

REPUBLICA DEL PERU

SECTOR ENERGIA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALURGICO

INFORME TÉCNICO

Geología Ambiental y Riesgo Geológico



Origen, Dinámica y Daños ocurridos por un flujo de agua que afectó Las líneas de Nazca en enero 2009

Ing. Patricio Valderrama



LIMA - PERU

INDICE

RESUMEN	Pág. 1
1. INTRODUCCION	
1.1 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD	
1.2 IMPORTANCIA CULTURAL	2
1.3 CLIMA	3
2. ASPECTOS GEOLOGICOS Y GEOMORFOLOGICOS	
2.1 GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA DE LA ZONA	5
3. PELIGROS GEOLOGICOS	
3.1 FLUJO DE AGUA DEL 18 DE ENERO DE 2009	6
3.2 DAÑOS A LOS GEOGLÍFOS	
3.2.1 SECTOR CERRO SAN PABLO	10
3.2.2 SECTOR AVES MARINAS	11
3.2.3 SECTOR PANAMERICANA SUR	13
4. CONCLUSIONES	17
5. RECOMENDACIONES	18

RESUMEN

Producto de avenidas pluviales extraordinarias, en las estribaciones andinas de la Pampa de Jumana, el 18 de enero del 2009, ocurrieron varios flujos de agua los cuales discurrieron por sus cauces naturales hasta llegar al río Nazca. Caso particular fue el flujo de agua originado en los alrededores del cerro San Pablo, ya que en esa área no se registraba este fenómeno por lo menos hace 50 años. Este flujo, recorrió causes antiguos, los cuales estaban atravesados por algunos geoglífos importantes. La afectación del flujo de agua en los geoglífos fue mínima y pronto comenzara su recuperación tanto por parte de arqueólogos del Instituto Nacional de Cultura como por procesos naturales propios del clima desértico de la zona.

Una limpieza de los cauces naturales, como el mejoramiento del sistema de alcantarillado y la construcción de cunetas de evacuación de futuros flujos en la Panamericana Sur es necesaria para una adecuada preservación de las Líneas de Nazca, ya que estas son consideradas como Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO.

1. INTRODUCCION

1.1. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

Los geoglífos conocidos como las “Líneas de Nazca” están ubicados en el área denominada las Pampas de Jumana al Norte de la ciudad de Nazca, provincia de Ica, en el Sur de Perú.

El acceso a esta zona es restringido, pero dada la gran importancia turística del área, estos geoglífos se aprecian en toda su magnitud desde el aire (Fig. 1), por lo que, pequeñas avionetas salen durante el día del aeródromo de Nazca y sobrevuelan los principales geoglífos y numerosos campos barridos.



Fig. 01: Ubicación geográfica de las Líneas de Nazca con respecto a la ciudad de Nazca. En línea azul entrecortada se aprecia el recorrido típico de las avionetas turísticas.

1.2. IMPORTANCIA CULTURAL

Los geoglífos o Líneas de Nazca fueron trazadas por la cultura Nazca. Están compuestas por varios cientos de figuras que abarcan diseños tan simples como líneas hasta complejas figuras zoomorfas, fitomorfas y geométricas que aparecen trazadas en la superficie.

Lo asombroso es que estas líneas solamente pueden ser observadas en su integridad desde el aire, al sobrevolar el desierto, lo cual ha despertado grandes preguntas sobre las intenciones y habilidades de sus constructores.

Se considera que estos geoglífos fueron realizados por los pobladores de la cultura Nazca que habitaron esta región, entre el 200 a.C. y el 700 d.C. Debido a la superposición de motivos, se cree probable que se hayan realizado en dos etapas, primero las figuras, y luego las líneas. Sin embargo, debido a las características del suelo es muy difícil poder fechar con cierta seguridad el período en que fueron construidas, especialmente por las dificultades para aplicar el sistema de datación por Carbono 14, que no ha dado resultados concluyentes. Así, los arqueólogos han debido valerse de otros métodos, como la comparación de las figuras de los geoglífos con los motivos encontrados en alfarería de la cultura Nazca.

Desde 1994 la Comité de la UNESCO ha inscrito las líneas y geoglífos de Nazca y de Pampas de Jumana como Patrimonio Cultural de la Humanidad.

1.3. CLIMA

Las pampas de Jumana están situadas a una altura de 330 msnm y mantienen una temperatura media anual de 25 grados centígrados, es una de las zonas más secas del planeta, lo que ayuda a conservar los dibujos. El aire caliente presente en la zona actúa como una barrera térmica que impide que las líneas se borren (por que impide la desertificación de la zona) y obliga a los potentes vientos Paracas a cambiar su dirección.

Las precipitaciones promedio en la Pampa de Jumana se acercan a cero, sin embargo, hay que considerar que los flujos de detritos y agua que afectan estas pampas, se originan en lo alto de los Andes, en donde la precipitación media anual varía entre los 500 a 800 mm (Senamhi-2005) (Fig. 2 y 3)



Fig. 2: Vista desde las Pampas de Jumana hacia las estribaciones andinas, nótese que pese a que en las Pampas tenemos el típico clima desértico, en las partes bajas de los andes las nubes grises indican una fuerte actividad pluvial.

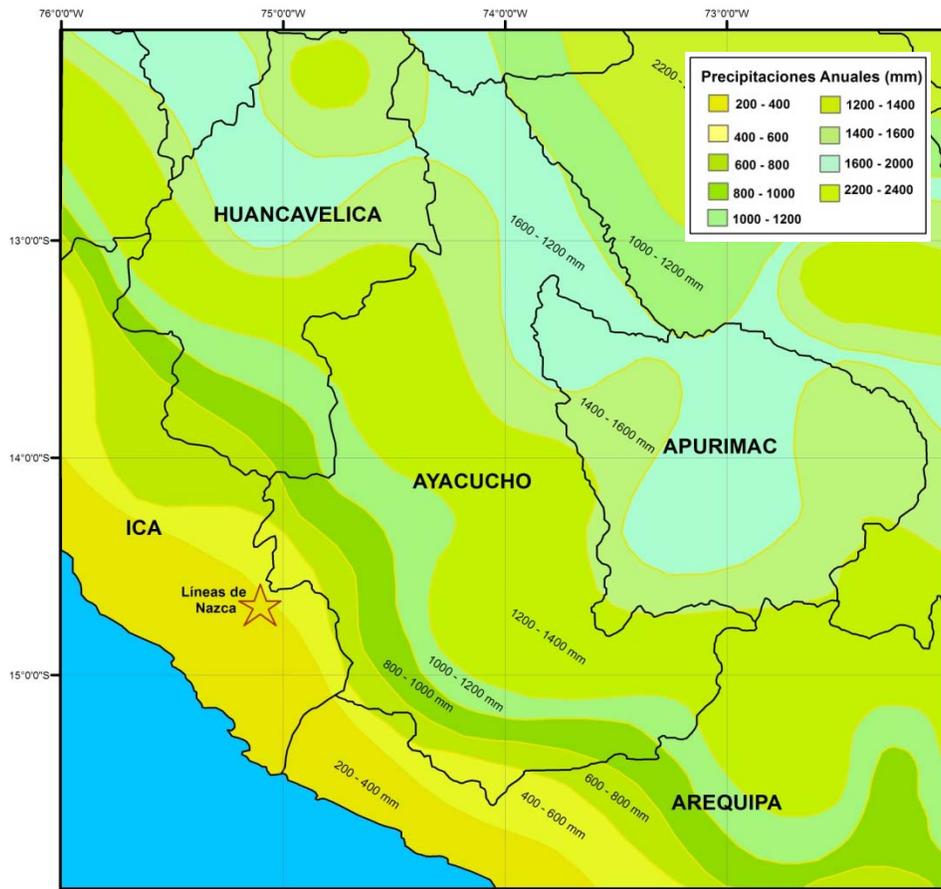


Fig. 3: Mapa de Isoyetas donde se muestra la ubicación de las Líneas de Nazca con una precipitación máxima de 400 mm/año. En la parte andina de la zona se aprecia que se podría llegar a tener una precipitación superior a los 1000 mm/año, en esta zona se originan los flujos de detritos y agua que afectan las Líneas de Nazca.

2.0. ASPECTOS GEOLOGICOS Y GEOMORFOLOGICOS

2.1. GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA DE LA ZONA

Regionalmente, el área de estudio se encuentra en la unidad conocida como “Depresión Ica-Nazca”, ancho en el sector entre pampa y Nazca de 7 a 25 km. Sus límites tanto al este y oeste son las estribaciones occidentales y pampas costeras, respectivamente.

Localmente la Zona Arqueológica y Patrimonio Mundial conocido como “Líneas de Nazca”, se encuentra sobre una extensa planicie con pendiente entre 1 y 1,5° comprendiendo las pampas de Jumana/De Los Chinos, Cinco Cruces, De Las Carretas y Buenos Aires. (Zabala et al, 2008)

Geológicamente corresponde a una depresión o graben tectónico sobre el cual se depositaron grandes acumulaciones aluviales o depósitos de piedemonte durante el Pleistoceno y Cuaternario Reciente (Últimos 80 000 años). Las pequeñas colinas ahí presentes con alturas menores a los 400 metros están compuestas principalmente por rocas volcánicas mesozoicas del tipo andesitas, además de la presencia de lutitas y areniscas calcáreas jurasicas en algunos sectores (parte oriente del C° San Pablo y en la carretera Panamericana Sur cerca la peaje) La pendiente promedio en el área de estudio es de 3 a 4°. (Fig. 4)

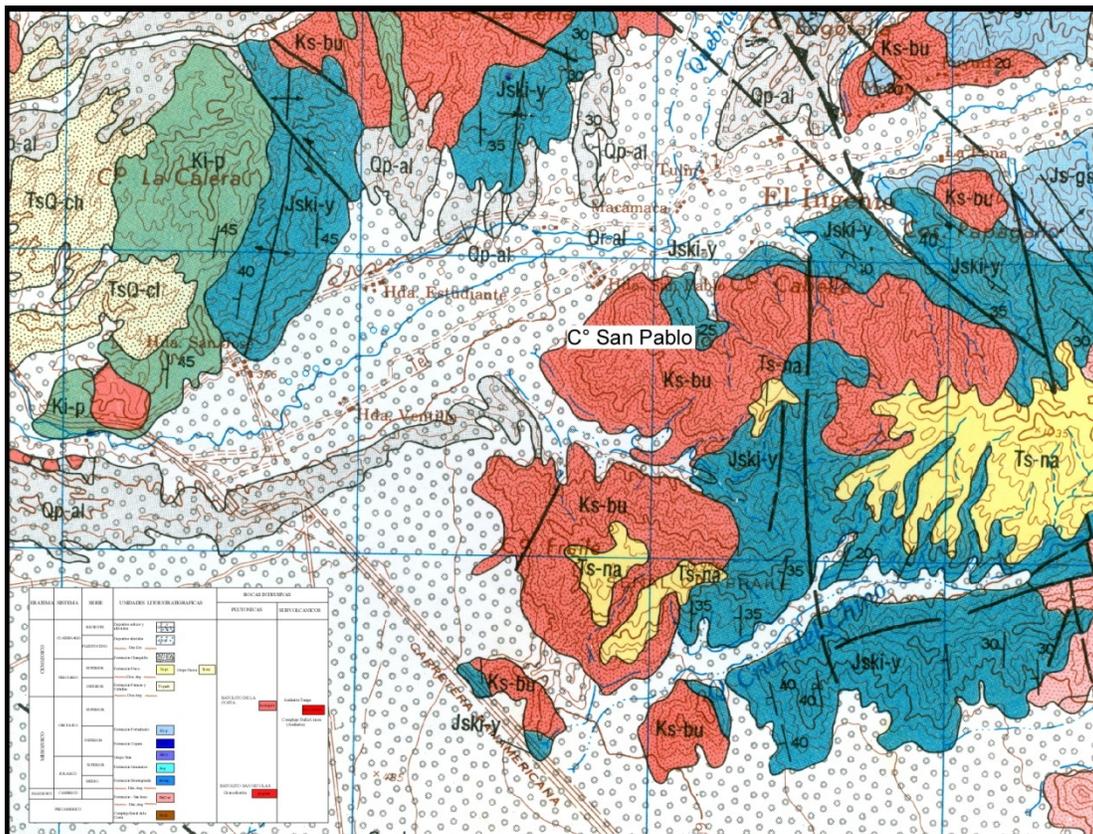


Fig. 04: Mapa Geológico de las Pampas de Jumana, nótese el predominio de los depósitos aluviales antiguos en la zona.

3.0. PELIGROS GEOLOGICOS

Como se ha visto, la ocurrencia más común en la zona de estudio son los flujos de detritos, que inclusive fueron un factor determinante en la formación de las pampas sobre las que están las Líneas de Nazca.

Un fenómeno común en las partes altas al Este de las pampas (C° San Pablo, C° El Fraile y otros) es ver la superposición de flujos de detritos de distintas edades, esto muestra un periodo de recurrencia del fenómeno muy alto.

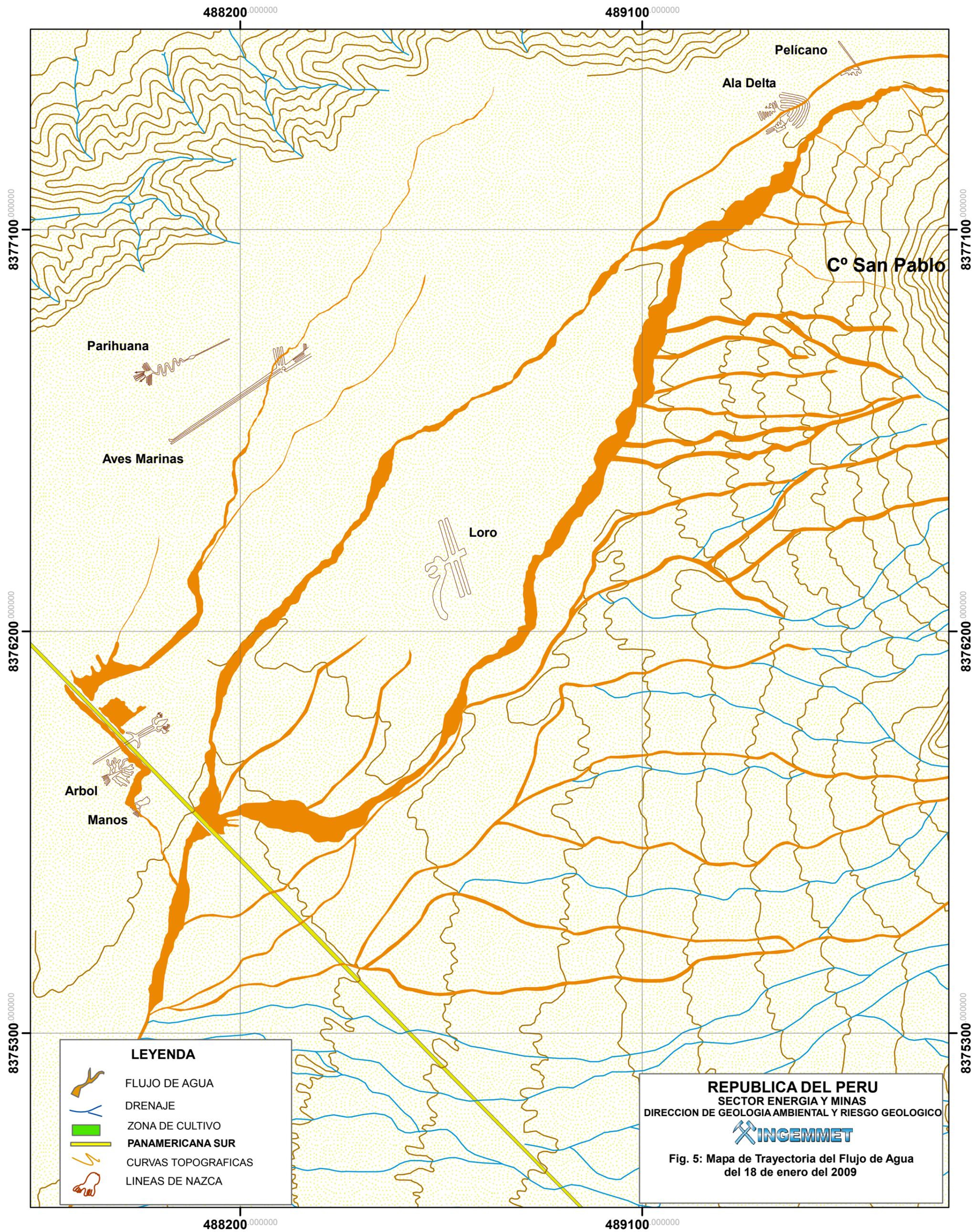
Adicionalmente hay que mencionar que en las partes de altas de las colinas aledañas a las pampas, se originan caídas de rocas que no significan ningún daño a los geoglífos.

3.1. FLUJO DE AGUA DEL 18 DE ENERO DEL 2009

El día 18 de Enero del 2009, un flujo de agua proveniente de las estribaciones andinas principalmente al Nor-Este de la Pampa de Jumana ocasiono la reactivación de algunos causes antiguos (Fig. 5). El origen de ese flujo de agua se relaciona con un sistema de precipitaciones pluviales extraordinarias en la zona. Al Norte de C° San Pablo se generó un flujo de agua que discurrió por causes muy antiguos y sinuosos los cuales son atravesados por algunos geoglífos principales (Fig. 6, 7 y 8) (los considerados por la UNESCO como Patrimonio Mundial de la Humanidad) y ocasionó un leve cambio en la coloración del terreno.



Fig. 6: Vista aérea lateral del cerro San Pablo, se aprecia como numerosos flujos discurrieron por causes principales y secundarios, algunos de ellos muy antiguos.



LEYENDA

-  FLUJO DE AGUA
-  DRENAJE
-  ZONA DE CULTIVO
-  PANAMERICANA SUR
-  CURVAS TOPOGRAFICAS
-  LINEAS DE NAZCA

REPUBLICA DEL PERU
SECTOR ENERGIA Y MINAS
 DIRECCION DE GEOLOGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO



Fig. 5: Mapa de Trayectoria del Flujo de Agua del 18 de enero del 2009



Fig. 7: La línea entrecortada roja muestra una zona anexa al cerro San Pablo en donde se desarrollaron flujos de agua, los cuales discurrieron por causas muy antiguas afectando algunos geoglífos.

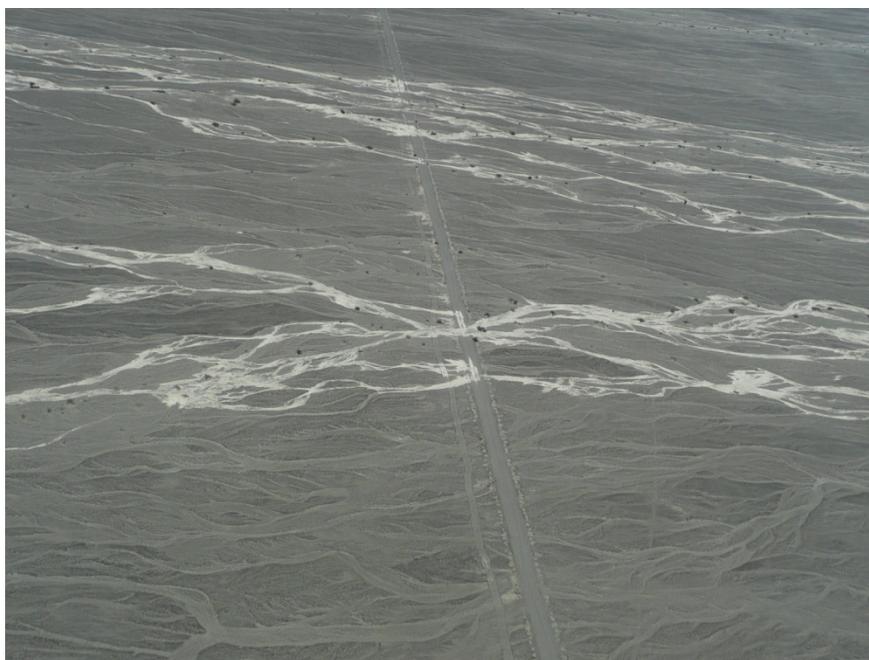


Fig. 8: Vista de los canales sinuosos y varias generaciones de flujos de detritos que afectan geoglífos (campos barridos).

El flujo al llegar a la Carretera Panamericana y al no tener un canal de desagüe apropiado, se “represso” en varios puntos y al desbordar cruzando la Panamericana sur, continuaron su viaje paralela a ella y ocasionaron cambio de coloración en los terrenos donde se encuentran los geoglifos denominados “El Árbol” y “la Mano”, posteriormente los flujos de agua recuperaron su cauce natural y continuaron hacia el Río Nazca sin ocasionar ningún daño mas (Fig. 9).

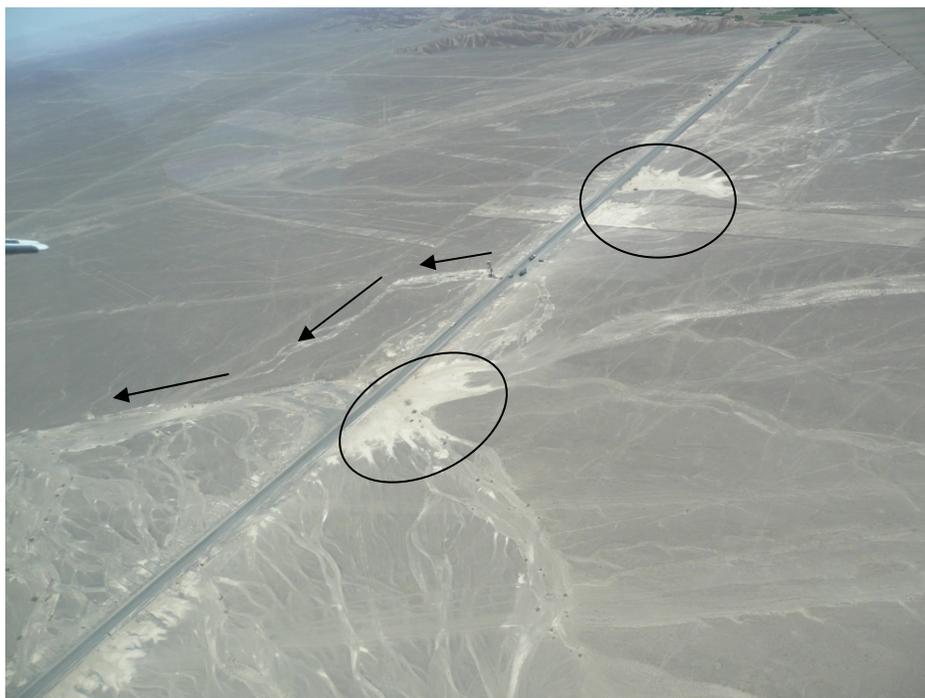


Fig. 9: Los círculos muestran las zonas donde los flujos de agua se represaron al llegar al desnivel de la Panamericana Sur. Las flechas muestran la dirección que tomo el flujo hasta llegar a la quebrada mayor.

Al Norte de la Pampa Jumana no es muy común este evento, por lo que el detonante tuvo que haber sido una lluvia con largo periodo de retorno (más de 50 años), en esa zona no se tiene ni alcantarillas ni badenes de evacuación de agua, ya que se consideraba una zona segura.

3.2. DAÑOS A LOS GEOGLÍFOS

3.2.1. SECTOR CERRO SAN PABLO

Dentro del sector del cerro San Pablo, se ubican los geoglífos denominados “Ala Delta” y “La Orca”.

El geoglífo denominado “Ala Delta” es atravesado por un antiguo cauce que sirvió de eje para la simetría del dibujo (Fig. 10). Al reactivarse el cauce y transportar mayormente agua con poco caudal debido a la baja pendiente de la zona, cambió la coloración y erosionó levemente (2 a 3 cms) el fondo y la parte lateral del mismo afectando el geoglífo.



Fig. 10: Vista detallada del estado del geoglífo “Ala Delta” después del flujo de agua del 18 de enero del 2009. Nótese el cambio de coloración en el centro del geoglífo que coincide con un cauce antiguo reactivado, además de los daños laterales producto por un cauce sinuoso. Estos daños son superficiales.

“La Orca” ubicado a 20 metros al Nor-Este del “Ala Delta” no fue afectado por la reactivación un pequeño canal muy cercano a él (Fig. 11).



Fig. 11: Vista detallada del geoglífo “La Orca” que no fue afectada por la reactivación de un cauce antiguo.

3.2.2. SECTOR AVES MARINAS

De la misma manera como se reactivaron los causes en el cerro San Pablo, se reactivaron dos pequeños causes al límite Norte de las Pampas de Jumana. Estos pequeños flujos de agua recorrieron su cauce natural y afectaron levemente el geoglífo denominado “Aves Marinas” (Fig. 12). La afectación se resume como un cambio de coloración (Fig. 13) en lo que vendría ser el sector del “pico” y parte del cuerpo de la segunda ave. El flujo siguió en el antiguo cauce hasta llegar a uno principal y continuar su recorrido hacia la panamericana Sur.



Fig. 12: Vista esquemática de los flujos de agua (en color naranja) y su recorrido por el geoglífo las “Aves Marinas”, nótese como los geoglífos cortan los cauces naturales, esto es una muestra de la poca recurrencia de estos fenómenos en estas zonas.



Fig. 13: Vista al nivel del suelo de los daños ocurridos en los geoglífos de las “Aves Marinas”, se puede ver que el daño consistió en solo un cambio de coloración.

3.2.3. SECTOR PANAMERICANA SUR

Sin lugar a dudas es la zona donde se puede apreciar con más claridad los efectos del flujo de agua del 18 de enero del 2009. Tanto el flujo de agua proveniente del Cerro San Pablo, como el flujo proveniente del Sector Aves Marinas formaron pequeñas lagunas temporales en el flanco Este de la Panamericana Sur (Fig. 14), ya que al estar por encima del nivel del suelo actuó como un dique que detuvo el flujo esto ayudado por la falta o inoperancia de los sistemas de alcantarillados de evacuación de flujos de la zona (Fig. 15 y 16).



Fig. 14: Vista aérea de la Panamericana Sur, cerca al sector de la Torre de Observación turística. En líneas naranjas se observa las marcas de las lagunas temporales que se formo represarse los flujos en la panamericana sur. La flecha negra indica la ubicación del único sistema de alcantarillado de la zona.



Fig. 15: Vista de la única alcantarilla de la zona, véase que no tiene un diseño adecuado para canalizar y conducir los flujos de agua (o detritos) propios de la zona, poniendo en riesgo la estabilidad de la carretera Panamericana Sur.



Fig. 16: Desnivel de la Panamericana Sur con respecto al nivel original del suelo. Se aprecia las distintas marcas de altura que alcanzaron el flujo en esta zona, esto se hubiera podido prevenir con un adecuado sistema de evacuación de flujos.

A la altura de la Torre de Observación Turística manejada por el Instituto Nacional de Cultura, se encuentran los geoglífos denominados “La Mano” y “El Árbol”. El flujo de agua, al sobrepasar la Panamericana Sur, avanzo hacia los geoglífos antes mencionados inundando la base y la caseta de seguridad de la torre (Fig. 17 y 18).



Fig. 17: Marca de nivel de inundación en la base de la caseta de la Torre de Observación, la inundación no fue mayor a 35 cm de altura en esa zona.

Fig. 18: Fotografía tomada exactamente al momento del evento, se aprecia primero la altura del flujo de agua que no fue significativa y segundo se deduce la poca velocidad con la que llego el flujo a la zona.



En el geoglífo de “El Árbol” el flujo cambio de coloración la parte superior del mismo, luego ingreso en un desnivel posiblemente antrópico (hecho por los Nazca) y avanzo hacia el Oeste, para posteriormente cambiar de dirección al entrar a un cauce natural antiguo

afectando levemente lo que vendrían a ser “los Dedos” del geoglífo “La Mano”, para finalmente tomar el cauce de la quebrada de El Fraile (Fig. 19, 20 y 21).



Fig. 19: Vista esquemática del recorrido del flujo de agua en el sector de la Torre de Observación, nótese como se canaliza en un campo barrido (antrópico), para luego retomar un cauce antiguo con dirección a la quebrada principal. En su camino afecto levemente “La Mano”.



Fig. 20: Vista de cómo el flujo cambió de sentido y afecto parte del geoglífo denominado “La Mano”

Fig. 21: Vista al nivel del suelo de los daños a los geoglífos. Se aprecia que son mínimos e inclusive el flujo de agua siguió la forma de “La Mano”.



Todos los flujos que colectaron en la quebrada El Fraile, continuaron por su cauce natural sin producir ningún otro daño ni a estructuras ni a los geoglífos.

4. CONCLUSIONES

- El flujo de agua del 18 de enero del 2009 se origino debido a un sistema de precipitaciones pluviales extraordinarios en la parte Nor-Este de las pampas de Jumana, principalmente en los alrededores del cerro San Pablo.
- Este flujo reactivo varios cauces de quebradas y canales muy antiguos, algunos atravesador por geoglífos de “Las Líneas de Nazca”.
- El flujo afecto levemente los geoglífos “Ala Delta”, “Aves Marinas”, “El Árbol” y “La Mano”. El daño consistió en un leve cambio de coloración del terreno.
- Uno de los principales factores para que los geoglífos de “La Mano” y “El Árbol” se vean afectados fue la falta de un sistema de evacuación de flujos al Norte de la Torre de Observación turística, ya que estos flujos rebasaron el nivel de la Panamericana Sur.

5. RECOMENDACIONES

1.- Se recomienda realizar la limpieza y adecuación de los canales y cauces naturales que podrían evacuar flujos de agua y/o detritos. La adecuación consistiría en la definición de los contornos de los cauces (Fig. 22), así como la profundización de los mismos en las zonas donde es más común la ocurrencia de Flujos de detritos o de agua.



Fig. 22: Estado actual de los cauces de evacuación de flujos, véase la poca definición de los canales.

2.- Realizar un replanteo de la distribución y diseño de los alcantarillados de las principales quebradas que atraviesan la Pampa de Jumana. Adicionalmente se recomienda la construcción de cunetas a lo largo de la Panamericana Sur, las cuales transportaran los flujos hacia las quebradas principales (Fig. 23), además de que son de fácil mantenimiento y el impacto visual sobre la zona será mínimo.

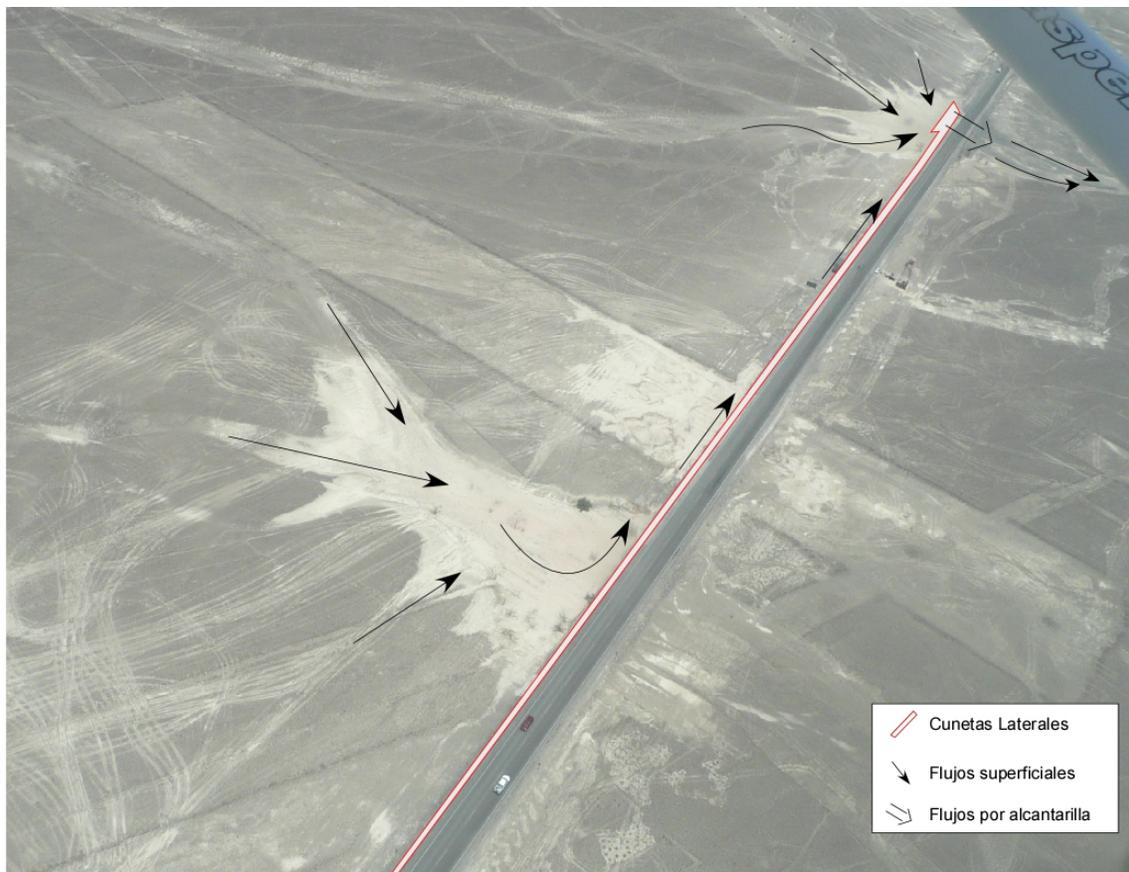


Fig. 23: Esquema de cómo un sistema de cunetas evacuaría los flujos de agua y/o detritos a los canales y cauces principales de evacuación. Este trabajo debe ser acompañado por una ampliación y replanteo de las alcantarillas presente a todo lo largo de la Pampa de Jumana.

Es de gran importancia la instalación de estaciones meteorológicas en las estribaciones andinas de las Pampas de Jumana, ya que con un monitoreo continuo y de tiempo real de las zonas altas, se podrá conocer al detalle cuando y donde ocurrirá un flujo de agua, flujo de detritos, etc. y en base a esos datos ejecutar un plan de contingencia para preservar las Líneas de Nazca.