

REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALURGICO

**INFORME TECNICO
GEOLOGIA AMBIENTAL**

INSPECCIÓN GEOLÓGICA AL DESLIZAMIENTO DE ZURITE
EL 28 DE ENERO DEL 2010
(DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA, DEPARTAMENTO DE CUSCO)

POR
PATRICIO VALDERRAMA M.
MALENA ROSADO S.



DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

LIMA - PERÚ
2010

Inspección geológica al deslizamiento de Zurite ocurrido el 28 de enero del 2010
(Distrito de Zurite, Provincia de Anta, departamento de Cusco)

RESUMEN

Introducción

- Ubicación, accesibilidad
- Contexto climático y social:

Marco Geológico:

- Geología de la zona
- Geomorfología de la zona

Geodinámica externa:

- El deslizamiento y flujo de detritos de Zurite
 - Dinámica del deslizamiento y del flujo: Zona de arranque, zona de Trayectoria, zona de depósito.

Daños ocasionados:

Conclusiones y recomendaciones

INTRODUCCION

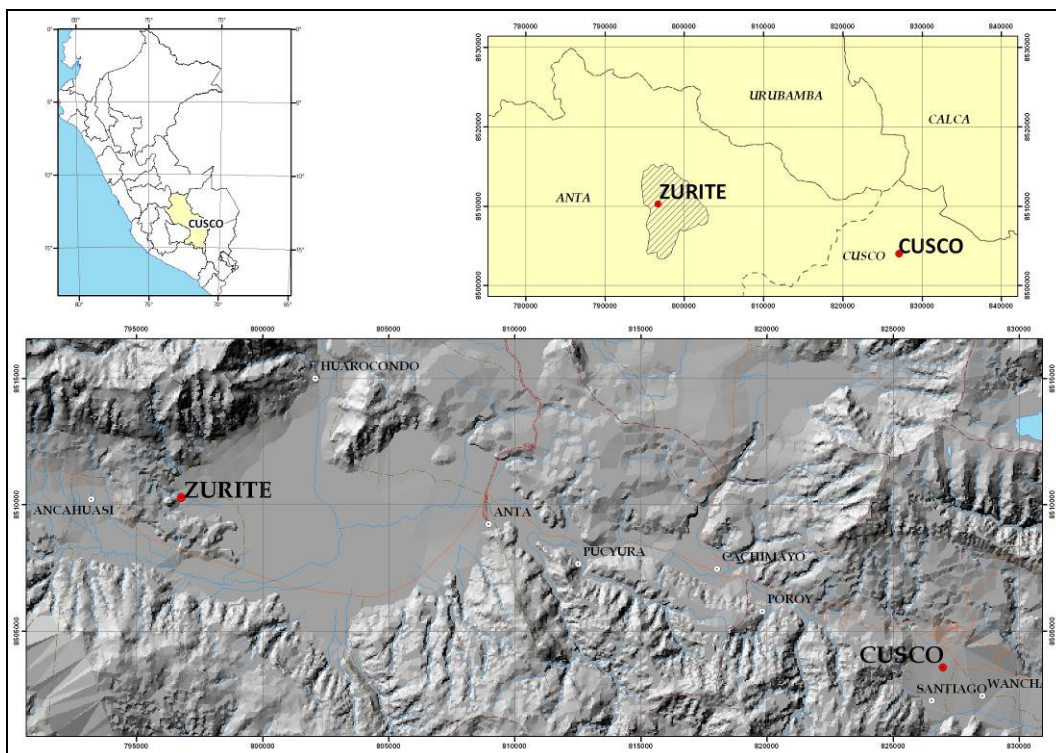
- Ubicación y accesibilidad

El distrito peruano de Zurite es uno de los nueve distritos de la Provincia de Anta, ubicada en el Departamento de Cusco.

Políticamente limita al norte con el Fundo Chinchaypugyo, al este con la comunidad de Huarcoondo, al oeste con el distrito de Ancahuasi y al sur con el fundo Huaylla.

Su ubicación geográfica esta dentro de las coordenadas: 13° 25' Latitud Sur y 72° 18' Longitud Oeste, y una altura de 3 391 m.s.n.m (Mapa 1).

El distrito de Zurite se encuentra ubicado a 28km. hacia el noroeste de la ciudad del Cusco, se accede al lugar por carretera asfaltada pasando por los poblados de Poroy y Cachimayo, hasta la entrada a la localidad de Zurite de ahí hasta el poblado son 2 km de carretera afirmada.



Mapa 1: Ubicación del Distrito de Zurite

- Contexto climático y social

Zurite pertenece a zona Quechua y presenta un clima templado a frío, con temperaturas promedios anuales de 8.5°C, en los meses de mayo a julio, y máximas

de 12.5°C, en los meses de setiembre a diciembre. Con precipitaciones promedio anuales de 88 mm/año.

Su población es de 3705 habitantes según el censo nacional de 2007, divididos en 1859 varones que equivalen al 50.2% y 1846 mujeres equivalentes al 49.8%¹. Según su lugar de residencia, esta población está dividida en el 39.9%, o sea 1480 pobladores en zona urbana y el 60.1% en zona rural, que corresponden a 2225 pobladores.

En dicho distrito está funcionando el IER (Instituto de Educación Rural) cuyo objetivo es capacitar a jóvenes y adultos en áreas técnicas agropecuarias

MARCO GEOLOGICO

- Geología de la zona

La geología local de la zona de Zurite se puede resumir en:

Grupo San Jerónimo

Compuesta por grandes secuencias de intercalaciones de areniscas y limonitas que se hallan plegadas; las limonitas presentan una coloración rojiza y en la parte superior está compuesta por areniscas con clastos blandos. La edad del Grupo San Jerónimo es Eoceno medio a Oligoceno superior.

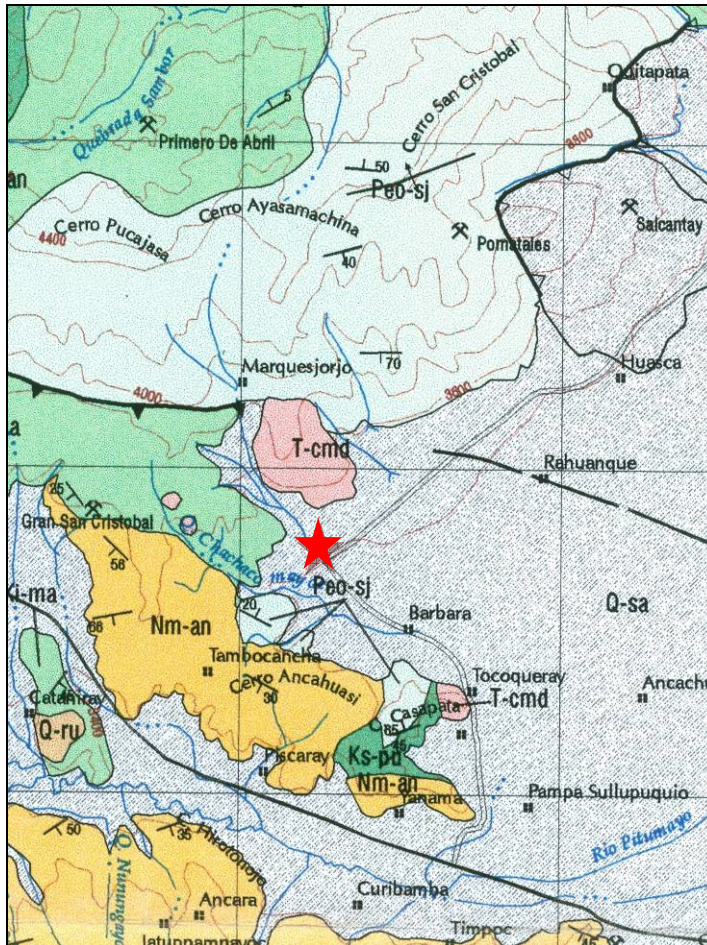
Batolito de Andahuaylas - Yauri

Su presencia no es muy amplia en los alrededores de Zurite, solo se hace presente en dos puntos específicos (Ver Mapa 02). El Batolito de Andahuaylas – Yauri esta caracterizado por granitoides de edad Eocena superior a Oligoceno

Formación San Sebastián

Caracterizada por areniscas fluviales de canales entrelazados deltaicos, y lutitas lacustres y palustres. A esta formación se le asocia una edad Pleistocena debido a los numerosos fósiles encontrados en ella.

¹ Datos tomados de INEI – Censo 2007.



LEYENDA

Era	Sistema	Etapa	Unidades Litestratigráficas	Rocas Intrusivas	
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno	Depositos Fluviales	Q-1	
			Depositos Glaciares/Aluviales	Q-2	
			Fm. San Sebastián	Q-3	
	PLEISTOCENO		Fm. Rumbocla	Q-4	
			Fm. Chineros	Np-cc	
	NEOGENO	Plioceno	Fm. Anta	Nm-an	
		Mioceno	Fm. Anta	Nm-an	
	PALEOGENO	Oligoceno	Gpo. San Jeronimo	Pp-sj	
		Eoceno			
		Paloceno	Fm. Quilpe y Chila	Pp-cl	
MESOZOICA	CRETACICO	Superior	Fm. Paqun	Np-pa	
			Fm. Ayavaca	Kia-ay	
			Fm. Mazas	Ki-ma	
			Fm. Pascahuasi	Ki-pa	
		Inferior	Fm. Huancane	Ki-hu	
	JURASICO	Superior	Fm. Huambito	JH-hu	
	TRIASICO	Inferior	Gpo. Mito	Pm-mi	
	PALEOZOICA	PERMICO	Superior	Gpo. Copacabana	Pc-cp
		SILURO DEVONIANO		Fm. Puzosambo	SD-pz
		ORDOVICICO	Superior	Fm. Zapla	Oz-zp
Medio			Fm. Sando	Oz-sa	
Inferior		Fm. San Jose	Oz-sj		
CAMBRICO		Fm. Venetia	Ov		
		Fm. Ollantayambo	C-ol		

Mapa 2: Mapa Geológico de la Zona de Estudio.

- Geomorfología de la zona

Fisiográficamente la zona se considera como, una sub – cuenca, que es una extensa área de una parte morfológica o cuenca cuya extensión es de 400 Km², que corresponden a las Pampas de Anta, Maras, Huaypo y Chincheros los factores fisiográficos de medio ambiente indudablemente se relacionan con las características naturales de la tierra, como unidades geomorfológicos, se pueden considerar:

Cerros y Laderas de Cerros, con abanicos aluviales, formados por deposición de material de acarreo, transportadas por las aguas que descienden del Cerro Llamakanca, con pendientes empinadas y moderadamente inclinadas abarcando una área de 68.80 Has.

Colinas altas, caracterizada por presentar laderas de moderada pendiente (20 a 40), que se ven principalmente afectados por procesos geodinámicos como deslizamientos y derrumbes.

Laderas de pendiente Suave, de formación coluvie aluvial abarca un área de 21 Has.

Laguna permanente con un área de 29.27 has.

El relieve dentro de los límites de la zona de estudio es considerable y constante, si se toma en cuenta las diferencias de altitud, en un eje orientado de Nor – Oeste al Sur Este, donde la cumbre del Cerro Llamakancha, que está a 4335 m.s.n.m., refiriéndose específicamente a la zona arqueológica de los andes o terrazas incaica, se observa que sido construido en las alturas entre los 3,430 y 3,339 m.s.n.m.

Por otra parte se observan coluvio - aluviales (compuestas) en cuya parte inferior se construyen las terrazas, estos conos están situados en sectores donde hay un notable cambio de gradiente, representando dos depósitos de sedimentos compuestos, además de grava y piedras mas o menos porosas y bien drenadas.

GEODINAMICA EXTERNA

El deslizamiento de Zurite, ocurrido el 28 de enero del 2010 estuvo compuesto por varias etapas de movimiento, las cuales se detallan a continuación:

Zona de Arranque

El deslizamiento de Zurite tuvo su origen en las faldas de las montañas que rodean la planicie denominada como Las Pampas de Anta. Consta de una escarpa semicircular de dos flancos con desprendimiento tanto de la zona central como de las laterales (Fotos 1 y 2)



Foto 1: Zona de arranque central del deslizamiento de Zurite. Se puede notar que la escarpa incluye dos colinas y una quebrada.

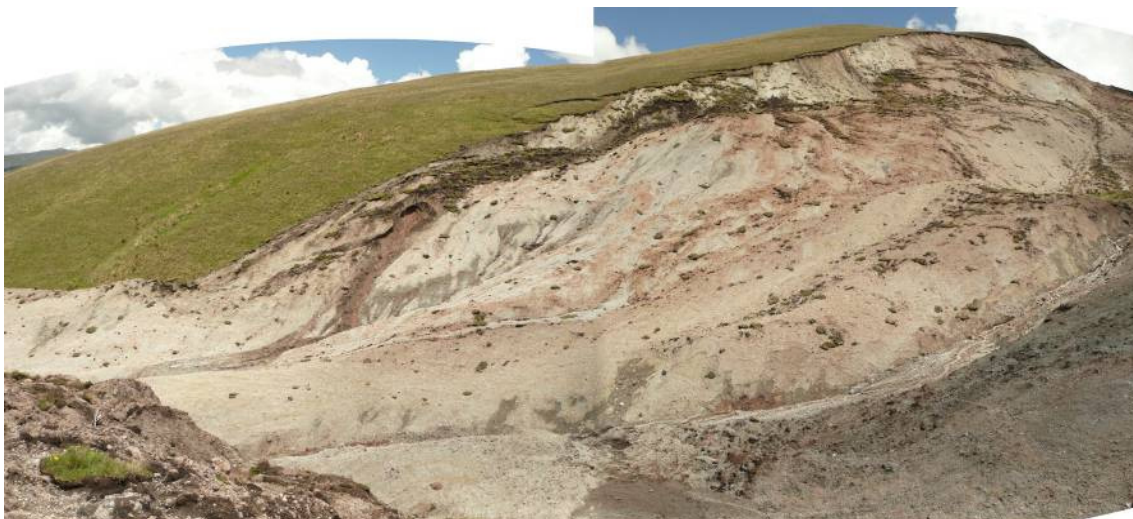


Foto 2: Vista hacia el Oeste de la escarpa del deslizamiento de Zurite, se puede ver grandes grietas de tensión que podrían ocasionar deslizamientos secundarios de menor intensidad.

Geológicamente, la zona de arranque se encuentra en la formación San Sebastián compuesta por niveles de areniscas alteradas los cuales al verse expuestas a las intensa temporada de lluvias y al consecuente incremento de los manantiales locales sufrió deformación de las capas superiores, favoreciendo la infiltración de agua de lluvia hasta niveles más profundos desencadenando un deslizamiento rotacional típico (Figura 1).

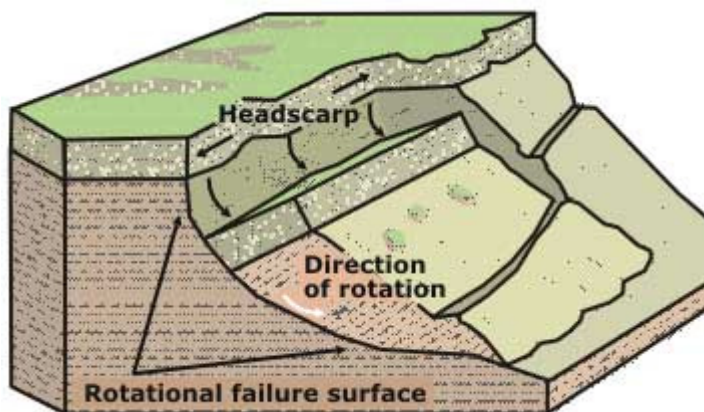


Figura 1: Esquema de un deslizamiento rotacional, el deslizamiento de Zurite encaja perfectamente en esta descripción.

La dinámica de los deslizamientos rotacionales consisten en que la masa desestabilizada se mueve por un plano de rotura semicircular, esto genera que el deposito no viaje grandes distancias, pero a su vez, libere casi en su totalidad el agua que genero la deformación

La escarpa original tiene una extensión de 136 metros con una altura promedio mayor a los 2 metros (Foto 3), acompañando a esta escarpa se pudo cartografiar hasta 3 sistemas de grietas tensionales superiores, lo que indicaría que el deslizamiento podría sufrir una reactivación en las próximas época de lluvias (Fotos 4 y 5).



Foto 3: Escarpa principal del deslizamiento de Zurite, el hombre de escala mide 1.70 metros de altura.



Foto 4: Sistemas de escarpas tensionales en la parte superior de la escarpa principal del deslizamiento de Zurite.



Foto 5: Las grietas tensionales tenían alturas promedio de 0.40 – 0.50 cm. Esta altura podría aumentar considerablemente durante la siguiente temporada de lluvias.

Además, dentro de la masa deslizada se pueden apreciar varios sistemas de escarpas secundarias extensionales, lo que indica que el deslizamiento no solo se desplazó una sola vez, sino que fue cayendo por segmentos (Foto 6).



Foto 6: Las flechas verdes muestran las escarpas secundarias del deslizamiento de Zurite

Zona de transporte, de deslizamiento a flujo de detritos

Cuando la masa deslizada desde la escarpa principal llega a la cota 4000 m.s.n.m. esta afortunadamente se detiene por un cambio en la pendiente de la ladera. Un vez que la masa transportada se desacelera esta libera toda el agua que originó su rotura, convirtiéndose en un gran flujo de detritos (Huayco) (Foto 7).

En la Foto 8 se puede ver como la masa deslizada se detuvo y liberó el agua de arrastre. De no haber ocurrido este fenómeno, toda la masa del deslizamiento hubiera bajado por la quebrada y habría cubierto el poblado de Zurite casi completamente.



Foto 7: Masa del deslizamiento que se detuvo por el gran cambio de pendiente.



Foto 8: Zona donde se aprecia el lóbulo de la masa del deslizamiento y el flujo de detritos que desencadenó el cambio de pendiente.

Un vez que el evento se convirtió a un flujo de detritos, este cambió completamente su dinámica, cambiando de una masa muy viscosa y con velocidad media a un fluido muy ligero y con alta velocidad que cubrió con lodo toda la parte media de quebrada, comenzando a erosionar las laderas e incorporando más material al flujo (Foto 9).



Foto 9: El flujo de detritos que erosionó fuertemente el cauce del río Zurite. Nótese que hay cobertura vegetal que no fue arrasada más si cubierta por lodo.

Cuando el flujo de detritos, alcanzó la cota 3600 m.s.n.m. ya era un flujo hiperconcentrado muy erosivo que inundaba todo a su paso, comenzando ya a afectar terrenos de cultivo (Foto 10)



Foto 10: Parte baja de la zona de arranque del deslizamiento, el flujo de detritos secundario inunda terrenos de cultivo que se encontraban varias decenas de metros por encima del fondo del cauce del río Zurite.

Zona de depósito

Se puede considerar dos principales zonas de depósito, la primera ubicada aguas arriba de la Cantera principal (Foto 11 y 12), y la segunda localizada en el poblado de Zurite. La primera Zona de depósito consiste en una explanada en la parte baja del valle del río Zurite en la cual se acumulo gran cantidad de material del flujo de detritos.



Foto 11: Zona cercana a la Cantera Principal, se puede notar la ya presencia de albardones en los bordes del depósito del flujo, señal que la zona de depósito a empezado.



Foto 12: Vista panorámica del inicio de la zona del depósito aguas arriba de la Cantera Principal

Esta acumulación de material pudo haber favorecido nuevamente la evacuación de fluidos (Foto 13 y 14) por la margen derecha, cambiando el curso del antiguo valle. De no haber habido este cambio de pendiente y la disminución de material en esta zona, los daños al poblado de Zurite hubieran sido mayores.



Foto 13: Segunda zona de evacuación de fluidos del material, nótese como detrás de la persona el material es más grueso que delante.



Foto 14: Nuevo flujo más liviano con menor arrastre de bloques, este flujo fue el que llegó al poblado de Zurite.

El flujo al erosionar la parte baja del río Zurite, aguas arriba del poblado del mismo nombre, expuso unos muros incas que no eran conocidos (Foto 15), lo que indicaría que los Incas si fueron afectados por este tipo de fenómeno.



Foto 15: Muro inca, anteriormente desconocido que fue expuesto por la acción erosiva del flujo de detritos.

La segunda zona de depósito, la que corresponde al poblado de Zurite, en donde el flujo entro por las principales calles de la ciudad, en donde afectó al colegio local, varias viviendas (Cuadro 1) y muchas familias tuvieron que ser reubicadas en refugios temporales (Cuadro 2).

El detalle de los daños se muestra en las Fotos 16, 17, 18 y 19

DAÑOS CAUSADOS

En la evaluación de los daños pudimos observar:

CANTIDAD	INFRAESTRUCTURA	GRADO DE AFECCIÓN
03	Viviendas	Colapsadas
39	Viviendas	Inhabitables
48	Viviendas	Afectadas
01	Institución Educativa Mixta N 118	Colapsada
01	Centro de Salud	Colapsado
01	Área recreativa	Colapsada
01	Centro Cívico	Inhabitable
01	Municipalidad	Afectado
01	Templo	Afectado
01	Mercado	Afectado

Cuadro 1: Detalle de los daños causados por el flujo de detritos que afectó el poblado de Zurite

En cuanto a personas: Todas estas familias fueron evacuadas a cuatro albergue: Tambocancha, Sisajpata, Erapata y Cantupata, donde fueron distribuidas de la siguiente maneras:

Familias damnificadas	42
Personas damnificadas	119
Familias afectadas	48
Personas afectadas	225

ALBERGUES	FAMILIAS (entre damnificadas, afectadas y por prevención)
Tambocancha	180
Sisajpata	35
Erapata	320
Cantupata	52

Cuadro 2: Personas afectadas y lugares de reubicación temporal (Albergues).



Foto 16: Precisos momentos en que el flujo ingresa al pueblo de Zurite, nótese la poca cantidad de grandes bloques y que la mayoría corresponde a lodo.



Foto 17: Plaza de Armas de Zurite, en esta zona si ingreso gran cantidad de bloques que dañó viviendas, derribo postes de alumbrado público y otros, afortunadamente, durante este evento no se tuvo víctimas fatales que lamentar



Foto 18: Vista post evento del Colegio de Zurite, nótese que la mancha de lodo llega al segundo nivel del edificio principal del colegio.



Foto 19: Una de los edificios más dañados fue este que se ubica en la Plaza de Armas de Zurite, este fue afectado por la fuerza del flujo en las columnas de adobe del edificio.

El Mapa 2 muestra todo el recorrido del deslizamiento-flujo de Zurite y su dispersión por las principales calles.

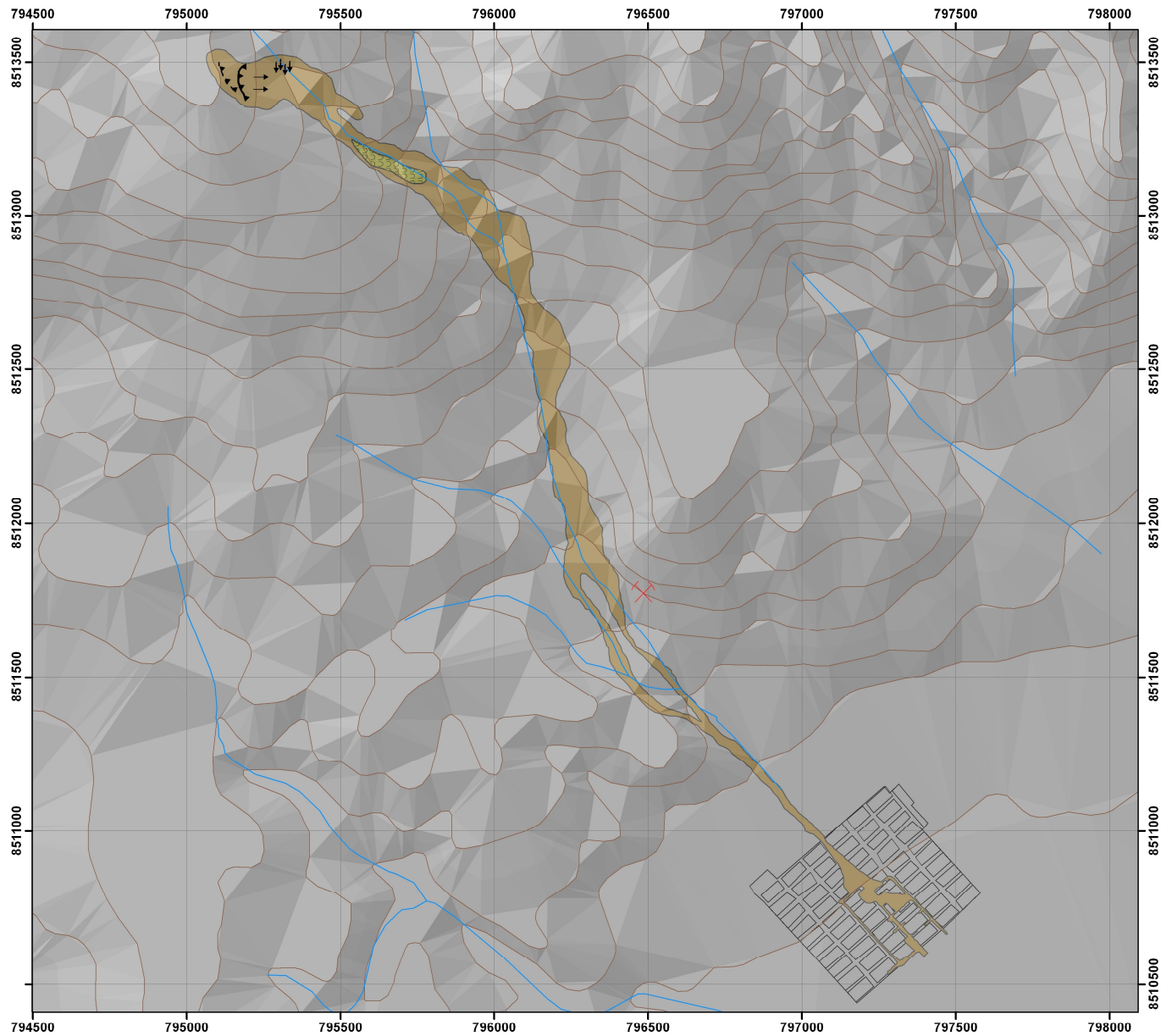
CONCLUSIONES

- El deslizamiento de Zurite, ocurrido el 28 de enero del 2010 tuvo una zona de arranque en las areniscas alteradas de la Formación San Sebastián, por el exceso de saturación de capas intermedias del suelo debido a la fuerte lluvia y el aumento del caudal de los manantes locales.
- El deslizamiento se convirtió en un flujo al entrar en una zona de fuerte cambio de pendiente, esto generó que el material sea más fluido, de no haber ocurrido este fenómeno, el material hubiera llegado completo al poblado de Zurite enterrando gran parte del mismo a una velocidad muy alta.
- En la zona de depósito, cerca de la Cantera Principal, el flujo perdió velocidad debido a la poca pendiente de la zona, esto generó una gran erosión del cauce del río y la exposición de muros Incas antes no conocidos.
- En el poblado, el flujo afectó seriamente varios edificios principales y se tuvo que evacuar a muchas familias a albergues temporales.
- En las condiciones actuales, el deslizamiento de Zurite podría ser considerado un peligro latente para el poblado, ya que en la siguiente temporada de lluvias podría reactivarse.

RECOMENDACIÓN

Para conocer a profundidad el deslizamiento de Zurite, se debe de realizar una campaña geofísica para conocer las características de la zona de debilidad y descartar la presencia de una zona de deslizamiento más profunda.

La canalización de los manantes y ojos de agua en la zona es muy importante, así como la reforestación de la zona afectada, ya que esto estabilizará la pendiente.



Simbología

- Escarpa principal
- Grieta de tensión
- Recorrido del Flujo
- Cuerpo del deslizamiento
- Cantera Principal
- Poblado de Zurite


 Sector Energía y Minas
 Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

RECORRIDO DEL DESLIZAMIENTO - FLUJO DE ZURITE


 ESCALA GRÁFICA MAPA Nº 02