22 DE FEBRERO DE 2002 - INUNDACIÓN LA PAZ – BOLIVIA

La precipitación duración de 40 minutos con una densidad de 39 litros por metro cuadrado
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

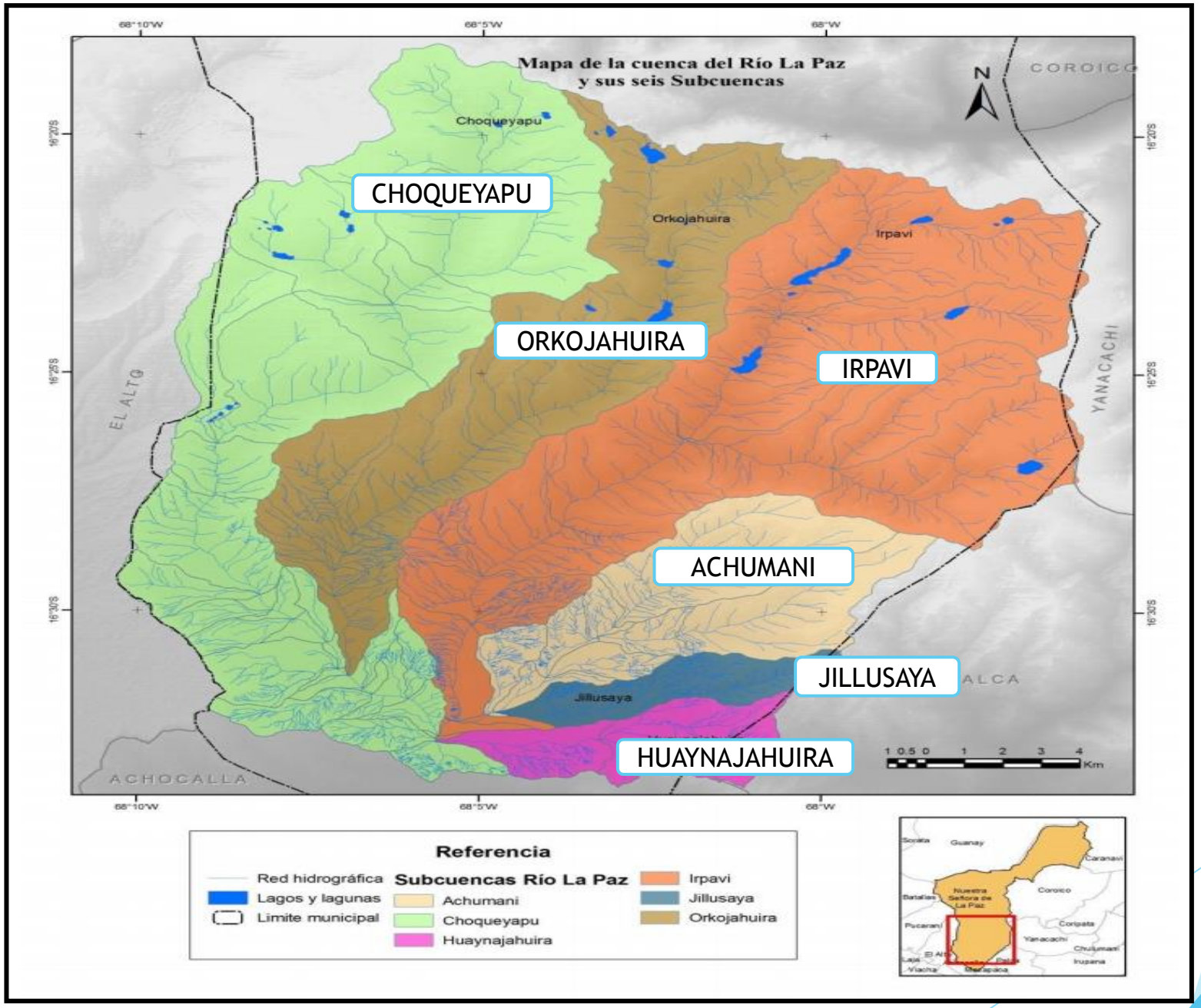
MODELACIÓN DE LA SUB-CUENCA DEL RIO JILLUSAYA PARA LA DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE CRECIDA

Ing. Favio Zuazo Molleda – favio.zuazo.m.2014@gmail.com
Maestrante Ingeniería de Riegos

Ing. Ph.D. Edson Ramírez - eramirez.umsa@gmail.com
Asesor

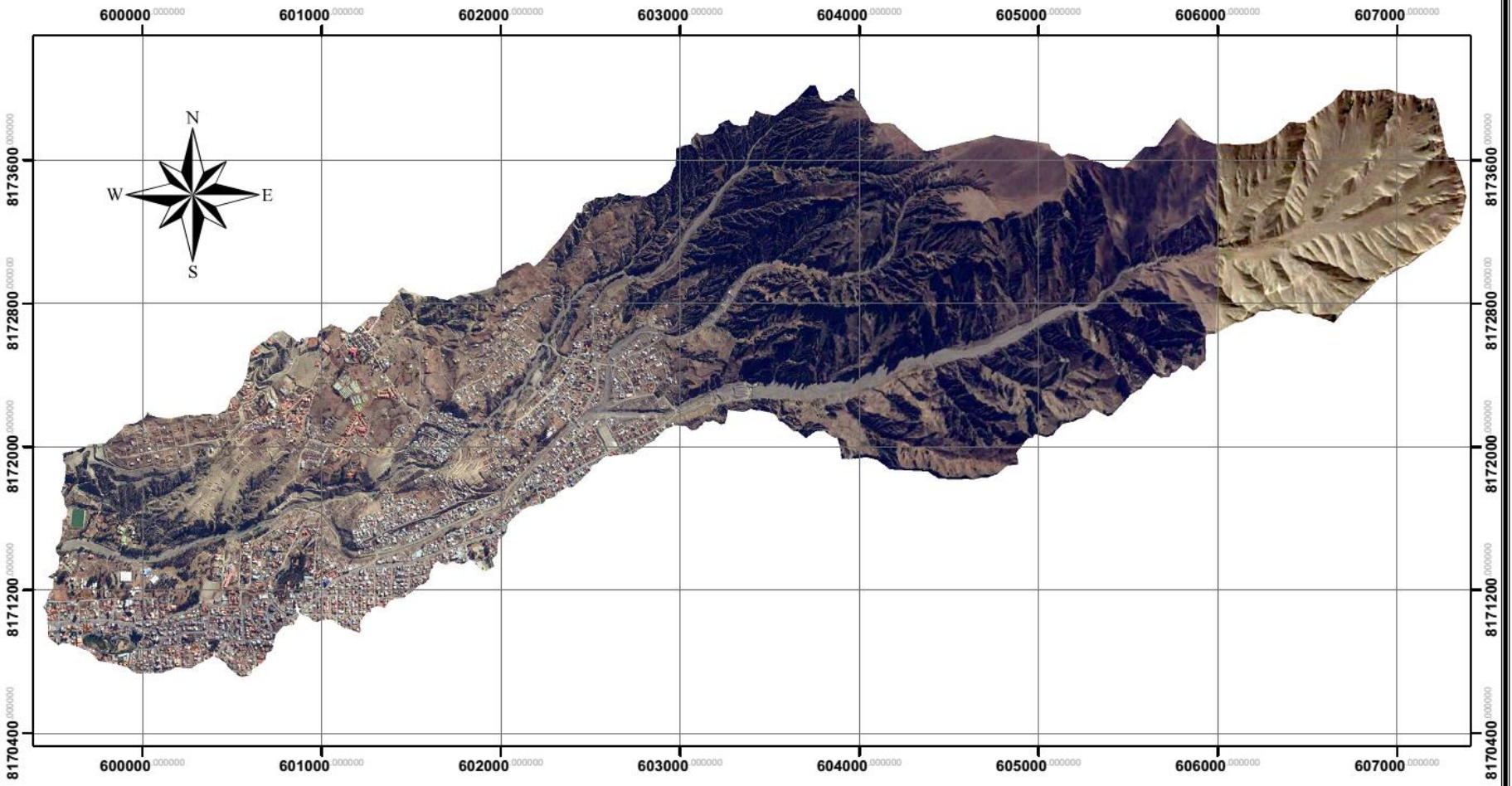
Objetivos

- Utilizar de un modelo hidráulico (fluvial) para la simulación de caudales durante crecidas del rio Jillusaya.
- Estimar el comportamiento de las avenidas generadas a partir del crecimiento de la mancha poblacional en la cuenca del rio Jillusaya.



Mapa 1. Cuenca del Rio La Paz y las seis subcuencas.

SUB CUENCA RIO JILLUSAYA



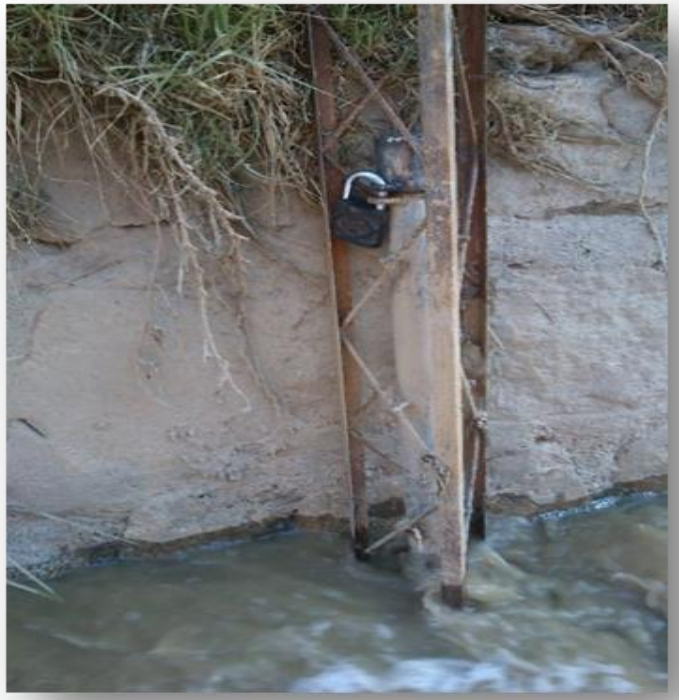
Area: 11, 42 Km2
Cota max: 4591 msnm
Cota min; 3387 msnm
PP: 616 mm (noviembre a marzo)
T max: 25°C
T min: -5°C
Gradiente termico: 0.64°C/100 m

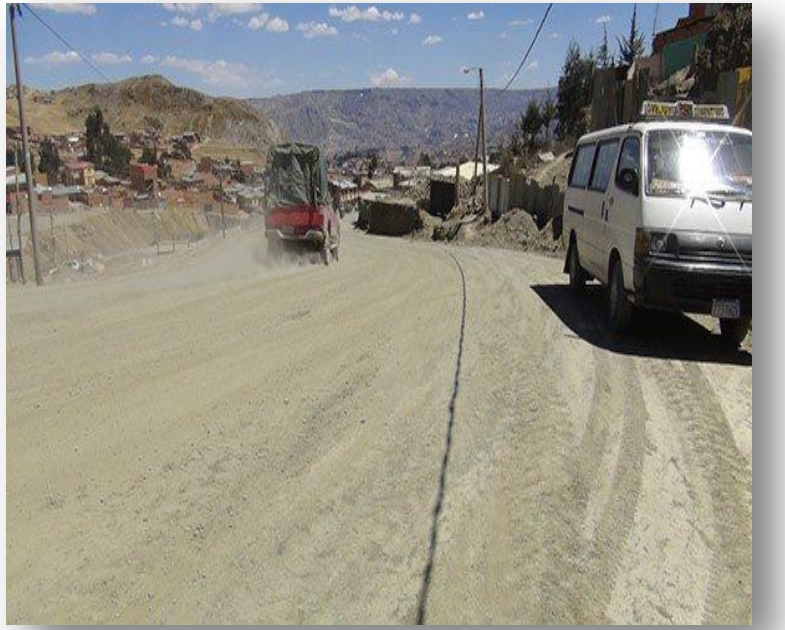
Kilometros
0 0.325 0.65 1.3 1.95 2.6
Escala 1:31,000

Proyeccion UTM Zona 19 S
Sistema Geodésico Mundial WGS 84

FUENTE: Elaboración Propia

Metodología



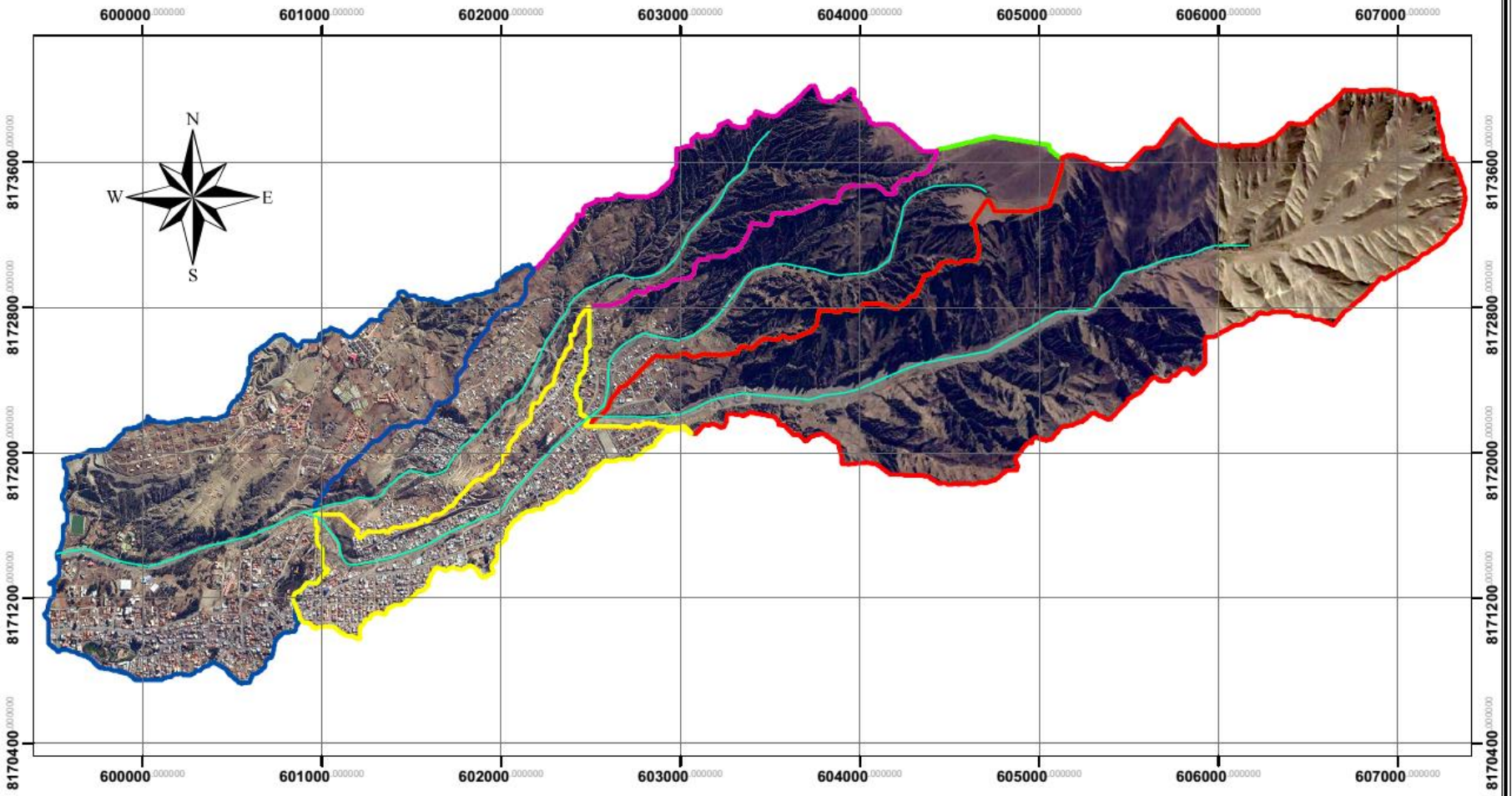


Caminos en tierra

Áreas urbanas

Montes con pasto

MAPA UNIDADES HIDROLÓGICAS - SUB CUENCA RIO JILLUSAYA



Leyenda

- Cauces del rio
- Rio Huañacora
- Rio Chilca Huinta
- Rio Tranca Jahuira
- Rio Ovejuyo
- Rio Wila Cota

Kilometros

0 0.325 0.65 1.3 1.95 2.6

Escala 1:31,000

Proyeccion UTM Zona 19 S
Sistema Geodésico Mundial WGS 84

FUENTE: Elaboración Propia

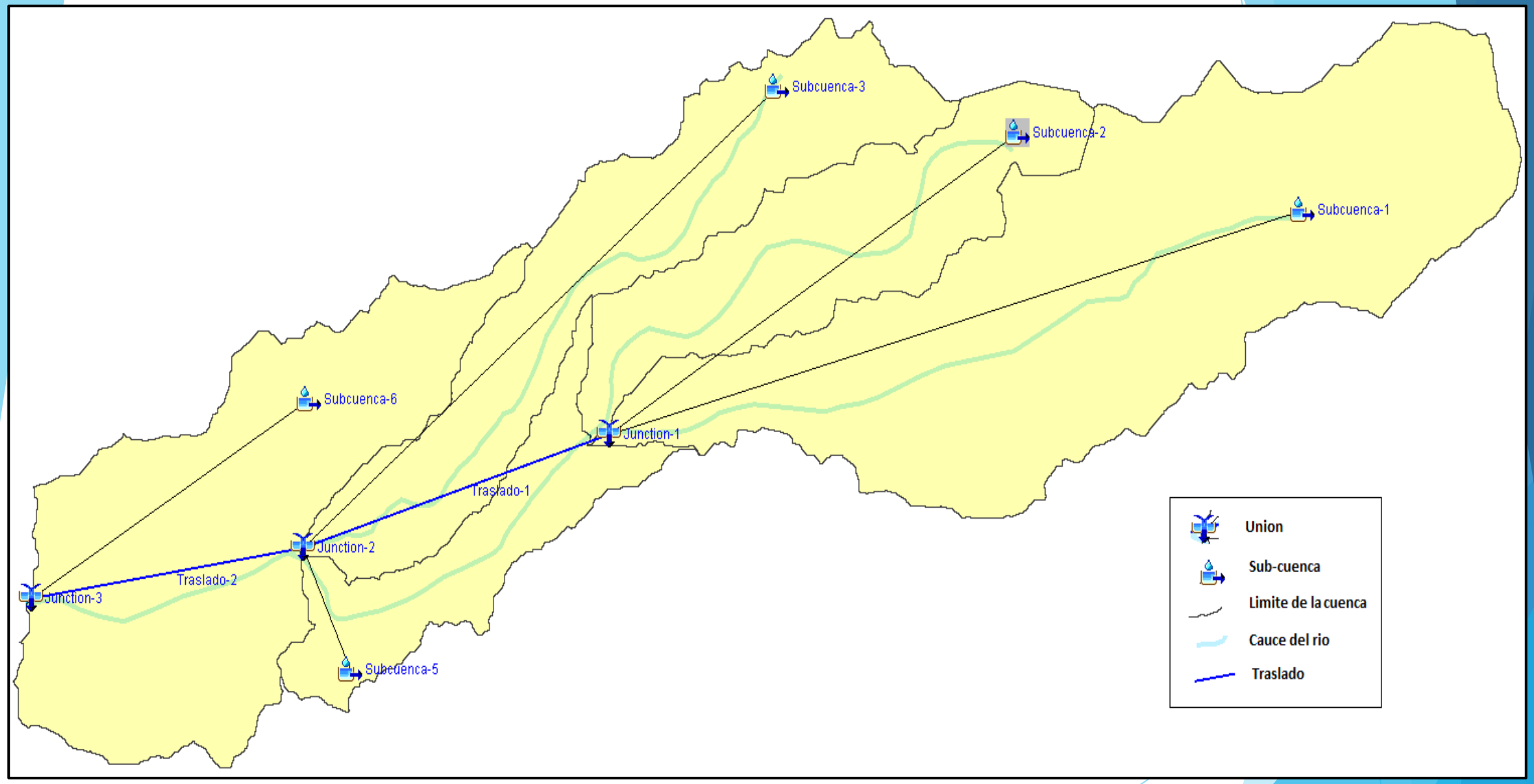


Figura 9. Esquema de modelación - Cuenca rio Jillusaya. La conjunción de cauces se representa en las uniones (junction), el traslado 1 simboliza el canal de hormigón, mientras que el cauce del rio al término de la cuenca se interpreta como traslado 2

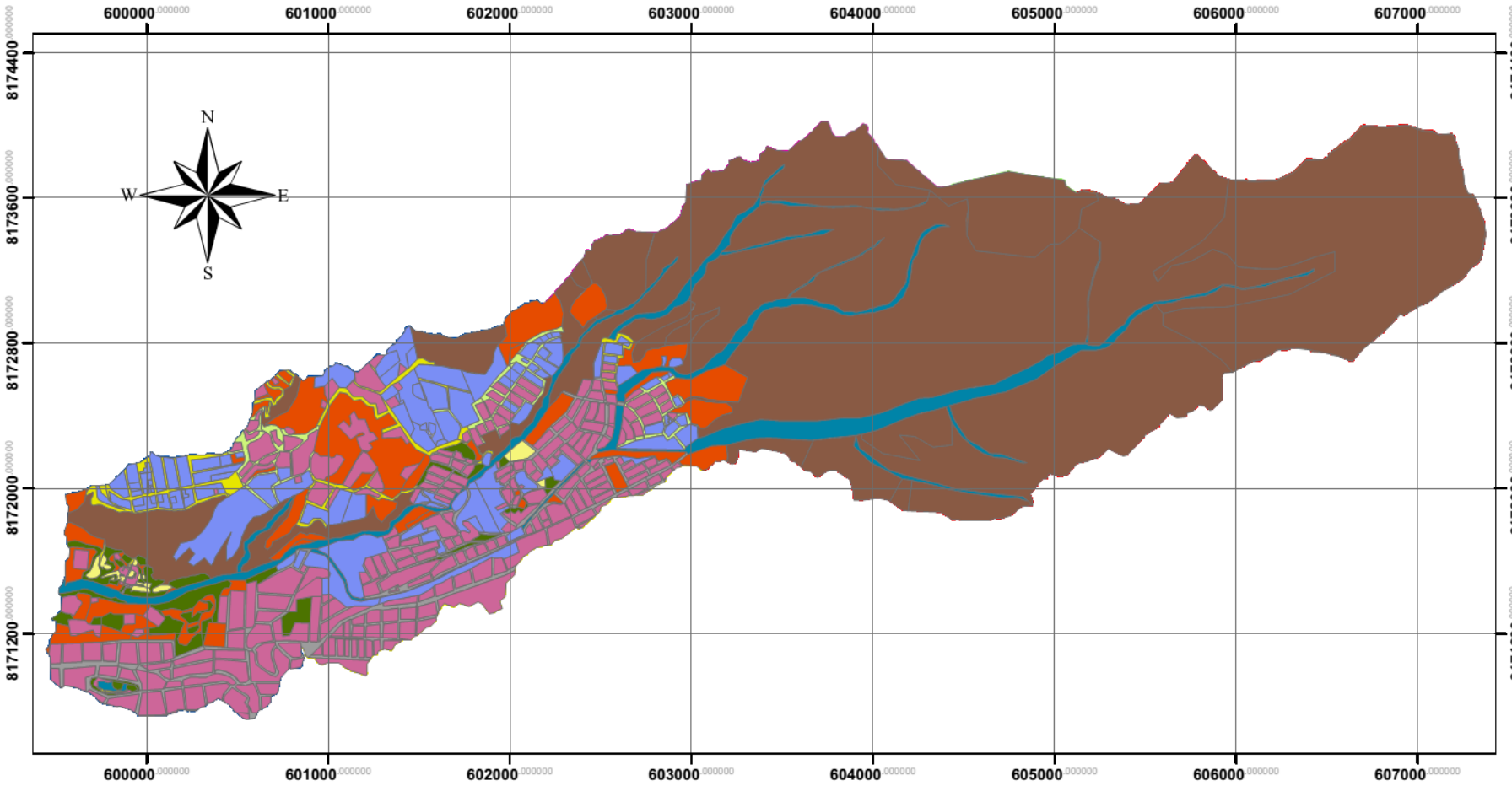
Fecha evento	Precipitación mm
14-Feb-15	12
15-Feb-15	9.6
10-Mar-15	14.4
10-Apr-15	6.2
4-Jul-15	22

Uso actual	Área (km²)	Condición Hidrológica	Grupo Hidrológico	% Área	CN	Ponderación
Agricultura	0.02432	-	C	0.224	74	0.166
Bosques	0.2011	Muy pobre	C	1.853	86	1.594
Camino Tierra	0.14127	-	C	1.302	87	1.133
Camino firme	0.15353	-	C	1.415	90	1.274
Asfalto	0.32615	-	C	3.006	98	2.946
Urbano desértico	3.06684	-	C	28.266	88	24.874
Urbano	1.35541	-	C	12.492	98	12.242
Urbano Desarrollo	1.15092	-	C	10.608	91	9.653
Cerro	4.42901	Regular	C	40.820	73	29.799
					CN total=	83.680

RESULTADOS

Foto: E.Ramírez, 2015)

MAPA COBERTURA DE SUELO 2015 - CUENCA RIO JILLUSAYA



Leyenda

- cauces
- Agricultura
- Bosques
- Camino_tierra
- Camino_firme
- Asfalto
- Urbano_desertico
- Urbano
- Urbano_desarrollo
- Cerro

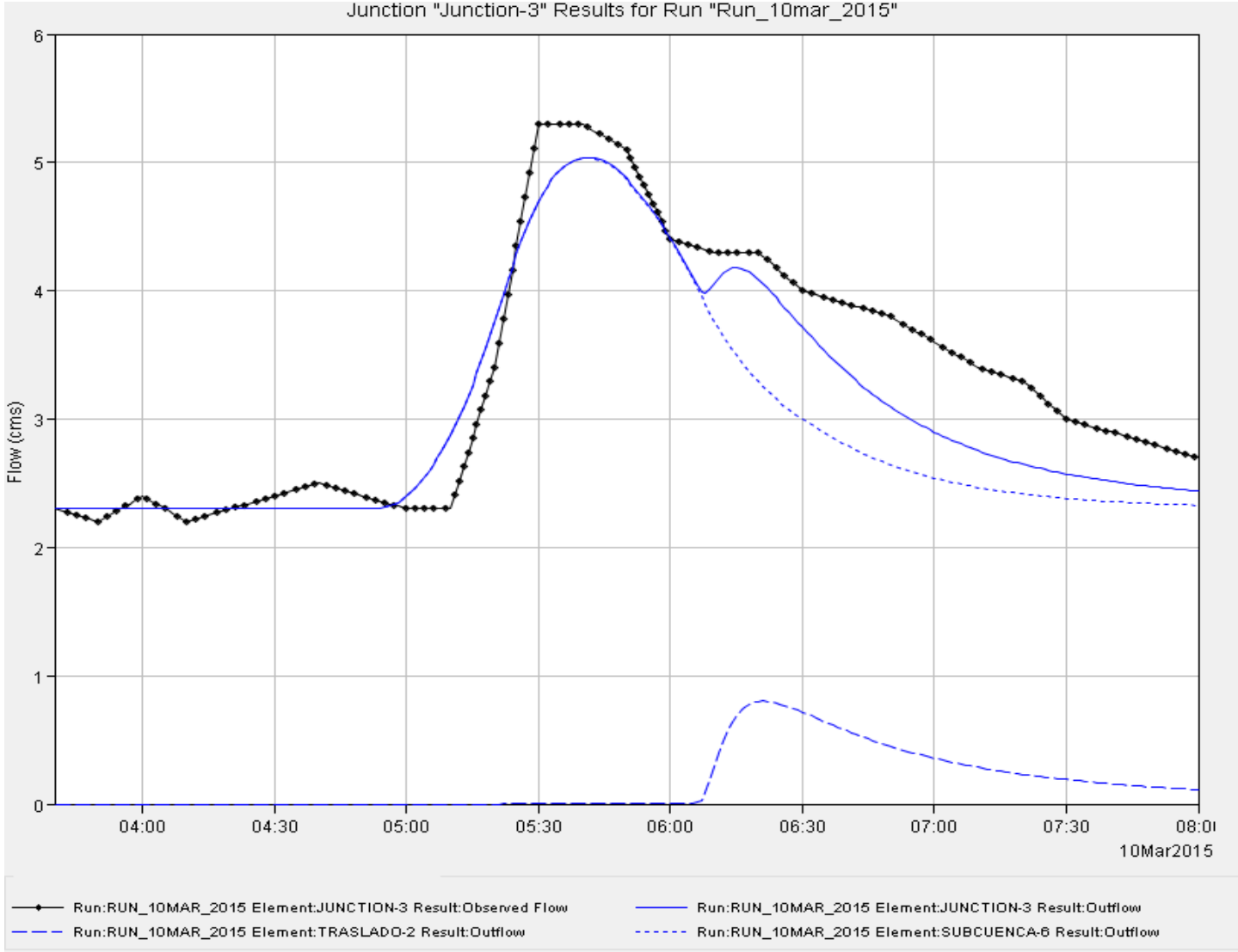
Kilometros

0 0.325 0.65 1.3 1.95 2.6

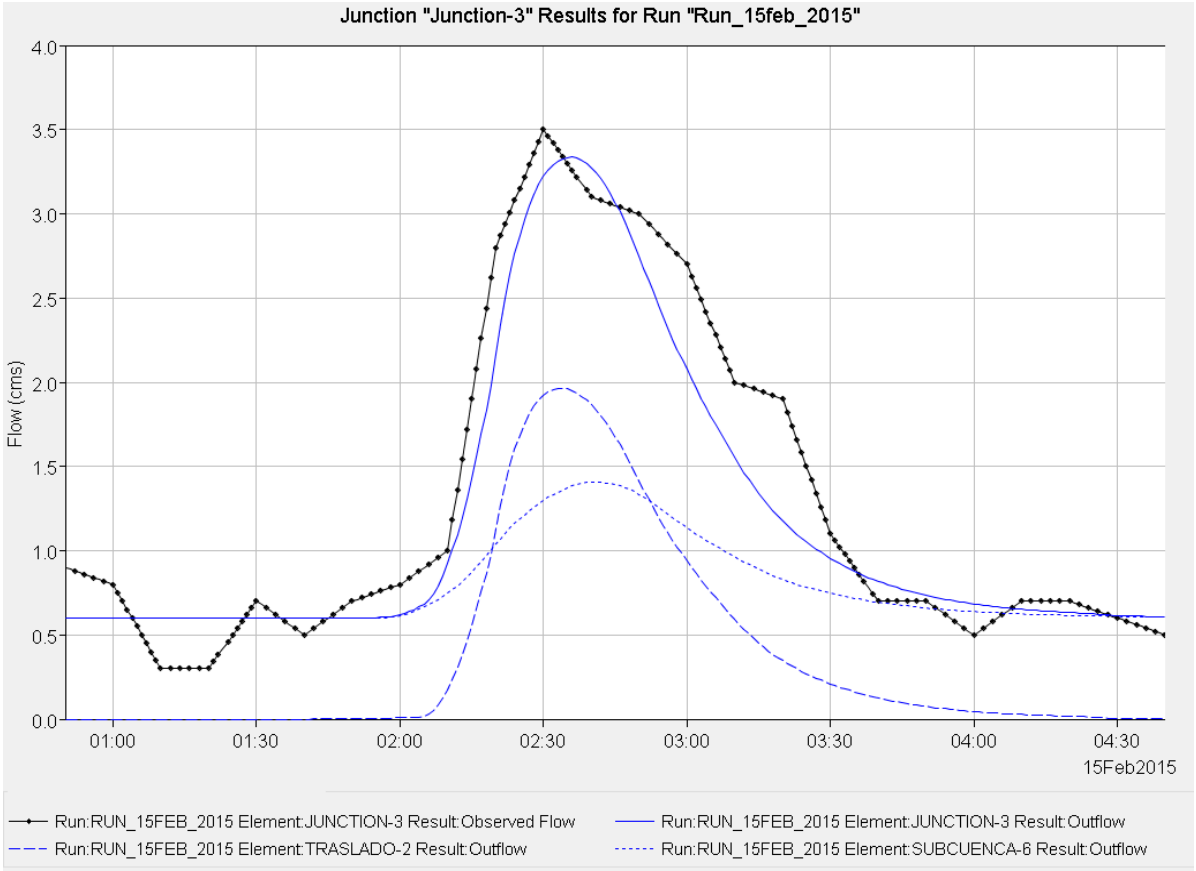
Escala 1:31,000

Proyeccion UTM Zona 19 S
Sistema Geodésico Mundial WGS 84

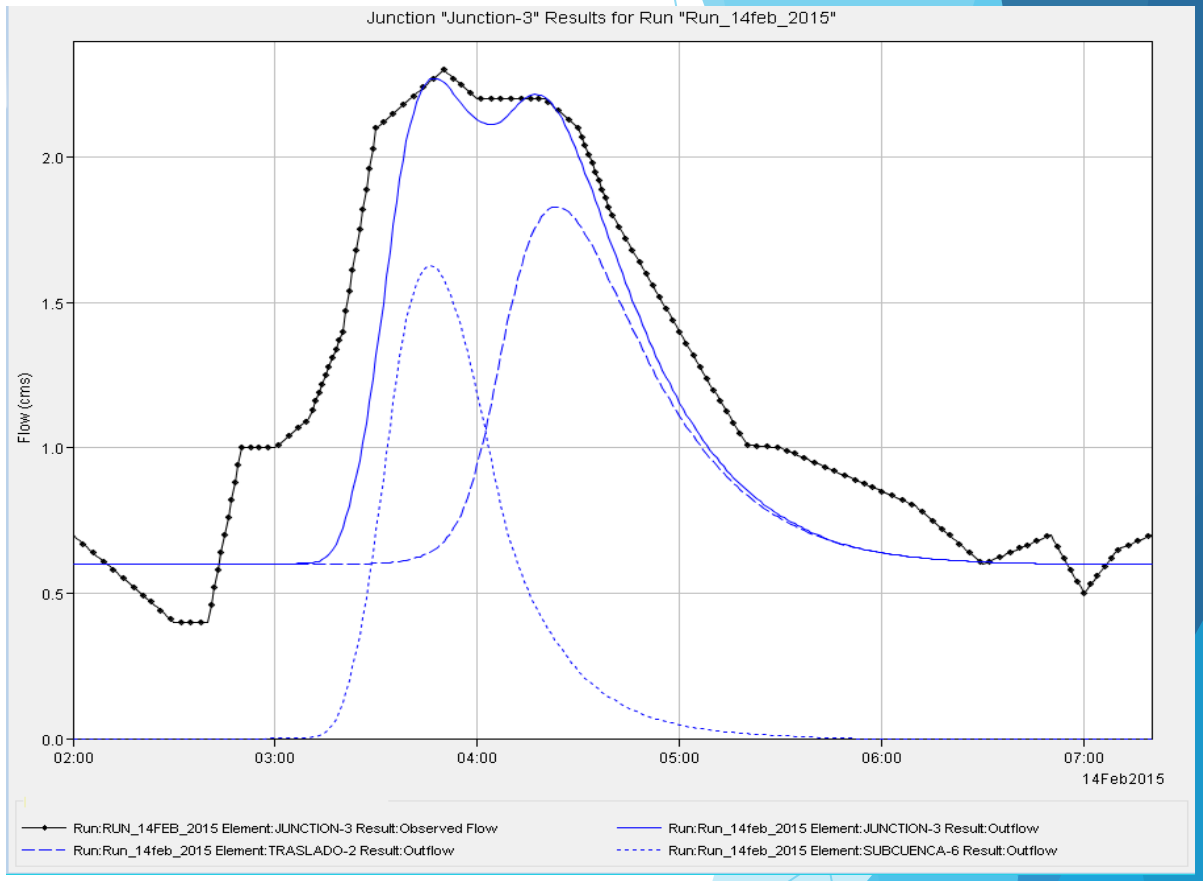
FUENTE: Elaboración Propia



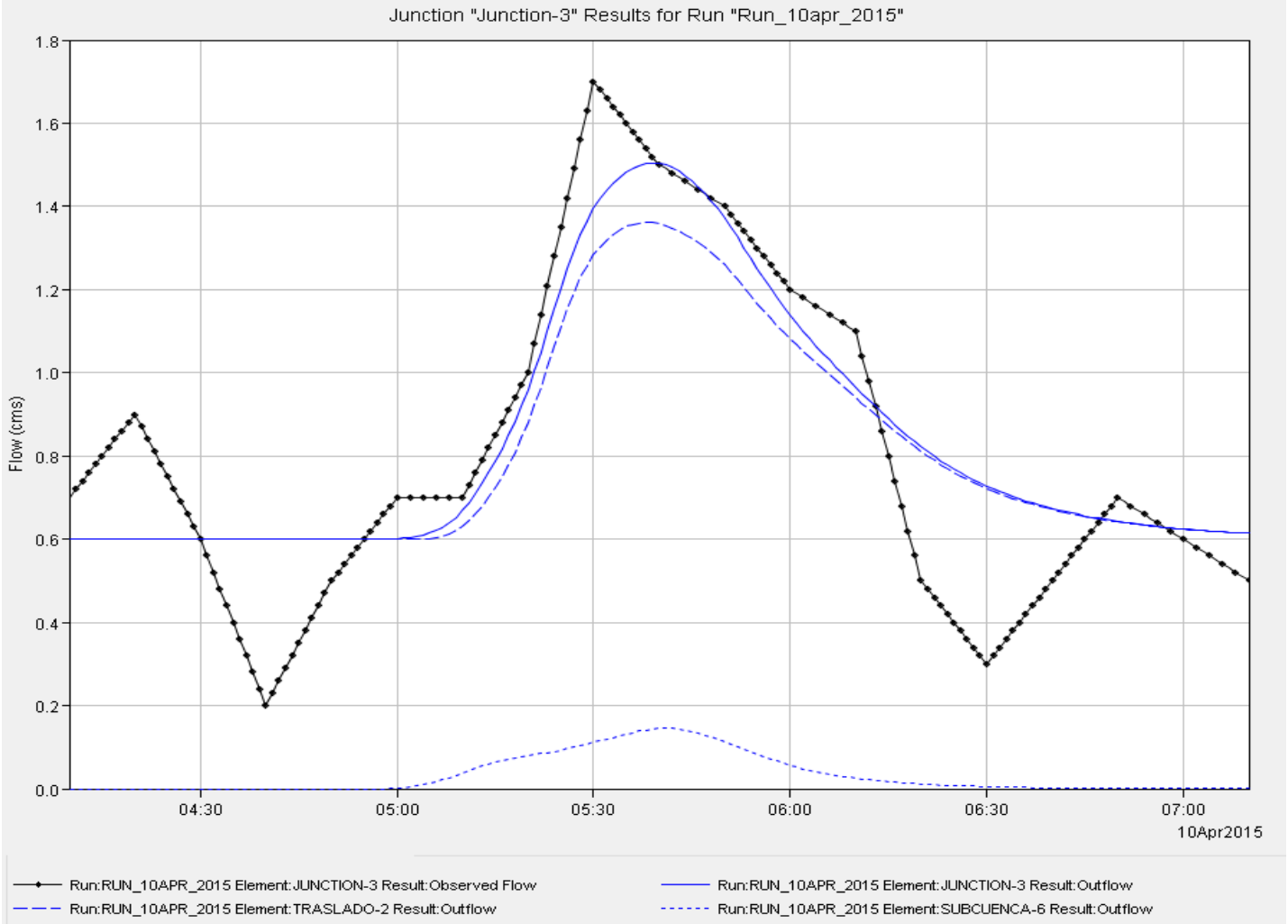
. Hidrograma evento 10 de marzo 2015. Máximo caudal pico modelado 4.9 $m^3 s^{-1}$) (Result outflow), observado 5.3 $m^3 s^{-1}$ (Observed outflow) El resalto en la curva de descenso representa la onda del caudal debido al traslados (canal de hormigón) y el efecto de embalse en la transición (rio-canal)



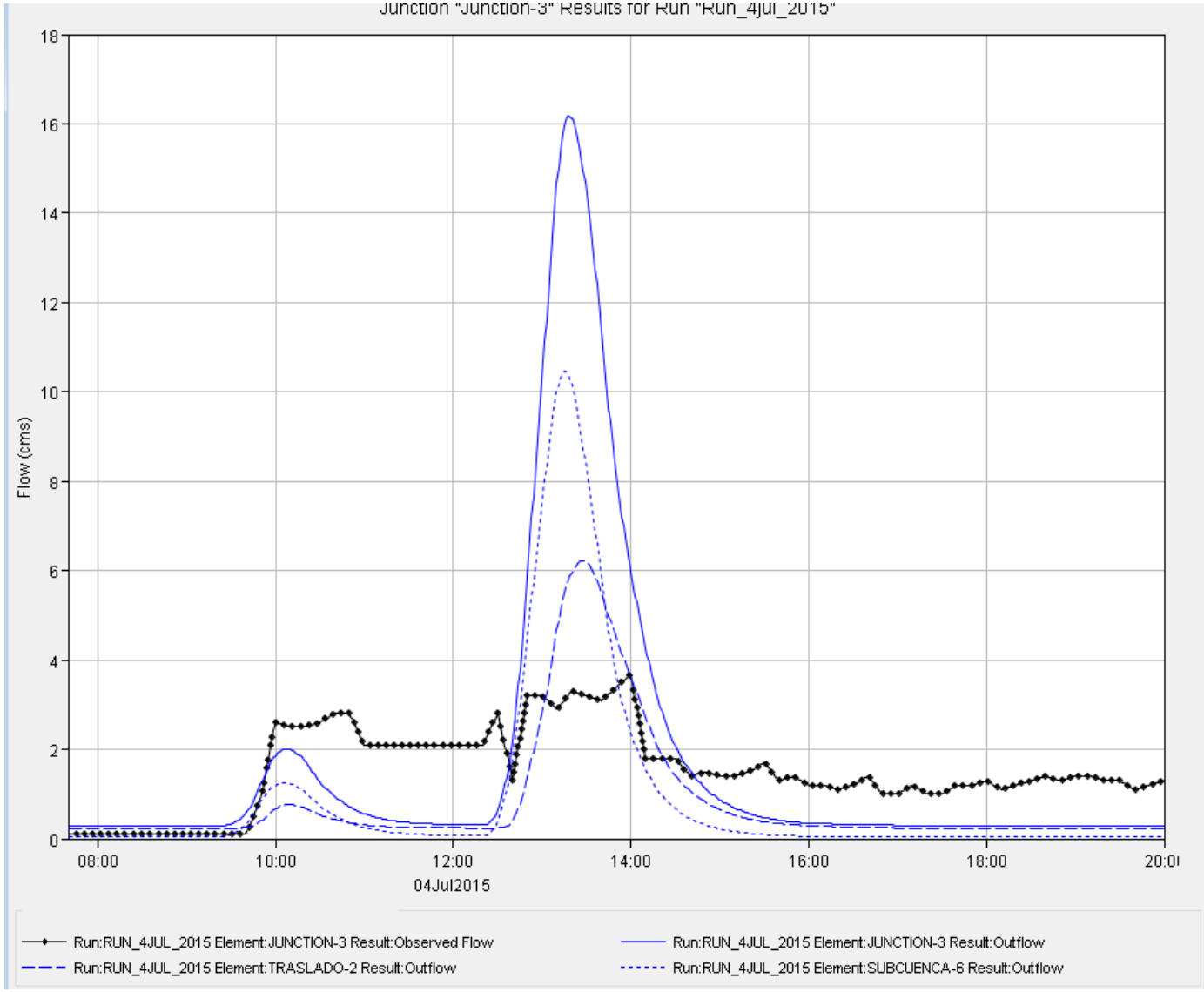
Hidrograma evento 15 febrero 2015. Máximo caudal pico modelado 3.2 $m^3 s^{-1}$ (Result outflow), observado 3.5 $m^3 s^{-1}$ Observed outflow) El resalto en la curva de descenso representa la onda del caudal debido al traslados (canal de hormigón)

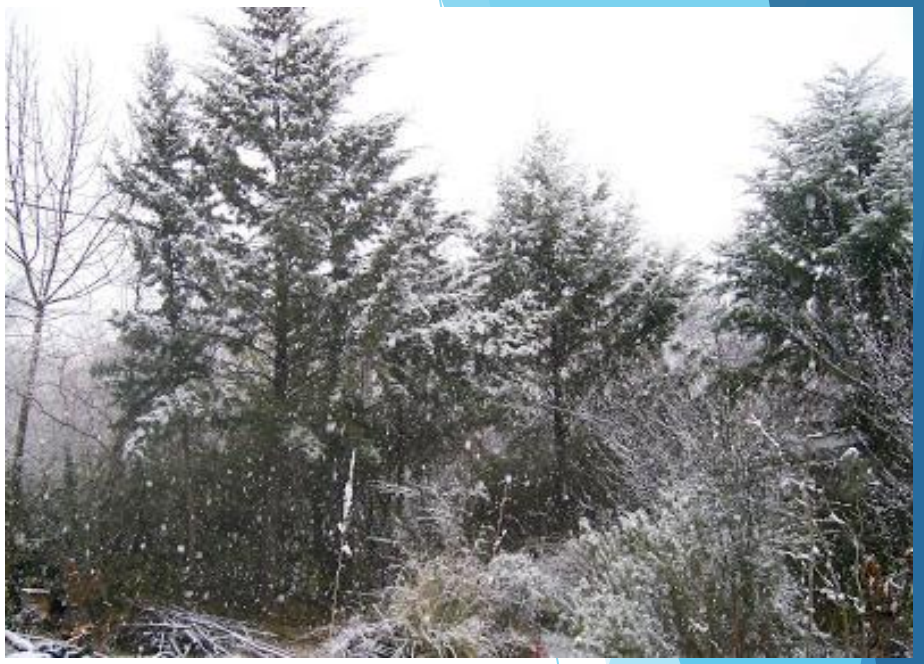


Hidrograma evento 14 febrero 2015 Máximo caudal pico modelado 2.1 $m^3 s^{-1}$ (Result outflow), observado 2.3 $m^3 s^{-1}$ (Observed outflow)



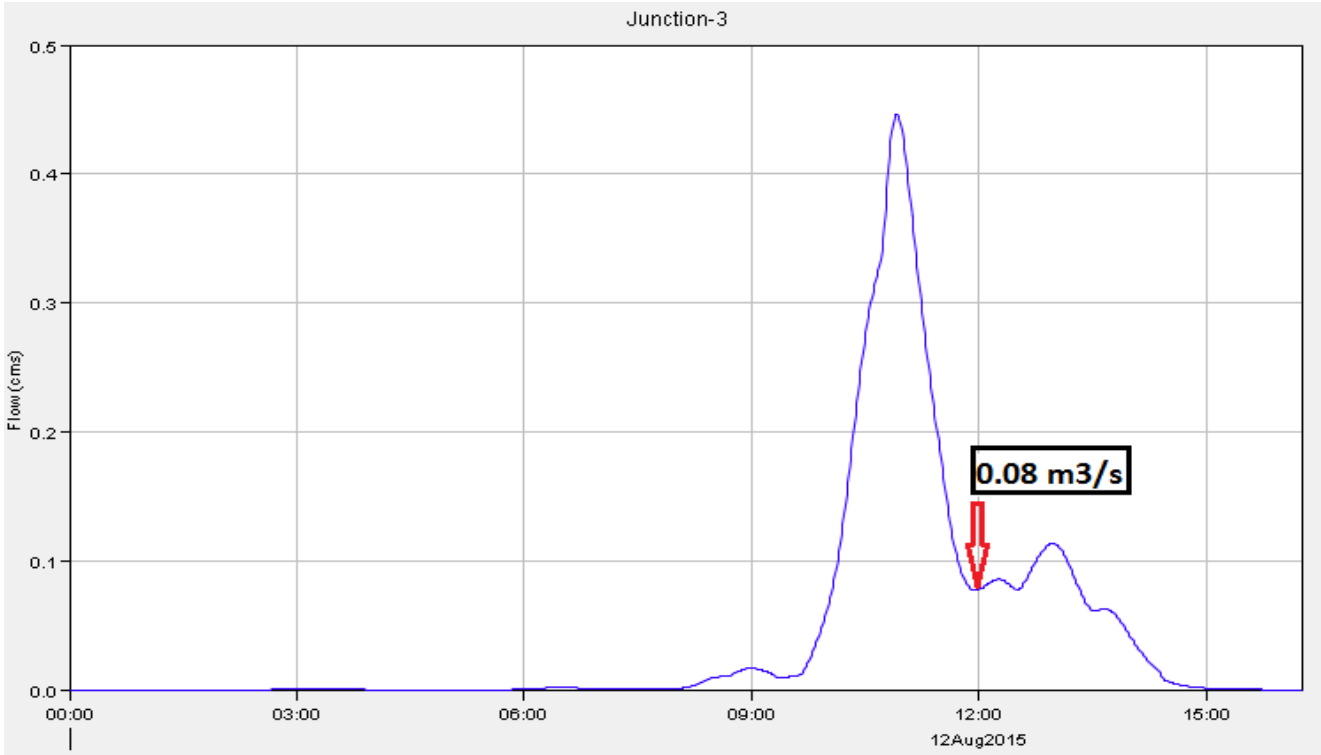
Hidrograma evento 10 abril 2015. Máximo caudal pico modelado 1.5 $m^3 s^{-1}$ (Result outflow), observado 1.7 $m^3 s^{-1}$ (Observed outflow) El resalto en la curva de descenso representa la onda del caudal debido al traslados (canal de hormigón)





Hidrograma evento 04 julio 2015. Máximo caudal pico modelado 16.2 $m^3 s^{-1}$ (Result outflow), observado 3.2 $m^3 s^{-1}$ (Observed outflow), la diferencia de áreas bajo la curva del evento modelado y observado es del 11.54%. Presencia de nieve en el evento explica el caudal constante por efecto de fusión (solido-liquido)

Evento	Fecha	Gasto $m^3 s^{-1}$		Error %
		observado	modelado	
1	14-Feb-15	2.10	2.49	15.66
2	15-Feb-15	3.20	3.50	8.57
3	10-Mar-15	4.90	5.30	7.55
4	10-Apr-15	1.50	1.70	11.76



Hidrograma modelado 12 agosto de 2015. Caudal modelado fue 80 lt/s (0.08 $m^3 s^{-1}$) para las 12:00 pm, mientras que el observado resultado del aforo a esa misma hora fue de 74.95 lt/s variacion de 5.05 lt/s.

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en el periodo de calibración y validación del modelo HEC-HMS fueron satisfactorios, el modelo logro reproducir el 88.5 %de los caudales de máxima avenida observados en los eventos seleccionados durante la gestión 2015.

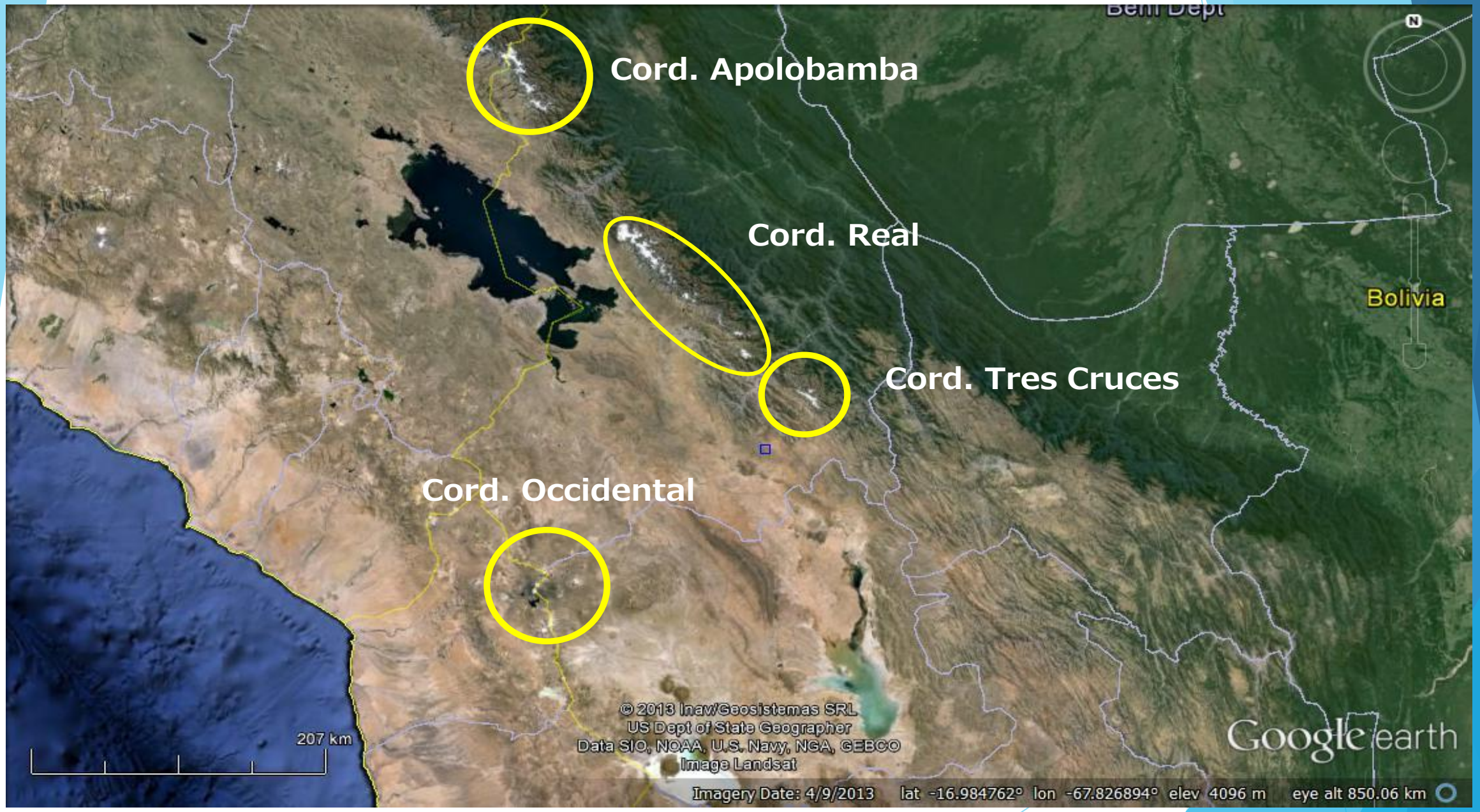
- La forma de los hidrogramas modelados por HEC-HMS, muestran un comportamiento similar a los hidrogramas observados, por lo cual se logró aproximar los datos de escurrimientos modelados a los observados.

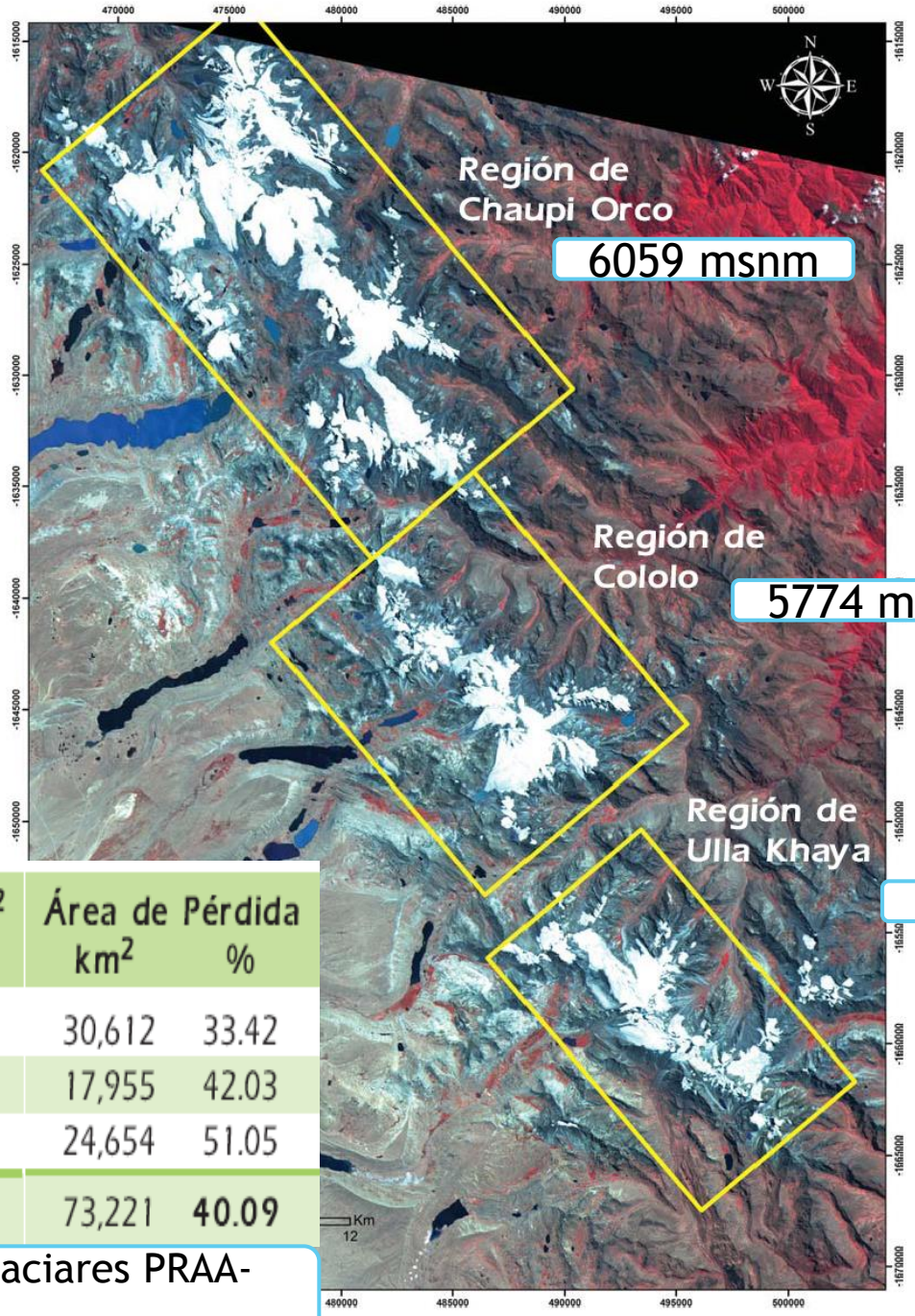
PROYECTO: “MONITOREO DE GLACIARES TROPICALES ANDINOS EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO”

Ing. Ph.D. Edson Ramírez
Coordinador del Proyecto
eramirez.umsa@gmail.com

fortalecer la red de monitoreo de glaciares en la región andina para lograr un mejor entendimiento del comportamiento glaciar y sus impactos económicos en un contexto de cambio climático.

Foto: E.Ramírez, 2015)

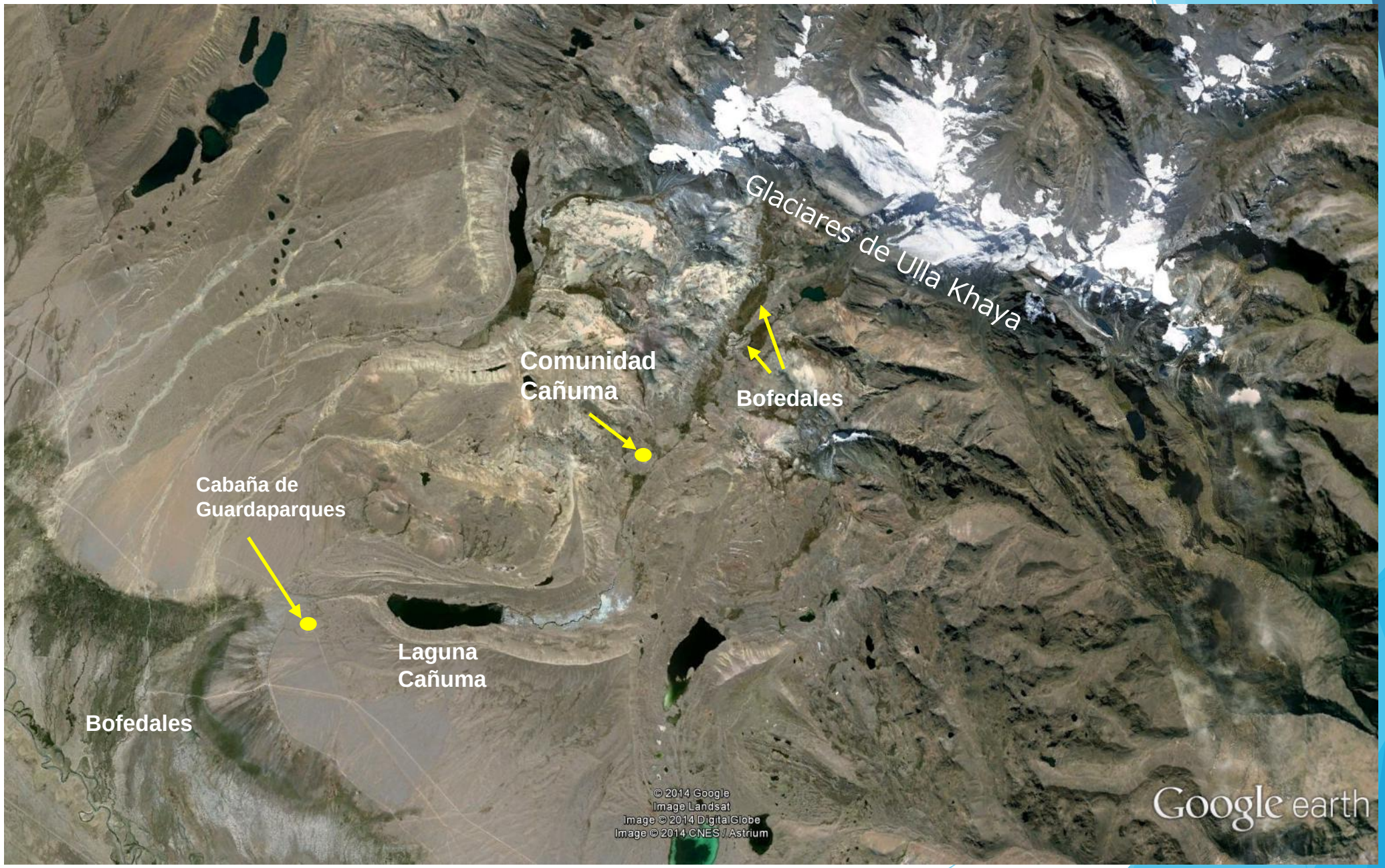

Cord. Apolobamba
Cord. Real
Cord. Tres Cruces
Cord. Occidental
Bolivia
207 km
© 2013 Inav/Geosistemas SRL
US Dept of State Geographer
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image Landsat
Google earth
Imagery Date: 4/9/2013 lat -16.984762° lon -67.826894° elev 4096 m eye alt 850.06 km



Cordillera Apolobamba	Área km² (1980)	Área km² (2010)	Área de Pérdida km²	%
Región Chaupi-Orco	91,611	60,999	30,612	33.42
Región Cololo	42,719	24,764	17,955	42.03
Región UllaKhaya	48,293	23,639	24,654	51.05
	182,623	**109,402**	73,221	**40.09**

Fuente: Inventario Nacional de Glaciares PRAA-MMAyA, 2014

regiones montañosas. Glaciares de la Cordillera de Apolobamba. Imagen ALOS-AVNIR2.


Glaciares de Ulla Khaya
Comunidad Cañuma
Bofedales
Cabaña de Guardaparques
Laguna Cañuma
Bofedales
© 2014 Google
Image Landsat
Image © 2014 DigitalGlobe
Image © 2014 CNES / Astrium
Google earth

ÁREA NACIONAL DE MANEJO INTEGRAL - ANMI

Foto: E.Ramírez, 2015)

¿CUANTO PUEDE INFLUENCIAR LOS CAMBIOS DEL CLIMA SOBRE ESTOS ECOSISTEMAS FRÁGILES?

Foto: E.Ramírez, 2015)

Foto: E.Ramírez, 2015)

ESTACIÓN METEOROLÓGICA FIJA

4500 msnm

Foto: E.Ramírez, 2015)

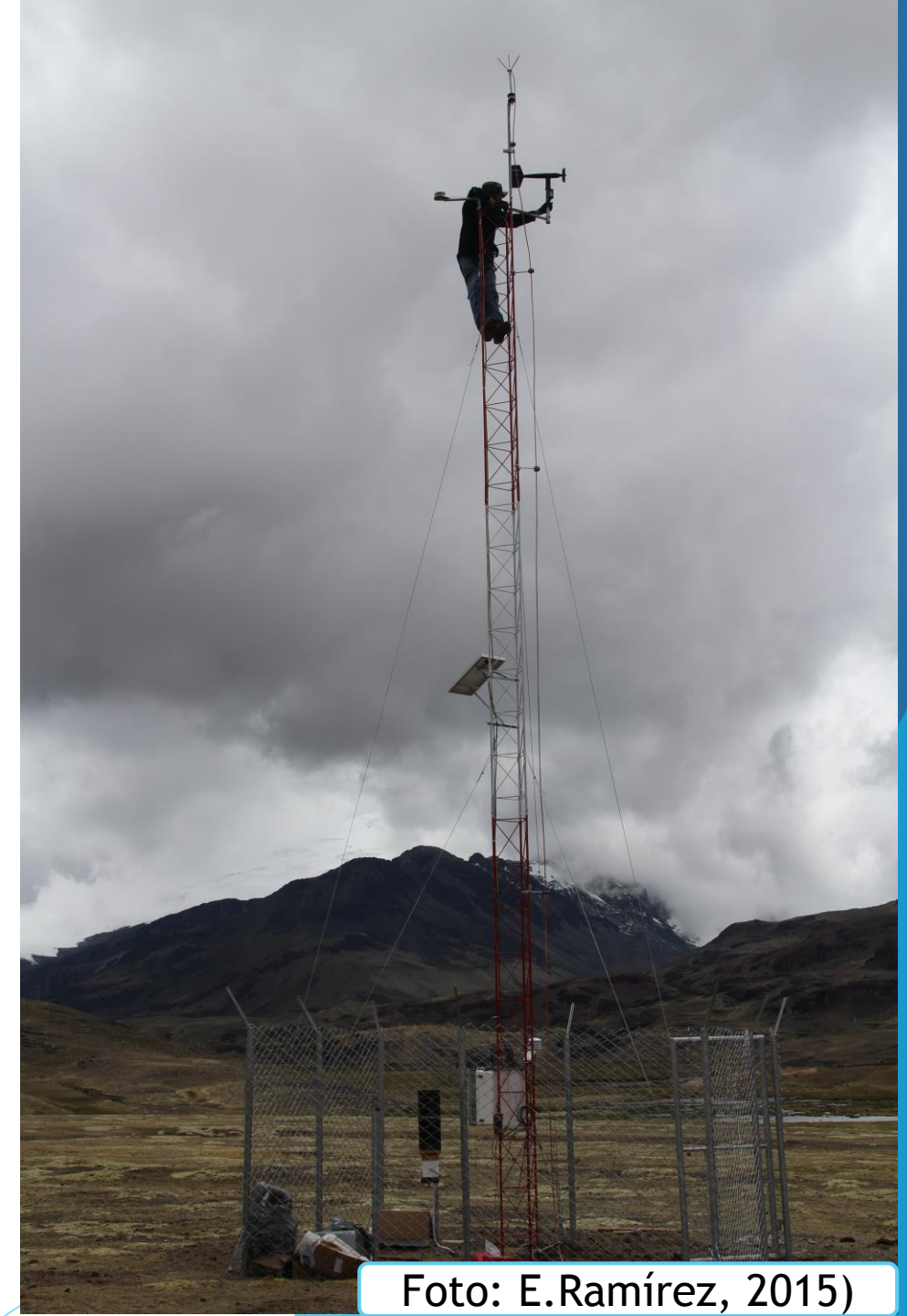


Foto: E.Ramírez, 2015)

ESTUDIO:

- Nevados
- Bofedales
- Escurrimiento
- Escurrimiento sub superficial

(Hidrogeologia)

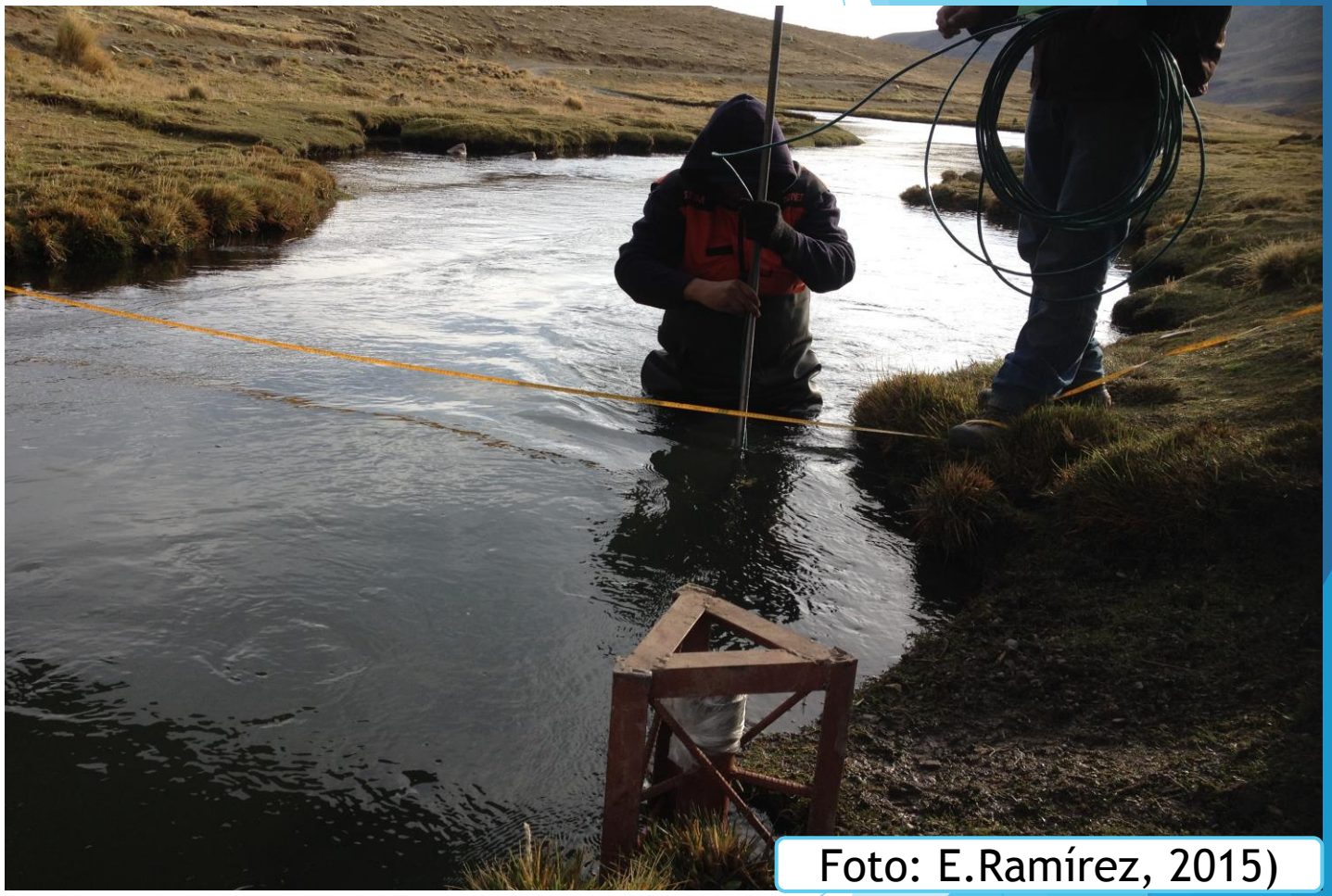


Foto: E.Ramírez, 2015)

ESTACIÓN METEOROLÓGICA MÓVIL

5005 msnm

Foto: E.Ramírez, 2015)

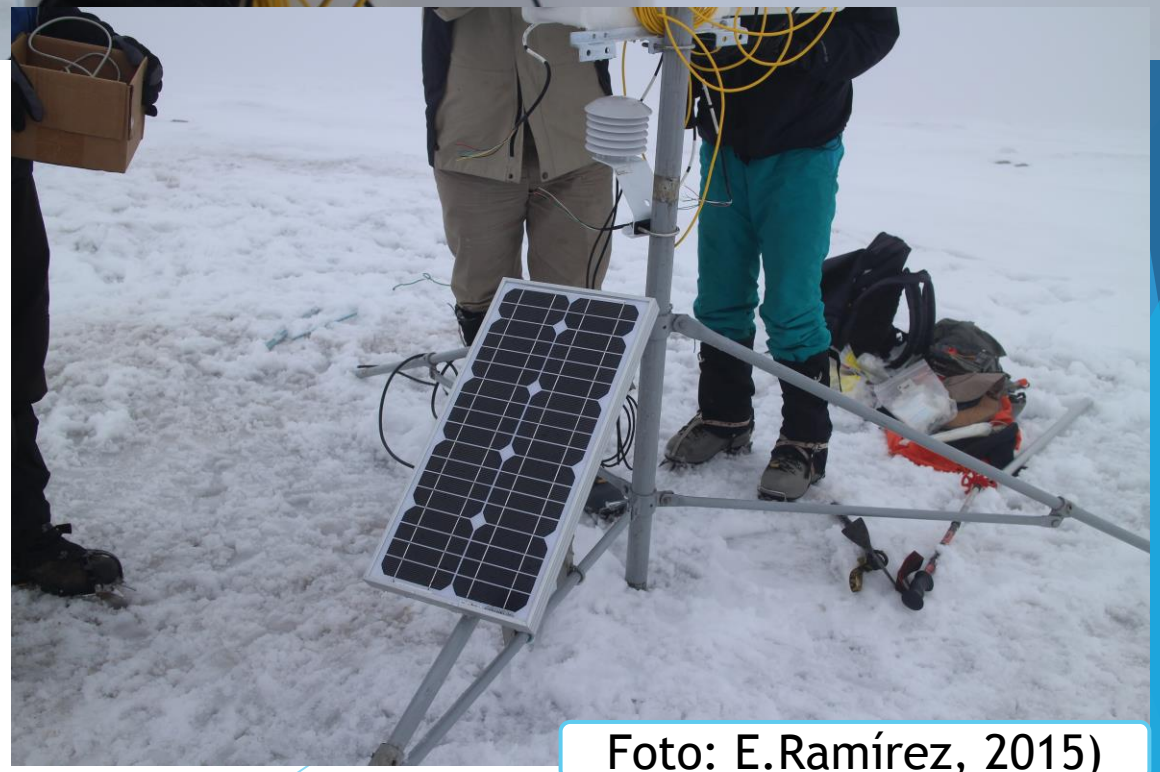


Foto: E.Ramírez, 2015)

ESTADO PLURINACIONAL
DE BOLIVIA

MMAyA
Ministerio de Medio Ambiente y Agua

Foto: E.Ramírez, 2015)

UNIVERSITAS MAJOR PACENSIS DIVI ANDRE

ihh
INSTITUTO DE HIDRAULICA
E HIDROLOGIA

SATELITE
TUPAC
KATARI

Foto: E.Ramírez, 2015)

Foto: E.Ramírez, 2015)

Foto: E.Ramírez, 2015)

Foto: E.Ramírez, 2015)

Foto: E.Ramírez, 2015)

Foto: E.Ramírez, 2015)

Foto: E.Ramírez, 2015)

Foto: E.Ramírez, 2015)

GRACIAS…