



A : OSCAR GUSTAVO FELIPE OBANDO
DIRECTOR DE HIDROLOGIA

ASUNTO : Solicita remitir informe de seguimiento al avance de la ejecución financiera del convenio específico entre la Municipalidad Provincial de Ica y el SENAMHI

REFERENCIA : PROVEIDO N° D000030-2025-SENAMHI-DHI (09ENE2025)

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para manifestarle lo siguiente:

I. OBJETO:

Presentar el avance del convenio específico de cooperación técnica interinstitucional entre la Municipalidad provincial de Ica y el SENAMHI para el desarrollo del Estudio de caracterización del peligro de inundación fluvial en la ciudad de Ica.

II. ANTECEDENTES:

El estudio de caracterización del peligro de inundación fluvial en la ciudad de Ica tiene como objetivo realizar un estudio de caracterización del peligro de inundación en la cuenca baja del río Ica en el tramo del río de aproximadamente 18 km de longitud comprendido entre los distritos de Los Molinos y Santiago, con enfoque territorial integrado necesario para este tipo de estudios. Asimismo, tiene como objetivos específicos:

- Analizar la dinámica del sistema fluvial y geomorfología.
- Generar un MNT (Modelo Numérico del Terreno) que incluya la batimetría para implementar modelo hidráulico de inundación.
- Realizar el análisis y modelamiento hidrológico de la cuenca del río Ica; de preferencia a paso subdiario.
- Realizar la simulación numérica y caracterización del peligro de inundación en tramo seleccionado del río Ica.

III. ANÁLISIS:

Al respecto, hasta la fecha se han avanzado con las siguientes actividades:

- III.1 Reconocimiento de tramos críticos, aforos líquidos y toma de muestras de sedimentos de fondo

Respecto al ítem mencionado, se han realizado 2 salidas de campo para identificar los tramos críticos, el primer viaje fue el mapeo de todo el tramo crítico considerado en el estudio, y en el segundo viaje se ubicaron puntos de muestreo de suelos para la caracterización de las propiedades mecánicas de los depósitos de sedimentos a lo largo del río Ica.

Se menciona que durante la salida a campo para el muestreo de suelos se realizaron las siguientes actividades:

- Se realizaron 05 muestreos de suelo representativos distribuidos entre los distritos de Santiago y San José de los Molinos, provincia de Ica, región de Ica.
- Se reporta 01 muestreo de sedimentos en suspensión con el instrumento Muestreador integrador de profundidad DH-48 para sedimentos en suspensión. Este muestreo estuvo acompañado de un aforo en la estación Los Molinos. Como recomendación se proyecta realizar una campaña de aforo y muestra de sedimentos luego de las primeras lluvias, ya que durante estos meses el nivel del río es bajo evidenciado por el caudal aforado.
- En el aforo de la sección del río en el punto de muestreo 1, se realizaron 15 mediciones a la sección del río y se obtuvo un valor del caudal líquido de 0.44 m³/s.
- Las muestras fueron enviadas al laboratorio de mecánica de suelos de la UNALM para su análisis.

III.2 Levantamiento topográfico, batimétrico y geodésico

Con respecto al levantamiento topográfico del área de estudio se precisa lo siguiente:

Cronograma de trabajo

El trabajo de campo se realizó desde el 30 de mayo hasta el 09 de junio, según el siguiente cronograma:

DÍA	DÍA	ACTIVIDADES
1	30/04/2024	✓ Reunión con autoridades y actores estratégicos.
2	01/05/2024	✓ Reconocimiento de campo ✓ Visita a estación de video para vigilancia del río Ica en la estación Los Molinos
3	02/05/2024	✓ Establecimiento de punto de control geodésico. ✓ Vuelos con dron: Los Molinos, El Olivo, El Carmen (SAN JOSE DE LOS MOLINOS, SAN JUAN BAUTISTA)
4	03/05/2024	✓ Medición de caudales y secciones a lo largo del tramo del río Ica
5	04/05/2024	✓ Establecimiento de punto base ✓ Vuelos con dron: Ica ciudad zona centro
6	05/05/2024	✓ Establecimiento de punto base ✓ Vuelos con dron: Ica zona sur

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

7	06/05/2024	✓ Establecimiento de punto base ✓ Vuelos con dron: Ica zona centro y sur (completación de vuelos)
8	07/05/2024	✓ Establecimiento de punto base ✓ Vuelos con dron: Quebrada Cansas (Parte media)
9	08/05/2024	✓ Establecimiento de punto base ✓ Vuelos con dron: Quebrada Cansas (Parte media) ✓ Almacenamiento de data (Gabinete)
10	09/05/2024	✓ Establecimiento de punto base ✓ Vuelos con dron: río Ica (Parte alta) ✓ Almacenamiento de data (Gabinete) ✓ Revisión de datos vuelo (Gabinete)

Flujo de trabajo

La metodología usada para los trabajos de fotogrametría de alta precisión fue mediante el PPK (siglas de Post-Processed Kinematic o cinemática postprocesada en español). El uso del PPK para cartografiar con un dron tiene varias ventajas. El PPK no requiere la colocación de puntos de control en tierra (GCP), lo que permite inspeccionar zonas mucho más amplias. Es especialmente útil cuando hay que cartografiar grandes territorios o lugares con terreno difícil como es el caso del presente trabajo.

Aunque el PPK se utiliza principalmente en la cartografía con vehículos aéreos no tripulados (UAV), también puede utilizarse como respaldo del RTK para cualquier trabajo de topografía. El PPK ofrece un flujo de trabajo más flexible, que permite ejecutar el procesamiento varias veces utilizando diferentes configuraciones. Tampoco requiere un enlace de conexión entre la base y el rover, lo que simplifica la configuración del equipo.

Panel fotográfico



Reunión con el Alcalde y representantes de la
Municipalidad Provincial de Ica



Puesta en marcha del primer Punto Geodésico en las
oficinas de la Dirección Zonal Ica de SENAMHI

*"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"*

<p>Reconocimiento del ámbito de estudio en el río Ica. Barraje totalmente colmatado de sedimentos de la bocatoma de San José de los Molinos.</p>	<p>Material sedimentario fino no consolidado en la Bocatoma San José de Los Molinos</p>
<p>Puesta en marcha del Punto de Control Terrestre (GCP) en el Puente San Juan</p>	<p>Preparación para el vuelo de la zona norte del área de estudio.</p>

Puntos geodésicos (Base) y Puntos de control terrestre (GCP)

Nombre	UTM 18 S – EGM 2008			WGS 84			Código
	Norte	Este	H	lon	lat	h	
BasePPK-DZ05	8446691.451	418893.756	415.335	-14.04930742	-75.7511892	443.264	DZ05
GCP-01	8450724.275	421222.108	421.172	-14.01291176	-75.72951045	449.836	PteSanJuan_pista
GCP-02	8450716.535	421216.105	421.077	-14.01298156	-75.72956626	449.74	PteSanJuan_trocha
GCP-10	8456922.287	423127.907	445.661	-13.95692611	-75.71169078	475.255	Fundo San Fruits
BasePPK-09	8456917.427	423126.345	445.707	-13.95697001	-75.71170537	475.301	Fundo San Fruits
BasePPK-10	8446946.114	421024.658	413.274	-14.04706548	-75.73144707	441.549	Huarango
GCP-11	8446946.476	421020.749	413.227	-14.0470621	-75.73148326	441.502	Huarango
BasePPK-11	8440053.968	422513.872	393.183	-14.10942026	-75.71784972	421.039	Villa Esmeralda
GCP-12	8440040.278	422505.388	393.323	-14.10954379	-75.71792869	421.176	Villa Esmeralda
BasePPK-12	8450951.011	423688.185	446.11	-14.01092944	-75.70666871	475.211	La Máquina Cansas
GCP-13	8450942.089	423696.504	446.449	-14.01101033	-75.70659192	475.55	La Máquina Cansas
BasePPK-14	8447887.128	423605.086	438.974	-14.03862863	-75.70752309	467.758	Tinguña estadio

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

GCP-14	8447886.323	423596.015	438.95	-14.03863566	-75.70760712	467.733	Tinguiña estadio
BasePPK-16	8448812.668	427476.141	527.912	-14.03036269	-75.67164917	557.474	Tinguiña Cansas
GCP-16	8450231.225	432977.198	765.877	-14.01767288	-75.62067117	796.67	Tinguiña Cansas

Geoetiquetado

Para la verificación de las fotografías aéreas recolectadas, se procedió al geoetiquetado de los metadatos de las fotos. El resultado del procesamiento mostró que la precisión media de las fotografías estuvo en el orden de los 2 cm en la horizontal y 5 cm en la vertical.

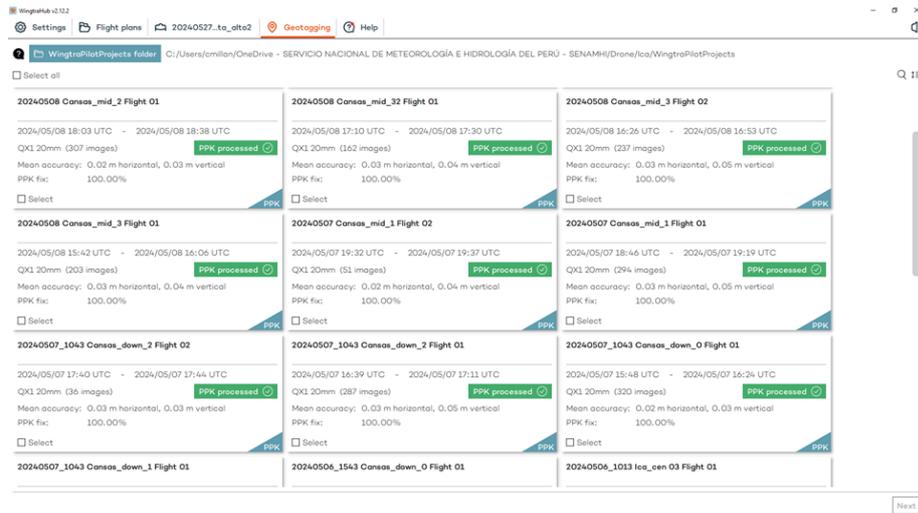


Figura 1. Geoetiquetado de las fotos

Fotogrametría por Structure from Motion (sfm)

Se han generado los productos fotogramétricos: DSM, DTM, Ortofoto.

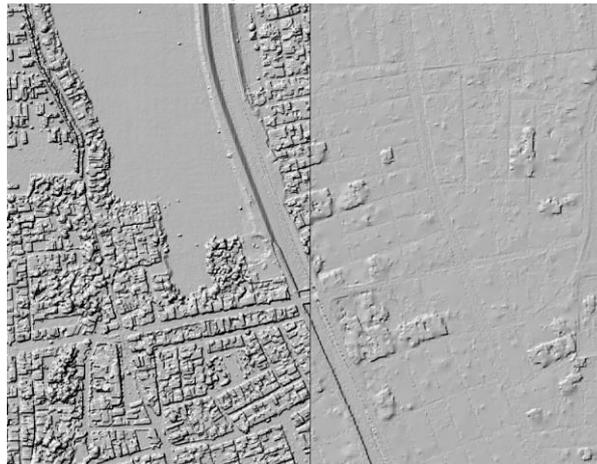


Figura 2. Comparación del DSM y el DTM generado

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"



Figura 3. Ortomosaico del proyecto

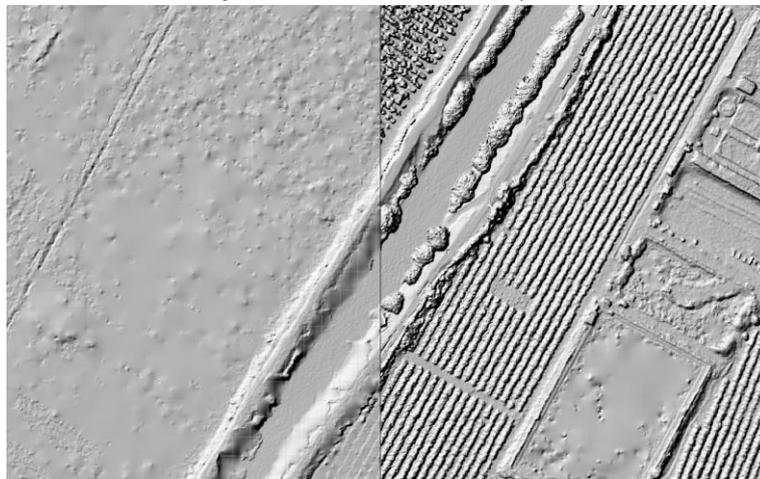


Figura 4. Batimetría corregida filtrando los obstáculos dentro del cauce.

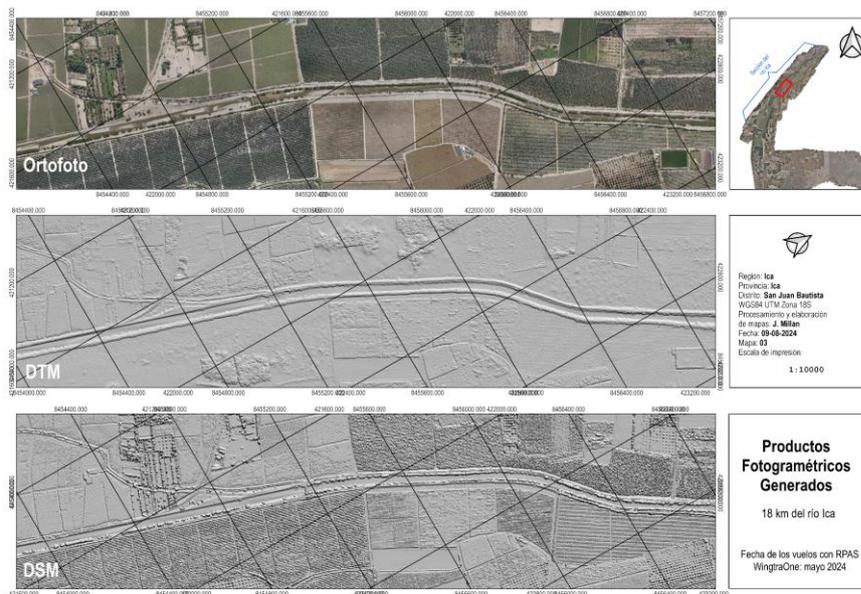


Figura 5. Mapa de resultados de la fotogrametría del proyecto

III.3 Análisis hidrológico y modelamiento de caudales extremos

III.3.1 Río Ica

III.3.1.1 Modelo hidrológico de la cuenca Ica

Como parte de esta actividad, a la fecha se ha culminado con el entendimiento de las precipitaciones extremas en la cuenca del río Ica para tal fin se han recopilado los datos de precipitaciones extremas en la cuenca del río Ica y regiones circundantes para determinar los períodos de retorno considerando Máximos diarios, pero también la distribución sub diaria de las precipitaciones. La Figura 11 muestra la distribución de las estaciones con información subsidiaria sobre la cuenca del río Ica. En los siguientes meses se va a desarrollar la estimación frecuencial de las precipitaciones máximas para la cuenca del río Ica.

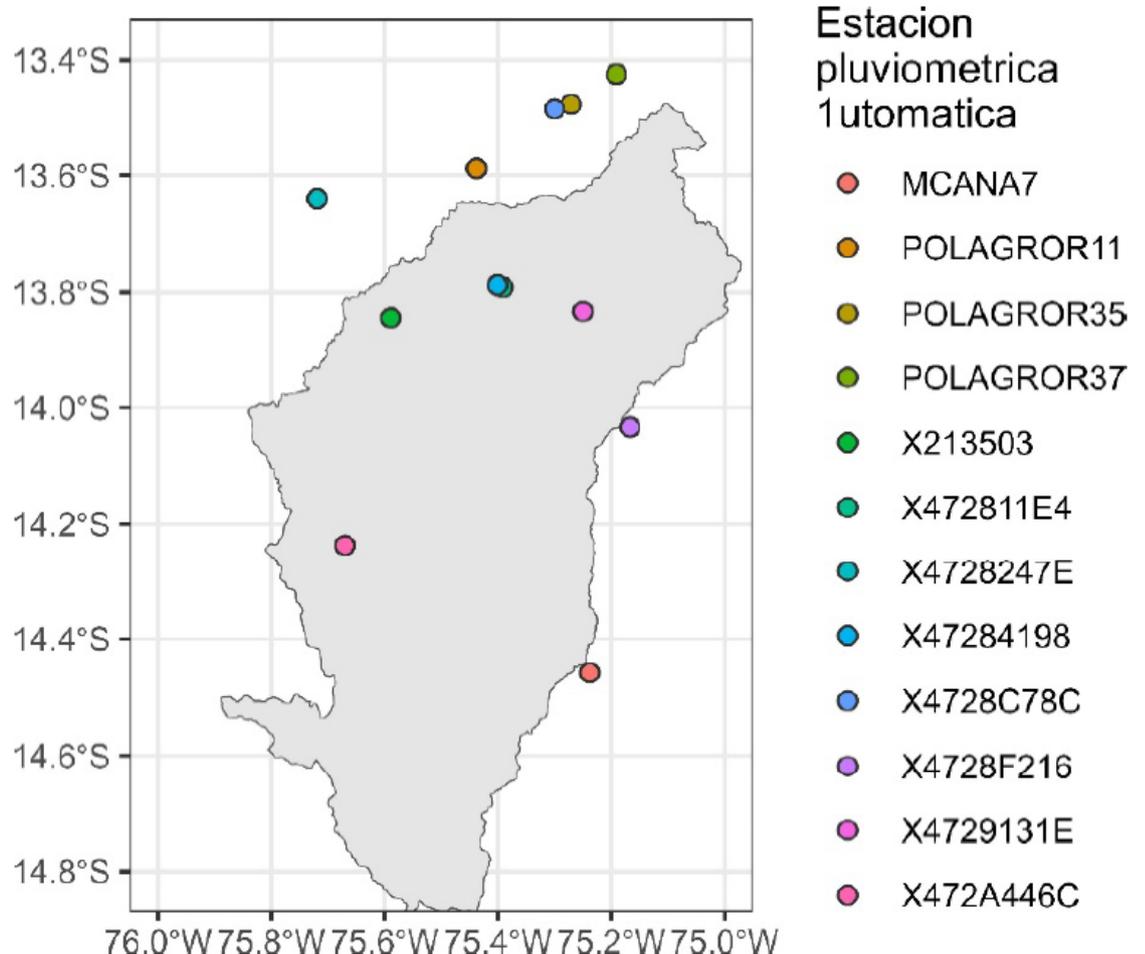


Figura 6. Estaciones pluviométricas subsidiarias localizadas dentro de la cuenca del río Ica.

Además, en esta actividad se ha culminado con el modelamiento hidrológico a paso de tiempo sub diario de la cuenca del río Ica, para lo cual se está utilizando el modelo hidrológico SWAT, la Figura 7 muestra el modelo calibrado y validado para la estación Los Molinos.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

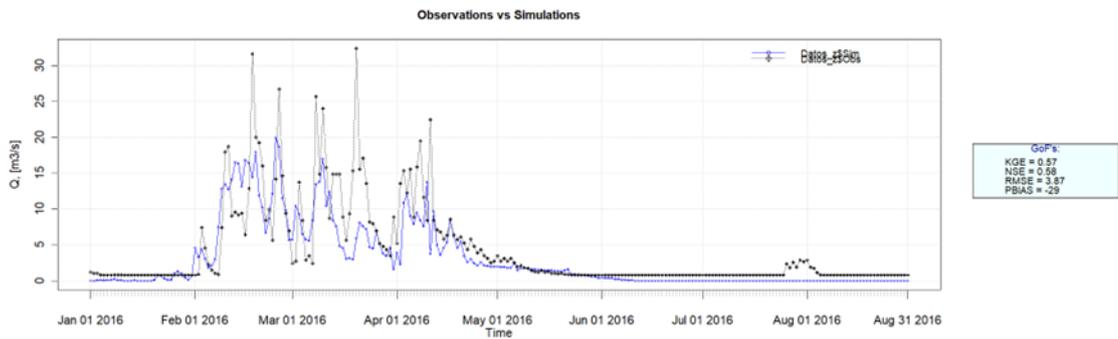


Figura 7. Caudales Simulados vs Observados en la estación Los Molinos.

III.3.1.2 Caudales de máximas avenidas en el río Ica

SENAMHI cuenta con un sistema de monitoreo y pronóstico de caudales a nivel nacional, denominado PHISIS (<https://www.senamhi.gob.pe/?&p=monitoreo-hidrologico>), el cual cuenta con umbrales de aviso de peligro clasificados en Amarillo, Naranja y Rojo según el nivel del aviso. Para la estación Los Molinos, aguas arriba del tramo de estudio en el río Ica, los niveles son 70, 140, 250 m³/s respectivamente. Se tomaron en cuenta estos umbrales de aviso para los primeros escenarios del modelamiento hidráulico de las inundaciones en la ciudad de Ica.

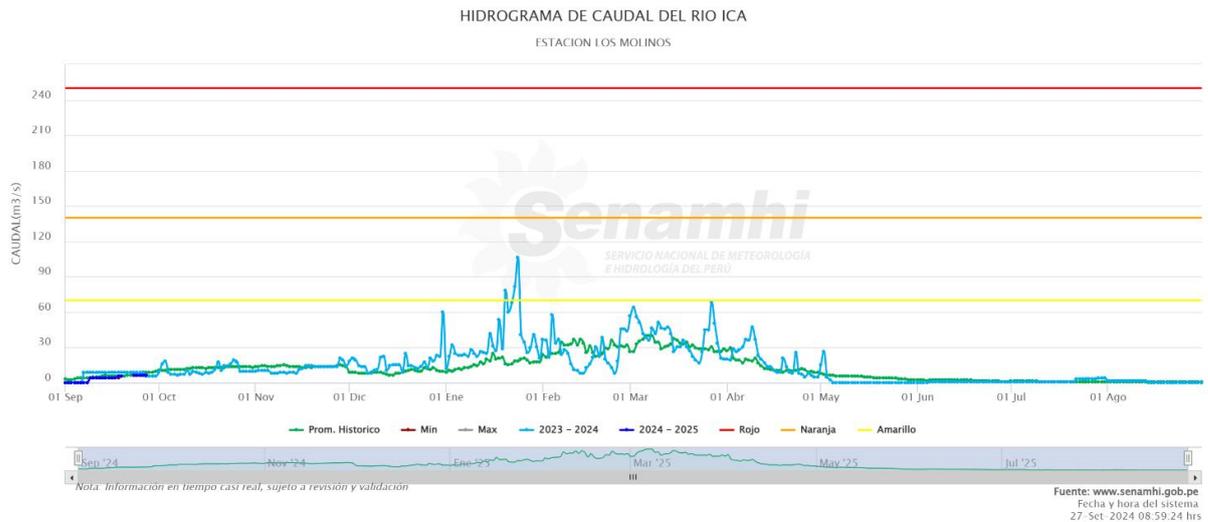


Figura 8. Monitoreo hidrológico en la estación Los Molinos y los niveles de aviso de PHISIS.

Adicionalmente a los niveles de PHISIS, se realizó un análisis de frecuencia de máximas avenidas anuales del río Ica a partir del registro histórico de la estación hidrológica Los Molinos mediante un enfoque directo a escala local.

*"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"*

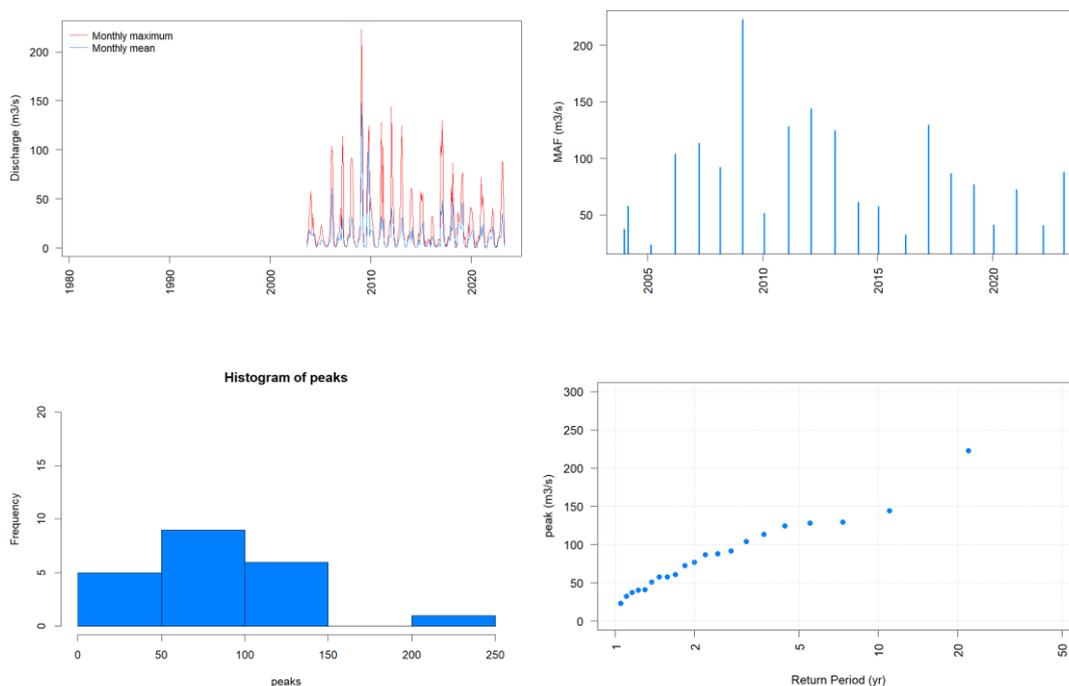


Figura 9. (a) Los caudales mensuales medios y máximas para la estación Los Molinos. (b) Caudales máximos anuales. (c) Histograma de caudales. (d) Grafico de dispersión de los caudales máximos anuales para la serie histórica en escala logarítmica.

Fuente: Elaboración propia.

Se utilizaron diferentes modelos de ajuste de distribución (normal "NORM", 2 parameter log-normal "LN", Gumbel "GUMBEL", Frechet "EV2", Generalized Extreme Value "GEV", Pearson type III "P3", log-Pearson type III "LP3"), sin embargo, para la selección del modelo que mejor se ajusta a la serie se utilizó los criterios de selección de modelos para el análisis de frecuencia de extremos hidrológicos de Laio et al (2008). Los resultados de los puntajes de cada criterio de selección para cada distribución considerada se encuentran en la tabla 2 para la estación Los Molinos.

Tabla 1. Criterio de selección de Laio et al. (2008) para la estación Los Molinos

Criteria	Distribution							Best
	NORM	LN	GUMBEL	EV2	GEV	P3	LP3	
AIC	224.81	219.14	219.95	222.32	221.63	218.41	221.01	P4
AICc	225.48	219.81	220.62	222.99	223.04	219.82	222.42	LN
BIC	226.90	221.23	222.04	224.41	224.76	221.54	224.15	LN
ADC	0.21	0.05	0.05	0.17	0.07	0.05	0.05	LN

Fuente: Elaboración propia.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

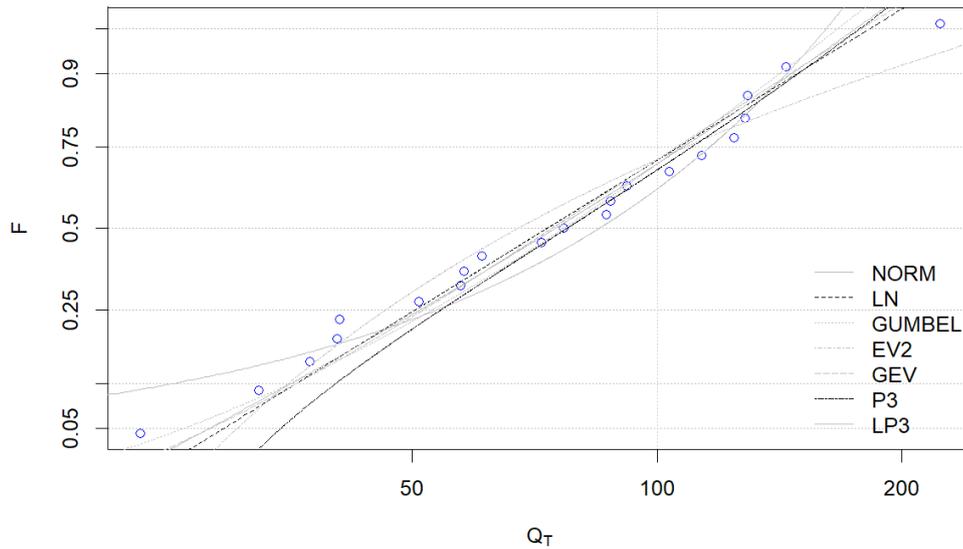


Figura 10. Función de distribución o gráfico de la probabilidad de no-excedencia y el ajuste de las siete funciones de distribución analizadas para la estación Los Molinos.

A partir de los criterios analizados, se usó la distribución Log-Normal (LN) para la estación Los Molinos. Para estimar el ajuste de ambas distribuciones se utilizaron 2 enfoques de máxima verosimilitud y momentos. Adicionalmente se desarrolló un análisis de incertidumbre mediante un análisis de frecuencias con el método Markov Chain Monte Carlo para la inferencia Bayesiana (para un nivel de confianza del 99 % con una configuración de 50,000 iteraciones y 3 cadenas para el algoritmo de MCMC) (Figura 21).

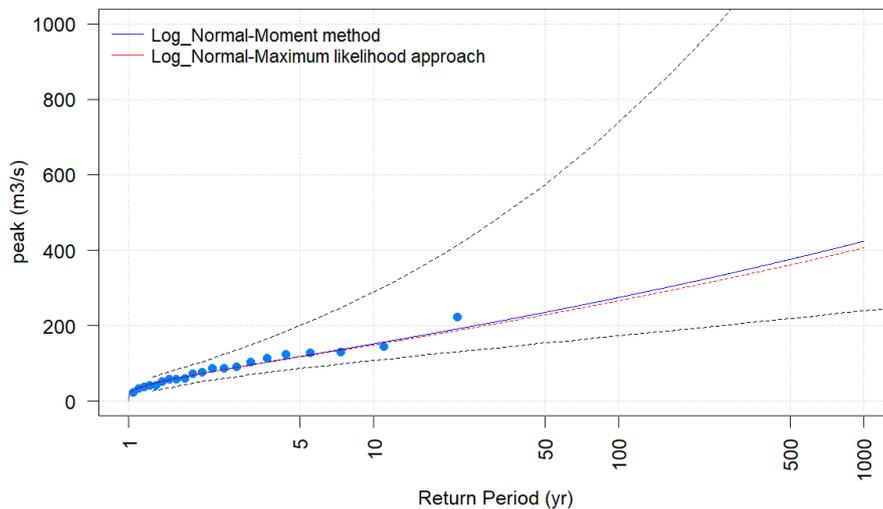


Figura 11. Análisis de incertidumbre de la distribución para la estación Los Molinos

Los resultados para periodos de retorno típicos a partir de las distribuciones son:

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

Tabla 2. Resultados de caudales para diferentes periodos de retorno

Tr	Los Molinos	
	Q (Moment)	Q (ML)
2	73.2	73.2
5	118.1	116.7
10	151.6	149.0
25	197.9	193.2
50	235.1	228.6
75	257.9	250.2
100	274.5	265.9
150	298.7	288.7
200	316.3	305.4
300	342.0	329.5
400	360.8	347.1
500	375.6	361.1
1000	423.7	406.2

III.3.2 Quebrada cansas

III.3.2.1 Simulación hidrológica en la quebrada Cansas

El análisis hidrológico de la quebrada Cansas ha comprendido el análisis de precipitaciones máximas para generar los modelos hidrológicos para diferentes periodos de retorno con modelos hidrológicos semidistribuido en HechMS. Este análisis se realizó utilizando las estaciones, Challaca, Cordova, Huamani, San Camilo, Santiago y Tacama.

Tabla 6. Estaciones pluviométricas utilizadas

Nombre	Tipo	Categoría	Coordenada UTM - WGS 84		Cantidad de datos
			Este	Norte	
Challaca	Meteorológica	CO	458697.177	8475413.64	25
Cordova	Meteorológica	PLU	479811.403	8447774.43	61
Huamani	Meteorológica	CO	434396.699	8469547.21	58
San Camilo	Meteorológica	MAP	423240.131	8444050.13	70
Santiago	Meteorológica	PE	430093.448	8430842.83	62
Tacama	Meteorológica	CO	422188.587	8452179.66	26

La disgregación de las subcuencas siguió criterios basados en los puntos de interés principales de la cuenca. Estos incluyen: (1) la confluencia de las subcuencas principales en la parte alta y media, donde se ubicó el punto de calibración; (2) la zona de los diques al inicio del abanico aluvial; (3) el punto a la altura del baden, donde se validará con el modelo hidráulico; y (4) la confluencia con el río Ica, el último punto de interés.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

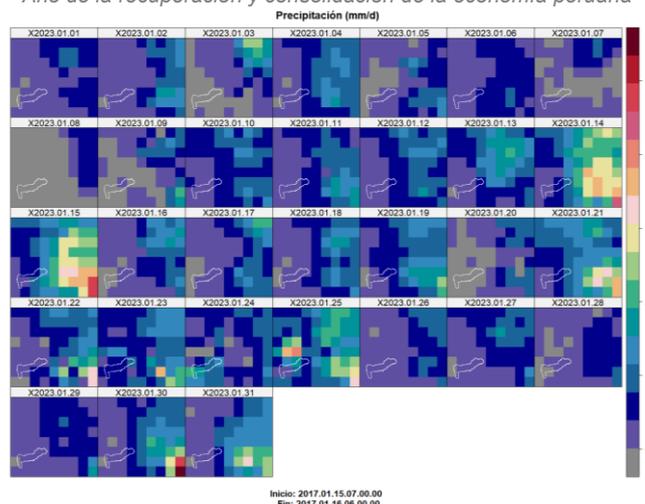


Figura 14. Precipitación acumulada a paso diario del producto PISCO horario para enero de 2017 durante el evento más fuerte durante el FEN 2017

Como parte del análisis, en primer lugar, se realizó un análisis de la respuesta hidrológica de la quebrada Cansas. La principal forzante del modelo fue la lluvia horaria de PISCOh. Se simularon dos eventos recientes de flujos de escombros ocurridos el 2017 y 2023. Este modelamiento se realizó para simular la respuesta hidrológica de la quebrada y obtener los hidrogramas de entrada para los modelos de flujos de detritos. La información de coeficientes de rugosidad se obtuvo del estudio de la quebrada Cansas calibrado de la RCC (2023).

Se optó realizar la simulación con los modelos Synxflow y Flo2d para poder comparar los resultados para el 2017, que fue el evento de mayor magnitud e impacto. Posteriormente se realizó la simulación para el evento de 2023.

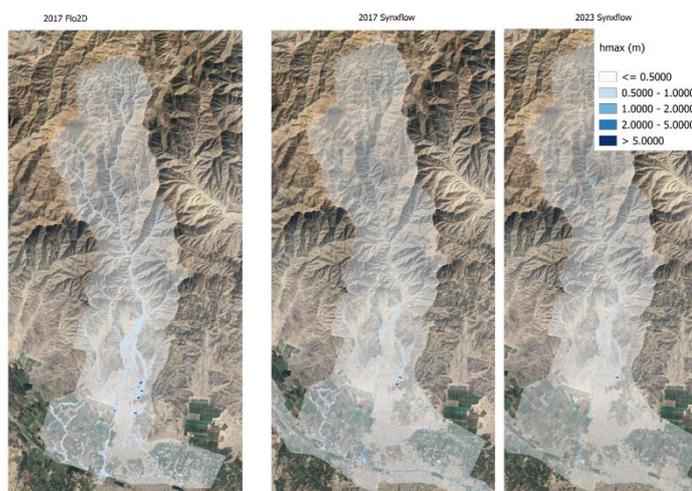


Figura 15. Mapa de inundaciones pluviales en la quebrada Cansas y ciudad de Ica.

Fuente: Elaboración propia.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

Hidrogramas Evento 24 de enero 2017

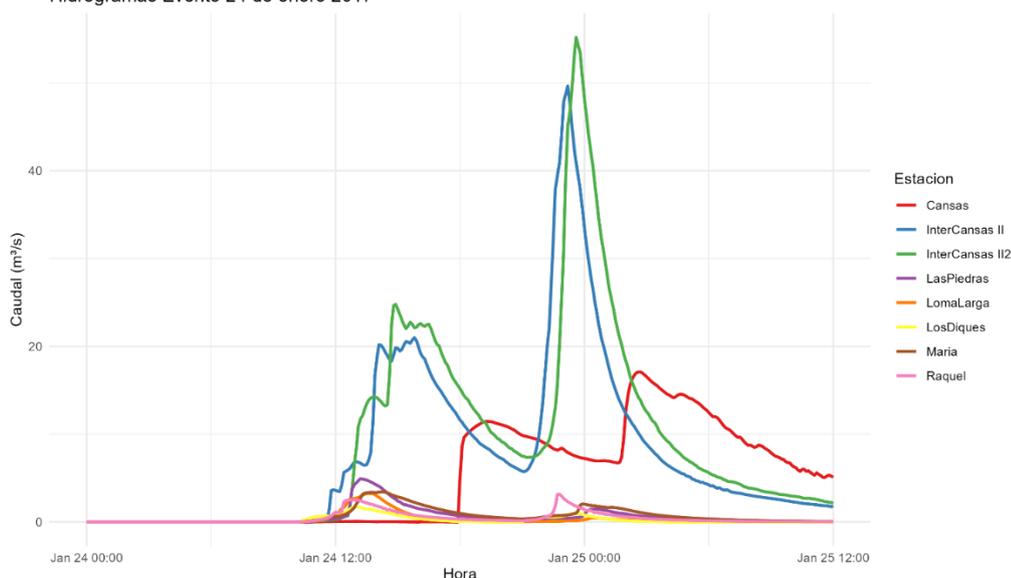


Figura 16. Hidrograma líquido de avenidas para el 2017 en 5 brazos de la quebrada Cansas simulado con datos horarios de PISCOh.

Fuente: Elaboración propia.

III.4 Difusión y publicación

Como parte de esta actividad se ha desarrollado la plataforma PASTOR - Pronósticos bAsados en impactoS frenTe a inundaciOnes fluviales para la zona uRbana de la ciudad de Ica, la cual incluye pronósticos basados en impacto tal como se muestra en la Figura 22. PASTOR es de libre acceso en https://bit.ly/PASTOR_SENAMHI. Esta plataforma incluye elementos expuestos como población, instituciones educativas, centros de salud, red vial y áreas agrícolas.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

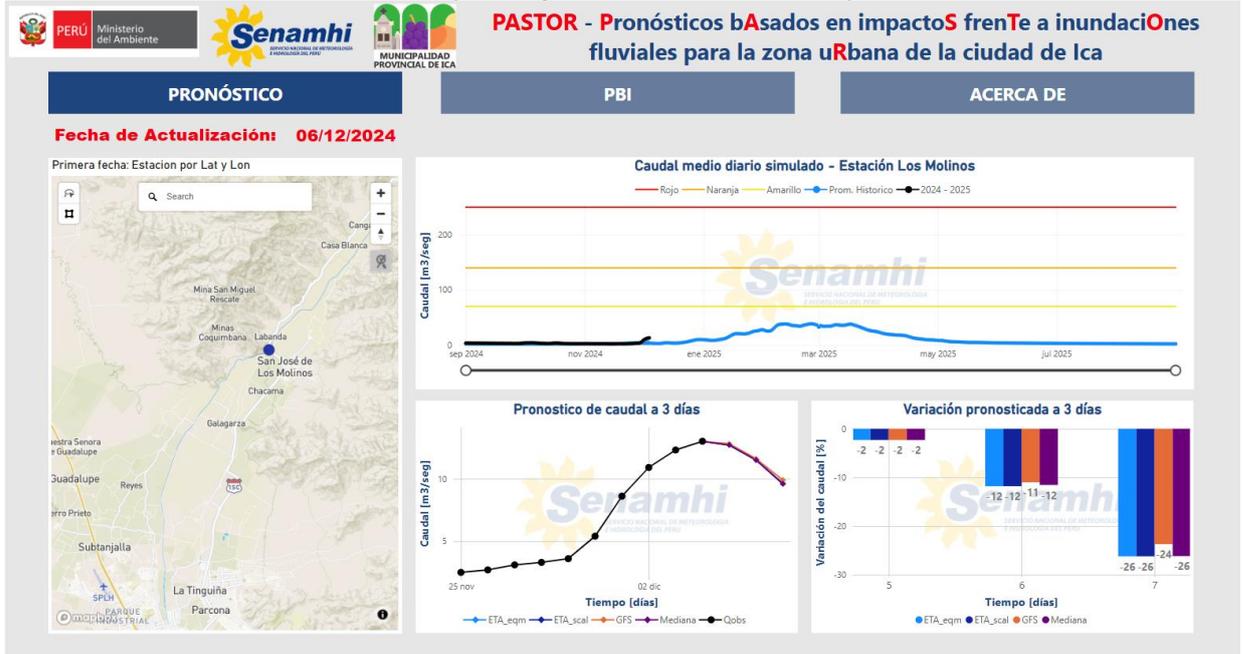


Figura 17. Sistema PASTOR implementado.

III.5 Equipos e instrumentación de sensores hidrológicos

a) Cámara de video para velocimetría

El sistema de monitoreo mediante videos de velocimetría es denominado "N-Flow" el cual ha sido desarrollado por la Universidad de Ingeniería y Tecnología. En la Figura 18 se puede apreciar como es el sistema ya instalado en la cuenca del río Ica. Siendo un sistema modular para su fácil mantenimiento y cambio de piezas.

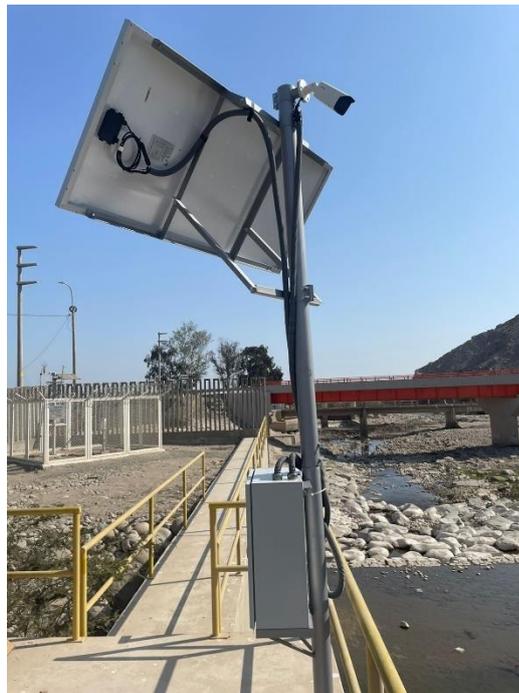


Figura 18. Estacion de velocimetría en la cuenca del río Ica.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

Este sistema se basa en la grabación de videos y su envío a la nube de Google Drive. Estos videos pueden procesarse posteriormente mediante algoritmos de video para estimar la velocimetría de la superficie en el área de interés. Utilizando estos datos, junto con un estudio previo de la batimetría del río, se puede estimar el caudal del río que se está monitorizando. Los datos de la cámara se pueden ver en el siguiente enlace: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1mn32jMLIAXSJeEOIW1leQoScen--cq2F> . La Figura 13 muestra una imagen de los videos almacenados.



Figura 19. Imagen referencial del video que se observa a través de la cámara de velocimetría en la cuenca del río Ica.

b) Estaciones hidrológicas

En el marco del proceso de adquisición e instalación de tres (3) estaciones hidrológicas automáticas (EHA's) para la ciudad de Ica, las mismas ya están operativas y los datos están disponibles en el siguiente link: <https://polaris.adrtecnology.com/polaris/gis/map>; para el acceso se debe solicitar acceso al Dr. Zonal de la DZ Ica. La ubicación de las 3 estaciones se observa en la Figura 14, y las estaciones ya instaladas se observa en la Figura 15.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"



Figura 20. Localización de las 3 estaciones instaladas en el marco del proyecto.

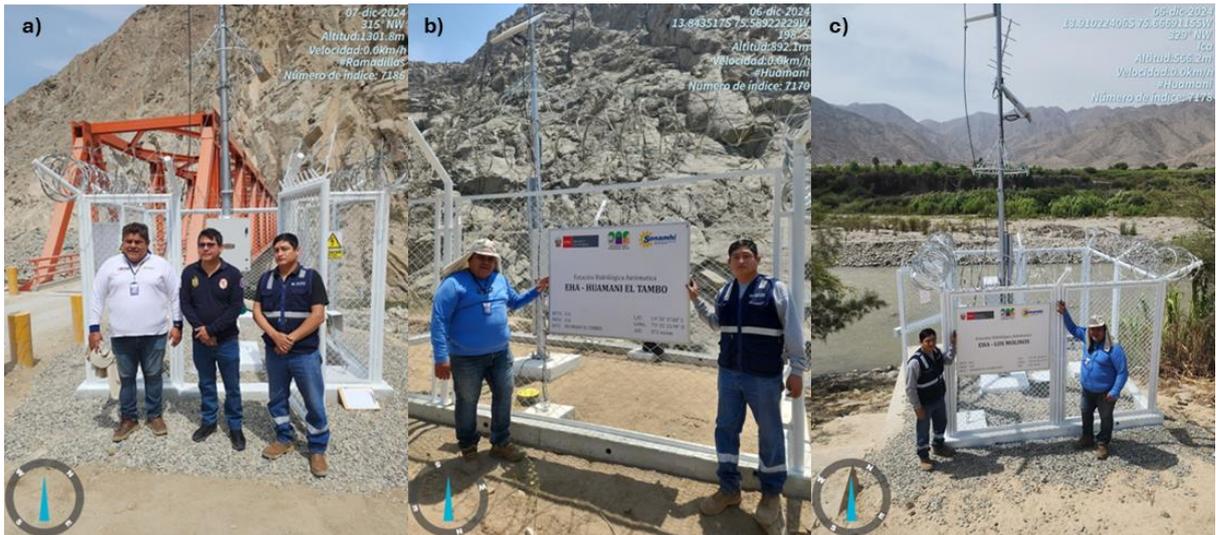


Figura 21. Estaciones instaladas en el marco del proyecto. a) Estación Ramadilla, b) Estación Tambo Huamani y c) Estación Los Molinos.

III.6 Modelamiento hidráulico y mapeo de áreas inundables

III.6.1 Inundaciones fluviales: Modelamiento hidráulico en el río Ica

La hidrodinámica de las inundaciones se simuló con el modelo Synxflow (Xia et al. 2017). Se optó por este modelo tres razones principales: i) los algoritmos utilizados en el modelo son altamente eficientes y robustos, implementando métodos de captura de choques del tipo Godunov para resolver ecuaciones basadas en aguas poco profundas (SWE), ii) la capacidad de aprovechar la aceleración de las GPU modernas habilitadas para CUDA, iii)

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

el enfoque de código abierto desarrollado en python por lo que puede implementarse en HPC con sistemas Linux.

Los resultados para los escenarios de Phisis y para diferentes periodos de retorno se encuentran en las siguientes figuras.

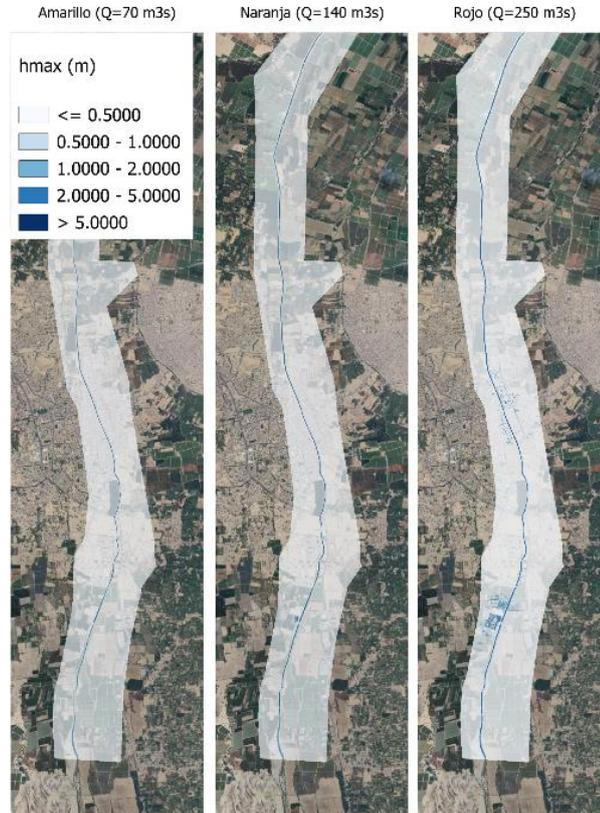


Figura 22. Mapa de inundaciones de los umbrales PHISIS en el río Ica.

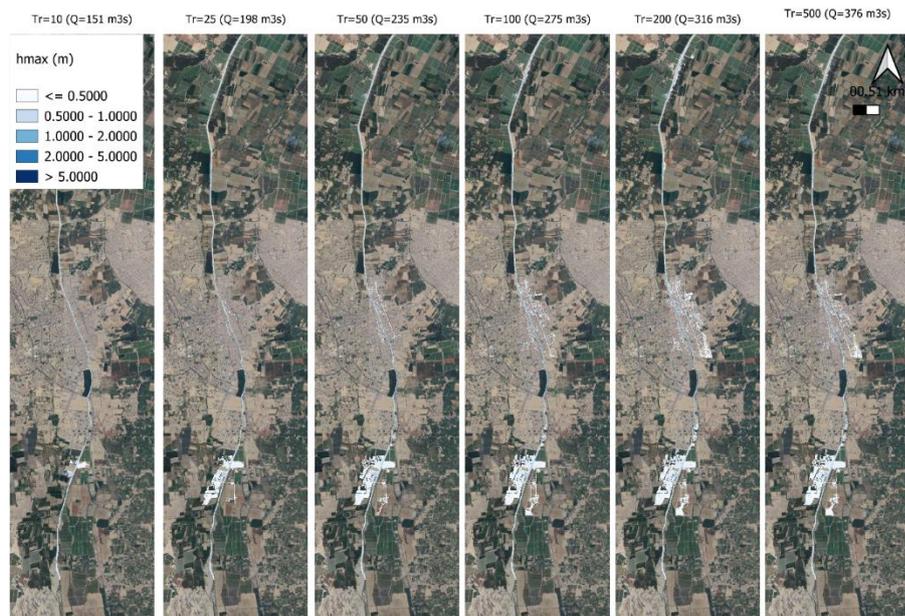


Figura 23. Mapa de inundaciones para diferentes periodos de retorno en el río Ica.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

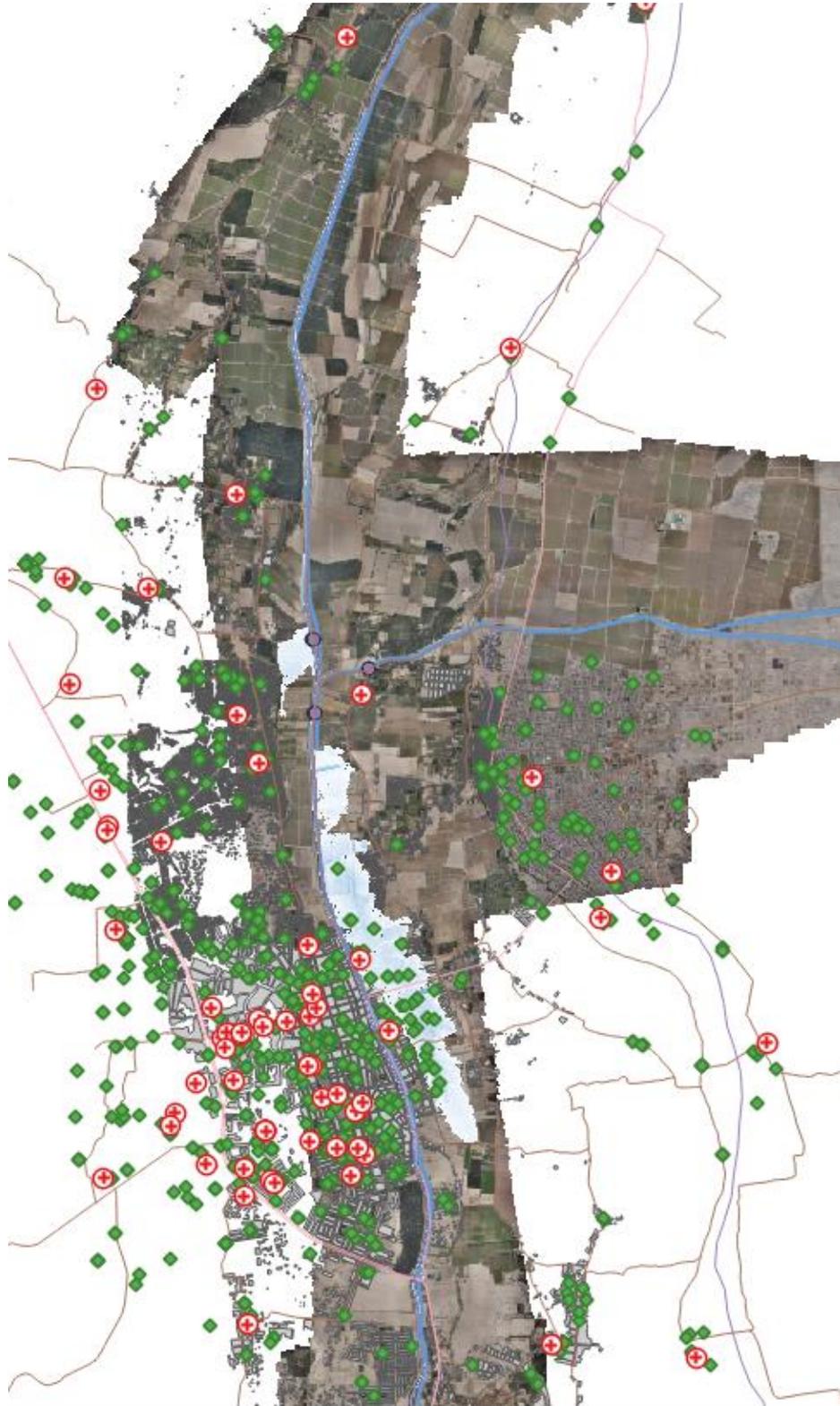


Figura 24. Análisis preliminar de zonas críticas de los resultados iniciales del modelamiento con los elementos expuestos

III.6.2 Inundaciones por flujos hiperconcentrados: Huaycos en la quebrada Cansas

Una vez simulado la hidrología y obtenido los hidrogramas para diferentes subcuencas de la quebrada Cansas, se simuló la dinámica de los flujos de detritos de la quebrada Cansas. Se optó por el modelo HecRas en su versión 6.5. Los parámetros reológicos utilizados se obtuvieron del estudio de la quebrada Cansas de la ARCC (2023). Los parámetros utilizados se observan en la siguiente figura.

Figura 25. Parámetros reológicos del modelo de flujos de detritos.

Los resultados del modelamiento se observan en las siguientes figuras.

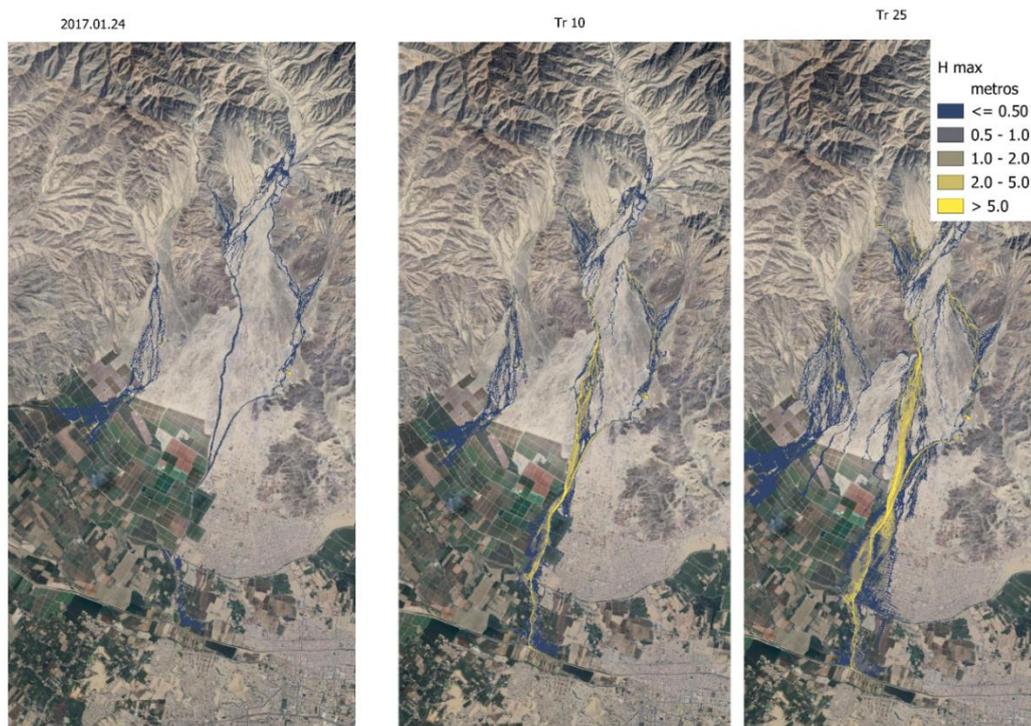


Figura 26. Simulación de la dinámica de flujos de detritos en la quebrada Cansas (2017, Tr10, Tr25).

*"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"*

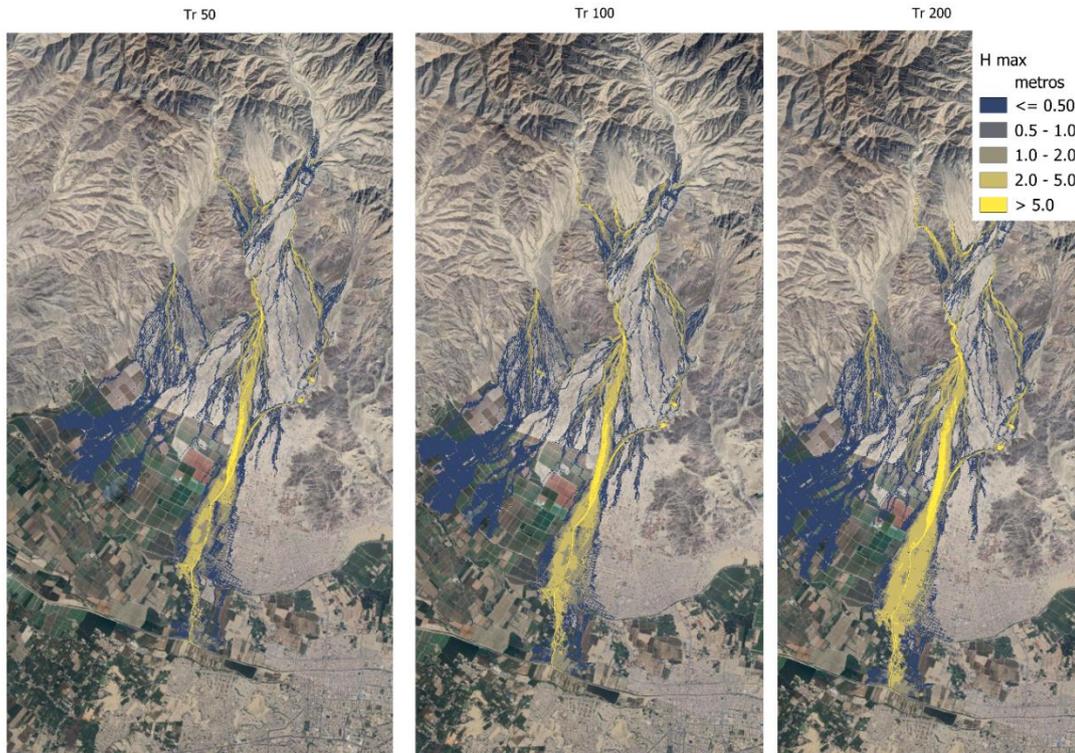


Figura 27. Simulación de la dinámica de flujos de detritos en la quebrada Cansas (Tr 50, Tr 100, Tr 200).

IV. INFORME FINANCIERO

Los gastos realizados a fines de diciembre del 2024, se muestran en la tabla 7. Los gastos a detalle se adjuntan en Anexos.

Tabla 7. RESUMEN DE LOS REALIZADOS EN LA EJECUCION DEL CONVENIO CON LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ICA

SERVICIOS DE LOCACION	S/	618,221.54
ADQUISICION DE BIENES	S/	84,144.13
VIATICOS, PASAJES Y OTROS	S/	13,226.50
	S/	715,592.17

V. CONCLUSIONES:

En base a los objetivos del proyecto del Estudio de caracterización del peligro de inundación fluvial en la ciudad de Ica que busca un estudio de caracterización del peligro de inundación en la cuenca baja del río Ica en el tramo del río de aproximadamente 18 km de longitud comprendido entre los distritos de Los Molinos y Santiago, se puede concluir lo siguiente respecto a las etapas del proyecto:



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

- Analizar la dinámica del sistema fluvial y geomorfología → Finalizado.
- Generar un MNT (Modelo Numérico del Terreno) que incluya la batimetría para implementar modelo hidráulico de inundación → Finalizado.
- Realizar el análisis y modelamiento hidrológico de la cuenca del río Ica; de preferencia a paso subdiario → Finalizado
- Realizar la simulación numérica y caracterización del peligro de inundación en tramo seleccionado del río Ica → Finalizado.

Es necesario mencionar que tal como se menciona en el reporte se han instalado 1 cámara de velocimetría y 3 estaciones hidrológicas.

Finalmente se tiene activo la plataforma PASTOR (Pronósticos bAsados en impactoS frenTe a inundaciOnes fluviales para la zona uRbana de la ciudad de Ica).

Es necesario indicar que antes de la culminación del proyecto se van a publicar en el repositorio del SENAMHI, 2 estudios referidos a este proyecto y sobre todo lo que SENAMHI garantiza es que la herramienta PASTOR será perfeccionable y sostenible en el tiempo.

VI. RECOMENDACIONES:

Elevar el presente informe a la municipalidad de Ica para los fines correspondientes.

Atentamente,

Firmado Digitalmente

WALDO SVEN LAVADO CASIMIRO

SUBDIRECTOR DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES HIDROLOGICAS