

En lo principal: Complementa con nuevos antecedentes Tenga presente de 1 agosto 2017
En otrosi: Acompaña documento.

Sr. Fiscal Instructor de la División de Sanciones y Cumplimiento de la Superintendente del Medio Ambiente.-

Álvaro Toro Vega, abogado, domiciliado para estos efectos en calle Alonso Ovalle 1618 Oficina A, comuna de Santiago y en representación de Anthony Lawrence Prior Carvajal; Lucio Cuenca Berger, Felipe Grez Moreno, Sebastián Nuñez Pacheco, Macarena María Martínez Satt; María Jesús Martínez Leiva; David Peralta Castro, Kristian Lacomás Canales, Rosario Carvajal Araya, Isabel Macías Montecinos, Carlos Ureta Rojas, Marcela Tapia Pérez, Orlando Vidal Duarte, Valentina Saavedra Meléndez, Nicolás Hurtado Acuña, Patricio de Stefani Casanova, Giorgio Jackson Drago y Sindy Carol Urrea Maturana, todos interesados, **en procedimiento ambiental D-001-2017**, a usted decimos:

Por este acto, ponemos en su conocimiento antecedentes adicionales que complementan y refuerzan nuestra solicitud presentada con fecha 1 de agosto de 2017 en el marco de la tramitación del sumario ambiental:

1.- Por un lado, AES Gener (o, indistintamente, Alto Maipo SpA o PHAM) en presentación fechada el 9 de agosto para tratar de explicar porque no correspondería tener a la vista dentro del sumario ambiental desarrollado ante Ud., y que solicitamos en nuestra presentación del 1 de agosto, sostiene en síntesis que como a la SMA le corresponde fiscalizar el cumplimiento solo de la respectiva RCA queda acotada y limitada sus facultades en el ámbito del procedimiento sancionatorio ambiental que lleva a cabo.

Es decir, como según AES Gener, en los cargos por incumplimiento formulados por SMA, y específicamente en el cargo 12 referido al Considerando 7.3.5 de la RCA 256/2009 en cuanto *“se realizaron tronaduras en la construcción del túnel El Volcán, sin contar con un programa de monitoreo de vibraciones de tronaduras, visado y aprobado por parte de SERNAGEOMIN y DGA RM”*, no tendría objeto el citar a declarar a la empresa contratista Constructora Nuevo Maipo (o CNM S.A.) para que informe del contenido, circunstancias y contextos de la disputa que tiene con esta en cuanto a la forma y métodos constructivos que deben utilizarse en la construcción del túnel bajo la sección del Monumento Natural El Morado.

Insiste, en que los antecedentes con los que cuenta la empresa CNM S.A. no resultan relevantes para la configuración o gravedad de la infracción ambiental investigada respecto a incumplimientos de la RCA del proyecto porque *“no tendría ninguna relación y queda fuera de la competencia de la SMA inmiscuirse en la controversia contractual entre la empresa titular de la RCA y su contratista”*.

Luego, agrega que como el SEA resolvió que atendido las distancias mínimas verticales entre los túneles y la superficie de las áreas protegidas debe descartarse efecto alguno derivado de las vibraciones que causan las faenas de excavación bajo el Monumento Natural El Morado y por tanto, no corresponde que la SMA recoja la solicitud expuesta por nosotros ya que eso excede el control y seguimiento de la correspondiente RCA.

2.- Por otra parte, durante los últimos días hemos podido conocer parcialmente algunos antecedentes de las razones que llevaron a la contratista Constructora Nuevo Maipo a suspender la construcción del túnel debajo del Monumento Natural El Morado. Esto se debería a razones de seguridad (específicamente desde el portal VA4 del túnel Alfalfal II) ya que existiría un grave riesgo a la vida de los trabajadores si se continuaba la excavación mediante el sistema con la máquina denominada “TBM” (por sus siglas en inglés tunnel boring machine).

En concreto, según palabras de la Constructora *“el uso del sistema TBM indicado en el Contrato suscrito con AES Gener implicaba una amenaza inminente e inaceptable [...] a la seguridad y salud de los trabajadores en el túnel”*, concluyendo que la suspensión *“es la única alternativa posible en esta etapa”*.

3.- Frente a esto, AES Gener respondió que no le constaba que los trabajos implicaban un riesgo real para la salud y seguridad de los trabajadores, y le informó a la empresa constructora CNM S.A. que no estaba de acuerdo con la decisión de suspender la excavación. Incluso, el 30 de mayo de 2017 instruyó perentoriamente que se continuara con la excavación del túnel.

Según CNM S.A., con esto AES Gener adoptó una actitud abusiva, ilícita y fraudulenta, que pretendía soslayar que una de las obligaciones más importantes es mantener la seguridad del Proyecto, aspecto que confirmaría las Cláusulas Segunda, Cuarta (4.4.1) y Décima Tercera del Contrato (13.1.1.9) suscrito por ambas empresas.

En definitiva, la constructora CNM S.A. suspendió la excavación del túnel porque implicaba un grave riesgo a la vida y seguridad de los trabajadores, como lo indican dos informes técnicos elaborados por reconocidos expertos internacionales y que fueron comunicados a Alto Maipo SpA, la que opta por desconocer esos documentos y olvidarse de la seguridad de los trabajadores, trasgrediendo la legislación en materia de seguridad laboral que incluso pudiese causar un accidente fatal.

4- Ahora bien, en lo que a nosotros nos interesa como integrantes de la Red Metropolitana No Alto Maipo preocupadas de la protección del medio ambiente de la zona intervenida, y específicamente en relación a alteraciones o impactos no previstos al Monumento Natural El Morado y a los glaciares que lo cubren, podemos decir:

Que sin conocer en detalle el conjunto de los documentos técnicos que fundamentaron el parecer y determinación de la empresa constructora, al menos dos, si tienen relevancia en el marco del proceso de fiscalización, investigación y sanción ambiental que se está llevando a cabo.

Estos son:

A).- El Informe técnico elaborado por el Dr. David Powell de la empresa especialista DB Powell & Associates Ltd. señala que existe un grave riesgo para la seguridad de los trabajadores, explicando que hay zonas que *“estarán sujetas a un exceso de tensión y la falla puede ocurrir rápidamente. Esto causará una gran sobrecarga y, lo que es más importante, constituye un grave problema de seguridad ya que cualquier falla podría afectar a las áreas de trabajo del personal”* y

B).- El informe técnico elaborado por el experto internacional Dr. Ing. Ulrich Rehm donde también expone que existe un riesgo evidente para la vida y seguridad de los trabajadores del Proyecto, y explica que *“con el conocimiento actual de las clasificaciones de roca y las condiciones geológicas previstas, los riesgos ahora se agravan y por lo tanto ponen a los operadores de las TBM en peligro”* y concluyó expresamente que *“[...] no recomendaría a continuar con esta TBM. Mi recomendación se basa principalmente en serias preocupaciones de seguridad, con altos riesgos de lesiones e incluso la muerte de los trabajadores en las inmediaciones de las operaciones”*. Informó a Alto Maipo que el uso del sistema *“TBM indicado en el Contrato implica una amenaza inminente e inaceptable [...] a la seguridad y salud de los trabajadores en el túnel”*, al punto que le explicó que la suspensión *“es la única alternativa posible en esta etapa”* (una traducción libre del original en inglés que indica lo siguiente: *“Contractor is confident that this suspension of the TBM excavation Works in VA4 is the only viable alternative at this stage”*).

5.- El contenido detallado de los mencionados documentos no los conocemos, pero sí el texto del documento, que acompañamos a esta presentación, denominado **“Geology executive summary on geological of the tunneling works and geotechnical information”** (en español, según nuestra traducción, Resumen ejecutivo de geología en los trabajos de construcción del túnel e información geotécnica), elaborado por el Dr. David Powell, y que como su título lo indica es una síntesis del Informe técnico indicado más arriba de la empresa especialista DB Powell & Associates Ltd.

Este resumen, dentro de sus conclusiones, en relación a lo que interesa, indica textualmente en inglés, y que nosotros traducimos, en algunos de los puntos relevantes por sus consecuencias para una fiscalización ambiental del proyecto. Los párrafos específicos son los siguientes (en el documento que se adjunta en otro sí va copia completa del texto en inglés):

“2) La conclusión general de la revisión es que los datos proporcionados en la fase de licitación en el Apéndice Z no eran suficientes para que CNMSA comprendiera la gama de condiciones y el comportamiento del suelo en los túneles. Más importante aún, pintó un panorama optimista de las condiciones del suelo y esto fue reforzado por la decisión de los propietarios de emplear TBM “de cara abierta” para facilitar la construcción. Esto era engañoso y las condiciones de los túneles y los progresos realizados hasta la fecha han confirmado esta posición. va es imposible que CNMSA continúe con el proyecto sin una revisión sustancial de las metodologías de construcción, los riesgos que se enfrentan en los túneles El Volcán y Alfalfal II y su impacto tanto en el programa como en los costos”.

“7) Las zonas de cizallamiento sub-horizontales contienen arcilla y actúan como acuiculados. La presencia de agua en las bandas por encima de las zonas da como resultado acuíferos y entradas de agua significativas que exceden los límites del contrato y los permitidos por el permiso ambiental. Esto continuará a intervalos a través del túnel tanto si las camas son subhorizontales o verticales. Lo que es más importante, a menos que se alivien las presiones, contribuirán a exagerar las zonas de cizallamiento, particularmente cuando el riesgo de apretamiento es alto”.

“15) Es importante en la fase de licitación ser capaz de entender cómo se comportará el terreno. CNMSA necesitaba esta información para predecir cómo controlarían las deformaciones bajo toda la gama de condiciones del terreno. Sin información geotécnica precisa, como por ejemplo la resistencia a la compresión no confinada y valores de módulo, o las tensiones in situ, además de no haber ninguna discusión significativa sobre las características de la masa de roca como lo son su naturaleza, la orientación y la frecuencia de los conjuntos de discontinuidades, CNMJV consideraría imposible apreciar los principales riesgos y el nivel asociado de los riesgos de construcción”.

“16) La mayoría de los proyectos intentan obtener una comprensión de la permeabilidad de los diversos tipos de rocas que se encontrarán. Sin perforaciones a lo largo de la alineación de la ruta no es posible hacer esto. Las pruebas realizadas han sido muy limitadas y han llevado a conclusiones engañosas en cuanto a los valores de permeabilidad en profundidad y a la posible presencia de acuíferos. Algunas de las zonas de cizallamiento sub-horizontales actuarán como acuiculados y, por lo tanto, proveerán las condiciones para que los acuíferos estén presentes. Lo mismo se aplica para las bandas sub-verticales a verticales en el Túnel El Volcán que estarán confinadas por zonas de cizallamiento y en profundidad darán lugar a condiciones artesianas con el agua a presiones muy altas cuando se encuentren en las cabeceras de avance (V1”).

Si bien, es cierto que la principal motivación de los informes dice relación con la seguridad laboral que impiden continuar contruyendo con el sistema “TBM” autorizado por la RCA 236/2009, de los extractos indicados (en particular de las frases destacadas en negrilla) queda claro que lo que esta informando el especialista es que los antecedentes y estudios que

fundamentaron esta Resolucion de Calificacion Ambiental son muy deficitarios, al punto de hacer imposible continuar con la construccion del mencionado tunel.

6.- Ademas, los propios representantes de la empresa AES Gener han declarado por la prensa que la roca ha causado graves problemas al Proyecto al reconocer que: *“Lo que pasó aquí es que la roca acabó siendo menos crujiente que todas nuestras proyecciones y eso es lo que realmente nos ha frenado, porque cuando tienes que hacer más refuerzos tienes que ir más despacio, lo que fue un poco sorprendente, porque esto es una expansión de una instalación existente, Alfalfa, así que está en la misma montaña”*.

En el mismo sentido, la empresa constructora CNM S.A. indico a PHAM en carta de 18 de mayo 2017, la necesidad de buscar alternativas para evitar cualquier potencial condición de trabajo inseguro. y que es *“necesario realizar una re-evaluación completa de la información disponible”*, ya que *“es evidente que en la actualidad el diseño del TBM no cumple el propósito de excavar bajo las condiciones geológicas existentes y tampoco proporciona condiciones seguras para los trabajadores excavar bajo las condiciones geológicas existentes y tampoco proporciona condiciones seguras para los trabajadores”*.

7.- De todo lo expuesto, se desprende que AES Gener esta cometiendo graves trasgresiones a la seguridad laboral, pero tambien a las obligaciones ambientales a que esta sujeta, y esto porque de los antecedentes fluye fundadamente que, o la informacion con que ingreso al SEIA el proyecto fue insuficiente o muy deficitaria (en palabras de la propia titular del proyecto *la roca acabó siendo menos crujiente que todas nuestras proyecciones;*, y/o AES Gener pretende soslayar el cumplimiento estricto de la RCA en lo que dice relacion al metodo constructivo del tunel que, obviamente, tiene consecuencias ambientales, especialmente en lo referido a la proteccion de los glaciares que estan sobre El Monumento Natural El Morado, producto de las vibraciones que varian según el metodo constructivo que se adopte.

8.- A nuestro entender AES Gener, concociendo en detalle los distintos documentos que en este escrito hemos mencionado, malisiosamente pretende inhibir a la SMA para que recave y conozca su contenido, que como lo hemos indicado tienen informacion con delicadas consecuencias ambientales (previstas o no previstas por la empresa, da igual).

9.- Finalmente, resulta inconcebible, que la autoridad fiscalizadora para la realizacion de sus funciones se contente solo con los antecedentes que proporciona el titular (parte directamente interesada en los resultados del presente sumario), y se niege, al menos tener a la vista, informes elaborados por especialistas independientes de AES Gener y que pueden ayudar a conocer mejor los deficit que esta experimentando la construccion del proyecto, y que resulta absurdo descartar que no tenga importantes consecuencias ambientales.

En base a lo expuesto podemos concluir que la solicitud planteada por nosotros, al contrario de los sostenido por AES Gener, se refuerza, y especificamente reiteramos nuestra peticion en terminos de:

1) Solicitar a CMN S.A. que entregue todos los antecedentes que a recopilado para tomar la decisión de no continuar con la construcción del túnel que pasa debajo el Monumento Natural El Morado, y para que específicamente haga llegar:

- Copia del informe técnico elaborado por DB Powell & Associates Ltd., de abril de 2017.

- Copia de la traducción al español del informe técnico elaborado por DB Powell & Associates Ltd., realizada por el traductor del inglés nombrado por el Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación del España, don Esteban Veyrat Marqués.

- Copia del informe técnico elaborado por el experto Dr. Ing. Ulrich Rehm, de 17 de mayo de 2017.

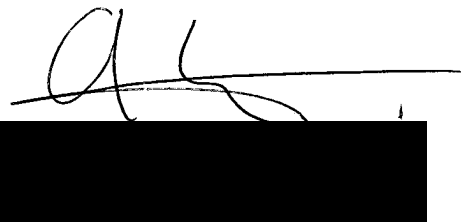
- Copia de la traducción al español del informe técnico elaborado por el experto Dr. Ing. Ulrich Rehm, realizada por el traductor del inglés nombrado por el Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación del España, don Esteban Veyrat Marqués.

2).- Instruir a AES Gener para que entregue copia fidedigna de los informes mas arriba indicados, tanto en su version original en ingles como la traduccion al español efectuada.

Otrosi: Tener por acompañados:

1.- Copia simple de la redacción en idioma original del documento denominado “Executive summary on TBM tunnelling For the Alto Maipo Project Chile” redactado por Dr. Ing. Ulrich Rehm.

2.- Copia simple de la redacción en idioma original del documento denominado “Geology executive summary on geological of the tunneling works and geotechnical information” redactado por el Dr. David Powell.

A handwritten signature in black ink is positioned above a solid black rectangular redaction box. The signature is stylized and appears to be a name with a long horizontal stroke extending to the right.

**Executive summary on TBM tunnelling
For the Alto Maipo Project
Chile**

Client: Hochtief JV Chile

Date: 05.05.2017
Author: Dr.-Ing. Ulrich Rehm

Executive summary to TBM Report

1. The Owner has selected an open gripper-TBM which is the most sensitive TBM to operate given the geological conditions on site, which with rock support measures being implemented create a very restricted space for operations (so called L1-area) Consequently, this makes the TBM operations extremely difficult and effectively takes the open gripper-TBM, beyond its normal effective designed capacities.
2. Additionally with knowledge now of the envisaged rock classifications and geological conditions the risks are now compounded and thus put the TBM operators in danger.
3. Due to the high risk situation the owner must consider a change to the shielded TBM to improve the working conditions of the workers, as the current one which may have been assigned due to the now apparent misleading geological information at the commencement of the contract. This TBM is now proofing its "Not fit for purpose".
4. It is my consideration that the selection of the open gripper TBM may have been selected or specified by the Owner on the scenario of being able to switch from TBM to Drill and Blast, with this type of drilling being more practical, given the tunnelling skills available in Chile. Nonetheless this no longer feasible give the geology now being encountered and the special environmental restrictions.
5. Furthermore it would appear the Owner has based his selection for the TBM on what appears now to be the wrongful method of classification of rock, which is highlighted in the separate Geological Report. It is now becoming apparent that, should owner continue with this TBM, there will be considerable increase Risks from unsecure rock conditions as the work progresses along its alignment with increased overburden as it goes further into the mountain.
6. As the Owner has now decided to use GSI (geotechnical strength index) system which offers a predominantly qualitative approach to correlate between rock and rock mass strength I advise it is not an appropriate classification system for TBM-tunnelling. It thus provides a wide range of interpretation, with on a pessimistic or optimistic interpretation. In my opinion the Owner decided for a much too optimistic interpretation which may justifies his recommendation for the most unsafe (open gripper-) TBM technology on the market,
7. The information in the specifications represent rock strength values equal or bigger than the

minimum value required for the gripper-pads to be pressed against the side-walls properly. However there is no quantitative information on where and how often these low strength-values have to be expected which carries a high risk for the application of an open gripper-TBM corresponding to international recommendations (ITA, DAUB). In low strength soil-like ground it is not only risky that the gripper-pads could disrupt weak side-walls but also the basic concept of mucking through a hardrock cutterhead which is based on gravity induced flow of dry grainy debris along the muck chutes will very likely come to its limit. This will then slow down the TBM performance rate dramatically due to required cleaning works of the clogged cutterhead and could even question the basic feasibility of further TBM-tunnelling.

8. Another critical point is the risk of damage to the essential parts of the TBM and the maintenance and replacement of parts is high, with deliveries and services being subject to long delays due to the remoteness of the site.
9. The geotechnical information in the contract document (Appendix Z) include information related to the internationally well-known Norwegian NTNU TBM-performance prediction model, including only two input parameters the drilling rate index (DRI) and the cutter life index (CLI). Since the NTNU-prediction-model is mainly based on rock-mechanical parameters including important information about the fracturing characteristics, which are missing, it was not possible to apply this TBM-performance-prediction model in anyway.
10. The given values of the DRI and CLI in Appendix Z represent a relatively positive prognoses in terms of the expected bore ability and cutter lifetime - for the intact rock section - which was confirmed for the intact rock sections during my visit to site early April 2017. However these results of the NTNU tables do not give any indications on the fault zones which also lead to a too optimistic assessment of the rock quality along the tunnel.
11. This worsens the operations as the open gripper-TBM is the most sensitive TBM-type in terms of mining through critical geotechnical sections like fault zones or stress induced sections under very high overburden.
12. It would seem from my observations on site, that in order improve the safety the McNally System seems to be a partly constructive approach because it offers an improved method for protecting the workers from rock-fall. However, to facilitate this installation, all steel strips of the finger-shield have to be removed for putting the McNally steel straps into the steel pockets. Therefore the consequence of increased safety offered by the McNally system has temporarily increased unsafe

situation whereas in the long term the McNally system seems to be the most safe one – which loses its efficiency just under those very poor conditions where it is needed mostly – when huge over-breaks doesn't allow for a reasonable abutment of the steel sets and rock bolts which the McNally straps need for fixation. Other rock support measure like steel or wooden lagging between the steel sets to protect the staff from rockfall which originally comes from the NATM is very difficult to apply in a small open gripper-TBM and thus will cause severely delay of the tunnelling advance.

Not to forget: all rock support measures have to be done under extremely limited space within the L1-area since the Alto Maipo TBM are relatively small. Therefore we all have an unavoidable risk for the safety of all workers operating the TBM in the tunnel.

TBM's Experts Conclusion

So, my professional recommendations based on extensive experience in operating and supervising TBM operations, and, after reading the Geological report presented Dr. David Powell, I would not recommend to continue with this open gripper-TBM

My recommendation are primarily based on serious safety concerns, with high risks of Injury and even death of the workers in the vicinity of operations.

It should also be noted major delays shall occur and additional costs shall prevail, if the Owner decides to continue with this TBM under the different geological conditions, and the successful completion of the Tunnels will be at risk.



Dr. Ulrich Rehm
CEO

Executive Summary

1. At the request of CNM Joint Venture (CNMJV) a review of the geological and geotechnical information provided at the time of tender (Appendix Z) has been carried out. In addition, it reviews the March 2015 Update of the geology supplied by the Owner and the tunnelling problems experienced to date during construction. It also looks at the tunnelling risks going forward and draws conclusions with regard to the ground conditions and their impact on safety, progress and tunnelling methodologies.
2. The general conclusion from the review is that the data provided at the tender stage in Appendix Z was not sufficient for the CNMJV to understand the range of ground conditions and behaviour in the tunnels. More importantly, it painted an optimistic picture of the ground conditions and this was reinforced by the Owners decision to employ open faced TBM's to facilitate construction. This was misleading and the tunnelling conditions and progress to date has confirmed this position. It is now impossible for the CNMJV to continue with the project without a substantial review of the construction methodologies, the risks that are faced in both the Volcan and Alfalfal II Tunnels and their impact on both programme and costs.
3. Current experience has shown that the percentage of Type IV and V rock support classes, whether D&B or TBM, is much higher than could have been predicted from Appendix Z. The percentages of Poor to Very Poor ground (based on RMR values) have been 6.8%, 14.4% and 21.4% respectively. This has had significant impact on progress; to date V1 has averaged 2.9 m/day, V4 3.2 m/day and V5 (with a TBM) 2.0 m/day.
4. It is evident that the Drill & Blast (D&B) construction methodology can control deformations at the face although progress is slow. It is also more than apparent from V5 that where there are sub-horizontal shear zones and the McNally support system has to be used to control overbreak progress is very slow and will continue to be the case. Overstressing and squeezing in Poor and Very Poor ground conditions at the face plus the presence of aquifers will continue throughout the tunnels. Because of the difficulty of controlling deformations, using an open-face TBM in these ground conditions is not recommended for safety reasons.
5. In any highly stressed rock which has experienced compression and both folding and thrusting the potential exists for rock bursts to occur. This is also the case for igneous intrusions.
6. Both squeezing ground conditions and cave-ins have occurred and in particular these are associated with the sub-horizontal shear zones (both V4 and V5). Going forward, squeezing is a problem which will continue and increase in severity as the cover increases, particularly the Volcan Tunnel which reaches a maximum of 1500m. The principal concern is that failure will take place at the face with overbreak in the

crown and an extension of any collapse of material back from the face to area of the cutterhead and any working areas behind.

7. The Sub-horizontal shear zones contain clay and act as aquicludes. The presence of water in the bands above the zones results in aquifers and significant water inflows which exceed the contract limits and those allowable by the environmental permit. This will continue at intervals throughout the tunnelling whether the beds are sub-horizontal or vertical. More importantly, unless the pressures are relieved they will contribute to overstressing of the shear zones, particularly where the risk of squeezing is high.
8. Appendix Z is a geotechnical baseline report. It is important to establish that this is the information the CNM JV had to apply at the tender stage and make judgements about the ground conditions and ground behaviour.
9. The general stratigraphy is well understood but the detailed stratigraphy of the Formations is not well understood due to a lack of sub-surface investigations. While there are descriptions of the different rock types the distribution and frequency of these within the Formations is impossible to predict for tunnelling purposes.
10. The detailed structural geology of the project area was not explained either in Appendix Z or the 2015 Update. This is a major deficiency since all of the problems currently being experienced underground could have been anticipated by the Engineer and if properly described would have enabled CNMJV to better understand the hazards and associated risks relating to the ground conditions and ground behaviour.
11. Specific issues relating to the detailed structural geology are the type of folding. This is primarily buckling at low temperatures of the Cenozoic multi-layered sequence and the flexural type folding has resulted in intense shearing parallel to the banding. This particularly affects the weaker tuffs and pyroclastic beds and these are frequent throughout the Formations.
12. The significant internal deformation of the weaker tuffs and pyroclastic bands during folding (which typically are up to 5-6m thick) is characterised by shearing, slickensiding and thin clay seams. These are both sub-horizontal and sub-vertical depending on their position in relation to the fold structures. None of this was adequately described in Appendix Z.
13. There are two main fault structures expected in the Volcan Tunnel, Las Cortaderas and the El Fiero-Chacayes-El Yesillo Fault System (estimated to be a 320m wide zone). No geological or geotechnical information is available in Appendix Z to assist the CNMJV with understanding how these could impact on the tunnelling conditions and methodology.

14. With Appendix Z providing no information on either faults or shear zones it paints an unrealistic and optimistic view of the tunnelling conditions. This is reflected in the GSI values and the rock strength values of the R system they use for the compressive strength. This information is qualitative as opposed to quantitative and therefore it is impossible at the tender stage to assess the actual proportions of the Very to Very Poor ground for support purposes.
15. It is important at the tender stage to be able to understand how the ground will behave. The CNMJV needed this information to predict how they would control deformations under the full range of ground conditions. Without accurate geotechnical information, e.g. Unconfined Compressive Strength and modulus values, and in situ stresses and no significant discussion about the characteristics of the rock mass, e.g. the nature, orientation and frequency of the discontinuity sets, CNMJV would find it impossible to appreciate the principal hazards and associated level of construction risks.
16. Most projects try and gain an understanding of the permeability of the various rock types that will be encountered. Without boreholes along the route alignment it is not possible to do this. Such testing as has been carried out has been very limited and led to misleading conclusions with regards to permeability values at depth and to the possible presence of aquifers. Some of the sub-horizontal shear zones will act as aquicludes and therefore provide the conditions for aquifers to be present. The same is true for the sub-vertical to vertical bands in the Volcan Tunnel which will be confined by shear zones and at depth will give rise to artesian conditions with the water at very high pressures when encountered in the advancing headings (V1).
17. A high level review of the hazards will be provided. An estimate of the residual risks is indicated and these are important when looking ahead to how the ground conditions will impact on programme and costs.

Dr. David Powell