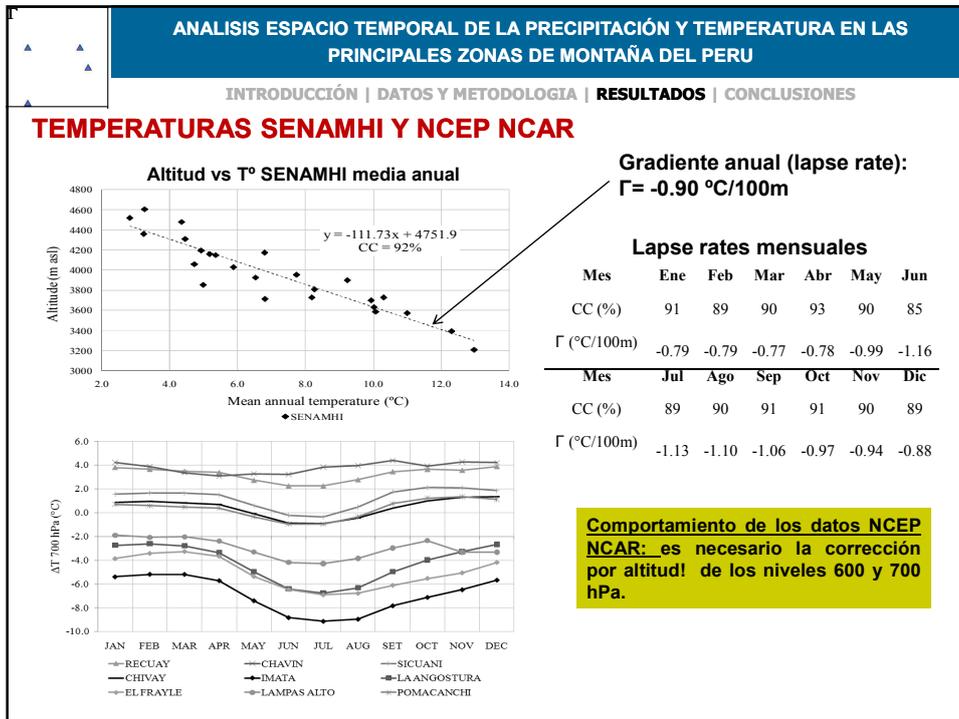
↓

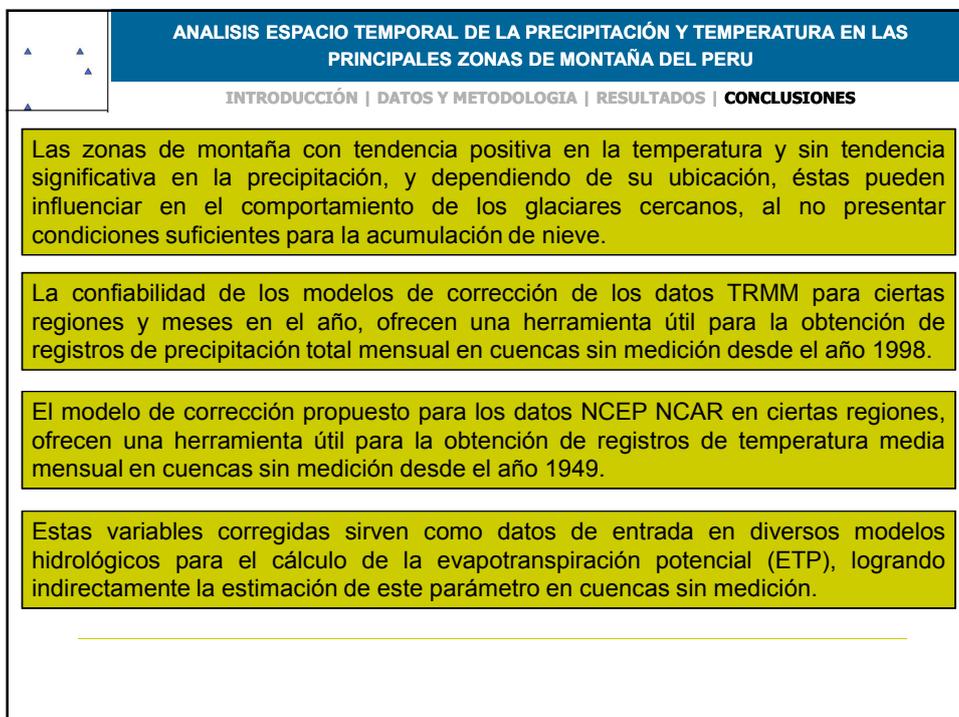
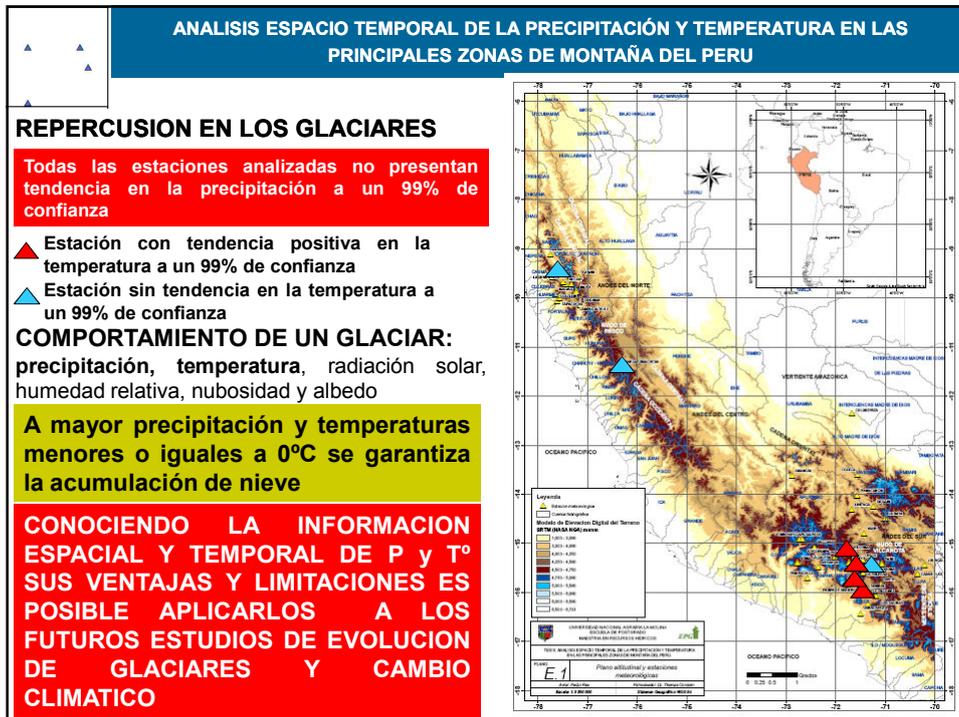
CORRECIÓN













References

- Condom, T. Rau, P. and Espinoza, J.C. 2011: Correction of TRMM 3B43 monthly precipitation data over the mountainous areas of Peru during the period 1998-2007. *Hydrological Processes Journal*. 25: 1924–1933.
- Franchito, S.H. Bralmananda, R. Vasques, A.C. Santo, C.M. and Conforte, J.C. (2009). Validation of TRMM precipitation radar monthly rainfall estimates over Brazil. *J. Geophys. Res.* 114 D02105, doi:10.1029/2007JD009580.
- Huffman, G.J., Adler, R.F., Bolvin, D.T., Gu, G., Nelkin, E.J., Bowman, K.P., Hong, Y., Stocker, E.F., Wolff, D.B. (2007) The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-Global, Multiyear, Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scales. *Journal of Hydrometeorology*, 8, 38-55.
- Kalnay, E., and Coauthors, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437–471.
- Kaser G., Imgard C., Gomez J. and Tamayo W., 2003. The impact of glaciers on the runoff and the reconstruction of mass balance history from hydrological data in the tropical Cordillera Blanca, Peru. *Journal of Hydrology*, 282, 130–144.
- Rau, P. and Condom, T. 2010: Analisis espacio temporal de la precipitacion en las zonas de montaña de Peru (1998-2007). *Revista Peruana Geo-Atmosférica*. RPGA(2), 16-29.
- Rau, P. Condom, T. and Lavado, W: 2013: Spatio-temporal analysis of monthly temperature in the mountainous regions of Peru. An approach for NCEP NCAR Reanalysis data correction. (in press). *Proceedings of the XXXV IAHR World Congress*.
- Richter M. 1996. Klimatologische und pflanzenmorphologische Vertikalgradienten in Hochgebirgen. *Erdkunde* 50: 205-238.
- Viviroli D, Dürr HH, Messeri B, Meybeck M, Weingartner R. 2007. Mountains of the world, water towers for humanity: typology, mapping, and global significance. *Water Resources Research*, 43(7): W07447.