

DINÁMICA DE FLUJOS ALUVIONALES EN EL CENTRO POBLADO DE QUINCEMIL, SUBCUENCA DEL RÍO ARAZA

Jhon Elvis Chahua Janampa¹, Juan Carlos Gómez Avalos²

Instituto Geofísico del Perú (IGP), Ciencias de la Tierra Sólida (CTS), ugd1@igp.gob.pe¹, juan.gomez@igp.edu.pe²

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo analizar la dinámica de los flujos aluvionales ante la ocurrencia de un evento hidrometeorológico extremo y estimar las áreas susceptibles a ser afectadas ante la ocurrencia de esto en el centro poblado de Quincemil, distrito de Camanti, provincia de Quispicanchi, región Cusco.

Se realizó la simulación de un flujo aluvional extremo a través del programa FLO-2D para un periodo de retorno de 100 años; se ingresó un hidrograma líquido y sólido con un caudal pico de 9493.5 m³/s y con una concentración máxima del 55% de sólidos; se generó un modelo digital de terreno con una resolución de 30 m que sirvió como escenario para la simulación del flujo; se calculó de los parámetros reológicos del flujo; y se estimó el valor de número de Manning en el cauce del río y en las áreas aledañas (0.057 y 0.080).

El resultado de la simulación permitió observar que el flujo afectaría a 40 ha en el centro poblado de Quincemil, aproximadamente el 53% del área total, con alturas de hasta 20 metros del flujo sobre el área urbana, quedando sin ser afectadas las viviendas asentadas sobre la terraza más antigua identificada en campo (T-3).

1. INTRODUCCIÓN

Las subcuencas amazónicas del Perú se caracterizan generalmente por estar cubiertas de grandes mantos de nubes, las cuales son impulsadas por los vientos Alisios desde la vertiente Atlántica, en dirección este a oeste, y chocan contra el flanco Oriental de los Andes. Estos mantos al ascender tratando de cruzar la cordillera de los Andes, se encuentran con zonas de temperaturas menores a ellas, lo cual causa que se condensen originando intensas precipitaciones, dando origen así a la formación de ríos con gran potencial hídrico y tasas de sedimentación, tales como el río Ucayali, Araza, Marañón, etc. Este factor climático es uno de los principales desencadenantes de los movimientos en masa tales como deslizamientos, caída de rocas, flujos aluvionales, etc.

Específicamente una de las subcuencas amazónicas del Perú es la del río Araza, en ella se encuentra asentada el centro poblado de Quincemil (Figura 1) a 13°13'50'' de latitud sur y 70°45'15'' de longitud oeste, ubicado en el límite de la cordillera Suroriental y sobre la faja Subandina, que se caracterizan por presentar grandes elevaciones y relieve ondulado respectivamente. Por su ubicación geográfica, geomorfológica y la dinámica de los mantos de nubes, presenta la mayor tasa de precipitación en el país con 7353.9 mm (periodo 1961-1980) en relación a los 2,800 mm media anual acumulada de toda la cuenca amazónica (Espinoza et al., 2010). Principalmente por estas características y al aumento de la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos (Lavado, 2014), este poblado es susceptible a ser afectado por eventos aluvionales de gran magnitud. Estos eventos están conformados por una mezcla de agua, clastos de diferentes diámetros y sedimentos de variada granulometría, que al sedimentarse forman terrazas aluvionales. Este tipo de flujos tienen una mecánica variada, iniciándose como flujo de detritos y luego comportándose como un flujo hiperconcentrado hasta sedimentarse.

Existe evidencia de eventos extremos antiguos identificados por la presencia de terrazas que fueron formadas por la dinámica sedimentológica de estos flujos en donde se encuentra asentado el centro poblado de Quincemil. Como parte de la dinámica actual, las ocurrencias registradas de estos flujos en las últimas cuatro décadas destacan, la más antigua en enero de 1988 que afectó un tramo de

1200 m de la carretera que atraviesa la localidad y la más reciente en enero del 2006, que afectó más de 50 hectáreas aguas abajo del centro poblado de Quincemil, en los poblados de Poyoncco y San Pedro (Sistema de inventariado de efectos de desastres [DESINVENTAR], 2013).

2. METODOLOGÍA

Se identificó que la localidad de Quincemil se encuentra asentada sobre 3 terrazas aluvionales (Figura 1) de 2, 5 y 8 m de espesor, siendo estas evidencias de paleoeventos aluvionales extremos ocurridos en el pasado geológico reciente.

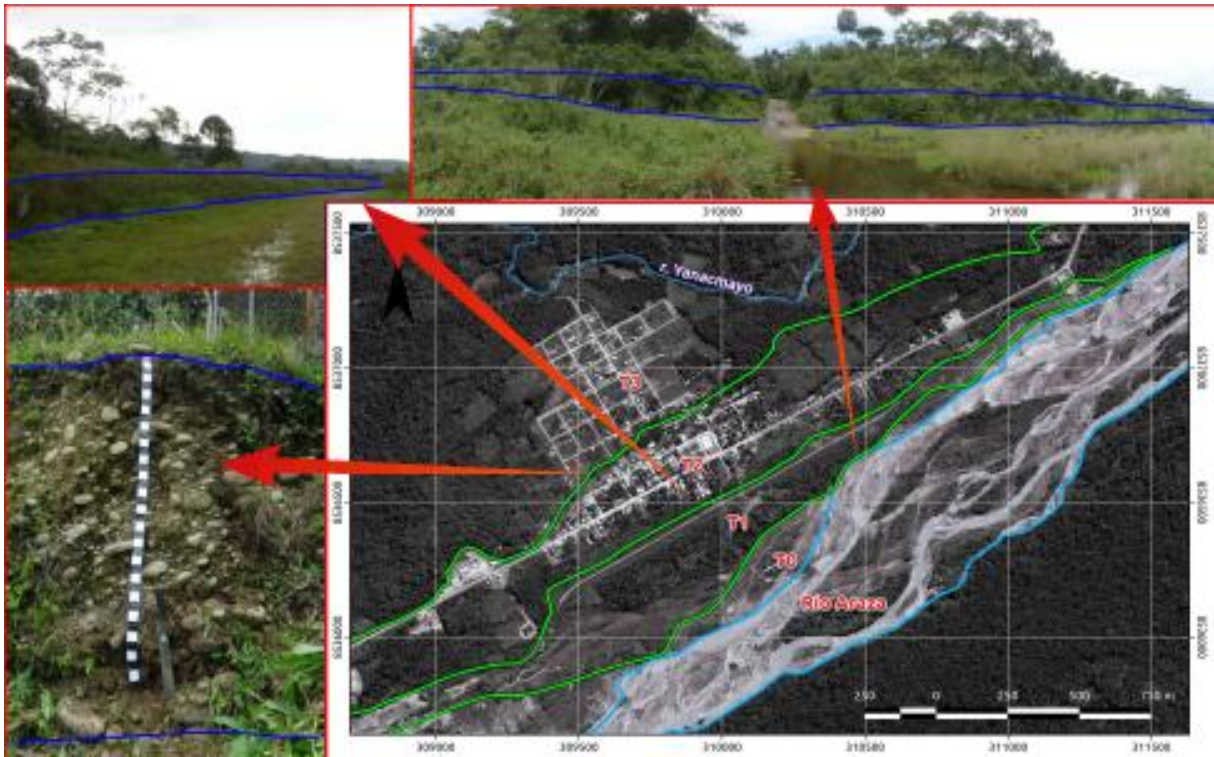


Figura 1. Vista en planta y perfil de las terrazas aluvionales en el centro poblado de Quincemil

Se extrajo muestras de suelo de las terrazas 2 y 3 (Figura 2) con las que se estimó la concentración de arcilla de la matriz del flujo sedimentado (30%). Este dato fue comparado los resultados de los análisis de las propiedades de los flujos de lodos (O'Brien et al., 1988) para la selección de los parámetros reológicos del flujo aluvional, como la viscosidad dinámica (η , $\alpha=0.00136$ y $\beta=28.4$) y el esfuerzo de cedencia (T_y , $\alpha=0.152$ y $\beta=18.7$).

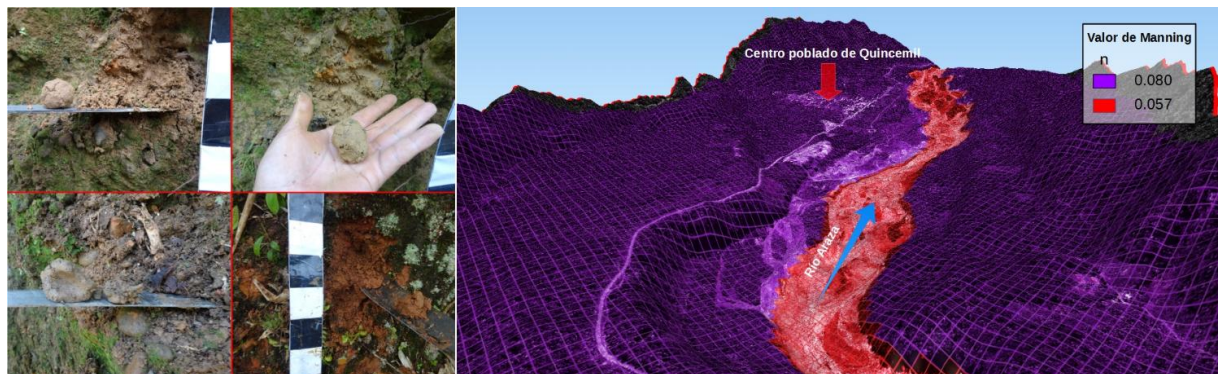


Figura 2. Estimación de la concentración de arcilla en campo y valores del número de Manning en el terreno

Se calculó el valor del número de Manning (Figura 2) en el cauce del río y en las áreas aledañas con valores de 0.057 y 0.080, aplicando Surface-Water Field Techniques del U.S. Geological Survey [USGS] (Barnes, 1849) y la tabla de clasificación de valores del número de Manning (Chow, 1994), respectivamente.

Se generó un hietograma con la correlación de los datos de precipitación de la estación meteorológica de Quincemil (1965-2004) para un periodo de retorno de 100 años Cy del radar de precipitación del Tropical Rainfall Measuring Mission [TRMM]; se calculó las abstracciones iniciales (9.68 mm) con el método del Número de Curva del U.S. Soil Conservation Service [USSCS]; se generó un hidrograma líquido con los métodos del Hidrograma Unitario y de Tormentas del USSCS y se le añadió el hidrograma sólido para un evento extremo de flujos aluvionales. Estos presentan un caudal pico de 9493.5 m³/s y una concentración máxima de 55% (Figura 3), respectivamente.

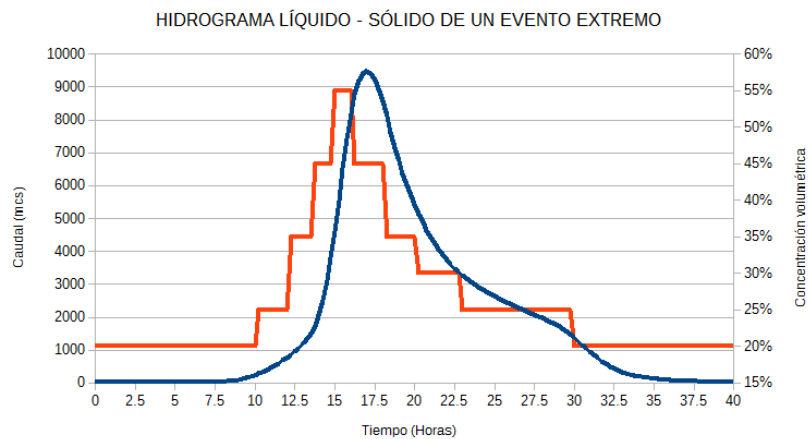


Figura 3. Hidrograma líquido y sólido de un evento extremo de flujos aluvionales

Finalmente, se utilizó un modelo digital de terreno con una resolución de 30 metros disponible en la página web del Centro Aeroespacial Alemán (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt [DLR]), cuyo producto presenta un modelo de corrección de elevación de los datos del Shuttle Radar Topography Mission [SRTM], este fue modificado con datos de profundidad del río Araza, el cual sirvió como escenario para la simulación del flujo aluvional.

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Todos estos datos y productos fueron ingresados al programa FLO-2D y como resultado de la simulación del flujo aluvional extremo (Figuras 4) se estimó que las áreas cubiertas por el flujo aluvional extremo es de aproximadamente 40 hectáreas sobre el centro poblado de Quincemil, el 53% del área total, quedando sin inundarse las viviendas asentadas sobre la terraza más antigua (T-3). Se estima que la población afectada llegaría a más de 526 personas según el censo poblacional de 1993 del Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (INEI, 1993).

Se observa, que el flujo llega alcanzar alturas máximas de hasta 15 metros sobre la terraza 2 y hasta 20 m sobre la terraza 1 medidos desde la superficie del terreno. En evento de inundaciones el agua del río llega inundar hasta la terraza 2 (según pobladores). Para un evento extremo de flujos aluvionales se estima que podría inundar toda la terraza 2, según los resultados de la simulación para un periodo de retorno de 100 años y con una resolución de 30 metros. Estos resultados pueden variar considerablemente si se trabaja con una mayor resolución debido a las características del terreno como las profundidades del río, las edificaciones, la vegetación, etc.

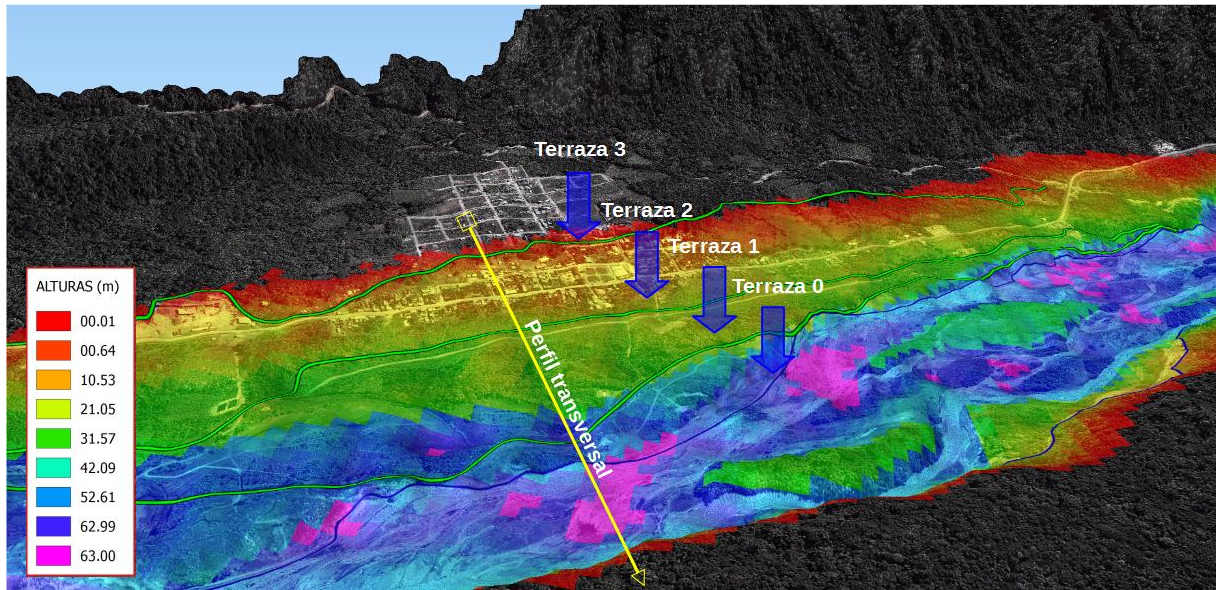


Figura 4. Alturas máximas del flujo aluvional extremo sobre el centro poblado de Quincemil

En la Figura 5 se muestra un perfil transversal del centro poblado de Quincemil, en donde la línea roja representa las elevaciones del terreno y la línea azul las alturas máximas del flujo aluvional extremo sobre el terreno. Las barras de color amarillo indica las alturas del flujo en cada espacio del perfil transversal, cuyos valores se representan en el eje secundario de las ordenadas (lado derecho).

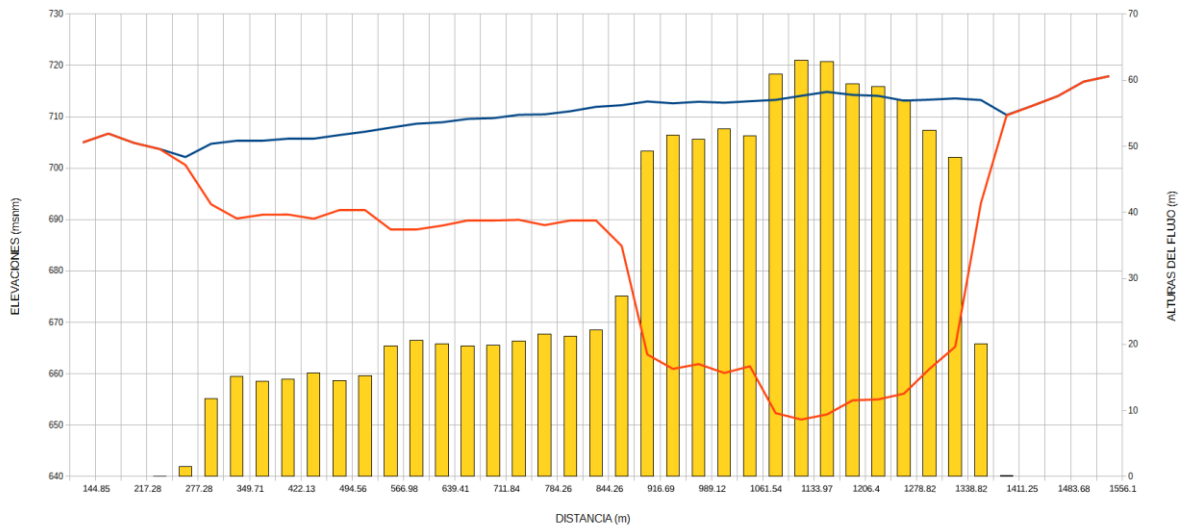


Figura 5. Perfil transversal del centro poblado de Quincemil con las alturas máximas del flujo aluvional

4. CONCLUSIONES

Ante la ocurrencia de un probable evento hidrometeorológico extremo de flujos aluviales (periodo de retorno de 100 años) quedarían afectadas más de 40 hectáreas, lo cual representa el 53% del centro poblado de Quincemil. Esto afectaría a más de 526 pobladores. Las viviendas que se encuentran asentadas sobre la Terraza 3 (47% de las viviendas) no serían afectadas por este evento extremo.

La dinámica de estos flujos aluviales tendría un comportamiento violento, con una altura máxima de 20 metros aproximadamente. El flujo aluvional se formaría por un evento hidrometeorológico extremo con un caudal máximo de 9493.5 m³/s y por una precipitación máxima en

24 horas de 215.15mm, con un pico en el hietograma de 32.79 mm y tendría una concentración volumétrica de sedimentos finos del 55% en su máximo desarrollo del evento.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparicio M., F. (1992). Fundamentos de Hidrología de superficie (1ra ed.) México: Limusa.
- Barnes J., Harry H. (1849). Roughness characteristics of natural channels. Washington: United States Government.
- Castillo N., L. (2006). Aplicación de un modelo numérico de flujos de escombros y lodo en una Quebrada en el Perú [Tesis de grado]. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., y Mays, L. W. (1994). *Hidrología aplicada*. Colombia: McGRAW-HILL
- Chow, Ven Te. (1994). Hidráulica de canales abiertos. Colombia: McGRAW-HILL.
- Espinoza V. Jhan C., Ronchail J., Lavado W., Carranza J., Cochonneau G., Oliveira E., Pombosa R., ... Loup G. (2010). Variabilidad espacio-temporal de las lluvias en la cuenca amazónica y su relación con la variabilidad hidrológica regional. Un enfoque particular sobre la región andina. *Revista peruana Geo-atmosférica RPGA* (2), 99-130.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (1993). IX Censo de población y IV de vivienda. Perú: INEI.
- Jakob, M., Hungr, O., & Jakob, D. M. (2005). Debris-flow hazards and related phenomena (Vol. 739). Berlin: Springer.
- Julien, P. Y., León S., C. A. (2011). Mud floods, mudflows and debris flows classification, rheology and structural design.
- Lavado C., Waldo. (2014). Tendencias hidrológicas en el Perú durante los últimos 30 años. Ciclo de conferencias "Cambio climático, un reto para los proyectos hidrológicos e hidráulicos". Perú.
- López A., L. (s.f.). Manual de Hidráulica [Escaneado]. España: Universidad de Alicante.
- Sánchez S. R., Javier. (2016). Hidrología Superficial (III): Relación precipitación-escorrentía. España: Universidad de Salamanca.
- Sistema de inventariado de efectos de desastres. (s.f.). Registro histórico de desastres en Quincemil [Cuadro digital]. Recuperado de la base de datos de DESINVENTAR.
- O'Brien, J.S. and P.Y. Julien, 1988. *Laboratory analysis of mudflow properties*. *J. of Hyd. Eng.*, ASCE, 114(8), 877-887.
- Sánchez, F. J. (2011). Cálculo de la precipitación neta. España: Universidad de Salamanca
- Sánchez, F. J. (2011). Hidrología superficial (III). España: Universidad de Salamanca
- Suárez, J. (2001). *Control de erosión en zonas tropicales*. Colombia: Universidad Nacional de Santander. Bucaramanga.
- Villón B., M. (2002). *Hidrología*. Costa Rica: Villón.