

## CAMINO LONGITUDINAL AUSTRAL, SECTOR PIEDRA EL GATO: ASPECTOS GEOLOGICOS, GEOTECNICOS Y DE CONSTRUCCION

ARTURO HAUSER Y.

Serv. Nac. Geol. y Miner., Casilla 10465, Santiago.

### RESUMEN

La Piedra El Gato es un acantilado granítico, en la ribera norte del río Cisnes, que constituyó uno de los más serios escollos en la construcción de la primera etapa del Camino Longitudinal Austral. Una serie de factores (fuerte empinamiento, gran altura y complejidad estructural de las rocas graníticas, difícil acceso, etc.) se sumaron, en gran medida, para dificultar la construcción. Variadas limitaciones técnicas, de construcción y operacionales orientaron las decisiones que, en su oportunidad, tuvieron que adoptarse para dar buen término a la obra. La solución final de corte que se adoptó, tras fracasar una alternativa de semitúnel, se ha comportado satisfactoriamente sobrepasando las expectativas, si se consideran las dificultades de construcción que el macizo granítico impuso. La experiencia indicó que, mediante la utilización de adecuadas técnicas de construcción (rebaje escalonado, precorte y explosivos especiales), es posible construir cortes estables en macizos graníticos, con alturas superiores a 100 m y taludes del tipo 1:6.

### ABSTRACT

The Piedra El Gato is a granitic cliff exposed on the northern bank of the Cisnes river. This cliff constituted one of the most serious difficulties which had to be faced during the building of the first stage of the Camino Longitudinal Austral (Southernmost Longitudinal Road). A series of drawbacks contributed to make the work more difficult (steep high flanks, structural complexity of the existing granitic rocks, difficult access, etc.) Different technical, building and operative limitations allowed to enforce the decisions required to bring the work to completion. The decision for the final cut solution that was considered (after the failure of a semi-tunnel alternative) proved to be satisfactory, passing all the expectations, if the difficulties of constructing on granitic massifs are taken into account. Experience showed that with the use of appropriate construction techniques (as bench cutting, pre-splitting and special explosives) it is possible to build stable cuts in granitic massifs, with heights of more than 100 m and 1:6 type slopes.

### INTRODUCCION

La construcción del primer tramo del Camino Longitudinal Austral, uniendo los 420 km que existen entre las localidades de Chaitén, en la X Región, con Coihaique, en la XI Región, significó un gran esfuerzo humano, técnico y económico; ello, en virtud de la rigurosidad del clima de la zona, unido a las peculiares condiciones geomorfológicas, topográficas, geológicas y geotécnicas de los terrenos comprometidos por el trazado.

Numerosos sectores impusieron serias restricciones de construcción. Por ejemplo, los terrenos y

suelos inestables del tipo escombrera en laderas empinadas, los macizos rocosos intensamente diaclasados, los relieves afarellonados y los terrenos planos mal drenados ("mallines").

Los sectores en referencia, al constituir pasos obligados, debieron ser superados recurriendo a un gran despliegue humano y de equipo mecanizado, con apoyo, tanto en métodos convencionales como en alternativas y procedimientos poco ortodoxos.

La forma como algunos tramos conflictivos fue-

ron salvados con buen éxito, aplicando "técnicas regionales" muy prácticas y económicas, constituye un hecho relevante en la construcción del Camino Longitudinal Austral. De estos tramos conflictivos, la llamada "Piedra El Gato", en la XI Región (Fig. 1) ofreció las mayores dificultades.

El autor tuvo oportunidad de participar en es-

tudios geotécnicos en ese sector, entre Octubre de 1980 y Diciembre de 1981, cuando la construcción finalizó.

En este trabajo se entrega una visión generalizada de las alternativas y métodos de construcción aplicados para sobrepasar este tramo, con apoyo en consideraciones geológicas y geotécnicas.

#### ANTECEDENTES PREVIOS

El difícil paso por el acantilado conocido como "Piedra El Gato" constituyó, desde el momento en que el valle del Alto Cisnes fué ocupado por colonos, un camino obligado para acceder a la zona litoral y, particularmente, hacia la localidad de Puerto Cisnes (Fig. 1).

Desde comienzos de siglo, muchos fueron los colonos que se instalaron en las cabeceras del valle del Río Cisnes (Fig. 1), dedicándose a la crianza de ovejas.

Parte del acceso a la zona, desde el litoral, se hacía a través de una senda, que se extendía por el margen del río Cisnes, cruzando extensos "malli-

nes" (o zonas pantanosas) mediante "envaralados"; la senda en referencia, obviamente, comprometía el paso obligado por la "Piedra El Gato".

Normalmente, el tránsito por la "Piedra El Gato" se hacía por dos huellas de "pilchero"\*; una por la parte alta, haciendo un gran rodeo para evitar los farellones ribereños y otra, adosada al río, aprovechando la existencia de una pequeña cornisa subhorizontal y dispuesta 20-25 m sobre el nivel medio de las aguas del río Cisnes (Fig. 2). Una y otra alternativa permitían el paso con los caballos a tiro.

#### ANTECEDENTES GEOMORFOLOGICOS

El sector de la "Piedra El Gato" corresponde a un prominente farellón rocoso, granítico, labrado por acción glacial y glaciofluvial. Notables estrías glaciales se aprecian en las rocas del lugar. Los efectos erosivos, en razón de la condición mecánica de las rocas (alta resistencia y notables discontinuidades, fracturas de gran persistencia y desarrollo) conformaron un prominente relieve en forma de promontorio, con paredes lisas y abruptas, que, desde la cota del río hasta la cima, con una altura media de 190 m, se desarrolla, por lo menos, con tres escalones bien definidos (Fig. 3).

Los taludes naturales son muy regulares y lisos, conformando paredes verticales, desprovistas de vegetación; ésta, sin embargo, alcanza gran de-

sarrollo en la parte superior de los escalones o cornisas, donde las pendientes se atenúan.

El río Cisnes, con una hoya hidrográfica cercana a los 5.050 km<sup>2</sup>, con precipitaciones medias que fluctúan entre 400 y 1.700 mm y pendientes del lecho entre 0,7 y 1,7%, posee caudales de crecida, en la estación de Puerto Cisnes (7,0 m s.n.m.), que pueden alcanzar 2.030 m<sup>3</sup>/seg. (Mayo de 1966; Yañez, 1982).

El río Cisnes, en el sector de la "Piedra El Gato", ocupa un cauce estrecho, que da lugar a un incipiente rápido o "carrera" que limita el desplazamiento normal de cualquier tipo de embarcación menor.

#### GEOLOGIA DEL SECTOR "PIEDRA EL GATO"

Las rocas del lugar son intrusivos pertenecientes al Batolito Norpatagónico del Jurásico-Terciario (Halpern y Fuenzalida, 1978). La "Piedra El Gato" se ubica en el centro del Batolito, el que ocupa grandes extensiones de la región de Aysén y

está constituido por rocas cuya petrografía varía desde dioritas a granodioritas y ortoneises (Fig. 1).

Petrográficamente, las rocas de la "Piedra El Gato" corresponden a un leucogranito porfídico, cuya masa fundamental alotriomorfa-granular es-

\* Nombre con que en la Patagonia Chilena se designa a los caballos que llevan carga.

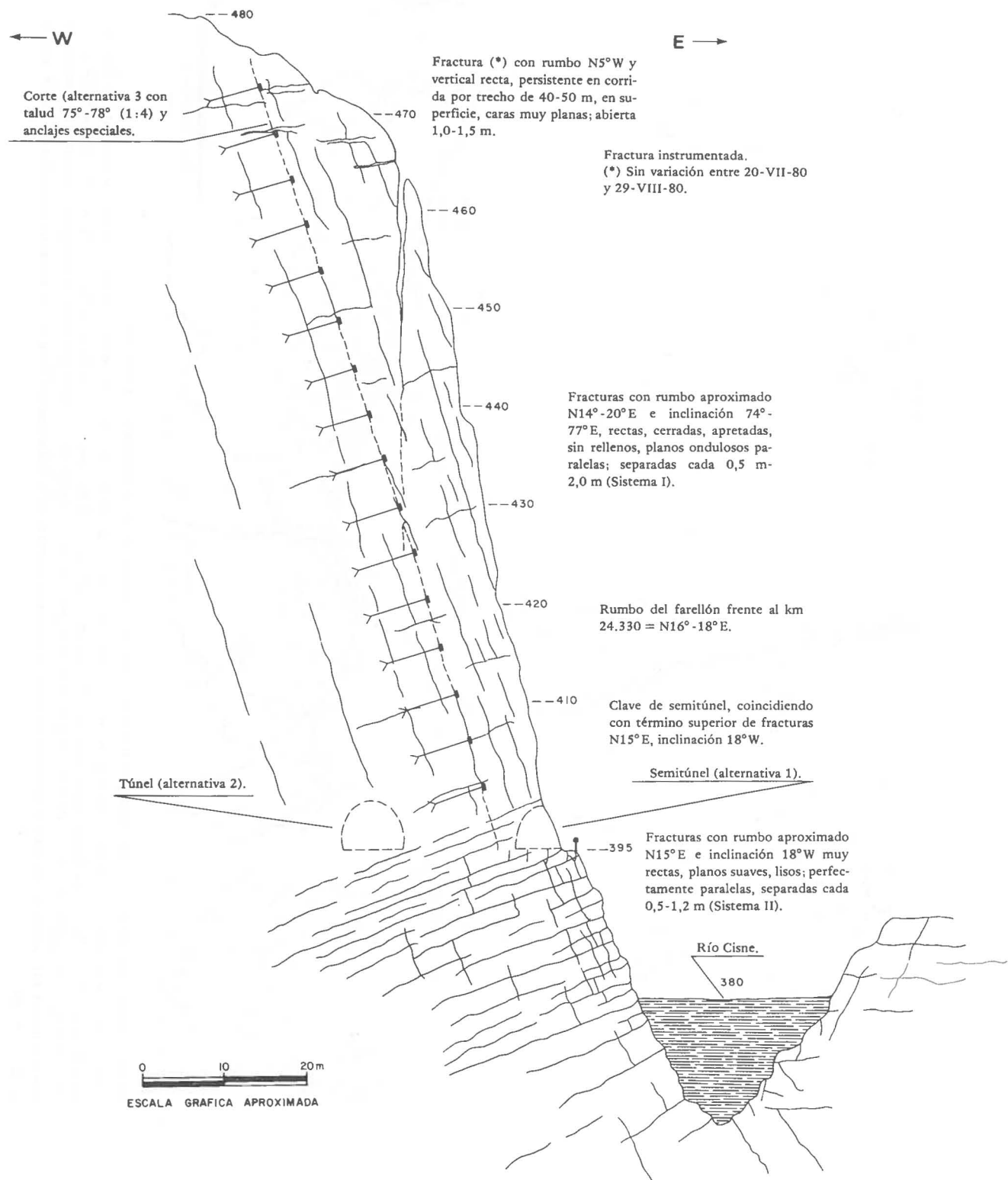


FIG. 1. Perfil generalizado por sector "Piedra El Gato" (adaptado de Hauser, A. *et al.*, 1981).

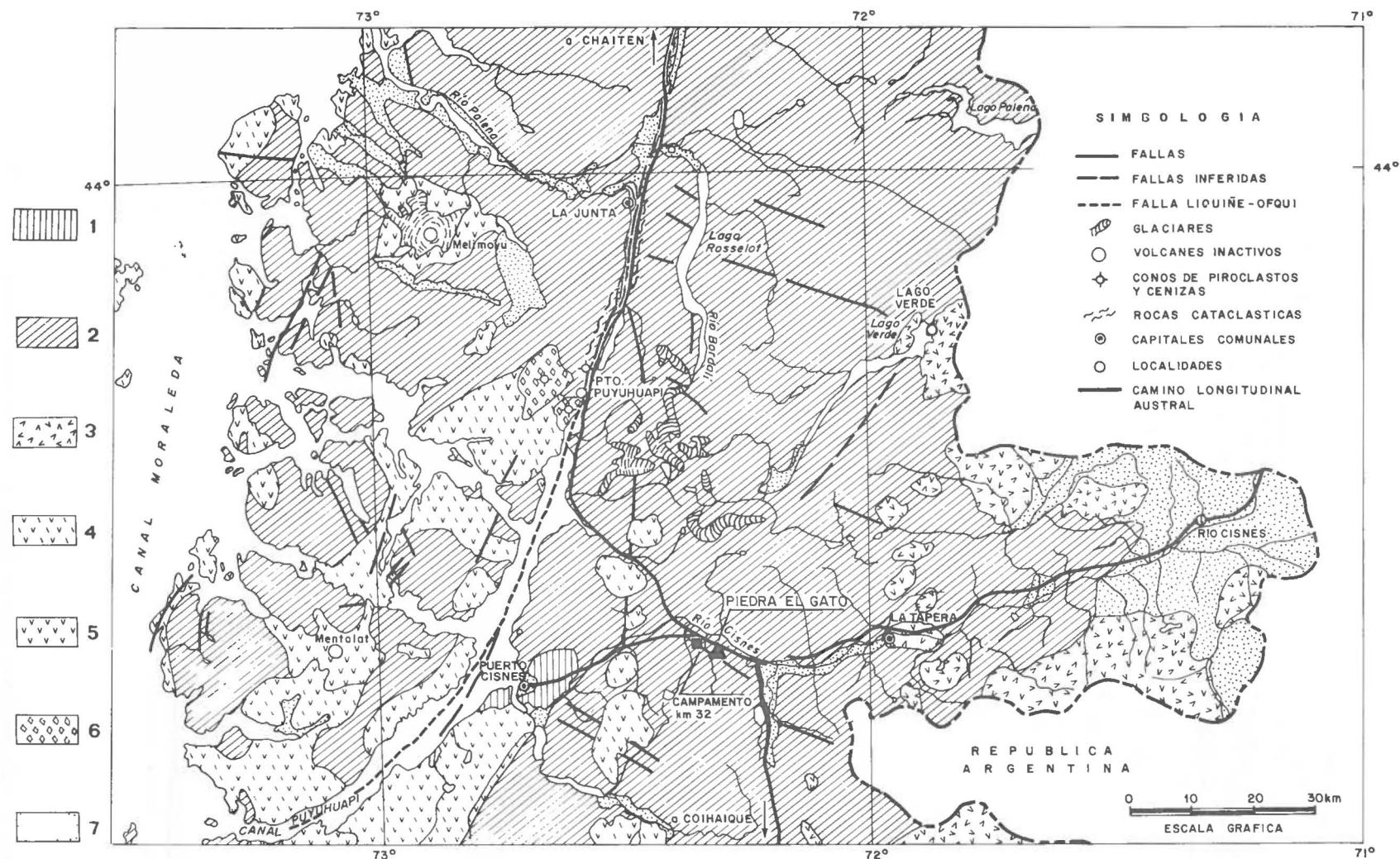


FIG. 2. Marco Geológico. (Tomado del Mapa Geológico de Chile 1:1,000,000 (1982). Escala aproximada 1:1,500,000.)

1. Paleozoico: Basamento Metamórfico; principalmente esquistos, filitas y metareniscas córneas. 2. Jurásico-Terciario: Batolito Norpatagónico; dioritas, granodioritas, neis; 3. Cretácico Inferior: principalmente Neocomiano; areniscas, lutitas, calizas. 4. Cretácico Inferior: coladas y brechas andesíticas, tobas e intercalaciones sedimentarias, localmente marinas; 5. Cuaternario: coladas y depósitos piroclásticos basálticos, asociados a volcanes bien conservados; 6. Cuaternario: Conos de ceniza y piroclastos, asociados a emisiones fisurales de la Falla Liquiñi-Ofqui; 7. Cuaternario: Sedimentos fluviales, glaciales, lacustres, etc.

tá formada por cuarzo y feldespato potásico, apareciendo, en menor cantidad, plagioclasa y biotita alterada a clorita y epidota. Los fenocristales corresponden a plagioclasa, con alteración a sericita, minerales de arcillas tipo caolín (?) y, en menor proporción, epidota, feldespato potásico y cuarzo con extinción ondulosa. Como minerales accesorios se reconocen: minerales opacos, circón,

apatita y esfeno, y epidota que rellena intersticios o guías.

La rocas en referencia están intruidas por algunos diques dacítico-porfíricos, uno de los cuales, con potencia de 2 m y dispuesto verticalmente, se ubica hacia el extremo este del actual corte del camino.

## ANTECEDENTES GEOTECNICOS Y ESTRUCTURALES

Aun cuando las rocas graníticas del lugar no fueron ensayadas para conocer su valor de resistencia a la compresión simple, es posible estimar, razonablemente, rangos del orden de 2.000-3.000 kg/cm<sup>2</sup>. Previo al inicio de los trabajos de construcción, el farellón rocoso de "El Gato" constituía un acantilado extraordinariamente empinado, con una altura de unos 100 m sobre el río, una pendiente de 70°-80° y una longitud cercana a los 190 m, que presentaba varios sistemas preferenciales de fracturas, cuya distribución espacial y actitud general aparece en la figura 2. Aquéllos corresponden a fracturas de gran corrida, rectas, en general cerradas, con escaso relleno y que conforman planos lisos poco friccionantes. Es probable que el macizo de "El Gato, producto del desconfinamiento provocado por acciones erosivas glaciales, haya experimentado un efecto de relajación de tensiones periféricas, asociadas a erosión, el que favoreció, en especial, el desarrollo de fracturas dispuestas en forma paralela a las caras del farellón, las que disminuyen rápidamente hacia el interior del macizo (Sistemas de Fracturas I).

La fractura más importante del Sistema I alcanza notable desarrollo en un punto que se ubica 70 m sobre la plataforma del camino. Se dispone con rumbo N5°W y fuerte inclinación. Con el plano del farellón "El Gato" (paralelo al eje del trazado y rumbo N17°-18°E) forma un ángulo cercano a los 22°-23°. La fractura en referencia presenta una notable persistencia en corrida y actitud, a lo largo de los 15-17 m observables. Con una abertura, variando entre 10-15 cm, mues-

tra relleno parcial de suelo; sus planos acusan leves indicios de haber experimentado movimiento bajo los efectos de acciones gravitacionales.

Considerando que la actitud desfavorable de las estructuras, respecto de la estabilidad general del macizo, podría poner en peligro las faenas de excavación, se resolvió proceder a su instrumentación, mediante clavos convenientemente anclados, a objeto de medir eventuales desplazamientos. Mediciones periódicas, hasta que una tronadura hizo volar los clavos, no acusaron movimiento alguno.

El Sistema de Fracturas II está constituido por una serie de fracturas con rumbo aproximado paralelo al eje del trazado del camino e inclinación de 15°-18° hacia el oeste. Estas fracturas son rectas, cerradas, sin relleno, y limitadas por planos lisos, perfectamente paralelos, separados cada 10-30 cm. Algunas de estas fracturas corresponden propiamente a fallas, con rocas de fallas asociadas y a venillas de material arcillizado. El Sistema II alcanza notable desarrollo hacia la porción basal o pie del primitivo farellón, interrumpiéndose abruptamente a partir de los 5 ó 6 m sobre la cota de la cornisa, sobre la cual se pensó originalmente emplazar el camino. Esta circunstancia creaba una situación favorable para la alternativa de semitúnel al garantizar una clave estable (Fig. 2).

El tercer sistema de fracturas (Sistema de Fracturas III) tiene rumbo perpendicular al eje del trazado (y por lo tanto, al farellón rocoso). Las fracturas están dispuestas verticalmente, son de gran corrida, rectas y repetidas a intervalos de 1-3 m.

## ELECCION DEL TRAZADO Y METODO DE CONSTRUCCION

El trazado del eje del Camino Longitudinal Austral, por el sector de "Piedra El Gato", exigió evaluar una serie de alternativas, habida consideración de las dificultades que el terreno ofrecía. Se estu-

diaron, a nivel de anteproyecto, las siguientes alternativas: a) dos puentes metálicos; b) corte franco; c) túnel; y d) plataforma parcial en voladizo, aprovechando la existencia natural de una



pequeña cornisa, junto con combinaciones de estas alternativas.

Al momento de adoptar la decisión final de seleccionar el trazado y métodos de construcción para salvar la "Piedra El Gato", los antecedentes geológicos, geotécnicos y estructurales eran muy escasos; por lo tanto, las incertidumbres envueltas en el problema eran numerosas. Esto hizo que cualquiera de las alternativas adoptadas tuviera un alto riesgo de enfrentar serios tropiezos de construcción y aún de un fracaso total. Múltiples estudios ingenieriles y económicos de las alternativas, incorporando factores operacionales, de seguridad y conservación, respaldaron la decisión de adoptar una alternativa conjugada para salvar la "Piedra El Gato". El tramo inicial, con un largo

cercano a los 200 m y correspondiente al acceso oeste, se construiría recurriendo a un corte franco en roca, una con altura media de 35 m y talud de 1:6 a 1:8, aprovechando la existencia de rocas graníticas competentes. En el tramo siguiente, notablemente más difícil, con un largo cercano a los 190 m, la plataforma del camino se desarrollaría sobre una pequeña cornisa natural; en ciertos tramos, donde la cornisa poseía un ancho inadecuado para emplazar el total de la plataforma, se recurriría a la excavación de un semitúnel, aprovechando la actitud favorable de los sistemas de fracturas, que crearían una clave estimativamente estable. El tramo final o acceso este a la "Piedra El Gato", con un largo de 350 m, se desarrollaría en corte sobre materiales fluviales.

#### HISTORIA DE LA CONSTRUCCION

La fase de construcción del Camino Longitudinal Austral, en el sector de la "Piedra El Gato", se inició en Enero de 1980. Estuvo a cargo de la Empresa EDECO, la que dispuso de operarios especializados en corte en roca, para llevar a buen término la faena.

Una seria restricción a los trabajos de construcción significó la necesidad de desarrollar las faenas sin contar con un adecuado camino de acceso hasta "El Gato". En efecto, al iniciarse las faenas, el término del camino se ubicaba en el llamado "Campamento km 32", en la actual bifurcación a Puerto Cisnes del Camino Austral (ver Fig. 1). En consecuencia, el aprovisionamiento de equipos, combustible y material, se hacía desde este punto a través de una rudimentaria senda de 3,5 km, mediante operarios que hacían las veces de cargadores.

El tramo inicial, o acceso oeste, se sobrepasó sin mayores problemas de construcción, a lo largo de aproximadamente 210 m, obteniéndose cortes estables en roca con alturas máximas de 45 m y taludes prácticamente verticales. El acceso este a la "Piedra El Gato" comprometió, en un tramo de aproximadamente 150 m, una potente secuencia (40-45 m de espesor) de depósitos fluviales a fluvio-glaciales (gravas arenosas), con numerosas intercalaciones de bancos lenticulares finos, limo-arcillosos; el conjunto, relativamente compacto, admitió un corte parejo con talud final del tipo 3:2.

En Septiembre de 1980, se inició la fase más



FIG. 3. Sector de "Piedra El Gato", previo al inicio de los trabajos de excavación.

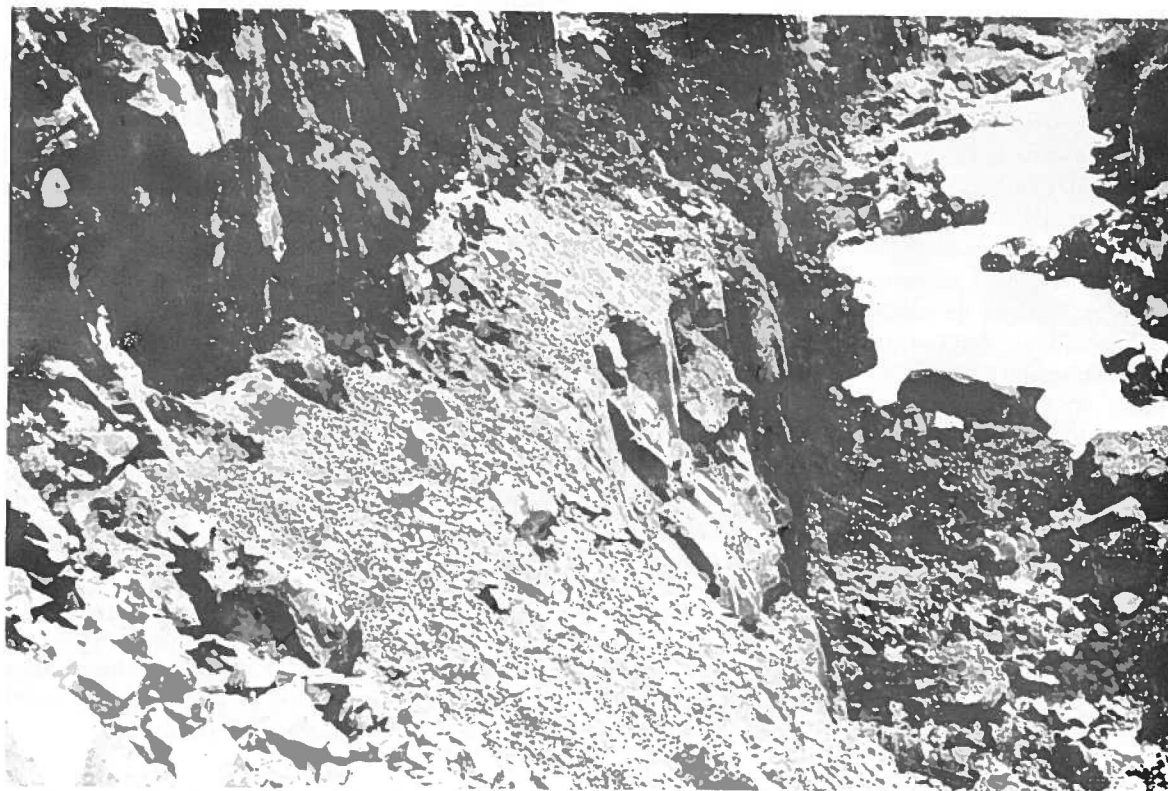


FIG. 4. Sector "Piedra El Gato", hacia el 01.10.1980, cuando se daba inicio a la excavación del semitúnel y plataforma, aprovechando la cornisa rocosa que sobresalía del borde ribereño.

crítica de la construcción, a través de excavaciones para preparar una plataforma estable al camino, apoyada sobre la cornisa al pie del farellón (Fig. 4). En aquellos sectores donde la cornisa no poseía un ancho adecuado para albergar la totalidad de la plataforma, se comenzó a excavar un semitúnel cuya clave coincidió con el témino superior del Sistema de Fracturas II (Fig. 2).

En la medida que las faenas progresaban, comenzaron a presentarse problemas críticos: el borde externo de la cornisa no resultó totalmente estable; frecuentes sobreexcavaciones en el semitúnel, producto de las tronaduras, causaron el desprendimiento de bloques de gran tamaño, los que, al precipitarse sobre tramos de la plataforma ya construida, la destruyeron en parte.

Un estudio geotécnico evaluó el problema y propuso modificar el proyecto en base a una nueva solución (corte franco, túnel, plataforma en voladizo, ver Hauser *et al.*, 1980).

En el informe de Hauser *et al.* (1980, pág. III), se señala: "... En el Farellón "Piedra El Gato", se considera insuficientemente segura una solución

que contempla un semitúnel hacia ladera adentro y la solución final deberá decidirse, previa la disponibilidad de un plano topográfico adecuado, entre un corte franco de gran altura y empinamiento de 75° o un túnel que tendría aproximadamente 200 m de largo ...".

En el mismo informe, en base a una serie de calificaciones geotécnicas de los materiales comprometidos, se hicieron recomendaciones por tramos para la ejecución de cortes en rocas, en función de distintos taludes, alturas, incorporación de bermas o bancos, anclajes de estabilización, etc. Las recomendaciones adicionalmente incluían voladuras suaves, precorte, etc. Finalmente, se estimó recomendable adoptar, para el cruce de la "Piedra El Gato" y fundamentalmente por razones de seguridad, una solución de túnel con largo cercano a los 200 m.

A pesar de ello, continuaron desarrollándose los trabajos de construcción del semitúnel, como una forma de aprovechar al máximo las excavaciones ya ejecutadas, para tratar de vencer el tramo conflictivo.

El ritmo de trabajo alcanzó tal avance que, contrariamente a lo estimado, el semitúnel quedó concluido hacia fines del año 1980 (Fig. 5). Desafortunadamente, transcurridas dos semanas con posterioridad a la apertura del semitúnel, comenzaron a producirse serios deterioros en la obra, producto del desprendimiento de bloques desde la clave. Este fenómeno, atribuible a una relajación de tensiones en torno de la excavación y a posibles acciones desestabilizadoras inducidas por las tronaduras, significaron la virtual desaparición del semitúnel. Los bloques caídos, al impactar sobre la cornisa y/o plataforma ya construidas, las destruyeron en una gran extensión.

Tres soluciones a la situación existente fueron entregadas por Hauser *et al.* (1981). Dos de ellas, mediante cortes, representarían la continuación lógica de los trabajos de excavación hasta ese momento ejecutados y la tercera, a través del ya mencionado túnel. Un análisis económico preliminar permitió establecer que las alternativas del túnel y corte franco tenían costos bastante similares. Sin embargo, la primera de ellas ofrecía

una serie de incógnitas en cuanto al comportamiento de la roca (auto-soporte) y exigiría la utilización de una serie de elementos, equipo y tecnología no disponibles en la zona, en aquel entonces. Fuera de las consideraciones expuestas, habría que señalar que, al momento de adoptar una decisión final respecto de las alternativas más favorables para sobrepasar el farellón de "El Gato", existía una seria presión de plazos para dar término a la obra; frente a esta situación la alternativa de corte franco ofrecía, respecto del túnel, mayores garantías.

Las alternativas de corte quedaban definidas, en ambos casos, por taludes continuos de  $75^\circ$  ya que:

- a) taludes más empinados que  $75^\circ$  resultarían inestables y, por lo tanto, inseguros;
- b) taludes menos empinados que  $75^\circ$  exigirían remociones excesivas y, por lo tanto, costosas.

Cualquiera de las soluciones de corte exigirían, necesariamente, labores complementarias: perforaciones de drenaje de 1" de diámetro y longitud óptima de 10 m, a fin de aliviar subpresiones y colocación de un muro de concreto armado.

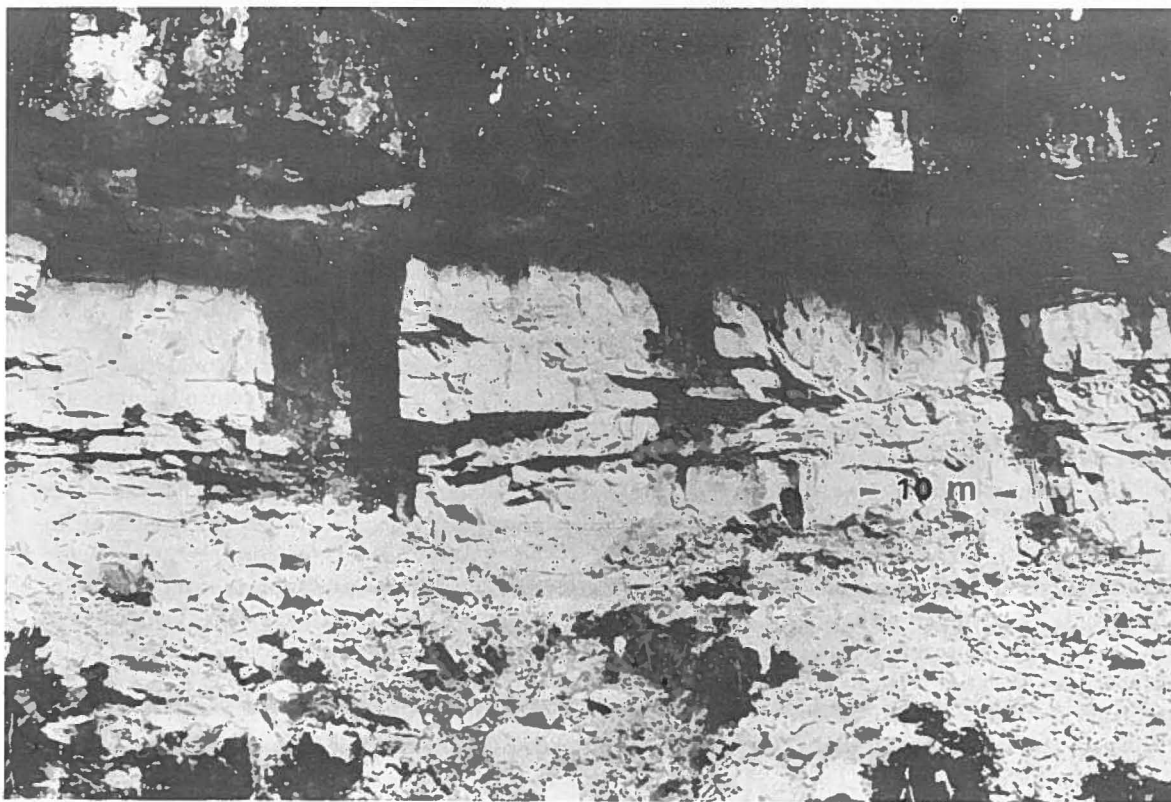


FIG. 5. Sección media de semitúnel en "Piedra El Gato", en momentos en que la obra se encontraba próxima a su término.



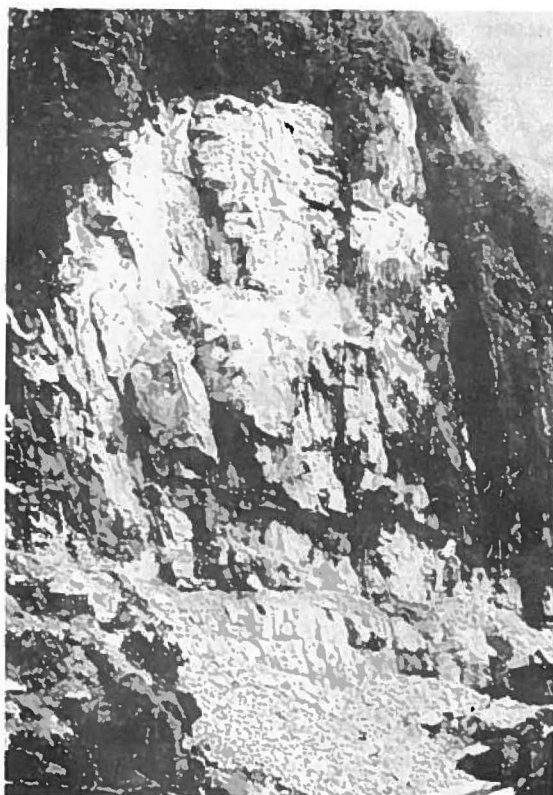


FIG. 6. Sector "Piedra El Gato" en el momento en que el "corte franco" se encontraba en ejecución, (50% aproximadamente); semitúnel y cornisa inferior muy deteriorados.

Con estos antecedentes, los trabajos prosiguieron, aceleradamente, sobre la base de un corte franco, "con bote al lado"\* y talud parejo, con ángulo cercano a 80°.

La operación de ejecutar el corte franco constituyó, desde el punto de vista de la construcción, una labor difícil. El volumen de rocas por remover para alcanzar el talud final de diseño, unido a la condición geotécnica del macizo rocoso y a lo escarpado de la topografía, impusieron serias restricciones en los trabajos (Fig. 6). Estos se desarrollaron utilizando la modalidad de rebaje escalonado, mediante perforación y tronadura. Para optimizar los métodos de tronadura, así como sus rendimientos, fue necesario desarrollar múltiples pruebas en cuanto a la utilización de diversos tipos de explo-

sivos, cargas y combinaciones; profundidad, inclinación, diámetro y separación de las perforaciones; técnicas de disparo, recurriendo a diversos arreglos, retardos, secuencia de encendido, etc. La utilización de la técnica de precorte contribuyó, notablemente, a facilitar los trabajos a través de la creación de contornos finales bien perfilados, con mínimo fracturamiento inducido por las propias tronaduras.

En muchas oportunidades, para trasladar los operadores y sus elementos de perforación al banco o escalón de trabajo, se tuvo que recurrir a riesgosas maniobras con cordeles y cables de seguridad, anclados en la parte superior del macizo rocoso. Estos trabajos ocasionaron la muerte de cuatro operarios en accidentes, desde que se dio inicio a los trabajos.

Contrariamente a lo estimado, el comportamiento del corte final, con una altura máxima de 125 m, sobrepasó las expectativas, de tal suerte que se resolvió no ejecutar las perforaciones de drenaje recomendadas, ni recurrir a estructuras o mecanismos especiales de estabilización.

Tal como se observa en la actualidad, al cabo de un año de operación (Fig. 7), el corte de "El Gato" no acusa deterioro evidente, pese a su gran altura, fuerte talud y a la total ausencia de estructuras de estabilización; situación en extremo llamativa, que se contrapone con los esquemas normales de corte en roca, con las dimensiones de "El Gato".

Finalmente, convendrá señalar que, como una medida de seguridad, se resolvió colocar barreras de protección en el borde externo de la plataforma. Importará hacer notar que, en esta faena, como en la casi totalidad de las restantes en el Camino Longitudinal Austral, que exigieron remover grandes volúmenes rocosos, los explosivos de uso común correspondieron al amón-gelatina 60% y a la llamada tronita (nitrato de amonio granulado, mezclado con 6% de petróleo).

Buenos rendimientos se alcanzaron con el amón-gelatina en la remoción de macizos rocosos, constituidos por rocas de alta resistencia, con escaso fracturamiento, en ausencia de lluvias intensas. Frente a situaciones propias de rocas alteradas y/o intensamente microfracturadas, en zonas lluviosas, se utilizó tronitas con bastante éxito.

\* "bote al lado": término de construcción para significar corte sin transporte del material excavado.

En términos comparativos, la tronita ofrece una serie de ventajas respecto del amón-gelatina: facilidades de manipulación, mayor seguridad y menor costo. Normalmente, suele colocarse en las perforaciones previamente introducida en "mangas" especiales de polietileno, cuya preparación se efectúa en polvorines.

En total, las rocas removidas en las faenas de

excavación de la "Piedra El Gato" alcanzaron  $144.992 \text{ m}^3$ . Se obtuvieron rendimientos medios por consumo de explosivos (tronita y amón-gelatina 60%) del orden de  $320\text{-}340 \text{ gr/m}^3$ . El costo final aproximado de la obra bordeó los US \$ 2,5 millones o \$ 81.600.000 (moneda Diciembre de 1981).



Fig. 7. Sector "Piedra El Gato", tal cual se observa en la actualidad. Vehículo constituye punto de referencia.

### CONCLUSIONES

El desarrollo del tramo correspondiente a la llamada "Piedra El Gato", recurriendo exitosamente a la alternativa de un corte franco de talud muy empinado, cercano a 1:6, una altura máxima de 125 m y una longitud de 190 m, constituye un buen ejemplo de las dificultades técnicas y de construcción que se enfrentaron durante la construcción del Camino Longitudinal Austral.

La utilización de algunas técnicas de construcción: rebaje escalonado, precorte y explosivos adecuados, contribuyeron favorablemente a dar buen término a la obra. El corte franco ejecutado, sin la utilización de elementos estructurales especiales para incrementar la estabilidad final (pernos de anclaje, mallas, barbacanas, bloqueo de hormigón, etc.) ha operado sin problemas; situación que,

en cierto modo, se contraponen con el comportamiento normal de este tipo de soluciones, en virtud de la condición geológica y geotécnica del macizo rocoso y de la naturaleza del corte final.

Si bien el costo final de la obra puede resultar excesivo, es importante tener en cuenta que una amplia gama de variables contribuyeron, significativamente, a respaldar las decisiones que tu-

vieron que adoptarse para darle un buen y oportuno término: rigurosas presiones de plazo para la entrega, escaso conocimiento geológico y geotécnico del sector, desfavorables condiciones topográficas, pobre accesibilidad, carencia de equipos y tecnología, en la zona, para la construcción de túneles, entre otros.

#### REFERENCIAS

- HALPERN, M.; FUENZALIDA, R. 1978. Rb-Sr geochronology of a transect of the Chilean Andes between latitudes 45° and 46°S. *Earth Planet. Sci. Lett.*, Vol. 41, No. 1, p. 60-66.
- HAUSER, A.; KARZULOVIC, J.K.; KARZULOVIC, L. A. 1980. Estudio de problemas geotécnicos y proposición de soluciones en sectores de Lago Risopatrón-Fiordo Puyuhuapi-Piedra El Gato-Río Cisnes, de la Carretera Austral, XI Región. Dirección Vialidad, M.O.P. (Chile), 116 p. (inédito). Santiago.
- HAUSER, A.; KARZULOVIC, J.K.; KARZULOVIC, L. A. *et al.* 1981. Estudio solución vial final en Farellón Piedra El Gato, sector Río Cisnes, XI Región. Dirección Vialidad, Depto. Construcción, M.O.P. (Chile), 90 p. (inédito). Santiago.
- YAREZ, Y.I. 1982. Informe técnico, conclusiones y recomendaciones. Visita de observación y supervisión cauces naturales y obras en Río Cisnes y otros, XI Región. Dirección Vialidad, M.O.P., 20 p. (inédito). Santiago.