

Informe Técnico N° A6608

Informe Técnico:

**Flujos de Detritos del 05/04/2012
entre las quebradas La Ronda y Los Cóndores,
margen izquierda del río Rímac,**

Características Geodinámicas y Evaluación de Peligro

Distritos: Chosica, Chaclacayo y Ricardo Palma - Provincia Lurigancho - Región: Lima



POR:
BILBERTO ZAVALA
MANUEL VILCHEZ
SEGUNDO NÚÑEZ

OCTUBRE 2011

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	ANTECEDENTES DE EVENTOS HISTÓRICOS SIMILARES	2
3.	ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y CLIMÁTICOS.....	3
3.1	DATOS DE PRECIPITACIONES PLUVIALES.....	3
4.	ASPECTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS.....	5
4.1	ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	5
4.2	ASPECTOS GEOLÓGICOS	6
5.	EVALUACIÓN GEODINÁMICA DE LAS QUEBRADAS ACTIVADAS EN LA MARGEN IZQUIERDA	6
5.1	QUEBRADA LOS CÓNDORES.....	6
5.2	QUEBRADA CORICANCHA.....	10
5.3	QUEBRADA CALIFORNIA:.....	13
5.4	QUEBRADA LA CANTUTA.....	19
5.5	QUEBRADA SANTO DOMINGO	23
5.6	QUEBRADA DOS BARRIOS /PABLO PATRÓN.....	30
5.7	QUEBRADA LA RONDA	38
6.	CONCLUSIONES.....	43
7.	RECOMENDACIONES	45
	BIBLIOGRAFÍA	46
	ANEXO	47

FLUJOS DE DETRITOS DEL 05/04/2012 ENTRE LAS QUEBRADAS LA RONDA Y LOS CÓNDORES, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO RÍMAC

CARACTERÍSTICAS GEODINÁMICAS Y EVALUACIÓN DE PELIGRO

(DISTRITOS: CHOSICA, CHACLACAYO Y RICARDO PALMA, PROVINCIA: LURIGANCHO, REGIÓN: LIMA)

1. INTRODUCCIÓN

El jueves 05 de abril de 2012, cerca de a las 17:30 horas, se produjeron intensas precipitaciones pluviales por varias horas en el distrito de Chosica y en las cabeceras de subcuencas circundantes, generando la activación de muchas quebradas en ambos márgenes del río Rímac; estas quebradas con cuencas de captación de diferentes dimensiones se manifestaron con arrastre de material (lodo y piedras) y flujo de agua.

Como resultado de la ocupación inadecuada del territorio, en muchos casos en el cauce de las quebradas, laderas inestables; así como la falta de defensas, obras de prevención, canalización y limpieza de quebradas, se vieron fuertemente afectadas por flujos de detritos, flujos de lodo y agua, viviendas precarias y de material noble, tramos de la Carretera Central (entre los kilómetros 18 y 38), calles principales, instalaciones de la Universidad La Cantuta, zonas residenciales (Club Regatas, filial la Cantuta y Koricancha), centros de esparcimiento y áreas de expansión urbana. Asimismo se vio afectado canal de agua que se deriva desde Ricardo Palma y que abastece a diversas poblaciones de esta margen del valle.

A raíz de estos acontecimientos, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, dispuso de una brigada de tres geólogos especialistas en evaluación de peligros para evaluar la zona, cuyos trabajos se realizaron los días 9 y 10 de Abril. Por razones de logística se pudo inspeccionar las quebradas comprendidas entre La Ronda y Los Cóndores, comprendiendo las áreas más afectadas por los huaycos. El informe que se presenta comprende las observaciones geomorfológicas, geológicas, geodinámicas y de evaluación de peligro en dichas quebradas; se hace hincapié de las características de los flujos, la peligrosidad de los lugares visitados y las recomendaciones pertinentes para futuras lluvias que se presenten en la zona.

2. ANTECEDENTES DE EVENTOS HISTÓRICOS SIMILARES

Los flujos de detritos, comúnmente conocidos como "huaicos", son muy comunes en nuestro país debido a la configuración del relieve en el territorio, constituido por altas montañas, vertientes pronunciadas, estribaciones occidentales sumamente áridas con rocas y suelos deleznable o susceptibles de remoción con aguas de lluvia.

Generalmente las zonas afectadas son espacios delimitados por una microcuenca, subcuenca, quebrada o riachuelo, siendo los principales daños, los que se producen en el cono o abanico de depósito, parte terminal de depósito de un cauce tributario a otro. Los daños que producen son considerables, por la gran energía y violenta

aparición con que se presentan, destruyendo, arrasando o sepultando lo que encuentran en su paso, infraestructura urbana, vial, hidráulica y productiva agrícola. Particularmente y en especial la cuenca del río Rímac, los huaycos son muy frecuentes y recurrentes (San Mateo, Tambo de Viso, Payhua, Cochachacra, Tornamesa, Cupíche, Santa Ana, Huallaringa, San Pedro de Mama, Pedregal, Quirio, Yanacoto, Rayos de Sol, California, Huaycoloro, etc.¹:

En 1981 las fuertes lluvias generaron huaycos, deslizamientos y desbordes del río Rímac. Huaycos de 1983 (F. El Niño) en Santa Eulalia destruyeron parcialmente San José de Palle, las Kiskas y la Trinchera (70 viviendas). En 1987, huaycos arrasan y destruyen 250 viviendas en las quebradas Pedregal, Corrales y Quirio de Chosica (Cien muertos). En febrero del 2009 un pequeño huaico cobró una víctima en la zona de Quirio. A la altura del km 33 de la Carretera Central, grandes cantidades de lodo y piedras bloquearon calles y vías. En esa oportunidad también bajo huayco por la quebrada La Cantuta.

3. ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y CLIMÁTICOS

El área que comprende la zona evaluada se ubica en la margen izquierda del río Rímac, entre el sector "Puente Los Ángeles", al oeste, y La Ronda (Ricardo Palma), al este. Políticamente comprende parte de los distritos de Chaclacayo, Chosica y Ricardo Palma. Este tramo de la cuenca del río Rímac mantiene una dirección promedio ENE-OSO, donde se ubica un porcentaje importante de población urbana (urbanizaciones, asentamientos humanos, zonas residenciales y centros de esparcimiento) que se asientan en las márgenes inferiores o terrazas aluviales del valle, abanicos proluviales o conos de deyección de quebradas, vertientes coluviales o deluviales de laderas contiguas, cauces al interior de quebradas o microcuencas transversales. Resaltan en infraestructura la Carretera Central y la Vía del Ferrocarril Central, importantes vías de penetración a la sierra y selva central del país; la Universidad Nacional de Educación "La Cantuta", así como pequeñas parcelas agrícolas.

Las alturas en este sector comprenden 700 - 900 msnm en el piso de valle del Rímac, hasta más de 1600-2200 msnm en las nacientes de las quebradas Los Cóndores y La Ronda, respectivamente (Ver figura 1).

3.1 DATOS DE PRECIPITACIONES PLUVIALES

La página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) muestra, para el período de los últimos 30 días (14/03/2012 al 12/04/2012), el registro de precipitaciones pluviales con datos inferiores a 2 mm entre el 16 y 25 de marzo. Pero un gran pico el día jueves 05 de abril donde se alcanzó una precipitación de 28 mm (28 lt/m²), coincidentemente con la ocurrencia de huaycos en la zona (ver figura 2).

¹ En las microcuencas de Quirio, Pedregal, La Ronda, California, La Cantuta, y otras menores, ubicados normalmente bajo un clima árido, los huaycos que se presentan en sus cortas longitudes de cauce (principal y tributarias), tienen un origen natural en respuesta a las condiciones abruptas de pendiente de sus laderas, la acumulación de suelo residual y coluvios de vertiente de naturaleza rocosa ígnea (rocas intrusivas) y las precipitaciones torrenciales esporádicas.



Figura 1. Imagen satelital que muestra la margen izquierda del río Rímac en el sector de Chosica y la ubicación de las quebradas evaluadas.

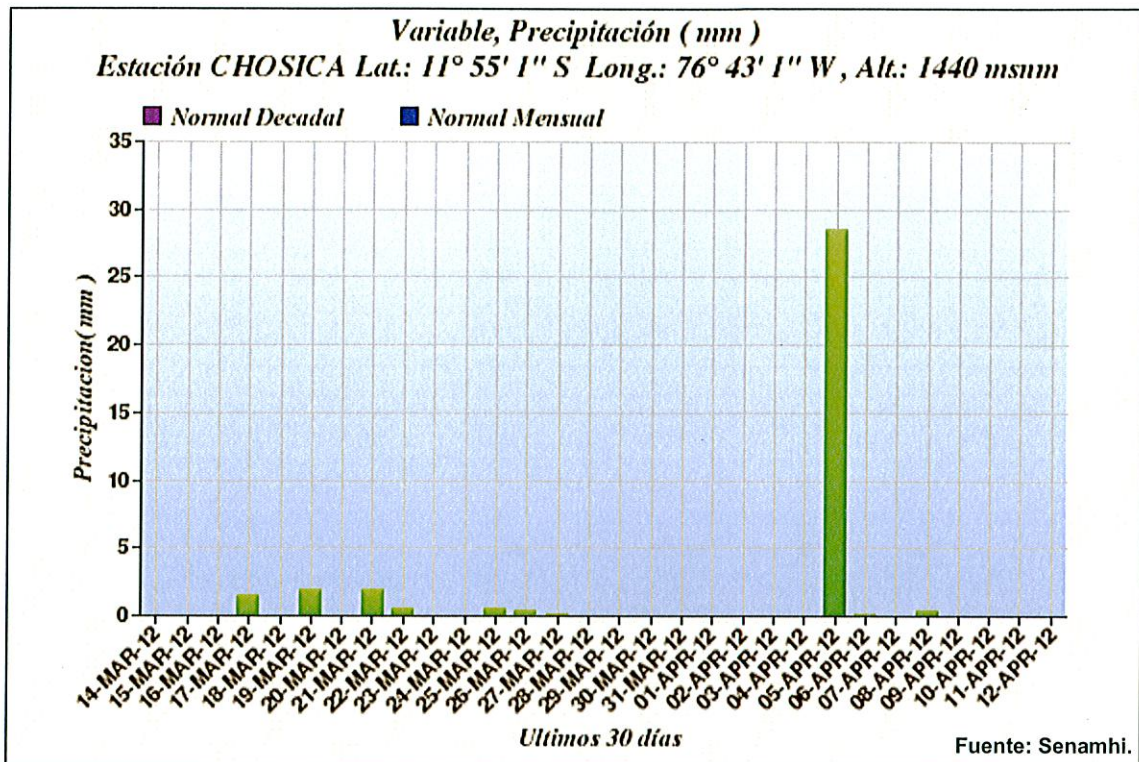


Figura 2. Precipitaciones pluviales diarias registradas en la estación Chosica en los últimos 30 días.

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS

Las características que permiten evaluar la geodinámica externa del área afectada por los huaycos del 5 de abril, se basan en el análisis de los aspectos geomorfológicos y geológicos que dominan el área.

4.1 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Regionalmente el área comprende parte de una cadena montañosa intrusiva de dirección predominante NO-SE, correspondiente a los cerros de Chaclacayo, California, La Cantuta, que se prolongan en dirección norte hacia los cerros de Chosica. Sus elevaciones alcanzan altitudes mayores a 1000 metros desde el piso de valle del Rímac y quebradas adyacentes. Las crestas, hombros o cimas de las montañas mantienen una dirección predominante NNO-SSE, relacionada a aspectos estructurales; sin embargo también se presentan alineamientos de las crestas o nacientes de Los Cóndores y California con dirección OSO-ESE, paralelo a la dirección del río Rímac. Los valles o quebradas principales presentan una dirección subparalela a los alineamientos montañosos y también un drenaje subparalelo a subdendrítico en los tributarios menores, típico de rocas intrusivas.

Localmente podemos diferenciar en las vertientes rocosas, acumulaciones de suelo residual producto de la meteorización de la roca, así como canchales o escombreras de bloques sueltos en los taludes, en forma caótica o formando pequeños conos de talus que llegan hasta el pie de

laderas. El cauce y desembocadura de las quebradas, están rellenas por materiales rocosos de grandes dimensiones, con bloques, bolones, en matriz arenosa o limosa como resultado de flujos de detritos o huaycos antiguos.

4.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS

En el área afloran exclusivamente rocas intrusivas correspondientes a la Súper – Unidad Intrusiva Santa Rosa. Palacios *et. al.*, 1992, reconocen en la zona una variación de intrusivos de tonalita/diorita a tonalita/granodiorita en mayor proporción en las zonas de Los Cóndores, La Cantuta y La Ronda, así como unos cuerpos de gabrodiorita en el sector de la cuenca baja de la quebrada California.

Las vertientes rocosas muestran una variación de pendiente en sus laderas como resultado del grado de meteorización que presentan; algunas veces formando suelos areno – limo y formas redondeadas en las cimas, así como también zonas fuertemente inclinadas a abruptas. El substrato además presenta muchas zonas con agrietamientos o fracturamientos, originando grandes bloques; pero en general suelen presentar un suelo arenoso.

5. EVALUACIÓN GEODINÁMICA DE LAS QUEBRADAS ACTIVADAS EN LA MARGEN IZQUIERDA

Para la evaluación geodinámica del lugar se contó con la siguiente información:

- Plano topográfico a escala 1:25 000 de la hoja 24j-II-SO del IGN.
- Mapa geológico a escala 1: 100 000, del cuadrángulo de Chosica (24-j), de INGEMMET (1992).
- Imágenes satelitales disponibles en el Google Earth de diferentes años (hasta el 2010).
- Inventario de peligros geológicos en el Estudio de Riesgo geológico de la Franja 4 (con datos del 2004-2005).
- Mapa de peligros geológicos de la cuenca del río Rímac a escala 1: 50 000, aguas arriba de Chaclacayo, levantada por INGEMMET en el 2008-2009.

A continuación se describe para cada quebrada inspeccionada, aspectos de geología, geomorfología, morfometría y de peligros:

5.1 QUEBRADA LOS CÓNDORES

Ubicación, accesibilidad y ocupación: Se encuentra en el sector de Chaclacayo. Se accede a la altura del puente Los Ángeles ingresando a una zona residencial, por una carretera asfaltada llegando hacia dos de las vertientes principales de esta quebrada. La quebrada está ocupada en la parte baja y baja-media por una zona residencial con viviendas de material noble, piscinas, campo de tenis y calles asfaltadas (ver figura 3).

Morfología y morfometría: Esta microcuenca presenta cuatro quebradas bien definidas: Q1) Una superior con mayor cuenca de recepción cuyas nacientes están alineadas este-oeste y conforman parte de los cerros de Chaclacayo. Esta a su vez se divide en dos ramales, uno de los cuales

presenta hasta seis vertientes o chorreras. Se aprecia en sus cauces acumulación de depósitos antiguos de huaycos con grandes bloques, pudiendo diferenciarse varios eventos canalizados, así como gran acumulación de bloques rocosos en las laderas; q2) Otra es más pequeña y cerrada, semicircular y con un cauce principal que confluye al cauce principal por la margen derecha. Se encuentra ocupada hasta su parte media-superior por viviendas, no existiendo un drenaje adecuado. q3) Una tercera mucho más pequeña y alargada y q4) Más pequeña, colindante a la segunda.

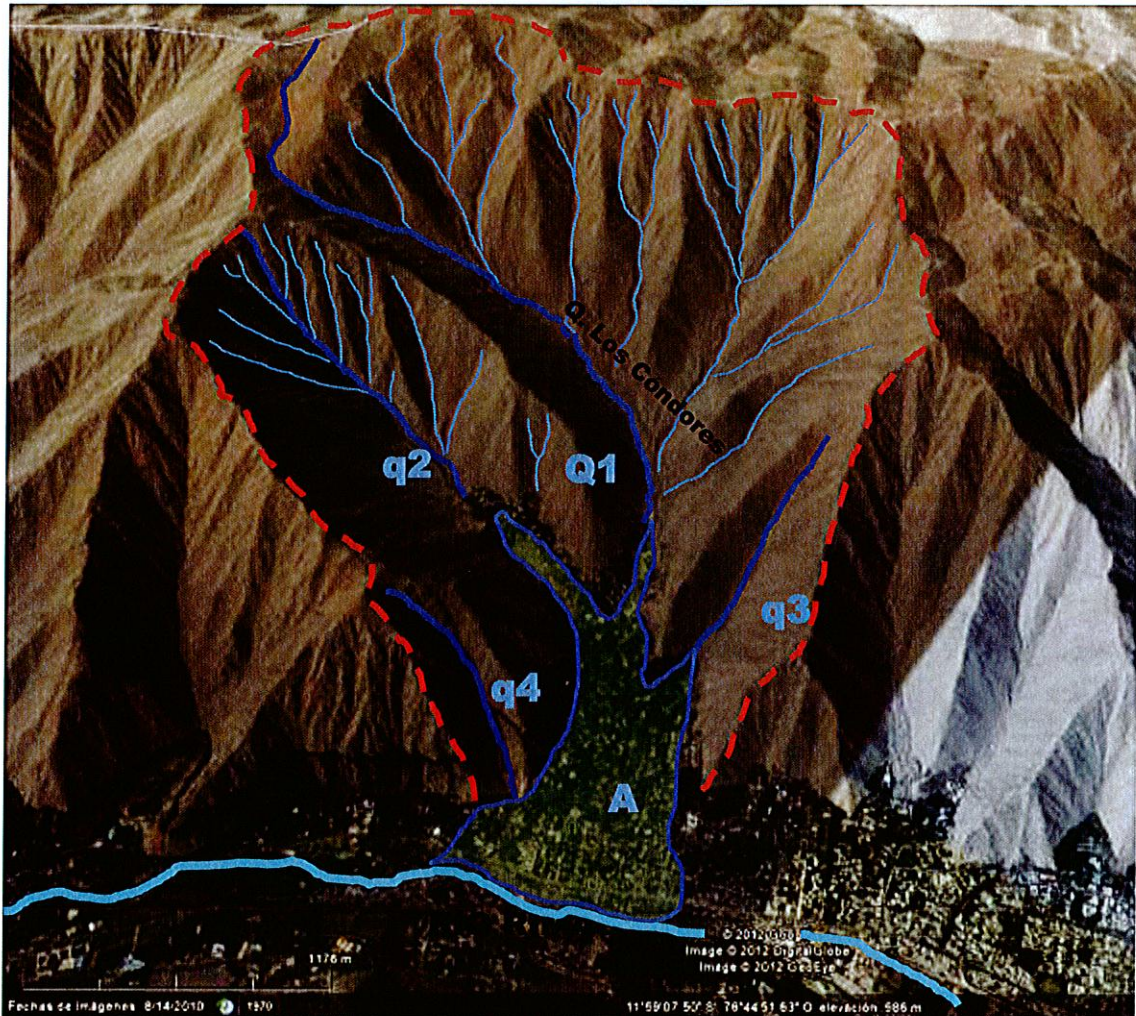


Figura 3. Imagen satelital que muestra la quebrada Los Córdobres. En color azul se muestra los cuatro cauces principales; en celeste los cauces secundarios y en rojo la divisoria de la microcuenca. Se resalta en verde la parte terminal o abanico (A).

Tipos de rocas y suelos: Predominan en la zona rocas intrusivas en parte muy fracturadas y alteradas (ver foto 3).



Foto 1. Vista que muestra en primer plano el canal principal de la quebrada Los Cóndores.

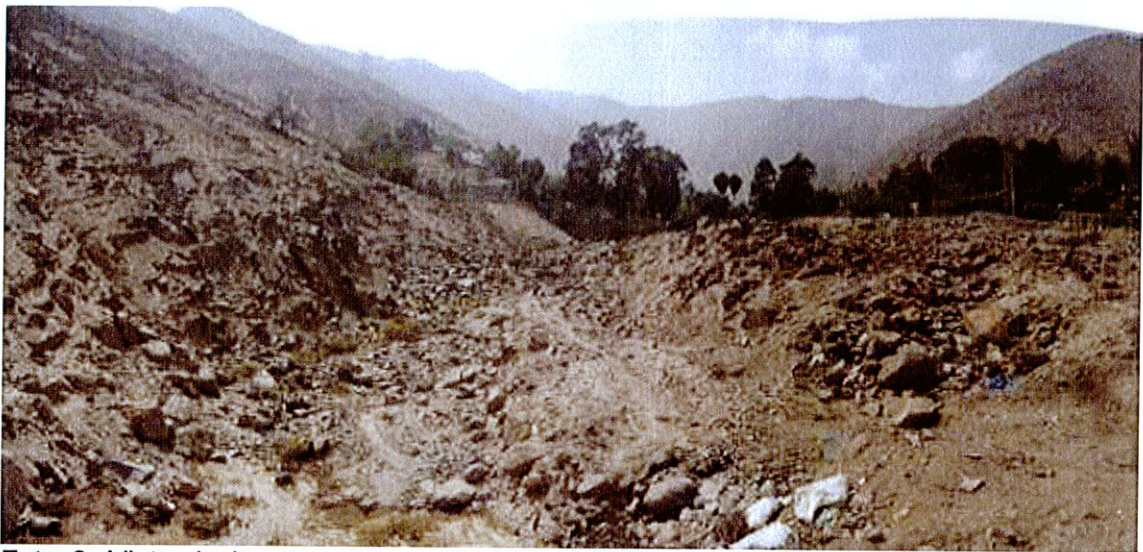


Foto 2. Vista de la segunda vertientes principal de Los Cóndores; se denota en la parte media el cauce cerrado de la quebrada ocupado por viviendas.

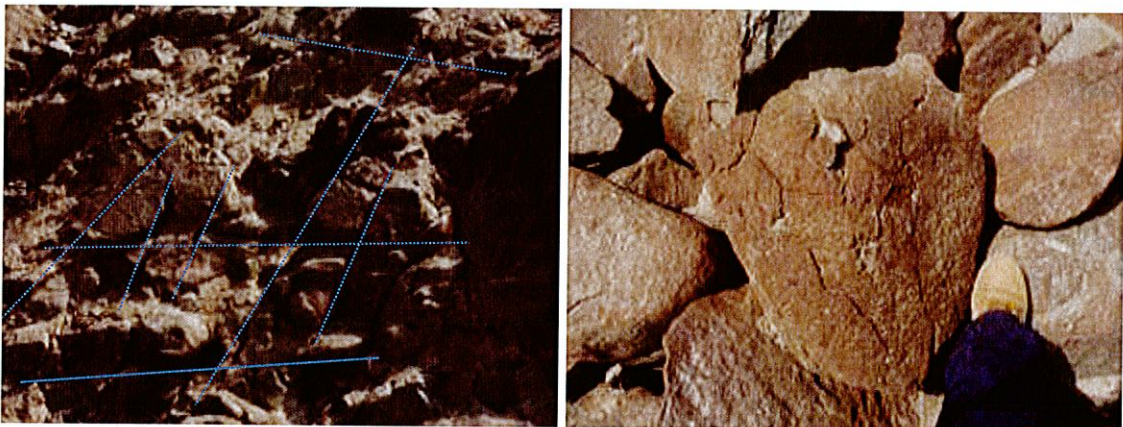


Foto 3. Meteorización y fracturamiento en las rocas intrusivas.

Geodinámica: La cuenca media superior muestra depósitos de huaycos antiguos con grandes bloques que rellenan el cauce principal. El cauce ha sido lavado por las recientes lluvias con aporte de uno o dos chorreras en la parte alta. El material arrastrado es generalmente arenoso. Esto se pudo apreciar en parte de la quebrada donde ha sido canalizada y se ha

construido un muro de piedra o dique disipador, el cual ya ha sido colmatado (foto 4). Este drenaje se pierde aguas abajo y se encuentra cerrado



Foto 4. Cauce principal de la quebrada Los Cóndores; dique disipador que muestra material de flujo del 5 de abril, compuesto principalmente de arena. Hacia aguas abajo se distingue tramo encauzado de la quebrada.

En la otra vertiente afluyente (Quebrada 2), la construcción de viviendas en esta zona residencial ha originado el cierre del cauce en dos tramos (fotos 2 y 5); esto y la falta de drenajes para conducción de aguas pluviales originó que las aguas de lluvia arrastraran principalmente lodo y material fino acumulado en las vertientes ingresando en muchas viviendas y calles del sector.



Foto 5. Tramo de la segunda quebrada en Los Cóndores; se nota el cauce cerrado entre la parte superior e inferior.

5.2 QUEBRADA CORICANCHA

Ubicación, accesibilidad y ocupación: Se encuentra contigua a la quebrada Los Cóndores. Se accede por la margen izquierda del río Rímac, también por el Puente Los Ángeles, ingresando por la calle Palmer antes de llegar a California. Se accede pasando la puerta de control del Club Coricancha ascendiendo unos 300 metros aguas arriba, donde se estrecha la quebrada. Parte del abanico está ocupado por las instalaciones del Club Coricancha. En el tramo final se presenta un salto pronunciado a subvertical, limitando la zona del Club y terrenos agrícolas aguas abajo, antes de confluir al río Rímac (ver figura 4 y foto 9).

Morfología y morfometría: Es una microcuenca pequeña, casi de la dimensión de la quebrada Dos Barrios (descrita más adelante). Presenta un cauce principal (Q1) definido con una cuenca de recepción alargada, de dirección SSE-NNO, presentando en ambas márgenes varios cauces transversales que confluyen y alimentan al principal. Un ramal secundario es tributario por la margen izquierda en la cuenca inferior (q2), el cual nace de la confluencia de dos torrentes. Las vertientes en ambos sectores presentan pendientes entre 20° a 35°. El cauce principal de la quebrada tiene una longitud de 2 460 m y una pendiente promedio de 23°; 11° en la cuenca baja y media y 30° en la cuenca superior (entre 1061 m de desnivel).

Tipos de rocas y suelos: Predominan en la zona rocas intrusivas en parte muy fracturadas y alteradas. Depósitos proluviales con grandes bloques rocosos rellenan el cauce medio-superior.

Geodinámica: La cuenca media-superior muestra depósitos de huaycos antiguos con grandes bloques que rellenan su cauce principal (fotos 6 y 7). El tramo final del cauce que limita al Club Coricancha sido lavado por las recientes lluvias con aporte de material fino desde su cabecera, generalmente arenoso, así como la erosión de un tramo de carretera asfaltada. Esto se puede apreciar en parte de la quebrada donde ha sido canalizada con poca profundidad y se han construido dos muros de piedra o diques disipadores (foto 8), los cual ya ha sido colmatado Este drenaje

se pierde aguas abajo y se encuentra cerrado. Los videos observados en las redes sociales muestran la gran cantidad de agua que fluyó por esta quebrada; el agua sobrepasa los muros construidos.

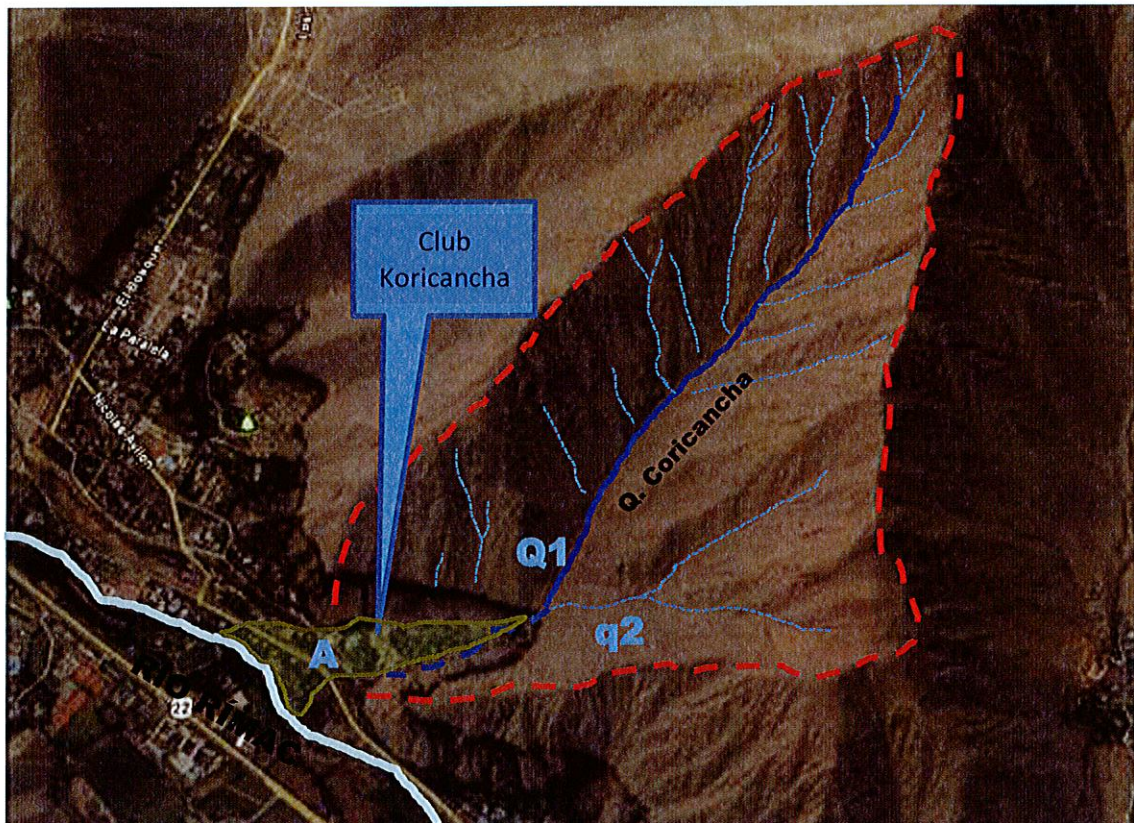


Figura 4. Imagen satelital que muestra la microcuenca de la quebrada Coricancha. El tramo inferior resaltado en verde corresponde a su abanico. En color azul su cauce principal (1); en celeste los cauces secundarios y en rojo la divisoria de la microcuenca.

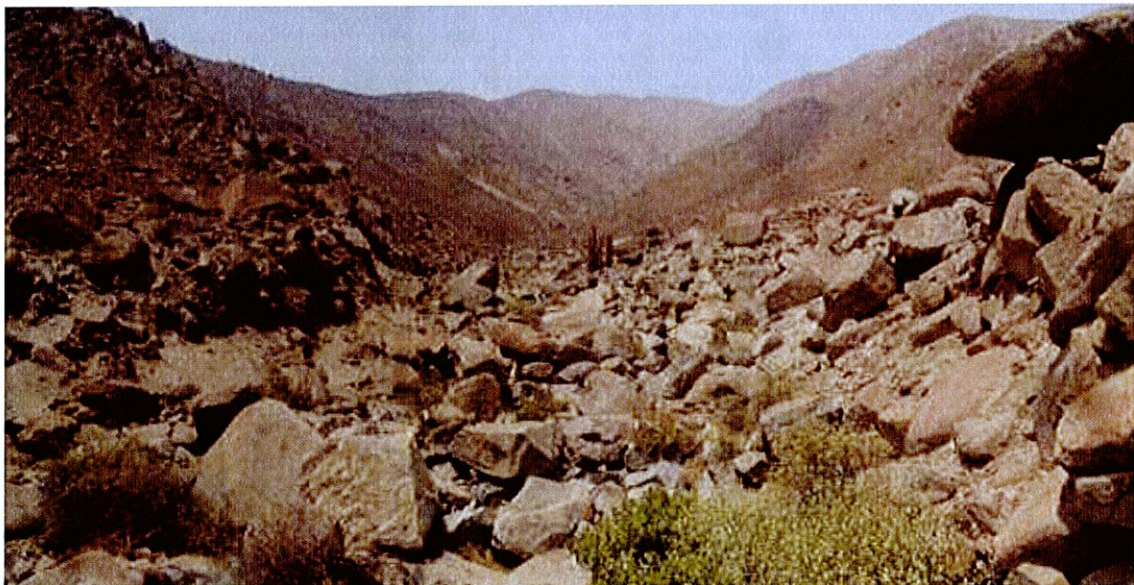


Foto 6. Vista de la quebrada Coricancha aguas arriba donde se distingue una gran acumulación de bloques en el cauce y en las vertientes o laderas superiores con acumulación de coluvios. El substrato rocoso se presenta muy fracturado



Foto 7. Otra vista de la quebrada Coricancha hacia aguas arriba. Se distingue la acumulación de depósitos antiguos de huayco que al abrirse paso forman un abanico.

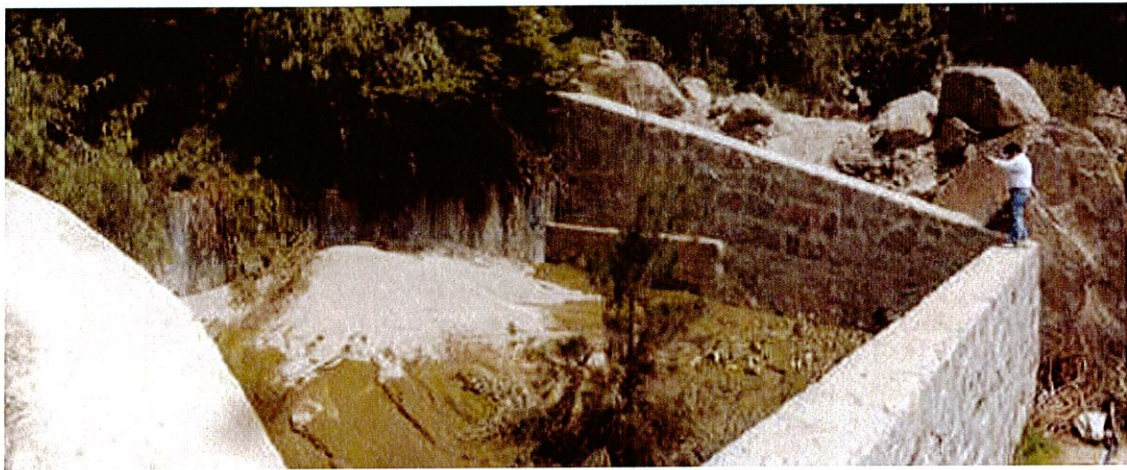


Foto 8. Dique disipador en un tramo del cauce inferior de la quebrada Coricancha construido en mampostería de piedra (11 m largo. x 2, 5 m de altura) relleno



Foto 9. Límite entre el centro recreacional Coricancha y el cauce de la quebrada. Erosión en la pista originada por el paso del flujo de agua y arena del 5 de abril.

5.3 QUEBRADA CALIFORNIA:

Ubicación, accesibilidad y ocupación: Se encuentra contigua a las quebradas Los Cóndores, Coricancha y otra menor al oeste y La Cantuta al este. Se accede por la margen izquierda del río Rímac, también desde el Puente Los Ángeles, cruzando la línea férrea a través de la Calle Nicolás Ayllón ingresando por una puerta de control de la zona residencial, a través de una carretera asfaltada y luego por la Av. El Bosque que atraviesa longitudinalmente la Residencial Laderas de California (cauce de quebrada) ingresando paulatinamente aguas arriba hacia los sectores de Brisas de California y La Rinconada de California. Parte del abanico y cauce de esta quebrada está ocupado por viviendas, zonas residenciales y terrenos de cultivo en la parte baja. En las laderas se aprecia accesos, caminos y trochas hacia zonas de explotación minera artesanal (ver figura 5).

Morfología y morfometría: Es una microcuenca mediana, en dimensión similar a la quebrada Los Cóndores, pero no en morfología. Presenta un cauce principal muy definido, una cuenca de recepción amplia y alargada, de dirección SSE-NNO. En su cuenca superior la quebrada California se origina de la confluencia de cuatro quebradas o torrentes (tres principales, presentando en ambas márgenes varios cauces transversales que confluyen y las alimentan: q2, q3, q4 y q5). La cuenca media e inferior presenta varias quebradas medianas y pequeñas, tres en la margen izquierda (q6, q7 y q8) y dos en la margen derecha (q9 y q10). Un ramal secundario es tributario por la margen izquierda en la cuenca inferior, el cual nace de la confluencia de dos torrentes. Las vertientes en ambos sectores presentan pendientes entre 20° a 35°. El cauce principal de la quebrada tiene una longitud de 4 890 m en su cauce mayor y una pendiente promedio de 10°; 9° en la cuenca baja y media y 25° en la

cuenca superior (795 m de desnivel). A diferencia de las otras microcuencas presenta un amplio cauce y llanura aluvial en el tramo medio inferior entre 180 y 250 m. Su abanico terminal es compuesto mezclándose con los depósitos proluviales de las quebradas ubicadas en el tramo final (margen izquierda).

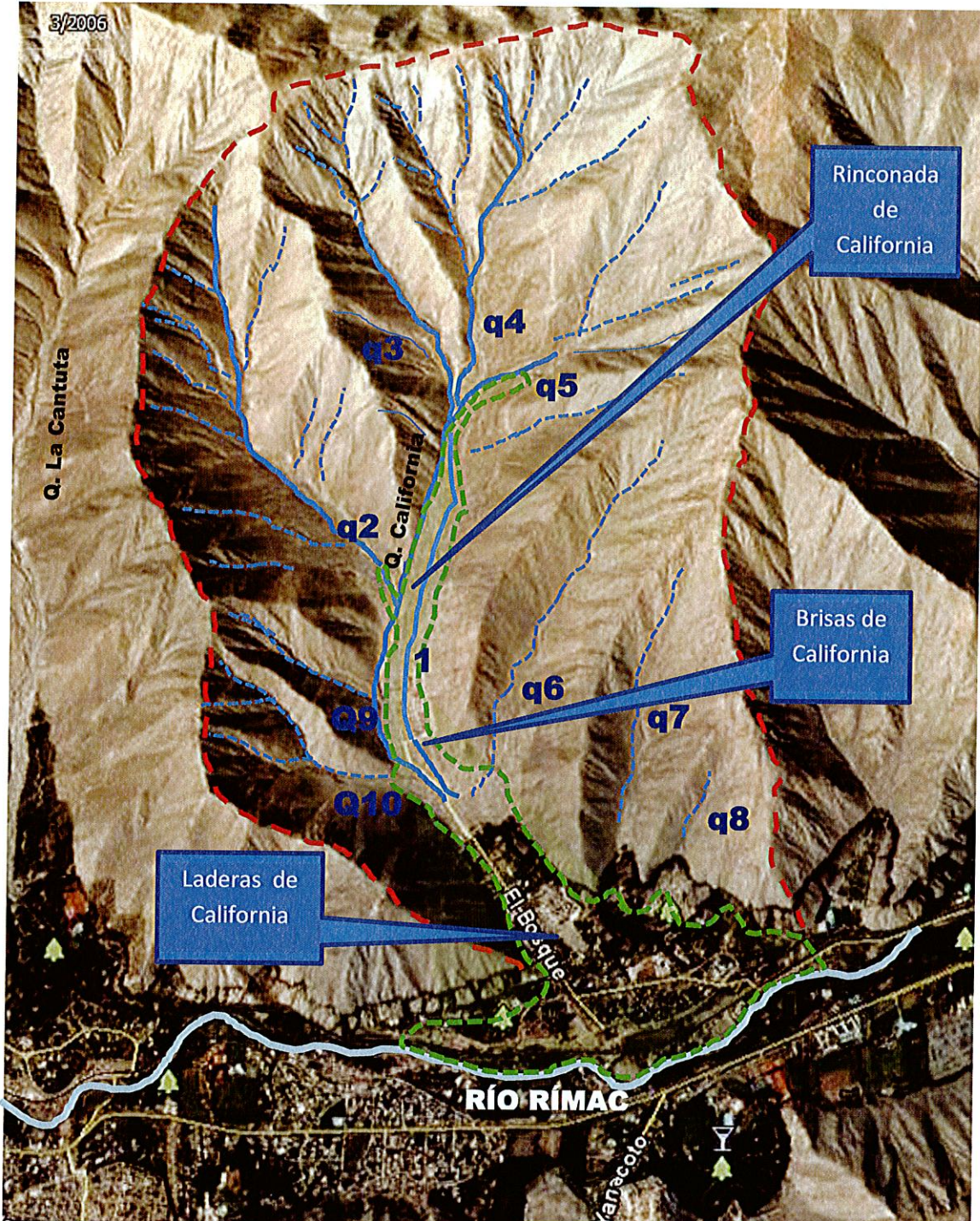


Figura 5. Imagen satelital que muestra la microcuenca de la quebrada California. El tramo resaltado en verde corresponde a su abanico, cauce fluvial y llanura aluvial de la quebrada (ocupada en gran parte por viviendas). En color azul su cauce principal; en celeste los cauces secundarios y en rojo la divisoria de la microcuenca.

Tipos de rocas y suelos: Predominan en la zona rocas intrusivas en parte muy fracturadas y alteradas. Depósitos proluvio-aluviales con grandes bloques rocosos, subredondeados rellenan el cauce medio-superior e inferior.

Geodinámica: La morfología de esta microcuenca es susceptible a la generación de flujos e inundación de detritos, alimentados por lluvias excepcionales como las ocurridas el 05 de abril del 2012. La amplitud del lecho principal en la cuenca media, media-superior y baja muestra gran acumulación de material y arrastre de material muestran características tanto de flujos y de inundación de detritos. El tramo central de la quebrada que ingresa hacia la zona residencial de laderas de California por la Av. El Bosque, con amplio cauce y pendiente suave soportó la llegada de material detrítico fino y gravas subangulosas a subredondeadas; algunas viviendas de material noble, sirvieron de muros para que el material grueso no se desplace aguas abajo, donde solo llegó agua y material fino que ingresó en algunas viviendas (foto 10).

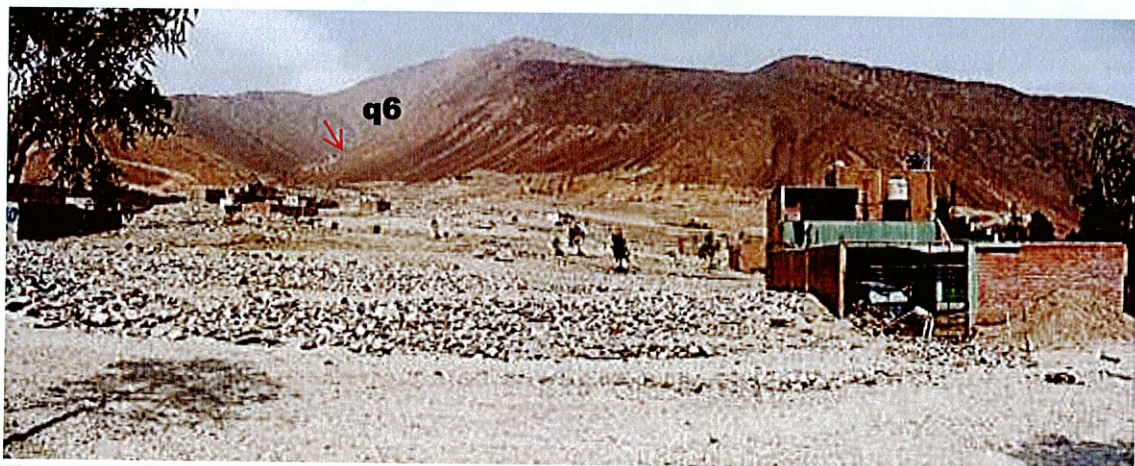


Foto 10, Sector medio inferior, Av. El Bosque. Material detrítico que bajó por la quebrada, retenido en parte por las viviendas de material noble. En la vista inferior se muestra una panorámica del depósito así como aporte de la quebrada q6.

La inexistencia de un cauce definido o encauzamiento principal de la quebrada originó que la concentración de lluvias en la cabecera de la cuenca arrastrase gran cantidad de material al saturarse los suelos y laderas provistas de gran cantidad de material de fácil remoción, principalmente en el sector de Brisas de California, afectando un gran

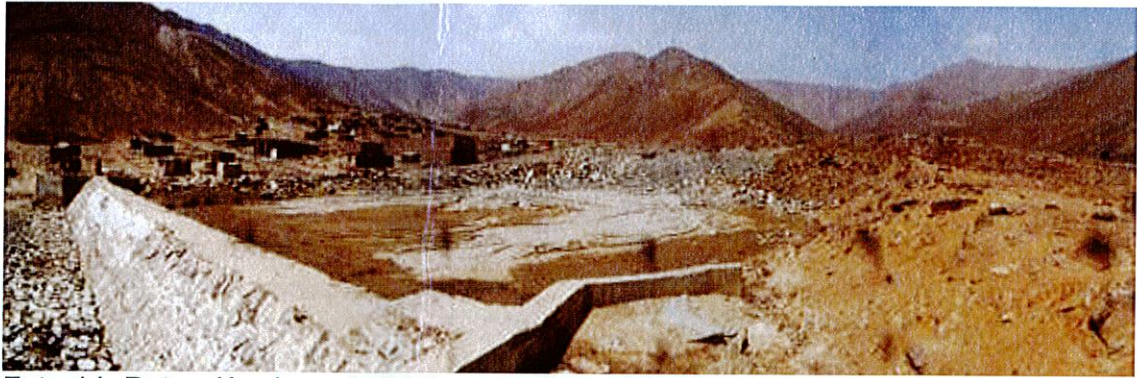


Foto 14. Retención de material fino por dique ubicado aguas debajo de la confluencia de las quebradas q3 y q4; vista aguas arriba del dique disipador.

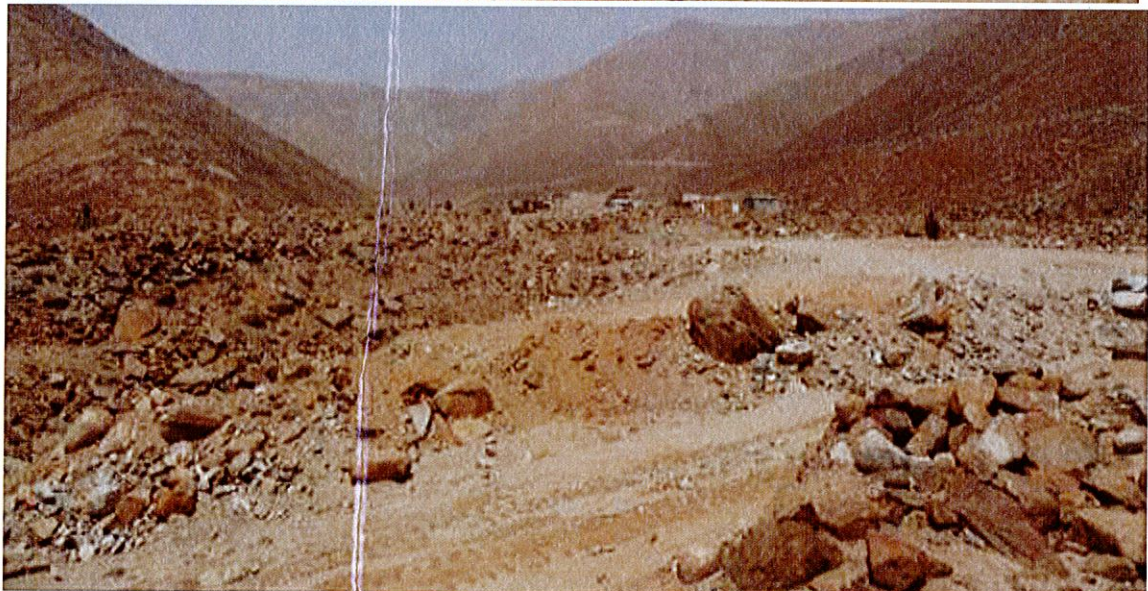
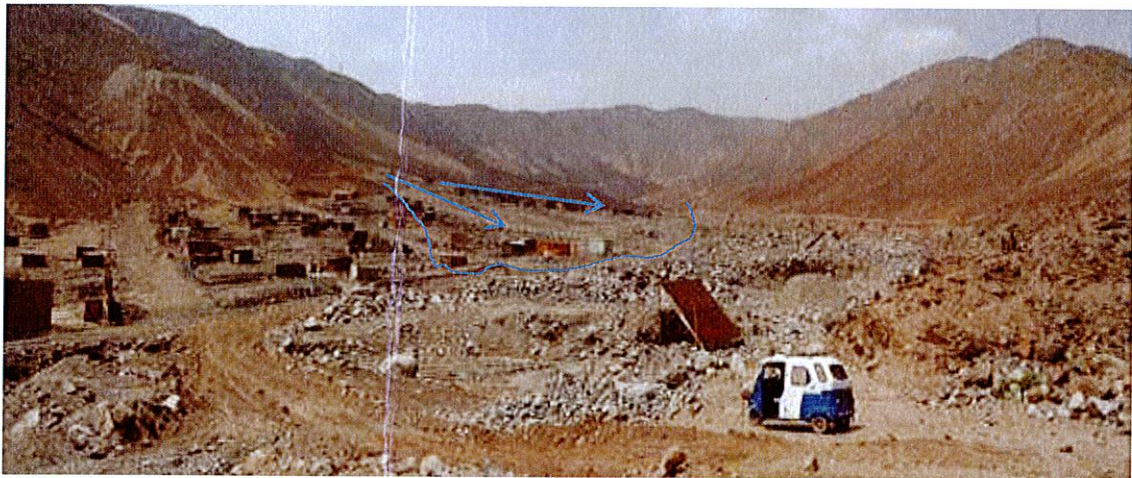


Foto 15. Sector de la cuenca superior La Rinconada de California; en la foto superior la quebrada q3 afectado por una avalancha de detritos y la foto inferior la quebrada q4, que muestra también una amplia cuenca de recepción; en su margen izquierda gran acumulación de detritos o coluvios en la vertiente.

Algunas fotos disponibles en internet permiten apreciar las características hidrodinámicas del flujo de detritos (ver foto 16).



Foto 16. Vistas disponibles en la web, donde se muestra las características del flujo de lodo y piedras en la quebrada California. La falta de encauzamiento de la quebrada originó la inundación de viviendas en todo su recorrido.

5.4 QUEBRADA LA CANTUTA

Ubicación, accesibilidad y ocupación: Esta quebrada se encuentra contigua a las quebradas California (al oeste), Santo Domingo y La Ronda (al este). Se accede por la margen izquierda del río Rímac, directamente desde Chosica o también desde el ingreso por Puente Los Ángeles. Parte del abanico y cauce de esta quebrada está ocupado por el Club Regatas (instalaciones, residencias, piscinas, bungalós y zona de bosque) y terrenos de cultivo en la parte baja. En las imágenes satelitales se aprecia un camino longitudinal al valle que accede hacia la parte media-alta; se aprecian accesos, caminos o trochas hacia las laderas en ambas

márgenes; probablemente se trate de zonas de explotación minera artesanal.

Morfología y morfometría: Dentro de las microcuencas evaluadas es la de mayor dimensión. Presenta un cauce principal muy definido, una cuenca de recepción muy amplia y abierta en dos flancos en su cabecera; el cauce principal tiene una dirección SSE-NNO. En su cuenca superior la quebrada La Cantuta se origina de la confluencia de tres quebradas o torrentes principales: q2, q3 y q4 (ver figura 6), presentando en ambas márgenes varios cauces transversales que confluyen y las alimentan). La cuenca media o de transición es recta y corta prolongándose rápidamente hacia su parte terminal en un abanico de regular dimensión². En este tramo quebradas menores de muy corta longitud confluyen hacia ella, siendo tres o cuatro en ambas márgenes. Las vertientes o laderas presentan pendientes entre 20° a 35°. El cauce principal de la quebrada tiene una longitud de 4 890 m en su cauce mayor y una pendiente promedio de 10°; 9° en la cuenca baja y media y 25° en la cuenca superior (795 m de desnivel). A diferencia de las otras microcuencas presenta una amplia cuenca de recepción, mediana cauce en la zona de transición a la cuenca baja que varía entre 15 y 65 metros de ancho (presentando terrazas en ambas márgenes); en la confluencia de las quebradas q2 y q3 presenta 33 m y en la quebrada q4 27 m. Es posible también apreciar dos y hasta tres niveles de terrazas de erosión en el cauce producto de las avenidas estacionales o excepcionales. Aguas abajo y aproximadamente a 1600 m de su desembocadura al río Rímac el cauce se recuesta en su margen derecha y desde aquí se desarrolla un amplio relleno proluvial que culmina en el abanico terminal (foto 17). El cauce se hace angosto, casi rectilíneo presentando un ancho inferior a 7 m, recorriendo casi 1 km pegado a su margen izquierda, después del cual transcurre ubicado al centro del valle (encauzado), atravesando las instalaciones del Club Regatas.

Tipos de rocas y suelos: Al igual que las otras quebradas existe en la zona una predominancia de rocas intrusivas en parte muy fracturadas y alteradas. Depósitos proluvio-aluviales con grandes bloques rocosos, subredondeados rellenan el cauce medio-superior e inferior, formando terrazas.

Geodinámica: No se tuvo acceso durante los trabajos de campo a dicha quebrada. La interpretación de imágenes satelitales, videos y fotos disponibles permite precisar la ocurrencia de un flujo de lodo y piedras de regular magnitud, con abundante agua, que sobrepasó la capacidad del cauce en su tramo inferior (tramo canalizado); ver foto 16 y figura 6. Es importante mencionar también la reiteración de un flujo de este tipo después de tres años y con mayor intensidad, pues el anterior se presentó el 13 de febrero del 2009. Las características morfológicas y morfométricas de la cuenca superior, sector de transición y cuenca inferior descritas, hacen a esta quebrada muy susceptible a los efectos de flujos detríticos e inundaciones. A estas causas naturales se tiene además el insuficiente canal de desagüe que muestra la quebrada en los 1600 metros finales. Los efectos de flujo e inundación afectaron vehículos estacionados, destrucción de algunos bungalós, afectación de zonas de

² Estas características permiten que morfométricamente los tiempos de concentración de lluvias y saturación de suelo sean cortos; por lo tanto la transición hacia su desembocadura es muy rápida.

esparcimiento y piscinas llenas de lodo³. La erosión de fondo y transversal es importante en el cauce intermedio, incorporando mayor material al flujo. En el tramo inferior de la quebrada, la margen derecha presenta una quebrada con signos de activación reciente y aporte de material al cauce principal.

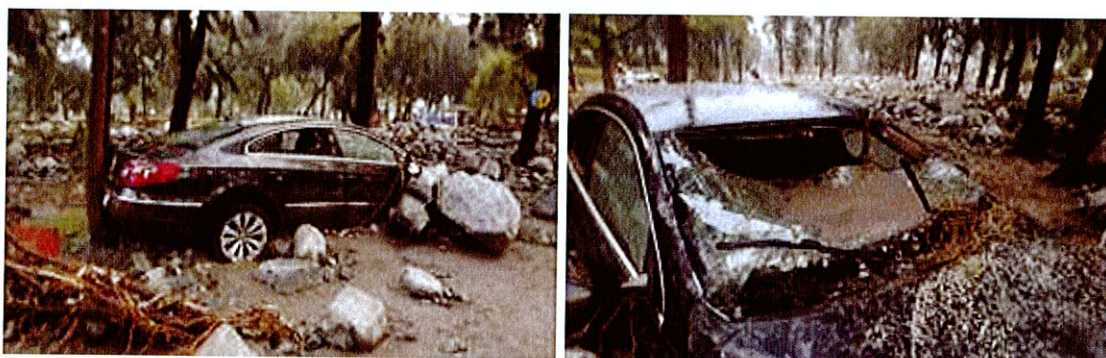


Foto 16. Imágenes colgadas en la web de los efectos ocasionados en la quebrada La Cantuta en el Club Regatas.

³ Fotografías publicadas en Facebook por Fiorella Rospigliosi del flujo de barro y piedras que afectó al menos tres vehículos.

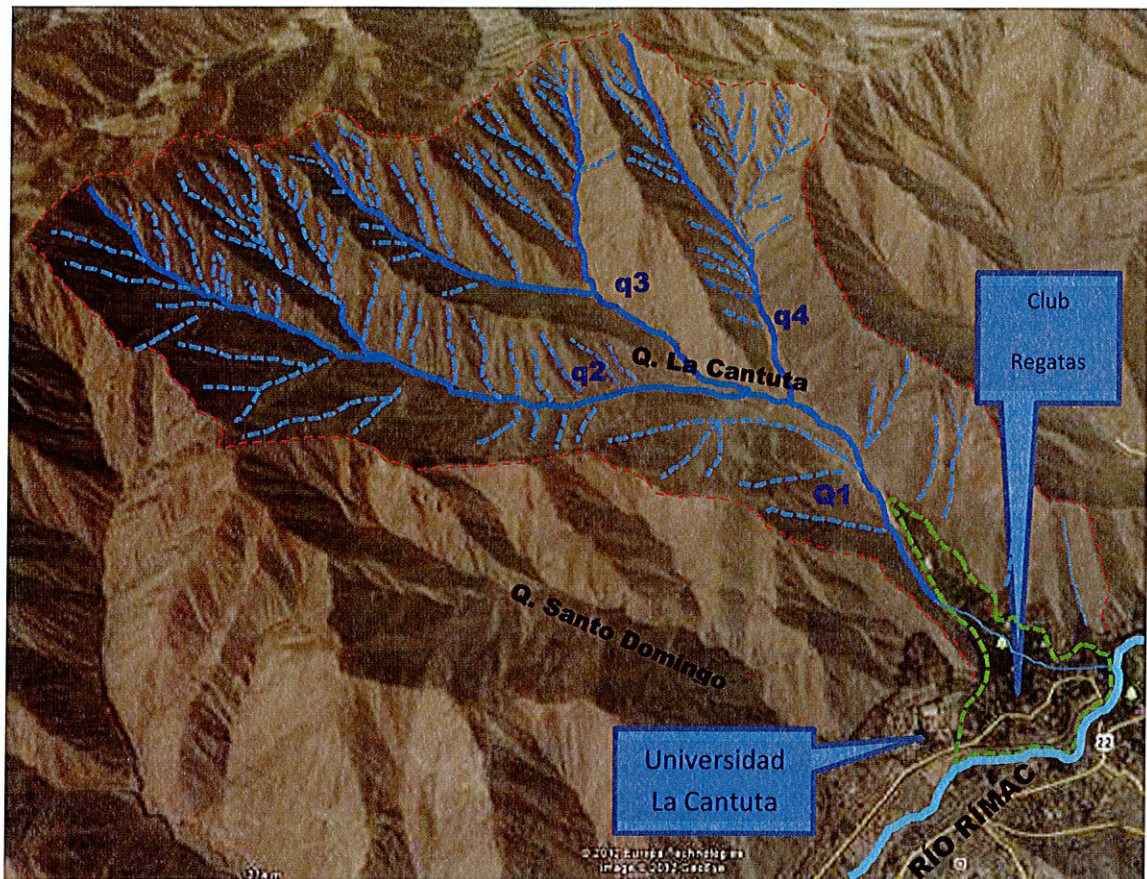


Figura 6. Imagen satelital que muestra la microcuenca de la quebrada la Cantuta. Resaltan un cauce principal Q1 y tres afluentes (q2, q3 y q4). En verde sobresale el abanico que se abre rápidamente hacia su desembocadura; en rojo la divisoria de la microcuenca.



Foto 17. Vistas de la quebrada La Cantuta tomadas en el año 2008. Se aprecia el cauce de la quebrada con indicios de escorrentía estacional (foto superior), así como un tramo canalizado de la quebrada en la foto inferior (Foto. S. Nuñez, 2008)

5.5 QUEBRADA SANTO DOMINGO

Ubicación, accesibilidad y ocupación: Esta quebrada se encuentra contigua a las quebradas Dos Barrios y La Ronda (al este), La Cantuta (al oeste). Se accede por la margen izquierda del río Rímac, directamente desde Chosica o también desde el ingreso por Puente Los Angeles. Se encuentra frente a la localidad de Chosica. Gran parte del abanico antiguo y cauce de esta quebrada está ocupado por la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle La Cantuta (instalaciones, pabellones, zonas agrícolas y de bosques ocupadas por las áreas de estudios agrícolas) y el sector urbano-marginal de Santo Domingo (principalmente

en la margen derecha), con viviendas de material noble y también rústicas o precarias hacia las partes superiores. Nuevos pabellones están siendo construidos en ambas márgenes de la quebrada, dentro del perímetro de la universidad. En la parte inferior discurre un tramo del ferrocarril central y el sector señalado como "El Rímac", se encuentra un campo deportivo. En totalidad la población ocupa aproximadamente unas 20 manzanas de viviendas.

Morfología y morfometría: En tamaño esta microcuenca es mediana. Se incluye en el análisis de drenaje una pequeña quebrada contigua, tributaria por la margen izquierda, ubicada inmediatamente encima de la universidad cuyos depósitos son ocupados íntegramente por las instalaciones de este centro de estudios. Presenta un cauce principal muy definido (Q1) de dirección promedio SE-NO en forma zigzagueante marcado por un control litológico-estructural, con una cuenca de recepción alargada y estrecha en ambos flancos. En sus nacientes se puede apreciar que la quebrada principal se origina de la confluencia de cuatro cursos o torrentes cortos (q2, q3, q4 y q5), presentando un drenaje dendrítico; la parte intermedia recibe aportes de cursos pequeños en ambas márgenes destacando uno en su margen izquierda más amplio y tendido (q6); la margen derecha se presenta con mayor pendiente, ligeramente más abrupta (ver figura 8). En las imágenes satelitales se aprecia poco material en el cauce de la quebrada y también tramos del cauce dispuestos en el lecho rocoso; en promedio el ancho de cauce es menor a 10 m, variando entre 4-6 y 11-15 m como mínimos y máximos, respectivamente. El cauce principal de la quebrada tiene una longitud de 4 780 m en su cauce mayor y una pendiente promedio de 14°; 7° en la cuenca baja y media y 27° en la cuenca superior (1 119 m de desnivel, entre nacientes y desembocadura). A 860 m de su desembocadura el cauce hace un giro en dirección ESE-OSO hacia su margen izquierda; desde aquí se dispone en forma triangular el abanico proluvial principal de la quebrada. En la margen derecha una torrentera dentro de un lecho rocoso fracturado y con pendiente muy pronunciada ha originado un pequeño cauce (q7)⁴. La parte inferior de esta microcuenca recibe también los aportes de la quebrada q8, en su margen izquierda, cuyo cauce natural discurre cruzando el lado oeste de la universidad. Esta pequeña quebrada presenta tres vertientes tributarias⁵; depósitos de vertiente o piedemonte se mezclan con el abanico principal de la quebrada Santo Domingo. Su cauce angosto varía entre 7-10 m, mostrando un tramo encauzado casi rectilíneo de unos 180 m, hasta llegar al pabellón de Tecnología del Vestido, donde ya no muestra un cauce definido.

Tipos de rocas y suelos: Al igual que las otras quebradas existen rocas intrusivas muy fracturadas y alteradas; se distingue una mayor alteración en la margen izquierda, donde los relieves son más suaves (erosionados) en comparación a la margen derecha, más abrupta, con rocas más fracturadas. Depósitos coluviales con grandes bloques rocosos angulosos se presentan en las faldas y laderas; un depósito proluvial amplio se dispone en su tramo final.

⁴ Varios torrentes con estas características se presentan en su margen derecha aguas arriba, pero de menor dimensión.

⁵ Las mediciones efectuadas para esta pequeña quebrada registran una longitud de 1910 m en el cauce mayor, una pendiente de 2°-6° en la cuenca baja a media, 27° en la cuenca superior y un desnivel entre nacientes y desembocadura de 479 m.

Geodinámica: El reconocimiento de campo y la interpretación de imágenes satelitales, videos y fotos disponibles permiten precisar la alta susceptibilidad de esta quebrada a los flujos de detritos lodo, inundaciones, caída y avalanchas de detritos. Con las precipitaciones generadas el 5 de abril hubo gran aporte de agua que sobrepasó la capacidad del tramo canalizado en su tramo medio-inferior (sector Santo Domingo). Los torrentes q7 y q8 en la cuenca inferior, generaron flujos de detritos y flujos de lodo respectivamente, afectando viviendas el primero (foto 22) y las instalaciones de la universidad el segundo (foto 23).

El flujo principal de la quebrada Santo Domingo originó la erosión en sus márgenes (foto 18), debido a su estrechez y recodos. Las características morfológicas y morfométricas de la cuenca superior, alargada, hacen que la escorrentía superficial genere flujos de agua más veloces. A estas causas naturales se tiene además el insuficiente canal de desagüe que muestra la quebrada en los 850 metros finales (foto 19, 20 y figura 7). La erosión de fondo y transversal es importante en el cauce bajo debido a la incorporación de material al flujo haciéndolo más erosivo.



Foto 18. Vistas de la quebrada Santo Domingo que cruza la Universidad la Cantuta; erosión en las márgenes y material de huayco en el cauce de la quebrada.

Hacia aguas arriba de la Universidad el cauce presenta una canalización de aproximadamente 300 m. (8-10 m de ancho y 2,5 m de altura). Ver figura 7.

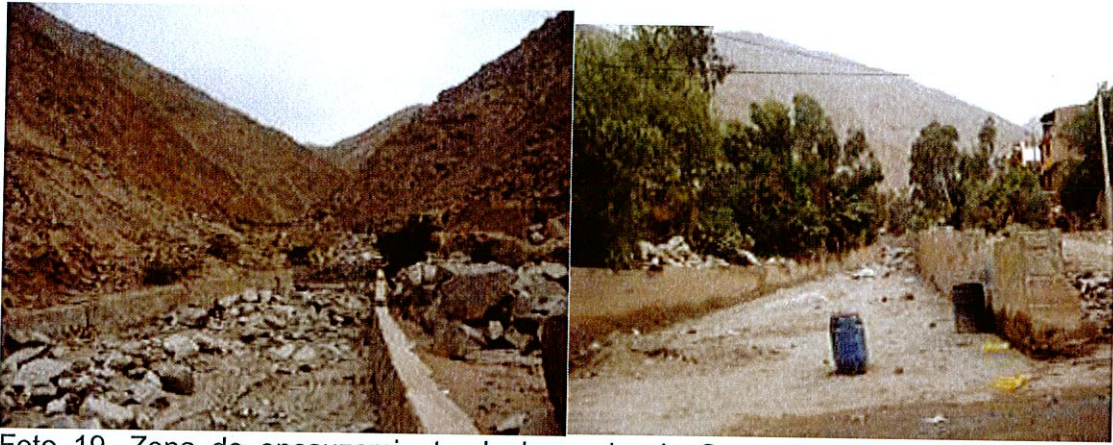


Foto 19. Zona de encauzamiento de la quebrada Santo Domingo que muestra la acumulación de bloques arrastrados por el flujo, colmatación aguas arriba de los diques y avalanchas de detritos en las márgenes.



Figura 7. Imagen satelital (2010) que muestra la canalización de la quebrada Santo Domingo; se distingue dos diques disipadores.



Foto 20. Vistas comparativas del inicio de canalización y diques tomado el 2008 (foto izquierda) y el 2012 (foto derecha) en la quebrada Santo Domingo. Se nota la colmatación de dichas estructuras por el reciente flujo.



Foto 21. Sector donde inicia la canalización de la quebrada; se distingue también diques disipadores (DD), los cuales se encuentran colmatados con grandes bloques rocosos.



Foto 22. Flujo de detritos en la quebrada q7, que se originó el 5 de abril en la margen derecha de la quebrada Santo Domingo afectando varias viviendas. Se distingue abanico de flujo antiguo (FA) y flujo reciente (FR). Se señala además pequeñas avalanchas de roca en las laderas.

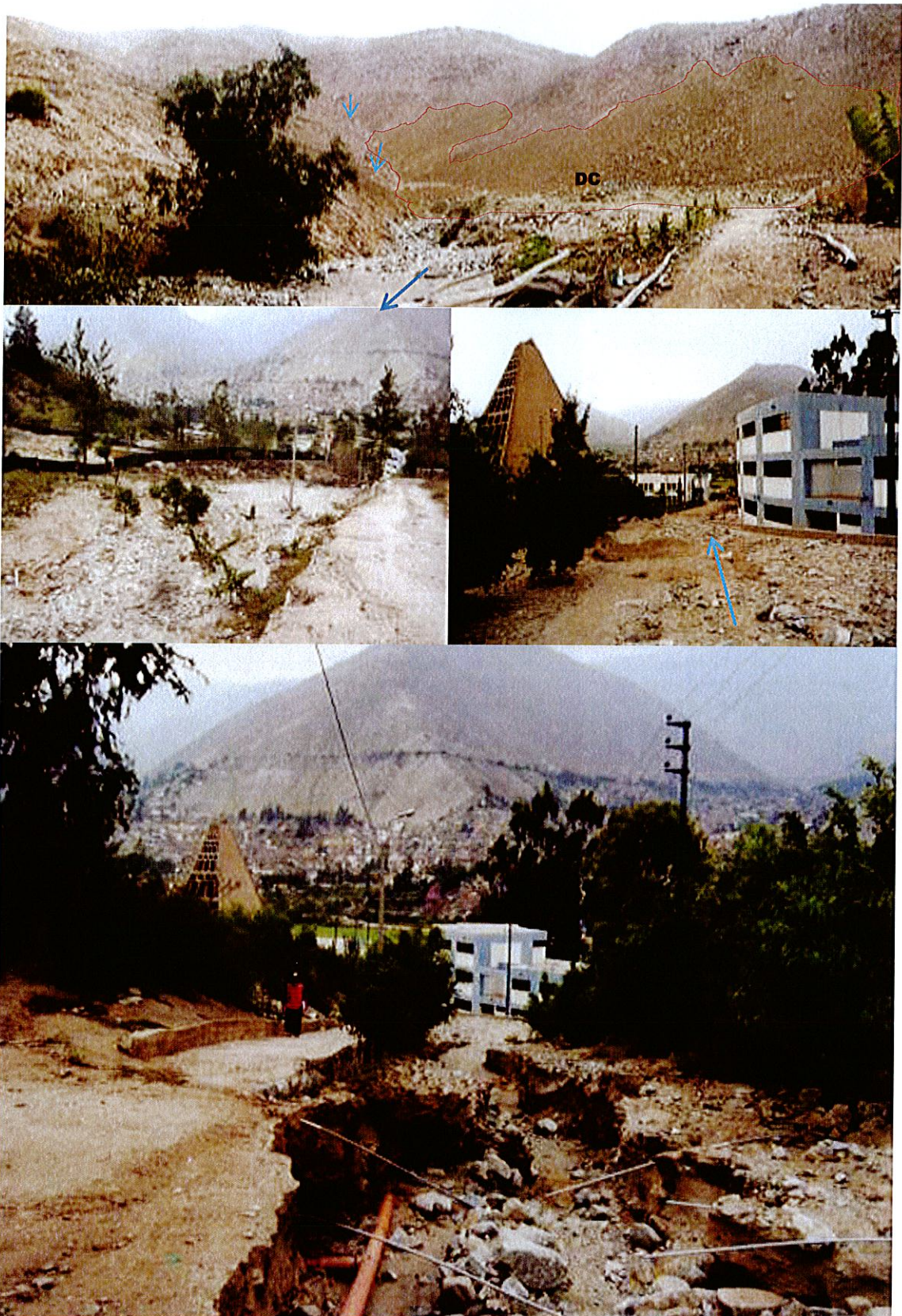


Foto 23. Varias vistas del flujo de detritos que bajó por la quebrada q8 y afectó al interior de la Universidad La Cantuta. Erosión en el cauce y la escorrentía superficial. Falta de encauzamiento y drenaje en la zona de pabellones. En la vista superior muestra aguas arriba la cabecera de la quebrada con material en sus laderas y cauce, donde resalta una gran acumulación de depósitos coluviales (DC) en la margen izquierda.



Figura 8. Imagen satelital que muestra la microcuenca de la quebrada la Cantuta. Resaltan un cauce principal Q1 y tres afluentes (q2, q3 y q4). En verde sobresale el abanico que se abre rápidamente hacia su desembocadura; en rojo la divisoria de la microcuenca.

5.6 QUEBRADA DOS BARRIOS /PABLO PATRÓN

Ubicación, accesibilidad y ocupación: Esta quebrada se encuentra contigua a la quebrada Santo Domingo (al oeste) y quebrada La Ronda e interfluvios en Virgen del Rosario (al oeste). Se accede por la margen izquierda del río Rímac desde Chosica, por el Puente Los Ángeles o por Ricardo Palma. Se encuentra frente a Moyopampa. El depósito de piedemonte generado por los flujos antiguos en esta quebrada (abanico antiguo) está ocupado por barrios populares: Mariscal Castilla y San Juan y la parte baja de éste por la zona de Pablo Patrón y La Florida, así como un tramo del ferrocarril central. En totalidad la población ocupa aproximadamente algo más de 25 manzanas de viviendas. La zona de Pablo patrón es la zona más afectada por las lluvias originadas el 05 de Abril.

Morfología y morfometría: En tamaño esta microcuenca es muy pequeña en comparación con las otras seis evaluadas en este informe. Presenta un cauce principal muy definido (Q1) de dirección promedio SSE-NNO, algo curvilíneo, dispuesto o recostado hacia su margen izquierda, dentro de una cuenca de recepción semi- rectangular, con flancos o vertientes con pendiente moderada a pronunciada (20° a 35°). Se puede apreciar que el curso de la quebrada principal (Q1) se origina de la confluencia de varios

cursos o torrentes menores, cortos, dispuestos en forma dendrítica (semejante a una “disposición en espina de pez”). La parte intermedia recibe aportes de las vertientes con depósitos en forma de talus de detritos, de ambas márgenes, destacando principalmente en su margen derecha. En las imágenes satelitales (2005→2010) se aprecia material en el lecho de la quebrada principal y algunos tributarios (figura 9). En promedio el ancho de cauce es muy angosto en la parte superior (menor a 5 m en promedio) en el sector intermedio entre 6 y 12 m. El sector canalizado que divide a los Barrios de Mariscal Castilla y San Juan presenta un cauce entre 5 y 6 m en un tramo de 260 m.l.; hacia aguas abajo no se encuentra canalizada la quebrada. Las mediciones en el cauce principal de la quebrada registran una longitud de 2 130 m en su cauce mayor con una pendiente longitudinal promedio de 21°; 10° en la cuenca baja y media y 30° en la cuenca superior (821 m de desnivel, entre nacientes y desembocadura). A 390 m de su desembocadura en el río Rímac la quebrada no presenta ninguna canalización definida.

Tipos de rocas y suelos: Afloran rocas intrusivas muy fracturadas y alteradas; se distingue un depósito proluvial que se abre desde el sector de Mariscal Castilla (desde 80 m a más de 165 m en la parte inferior; estos depósitos se mezclan en la parte inferior con los depósitos aluviales del Rímac (terrazas). Depósitos coluviales producto de caídas con grandes bloques angulosos se presentan en las faldas y laderas.

Geodinámica: El reconocimiento de campo y la interpretación de imágenes satelitales, videos y fotos disponibles, permiten precisar que el flujo de detritos y lodo del 5 de abril se generó por la sobresaturación del lecho del cauce y vertientes con acumulación de bloques; el gran aporte de agua de lluvia registrada en pocas horas⁶ generó la remoción de material suelto (grandes bloques y cantos subangulosos en matriz limo-arcillosa), que sobrepasaron la capacidad del tramo canalizado entre Mariscal castilla y San Juan y la ausencia de canalización aguas abajo (foto 25).

Los torrentes menores en la cuenca superior aportaron material fino y bloques en menor proporción hacia el cauce principal (foto 24). La fuerte pendiente longitudinal favoreció el rápido movimiento del flujo; el estrechamiento originó alturas importantes del flujo, “salpicando” material en los bordes (pudiéndose apreciar dicha altura en las paredes de las viviendas), erosionando parte del cauce, las calles (foto 25). El cambio brusco de pendiente en la parte terminal, la falta de encauzamiento por la obstrucción del flujo originó dos aspectos importantes: 1) Retención de gran parte del material grueso en las paredes de las viviendas, impacto fuerte y destrucción, y a su vez acumulación hacia atrás ocupando el cauce, por la pérdida de fuerza en el flujo detrítico; 2) Escurrimiento del material fino y agua más fluidos, que ocuparon el ancho del cono proluvial antiguo en función de la pendiente (línea de máxima pendiente) y de los espacios libres en que podía discurrir llegando al sector de Pablo Patrón, ingresando a las viviendas, calles y parques de la zona (ver fotos 27 y 28).

7

⁶ Es importante que se precise el tiempo de lluvia; las entrevistas a los pobladores remarcan una intensa lluvia entre 45 minutos a una hora, mientras que otros pobladores mencionan tres horas. Para el análisis, existe una gran diferencia entre flujos de detritos y en general movimientos en masa generados por: 1) Lluvias de gran intensidad y corta duración y 2) Lluvias prolongadas.

⁷ En la Av. Los Geranios, cerca de 250 m del río Rímac, se acumularon gran cantidad de bloques, agua y barro ingresó a las viviendas, impactó algunos vehículos, generando grandes daños.

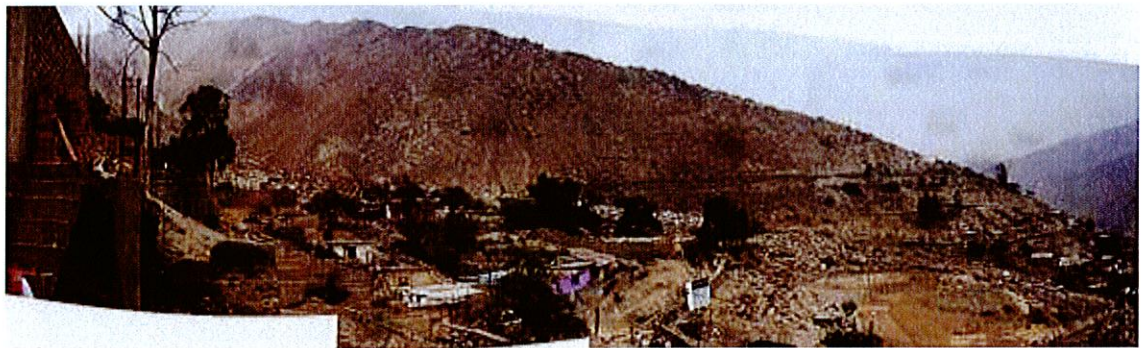


Foto 24. Vistas panorámicas de la cuenca media-superior de la quebrada Dos Barrios. Se denota el aporte de varias vertientes en la cabecera que alimentaron el huayco principal. En el lado derecho de la foto superior se nota parte del flujo encauzado y recostado en la margen izquierda de la quebrada; limitando con el depósito de flujo de detritos antiguo. La foto central muestra detalles de un depósito antiguo de huayco apreciándose grandes bloques en forma caótica en una matriz fina, limosa, sucia. En la foto inferior puede apreciarse la pendiente longitudinal del cauce en la parte intermedia de la cuenca, así como la gran acumulación de coluvios de ladera, en la margen izquierda de la quebrada, con un substrato rocoso intrusivo muy fracturado que genera bloques que caen por gravedad y pueden ser removidos también con lluvias.



Figura 9. Imagen satelital que muestra la microcuenca de la quebrada Dos Barrios. Resaltan un cauce principal Q1 y varios torrentes menores afluentes dispuestos en forma de espina de pez. En verde sobresale el abanico de piedemonte que se abre rápidamente hacia su desembocadura perdiéndose sobre la terraza aluvial en la margen izquierda del río Rímac; en rojo la divisoria de la microcuenca.



Foto 25. Erosión en el cauce de quebrada en el inicio de canalización al ingresar a la zona de viviendas. Se aprecia el ancho y profundidad insuficientes para un paso de huayco, gran acumulación de bloques subangulosos de diferentes tamaños, en el cauce.

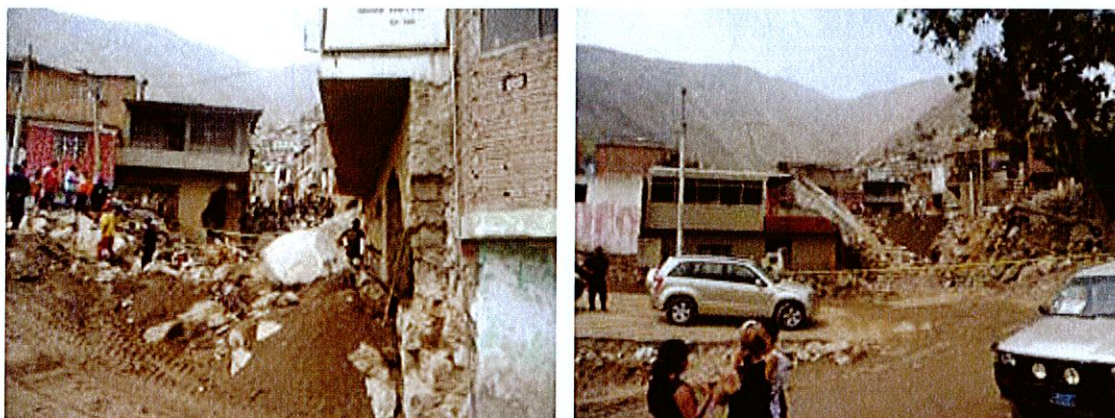


Foto 26. Detalles de la zona de tránsito del huayco; erosión en ambas márgenes por el impacto de los bloques de roca en las paredes afectando las viviendas. La pérdida de energía del flujo originó además la acumulación de bloques y lodo en el cauce.

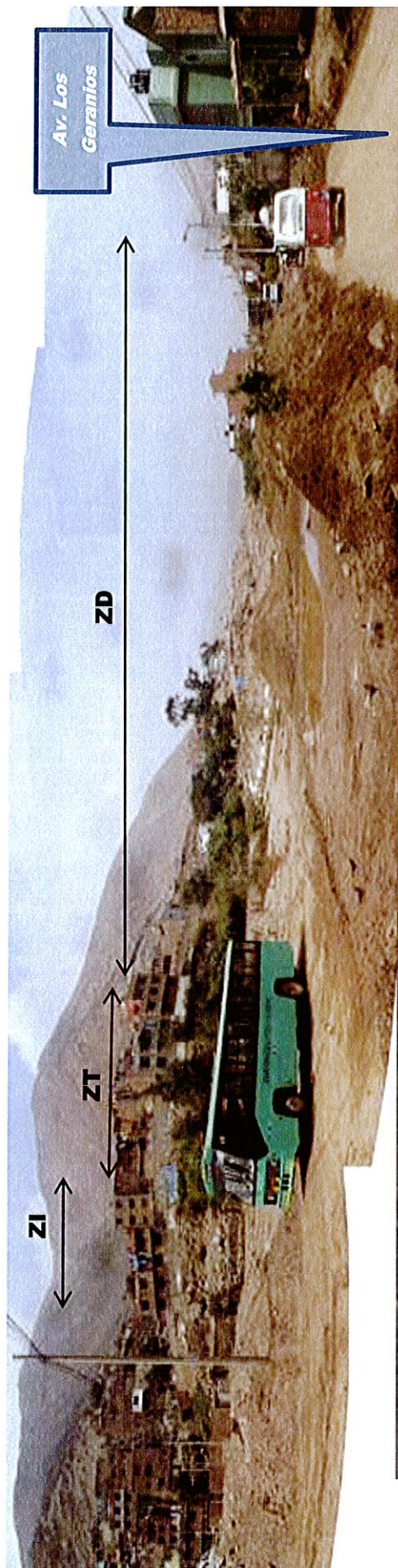


Foto 27, Huayco en Mariscal Castilla/San Juan/Pablo Patrón. Se indican las zonas de inicio (ZI), transición (ZT) y depósito (ZD) del huayco del 5 de Abril. La foto inferior resalta la acumulación gruesa (bloques de grandes dimensiones) del depósito. Como referencia la vista inferior es tomada aguas abajo; nótese la ubicación de la vivienda de color naranja en ambas fotos.

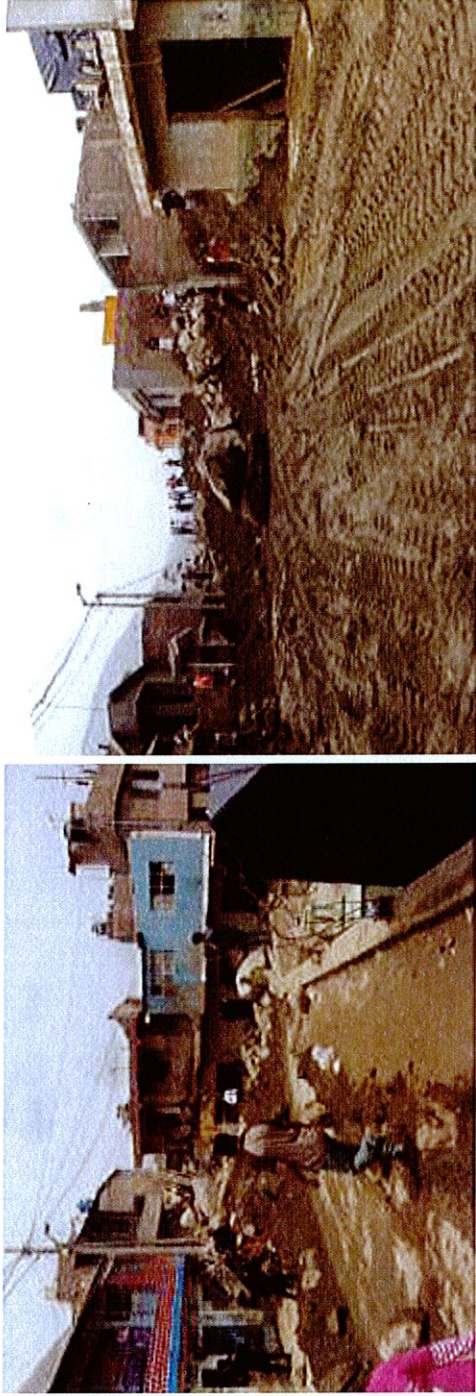


Foto 28. Vistas en el sector de Pablo Patrón (Av. Las Begonias) de los efectos del Huayco del 5 de Abril. Se puede estimar la altura del depósito de los bloques y el tipo de material.

5.7 QUEBRADA LA RONDA

Ubicación, accesibilidad y ocupación: Esta quebrada colinda a las quebradas Dos Barrios, Santo Domingo y La Cantuta (al oeste), San Pedro y Huayco (al este), ver figura 10.



Figura 10. Imagen satelital que muestra la microcuenca de la quebrada La Ronda. Resaltan un cauce principal Q1 y varios torrentes menores afluentes dispuestos en forma de espina de pez. En verde sobresale el abanico de piedemonte que se abre rápidamente hacia su desembocadura perdiéndose sobre la terraza aluvial en la margen izquierda del río Rímac; en rojo la divisoria de la microcuenca.

Se accede por la margen izquierda del río Rímac desde Chosica o Chaclacayo o por Ricardo Palma. Se encuentra frente al sector de Moyopampa. El depósito de piedemonte amplio generado por los flujos

antiguos en esta quebrada (abanico antiguo) está ocupado por áreas de cultivo, el sector de Casa Huerta y viviendas o fundos; parte de las vertientes en la cuenca inferior-media están ocupados por el AA. HH. 9 de Octubre, así mismo zonas de mineros artesanales y un relleno sanitario antiguo en la cuenca superior. En la parte baja cruza un tramo del ferrocarril central y de la Av. Circunvalación que conecta con Chaclacayo (ver figura 10).

Morfología y morfometría: En tamaño esta microcuenca es mediana, comparable con la quebrada California. Presenta un cauce principal muy definido (Q1) de dirección promedio SE-NO, algo curvilíneo, dispuesto al centro del valle, dentro de una cuenca de recepción alargada, que presenta vertientes o flancos con pendiente moderada a pronunciada (20° a 35°). Su cauce principal (Q1) se origina de la confluencia de dos quebradas: q2, que presenta un valle estrecho y un sinnúmero de torrentes muy cortos, pendiente pronunciada; q3, más amplia presentando siete cauces o torrentes afluentes más amplios, dispuestos en forma dendrítica. En la parte intermedia, de transición, recibe aportes de dos vertientes principales de la margen izquierda (q4 y q5) que muestra abanicos definidos y depósitos en forma de talus de detritos, en ambas márgenes. En este tramo las imágenes satelitales (2005→2010) muestran material en el lecho de la quebrada principal y depósitos aluviales (terrazas altas); el lecho de la quebrada alcanza entre 30 a 45 m y varía entre 5 y 20 m de profundidad. Mediciones realizadas en el cauce principal de la quebrada registran una longitud de 7 400 m en su cauce mayor con una pendiente longitudinal promedio de 11°; 5° a 19° en la cuenca baja y media y 28° en la cuenca superior (1437 m de desnivel, entre sus nacientes y desembocadura). Frente a 9 de octubre el cauce de la quebrada se inclina hacia su margen derecha, pegándose al cerro. A 320 m de su desembocadura en el río Rímac la quebrada no presenta una canalización definida.

Tipos de rocas y suelos: Afloran en esta microcuenca enteramente rocas intrusivas muy fracturadas y alteradas; se distingue un depósito proluvial que se abre desde muy cerca del AA. HH. 9 de Octubre aguas abajo hasta la desembocadura en el Rímac; depósitos de abanicos proluviales menores forman algunas quebradas o torrentes secundarios en su desembocadura al cauce principal. Laderas con grandes acumulaciones coluviales producto de caídas de rocas por gravedad, originadas por el fracturamiento intenso, meteorización y fuerte pendiente, son características en muchas de las vertientes.

Geodinámica: El reconocimiento de campo y la interpretación de imágenes satelitales, y fotos disponibles, permiten precisar una alta susceptibilidad a la ocurrencia de flujo de detritos en esta microcuenca; las geoformas observadas son testigos de eventos pasados y recientes como el ocurrido el 5 de abril en el sector de 9 de Octubres (quebrada q5) que generó la sobresaturación del material disponible en el lecho de esta quebrada y vertientes generando la remoción de grandes bloques rocosos y cantos subangulosos, que afectaron viviendas del Asentamiento Humano 9 de Octubre. Torrentes menores se produjeron en la cuenca superior e intermedia aportando material fino y bloques en el cauce principal de la quebrada la Ronda. Sin embargo este sector intermedio de la cuenca presenta un lecho de quebrada con medidas de mitigación en caso de flujos de detritos. Las imágenes del 2005 muestran construidas seis diques

disipadores, mientras que la imagen del 2010 muestra ya 19 de estas estructuras transversales construidas de mampostería de piedra (acumulando un tramo de 525 m, don diques cada 25 metros. Los trabajos efectuados por INGEMMET el año 2008 reconocieron la construcción de estos diques (ver fotos 29 y 30). La disposición de estas estructuras es importante y funcionan. Es importante precisar que en pendientes suaves la separación entre diques debe ser mayor, pues al colocarlos demasiado cerca uno de otro propiciamos su rápido llenado o colmatación incrementando el poder erosivo del flujo aguas abajo (Foto 30). En esa oportunidad se determinó para la zona de 9 de Octubre como una zona crítica, con peligrosidad ante la eventualidad de un huayco. Las fotos comparativas del año 2008 y lo ocurrido el presente año ponen en evidencia que la ocupación inadecuada y riesgosa del lecho de quebradas pueden propiciar la generación de desastres, por falta de conciencia y sensibilización al peligro al que estamos expuestas ante eventualidades naturales (ver fotos 31 y 32).

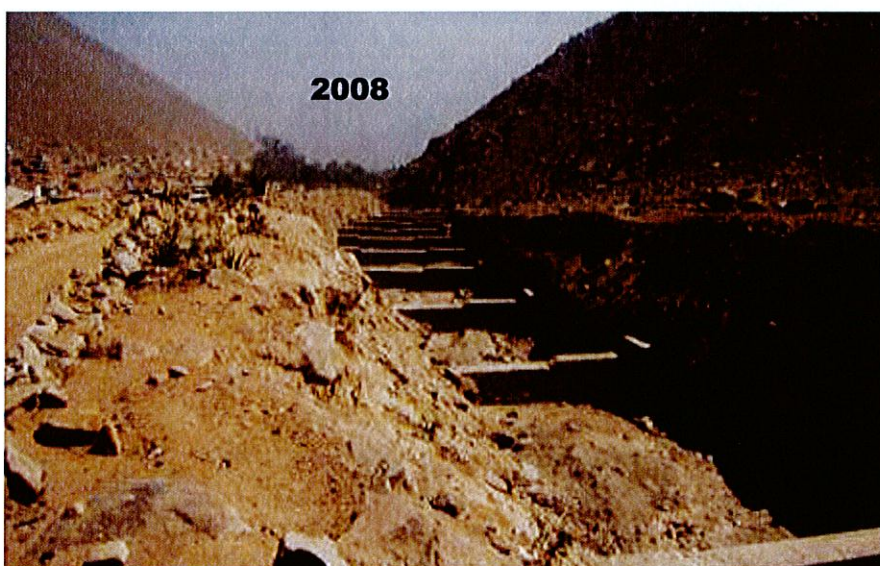


Foto 29. Fotos comparativas del estado de los diques disipadores de energía frente al AA. HH. 9 de Octubre; se aprecia el funcionamiento de ellos y la colmatación paulatina con sedimentos finos y bloques.



Foto 30. Detalle de un sector de tres de las estructuras transversales dispuestas en la quebrada La Ronda que muestra una colmatación total con sedimentos y material de huayco acarreado durante lluvias estacionales (escorrentía normal) y lluvias recientes excepcionales.

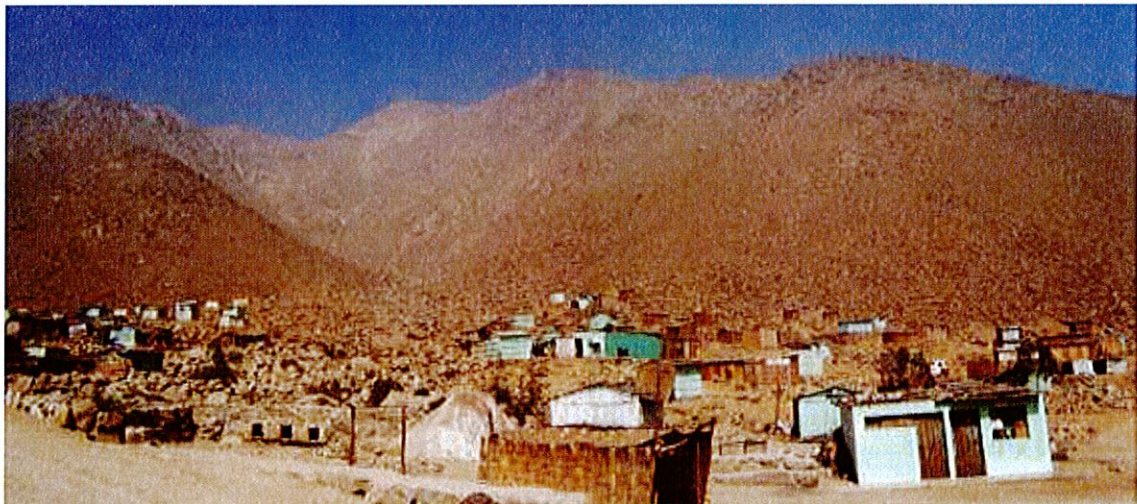
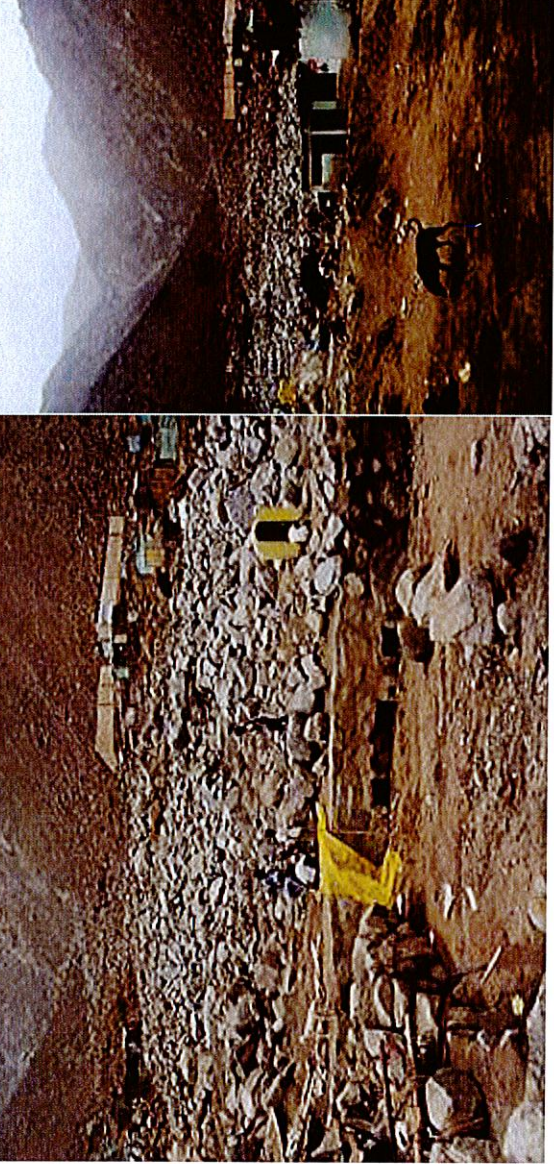
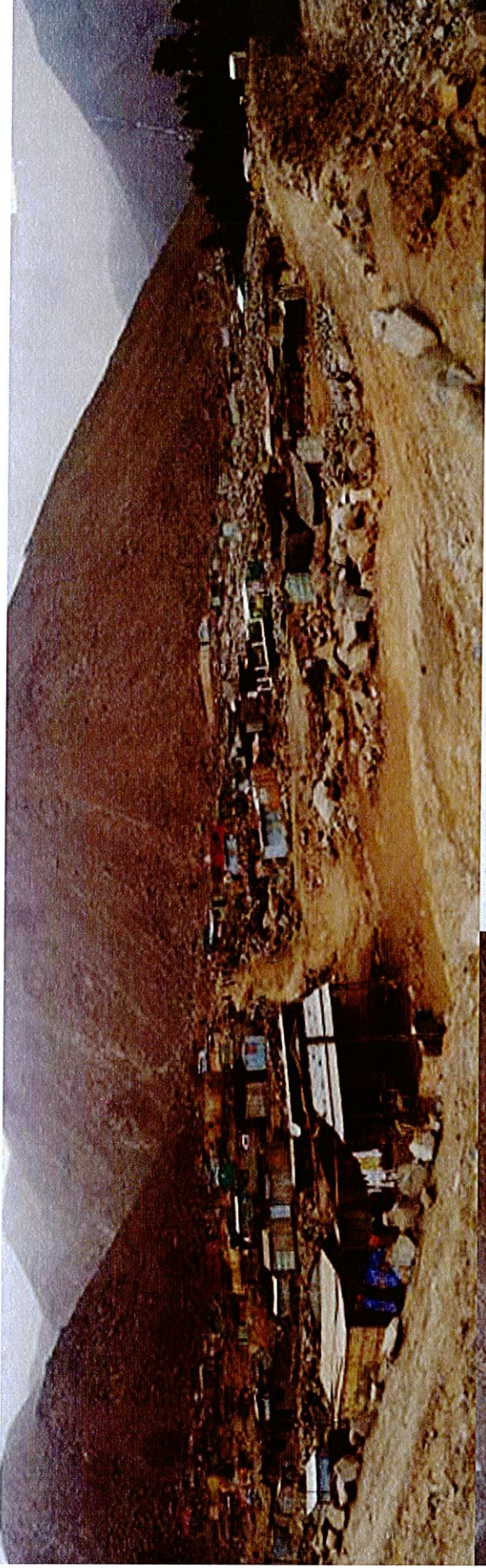


Foto 31. Vista del AA. HH 9 de Octubre tomada en el año 2008, donde ya se advertía la peligrosidad de ocupación de esta zona de expansión urbana en una zona de huayco o posible avalancha de detritos



Huayco en el sector de 9 de Octubre en la margen izquierda de la quebrada La Ronda; cuenca de recepción que presenta laderas y lecho con gran acumulación de bloques que afectó 19 viviendas precarias. La quebrada según los pobladores muestra activación entre el 2008→2012.

6. CONCLUSIONES

1. Las lluvias producidas el 05 de abril originaron la activación de quebradas en ambas márgenes del río Rímac. Se activaron también las quebradas Quirio, Pedregal, conocidas por su recurrencia en el tiempo y los desastres ocurridos en 1987, o por la activación periódica estacional de sus cauces en época de lluvias, sin embargo los mayores daños originados por huaicos, flujos de lodo y abundante flujo de agua se dieron en las quebradas ubicadas en la margen izquierda del río Rímac.
2. En las microcuencas de Quirio, Pedregal, La Ronda, California, La Cantuta, y otras menores, ubicadas bajo un clima árido, los huaicos que se presentan en sus cortas longitudes de cauce, tienen un origen natural en respuesta a las condiciones abruptas de pendiente de sus laderas, la acumulación de suelo residual y coluvios de vertiente de naturaleza rocosa ígnea (rocas intrusivas) y las precipitaciones torrenciales esporádicas que se dan como las ocurridas este año. Una ausencia importante o parcial de defensas, obras de prevención, canalización en los cauces medios o la ausencia o insuficiencia de canalización en su salida al río Rímac es el común denominador de casi todas las quebradas.
3. Un porcentaje importante de población urbana, Urbanizaciones, asentamientos humanos, zonas residenciales (Laderas de California y Los Cóndores) y centros de esparcimiento (Koricancha y club Regatas) se asientan en las terrazas aluviales del valle, abanicos proluviales o conos deyectivos de quebradas y vertientes coluviales o deluviales de laderas contiguas (AA HH 9 de Octubre), así como cauces al interior de quebradas o microcuencas transversales (caso Brisas y Rinconada de California). Se incluye además las instalaciones de la Universidad la Cantuta.
4. La quebrada California es muy susceptible a flujos e inundación de detritos, con lluvias excepcionales. El Tramo central de la quebrada en "Brisas de California" (viviendas en la Av. El Bosque), soportó la llegada de material detrítico; aguas abajo solo llegó agua y material fino que ingresó en las viviendas. La falta de un cauce definido, concentración de lluvias en la cabecera, originaron arrastre de gran cantidad de material al saturarse los suelos y laderas sin vegetación, provistas de material de fácil, afectando un gran número de viviendas. En "Rinconada de California", dique de concreto, al centro de la quebrada fue sobrepasado por los flujos de material distribuyéndose en ambos flancos hacia "Brisas de California". Dos sectores de viviendas precarias aguas arriba del dique (torrentes q3 y q4). El torrente q3 muestra una avalancha de detritos en su margen derecha.
5. La quebrada Santo Domingo muestra alta susceptibilidad a flujos de detritos y lodo, inundaciones, caída y avalanchas de detritos. Las precipitaciones del 5 de abril hubo sobrepasaron la capacidad del tramo canalizado en su tramo medio-inferior (sector Santo Domingo). Los torrentes q7 y q8 en la cuenca inferior, generaron flujos de detritos y lodo respectivamente, afectando viviendas el primero y las instalaciones de la universidad el segundo.
6. La quebrada Dos Barrios/pablo Patrón que afectó el sector de Pablo Patrón y Mariscal Castilla/San Juan, es la cuenca más pequeña de las evaluadas. El

huaico se generó por la sobresaturación del lecho del cauce y vertientes con acumulación de bloques; el agua de lluvia removió material suelto (grandes bloques subangulosos en matriz limo-arcillosa), que sobrepasó la capacidad del tramo canalizado, y la ausencia de canalización aguas abajo. Torrentes menores en la cuenca superior aportaron material fino y bloques al cauce principal. La fuerte pendiente del cauce favoreció el rápido movimiento del flujo; el estrechamiento del cauce originó alturas importantes del flujo, "salpicando" en los bordes y también, erosionando parte del cauce y calles. El cambio brusco de pendiente en la parte inferior, la falta de encauzamiento y obstrucción del flujo originó en Pablo Patrón: 1) Retención material grueso en las paredes de las viviendas, impacto fuerte, destrucción y acumulación hacia atrás ocupando el cauce, debido a la pérdida de fuerza en el flujo detrítico; 2) El escurrimiento del material fino y agua ocuparon el ancho del cono proluvial antiguo en función de la pendiente y de los espacios libres en que podía discurrir, ingresando a las viviendas, calles y parques de la zona.

7. En quebrada La Ronda se generó huaico en el sector 9 de Octubre (torrente q5); la sobresaturación del material disponible en el lecho y vertientes generaron remoción de grandes bloques rocosos que afectaron viviendas. En el cauce principal de la quebrada discurrió agua y sedimentos alimentados de los torrentes y quebradas ubicadas en la cuenca superior e intermedia. Frente al AA HH 9 de Octubre existen 19 diques disipadores en caso de huaicos (525 m, con diques cada 25 metros); estos evitaron que los efectos aguas abajo sean mínimos. Tres o cuatro de ellas se encuentran colmatadas.
8. En la microcuenca Los Cóndores, las dos quebradas principales presentan un drenaje cerrado en la parte inferior. No existe salida o cauce hacia el río Rímac (desfogue en caso de lluvias es por las calles o carretera). La falta de drenajes originó que las aguas de lluvia arrastraran lodo y material fino acumulado en las vertientes ingresando en muchas viviendas y calles del sector.
9. En la quebrada la Cantuta, la de mayor extensión de cuenca, son frecuentes los huaicos y flujos de lodo. El 05 de Abril ocurrió un flujo de lodo y piedras de regular magnitud, con abundante agua, que sobrepasó la capacidad del cauce en su tramo inferior (canalizado). Una zona intermedia de transición que rápidamente se prolonga hacia su abanico y desembocadura, hacen a esta quebrada muy susceptible a los efectos de flujos detríticos e inundaciones. Asimismo es insuficiente el canal de desagüe en los 1600 metros finales. La erosión de fondo y transversal es importante en el cauce intermedio, incorporando mayor material al flujo.

7. RECOMENDACIONES

Existen aspectos técnico-científicos, políticos, legales, educacionales, sociales que deben tomarse en cuenta, para evitar desastres futuros, existiendo entes involucrados directamente, cuya participación es vital, cada uno dentro de sus responsabilidades que les compete.

1. Entidades técnico-científicos (OPDs, ONGs) deben realizar una evaluación de los peligros geológicos e hidrológicos (INGEMMET, SENAMHI, PREDES); realizar modelamiento o simulación de huaicos, inundaciones, flujos de lodo o avalanchas de detritos y análisis a partir de lluvias extremas. Determinar las zonas favorables para reubicar a las áreas afectadas.
2. Evaluación de la vulnerabilidad física de las construcciones (zonas urbanas y de expansión), trabajo que debe ser coordinado entre las municipalidades de Chosica, Chaclacayo y Ricardo Palma, el CENEPRED, CISMID y la convocatoria a las universidades. Este trabajo servirá para definir zonas vulnerables que necesitan una reubicación definitiva.
3. Evaluar y analizar los aspectos geotécnicos e ingenieriles de las propuestas estructurales de las obras de intervención y diseño de obras de encauzamiento y canalización de quebradas, diques disipadores, muros de contención, etc. Este trabajo puede ser encargado a los colegios profesionales (ingenieros y arquitectos) o a la empresa privada, a partir de las recomendaciones de las instituciones científicas.
4. Sensibilización con los asentamientos humanos, zonas residenciales, autoridades, colegios y población en general sobre los peligros a los que está inmersas estas comunidades. Este trabajo deberá ser realizado por parte de ONGs con experiencia en este tema (caso PREDES u otra ONG) INDECI y el ministerio de educación.
5. Es necesaria y vital la implementación de un "Sistema de Alerta Temprana" (SAT) ante huaicos. Diseñar una red pluviométrica local, hacia ambas márgenes del valle (ver Anexo).
6. Los aspectos legales de saneamiento de terrenos a proponer, para reubicación de sectores afectados, deberán estar a cargo de los técnicos de los municipios locales, Municipalidad de Lima y el Ministerio de Vivienda.

 JULIO 1994 INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO NACIONAL DE ARTESANOS DEL CALLAO



ING. GEOLOGO
Reg. N° 01217



BIBLIOGRAFÍA

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.

Palacios, O., Caldas, J. & Vela, Ch. (1992) Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, n. 43, 163 p. Lima: INGEMMET.

ANEXO

Estación de monitoreo de flujo de detritos (huaycos) de Dackeng

En noviembre del 2000, el tifón Xangsang trajo 897 mm de precipitación (Oct. 27-Nov. 2, 2000) que desencadenó un flujo de detritos (huayco) y causó víctimas graves y pérdida de propiedades de las personas que vivan aguas abajo.



Cable sensor: Cuando el Cables sensor es roto por el flujo de detrito (huayco) una señal de advertencia es enviada a la central de operaciones de emergencia.



Cámara CCD: La cámara CCD sirve para monitorear la condición del flujo en el canal.



Centro de adquisición de datos: Todos los datos de observación de campo se integran y registran en el centro de adquisición de datos a partir del cual el sistema de vigilancia puede ser controlado y operado de forma remota a través de internet.



Pluviómetro: Es usado para medir la precipitación de advertencia por flujo de detritos.



Sensor meteorológico: Los instrumentos meteorológicos incluidos en esta estación son: sensor de humedad y temperatura, sensor de dirección y velocidad del viento, sensor de irradiación solar y sensor de presión atmosférica.



Sensor de contenido de agua en el suelo: El sensor es utilizado para analizar la relación entre la lluvia y la infiltración.



Satélite: El campo de datos de flujos de detritos recogidos por los diferentes sensores de observación puede ser transmitido instantáneamente a través del satélite al centro de operaciones de emergencia.



Geófono: La vibración del suelo causada por el flujo de detritos es medida y registrada en el geófono.

牡丹溪
Quebrada Mudan

上游
Upstream
Aguas arriba

梳子壩
Shuizi Dam

下游
Downstream
Aguas abajo

您現在所在位置
Your Current Position



行政院農業委員會水土保持局
Soil and Water Conservation Bureau
Council of Agriculture
土石流防災應變系統 <http://ema.swcb.gov.tw>

Ejemplo de un sistema de alerta temprana ante huaycos que muestran los componentes principales.



Ejemplos de diques disipadores de energía