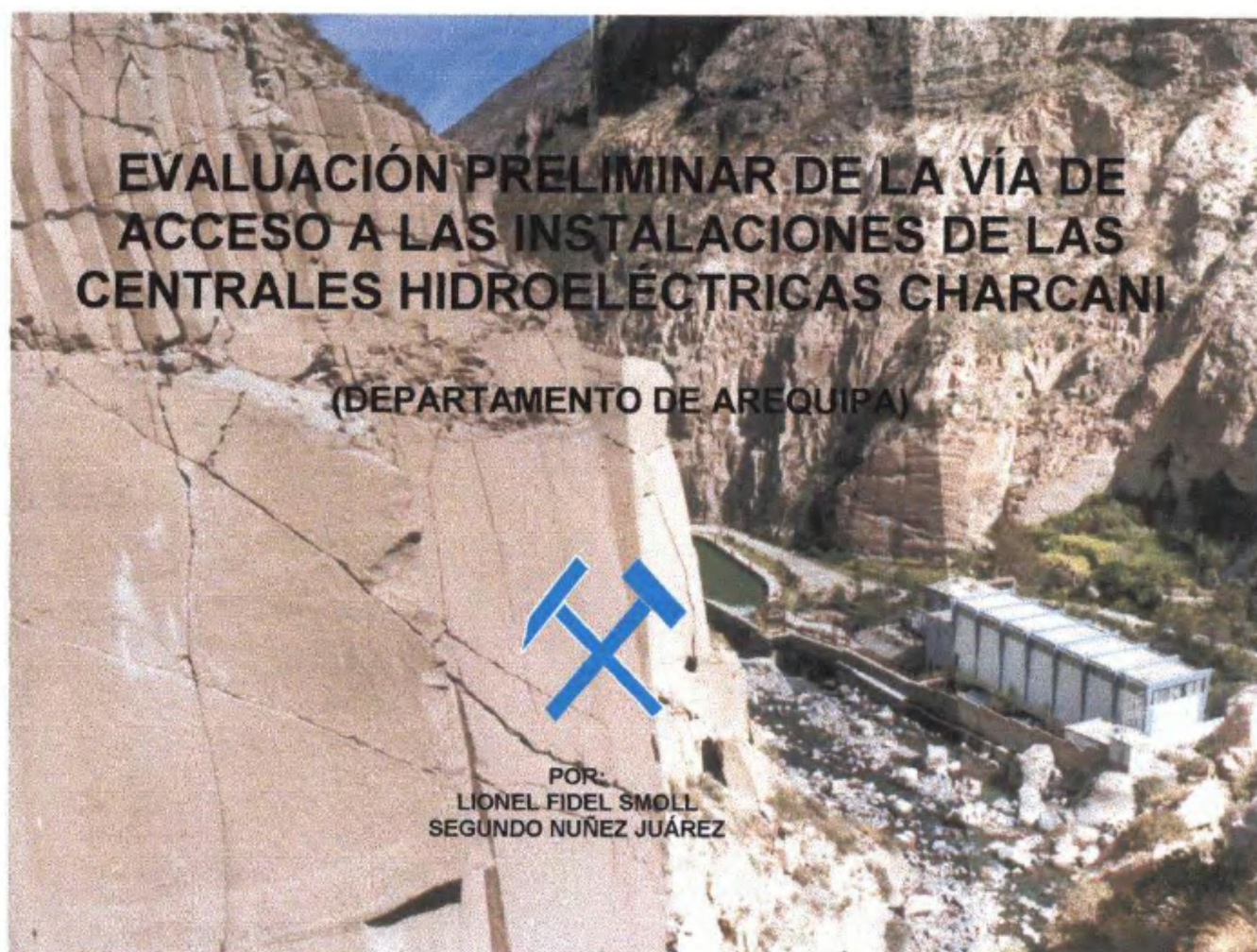


REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO



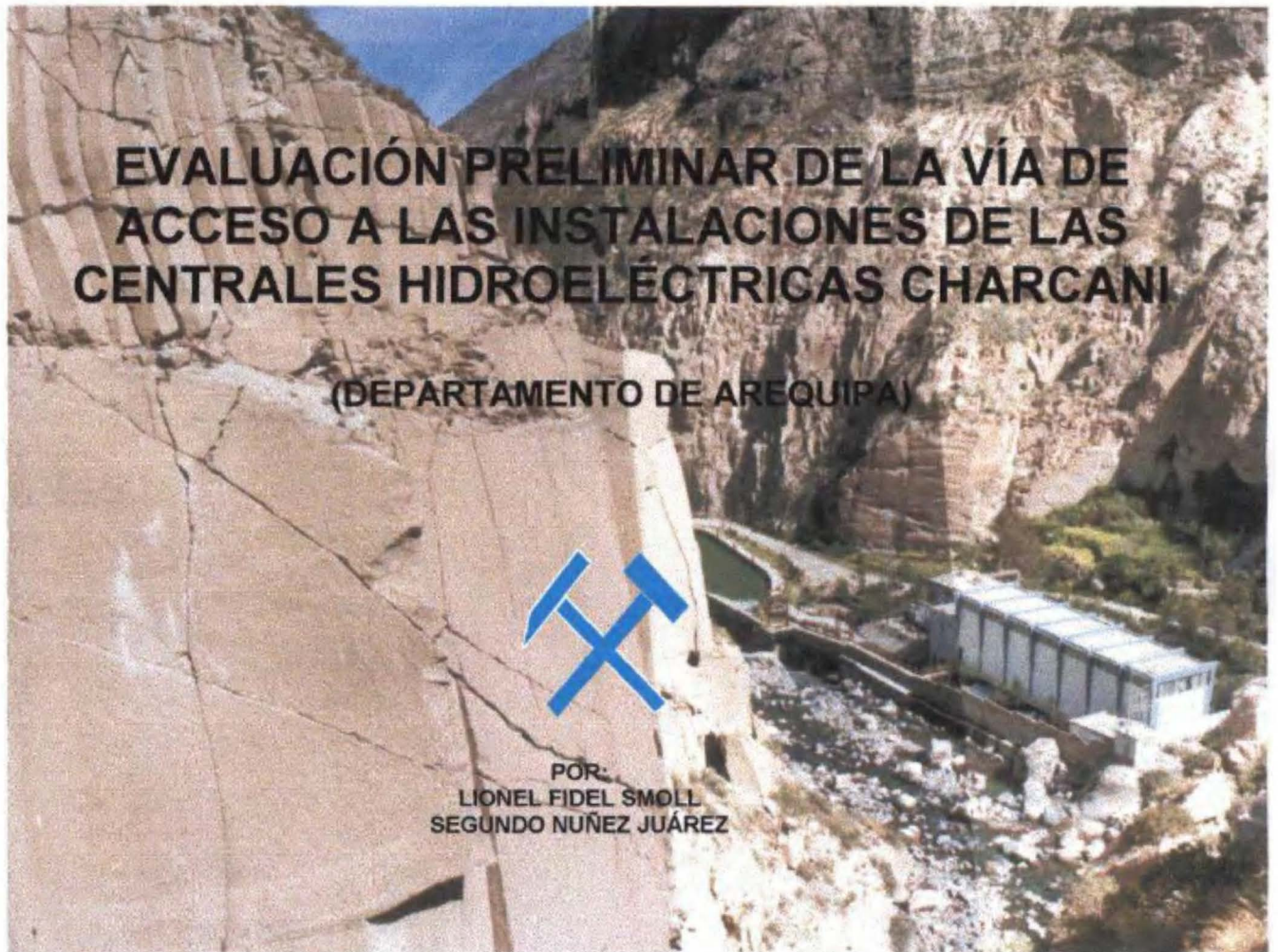
INGEMMET
DIRECCIÓN DE GEOTECNIA
JULIO - 2001

LIMA - PERU

REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO



INGEMMET

DIRECCIÓN DE GEOTECNIA

JULIO - 2001

LIMA - PERU

CONTENIDO

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

1.0 ANTECEDENTES

2.0 ALCANCES DEL ESTUDIO

3.0 EVALUACION DEL ACCESO POR LA MARGEN DERECHA DEL RIO CHILI

FOTOGRAFIAS

**CONCLUSIONES:**

1. El sismo del 23-06-2001 ha debilitado los taludes naturales en ambas márgenes del río Chili. Si no se toman las precauciones necesarias, varios tramos de la carretera afirmada pueden ser afectados por las replicas del sismo, por un sismo de mayor magnitud y/o por las lluvias que se producen en los meses de Enero, Febrero y Marzo, pudiendo presentarse también flujos hídricos (huaycos), derrumbes, avalanchas de escombros y fallamiento en los taludes rocosos (desprendimientos de rocas, rotura planar y en cuñas), ahora inestables.
2. Las rocas volcánicas con taludes naturales verticales y alturas entre 150 a 200 m, presentan posibilidades de fallamiento del talud rocoso por fracturas paralelas al valle del río Chili. El posible colapso de estas rocas puede comprometer seriamente las instalaciones de la C.H. de Charcani IV y podrían represar el río Chili.
3. Los taludes de ambas márgenes del río Chili, aguas arriba de la C.H. Charcani I, son de morfología abrupta, con paredes rocosas casi verticales. Se presentan depósitos coluviales, proluviales y aluviales, además de depósitos piroclásticos (ignimbritas y tefras) poco consolidados.

Todos estos materiales han sido inestabilizados por el sismo del 23/06/01, produciéndose fallamientos en los taludes rocosos (cuñas, roturas planares, desprendimiento de rocas, etc.) y derrumbes en los depósitos coluviales, proluviales y aluviales. Se observan fenómenos del tipo erosión en cárcavas y derrumbes en los depósitos piroclásticos (ignimbritas no soldadas y tefras) poco consolidados (Fotos 15 y 16).

RECOMENDACIONES:

1. Realizar el peinado de los taludes naturales y de corte que han sido inestabilizados por el sismo del 23/6/01. Desquinchar los bloques sueltos en túnel del Km. 3+833 (entrada a Charcani I).
2. Para poder dar plena seguridad a las operaciones de las Centrales Hidroeléctricas de Charcani, es recomendable realizar estudios geológicos – geotécnicos detallados, tanto de los accesos a las instalaciones, como de seguridad física de las instalaciones, y de los taludes naturales de ambas márgenes del río Chili.

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA VIA DE ACCESO A LAS INSTALACIONES DE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS CHARCANI

1.0.- ANTECEDENTES

La Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A. (EGASA) solicitó al Ministro de Energía y Minas y al ViceMinistro de Minas y estos a la Presidencia de INGEMMET para que se efectuara una evaluación del estado actual de la vía de acceso a las Centrales Hidroeléctricas de Charcani, después del sismo del 23 de Junio del 2,001.

INGEMMET, designó a dos profesionales especialistas en Riesgos Geológicos de la Dirección de Geotecnia, para efectuar el trabajo solicitado, cuyos resultados se exponen en el presente informe, el que se pone a disposición de la empresa solicitante para que tome en cuenta las conclusiones y recomendaciones emitidas.

2.0.- ALCANCES DEL ESTUDIO

El presente estudio se encuentra a un nivel de Reconocimiento y ha permitido evaluar las condiciones actuales de la Vía de Acceso a las instalaciones de las Centrales Hidroeléctricas de Charcani, después del sismo del 23-06-01.

Se dan las medidas a adoptar para mejorar la situación actual del área así como a largo plazo, ante la eventualidad de un nuevo sismo en el área, como también por una temporada de lluvias estacionales y/o excepcionales.

3.0.- EVALUACION DEL ACCESO POR LA MARGEN DERECHA DEL RÍO CHILI.

Km. 0+000 – 1+425.

La carretera afirmada corta depósitos aluviales y piroclásticos (tefras), con taludes naturales que varían entre los 50° a 90°, y alturas de 10 a 40 m. Los taludes de corte varían entre 70° y 90°, presentándose derrumbes de poca magnitud, originados por el sismo del 23/06/01; pueden ocurrir desprendimiento de rocas y derrumbes

En la parte superior del talud se observan tobas muy fracturadas. Presentándose fallamientos del talud rocoso (desprendimientos de rocas y derrumbes). En la actualidad se observan fracturas abiertas en las tobas.

Zona crítica por el sismo del 23/06/01.

Km. 8+300 – 9+100.

El tramo corta rocas volcánicas (tobas) y por sectores depósitos aluviales, coluviales y proluviales. Las tobas están muy fracturadas presentando taludes naturales que varía entre los 70° a 90°, y fracturas abiertas por el sismo del 23/06/01.

A raíz de éste sismo, se han producido fallamientos en los taludes de corte en roca: desprendimiento de rocas (por fallas planares y en cuñas).

En los depósitos aluviales, coluviales y proluviales, se han presentado derrumbes en el talud de corte.

Se observó asentamientos de los taludes de corte en depósitos coluviales, como el localizado en la entrada a la C.H: Charcani VI. (Foto N° 3).

Km. 9+100 – 11+220.

En este tramo se tienen depósitos piroclásticos de resistencia blanda (ignimbritas no soldadas), fracturados, intercalados con capas de lapilli inconsolidados (tefras). El talud natural en esta secuencia varía entre 60° y 90° y los de corte de 75° a 90°.

El tramo también corta, en algunos sectores, depósitos coluviales y proluviales, intercalados con capas de lapilli. Sus taludes naturales varían entre 35°-45°.

En la Foto N° 4 se observa la morfología de este tramo: taludes naturales verticales en los piroclastos y con pendientes de 45° en los depósitos coluviales; alturas de hasta 200 m.

En este sector se produjeron, por el sismo del 23/06/01, derrumbes del talud de corte de la carretera, ver Fotos 2 y 5.

En la parte superior del talud, en algunos sectores, se observan tobas muy fracturadas y agrietadas por el sismo, donde se han presentado algunos derrumbes que no han llegado a interrumpir la carretera.

Km. 1+425 – 2+988.

Este tramo discurre sobre depósitos coluviales con taludes naturales de 45°, y en la parte superior tobas muy fracturadas con taludes entre los 85° a 90°.

Se pueden producir derrumbes y desprendimiento de rocas por sismos, tanto en los taludes naturales como en los de corte, sobretodo en tobas muy fracturadas.

Km. 2+998 – 3+833.

El tramo corta rocas piroclásticas (tobas) muy fracturadas, presentando "disyunción columnar". Su talud natural varía entre los 85° a 90°.

Zona afectada por el sismo del 23/06/01, presentándose tres derrumbes importantes que han dañado a la carretera afirmada. En estos derrumbes se observan bloques de hasta 10 m. de diámetro.

Tramo inestable: necesita limpieza del talud, muros de contención y forestación.

Km. 3+833 – 3+880.

La carretera corta, con un túnel de 25 m de largo, rocas volcánicas (tobas) fracturadas. Con el sismo del 23/06/01 se han presentado caídas de bloques y cuñas subterráneas. Siendo la boquilla de salida una de las más afectadas.

En la boca de salida, sobreyaciendo a las tobas, se hallan depósitos coluviales poco consolidados con posibilidades de derrumbarse (Foto N°1).

Se recomienda "desquinchar" los bloque sueltos en el túnel, principalmente en su boca de salida (hacia la C.H. Charcani I).

Km. 3+880 – 4+200.

Se presentan tobas fracturadas, duras, con taludes naturales y de corte entre 80° a 90° (verticales). Se han observado fallamientos del talud rocoso, causados por el sismo, en forma de derrumbes y desprendimientos de rocas, afectando este tramo.

Es importante "desquinchar" los bloques sueltos.

Km. 4+200 – 4+550.

Tramo que comprende las instalaciones de la C.H. Charcani I. En la parte inferior se observan depósitos coluviales y en la superior tufos, estos últimos con taludes

verticales, se pueden presentar fallamientos del talud rocoso (derrumbes y desprendimientos de rocas).

Con el sismo del 23/06/01 se produjo un desprendimiento de rocas de los depósitos coluviales que afectó al canal (capacidad de 10 m³).

Km. 4+550 – 5+550.

El tramo discurre cortando rocas metamórficas muy fracturadas, duras; sobre éstas se presentan tufos volcánicos fracturados de resistencia blanda, por sectores están cubiertos por depósitos coluviales y proluviales.

Los tufos volcánicos presentan taludes naturales 85° a 90°, y de corte verticales, detectándose, con el sismo, fallamientos del talud rocoso (derrumbes y desprendimiento de rocas).

Los depósitos coluviales y proluviales presentan taludes naturales de 45° y de corte entre 70° a 85°, observándose algunos derrumbes.

Se recomienda "desquinchar" los bloques sueltos, construcción de muros de contención y forestación.

Km. 5+550 – 7+396.

El tramo corta tobas muy fracturadas, de resistencia media, con taludes naturales casi verticales. Zona movida por el sismo, con fallamientos del talud rocoso (derrumbes y desprendimientos de rocas). Se observan bloques sueltos y fracturas abiertas. Por sectores la carretera corta depósitos coluviales con taludes naturales inestables (derrumbes).

Se han producido tres derrumbes, que afectaron la vía de acceso a la C. H. de Charcani VI.

Se recomienda desquinchar y "sujetar" los bloques sueltos.

Km. 7+396 – 8+300.

El tramo corta depósitos proluviales y coluviales poco consolidados, con presencia de grandes bloques sueltos tanto superficiales como en el cuerpo del depósito. Los taludes naturales son medianamente estables y los taludes de corte inestables por aguas superficiales y/o sismos. Se han producido derrumbes del talud de corte a consecuencia del sismo del 23/06/01. (Foto N° 2).

Km. 11+220 – 11+335.

El tramo corta rocas volcánicas (tobas) muy fracturadas, presentándose fracturas abiertas por el sismo, los taludes naturales en este sector varían entre 80° y 90° en las rocas y entre 45° a 60° en los depósitos proluviales y coluviales situados al pie del talud general. Zona muy inestable (crítica).

El sismo del 23/06/01 produjo desprendimientos de rocas, que afectó las instalaciones de la C.H. Charcani IV, donde uno de los bloques desprendidos dañó las tuberías en la central. (Foto N° 6).

Km. 11+335 – 12+140.

La carretera se encuentra en una zona encañonada, con taludes naturales entre los 70° - 90°, cortando rocas volcánicas (tobas) muy fracturadas de resistencia media a blanda con fracturas abiertas. Al pie de estos materiales se localizan depósitos coluviales con taludes naturales de 46° de pendiente.

En este tramo se han observado derrumbes en el talud de corte originados por el sismo, provocando el derrumbe de los muros secos existentes, e interrumpiendo el tráfico hacia Charcani V. (Foto N° 7).

Zona inestable por el sismo del 23/06/01.

Km. 12+140 – 13+000.

En este tramo la carretera afirmada se encuentra sobre rocas volcánicas (tobas) muy fracturadas, de resistencia blanda; por sectores y al pie de las tobas, se presentan depósitos coluviales y proluviales medianamente consolidados.

Zona de fallamientos de los taludes, principalmente en las tobas, que presentan fracturas abiertas como consecuencia del sismo del 23/06/01. Se observa cuñas y roturas planares.

En los depósitos coluviales y proluviales se presentan derrumbes y desprendimiento de rocas en los taludes de corte.

En el Km, 12+250 se produjo el fallamiento del talud rocoso en forma de cuñas, originando la interrupción de la carretera hacia Charcani V. (Foto N°8).

A partir de este sector se localizan varios derrumbes en los taludes de corte (Foto N° 9) y fallamientos del talud rocoso que interrumpen el acceso a Charcani V. Como los que se mencionan a continuación:



SECTOR ENERGIA Y MINAS

INGEMMET

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

- Derrumbes en depósitos proluviales, con bloques de hasta 4 m de diámetro, que afectan la carretera: agrietándola y dañando la plataforma. También la torre de alta tensión (N° 60) ha sufrido serios daños en su base. (Fotos N° 11 y 12).
- Otros derrumbes se presentan en lavas y depósitos proluviales, donde se observan bloques de hasta 2 m de diámetro. Estos derrumbes han producido la ruptura de la plataforma de la carretera y en otros sectores la ha agrietado, produciendo fracturas tensionales. (Foto N° 10)

Km. 13+000 – Charcani V.

El tramo corta tobas muy fracturadas con taludes naturales entre 70° a 90° y depósitos coluviales y proluviales poco consolidados. (Foto N° 13).

En este tramo se localizan pequeños derrumbes y algunos desprendimientos de rocas.

Se recomienda el peinado de talud y construcción de muros secos.

FOTOGRAFIAS



Foto N° 1: Estado y aspectos estructurales del túnel en tobas fracturadas (ingreso a Charcani I). Caída de bloques y derrumbes de los depósitos coluviales ubicados sobre las tobas.



Foto N° 2: Derrumbe producido por el sismo del 23/06/01 y reactivado por la réplica del 05/07/01. Afecta la carretera afirmada que conduce a las instalaciones de las Centrales Hidroeléctricas de Charcani. Este derrumbe se produjo en depósitos coluviales y proluviales poco consolidados, que yacen sobre depósitos piroclásticos. Zona crítica.



Foto N° 3: Asentamiento, producido por el sismo del 23/06/01, en depósitos coluviales y proluviales, que afectan el talud de corte de la carretera. Localizado cerca de la entrada de Charcani VI. Puede reactivarse.



Foto N° 4: Aspectos morfoestructurales típicos de la margen derecha del río Chili. Se presentan rocas volcánicas (tobas) muy fracturadas (abiertas después del sismo), con taludes verticales de hasta 250 m de altura. Además se tienen depósitos coluviales y proluviales poco consolidados con taludes naturales de 45° de pendiente promedio. Zona inestable; a la izquierda se nota las huellas del derrumbe descrito en la Foto N° 2 (A).



Foto N° 5: Bloque suelto de aglomerado volcánico muy fracturado situado sobre la carretera y la línea de alta tensión. Desquinchar sin explosivos.



Foto N° 6: Caída de rocas que han afectado las instalaciones de Charcáni IV (A).



Foto N° 7: Colapso de muros secos (pircas de piedra), por el sismo del 23/06/01. Problema que afectó a la mayoría de los muros secos en la vía de acceso a Charcani V.



Foto N° 8: Falla del talud rocoso produciendo deslizamientos en cuña, fenómeno común en este tramo (Km 12+000 - 13+000). El deslizamiento llega a afectar la plataforma de la carretera afirmada, destruyéndola e interrumpiendo el tráfico hacia Charcani V. Zona Crítica



Foto N° 9: Derrumbe del talud de corte en depósitos proluviales medianamente consolidados.

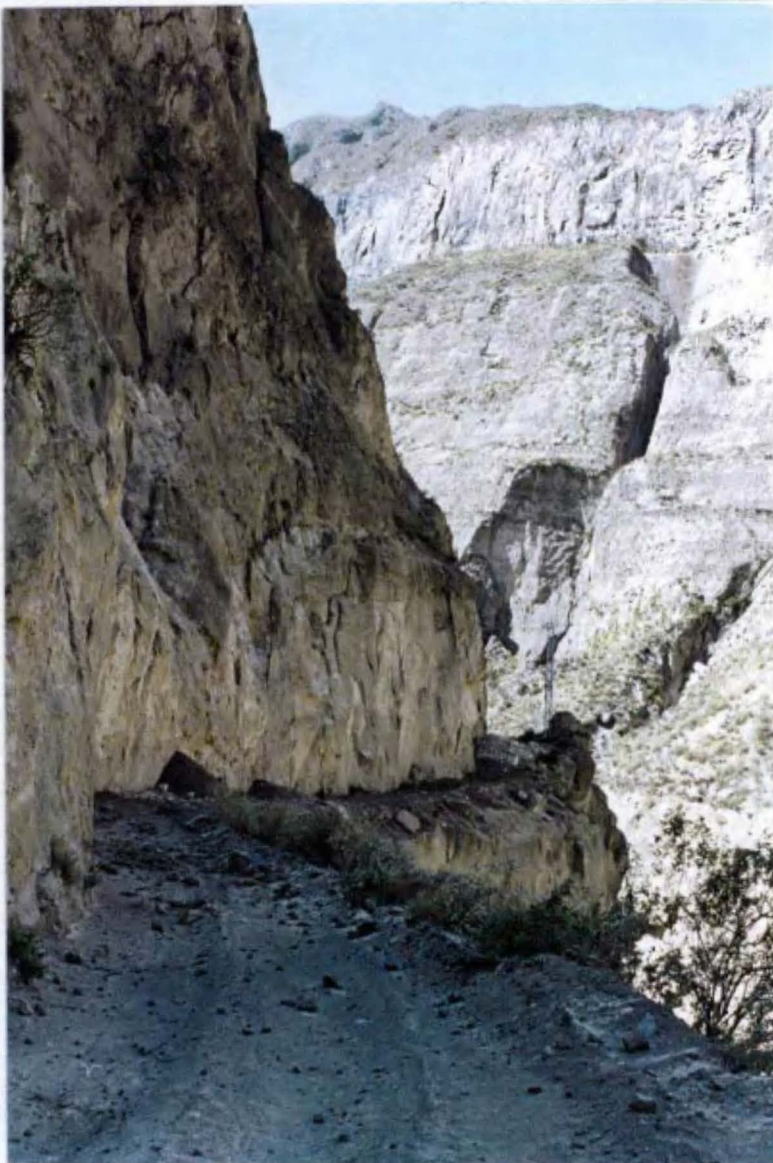


Foto N° 10: Aspectos de los taludes naturales y de corte en el tramo Km 12+140 – 13+000, con derrumbes en lavas y depósitos proluviales, donde se observan bloques de hasta 2 m de diámetro. Estos derrumbes han producido la ruptura de la plataforma de la carretera y en otros sectores, agrietamientos con fracturas tensionales.



Fotos N° 11 y 12: Derrumbes en rocas volcánicas muy fracturadas y depósitos coluviales poco consolidados, que afectan la carretera de acceso a Charcani. Se observan grietas tensionales en la plataforma de la carretera. Zona Crítica.



Foto N° 13: Aspecto de un sector de la carretera afirmada del Km 13+000 hacia Charcani V. Se observan derrumbes y desprendimiento de rocas de poca magnitud en depósitos proluviales y coluviales.

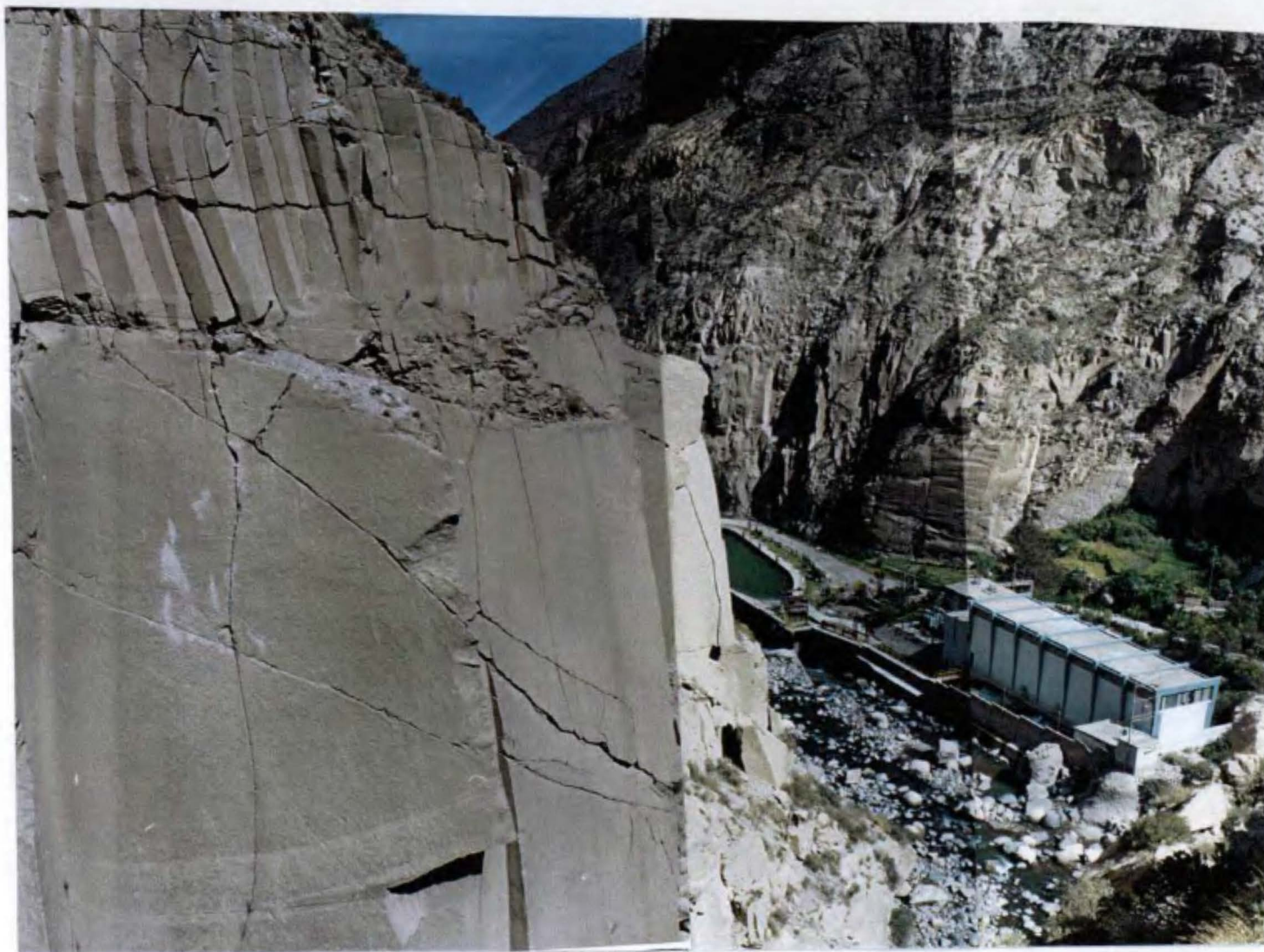


Foto N° 14: Se observan rocas volcánicas de resistencia media a blanda, muy fracturadas, con taludes naturales verticales de alturas entre 150 a 200 m, muy fracturados (disyunción columnar), que podrían desprenderse por deslizamiento planar. El colapso de estas rocas muy fracturadas puede comprometer seriamente las instalaciones de la C.H. de Charcani IV.



Fotos N° 15 y 16: Aspectos de los taludes de la margen izquierda del río Chili, en depósitos piroclásticos poco consolidados (ignimbritas no soldadas y tefras).

Derrumbes y desprendimiento de rocas se producen constantemente, incrementándose después del sismo del 23/06/01. Derrumbes y huaycos de gran magnitud pueden producirse en un periodo de lluvias extraordinarias.