



CITA es **innovación**

#### Investigación

Nuestro centro desarrolla investigación en todas las regiones del Perú y conceptualizando la interconectividad entre las diferentes vertientes: Pacífico, Atlántico y Títicaca, así como los nexos del agua.

[Ver más](#)

#### Capacidades

El CITA es un centro multidisciplinario, que relaciona las diferentes ramas ambientales con la tecnología, promoviendo la difusión del conocimiento a través del desarrollo de capacidades y habilidades técnicas, así como la inclusión de las comunidades a través de talleres y actividades participativas.

[Ver más](#)



## **Resultados del estudio del comportamiento de ríos en el ámbito del proyecto Hidrovía Amazónica**

**Jorge D. Abad**

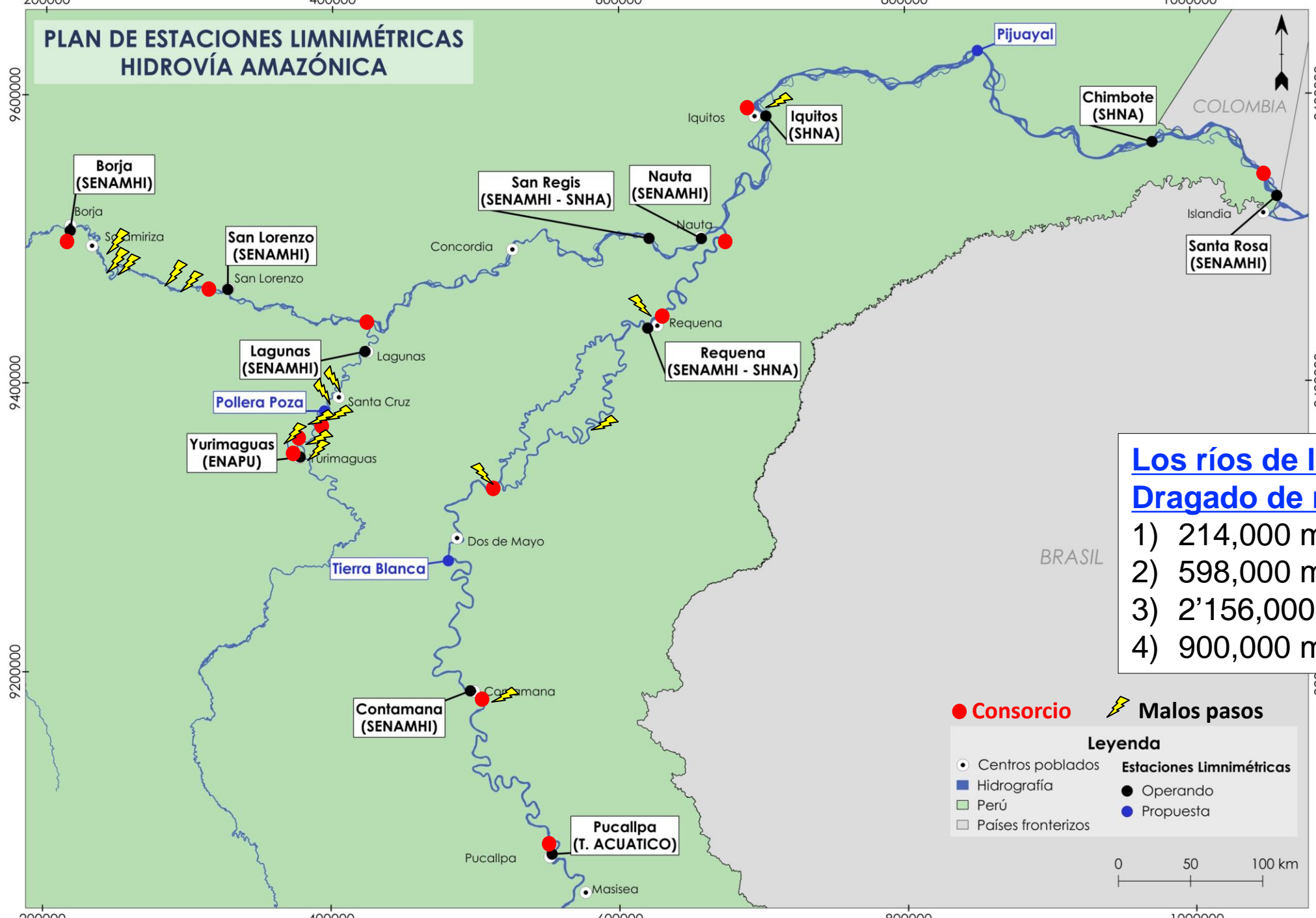
[jabadc@utec.edu.pe](mailto:jabadc@utec.edu.pe)

*Director, Carreras de Ingeniería Civil y Ambiental*

*Director: CITA (Centro de Investigación y Tecnología del Agua)*

*Director Académico, CREAR (Center for Research and Education of the Amazonian Rainforest)*

# PLAN DE ESTACIONES LIMNIMÉTRICAS HIDROVÍA AMAZÓNICA



**Los ríos de la Hidrovía (2678 km)**  
**Dragado de malos pasos**

- 1) 214,000 m<sup>3</sup> – Rio Marañon
- 2) 598,000 m<sup>3</sup> – Rio Ucayali
- 3) 2'156,000 m<sup>3</sup> – Rio Huallaga
- 4) 900,000 m<sup>3</sup> – Puerto Iquitos

**● Consorcio**    ⚡ **Malos pasos**

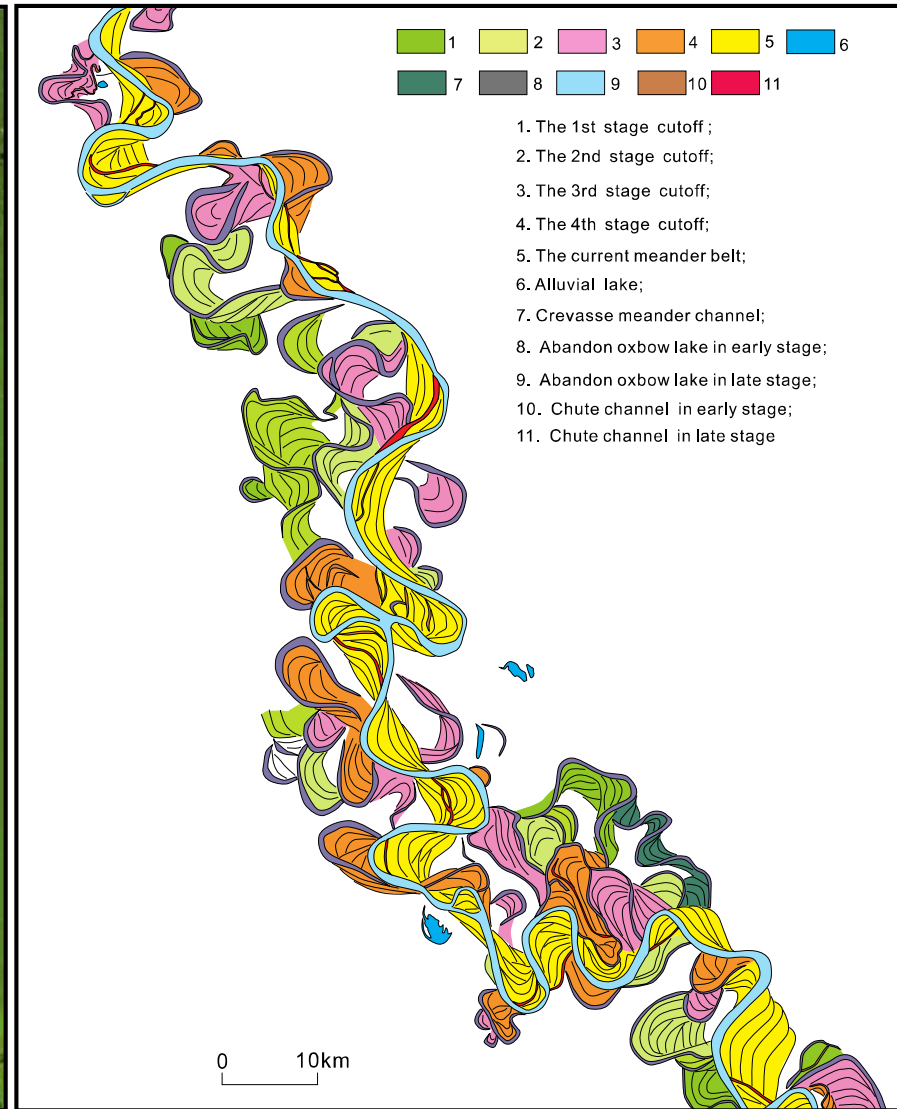
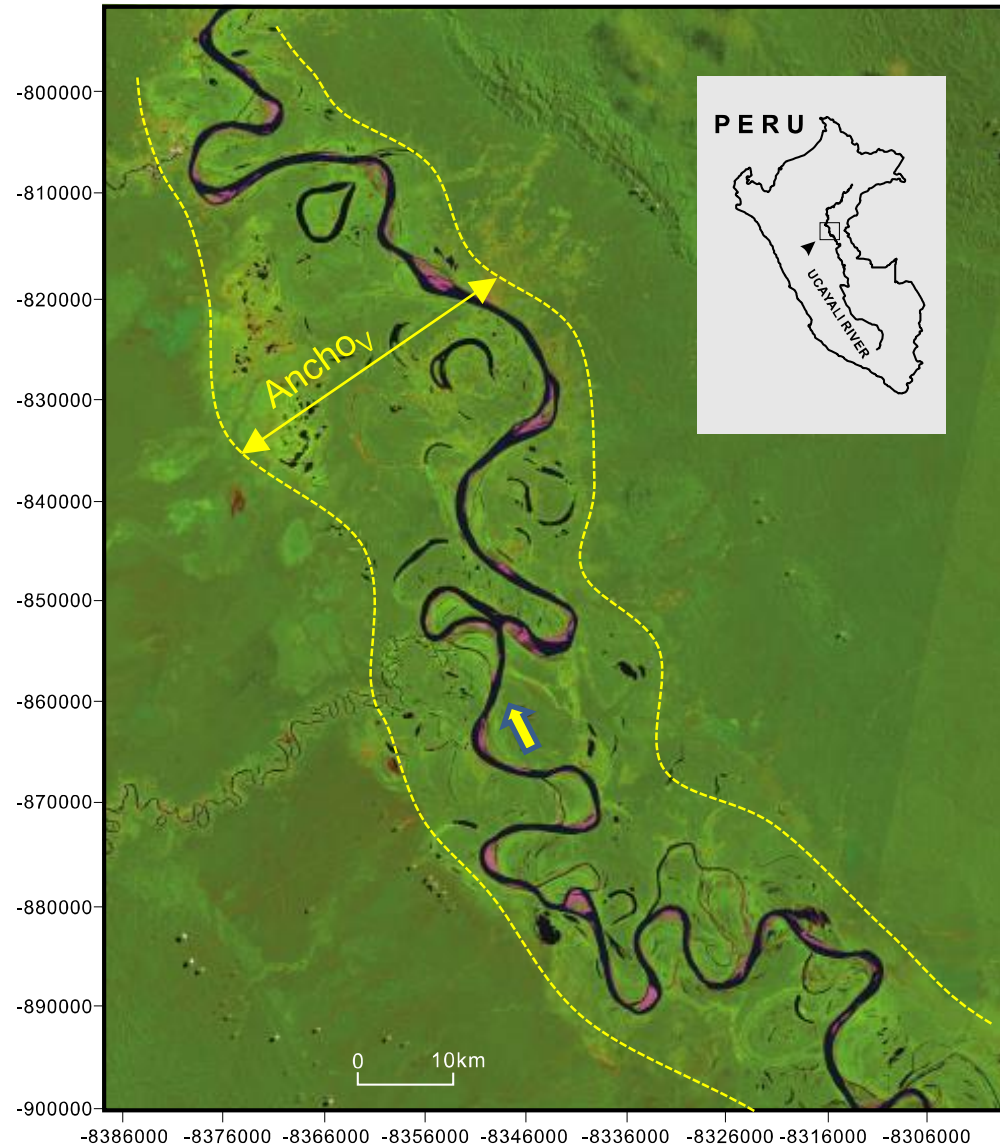
**Leyenda**

- Centros poblados
- Hidrografía
- Perú
- Países fronterizos
- Operando
- Propuesta



## Los ríos son dinámicos

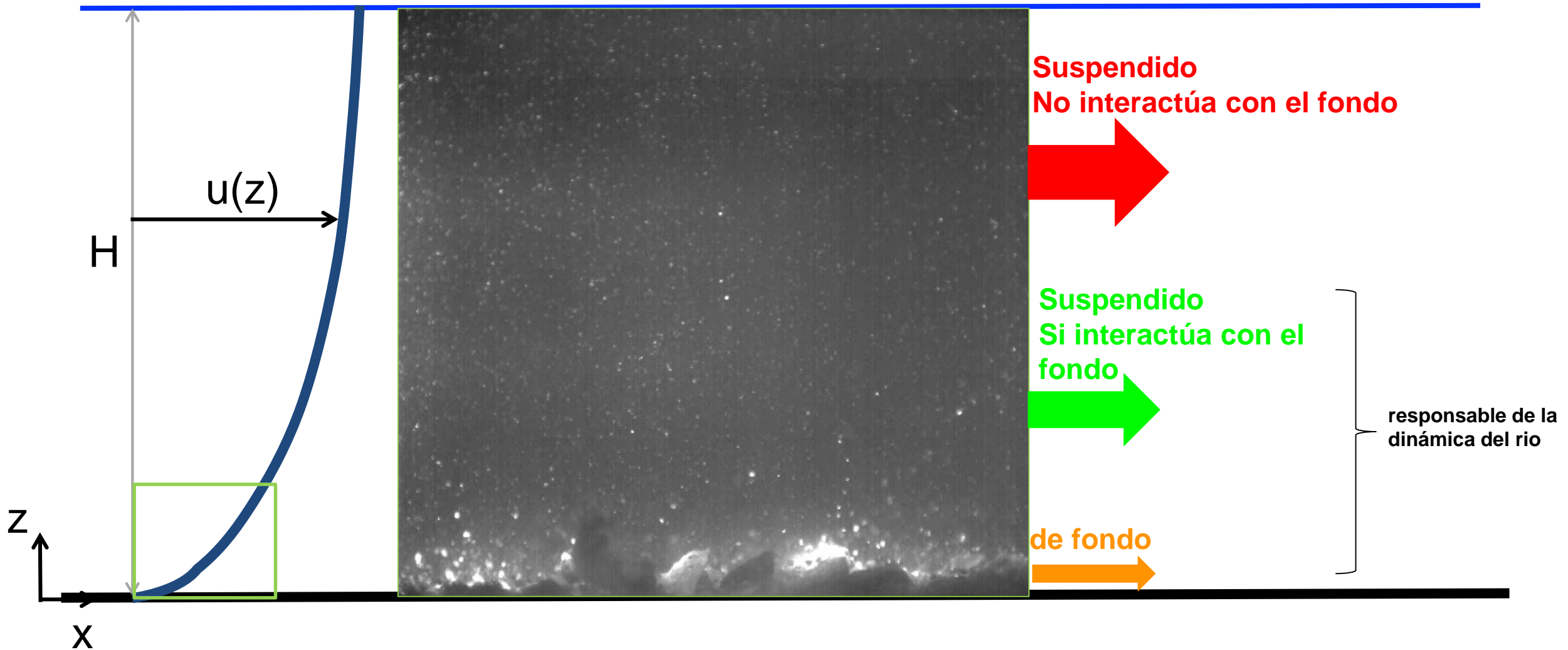
- Tipishcas (frecuencia temporal)
- Paleocauces (abandono y reactivación)
- Tasa de migración lateral (e.g. 700m/año)



# Proyecto sin conocimiento suficiente de los ríos amazónicos

1. No existe *monitoreo sistematizado* de los sedimentos en los ríos
2. No existe una *línea de base* de la dinámica de los ríos
3. Los ríos Huallaga, Ucayali, Marañón y Amazonas *son diferentes*
4. La *respuesta* de los ríos a modificaciones (dragado) en los cauces serán diferentes
5. *Cambios en la dinámica de los ríos afectaría:*
  - a. *hábitats de peces*
  - b. *zonas de agricultura (inundaciones)*
  - c. *actividades económicas de las comunidades*
6. No existen estudios técnicos con lenguaje digerido para las comunidades y tomadores de decisiones

# Agua y Sedimentos (suspendidos y de fondo)



# Los ríos son diferentes y necesidad de línea base

Tasa de migración lateral

Ríos meandrícos (Ucayali, Huallaga)



- ✓ un canal
- ✓ No existen islas

Source: <https://global-surface-water.appspot.com/>

Ríos multicanales (Marañon, Amazonas)



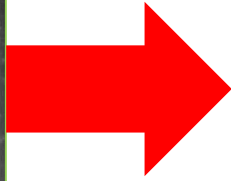
- ✓ multicanal
- ✓ si existen islas

Source: <https://global-surface-water.appspot.com/>

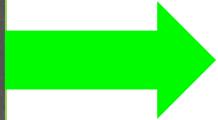
Caudal de agua, Caudal de sedimentos



Suspendido  
No interactúa con el fondo



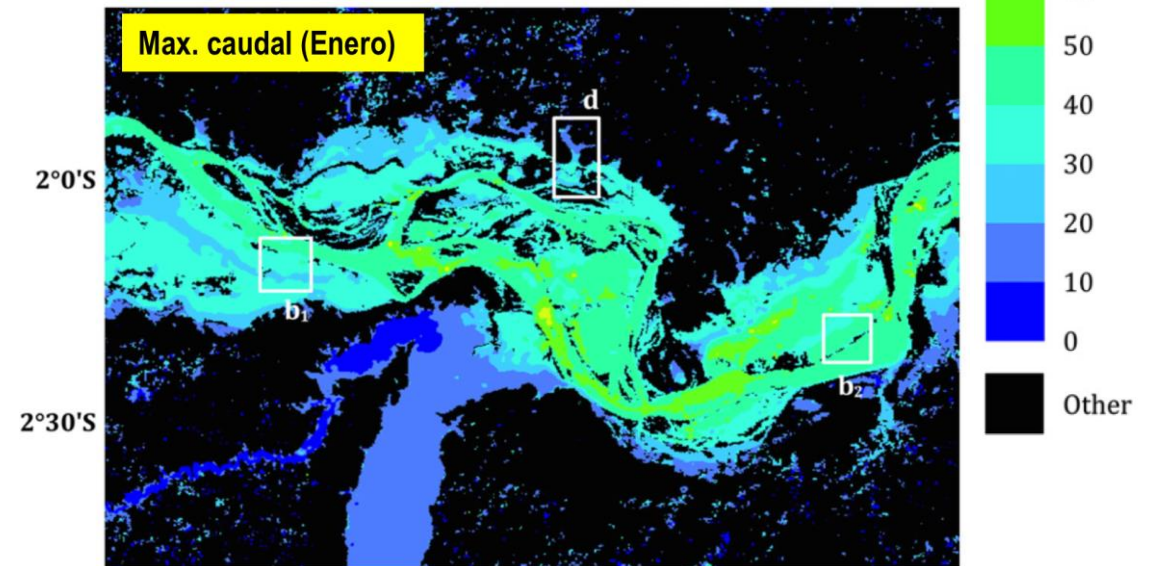
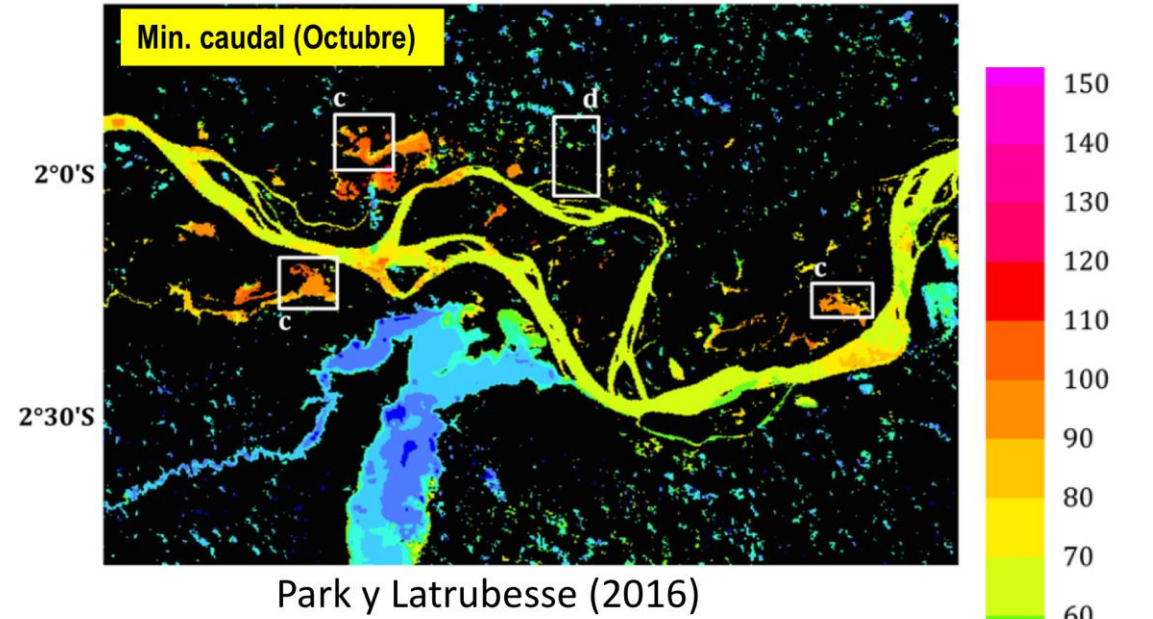
Suspendido  
Si interactúa con el fondo

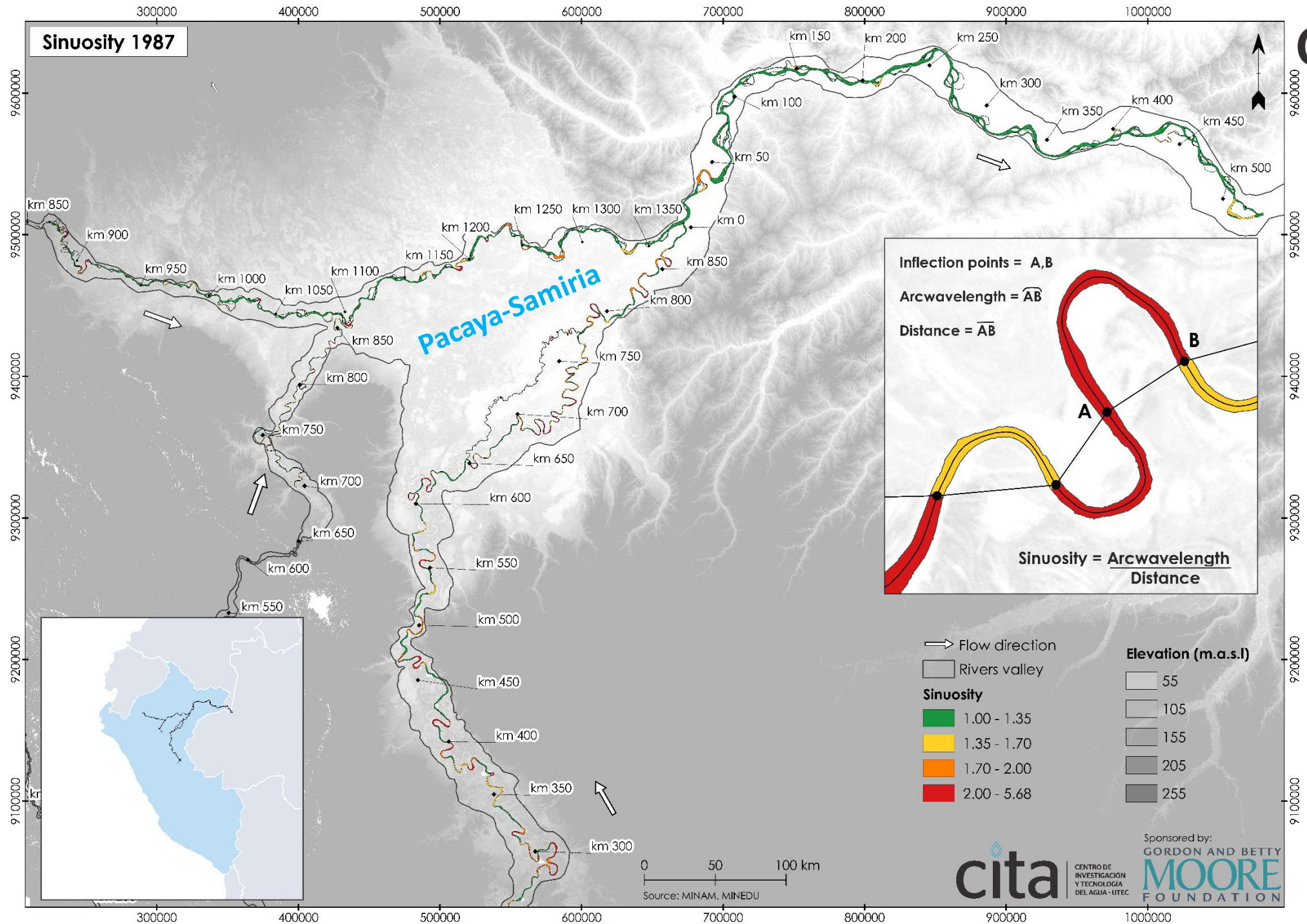


de fondo



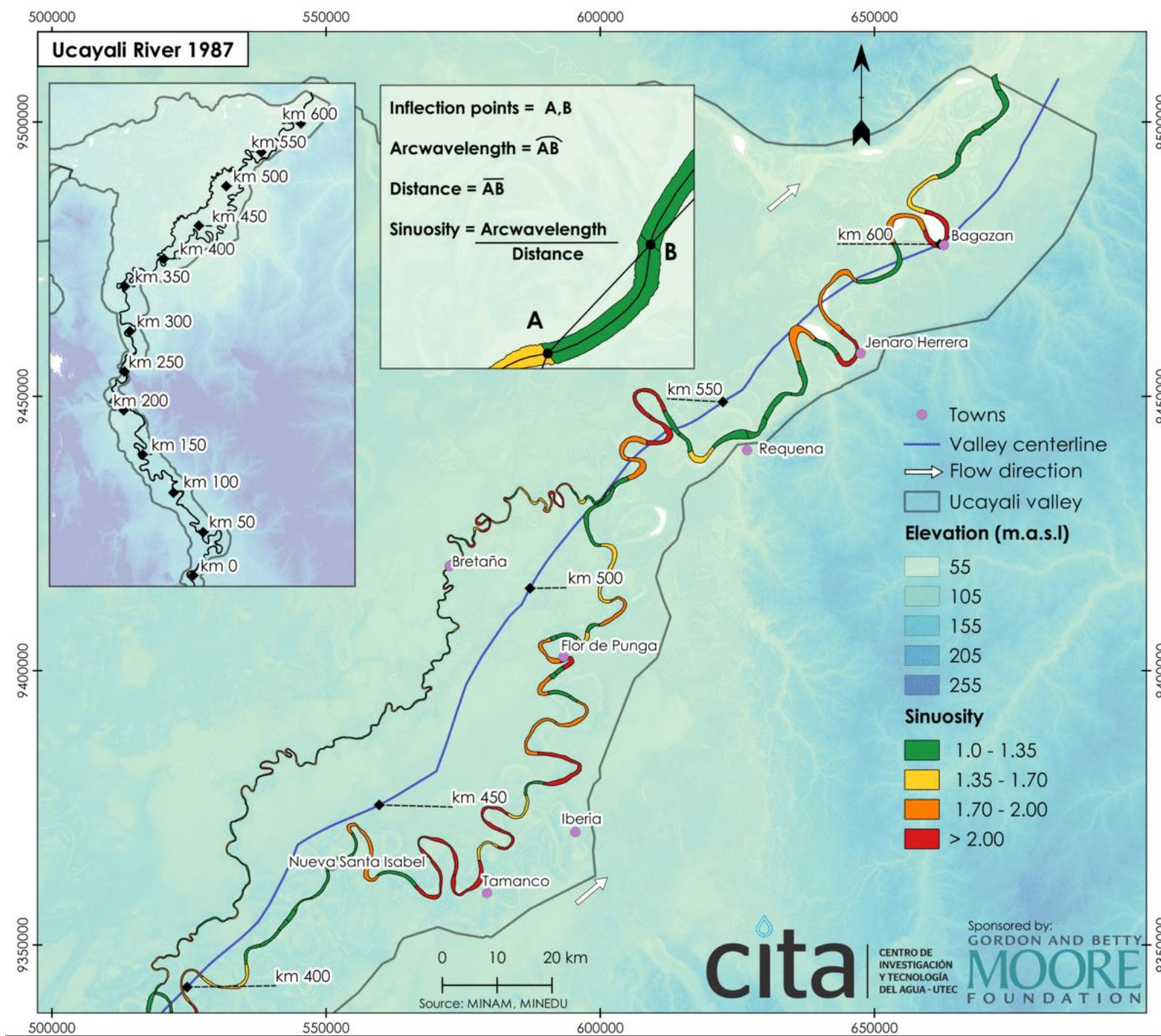
## Suspended Sediment (mg/l)



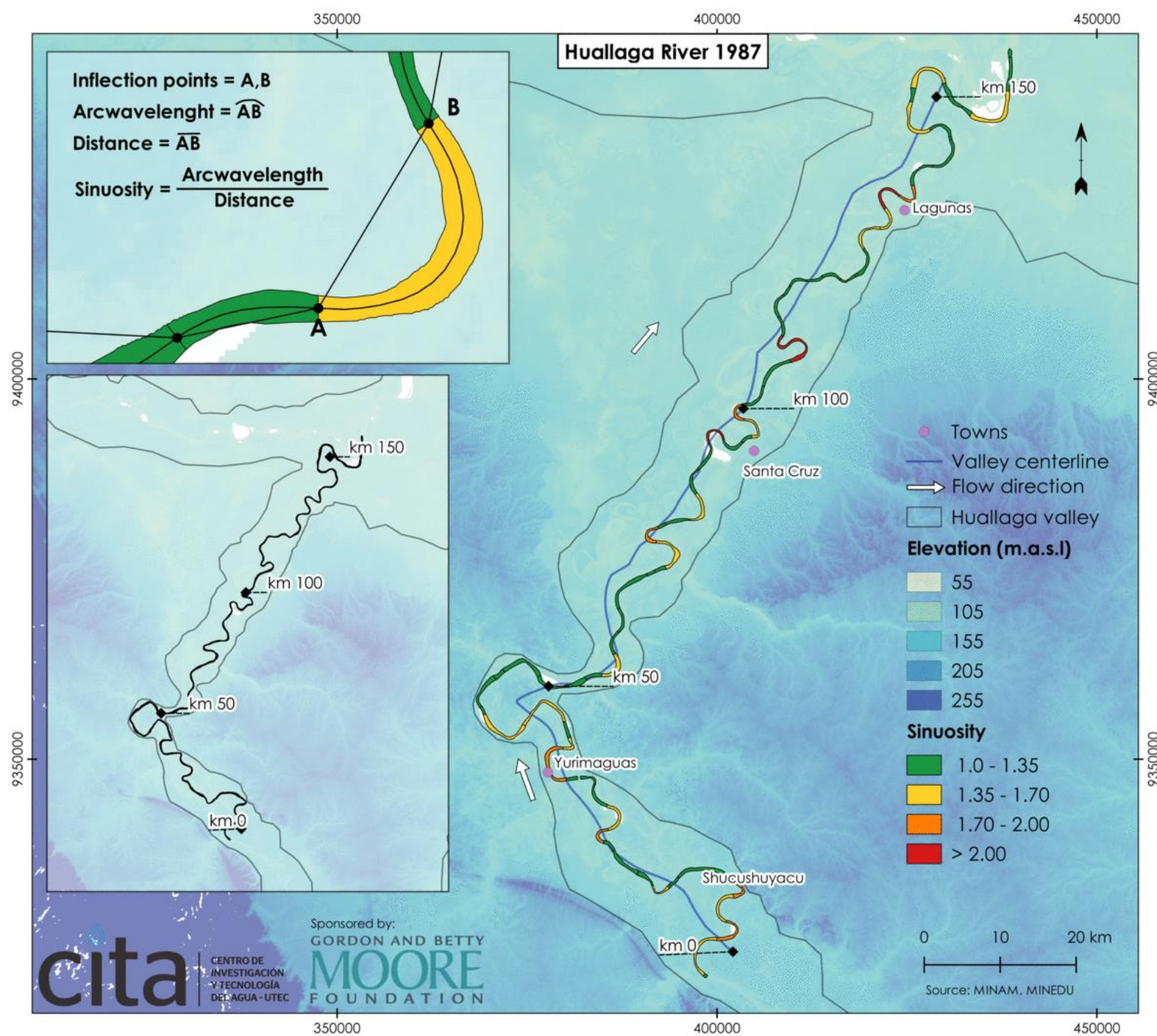




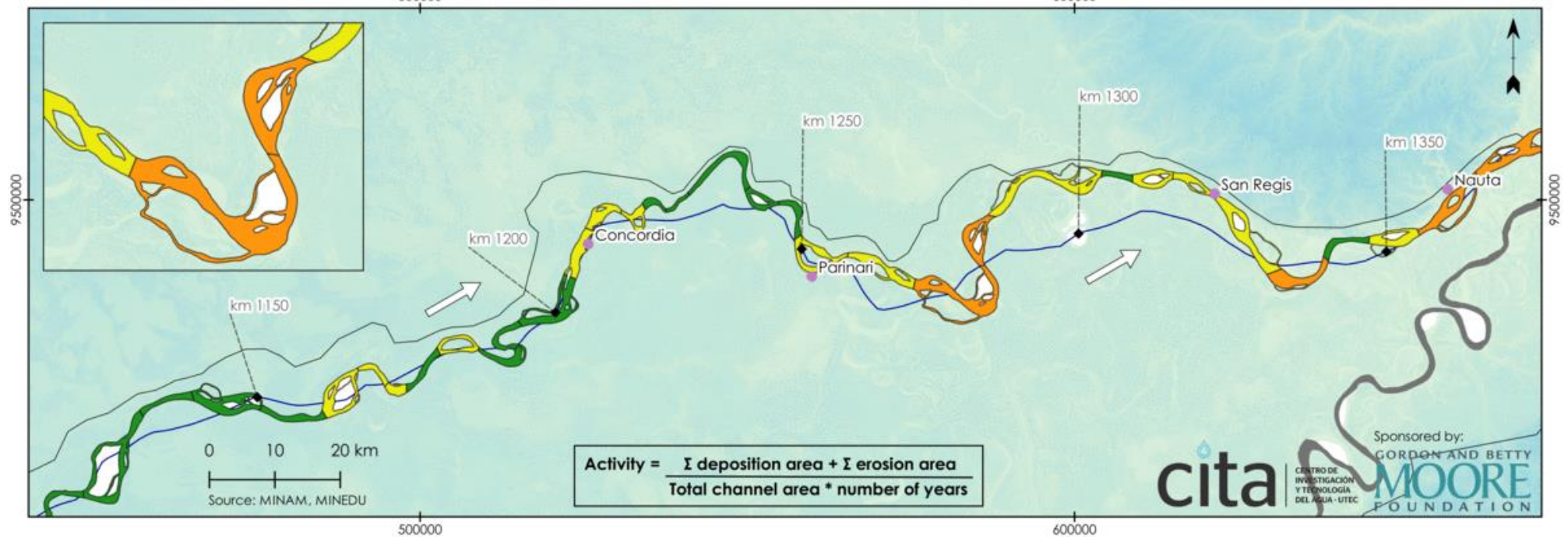
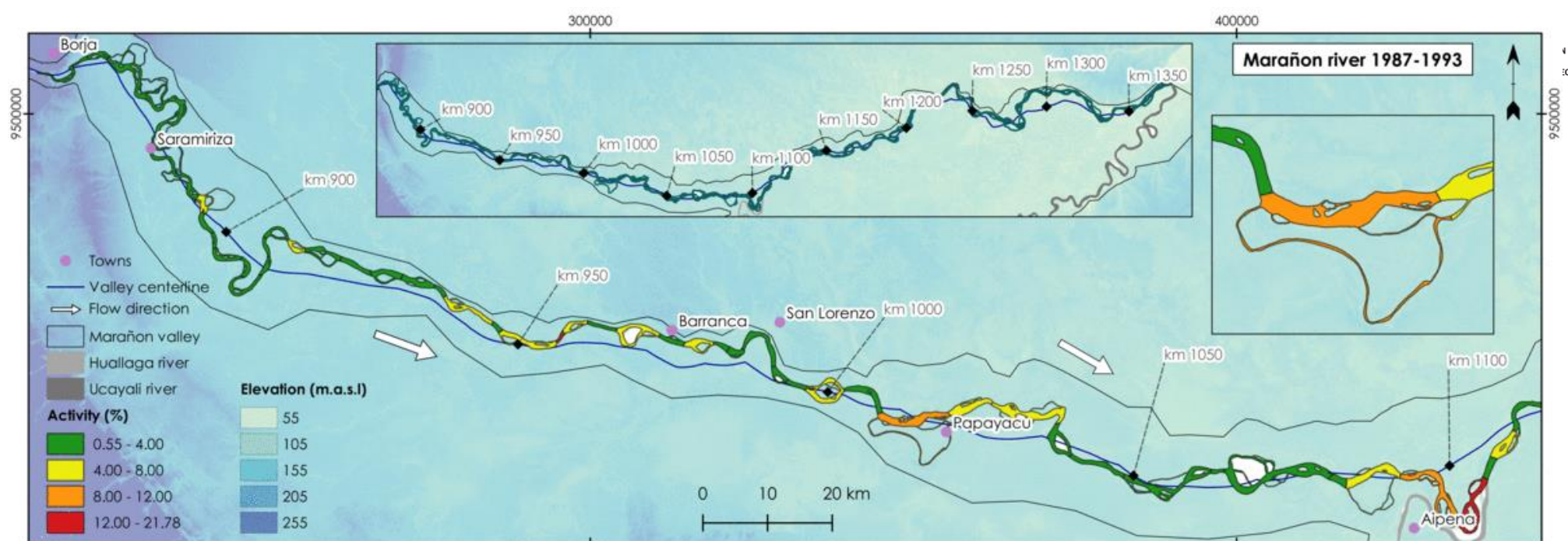
# Rio Ucayali



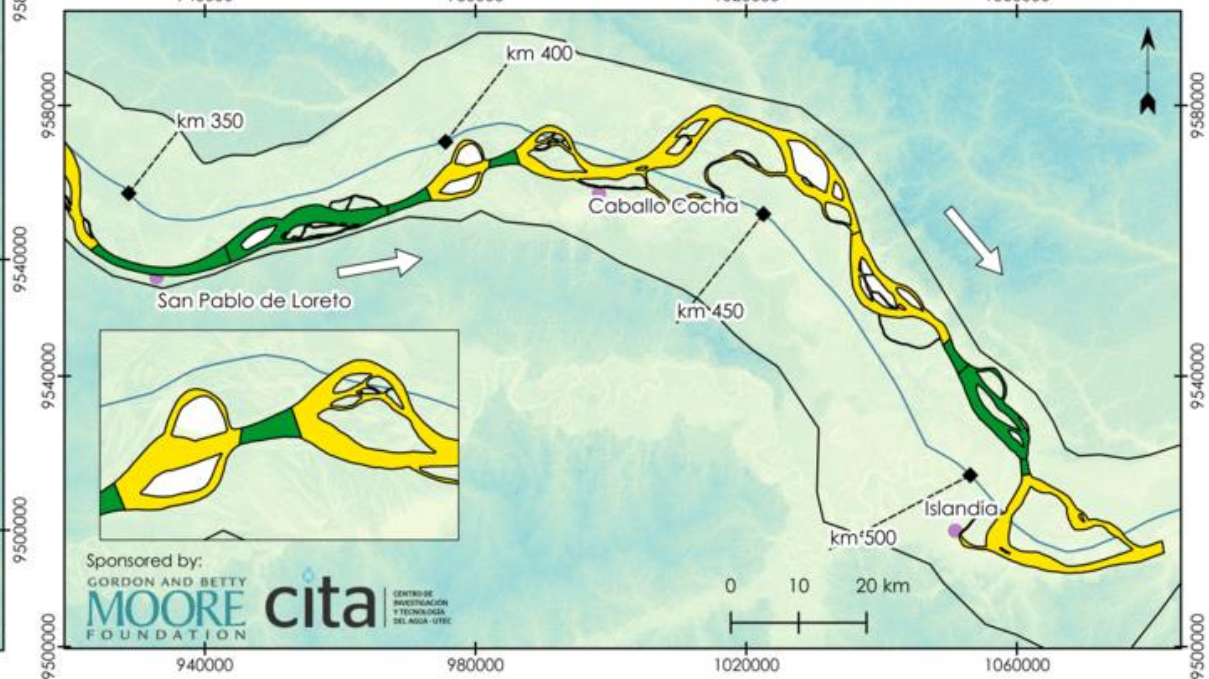
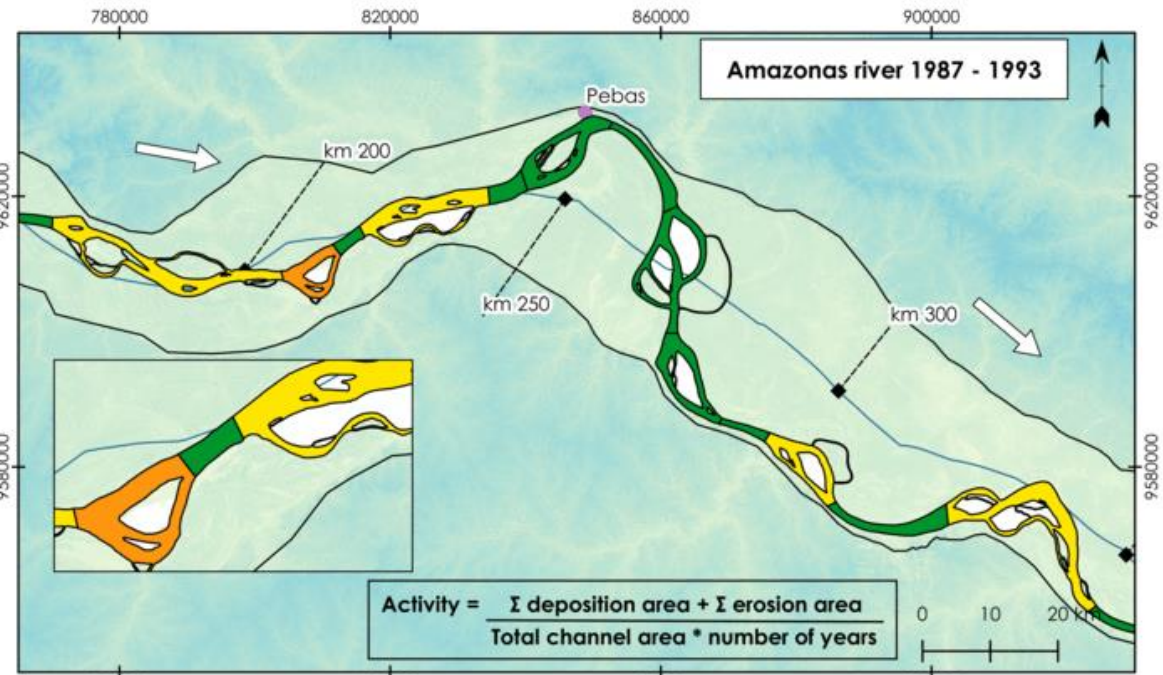
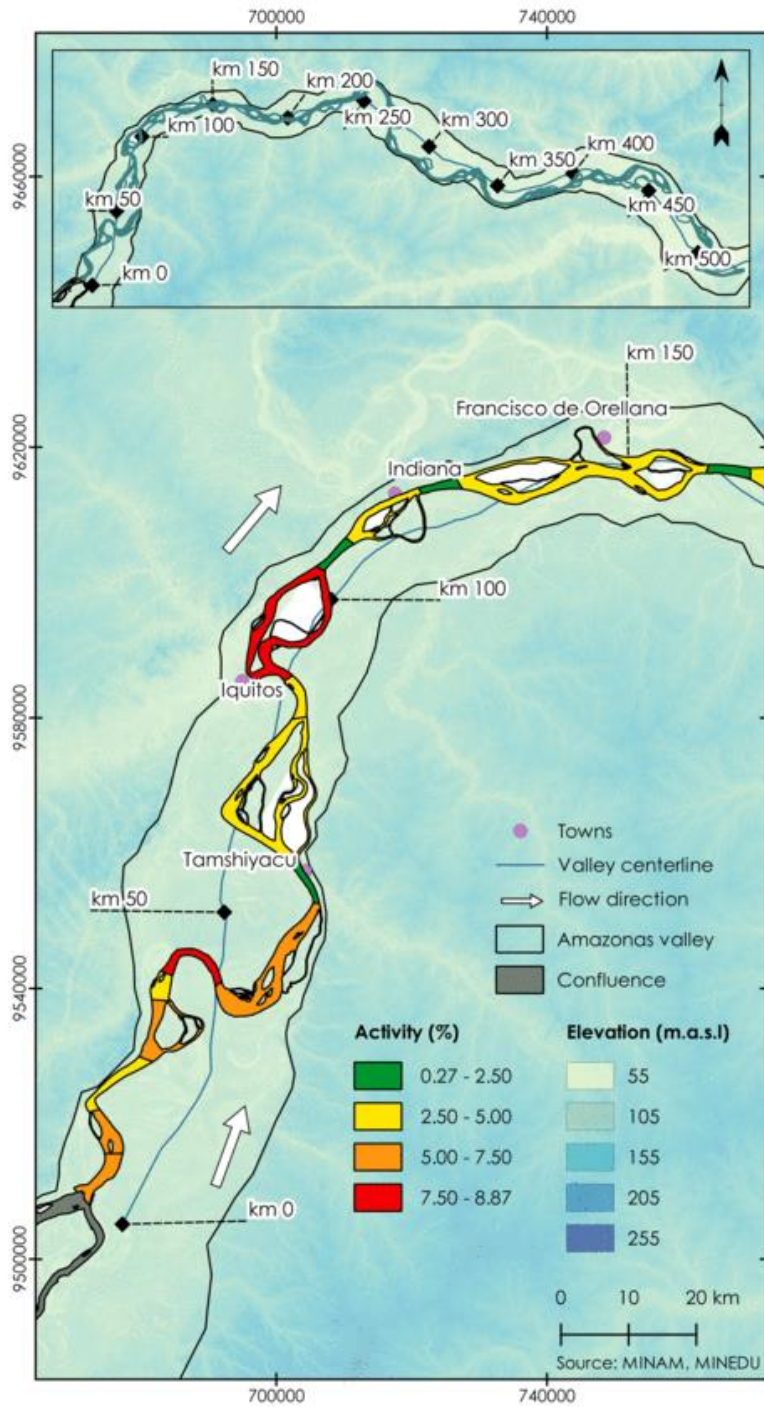
# Rio Huallaga



# Rio Marañon

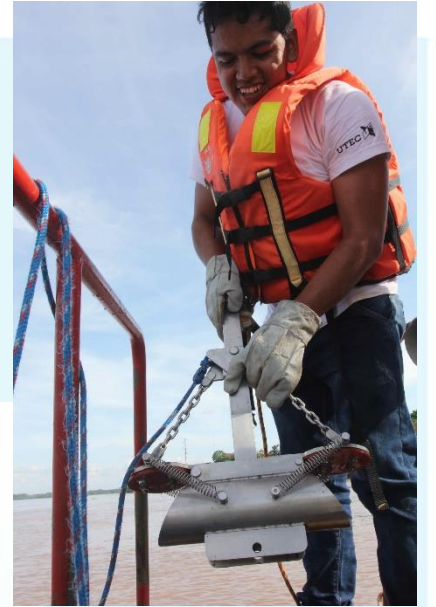


# Rio Amazonas

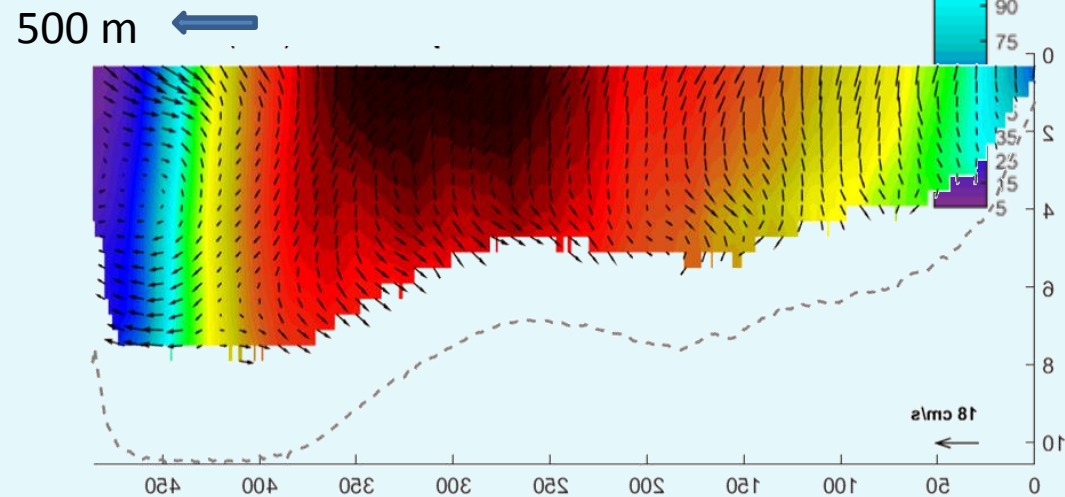
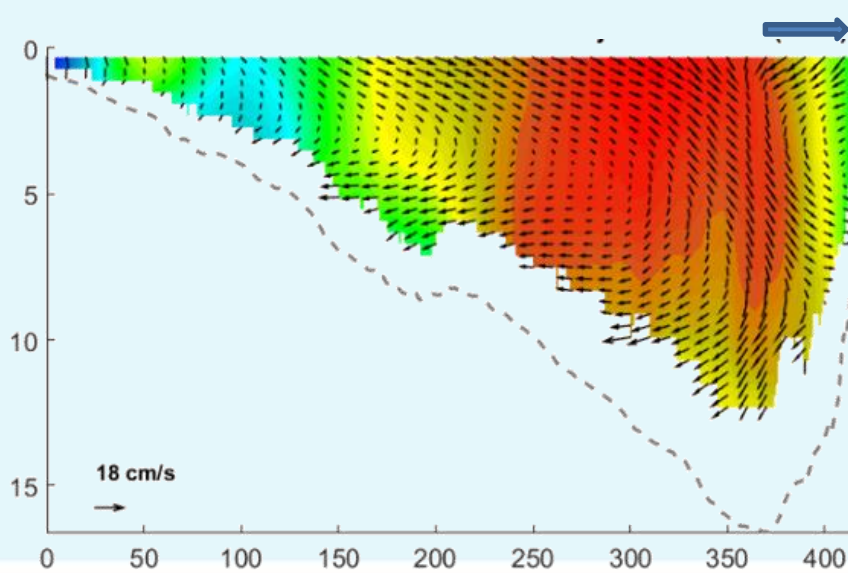
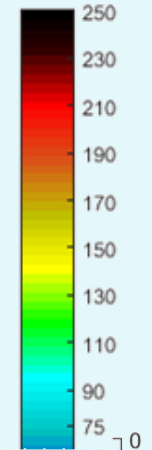
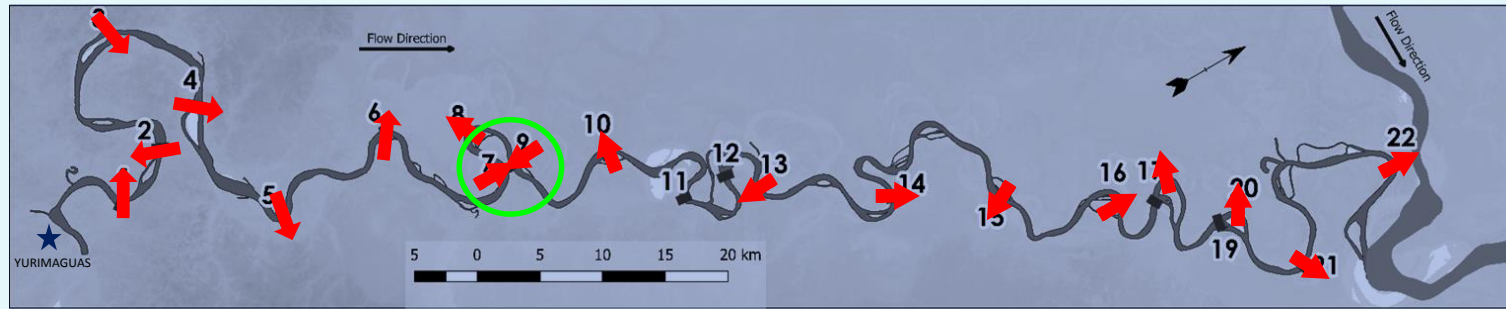
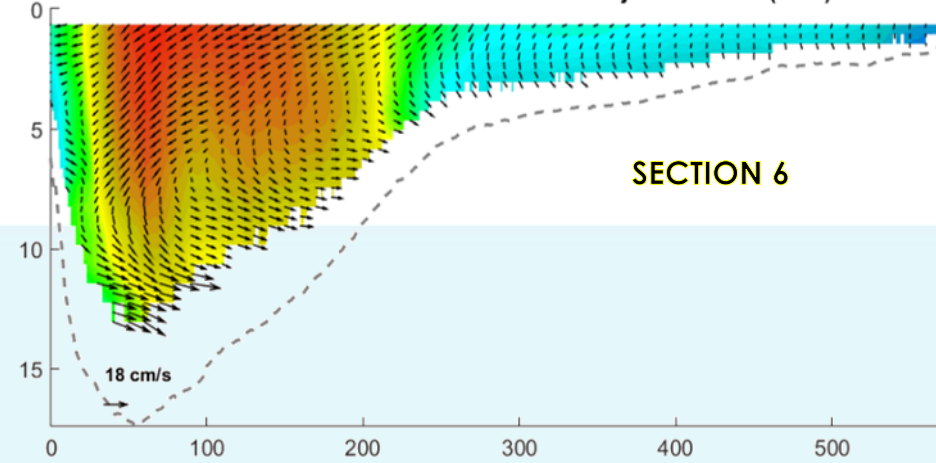




# Mediciones de campo



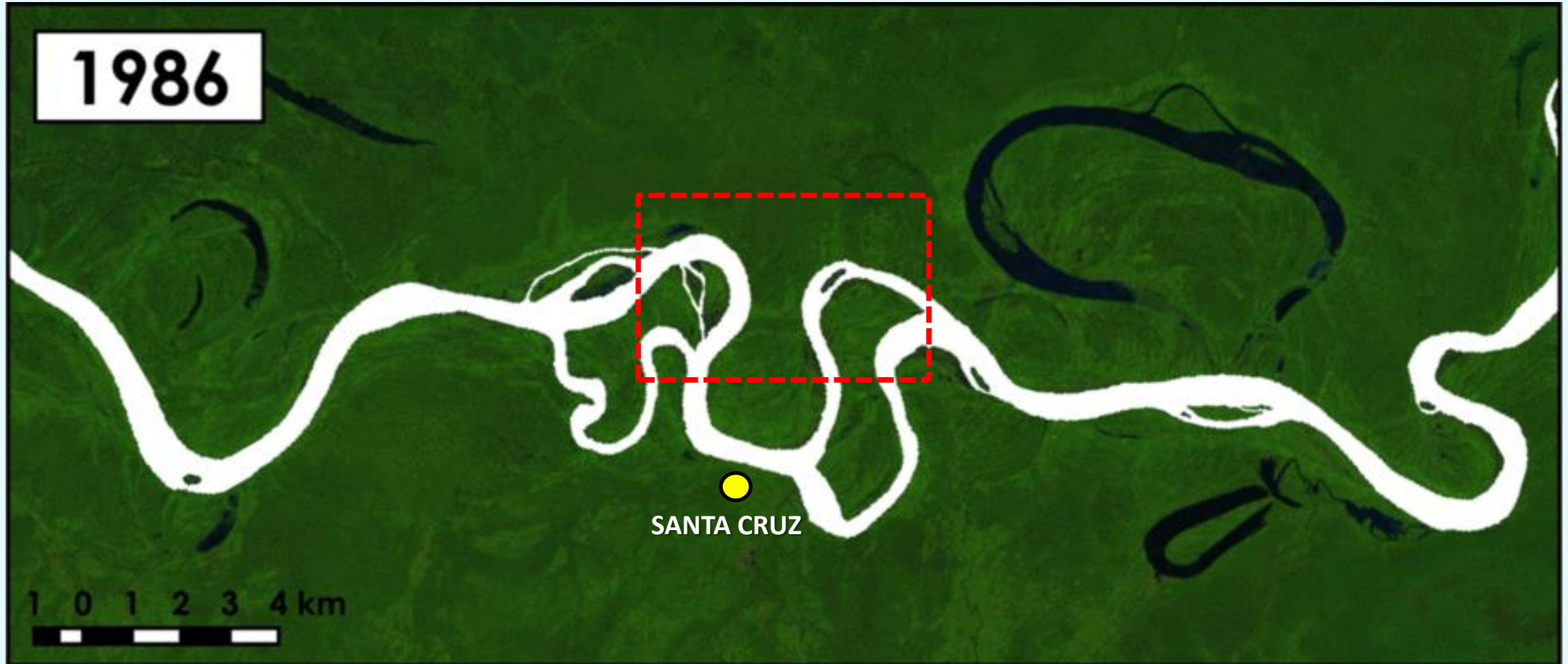
# Rio Huallaga





# SANTA CRUZ – STUDY CASE

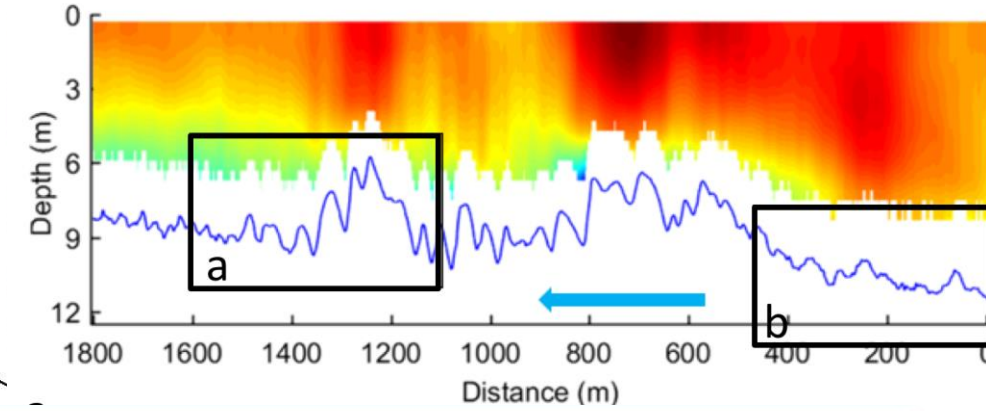
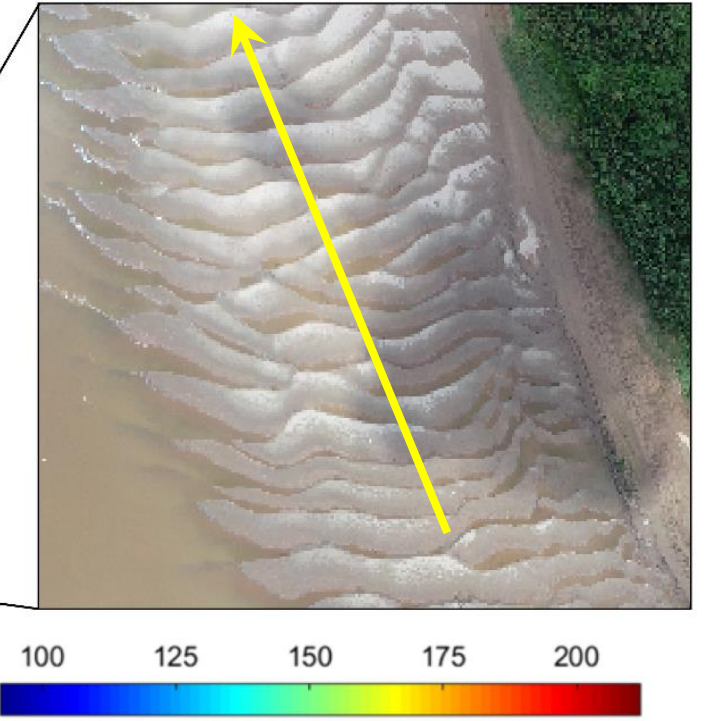
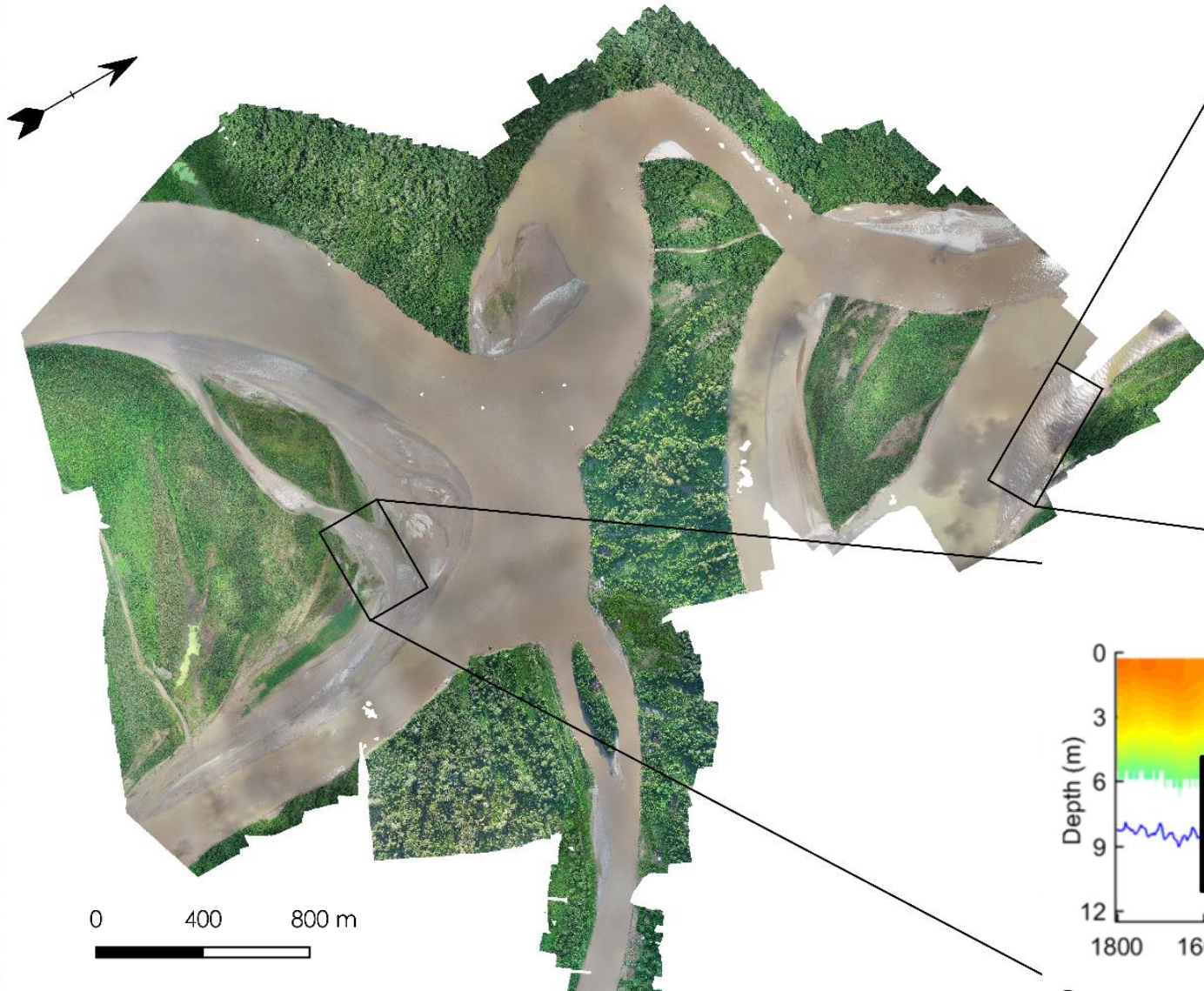
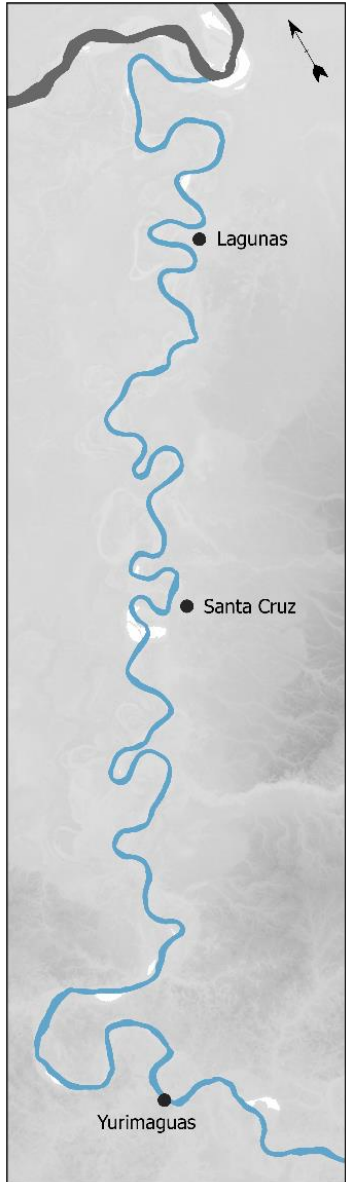
## MULTITEMPORAL SATELLITE IMAGE ANALYSIS





# SANTA CRUZ – Rio Huallaga

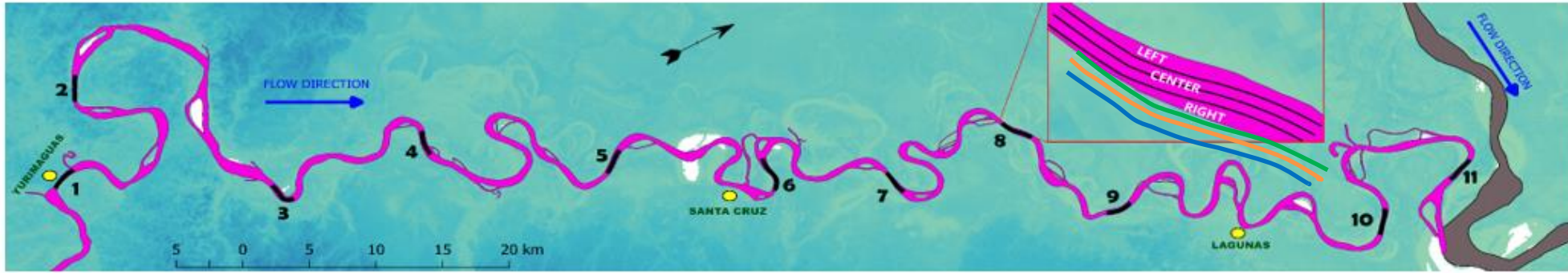
## Fotogrametría



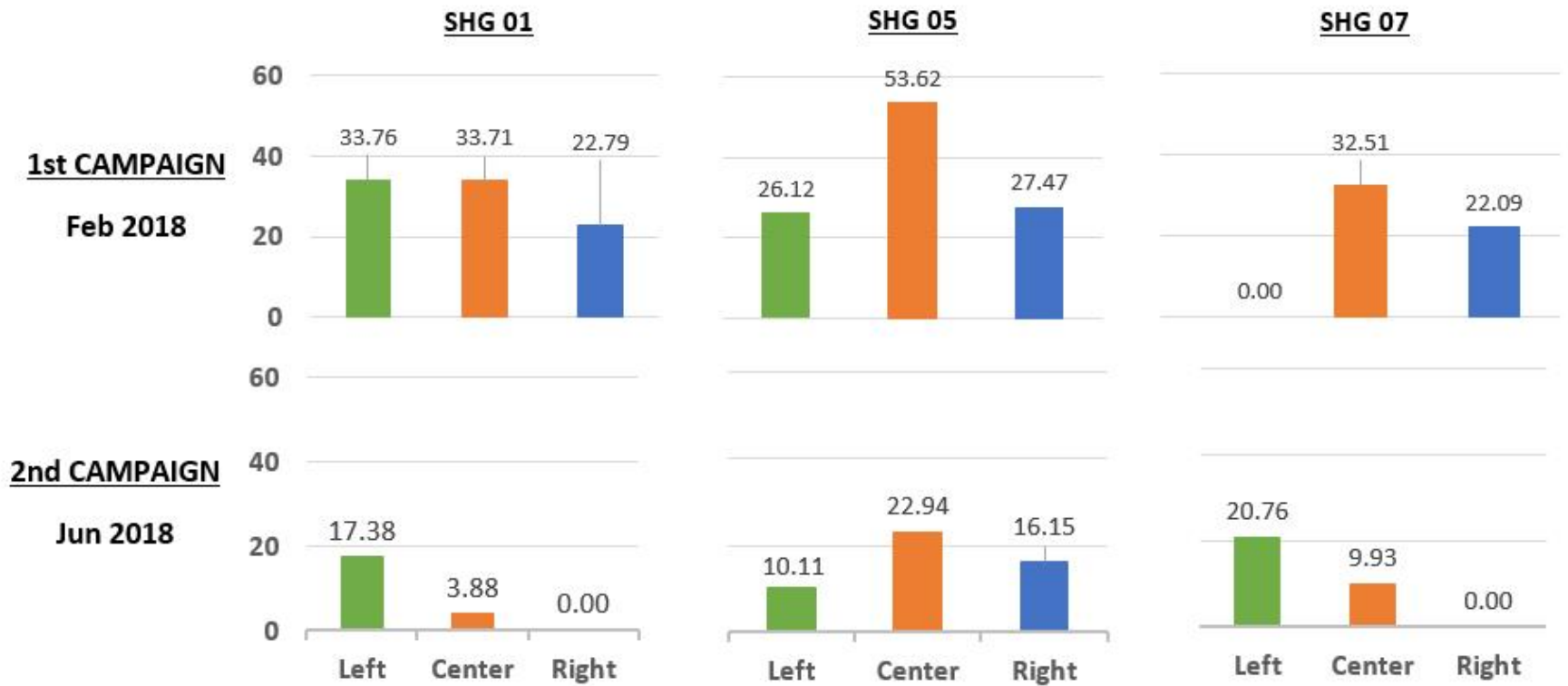




# VELOCIDADES DE DUNAS (m/dia)

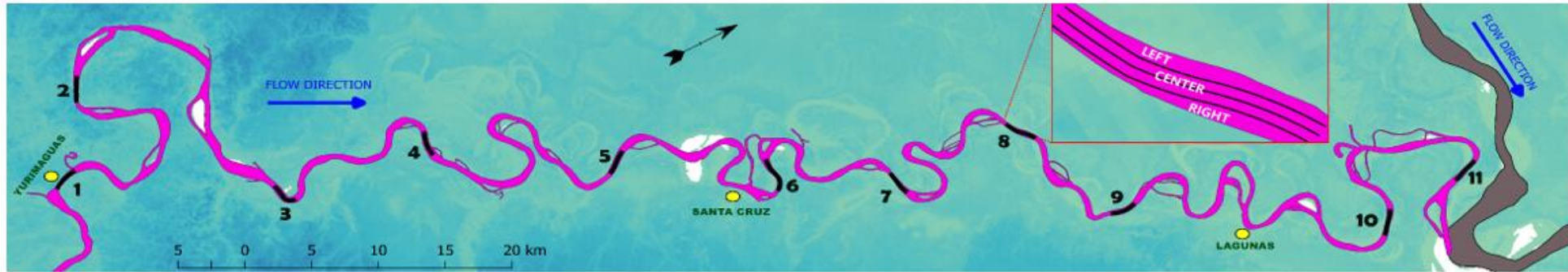


DUNE VELOCITY [m/day]

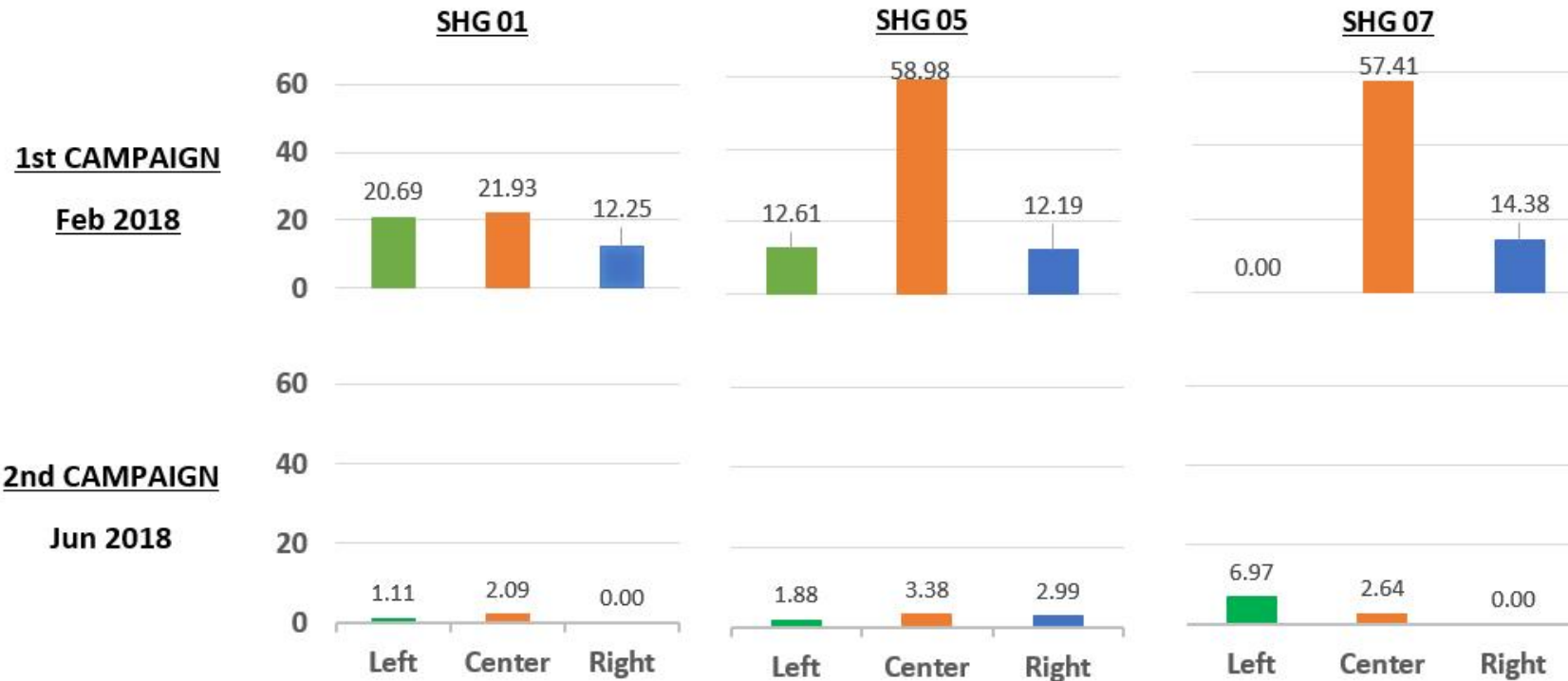




# TRANSPORTE DE SEDIMENTOS DE FONDO [ton/m dia]



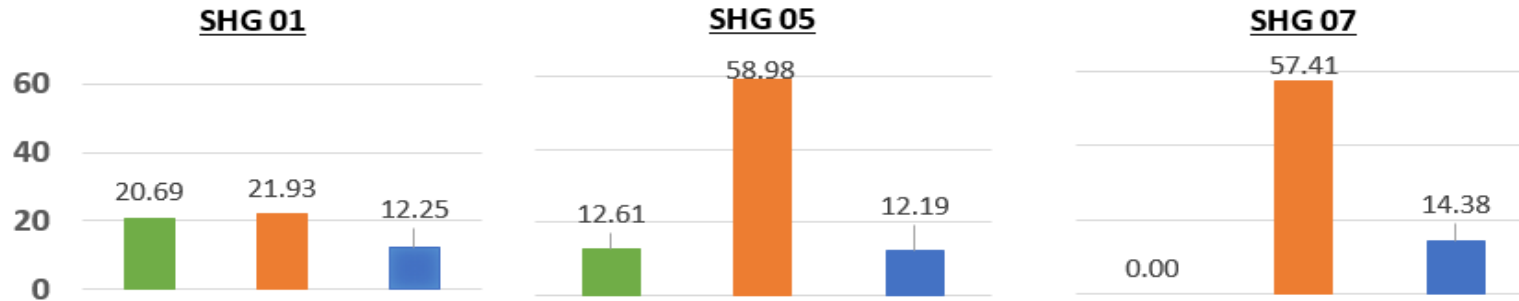
**BED LOAD TRANSPORT RATE [Ton/m day]**





1st CAMPAIGN

Feb 2018



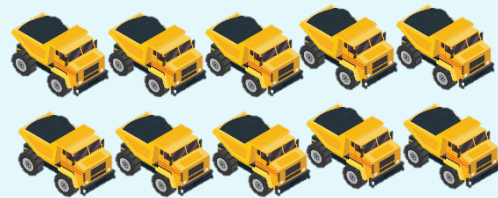
Estación	SHG 01	SHG 05	SHG 07
Promedio [Ton/m day]	18.29	27.93	23.93
Ancho [m]	350	500	375
Tasa de transporte de fondo [Ton/m]	5 487	13 965	8 974

**Trucks/day**



12 m<sup>3</sup> = 21 Ton

**262**



**665**



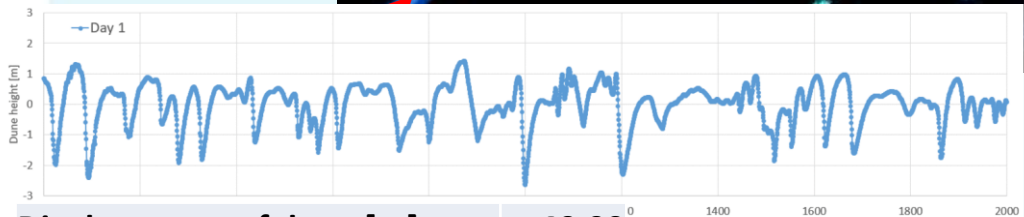
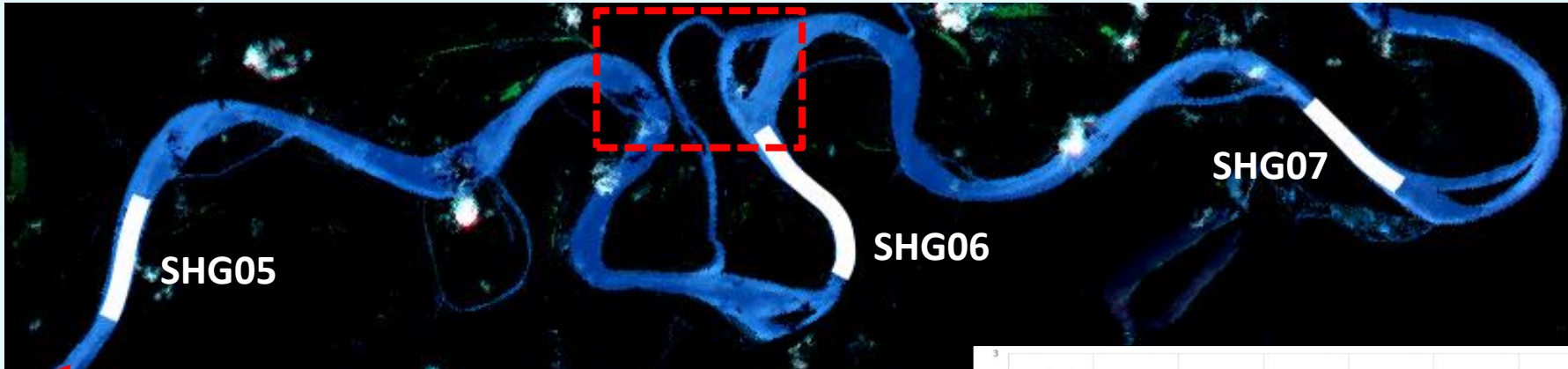
**427**





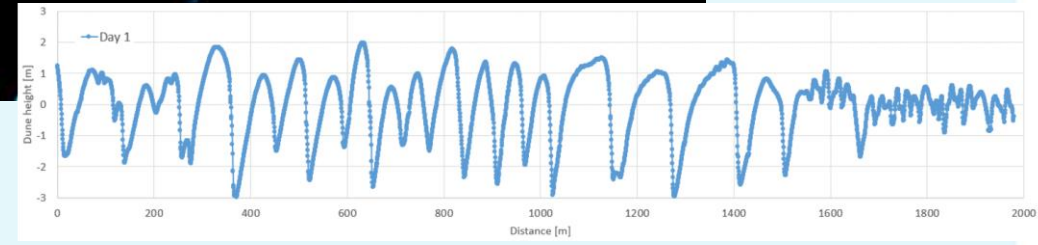
# SANTA CRUZ – STUDY CASE

## HYDROGEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS



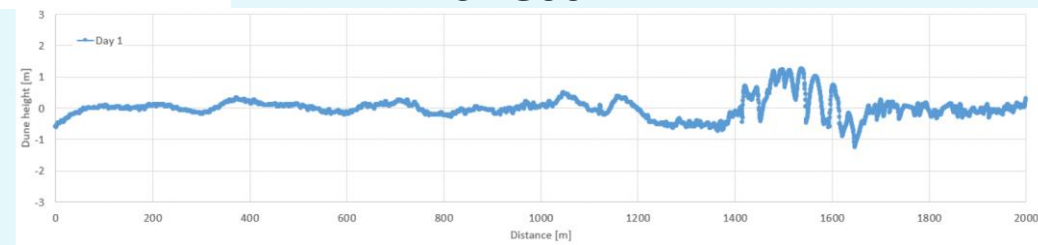
Displacement of dune [m]	40.00
Velocity [m/h]	2.13
Time [h]	18.79
qb[ton/ m day]	57.07

**SHG05**



Displacement of dune [m]	25.0
Velocity [m/h]	1.25
Time [h]	19.93
qb[ton/ m day]	53.194

**SHG07**



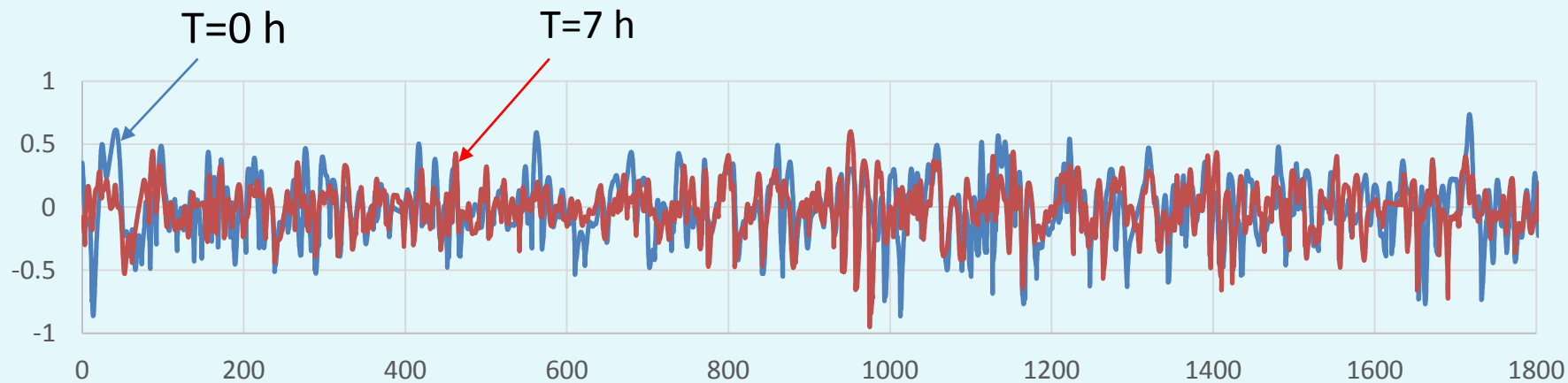
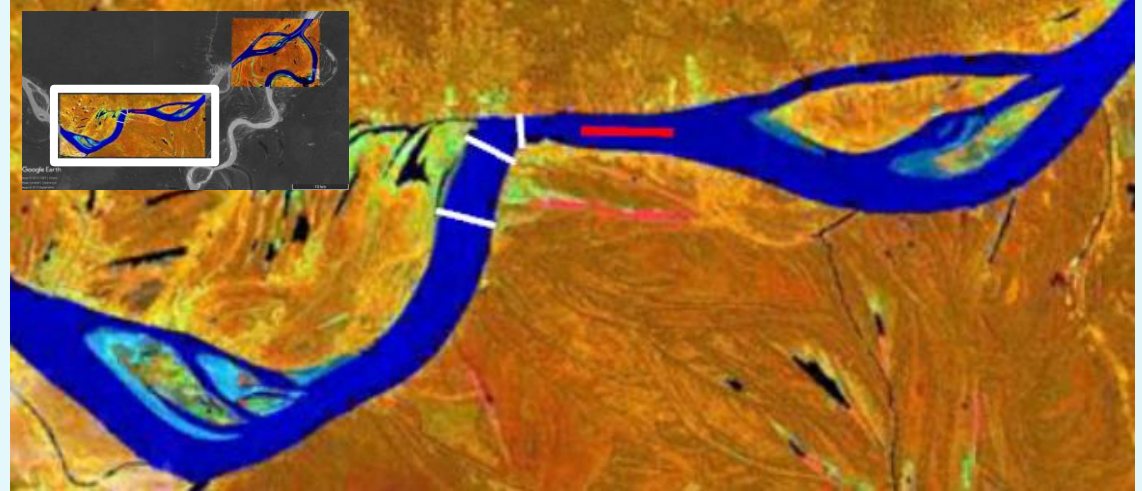
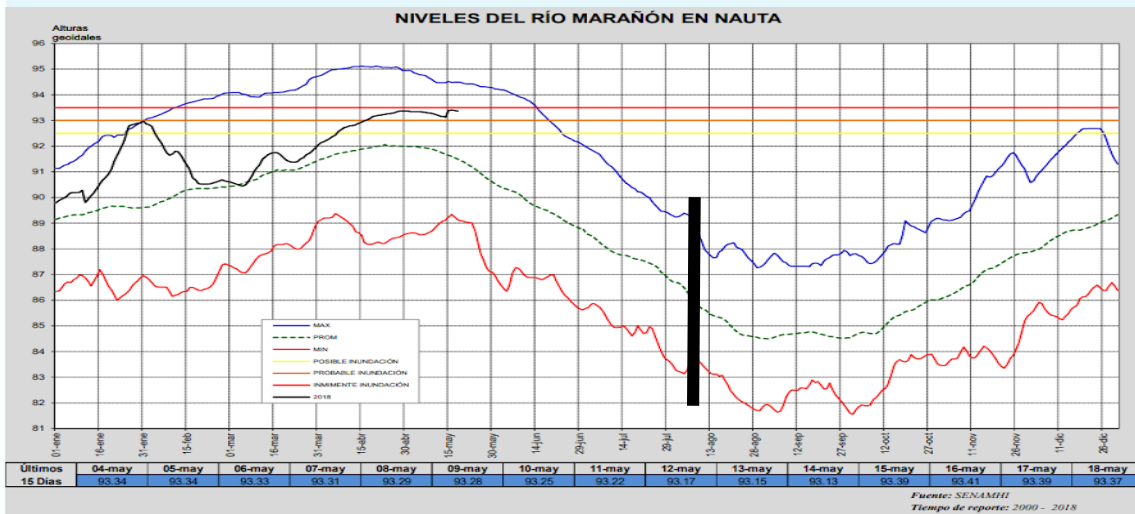
Displacement of dune [m]	5.00
Velocity [m/h]	0.29
Time [h]	16.98
qb[ton/ m day]	3.30

**SHG06**

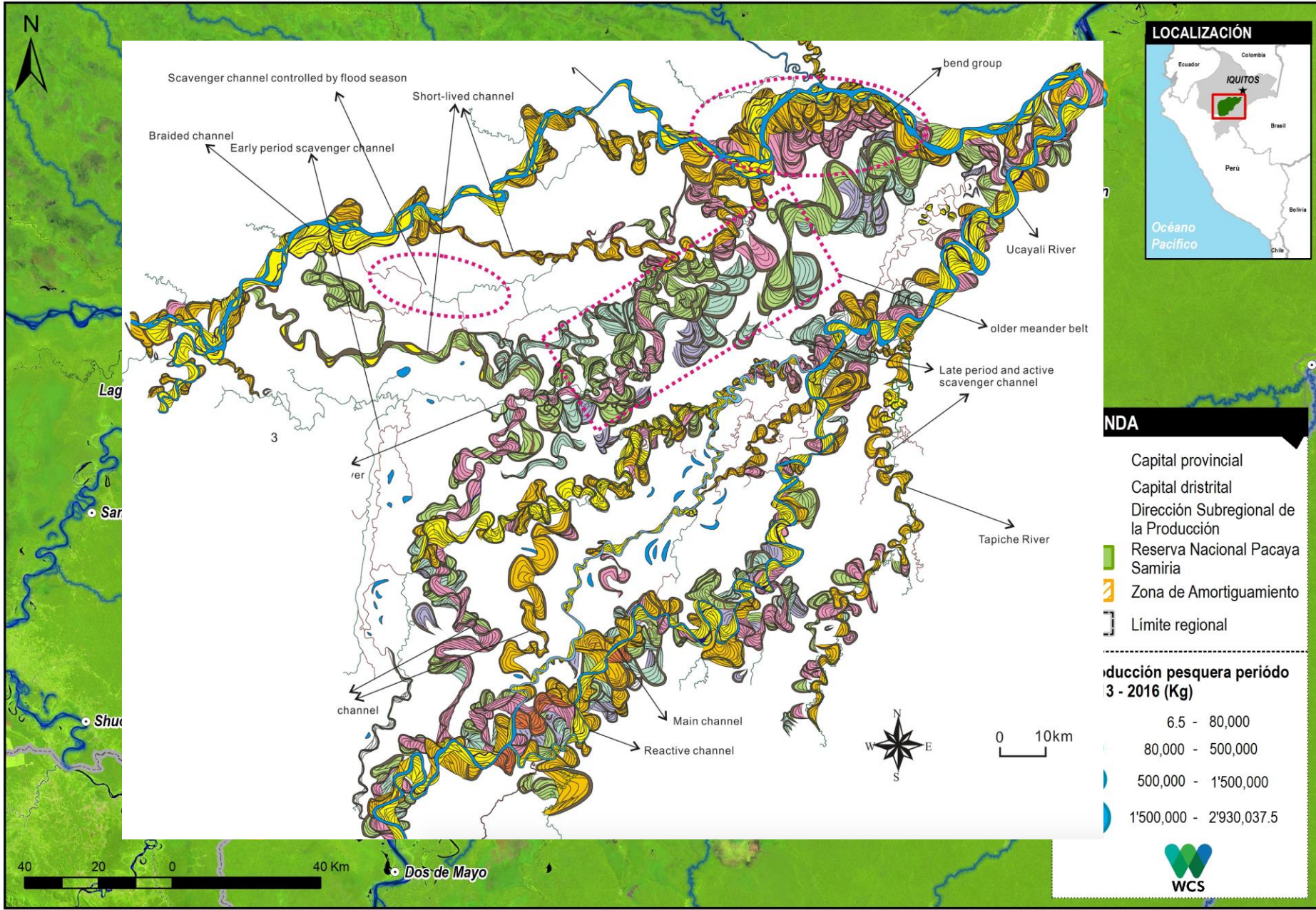


# Mediciones Hidrogeomorfológicas en el río Marañon

06 Agosto 2018  
Q=10 180 m<sup>3</sup>/s



Velocidad [m/h]	0.57
Velocidad [m/día]	13.65
qb [ton/m h]	0.22
qb[ton/ m día]	5.34





<http://cita.utec.edu.pe/amazon-basin/>

## Dancing Rivers in the Amazon Basin

The science behind the movements of rivers.

contributed by





CITA es **innovación**

#### Investigación

Nuestro centro desarrolla investigación en todas las regiones del Perú y conceptualizando la interconectividad entre las diferentes vertientes: Pacífico, Atlántico y Títicaca, así como los nexos del agua.

[Ver más](#)

#### Capacidades

El CITA es un centro multidisciplinario, que relaciona las diferentes ramas ambientales con la tecnología, promoviendo la difusión del conocimiento a través del desarrollo de capacidades y habilidades técnicas, así como la inclusión de las comunidades a través de talleres y actividades participativas.

[Ver más](#)



## ***Resultados del estudio del comportamiento de ríos en el ámbito del proyecto Hidrovía Amazónica***

**Jorge D. Abad**

[jabadc@utec.edu.pe](mailto:jabadc@utec.edu.pe)

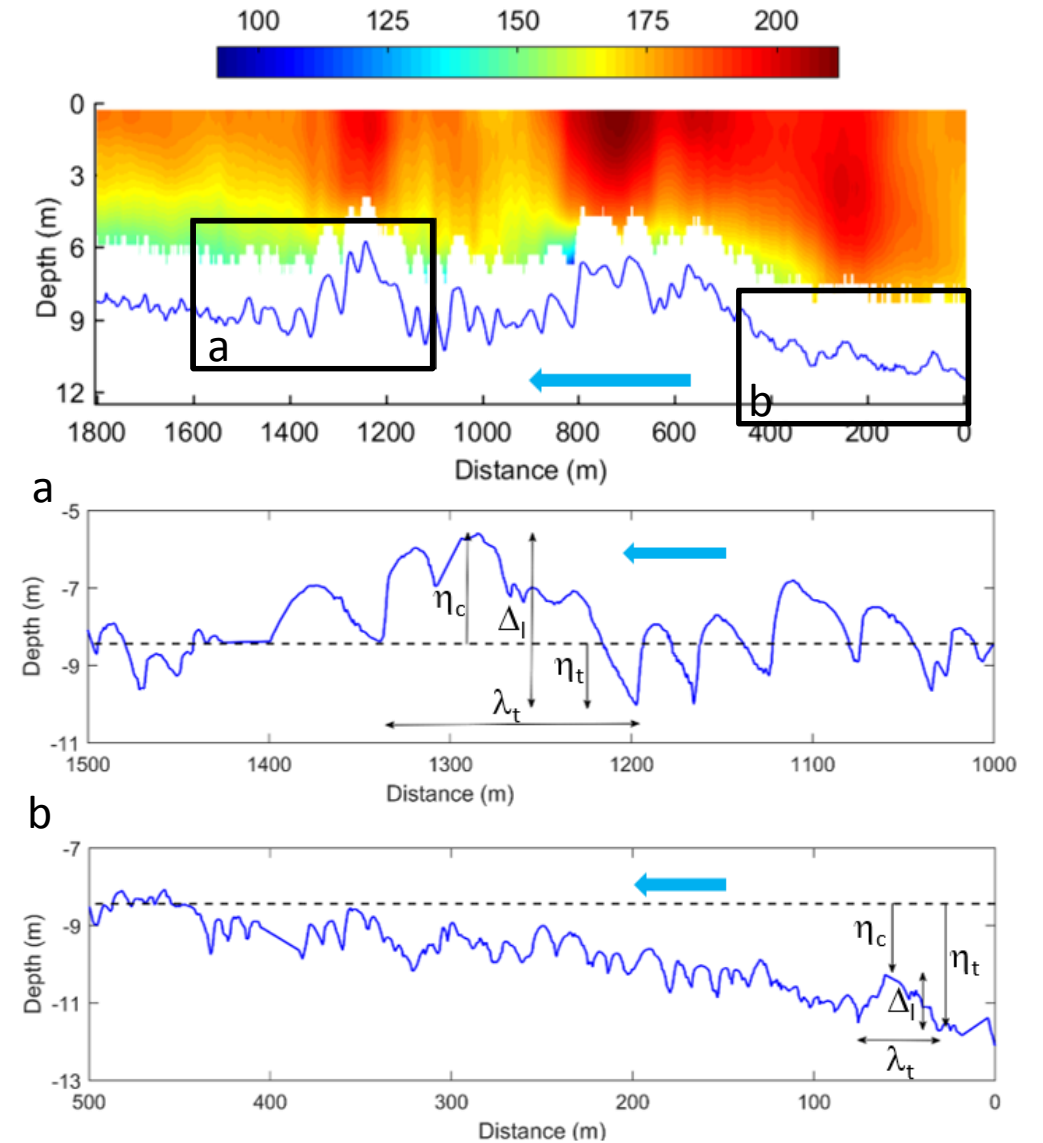
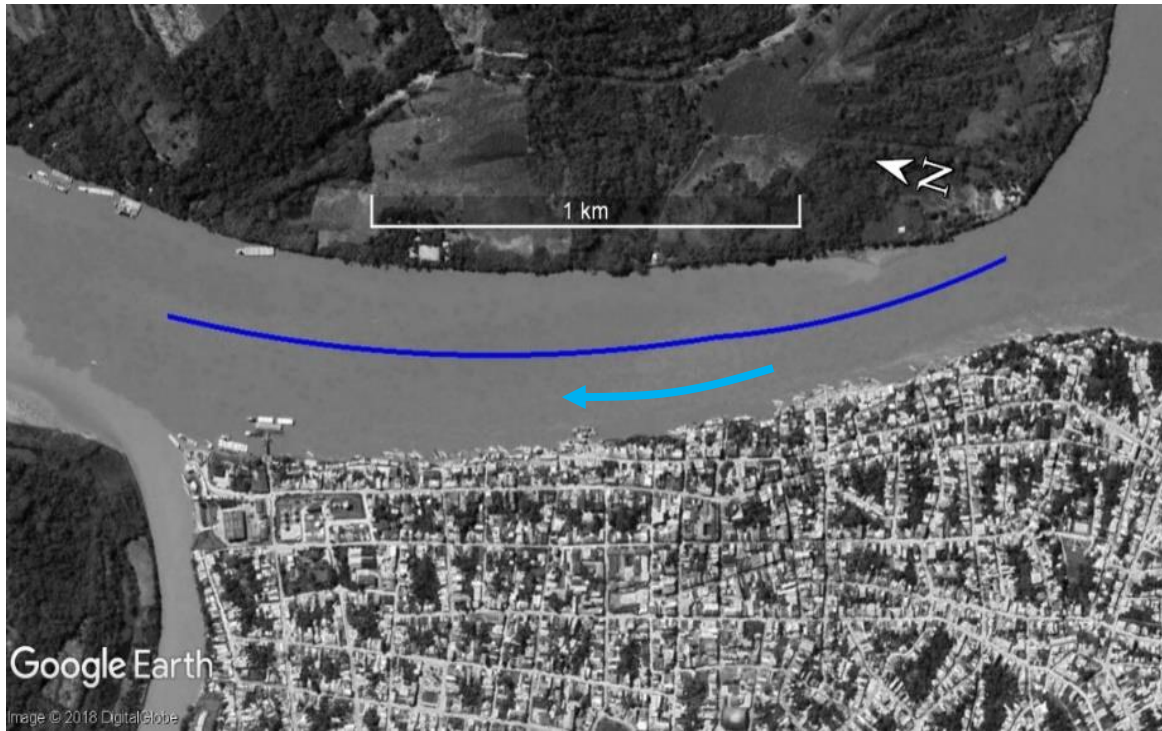
*Director, Carreras de Ingeniería Civil y Ambiental*

*Director: CITA (Centro de Investigación y Tecnología del Agua)*

*Director Académico, CREAR (Center for Research and Education of the Amazonian Rainforest)*



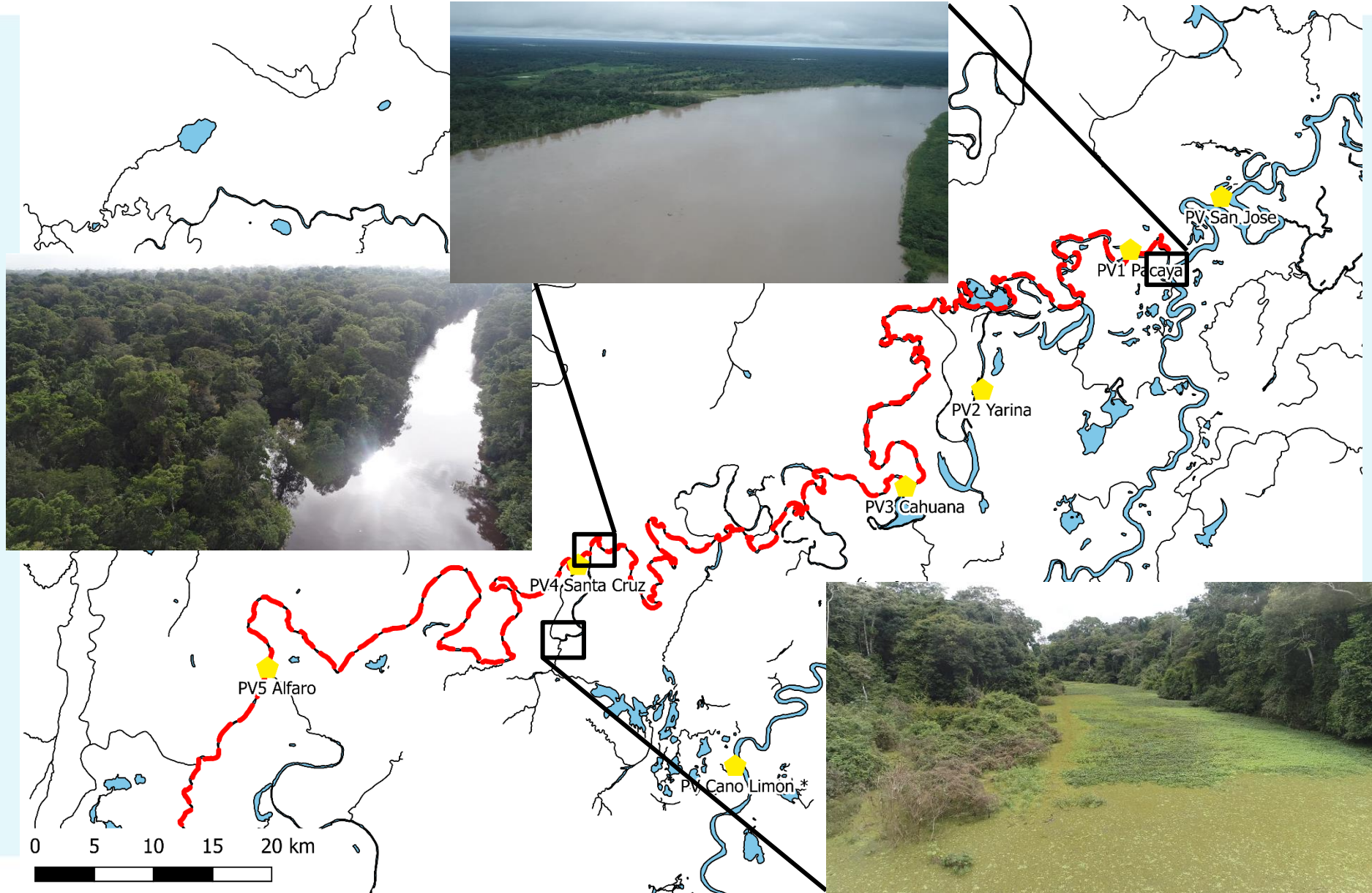
# Los sedimentos – formas de fondo



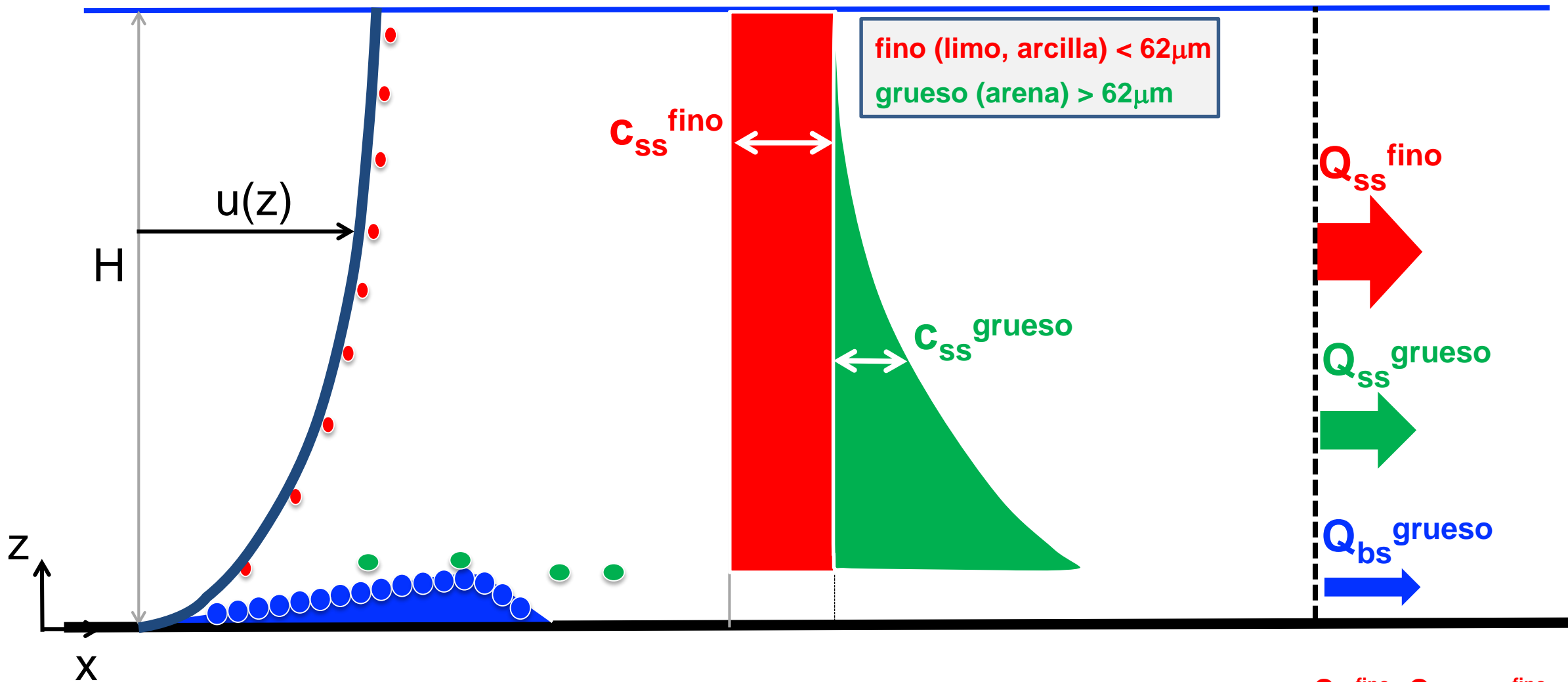


# CUENCA DEL RIO PACAYA

## RIOS, TRIBUTARIOS Y SEDIMENTOS



# Agua y Sedimentos (finos y gruesos)

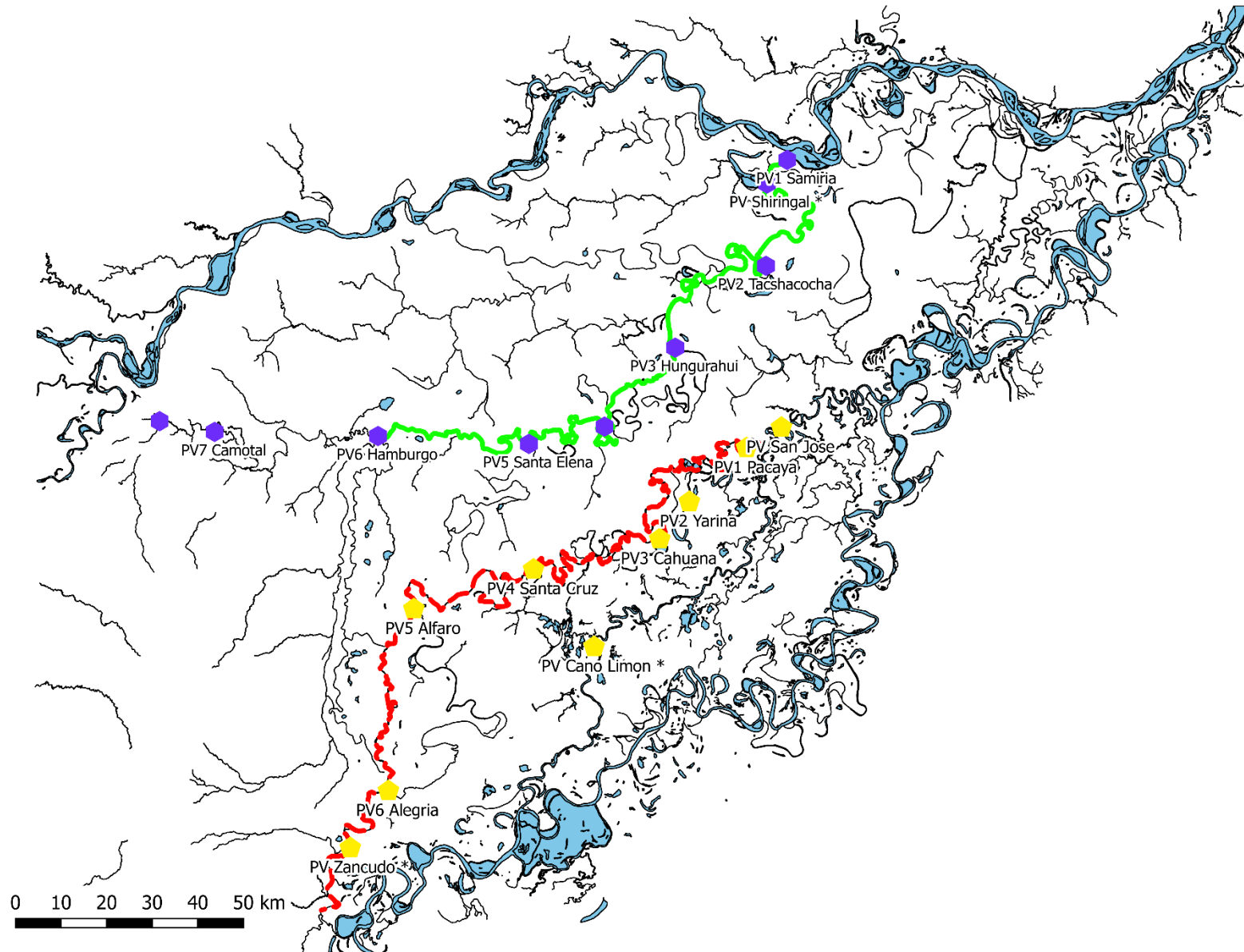


$$Q_{ss} \text{ fino} = Q_W \cdot C_{ss} \text{ fino}$$

$$Q_{ss} \text{ grueso} = Q_W \cdot C_{ss} \text{ grueso}$$



# BALANCE HIDROLOGICO





# DUNES MIGRATION

## Cross-correlation method (Nordin,1971)

$$\rho_{yz}(s) = \frac{\phi_{yz}(s)}{\sqrt{\phi_{yy}(0)\phi_{zz}(0)}}$$

THE **CROSS CORRELATION** BETWEEN THE DUNES IN TWO CONTINUOUS DAYS, ALLOWS US TO KNOW THE MIGRATION OF THE DUNES.

THE **DUNES' VELOCITY** WILL BE CALCULATED DIVIDING THE DISTANCE (LAG) BY THE TIME INTERVAL (FROM THE MEASUREMENTS)

Lag(m)	Correl
10	-.04221
20	.07806
25	.18663
30	.30666
32	.32523
32.5	.32656
33	.32658
33.5	.32531
35	.31291
37	.27341
40	.16368





# BED LOAD TRANSPORT RATE



## Unit bedload transport (Engel and Lau,1971)

$$q_b = 1.32\gamma_s(1 - \lambda_p)U_b\bar{\xi} \quad U_b = \frac{d}{\Delta t}$$

$Q_b$  = bedload transport per unit width (Ton/m day)

$U_b$  = dune velocity (m/day)

$\lambda_p$  = porosity

$\xi$  = The absolute value of the dune elevation from the mean bed level (m)

	Day 1
Lag[m]	33
Time [s]	86400
<b>Speed [m/h]</b>	<b>1.38</b>
Porosity	0.40
Specific weight[kg/m <sup>3</sup> ]	2650
<b><math>q_b</math>[ton/m-día]</b>	<b>21.61</b>



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones



ProlInversión

Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

MTC



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Transporte Acuático



PERÚ PROGRESO PARA TODOS

## Los ríos de la Hidrovía (2,687 km)

Ríos Marañón y Amazonas, tramo Saramiriza - Iquitos - Santa Rosa

Río Huallaga, tramo Yurimaguas - confluencia con el río Marañón

Río Ucayali, tramo Pucallpa - confluencia con el río Marañón



El dragado se realizará solo en los malos pasos que están en el canal de navegación (56 m de ancho y 1.8 m de profundidad)

## Los ríos de la Hidrovía (2678 km) Dragado de malos pasos

- 1) 214,000 m<sup>3</sup> – Río Marañón
- 2) 598,000 m<sup>3</sup> – Río Ucayali
- 3) 2'156,000 m<sup>3</sup> – Río Huallaga
- 4) 900,000 m<sup>3</sup> – Puerto Iquitos

