

Situación actual del proyecto Hidroituango Agosto 28 de 2019

A. Contexto de la discusión.

A1. Exposiciones generales y afirmaciones categóricas descontextualizadas.

Las intervenciones de los ingenieros de Integral el día 02 de agosto del 2019 combinaban elementos muy generales sobre geología, neotectónica, sismicidad y algunos elementos de ingeniería sísmica. Intercaladas con el discurso general se expresaban sentencias categóricas en torno a las características del medio natural en la zona del proyecto Hidroituango.

La razón de ser de unas exposiciones muy generales puede responder a situaciones muy diversas :

- Respeto del expositor de un tema muy técnico al público que se supone desconoce la temática; es una opción respetable pero que poco contribuye a aportar y buscar salidas al interrogante del juez, que es muy preciso y demanda respuestas similares.

- La generalidad de las exposiciones oculta la ausencia de respuestas precisas con información específica para situaciones concretas.

La contribución de las exposiciones generales en una mesa técnica llamada a responder un interrogante específico: ¿es estable el macizo rocoso?, son mínimas.

A2. La Información del Proyecto.

El tema de la información se cruza continuamente en las intervenciones de los ingenieros. Desde otra perspectiva ocurrirá lo mismo con esta presentación. Integral plantea que el **PHI** posee cantidades de información muy grandes, del orden de Terabytes. Incluso llegan a plantear que podría existir Exceso de información.

Para nosotros, la importancia de la información trasciende la cantidad e involucra otros atributos a saber:

- Pertinencia de la información
- Calidad de la información.
- Información recopilada o información construida.
- Incidencia real de la información en el desarrollo del proyecto.

Pero ante todo, y para empezar, nuestra pregunta en relación con la información hace referencia a la información directa que el PHI construye durante la fase de los estudios de diseño para la construcción del proyecto.

Nuestro interrogante no apunta a conocer la información recopilada de las fase precedentes del proyecto o la información recopilada de otras instituciones.

Preguntamos por el levantamiento específico de información durante esta fase de construcción. Queremos saber, si las decisiones tomadas por el proyecto tienen el soporte suficiente, riguroso y sólido en la información, de tal modo que se reduzcan las incertidumbres del proyecto.

Los expositores de Integral reiteran la existencia de un gran volumen de información en todos los aspectos y ponen de ejemplo el caso de la información sísmica. Nosotros queremos saber una cosa: Con la información levantada durante la fase de diseño y construcción del proyecto con 12 estaciones sismográficas propias, 8 estaciones asesoradas por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y con la red sísmica nacional a disposición, **¿cuales son los resultados mas relevantes que se pueden presentar?**. A uno le queda la sensación cuando lee los informes relacionados con sismología y neotectónica que su soporte son los resultados de la fase de Factibilidad y en consecuencia se pregunta uno, **¿qué se avanza durante los estudios de diseño y los trabajos de construcción en el tema de sismicidad y neotectónica?**

La Mesa Técnica tiene opciones de brindar respuestas sólidas a una u otra decisión si consigue identificar información pertinente, rigurosa y confiable. Deberíamos modular adecuadamente el debate en la perspectiva de buscar soluciones, siempre y cuando, encontremos soporte para ello en la información disponible. De lo contrario, tendremos que acordar que con la información existente y disponible no se pueden brindar respuestas sólidas y será necesario establecer estrategias para obtener información sólida que permita respaldar las decisiones que se tomen.

Por lo tanto, preguntamos a Integral: ¿Cuales son los resultados importantes en sismología obtenidos durante los estudios de diseño y de construcción?. ¿Se reafirma lo que viene de antes o se produce un giro, un cambio importante en el comportamiento sísmico de la región de interés?.

Respuestas precisas, soportadas en información levantada rigurosamente, son las que pueden brindar aportes significativos para resolver el interrogante sobre la estabilidad del macizo rocoso de la margen derecha y sus consecuencias potenciales.

EPM e Integral afirman reiteradamente que el PHI posee información abundante y suficiente para resolver los problemas. Nosotros en esta exposición trataremos de demostrar lo contrario: Que en Hidroituango se ha hecho una labor de construir información con herramientas inadecuadas e imprecisas, que fueron pertinentes para los periodos de los años 50' a 80' pero desactualizadas para un proyecto de esta magnitud y para un proyecto que se construye en el siglo XXI.

B. La geología del proyecto.

La intervención del geólogo Martínez respecto al tema de geología se centra en demostrar que la geología del proyecto en un alto porcentaje es de buena calidad. Estas afirmaciones tienen significado para evaluar los costos de las medidas y tratamientos que se realicen en las excavaciones. Pero cuando el tema es la estabilidad del macizo rocoso y en consecuencia la estabilidad de la vertiente, este criterio es secundario. Los deslizamientos estructurales o deslizamientos planares pueden presentarse en un macizo rocoso de buena calidad e incluso de excelente calidad, solo basta que se presente un plano de debilidad con orientación desfavorable respecto a las vertientes. Con los deslizamientos en las

vertientes, la metáfora más pertinente es aquella que dice, “*la cadena se rompe por el eslabón más débil*”.

Por lo tanto sus afirmaciones categóricas acerca de un macizo de calidad “buena a excelente”, denegadas por las situaciones que se han presentado durante el proceso de construcción, tampoco tienen validez si con ello se pretende negar la existencia o probabilidad de ocurrencia de ruptura masiva en la margen derecha de la zona de presa.

Algunos aspectos de su intervención parecen responder a objeciones extrañas. En ningún momento hemos expresado que la relación espacial cercana entre **Proyecto hidroeléctrico y fallas** sea criterio suficiente para rechazar un proyecto. Como bien lo dice, en la zona andina de Colombia no es posible tener un proyecto hidroeléctrico retirado de fallas geológicas, como también que la presencia de fallas no puede significar el rechazo de la factibilidad de un proyecto.

Pero lo grave si es la cercanía del proyecto con sistemas de fallas, que la comunidad científica ha venido considerando como fallas activas, y que el mismo Integral lo reconoce en sus informes. Pero más grave aun es que al tema de las fallas activas no se le conceda la importancia que requiere y los estudios al respecto sean nulos en esta fase del proyecto.

El tema de la relación espacial y causal entre estructura tectónica y actividad sísmica en la región del proyecto se maneja de manera muy superficial en la exposición, porque además no existe información colectada propia y solo se limitan a repetir lo que tienen como información acumulada.

En la exposición como en documentos de Integral (Actualización del Estudio de Impacto Ambiental) la ausencia de conexión entre los trabajos a nivel de tectónica, neotectónica y actividad sísmica de una parte y la ingeniería sísmica del otro, son evidentes. Es como si la información de la actividad tectónica y sísmica en la región en nada contribuyera al diseño del proyecto. De allí, que en una actitud bastante optimista del ingeniero Martinez afirme con respecto al sismo de solicitación considerado de 10.000 años (no el de 475 años), que si llegase a ocurrir, “medio país se acaba y el proyecto sigue funcionando”. Nosotros estamos mas interesados en saber si con las perturbaciones generadas por el proyecto en el macizo rocoso, ¿cuales podrían ser las consecuencias del comportamiento sísmico que se presenta en la zona de Murindó, a lo largo de la falla que va por Boquerón del Toyo, Cañasgordas, Dabeiba y Mutatá?

Una actitud un tanto pragmática parecen asumir en el proyecto. Diera la sensación que los parámetros utilizados en los diseños de la ingeniería sísmica corresponden a condiciones más exigentes y con alta improbabilidad de ocurrencia y en consecuencia la relación espacial entre estructura tectónica y sismicidad que constituye la razón de ser de la neotectónica se deja en un segundo plano. **De allí, que nada significativo ofrece el PHI, en esta fase, al tema de Neotectónica.**

Se declara que **el ambiente geodinámico y el riesgo sísmico** son importantes. A continuación afirman que “***el ambiente sísmico de la región es conocido***”. Los estudios de Factibilidad del proyecto no

podrían ofrecer sustento a esta sentencia tan categórica. Y los estudios en la Fase de Diseño y Construcción no tienen nada concreto para ofrecer al respecto. Los estudios que presenta Integral en este tema se circunscriben a definir cinco (5) zonas sísmicas que cubren aproximadamente la mitad del territorio colombiano pero sin ser explícito respecto al comportamiento sísmico característico de cada una de ellas.

B1. El ambiente sísmico en la zona del proyecto.

Los expositores de Integral afirman enfáticamente que el ambiente sísmico de la región es conocido, incluso, sus calificativos son mucho más categóricos: “***El ambiente geodinámico o tectónico del sitio o de la región es perfectamente conocido.***”

Puesto que la actividad sísmica puede constituir un factor de riesgo y a la vez un factor desencadenador de inestabilidad es necesario abordarlo en detalle. Debemos tener presente otro elemento adicional: Una es la situación del macizo rocoso antes de las excavaciones superficiales y subterráneas y otra la condición de estabilidad con posterioridad a ellas. Es tan importante este hecho, que al método de Bienawski del **RMR** se le han hecho ajustes para el caso de la minería subterránea y a cielo abierto y se configura un **MRMR**, que incorpora los efectos negativos de la descompresión ocasionados por las excavaciones.

B.1.1 ¿Cuales son los aportes directos del PHI en el tema de actividad sísmica?

Podemos iniciar haciendo una pregunta específica: Durante los estudios de construcción y durante la construcción, ¿cuenta el PHI con una red de microsismógrafos para conocer la sismicidad en la zona del proyecto?

Si la respuesta fuese afirmativa surgirían nuevos interrogantes, a saber:

- Numero de estaciones activas.
- Distribución de estaciones en relación con el sitio de obras
- Periodo de registro de las estaciones.
- Cantidad y calidad de la información colectada.
- Evaluación e interpretaciones de la información colectada.

Si existiese la información que preguntamos, nos impele la inquietud mas apremiante: ¿porque no se divulga?. En esta mesa técnica no se ha dicho nada específico respecto a la sismicidad de las fallas en la zona del proyecto.

Si el proyecto no cuenta con sistema de recolección directa de información sísmica en la zona del proyecto, existe una red sismológica de carácter nacional que administra el Servicio Geológico Colombiano (**SGC**). En este caso, las preguntas serían:

- Que tipos de análisis se realizaron sobre esta información?

- Consiguen asociar epicentros e hipocentros de los eventos sísmicos con las trazas individuales de algunas de las fallas de los sistemas de falla Cauca y Romeral.
- Poseen análisis estadísticos del registro sísmico asociado a trazas de fallas específicas?

Para ninguno de estos interrogantes se encuentra respuesta en la información técnica que EPM entrega a la Mesa Técnica. Y deseamos resaltar que los interrogantes que hacemos no son de alta complejidad, sino los mas básicos para entender la interrelación entre sismicidad y el problema de la estabilidad de la vertiente de la margen derecha en el sitio de presa.

B.1.2 Afirmaciones categóricas sin ningún soporte. Afirmaciones que contradicen lo expresado en otros documentos.

Presentando el estado de los conocimientos en torno a la sismicidad en la zona del proyecto, el ingeniero Martínez nos entrega otra afirmación categórica:

“Se hizo una caracterización completa de toda la sismología asociada a cada una de estas sismofuentes, es decir, las fallas que tienen influencia en el proyecto”.

Si esta sentencia fuese correcta, entonces tenemos un problema delicado de coordinación en esta Mesa Técnica, porque el ingeniero sustenta sus declaraciones en información que él conoce y nosotros desconocemos, porque no se encuentra en el conjunto de la información reunida. Si la sentencia tiene soporte en estudios, aquí no reposa la información que brinde soporte a lo expresado por el ingeniero.

Pero, lo que si hay en la Mesa Técnica es suficiente información elaborada por la misma empresa a la cual pertenece el ingeniero Martínez, **donde se expresa todo lo contrario: Que no existe una caracterización completa asociada a cada una de las sismofuentes.**

Dada la importancia del tema y la gravedad que implica cierto manejo de la información, necesito ampliar los elementos que sustentan lo expresado.

En la actualización del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del PHI se desarrollan los numerales de Neotectónica y Sismología y lo hacen en extenso. Voy a recoger los aspectos conceptuales y a contrastar las afirmaciones que allí se presentan con las exposiciones hechas en esta Mesa Técnica el 02 de agosto del 2019.

El objetivo de los dos numerales del EIA es establecer las relaciones entre “**estructura tectónica**” y “**comportamiento sísmico**”. El objetivo máximo que se puede alcanzar en esta relación es asignar a las diferentes sismofuentes potenciales (las fallas activas) el tipo de comportamiento sísmico que se tiene en la base de datos de sismicidad instrumental. Conseguir este objetivo máximo es bastante deseable pero, incluso en el caso que se alcanzara, persiste la incertidumbre porque el registro instrumental es de unos pocos años, decenas de años e incluso uno a dos cientos de años. Si se tiene en cuenta que el

campo de esfuerzos regionales que soportan la sismicidad en el noroeste colombiano se viene configurando desde **unos 8-9 m.a**, entonces es necesario “aprender a dudar” como lo recomendaba nuestro Nobel de Literatura. Unos 100 años de registro son muy útiles pero no para hacer afirmaciones categóricas respecto a conocer con precisión la dinámica sísmica.

La distribución espacial de la sismicidad registrada se puede evaluar de dos modos, a nivel de **zonas sísmicas** y a nivel de **fuentes sismogénicas**. La primera es de carácter aproximativo mientras la segunda asocia las ubicaciones en profundidad y en superficie a fallas específicas. Por supuesto, una relación del comportamiento sísmico con fallas es de mayor alcance que un estudio que se queda en el nivel de zonas y más aún si las zonas definidas son muy extensas.

El alcance de los trabajos en los temas de neotectónica y sismología del proyecto Hidroituango terminan con el concepto de **Zonas sismogénicas**. Estudiar el comportamiento sísmico a nivel de zona sísmica y estudiarlo a nivel de fuente sismogénica (falla) establece claramente una diferencia en el alcance del estudio.

Vamos a poner frente a frente dos afirmaciones que se hacen, una escrita por Integral en la actualización del **EIA** de octubre del 2011 y la otra la declaración que hace el ingeniero Martínez en la exposición de agosto 2 del 2019 en esta Mesa Técnica:

*“Teniendo en cuenta los errores que presentan en su localización los sismos disponibles en los catálogos sísmicos, en especial en el territorio colombiano, dada la baja densidad de la red instrumental, **resulta impreciso tratar de asignarlos a una fuente particular** para evaluar las características de sismicidad asociada a cada una de ellas.”*

*“Por esta razón, la sismicidad superficial **se agrupó en cinco zonas** (Subducción pacífico, Murindó, Andina norte, Andina sur y Piedemonte) considerando la actividad sísmica registrada en cada zona.”*

Lo expuesto por el ingeniero Martínez en la Mesa Técnica es diferente:

*“**El ambiente geodinámico o tectónico del sitio o de la región es perfectamente conocido.**”*

*“**Se hizo una caracterización completa de toda la sismología asociada a cada una de estas sismo-fuentes, es decir, las fallas que tienen influencia en el proyecto**”.*

Integral dice que el trabajo con la sismicidad se puede llevar a nivel de zona pero no de falla. Y su argumento es la imprecisión en la posición de los hipocentros de los sismos.

Este párrafo quiere decir, palabras más, palabras menos, que podemos definir la **pertenencia de la sismicidad a una zona** pero que **no podemos asignar los sismos a fallas específicas localizadas en esa zona**. Esta afirmación, que se puede discutir y rechazar en ciertas situaciones y en otras no, depende de la distancia entre las las fallas.

En el cañón del río Cauca, dada las distancias tan cortas entre las diferentes trazas persiste esta incertidumbre. Pero se podría reducir la incertidumbre instalando una red densa de microsismógrafos en la zona de interés.

Para estructuras individuales con distanciamiento importante de otras (falla Espíritu Santo, Falla de los ríos Cañasgordas-río Sucio) es muy pertinente asociar los sismos con estructuras específicas.

Otra cosa es generalizar la incertidumbre respecto a la ubicación de hipocentros y epicentros como lo insinúa el texto de Integral. En este sentido, Integral duda de la confiabilidad del registro espacial de los sismos y lo sustenta en una densidad de distribución baja e insuficiente. **Es una crítica pertinente**, en el sentido de plantear que se vaya densificando la red de sismógrafos **Pero es una crítica que no compartimos** si implica una desconfianza absoluta al posicionamiento de hipocentros y epicentros porque entonces se está diciendo que tenemos una red pero que con su información nada se puede hacer.

En el documento citado afirmaban que la sismicidad solo se podía asignar a nivel de zonas pero no de fallas, ¿que ocurre ahora en la Mesa Técnica, cuando afirman que el ambiente sísmico es perfectamente conocido y asociado con cada una de las fuentes sismogénicas con influencia en el proyecto?

Se trata de dos apreciaciones completamente antagónicas por parte de la misma institución. ¿Podemos avanzar en la búsqueda de salidas al tema que nos reúne con este tipo de iniciativas?

En la falla Espíritu Santo es factible identificar, seleccionar y levantar cortes topográficos con la ubicación de los hipocentros e inferir en profundidad la posición del plano de falla. Pero solo cuando la falla se separa considerablemente del sistema de fallas Romeral-Cauca.

En los sistemas de falla del Cauca y de Romeral se requiere de una red densa de microsismógrafos para conseguir este objetivo. Con la red nacional existente no es posible realizarlo, por que la incertidumbre respecto al punto de liberación de energía puede traslapar con la distancia entre fallas.

¿Como se afirma tan categóricamente que el ambiente geodinámico es “*perfectamente conocido*”, cuando la distribución de la sismicidad en profundidad recurre a un valor de 33 km para establecer la diferencia entre superficial y profundo, “**cuando no se conoce con certeza el límite local de los sismos corticales**”

Estas afirmaciones contrapuestas en un tema muy específico como el de la sismicidad nos generan cierta extrañeza por decir lo menos. ¿Como encontrarle explicación a estas declaraciones contrapuestas en personas que el medio identifica como EXPERTOS?

B.1.3 El trabajo del Medio natural se sustenta en fotointerpretación.

El estudio de neotectónica en el trabajo de Integral, se sustenta en trabajo de fotointerpretación con fotografías pancromáticas, lo cual reduce considerablemente el alcance. Al respecto, afirma:

“De acuerdo con los estudios de fotointerpretación de detalle de la cuenca del embalse y al conocimiento que se tiene de la zona, recopilado durante diversos proyectos, se concluye que existen áreas con probabilidad de encontrar rasgos que evidencien movimientos tectónicos recientes”

La información de neotectónica que utiliza Integral es **información preexistente y recopilada**, que se revisa apoyándose en fotointerpretación. Es muy poco lo que se puede adicionar, de manera significativa, desde una foto-interpretación a este campo del conocimiento. Voy a poner un ejemplo, que he observado, no solo en el informe de Integral, sino en otros informes.

La falla Sabanalarga, entre Liborina y el norte de Sabanalarga, es la estructura con los rasgos erosivos de mayor magnitud y mejor expresión. Pero no es la estructura con la mayor y mejor expresión de rasgos neotectónicos.

A lo largo de una falla regional, las rocas por trituración se tornan muy débiles y los procesos de superficie son muy eficientes para excavar. Por lo tanto las redes de drenaje que interceptan fallas tienden a continuar su recorrido controladas estructuralmente. La investigación en neotectónica debe diferenciar claramente entre lo que son “**rasgos del relieve de origen erosivo**” y “**rasgos del relieve de origen tectónico reciente**”. Las posibilidades de establecer estas diferencias con fotointerpretación son muy limitadas y solo podrían conseguirse en el caso de geformas de neotectónica de mayor tamaño.

Muchos rasgos de neotectónica son difíciles de identificar dada la escala del rasgo. Por ello, es difícil aceptar que el corredor de la falla Sabanalarga sea una “una depresión de falla”, como lo afirma Integral, sin brindar información y argumentos para esta aseveración. Pero, si lo fuera, donde está la responsabilidad del proyecto que realiza afirmaciones de este tipo y no continua explorando para tener conocimientos sólidos y reducir la incertidumbre entre “depresión **en** falla” y “depresión **por** falla”.

La actualización del EIA de Octubre del 2011 en su numeral de neotectónica recomienda realizar otras actividades:

“Las labores de detalle recomendadas incluirían adicionar a los estudios actualmente planteados, etapas de preselección de sitios específicos y recorridos de campo de detalle, a partir de los cuales se definiría la exploración con trincheras y su mapeo. Si dichas etapas dan como resultado la presencia de movimientos neotectónicos, se recomendaría la instrumentación de las estructuras para intentar cuantificar parámetros sismológicos.”

Es claro, que a octubre del 2011, los trabajos básicos y fundamentales en el campo de la neotectónica no se habían realizado.

La planeación de grandes proyectos en una secuencia de FASES, busca dos objetivos: **Ganar en precisión y reducir las incertidumbres**. Por lo tanto, cada fase tiene sus alcances. **Lo que una fase identifica como problemas para un proyecto, la fase siguiente los asume como objetivos de trabajo**. Pero debe quedar claro un asunto: **Una fase de un proyecto no puede presentar como los estudios específicos de ella, una recopilación de lo realizado en las fases previas**.

Lo que presentan en esta Mesa Técnica respecto a la neotectónica, la sismología y algunos temas de riesgo asociados con rupturas masivas en el cañón del río Cauca, por parte de EPM e Integral son en lo fundamental información recopilada precedente y no información producida durante la FASE de Estudios de diseño y Construcción.

B.1.4 El comportamiento sísmico en la zona de interés: Nivel de conocimiento.

La presencia de fallas activas en la zona de influencia del proyecto y una densidad relativamente alta de fallas, no se entiende el porqué desde el momento que se decide la construcción de la obra, no se instala una red de microsismógrafos para el monitoreo mas riguroso del comportamiento sísmico en la región. Al respecto surgen varias inquietudes:

El proyecto Hidroituango, en su FASE actual, **no contribuye en nada con información tectónica y sísmica**. Unicamente, retoma la información preexistente.

¿Como explicarse que un proyecto de mayor envergadura y alcance y en una zona tectónica mas activa se conforme con la información levantada por proyectos localizados en zonas de menor riesgo?

Es pertinente interrogarnos y preguntarles la razón del porqué lo hacen. Una opción sería que se trata de una decisión técnica. Considerar que la información existente es suficiente, lo cual guardaría correspondencia con la afirmación del ingeniero geólogo Martínez en esta mesa técnica cuando dice que la geodinámica es *“perfectamente conocida”*.

Nosotros afirmamos todo lo contrario respecto al comportamiento sísmico de la zona de influencia del proyecto: Son mas los elementos de incertidumbre y los interrogantes que las afirmaciones acertadas. Estas últimas apoyadas en la base de datos del **SGC**. Algunos ejemplos al respecto:

1. Hay lineamientos geográficos pronunciados, como el **Lineamiento “Bolombolo – La Pintada – Rio Arma”** de dirección NO-SE que el **SGC** mapea como una falla pero que no existe ningún informe que describa las características de la falla. Trabajos preliminares realizados en la universidad brindan apoyo a la idea de una discontinuidad estructural y de neotectónica en este corredor.
2. Un Lineamiento marcado, con orientación similar al anterior en la zona de Santa Fe de Antioquia, del cual existía evidencia en el Boquerón del Toyo, re-confirmada con el túnel que se excava en ese sector, pero que en la cuenca baja del río Tonusco y en la margen derecha del río Cauca tampoco se logra identificar.

3. En consecuencia, existen discontinuidades estructurales con expresión geomorfológica marcada para las cuales no existe identificación y descripción como fallas.
4. Las condiciones de relieve mas favorables, no ideales para el represamiento del río Cauca se presentan en el sector comprendido entre Liborina y Puerto Valdivia. En esto no hay discusión: un cañón estrecho como en ningún otro tramo en toda la cuenca del río Cauca.
5. **Pero las condiciones y dinámicas naturales que crean esta condición favorable son a la vez las que generan los niveles de riesgo más altos para toda la cuenca del río Cauca.**
6. El cañón es estrecho y es profundo como respuesta a un régimen tectónico muy intenso, de configuración “**reciente**” (5-9 ma) pero lo más importante, **que continua siendo activo actualmente.**
7. No puedo entrar en detalle porque me alargaría demasiado en un tema que podría ser objeto de una discusión específica. Quiero dejar simplemente una inquietud de geografía cultural que tiene soporte en la dinámica del medio natural. En el sur, **los vallunos** cuando referencian la cuenca del río Cauca hablan del “**valle del Cauca**”. Pero en Caldas y ante todo en Antioquia, la población lo referencia como “**cañón del Cauca**”. Para las personas aquí reunidas, deseo expresarles que esto va mucho más allá de un problema de regionalismos y toponimia.
8. Para los EXPERTOS IDÓNEOS que el ingeniero Restrepo le recomienda a esta Mesa Técnica, tengo para decirles que la gradiente longitudinal del río Cauca aumenta de manera sistemática a partir de la población de Cartago al norte del departamento de Valle y alcanza sus valores máximos en el sector de la desembocadura del río Peque. Un hecho anómalo, si cerramos filas con la ortodoxia de que la gradiente disminuye con el incremento del caudal. Son hechos de este tipo lo que ponen a reflexionar de modo mas sereno el asunto. Si el tiempo de la exposición me alcanza, enumeraré mas adelante, los elementos mas generales del comportamiento de neotectónica en el cañón del Cauca.

B.1.5 El estudio del relieve: Trabajo de fotointerpretación circunscrito a la estructura.

La selección y uso de documentos y herramientas inadecuadas para realizar los estudios se pone de manifiesto en los trabajos acerca del relieve.

El estudio del relieve de la zona de influencia (geomorfología) se realiza con base en fotografías aéreas 1:30.000 y de allí la descripción tan confusa y desordena que se hace de **los relieves denudativos**, lo cual se pone en evidencia en la última unidad de paisaje que corresponde a **relieves de acumulación** donde la descripción es clara y precisa como trabajo de fotointerpretación, es decir, **identificar** y **delimitar**. El trabajo en torno al relieve se circunscribe a estos verbos.

Es muy difícil clasificar y sustentar de manera clara la clasificación, la estructura de un relieve montañoso de vertientes muy largas con cañones estrechos y profundos y con divisorias alargadas y estrechas a partir de fotografías pancromáticas.

La disposición de Modelos Digitales de Elevación con resolución espacial de detalle y la presencia numerosa de Sistemas de Información Geográfica permitiría realizar este trabajo de una manera mas

rigurosa, mas confiable y con fundamento en criterios cuantitativos que pueden reproducirse por otras personas, interesadas en realizar una evaluación del trabajo realizado. Estos insumos y herramientas son de uso común desde la década de los 90' en nuestro medio.

¿Están EPM e Integral en sintonía con nuestro medio en los referente a los insumos y herramientas a utilizar para realizar una ingeniería de calidad?

El estudio del relieve de la zona de interés, no establece ninguna diferencia en el alcance del estudio y de la escala cartográfica para estudiar **la zona de influencia del proyecto y la zona donde se localizan las obras (zona de presa)**. Esto tan elemental, que no se hace ni siquiera en los estudios de factibilidad, se realiza en un proyecto que entra en etapa de diseño.

El relieve de cualquier región del mundo referencia tres aspectos constitutivos: la estructura, la dinámica y su evolución. El trabajo de fotointerpretación se circunscribe a identificar y delimitar lo que denominan “unidades de paisaje”. En el informe no hay NADA en relación con la dinámica actual del relieve.

La dinámica y evolución del relieve en esta parte de la cuenca del río Cauca muestra una influencia significativa de la dinámica fluvial que se transfiere a las vertientes y alcanza a expresarse en las divisorias. En otros tramos del cañón esta influencia de la dinámica fluvial se transfiere a las parte bajas y en otros a las partes medias de las vertientes. En el estudio del relieve (geomorfología) no hay ninguna referencia a la dinámica fluvial.

No existió ningún interés por estudiar al menos uno de los deslizamientos localizados en el sitio de presa. **¿Será que identificar la cicatriz de ruptura de un deslizamiento con foto-interpretación significa “conocer el deslizamiento”?** Si se hubiera estudiado la dinámica del relieve, al menos en el sitio de presa y con el nivel de detalle que el sitio demanda, la información de geología, geomorfología y geotecnia podría ofrecer información pertinente, adecuada y confiable sobre el deslizamiento El Romerito, como por ejemplo, delimitar la superficie de ruptura en profundidad y calcular el volumen de material inestable. Un estudio riguroso y detallado del relieve en una zona de poca extensión brinda respuestas a estos interrogantes.

B.1.6 En síntesis

En el estudio de las componentes físicas del medio natural relacionadas con la estabilidad del macizo rocoso (geología, geotecnia, geomorfología, neotectónica y sismicidad) los objetivos y alcances de los estudios no se corresponden con: la dimensión y escala del proyecto, con las características de la zona donde se pretende construir y con la fase de diseño para construcción.

Hay un claro desfase entre estudio y obra. La obra demandaba y continua demandando unos estudios con mayores alcances. La causa del desfase entre obra y estudios requiere una explicación clara y sustentada.

Hoy el proyecto se encuentra en una situación de emergencia y los estudios que requiere dicha situación no pueden continuar en la misma perspectiva que se ha traído. En la situación actual, donde se desconocen los efectos reales producidos por el desvío de las aguas por Casa de Maquinas, no se pueden aceptar “de por sí”, “soluciones” que desconocen el estado actual de lo que pretenden remediar.

B.1.7 Opciones de la red sísmica nacional.

Con la información sísmica existente, que maneja el **SGC**, se pueden realizar trabajos de exploración e investigación importantes respecto al régimen o comportamiento sísmico en el territorio nacional.

En un trabajo de exploración muy general sobre la sismicidad registrada realizado por el **LSCN** de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín hemos definido un concepto de “**peligrosidad**” de los sismos. Un sismo es “mas peligroso” mientras mayor es su magnitud y menor es su profundidad (posición del hipocentro). Un acercamiento exploratorio muy general, evidentemente. La exploración de la base de datos se realizo con mas de 20.000 sismos, donde la magnitud máxima corresponde a un sismo de 5.5. Los resultados obtenidos indican que en el eje de la cordillera Occidental al norte de Abriaquí-Frontino y en el cañón del Cauca, en la zona del PHI se concentran preferencialmente los sismos que combinan mayor magnitud y menor profundidad.

Nosotros no somos sismólogos y en consecuencia no seriamos capaces de extraer todo el potencial de información que contiene el base de datos de la información sísmica del **SGC**. Pero desconocer el papel que la base de datos puede jugar en las actuales circunstancias sería un error grave.

B.1.8 Los perfiles longitudinales de los ríos como sensores de la dinámica del medio natural.

Los ríos como sensores tienen ventajas y desventajas.

Una desventaja: es un multi-sensor. Se trata de sensores que registran simultáneamente varios fenómenos: la resistencia del substrato, el calibre de la carga de fondo, el régimen climático la actividad tectónica. Por lo tanto es todo un reto discriminar las diferentes señales. Pero en situaciones específicas y favorables es posible separar las distintas señales. La ventaja es que el perfil longitudinal de los ríos permite emplear un sensor que registra acontecimientos en el rango temporal de 10^1 - 10^5 e incluso de 10^6 años.

Utilizando los perfiles de los ríos como sensores de procesos naturales, especialmente como sismógrafos, con las obvias precauciones a tener en cuenta, llegamos a varias conclusiones de las cuales deseo expresar algunas:

- La zona con actividad tectónica mayor en la cuenca del río Cauca corresponde al tramo de cañón entre Liborina y Puerto Valdivia.
- Dentro de este tramo la franja de mayor actividad se concentra entre las desembocaduras de los ríos Peque e Ituango al río Cauca.
- Encontramos que la actividad tectónica en la región del Bajo Cauca es también un aspecto importante a tener en cuenta.

- La actividad tectónica reciente es más intensa en las vertientes de la margen izquierda y de menor intensidad en las vertientes de la margen derecha

A una escala mayor, que incluye la totalidad de la cuenca del río Cauca, algunas conclusiones importantes para esta Mesa Técnica son las siguientes:

- La depresión tectónica del Cauca es una morfoestructura tectónica mayor sometida a un levantamiento tectónico basculante hacia el sur.
- El levantamiento tectónico es más pronunciado en el norte (Antioquia) y disminuye sistemáticamente hacia el sur (departamentos del Valle y Cauca).
- La depresión tectónica presenta una mayor amplitud al sur y disminuye sistemáticamente l norte de la población de Irra (Caldas).
- El máximo estrechamiento de la depresión se presenta entre Liborina y Puerto Valdivia.
- La gradiente del perfil longitudinal del río Cauca aumenta de manera sistemática aguas abajo, desde la población de Cartago (Valle) hasta la desembocadura del río Espíritu santo al río Cauca

C. La geotecnia del proyecto.

El tema de la geotecnia del proyecto, al igual que en el caso de la geología y la sismicidad, la exposición combina afirmaciones generales que poco aporte hacen a la Mesa Técnica, e intercala afirmaciones categóricas. La mas importante de ellas es: “***El macizo rocoso es de buena calidad***”.

Se trata de la apreciación de una geotecnista. Pero es una apreciación que dicha así puede generar confusión. Porque toda declaración evaluando o valorando la calidad o la resistencia a la cizalladura de un macizo rocoso, ***siempre será una valoración a una sección donde se realizan las descripciones y los análisis geomecánicos, es decir, a un sector de una excavación o a un talud de vertiente específico.*** La afirmación no se puede extrapolar a todo el macizo rocoso porque sabemos algo de mayor valor: La calidad de los macizos rocosos disminuyen hacia superficie por **problemas de descompresión, o dentro del macizo por concentración de la fracturación en corredores cizallados.**

La mala calidad del macizo rocoso, en las partes mas externas, explica:

- La formación de una chimenea en los tramos iniciales de la GAD.
- También explica la posible existencia de una segunda chimenea que podría estar conectando el deslizamiento El Romerito y el deterioro del macizo rocoso en el corredor de los túneles de conducción.

Respecto a la calificación de la geotecnista Maria Cecilia del Macizo rocoso como de “Buena Calidad”, se pueden plantear varias objeciones:

- **Una afirmación categórica y general.**
- En la información disponible no aparece el tema de la **descompresión del macizo rocoso.**
- **La geotecnia del proyecto presenta un claro desbalance entre descripciones cualitativas, ensayos de laboratorio y ensayos *in situ* (de campo)**

C1. Afirmación categórica y general.

Cualquier afirmación categórica, en el campo de las áreas físicas del Medio Natural, como la expresada por la geotecnista, disminuye su validez a medida que aumenta el área o el volumen de la zona a la cual se aplica. Afirmar que la calidad del macizo rocoso es de buena calidad debería ir acompañado de la precisión a que sectores de las excavaciones subterráneas se hace referencia. Porque si se plantea como afirmación general, **entonces es una sentencia falsa.**

- Si para las excavaciones subterráneas de los túneles del PHI se definen cinco tipos de procedimientos y tratamientos de soporte, es porque, se reconoce por PRINCIPIO o de entrada que la calidad del macizo rocoso no es un rasgo generalizable, es decir, que existen calidades DIFERENCIALES DEL MACIZO y que los procedimientos y tratamientos mas complejos y de mayor costo son los que se deben aplicar en aquellos corredores donde la calidad del macizo rocoso es menor.
- Es porque se desconoce u olvida que en el inicio de la GAD se formó una chimenea en el techo del túnel y que salió a superficie. Esta chimenea es un TESTIMONIO SOLIDO de que la calidad de la roca en algunos corredores del macizo rocoso es de MALA CALIDAD.
- Si bajo el concepto generalista de “Buena calidad” se desconoce la existencia de corredores, probablemente estrechos, probablemente que representen un porcentaje (%) bajo, tanto en área como en volumen, podemos estar incurriendo en un grave error. El problema de la estabilidad de un macizo rocoso no lo definen las características **predominantes**, sino las **características críticas**, es decir, las características mas débiles. Si me permiten el símil, “**la cadena se rompe por el eslabón débil**”.

C2. Las características de descompresión del macizo rocoso

Para todos en el campo de la ingeniería, incluidos los expositores de Integral, es una verdad de perogrullo que la calidad de los macizos rocosos disminuye hacia la superficie y aumenta en profundidad. Este hecho, el cual si es generalizable, sin embargo, no significa que sea similar en todas partes. Estamos ante un fenómeno que presenta patrones a escala global, a escala de las diferentes regiones morfoclimáticas, a escala de vertiente e incluso a escala de segmento de vertiente.

La descompresión en las partes mas externas de las vertientes es todo un reto geotécnico y mas aún cuando nos encontramos en contextos donde las rocas se descomponen químicamente.

En cualquier proyecto que incorpore excavaciones superficiales y excavaciones subterráneas a poca profundidad el conocimiento de las características de la descompresión es fundamental. **¿Que significa**

esto?. Que debemos conocer la distribución espacial del proceso de descompresión y como la descompresión disminuye con la profundidad es necesario establecer **Niveles de descompresión**.

Niveles de descompresión, profundidades de estos niveles y patrones de distribución espacial de la descompresión, según características de la vertiente son los elementos de información para conocer la descompresión en una vertiente.

Las zonas donde la evolución del relieve es mas intensa genera zonas de descompresión de mayor espesor, especialmente cuando las rocas son muy débiles. El cañón del río Cauca y el cañón del río Negro, en la quebrada Chirajara, comparten el hecho de corresponder a relieves con una evolución intensa durante el Cuaternario. Pero la diferencia es que las filitas del Grupo Quetame en Chirajara son rocas de muy mala calidad.

Los diseños iniciales del Puente Chirajara, y hablo del puente que sigue en pie, incluía sistemas de caisson que se amarraban con vigas y se planteaba que irían a 16 metros de profundidad. Desde un comienzo dijimos a los diseñadores que eso no se podía afirmar tan enfáticamente y que el nivel de empotramiento tendría que ser por debajo de la zona de descompresión. A 16 metros de profundidad, la descompresión de las diaclasa generaba apertura de fracturas de escala centimétrica y decimétrica. Solo por debajo de los 23-25 metros las aperturas se reducían a escala milimétrica. La mayoría de las pilas se llevaron a niveles de 29-36 metros, porque el fenómeno en estudio tiene una variación espacial muy pronunciada.

En ninguna parte de la documentación consultada hemos encontrado los estudios sobre la descompresión del macizo rocoso en la zona de la presa. Conocemos los perfiles topográficos por la zona del vertedero con las zonas de Deere and Patton pero nada respecto al fenómeno de la descompresión.

El mosaico irregular de segmentos de vertiente con alta intervención intercalados con segmentos que preservan la cobertura vegetal natural, nos dan a entender que el proyecto no concedió la importancia que se requiere dar a la descompresión del macizo en estos proyectos.

C3. Un claro desbalance entre descripciones cualitativas, ensayos de laboratorio y ensayos *in situ* (de campo).

- De la tierra de donde vengo, los paisas del departamento de Caldas, se dice que “***por el gusto se venden los calambombos***” (no se si para ustedes es familiar la palabra calambombo) pero en los métodos para conocer la resistencia a la cizalladura de los macizos rocosos existen diferentes propuestas, unas que se fundamentan en apreciaciones cualitativas, otras que tratan de fundamentar las características del macizo rocoso en parámetros cuantitativos. Otras metodologías incorporan parámetros de ensayos geomecánicos de la roca intacta obtenidos en laboratorio (compresiones simples, ensayos de corte y ensayos triaxiales) y otros que

conceden importancia a los ensayos **in situ** en campo (gato plano, placa de carga, triaxial in situ, el ensayo de “**overcoring**”). Es decir, se tiene una gama amplia de opciones.

- En mi pueblo, todos los calambombos se venden porque las personas aprendieron a identificar y evaluar el sabor de la sustancia de la médula que esconde el hueso pelado (el hueso sin carne).
- **Integral privilegia lo descriptivo sobre lo cuantitativo**, ateniéndonos a que sus descripciones geotécnicas se fundamentan en el índice **GSI (geological strength index)** y no en el **RMD (Rock mass resistance)** de Bienawiski. Para algunos geotecnistas, las diferencias podrían ser secundarias y adscribir ambas clasificaciones como cualitativas, calificativo que para muchos ingenieros podría significar “falta de rigor”. Personalmente no comparto esta actitud de considerar por principio que la información cuantitativa es de mejor nivel que la información cualitativa. Pero si percibo una diferencia importante entre SGI y RMD.
- La evaluación GSI analiza de conjunto la fracturación de la roca y en consecuencia la forma y tamaño de los bloques de roca se convierte en un referente fundamental de la clasificación. En el RMR, el conjunto de la fracturación del macizo se debe diferenciar en **sistemas de diaclasas** y evaluar las características de cada sistema por separado para luego proceder a su integración.
- Es claro, que el sistema RMR demanda un trabajo mas detallado que el sistema GSI.
- Privilegia los ensayos de laboratorio (ensayos de compresión simple y ensayos triaxiales) pero no menciona o no utilizan los ensayos **in situ** para analizar los esfuerzos del macizo rocoso y los parámetros de ángulo de fricción y cohesión en bloques del macizo rocoso.
- Respecto a lo anterior, las palabras de la geotecnista lo dicen todo: “*“Para hacer la caracterización del macizo se toman muestras de todas esas exploraciones, ..hicimos mas de 50 ensayos de compresión, se coge la muestra y se comprime para ver cuanto aguanta. Mas de 60 ensayos de carga puntual y 10 triaxiales que son ensayos muy especificados para sacar parámetros específicos de la roca.”* ¿En un proyecto como Hidroitungo, se puede considerar excesiva esta información? No solamente la consideramos precaria, sino que preocupa el silencio respecto a los ensayos in situ.

C4. Las inestabilidades en superficie y las inestabilidades en profundidad de las excavaciones: ¿Una hipótesis factible?

Desde el momento en que empezaron a darse manifestaciones de inestabilidad superficial hemos venido preguntando si existe relación causal entre las inestabilidades superficiales y las inestabilidades en las excavaciones subterráneas. La respuesta siempre ha sido la misma: La vertiente de la margen derecha es estable.

En una síntesis de la geotecnia del proyecto presentada en el informe “**Actualización estudio de impacto ambiental – caracterización medio físico**” se indican elementos que queremos resaltar.

En este informe, en la Figura 3.2.7.2 “**Perfil por portal de pozos de compuertas**” se presenta una relación espacial entre **la falla Mellizos** y **la estratigrafía de la calidad de los materiales**. A lo largo de la falla Mellizos, los materiales de baja calidad (IC-IIA y IIA) presentan mayor espesor que en las zonas alejadas de la falla Mellizos. Que los problemas principales asociados con la falla Mellizos son de carácter geotécnico y no de neotectónica es algo claro en la exposición del ingeniero Martínez, la cual por lo demás compartimos. Pero de allí a afirmar que “**El origen de la contingencia nada tiene que ver con las fallas Mellizo y Tocayo**” hay una diferencia enorme. **Veámoslo:**

La disposición espacial de la falla en el corte de la figura 3.2.7.2 controla espacialmente el incremento de espesor de los materiales de baja calidad. Esta relación espacial es fácil de explicar con geología. También es clara la relación espacial entre falla Mellizos y los túneles de conducción y en especial los pozos de presión.

En este sector del macizo rocoso (túneles de conducción 1 y 2), lo que se presentó como “**un hallazgo**” en rueda de prensa el 10 de enero del 2019, 14 días después de haberla identificado, como “*un zanjón, una cárcava, una oquedad, etc*”, resultó ser **una caverna excavada por el flujo del agua del río Cauca** que resulta ser a cierto momento de **30 x 60 x 70 metros de alta** y que destruye en alto porcentaje los pozos de presión de los túneles 1 y 2.

La desinformación nos afecta a todos: en su momento pensamos en apertura de diaclasas en el macizo rocoso y así lo expresamos públicamente por escrito por mantener equivocadamente alguna expectativa de fidelidad en las declaraciones de los desinformadores. Las respuestas de los voceros oficiales en Antioquia, especialmente de EPM, siempre han sido una sola: Las vertientes de la margen derecha del cañón donde se localizan las obras de la presa son estables, lo dice un monitoreo con radar de alta precisión. Y niegan cualquier conexión entre lo superficial y lo subterráneo. **Nosotros afirmamos enfáticamente que estas declaraciones son “expresiones de desinformación” con extraño propósito.** Y lo afirmamos porque con antelación, existen testimonios de lo contrario a lo que se declara.

El informe de Integral sobre la emergencia, **volumen 2 del 11 de junio del 2019**, reconoce como **hipótesis factible** la conexión entre lo que ocurre en superficie y lo que ocurre en profundidad. En el inicio del numeral 2 con un encabezamiento muy claro: “**Deslizamiento margen derecha arriba de captación**” expresa lo siguiente “*Aún se mantiene la hipótesis de que este deslizamiento está relacionado con las inestabilidades observadas en la galería D-Sur y sectores aledaños a través de un fenómeno tipo chimenea; sin embargo, aún es motivo de investigación cual es la extensión real de la afectación al interior del macizo entre la parte alta y la cota 435.*”

Si esto lo afirma la empresa que presta el soporte en estudios técnicos a EPM, ¿porqué en las declaraciones de los voceros de EPM dicen lo contrario y lo hacen enfáticamente?. Y para más gravedad, parece que lo mismo pretenden hacer aquí los ingenieros de Integral.

Si es cierto que, “aún es motivo de investigación”, entonces la Mesa Técnica debe exigir a Integral que le exprese el desarrollo metodológico utilizado. Si las investigaciones se han desarrollado, entonces que expresen por escrito cuales son los resultados de avance. Y si no se ha realizado ninguna labor de investigación, entonces que expliquen la razón de ello.

La Mesa Técnica debería hacer seguimiento específico a esta “**hipótesis factible**”. Debería exigir a EPM que dedique todos los recursos posibles para evaluar si existe o no existe conexión entre la inestabilidad explícita en superficie y los graves daños existentes en el corredor del macizo rocoso donde se ubican los túneles de conducción. Para que la Mesa Técnica se pueda incorporar en el estado actual de emergencia del proyecto Hidroituango, debe apersonarse de problemas específicos como el que describimos en este caso.

Las declaraciones de EPM y algunos documentos de Integral muestran unas apreciaciones completamente antagónicas respecto al diagnóstico de la estabilidad de la margen derecha. ¿Sería importante conocer la causa de ello, si, el tema va más allá de la respuesta de un poco de descoordinación?

¿Como es posible que una hipótesis cuyas implicaciones pueden ser muy serias en relación con la estabilidad de la vertiente y con la seguridad de las comunidades que viven aguas abajo, y con la estabilidad ingenieril del mismo proyecto, no se le conceda de manera real y efectiva la importancia que merece. Parece ser, y ojala esté equivocado, que no ha sido más que una carta en la baraja de hipótesis que se manejan.

Nosotros preguntamos a Integral cuales han sido los avances en investigación de la posible **hipótesis de formación de una chimenea** entre el Deslizamiento El Romerito y el sector de las excavaciones subterráneas en el corredor de los túneles de conducción. Incluso lo reiteramos, este tema específico amerita un seguimiento desde esta MESA TÉCNICA, dadas las potenciales consecuencias que ello puede tener.

C5. El macizo rocoso en el sitio de presa: ¿Un macizo estable?

Los fenómenos de inestabilidad, superficiales y subterráneos, que brindan soporte y viabilidad para postular y sustentar la **hipótesis de trabajo de conexión entre las inestabilidades, superficial y subterránea**, cuestionaría igualmente tres declaraciones categóricas expresadas por los expositores de Integral:

- 1) El corredor de la Falla Mellizos si puede estar involucrado en el cuadro de la emergencia , especialmente en el control de los efectos erosivos ocasionados por el desvío de las aguas del río por Casa de Maquinas.
- 2) Reafirmaría con otro caso adicional que es completamente equivocado calificar de manera general la calidad del macizo rocoso como de buena calidad. La formación de una chimenea

real en los tramos iniciales de la GAD, la hipótesis factible de una chimenea entre el deslizamiento El Romerito y el sector de los túneles de conducción y la ausencia de estudios sobre descompresión del macizo rocoso son argumentos para afirmar que la afirmación categórica de la “Buena calidad” del macizo rocoso donde se localizan las obras del proyecto Hidroituango no tiene soporte científico sólido.

- 3) La exposición del Ingeniero Luis Fernando Restrepo fue reiterativa respecto a que el proyecto Hidroituango posee abundante e incluso expresó excesiva información. Igualmente cuando va terminando su exposición y nos cuenta lo que calificó como algo “**anecdótico**”, expresó igualmente y de modo categórico, el que “***Nunca ha habido dudas sobre la estabilidad del macizo.***”. Difícil estudiar y evaluar **una hipótesis de inestabilidad** con personas que dicen que nunca han dudado de la estabilidad.

C6. La información necesaria para abordar los retos de emergencia del proyecto.

Los problemas de la información no son exclusivamente de cantidad o de exceso. Los problemas mas graves son de **Pertinencia** y de **Calidad**.

El deslizamiento Romerito se había identificado en los estudios de diseño, pero simplemente eso, en un mapa se había delimitado la cicatriz de ruptura en su parte superior. **Es esto información?, Sí lo es, pero es información muy precaria, especialmente si en algún momento se requiere.**

Delimitar la corona de un deslizamiento no significa conocer un deslizamiento. Los problemas que enfrentan hoy los ingenieros en el sector crítico de los túneles de conducción les demanda conocer cual es el volumen de material inestable asociado con el Deslizamiento Romerito. Pero esta información no existe. **No hay estudios pertinentes, rigurosos y cuantitativos del deslizamiento Romerito, aunque se trata de un deslizamiento localizado en la zona de presa.**

En el numeral 7.1 “**Revisión hipótesis analizadas para el sector sur - conducciones n.º 5 a n.º 8**” del Informe de Emergencia volumen 2 de junio del 2019, se tiene el siguiente texto: “*Con respecto al análisis de masas del volumen del deslizamiento, se tiene que El balance de masas para “Romerito” es el siguiente: El volumen requerido para llenar todos los pozos de presión, en conjunto con los codos y túnel de conducción inferior, equivalente para 4 sistemas totales, es de 45.290 m³. Por otro lado, el volumen requerido para llenar la galería D-sur y la galería C (160 m de galerías de 6,40 x 6,40) es de 5760 m³. En total se requeriría del orden de 51000 m³ para llenar los cuatro sistemas desde los codos superiores de los pozos de presión. **El volumen superficial de Romerito es 58558 m³.** El volumen de un desprendimiento tipo sifón desde Romerito hasta los pozos de presión sería del orden de 220000 m³ (asumiendo diámetro inferior de cono de 10 m)*” Subrayado y resaltado nuestro.

Frente a la afirmación categórica de información abundante, en un momento tan crítico como el actual, no se tiene información pertinente y rigurosa del Deslizamiento Romerito y por lo tanto se acude al desespero de estimar un volumen mínimo: El volumen superficial.

Pero el problema geotécnico grave no se circunscribe al desconocimiento del volumen de material inestable involucrado. De igual gravedad e incluso mayor, **es la ausencia de información respecto a la forma de la superficie de ruptura y la profundidad máxima del deslizamiento El Romerito.**

Transcurridos 16 meses del inicio de la condición de emergencia, todavía hoy persiste esa situación: nada sabemos sobre el deslizamiento Romerito, únicamente remodelación de taludes en la parte superior.

C7. La ingeniería del desespero.

C.7.1 Contexto

La existencia de unos niveles de incertidumbre alta asociados con el proyecto Hidroituango por múltiples razones y que sería pertinente estudiar ahora o en un futuro constituyen la razón de ser que los estudios, evaluaciones y soluciones entren en una situación que a falta de un termino mas preciso para identificarla la denominamos como ingeniería del desespero. Desde el punto de vista técnico, este tipo de ingeniería está alimentada por un desfase claro entre las características del proyecto de una parte y los insumos y herramientas utilizadas para diseñarlo y construirlo.

Entre las características del proyecto se pueden enumerar algunas:

- El tamaño de la obra.
- Las características del contexto ambiental integral donde se emplaza.
- La extensión a donde se transfieren las consecuencias de lo que ocurre en el proyecto.
- La población tan numerosa en la cual inciden las decisiones del proyecto.
- La manera como se relaciona el proyecto con la población

Respecto a los insumos, herramientas, metodologías e instrumentación, hemos resaltado que respecto al estudio del medio natural son inadecuadas porque no corresponden con aquellas pertinentes para un proyecto que se construye en el siglo XXI y en una región donde las condiciones son más críticas respecto a otras regiones donde se presentan proyectos hidroeléctricos.

Pero la ingeniería del desespero posiblemente responde de manera más fuerte y más clara a factores distintos a los factores antes mencionados y posiblemente puede estudiarse con mas profundidad en la otra mesa creada por el juez 75.

C.7.2 Las expresiones de la ingeniería del desespero.

La situación de emergencia que vive el proyecto Hidroituango, desde el momento que se perciben situaciones críticas que pueden ocasionar consecuencias graves, lo lleva a estar en una situación donde la prioridad es plantear “soluciones”. El énfasis en encontrar soluciones es una expresión muy clara de la ingeniería del desespero, cuando se desconocen los requisitos necesarios para definir **soluciones**

acertadas y sólidas. Las soluciones de la ingeniería del desespero pueden terminar “**recetándole veneno al enfermo**”.

Las “**soluciones**” de esta ingeniería del desespero se hacen sin tener en cuenta:

- La necesidad de obtener información de las nuevas realidades, procesarla y evaluarla. Nada se ha dicho si las cavernas formadas por el flujo del agua continúan activas o están en condición estable. Se supone que si no circula el agua no hay dinámica de la caverna.
- El requerimiento de elaborar diagnósticos integrales de la situación. Algo completamente ausente e el volumen 2 del Informe de emergencia de Integral.

La ingeniería del desespero pretender que la eficiencia máxima se consigue planteando “soluciones” en el aire, soluciones que aparecen antes de la información y el diagnóstico, como las que se insinúan en el volumen 2 sobre la emergencia. No puedo hablar en detalle de este tema porque mis conocimientos en los temas e la geotecnia de las obras correctivas planteadas son mínimos o mejor: **nulos**.

Sin embargo, no comprendo como es posible, que en **el análisis numérico sobre la estabilidad de las conducciones**, se sustenten en los valores de parámetros geomecánicos de la roca intacta y en referentes generales de valores del GSI para proponer “soluciones” de situaciones que son nuevas.

Para quienes conocen en profundidad del tema, debe preocuparles que el proyecto Hidroituango no halla realizado o no los halla hecho explícitos los ensayos geomecánicos **in situ** a nivel de macizo rocoso. Tener “**muchos**” (10 triaxiales) análisis de propiedades geomecánicas en muestras intactas (compresión simple, ensayos triaxiales) y evaluaciones cualitativas de resistencia a nivel del macizo rocoso (GSI) no es suficiente.

Información pertinente y rigurosa al respecto podría provenir de un muestreo adecuado con ensayos in situ en las excavaciones subterráneas durante el proceso precedente de construcción.

C.7.3 La ingeniería del desespero contribuye al riesgo.

El represamiento del río no fue un llenado prematuro. Fue el costo de decisiones que no tenían fundamento en aspectos técnicos de ingeniería.

El manejo del sistema de túneles de desviación, igualmente, no responden a criterios de ingeniería, sino a decisiones de una empresa que conoce bastante de Administración y manejo del Mercado de la Energía, pero muy poco de la Ingeniería de Construcción de Centrales Hidroeléctricas. Para esto último, las empresas privadas colombianas se han fortalecido en los estudios de Asesoría, Consultoría, Diseño y Seguimiento de la construcción. Las empresas privadas internacionales lo hacen a nivel de construcción.

La desviación de las aguas del río Cauca por los túneles de conducción y a través de Casa de Maquinas, era la única opción que le quedaba a un proyecto que carece de una obra para realizar el desembalse. La imposibilidad de desembalsar las aguas del proyecto no es una virtud, es uno de los errores crasos de esta obra.

El cierre de las compuertas de entrada de los túneles de conducción es igualmente una necesidad apremiante, es decir, otra expresión de la ingeniería del desespero. Si no se realiza rápidamente, podría haberse generado otra situación muy grave: La imposibilidad de interrumpir el transito de las aguas por Casa de Maquinas.

Hoy se empiezan a conocer las consecuencias de la conducción de aguas por Casa de Maquinas. Sin embargo, **EPM** continúa con el manejo mediático de lo ocurrido. La ingeniería del desespero, apoyándose en el hecho de que nada grave ha ocurrido en la bóveda de Casa de Maquinas, pretende minimizar las consecuencias del transito de las aguas por las excavaciones subterráneas.

Las situaciones que se empiezan a identificar desde Enero del 2019 son muy delicadas, se desconocen pero el desespero vigente plantea “soluciones” sin soporte sólido:

- En el corredor donde se localizan los túneles de conducción se presenta **una situación muy crítica**.
- Se describe la magnitud (tamaño) de las cavernas generadas como efecto erosivo del transito del agua en los túneles de conducción 1 y 2 y fracturación densa en el corredor de los túneles 5 a 8. **Pero esta descripción esta lejos del conocer**.
- La situación crítica que se presenta no ha sido estudiada, tampoco hay un diagnostico de sus consecuencias sobre el futuro del proyecto y sobre la estabilidad del macizo rocoso.
- Desconocemos la dinámica actual de las cavernas excavadas.
- Desconocemos las consecuencias que genera la presencia de las cavernas sobre el macizo rocoso.
- Hoy, puede ser mas pertinente evaluar la conexión causal entre inestabilidad superficial e inestabilidad en las excavaciones subterráneas.
- En esta reflexión continuará como incertidumbre, el estado actual de los túneles de desviación y la GAD, hacia los cuales no existe manera de realizar inspección de cualquier tipo pero para los cuales se empiezan a sugerir “soluciones”.

El informe del volumen 2 de Integral en su parte final es un conjunto de soluciones descontextualizadas.

La búsqueda de soluciones al estado actual de las excavaciones subterráneas requiere de una metodología que consiga romper con la dinámica de la ingeniería del desespero. No es posible que las soluciones antecedan a una evaluación de lo que sucede para elaborar un diagnóstico.

Al respecto, los asesores italianos están pensando en un túnel de desviación intermedia que ofrecería una solución parcial a un proyecto imposible de desembalsar.

D. Las evaluaciones del proyecto

La combinación de declaraciones generales intercaladas con afirmaciones categóricas sin sustento sólido o con sustento en aspectos que no guardan relación con el objetivo de la Mesa Técnica pretenden ofrecer un diagnóstico de que no existe razón para preocuparse, que todo está controlado.

Incluso, podrían afirmar, como ya lo hicieron, que quienes expresamos reservas y preocupación respecto al proyecto, lo hacemos desde el desconocimiento.

Pero resulta que en la voz de los expertos se expresan apreciaciones distintas a este extraño optimismo que despliegan los expositores deIntegral.

Una traducción libre del documento de “**BID-Invest**” en el resumen ejecutivo dice al respecto: “*La situación del Proyecto ha evolucionado considerablemente desde agosto de 2018.*

- ***Se está planificando una salida de nivel medio adicional.***
- ***Malas noticias: gran vacío que une los ejes 1 y 2; entre la caverna de casa de máquinas (“power house”) PH y la cámara de sobretensión del lado norte.***
- ***Buenas noticias: el techo de la caverna principal no está dañado.***
- ***En general, las buenas noticias son ligeramente mejores que las malas.”***

Con el BID como entidad prestamista se hace un despliegue mediático con un sentido muy claro, si nos hacen un préstamo es porque tiene completa confianza en el éxito del proyecto. Pero lo que expresa BID-Invest se puede traducir de muchos modos pero menos con el optimismo mediático que parece programado a varios niveles.

la carta que escribe el asesor Lombardi tiene fecha del 11 de enero del 2019. Lo que dice el asesor Lombardi es una especie de “**si pero no**” o será “**no pero si**”. Su texto dice lo siguiente:

“Con referencia a la estabilidad del talud en su totalidad, quien escribe quiere subrayar que la cavidad recién descubierta probablemente existe desde hace tiempo y no hay indicios que indiquen nuevos movimientos generalizados del estribo. El extenso sistema de monitoreo instalado en el estribo indica desde hace varios meses una continua estabilización general de los movimientos y no se vislumbran por el momento indicios que puedan indicar una reactivación de las inestabilidades. Por lo tanto, sobre la base de los datos actualmente disponibles, quien escribe no cree que haya motivo para aumentar los niveles de riesgo actualmente aplicados por las autoridades en los protocolos de salvaguardia de los habitantes. Sin embargo, debido a la particularidad de la situación, se recomienda analizar los registros de monitoreo del estribo en forma continua para tomar las eventuales medidas oportunas de forma inmediata.”

Este texto, elaborado un día después del anuncio en rueda de prensa del “**hallazgo**” para el cual se hizo una proliferación de términos, resultaba ser mas conocida de lo que expresaron en su momento los voceros. Quiero resaltar algunas de ellas:

- ***“Como es conocido, el estribo derecho de la presa sufrió una serie de derrumbes durante el mes de mayo del año pasado, tanto superficiales como subterráneos”***
- ***“El último de los citados acontecimientos fue descubierto a principios de este año, cuando algunos sondeos ejecutados en las cercanías de los pozos de presión N. 1 y 2 pusieron en evidencia la presencia de una cavidad en la roca, de al menos 18 m de longitud.”***

Para afuera se desinformaba con una oquedad o una grieta abierta pero para el grupo de EXPERTOS y VOCEROS era claro que se empezaba a reconocer que se trataba de **una caverna**.

E. Los dardos del ingeniero Luis Fernando Restrepo Vélez. Integral. 1:35:00

El ingeniero Restrepo inicia y termina su exposición lanzando dos dardos a la audiencia y quiero hacer referencia explícita a ellos para terminar.

Pone en duda que se inviten a la Mesa Técnica a profesores de universidad que trabajan con sus estudiantes y que nunca han estado en la construcción de ninguna represa o proyecto hidroeléctrico y que en alternativa se deberían invitar a EXPERTOS. En la mesa deberían estar personas e instituciones idóneas.

Conozco bastantes profesores que laboraron en empresas de consultoría en ingeniería en Medellín y que participaron del auge de los estudios y construcción de proyectos hidroeléctricos en las décadas de los años 70' y 80'. Por alguna razón que no consigo precisar estos ingenieros con experiencia específica en el tema que demanda el ingeniero decidieron acceder como profesores en el espacio universitario.

Me encuentro dentro de ese grupo. La experiencia profesional mientras estuve en el sector privado fue en los proyectos hidroeléctricos, tanto de **ISA** como de **EPM**. Hice parte del equipo formado por la empresa Integral de los años 70 y 80 e integré el equipo que realizó los estudios de riesgo sísmico en el cañón del río Cauca y en el proyecto San Carlos. Espero que esto resuelva parcialmente la preocupación del ingeniero por el tema de la IDONEIDAD.

Pero me parece más importante cuestionar la propuesta que le hace a la mesa técnica cuando sugiere traer EXPERTOS. En la universidad, o al menos en la universidad pública, se pueden encontrar profesionales idóneos con conocimientos especializados y con capacidad de incorporar un contexto de reflexión al proyecto, en algunos casos restringido y en otros más amplio y en otros casos con una capacidad crítica y auto-crítica importante. Estos últimos aspectos son los que los diferencian de los EXPERTOS que laboran en el sector empresarial. **Por supuesto, también en la universidad hay EXPERTOS.** Pero más como resultado de decisiones equivocadas que toma la institución: abre convocatorias para la vinculación de profesores universitarios, pero los procedimientos seguidos confunden **la figura de profesor** con **la figura de instructor**. Las consecuencias se pueden ver en la crisis de descomposición por donde transita la construcción de la infraestructura de este país a diferentes niveles y en la cual la ingeniería no es ajena.

El segundo elemento es la “*narración anecdótica*” con que termina su exposición:

- El ingeniero podrá pensar que las objeciones, cuestionamientos, dudas y resistencias que genera el PHI nacen del desconocimiento, como lo afirma categóricamente. Pero debería preguntarse, ¿cual otro proyecto hidroeléctrico ha generado estas situaciones de emergencia tan graves que afectan, no solo potencialmente, sino realmente a una población elevada. Desde la perspectiva, ya no del experto, sino del profesional con conocimientos especializados pero no circunscrito a ellos, podrían encontrarse numerosos aspectos de resistencia a un proyecto que se le impone a la sociedad y donde incluso hay numerosos aspectos para concluir que la resistencia al proyecto desde una perspectiva técnica de la ingeniería tiene fundamentos y razón de ser.
- Quienes trabajamos con sensores remotos que captan información muy diversa desde el espacio externo, sabemos de la importancia de esta herramienta. Pero se trata de

información que impone el reto de la interpretación. Pero la información que se recoge afuera de la atmósfera requiere de profesionales conocedores de lo que ocurre en el terreno y en el subsuelo. Para conocer lo que viene desde arriba hay que tener fundamentos sólidos de lo que viene desde abajo. Los sensores remotos entregan señales que se pueden leer de diversas maneras. Es el éxito en interpretar la señal lo que vuelve un reto y una alegría estudiar los sensores remotos.

F. Conclusiones.

1. El tema de la información pero ante todo, el de la desinformación.

El tema de la información está continuamente presente en esta discusión. Integral y EPM insisten que la información es muy abundante y ha sido suficiente para brindar soporte a las decisiones que se han tomado y para las nuevas decisiones para afrontar los problemas y retos que actualmente se le presentan al proyecto. Nosotros estamos en completo desacuerdo con ello y queremos expresar al respecto lo siguiente:

- Debe ser abundante; es lo que insiste Integral y EPM y hasta aquí llegan las coincidencias.
- La información debe ser rigurosa, precisa y con márgenes de error bajos. Esto difícilmente se podrá conseguir con información desfasada respecto a las herramientas y documentos mas actuales.
- Obtener información técnica acorde con la tecnología disponible en el tiempo del proyecto.
- Un proyecto de esta envergadura no puede renunciar a emplear la tecnología más moderna disponible. En lo que tiene que ver con la dinámica del relieve el proyecto PHI si hace esa renuncia.
- Pero igualmente debe ser pertinente.
- Debe ser regional en unos casos.
- Debe ser de detalle en otros.
- La naturaleza de los documentos de los cuales se extrae la información
- Los procedimientos empleados para extraer información.
- Pero ante todo, lo más importante de cualquier información es **su interpretación.**

2. Existe un desfase temporal pronunciado entre **la magnitud del proyecto, las características de la región, natural y cultural, donde se quiere implementar** de una parte y de **las herramientas empleadas para recoger, procesar e interpretar la información en relación con la estructura física del medio natural.**

Las fotografías aéreas pancromáticas son una herramienta útil y constituían una herramienta de punta entre los años 50' y los años 80' para las labores de ingeniería de proyectos hidroeléctricos en el país. Durante los años 90', con el auge de las imágenes de satélite, los modelos de elevación digital (DEM),

los diversos avances en el manejo de los SIG se pueden realizar actividades mas detalladas, profundas y mas solidas e incluso con procesamiento cuantitativo que superan con creces lo que se hacía con fotografías pancromáticas.

La descripción, un tanto confusa del informe de Integral, en relación con **el relieve denudativo**, se puede hacer con las herramientas mencionadas. Estas herramientas eran de uso amplio en las actividades de estudios en la década de los años 90'. Al respecto, compárese la taxonomía de los relieves denudativos y los relieves de acumulación. Un contraste que resulta ante todo del tipo de documentos empleados para la descripción del relieve.

Los estudios realizados sobre la estructura del relieve como en el campo de la neotectónica se sustentan en documentos y herramientas que no consultan el estado actual de ambos. Emplea herramientas y documentos de uso común en las décadas de los años 50-80 para nuestro país. Siguen siendo útiles es cierto, pero claramente insuficientes. Desde los años 90', existen documentos y herramientas de mayor precisión, mas confiables que permiten acceder a opciones mas numerosas y mas precisas.

G. Interrogantes.

¿Cual puede ser la razón para que **el proyecto hidroeléctrico de mayor magnitud** que se plantea construir en **una zona de condiciones mas delicadas**, empleé herramientas inadecuadas e imprecisas y se muestre tan indiferente a las herramientas que empiezan a utilizarse en el país en los años 90?

¿Cuales son los avances específicos, en términos de sismicidad y neotectónica que obtiene el PHI con sus estudios de la fase de construcción?

La Mesa Técnica debería solicitar a Integral una presentación acerca de los resultados de la micro-sismicidad en la zona del proyecto a partir de la información colectada de su propia red.