



PROCESO: DISCIPLINARIO	Fecha de Revisión	5/12/2018
SUB-PROCESO: INVESTIGACIÓN TÉCNICO CIENTÍFICO	Fecha de Aprobación	7/12/2018
FORMATO: INFORME TÉCNICO CIENTÍFICO	Versión	1
CÓDIGO: REG-DI-TC-002	Página	1 de 11

<b>Radicado No:</b>	SUBCOMITÉ TÉCNICO MESA PROYECTO HIDROITUANGO	
<b>Oficina Origen:</b>	MESA TÉCNICA PROYECTO HIDROITUANGO	
<b>Investigado:</b>	NO APLICA	
<b>Cargo:</b>	NO APLICA	
<b>Entidad:</b>	PROYECTO HIDROITUANGO	
<b>Etapas procesales:</b>	NO APLICA	
<b>Autor:</b>	<b>Cargo</b>	<b>Firma</b>
MIGUEL ÁNGEL SOTO ROA Ingeniero civil Especialista en Diseño y Construcción de Vías y Aeropistas	Funcionario asignado DNIE – PGN Profesional universitario G-17	
LUÍS CARLOS BOLAÑOS Ingeniero civil Especialista en gestión del riesgo	Funcionario asignado DNIE – PGN Asesor 1AS-19	
MARÍA CRISTINA SILVA RICARDO Ingeniero civil	Funcionario asignado DNIE – PGN Profesional universitario G-17	
LUÍS ORLANDO SALAZAR ALBA Ingeniero civil Especialista en Recursos Hidráulicos	Funcionario asignado DNIE – PGN Asesor 1AS-19	
RAFAEL ARTURO GUTIERREZ MELO Ingeniero civil Especialista en Ingeniería ambiental	Funcionario asignado DNIE – PGN Asesor 1AS-19	
JULIO CESAR SIERRA CLAVIJO Ingeniero civil Especialista en estructuras	Funcionario asignado DNIE – PGN Asesor 1AS-19	
SANDRA MILENA VÁSQUEZ MANCERA Ingeniero civil Especialista en Diseño y Construcción de Vías y Aeropistas	Funcionario asignado DNIE – PGN Asesor 1AS-19	



PROCESO: DISCIPLINARIO	Fecha de Revisión	5/12/2018
SUB-PROCESO: INVESTIGACIÓN TÉCNICO CIENTÍFICO	Fecha de Aprobación	7/12/2018
FORMATO: INFORME TÉCNICO CIENTÍFICO	Versión	1
CÓDIGO: REG-DI-TC-002	Página	2 de 11

GERMÁN CHACÓN PINZÓN Ingeniero civil Especialista en Ingeniería ambiental con énfasis en sanitaria	Funcionario asignado DNIE – PGN Asesor 1AS-19	
<b>Revisó:</b>	<b>Cargo</b>	<b>Firma</b>
HERBERT HARBEY ROMERO RÍOS	Director Nacional de Investigaciones Especiales	



PROCESO: DISCIPLINARIO	Fecha de Revisión	5/12/2018
SUB-PROCESO: INVESTIGACIÓN TÉCNICO CIENTÍFICO	Fecha de Aprobación	7/12/2018
FORMATO: INFORME TÉCNICO CIENTÍFICO	Versión	1
CÓDIGO: REG-DI-TC-002	Página	3 de 11

Bogotá D.C., 19 de julio de 2019.

Señores  
**MESA TÉCNICA PROYECTO HIDROITUANGO**  
Procuraduría General de la Nación  
Ciudad

Doctores:

En cumplimiento de la orden del Juez 75 Penal Municipal con función de Control de Garantías, a cargo de la Mesa Técnica liderada por la Procuraduría General de la Nación, transcrita en el Subcomité técnico del 08 de julio de 2017 coordinado por el Director Nacional de Investigaciones Especiales, según la cual, respecto de la información puesta a disposición por las entidades participantes de la Mesa Técnica: ***“debe indicarse si los informes abordan completamente, parcialmente, o no, lo solicitado por el funcionario judicial respecto a la estabilidad del macizo rocoso donde se ubica el proyecto Hidroituango”***, se rinde informe técnico según lo ordenado por el Director Nacional de Investigaciones Especiales de la PGN<sup>1</sup>, de conformidad con la facultad otorgada en el Decreto 262 de 2000 artículo 10.

<sup>1</sup> Comunicación D-DNIE-Oficio 1510 del 05 de julio de 2019.



PROCESO: DISCIPLINARIO	Fecha de Revisión	5/12/2018
SUB-PROCESO: INVESTIGACIÓN TÉCNICO CIENTÍFICO	Fecha de Aprobación	7/12/2018
FORMATO: INFORME TÉCNICO CIENTÍFICO	Versión	1
CÓDIGO: REG-DI-TC-002	Página	4 de 11

## TABLA DE CONTENIDO

I.	OBJETO DEL INFORME .....	5
II.	ALCANCE.....	5
III.	METODOLOGÍA.....	5
IV.	DOCUMENTOS.....	6
V.	CONCEPTO TÉCNICO.....	7
VI.	CONCLUSIONES.....	10
VII.	ANEXOS.....	11

	PROCESO: DISCIPLINARIO	Fecha de Revisión	5/12/2018
	SUB-PROCESO: INVESTIGACIÓN TÉCNICO CIENTÍFICO	Fecha de Aprobación	7/12/2018
	FORMATO: INFORME TÉCNICO CIENTÍFICO	Versión	1
	CÓDIGO: REG-DI-TC-002	Página	5 de 11

## I. OBJETO DEL INFORME

En relación a la documentación puesta a disposición por la diferentes entidades y organizaciones participantes en la Mesa Técnica convocada para atender entre las diferentes órdenes del Juez 75 Penal Municipal con función de Control de Garantías, lo relativo a: “... **indicarse si los informes abordan completamente, parcialmente, o no, lo solicitado por el funcionario judicial respecto a la estabilidad del macizo rocoso donde se ubica el proyecto Hidroituango.**”

## II. ALCANCE

Determinar desde el punto de vista técnico conceptual básico de la ingeniería civil<sup>2</sup>, a partir de la lectura de los diferentes documentos allegados por las entidades convocadas en la Mesa técnica liderada por la Procuraduría General de la Nación, si tal información aborda la estabilidad del macizo rocoso donde se ubica el proyecto Hidroituango, en forma completa, parcial, o no.

## III. METODOLOGÍA

En los documentos allegados se identificaron cada uno de los tópicos abordados, con el fin de establecer el nivel de detalle de los mismos en relación con el estudio y valoración del macizo rocoso, al interior y sobre el cual se ha implementado la infraestructura del proyecto.

Esta identificación permite evidenciar de manera general dos tipos de estudios, uno, los que analizan, entre otros aspectos, los efectos del proyecto sobre los escenarios geográficos (macizo rocoso, laderas y cauce), desde la perspectiva conceptual de la geología y la geotecnia<sup>3</sup> soportados en información secundaria<sup>4</sup>, algunos con inspecciones de campo, y que orientan en aspectos hipotéticos de la estabilidad del macizo rocoso, pero que no concluyen detalladamente sobre la real estabilidad de este y las posibles intervenciones por implementar.

En otro grupo se encuentran los estudios elaborados por el ejecutante del proyecto, Empresas Públicas de Medellín – EPM, a través de sus constructores y diseñadores, en los cuales además del marco de referencia que tuvo en cuenta los estudios antes referidos, se advierten soportes del seguimiento al comportamiento del terreno<sup>5</sup> por la infraestructura construida, y la valoración geotécnica de la estabilidad del mismo puntualmente en el sitio del proyecto.

<sup>2</sup> No se abordarán análisis asociados con aspectos propios del conocimiento profundo de la especialización en Geotecnia.

<sup>3</sup> Rama de la ingeniería civil asociada entre otros aspectos, al estudio e implementación de medidas en estabilidad de taludes, fundaciones, y comportamiento estructural de las rocas.

<sup>4</sup> Aquella obtenida de fuentes ajenas al autor.

<sup>5</sup> Monitoreos al macizo rocoso.



	PROCESO: DISCIPLINARIO	Fecha de Revisión	5/12/2018
	SUB-PROCESO: INVESTIGACIÓN TÉCNICO CIENTÍFICO	Fecha de Aprobación	7/12/2018
	FORMATO: INFORME TÉCNICO CIENTÍFICO	Versión	1
	CÓDIGO: REG-DI-TC-002	Página	6 de 11

#### IV. DOCUMENTOS

Los documentos allegados y analizados, de acuerdo al acta de Subcomité Técnico # 2 del 11 de julio del 2019<sup>6</sup>, corresponden a los siguientes:

1. DIAGNÓSTICO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO CONTINGENCIA VOLUMEN 1
2. DIAGNÓSTICO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO CONTINGENCIA VOLUMEN 2
3. ANÁLISIS DE LA SOCAVACIÓN EN LA ZONA DE LAS CONDUCCIONES 1 Y 2
4. CONCEPTO LOMBARDI S.A.
5. INFORMACIÓN DE REFERENCIA DEL PROYECTO VOLUMEN 3 (CARPETA) CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA
6. Enlace allegado por el Mecanismo Independiente de Consulta e Investigación' (MICI) del Banco Interamericano de Desarrollo, en el que se puede consultar documentación del proyecto Hidroituango <https://www.idbinvest.org/es/projects/planta-hidroelectrica-ituango>.
7. Documento denominado "ESTABILIDAD MARGEN DERECHA POR OPERACIÓN DURANTE CONTINGENCIA" que incluye un anexo denominado "ANEXO 1- INSTRUMENTACIÓN MARGEN DERECHA", aportado por EPM.
8. Documento "021 Informe Final Auditoria Cumplimiento ITUANGO – search", remitido por la Contraloría General de la República.
9. Documento "Contrato 4600009575", remitido por el DAPARD
10. Documento "INFORME FINAL UNIVERSIDAD NACIONAL 2018-SS-26-0001" remitido por el DAPARD.
11. ICold dam statistical análisis
12. ICold earthquake analysis dams
13. ICold internal erosion dams
14. ICold Neotectonics dams
15. ICold seismic observation dams
16. ICOLD-RTS-reservoirs-and-seismicity-Bulletin-Final-March-6-2005
17. "Terra Hidroituango Jun\_1" archivo en formato POWERPOINT
- 18.2. Lo que pasó está pasando y podría pasar en Hidroituango\_MPG\_Versión Tarde del 18 de Julio de 2018
- 19.3. Lo que pasó está pasando y podría pasar en Hidroituango\_MPG\_Versión 1 de Agosto de 2018 (BID)
- 20.4. Informe Técnico General Aspectos G3 Hidroituango (Hasta 1 de Agosto 2018)\_MEPG
- 21.6. Hidroituango (Oquedad2)
- 22.7. Resumen Técnico de los Errores de Hidroituango y Posibles Soluciones (MPG\_1Febrero2019)
23. D-PHI-110-HS-AB-INU-020
24. F-PHI-HYS-AND\_Rompimiento de presa
25. Terrae Hidroituango Jun\_18UN
26. Hidroituango: crónica de una tragedia anunciada
27. Informe Auditoria ITUANGO
28. D-PHI-110-HS-AB-INU-010
29. 26062018\_Reporte\_Hidroituango\_Mision\_Expertos\_JEU
30. Compromiso de confidencialidad\_DS\_EPM (00000002)
31. TRAZABILIDAD HIDROITUANGO CONFIDENCIALIDAD

<sup>6</sup> Véase archivo digitalizado dentro de disco compacto (CD) anexo.



PROCESO: DISCIPLINARIO	Fecha de Revisión	5/12/2018
SUB-PROCESO: INVESTIGACIÓN TÉCNICO CIENTÍFICO	Fecha de Aprobación	7/12/2018
FORMATO: INFORME TÉCNICO CIENTÍFICO	Versión	1
CÓDIGO: REG-DI-TC-002	Página	7 de 11

Los anteriores documentos fueron complementados con los siguientes aportados por EPM:

32. Info Estab Marg Derech Jun 2019

33. ANEXO 1-INSTRUMENTACIÓN MARGEN DERECHA

## V. CONCEPTO TÉCNICO

El análisis de la documentación aportada desde el punto de vista conceptual básico de ingeniería civil permite inferir:

A. Los documentos numerados 5, 17 a 26, y 29 no presentan evaluación cuantitativa soportada del macizo rocoso y sus laderas (caracterización detallada bajo condiciones actualizadas), que permita concluir con suficiencia acerca de la estabilidad del macizo rocoso, esto es, aunque presentan información secundaria de referencia, no se advierte cálculo de factores de seguridad acerca de la estabilidad del macizo rocoso, lo cual resulta insuficiente ante el cuestionamiento del señor Juez.

B. Los documentos numerados 11 a 16 corresponden a marco conceptual sugerido por el Comité Técnico Permanente de Represas y Obras Hidráulicas (literatura en inglés), para tener en cuenta en este tipo de infraestructura (escenarios de colapso, estabilidad, monitoreo sísmico, erosión, neotectónica), en tal sentido no abordan la temática propia de la estabilidad del macizo rocoso como sitio particular de análisis.

### C. 1. DIAGNÓSTICO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO CONTINGENCIA VOLUMEN 1

Autor: EPM – María C. Sierra – Consorcio Generación Ituango - Integral

Fecha: enero de 2019

Las siguientes imágenes muestran el contenido del documento:

	Página
1 INTRODUCCIÓN	1.19
2 MARCO GEOLÓGICO	2.21
2.1 PRESENCIA DE GEOFORMAS DE MOVIMIENTOS EN MASA EN MARGEN DERECHA	2.22
2.2 DESLIZAMIENTO CAPITAN	2.22
2.3 DESLIZAMIENTO DE TENCHE	2.24
2.4 ZONA DE LA PRESA Y OBRAS PRINCIPALES ANTES DE LOS EVENTOS RECIENTES DE INESTABILIDAD	2.26
2.5 SOBRE LA OCURRENCIA DE FENÓMENOS DE MOVIMIENTOS EN MASA DE GRANDES MAGNITUDES	2.29
2.6 CONTROL ESTRUCTURAL	2.30
2.7 CONCLUSIONES DEL MARCO GEOLÓGICO	2.30
3 RELACION DE EVENTOS DE LA CONTINGENCIA	3.32
4 DESLIZAMIENTO MARGEN DERECHA ARRIBA DE CAPTACIÓN	4.41
4.1 DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO	4.41
4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DESLIZAMIENTO "EL ROMERITO"	4.41
4.2.1 EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS TALUDES	4.43
4.3 ANÁLISIS GEOTÉCNICO DEL DESLIZAMIENTO EL "ROMERITO"	4.48
4.3.1 MODELAMIENTO NUMÉRICO DE TRAYECTORIAS (RUNOUT)	4.49
4.3.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESTIMACIÓN DE PROBABILIDADES DE FALLA	4.54
4.4 ANÁLISIS DEL MECANISMO DE FALLA DE UNA CUÑA EN EL MACIZO ROCOSO DE LA MARGEN DERECHA	4.80
4.4.1 CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DE LAS DISCONTINUIDADES	4.83
4.4.2 ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS	4.84
4.4.3 ANÁLISIS GEOTÉCNICO	4.85
4.5 CÁLCULO DE LA ALTURA DE LA OLA	4.102

6.5.1	CRITERIOS PARA EVALUAR LA EROSIÓN INTERNA	6.152
6.5.2	RESULTADOS	6.155
6.5.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA COMPABILIDAD DE LOS MATERIALES	6.160
6.6	HALLAZGOS SEGÚN INSPECCIÓN DE CAMPO	6.161
6.7	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RIESGOS	6.167
7	SISTEMA AUXILIAR DE DESVIACIÓN - SAD	7.169
7.1	SECUENCIA DE LOS EVENTOS	7.169
7.2	LOCALIZACIÓN	7.171
7.3	CONTEXTO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO	7.173
7.4	HIPÓTESIS DE LA CAUSA DEL TAPONAMIENTO	7.183
7.5	CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO GAD	7.192
8	SISTEMA DE DESVIACIÓN ORIGINAL	194
9	DIAGNÓSTICO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO PARA EL CIERRE DEFINITIVO	200
9.1	ESTADO DE LAS OBRAS	200
9.1.1	Estado de las obras con corte a 9 de mayo de 2018	200
9.1.2	Inspección de obras después del cierre de las compuertas de las conducciones N°7 y N°8	210
9.1.3	Registro fílmico	217
9.1.4	Perforaciones hacia Galería C	223
9.1.5	Perforaciones hacia los pozos de presión	225
9.1.6	Estado actual de las obras a noviembre de 2018	230
9.2	MARCO GEOLÓGICO DE LA ZONA DE DAÑOS	233
9.3	HIPÓTESIS DAÑOS EN SECTOR SUR	239
9.3.1	Análisis cinemático de cuñas	239
9.3.2	Análisis esfuerzo deformación	246
9.3.3	Resumen de la hipótesis	247
10	ANÁLISIS DE LA SOCAVACIÓN EN LA ZONA DE LAS CONDUCCIONES 1 Y 2	252
10.1	Descripción de las perforaciones	252
10.2	Hallazgos	10.255



PROCESO: DISCIPLINARIO	Fecha de Revisión	5/12/2018
SUB-PROCESO: INVESTIGACIÓN TÉCNICO CIENTÍFICO	Fecha de Aprobación	7/12/2018
FORMATO: INFORME TÉCNICO CIENTÍFICO	Versión	1
CÓDIGO: REG-DI-TC-002	Página	8 de 11

5	COMPLEJO DE CAVERNAS	5 104
5.1	INTRODUCCIÓN	5 104
5.1.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	5 105
5.1.2	EVENTOS OCURRIDOS DESPUÉS DE LA INUNDACIÓN DE LA CASA DE MÁQUINAS EN OBRAS SUBTERRÁNEAS	5 106
5.2	MONITOREO Y ANÁLISIS DE VIBRACIONES	5 109
5.2.1	INSTRUMENTACIÓN	5 109
5.2.2	PROCESAMIENTO DE SEÑALES	5 111
5.2.3	INTERPRETACIÓN DE SEÑALES	5 112
5.2.4	EFFECTOS DE LAS VIBRACIONES SOBRE EL MACIZO ROCOSOS	5 114
5.3	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL COMPLEJO CAVERNAS	5 120
5.3.1	ALCANCE	5 120
5.3.2	INTRODUCCIÓN	5 120
5.3.3	METODOLOGÍA	5 120
5.3.4	CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA	5 121
5.3.5	RESULTADOS MODELO ESFUERZO-DEFORMACIÓN	5 123
5.3.6	RESULTADOS DEL ANÁLISIS CINEMÁTICO DE CAÍDA DE CUÑAS	5 123
5.3.7	CONCLUSIONES DE LOS ANÁLISIS PARA COMPLEJO DE CAVERNAS	5 129
5.4	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR CAÍDA DE CUÑAS	5 130
5.4.1	EFFECTO DE CAÍDA DE CUÑAS	5 130
5.4.2	ESTABILIDAD CONSIDERANDO FALLA DE LOS POZOS DE COMPUERTAS	5 139
6	PRESA	6 142
6.1	INTRODUCCIÓN	6 142
6.2	CRITERIOS DE DISEÑO, PARÁMETROS Y GEOMETRÍA	6 142
6.2.1	CRITERIOS DE DISEÑO	6 142
6.2.2	PARÁMETROS DE ANÁLISIS	6 143
6.2.3	GEOMETRÍAS DE ANÁLISIS	6 144
6.3	ANÁLISIS MEDIANTE MODELOS DE EQUILIBRIO LÍMITE	6 144
6.4	ANÁLISIS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS	6 148
6.5	ANÁLISIS DE EROSIÓN INTERNA	6 152

10.3	Hipótesis preliminares de hallazgo	10 257
10.4	Condición geológica del sitio	10 257
10.5	Proyección de posible zona de daño hacia sector pozos norte	10 260
10.6	Modelos geomecánicos	10 262
10.7	Revestimiento permanente	10 266
10.7.1	Diseño	10 266
10.7.2	Estado actual	10 269
10.8	CONCLUSIONES	10 270
11	CONCLUSIONES	11 272
12	REFERENCIAS	12 279
13	ANEXOS	13 281

Este documento presenta análisis hipotético del estado del proyecto producto de la contingencia de 28 de abril de 2018, "diagnóstico geológico y geotécnico de las obras principales del proyecto", las valoraciones realizadas en este fueron objeto de nuevo análisis a la luz del estado de proyecto a junio de 2019 (volumen 2).

El estudio aborda la estabilidad del macizo rocoso como primera aproximación al conocimiento de lo que realmente podía estar pasando al interior del mismo, puntualmente sobre el complejo de cavernas y los deslizamientos presentados en la ladera derecha. En este sentido este estudio no resuelve el interrogante planteado por el señor Juez.

## D. 2. DIAGNÓSTICO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO CONTINGENCIA VOLUMEN 2

Autor: EPM – María C. Sierra - Consorcio Generación Ituango - Integral  
Fecha: junio de 2019

Las siguientes imágenes muestran el contenido del documento:



PROCESO: DISCIPLINARIO	Fecha de Revisión	5/12/2018
SUB-PROCESO: INVESTIGACIÓN TÉCNICO CIENTÍFICO	Fecha de Aprobación	7/12/2018
FORMATO: INFORME TÉCNICO CIENTÍFICO	Versión	1
CÓDIGO: REG-DI-TC-002	Página	9 de 11

1	INTRODUCCIÓN	1.12
2	DESPLAZAMIENTO MARGEN DERECHA ARRIBA DE CAPTACIÓN	2.14
2.1	MONITOREO DEL DESPLAZAMIENTO	2.16
2.2	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE LA PARTE ALTA	2.19
3	COMPLEJO DE CAVERNAS	3.25
3.1	EVENTOS OCURRIDOS DESPUÉS DE LA INUNDACIÓN DE LA CASA DE MÁQUINAS EN LAS OBRAS SUBTERRÁNEAS	3.25
3.2	ANÁLISIS GEOTÉCNICOS ANTES DEL CIERRE	3.27
3.2.1	ANÁLISIS DE LAS VIBRACIONES	3.27
3.2.2	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL COMPLEJO CAVERNAS	3.27
3.3	HALLAZGOS OCURRIDOS DESPUÉS DE LA DESPRESURIZACIÓN DE LA CASA DE MÁQUINAS	3.29
3.4	REVISIÓN ESTABILIDAD MACHÓN ENTRE CASA DE MÁQUINAS Y ALMENARA 1	3.40
3.5	RECOMENDACIONES PARA RECONSTRUCCIÓN DEL PILAR Y TÚNELES DE ASPIRACIÓN	3.46
4	PRESA	4.50
4.1	RESUMEN DEL DISEÑO	4.50
4.2	RESUMEN CONSTRUCCIÓN	4.54
4.2.1	RESULTADOS ENSAYOS DE CONTROL DE OBRA DEFINIDOS EN LAS ESPECIFICACIONES	4.55
4.2.2	IMPACTO DE LA VARIABILIDAD DE LAS MUESTRAS EN EL DESEMPEÑO DE LA PANTALLA	4.60
4.2.3	ENSAYOS COMPLEMENTARIOS	4.62
4.3	DESAFÍOS Y AJUSTES DURANTE CONSTRUCCIÓN	4.67
4.3.1	ATASCAMIENTO DE ALMEJAS	4.67
4.3.2	OQUEDADES DURANTE LA PERFORACIÓN CON EQUIPO SÓNICO	4.72
4.3.3	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	4.75
4.3.4	INYECCIONES EN LOS ESTRIBOS	4.75

4.3.5	PANELES AUXILIARES PARA INSTRUMENTACIÓN	4.78
4.4	EFFECTIVIDAD DE LA PANTALLA	4.79
5	SISTEMA AUXILIAR DE DESVIACIÓN - SAD	5.81
5.1	INSPECCIÓN DE LA CÁMARA DE COMPUERTAS	5.81
5.2	OBRAS DE ESTABILIZACIÓN Y CIERRE	5.88
5.3	PREMISAS DEL DISEÑO HIDRÁULICO Y PROCEDIMIENTO PARA EL CIERRE DE COMPUERTAS	5.92
6	SISTEMA DE DESVIACIÓN ORIGINAL	6.94
6.1	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN	6.94
6.2	ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN	6.97
6.3	MICROPÍLOTES	6.99
6.4	POZOS DOWN - BORING	6.100
6.5	ESFERAS DE NYLON	6.100
6.6	FILTRO GRANULAR	6.101
6.6.1	PERMEABILIDAD	6.102
6.6.2	GRANULOMETRÍA	6.102
7	ACTUALIZACIÓN DIAGNÓSTICO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO DESPUÉS DEL CIERRE	7.104
7.1	REVISIÓN HIPÓTESIS ANALIZADAS PARA EL SECTOR SUR - CONDUCCIONES N°5 A N°8	7.104
7.2	REVISIÓN HIPÓTESIS ANALIZADAS PARA EL SECTOR NORTE - CONDUCCIONES N°1 Y N°2	7.105
7.3	CARACTERIZACIÓN OQUEDAD NORTE Y ZONA DE AFECTACIÓN SUR	7.106
7.3.1	OQUEDAD NORTE	7.106
7.3.2	AFECTACIÓN SUR	7.108
7.4	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LAS CONDUCCIONES	7.110
7.4.1	ANÁLISIS NUMÉRICO	7.110
7.4.2	ANÁLISIS DE CUÑA	7.117
7.5	LLENADO DE LA OQUEDAD	7.124
8	CONCLUSIONES	8.129
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9.134

Este documento corresponde a actualización del volumen 1, "en el cual se describe el estado actual<sup>7</sup> de las obras después del cierre de compuertas de las conducciones 1 y 2", y "presenta una descripción de cuáles hipótesis se han comprobado o cuáles se han eliminado debido a la nueva evidencia después del cierre"<sup>8</sup>.

El estudio aborda la estabilidad del macizo rocoso en mayor alcance frente al volumen 1, de igual manera, sobre el complejo de cavernas y los deslizamientos presentados en la ladera derecha, plantea las recomendaciones para solucionar las inestabilidades encontradas, y los posibles diseños del cierre de los sistemas de desviación.

En este sentido el estudio resuelve de manera parcial el interrogante planteado por el señor Juez, lo anterior por cuanto el mismo informe señala que existen lugares que no han podido ser inspeccionados, y en consecuencia se desconoce, entre otros: 1) "la extensión real de la afectación al interior del macizo entre la parte alta y la cota 435<sup>9</sup>", y 2) "En el sur puede que hayan caído cuñas pero esto aún no se conoce porque está tapado con material por la Casa de Máquinas y en la Almenara 2 solo se ha logrado inspeccionar la bóveda."

### E. 3. ANÁLISIS DE LA SOCAVACIÓN EN LA ZONA DE LAS CONDUCCIONES 1 Y 2<sup>10</sup>, CONCEPTO LOMBARDI S.A., y ESTABILIDAD MARGEN DERECHA POR OPERACIÓN

<sup>7</sup> Junio de 2019.

<sup>8</sup> Oficio D-PHU-CCE-ADM-1-C4469 del 11 de junio de 2019 suscrito por JUAN LUÍS CADAVID RESTREPO – director del Proyecto

<sup>9</sup> Deslizamiento margen derecha arriba de captación.

<sup>10</sup> C4303\_Anx1\_Inf\_An\_Soc\_Zon\_Cap1y2



PROCESO: DISCIPLINARIO	Fecha de Revisión	5/12/2018
SUB-PROCESO: INVESTIGACIÓN TÉCNICO CIENTÍFICO	Fecha de Aprobación	7/12/2018
FORMATO: INFORME TÉCNICO CIENTÍFICO	Versión	1
CÓDIGO: REG-DI-TC-002	Página	10 de 11

DURANTE CONTINGENCIA (con anexo denominado "ANEXO 1-INSTRUMENTACIÓN MARGEN DERECHA")

Corresponden a insumos o comparten información del anterior documento, en tal sentido no se hará nueva mención.

#### F. 5. INFORMACIÓN DE REFERENCIA DEL PROYECTO VOLUMEN 3 (CARPETA) CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA

Los documentos aquí contenidos corresponden a información de la línea base de la geología y geotecnia del proyecto en la etapa anterior a la emergencia (30 de julio de 2009), no considera las condiciones actuales producto de las contingencias asumidas por el macizo rocoso. Por lo anterior, aunque sea un marco de referencia no da respuesta a la solicitud del señor Juez.

G. 5. Documento "021 Informe Final Auditoria Cumplimiento ITUANGO – search", remitido por la Contraloría General de la República.

Este documento corresponde a actuaciones administrativas del ente de control, relativas a la expedición de la licencia ambiental, entre otros aspectos. Aunque en el mismo se hace referencia a documentos de las contingencias en varias temáticas, no hace relación a la estabilidad del macizo rocoso como lo solicita el señor Juez.

H. 5. Documento "Contrato 4600009575" y 6. "INFORME FINAL UNIVERSIDAD NACIONAL 2018-SS-26-0001" remitidos por el DAPARD.

Este documento corresponde a estudio de octubre de 2018 contratado por la Gobernación de Antioquia (DAPARD) con la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, cuyo objeto se orientó a la valoración del riesgo a partir de la contingencia presentada desde abril de 2018, como a continuación se cita:

*"A raíz de la contingencia generada en el Proyecto hidroeléctrico Ituango desde el día 28 de abril de 2018 y ante las situaciones anormales no consideradas en los planes de Contingencia, se tuvieron que implementar medidas no contempladas en los diseños (por ejemplo, permitir el flujo de agua por casa de máquinas, destrucción del tapón definitivo del túnel de desviación izquierdo, etc.); se tomaron decisiones sobre la marcha de acuerdo al ritmo que imponían los procesos que se fueron generando (cambios en los diseños – por ejemplo el lleno prioritario y la pantalla corta-flujo en la presa); se dejaron de realizar otras actividades previstas (remoción de la capa boscosa en el embalse), etc."*

Con lo anterior, y de la lectura del documento, no se encuentra análisis cuantitativo en detalle de la estabilidad del macizo rocoso, lo que deduce que no aborda la solicitud del señor Juez.

## VI. CONCLUSIONES

A. Los documentos allegados y analizados, de acuerdo al acta de Subcomité Técnico # 2 del 11 de julio del 2019, numerados 5, 9 a 26, y 29 no abordan el interrogante planteado por el señor Juez, esto es, la estabilidad del macizo rocoso como sitio particular de análisis.

91

	PROCESO: DISCIPLINARIO	Fecha de Revisión	5/12/2018
	SUB-PROCESO: INVESTIGACIÓN TÉCNICO CIENTÍFICO	Fecha de Aprobación	7/12/2018
	FORMATO: INFORME TÉCNICO CIENTÍFICO	Versión	1
	CÓDIGO: REG-DI-TC-002	Página	11 de 11

B. El documento allegado y analizado, de acuerdo al acta de Subcomité Técnico # 2 del 11 de julio del 2019, numerado 1, aborda la estabilidad del macizo rocoso como primera aproximación al conocimiento de lo que realmente podía estar pasando al interior del mismo, sin que resuelva el interrogante planteado por el señor Juez.

C. El documento allegado y analizado, de acuerdo al acta de Subcomité Técnico # 2 del 11 de julio del 2019, numerado 2, resuelve de manera parcial el interrogante planteado por el señor Juez.

Los documentos allegados y analizados, de acuerdo al acta de Subcomité Técnico # 2 del 11 de julio del 2019, numerados 3 y 4, y los numerados 32 y 33 según este informe, corresponden a insumos o comparten información del documento numerado "2".

D. El documento allegado y analizado, de acuerdo al acta de Subcomité Técnico # 2 del 11 de julio del 2019, numerado "4", no resuelve el interrogante planteado por el señor Juez.

E. De otra parte, se advirtió anexo dentro de la documentación allegada, la resolución 820 del 01 de junio de 2018 expedida por la Agencia Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, en la que se conminó a EPM a: *"La Sociedad Hidroituango S.A. E.S.P., a su costa deberá contratar un perito (s) experto (s) a fin que emita un dictamen claro, preciso, detallado y objetivo, sobre las condiciones actuales de estabilidad (bajo el escenario de contingencia) y futura (bajo el escenario de operación) de la infraestructura asociada a las obras principales del proyecto Central Hidroeléctrica Ituango, que suministre información suficiente a la ANLA que le permita tener certeza científica sobre la existencia o no condiciones de riesgo que pueda derivar en impactos sobre el ambiente, por posibles efectos sobre la integralidad de la infraestructura existente en el proyecto ocasionando graves inundaciones aguas abajo, con ocasión de la contingencia iniciada el día 28 de abril de 2018."*

Se espera que el estudio respectivo, que según información suministrada por el ingeniero JUAN CARLOS GALLEGO CORRALES, se encuentra en curso, resuelva de acuerdo a su objeto el interrogante planteado por el señor Juez

**En síntesis, de la documentación puesta a disposición para análisis a través del Subcomité Técnico (acta del documentación del 11 de julio de 2019 y anexos posteriores), en criterio del grupo de ingenieros civiles de la Dirección Nacional de Investigaciones Especiales de la Procuraduría General de la Nación, únicamente el denominado "DIAGNÓSTICO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO CONTINGENCIA VOLUMEN 2" elaborado por EPM – María C. Sierra - Consorcio Generación Ituango – Integral, aborda de manera parcial el requerimiento del señor Juez 75 Penal Municipal con Función de Control de Garantías relativo a la estabilidad del macizo rocoso.**

## VII. ANEXOS

Disco compacto con archivos digitalizados de los documentos valorados (1 CD).



