

Oficio Nro. MERNNR-VM-2022-0046-OF

Quito, D.M., 18 de febrero de 2022

**Asunto:** INFORME DE CUMPLIMIENTO DE DECLARATORIA DE ESTADO DE EXCEPCIÓN DISPUESTO POR DECRETO EJECUTIVO No. 296

Señor Magíster  
Fabián Teodoro Pozo Neira  
**Secretario General Jurídico**  
**PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA**  
En su Despacho

De mi consideración:

En atención al Oficio Nro. Oficio Nro. PR-SNJRD-2022-0014-OQ, de fecha 18 de enero de 2022, suscrito por el Mgs. Fabián Teodoro Pozo Neira, Secretario General Jurídico de la Presidencia de la República, que en su parte pertinente indica: *“Dado que el período de estado de excepción concluye el 15 de febrero de 2022, a fin de cumplir con la obligación contenida en el artículo 166 de la Constitución de la República, solicito remitir **hasta el 18 de febrero de 2022**, un informe de cumplimiento que refleje las acciones tomadas respecto del estado de excepción dispuesto mediante Decreto Ejecutivo No. 296. Dicho informe se deberá acoplar a los parámetros y requisitos señalados por la Corte Constitucional en su dictamen.”*; al respecto me permito informar lo siguiente:

Conforme a lo solicitado y en virtud de las acciones realizadas por esta Cartera de Estado desde el 15 de diciembre de 2021 en atención a la emergencia suscitada en el cantón de Zaruma se desplegó el contingente humano y técnico del Vice Ministerio de Minas así como también el apoyo de las entidades adscritas como son el Instituto de Investigación Geológica, y la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, colaboración del Cuerpo de Ingenieros del Ejército y la academia a fin de generar el plan de remediación correspondiente mismo que se encuentra ejecutando.

Por lo expuesto remito adjunto el informe de cumplimiento correspondiente respecto del trabajo articulado realizado en el socavón suscitado en el cantón Zaruma.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Oficio Nro. MERNNR-VM-2022-0046-OF

Quito, D.M., 18 de febrero de 2022

*Documento firmado electrónicamente*

Ing. Xavier Fernando Vera Grunauer  
**VICEMINISTRO DE MINAS**

Referencias:

- MERNNR-MERNNR-2022-0113-EX

Anexos:

- decreto\_ejecutivo\_no\_\_2960161630001642523402.pdf  
- dictamen\_9-21-ee.pdf  
- informe\_de\_acciones\_de\_emergencia\_en\_casco\_urbano\_de\_zaruma\_2022.pdf

Copia:

Señor Ingeniero  
Juan Carlos Bermeo Calderón  
**Ministro de Energía y Recursos Naturales No Renovables**

Señor Magíster  
Martín Cordovez Dammer  
**Director Ejecutivo**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO Y ENERGÉTICO**

Señor Doctor  
Jaime Cristobal Cepeda Campaña  
**Director Ejecutivo**  
**AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES**  
**NO RENOVABLES**

Señor Ingeniero  
Alvaro Miguel Sánchez Romero  
**Coordinador Zonal Sur**

Señor Abogado  
Juan Carlos Escobar Vallejo  
**Asesor 2**

Señor Abogado  
Jorge Washington Gómez Campoverde  
**Asesor 3**

## INFORME DE ACCIONES DE EMERGENCIA EN CASCO URBANO DE ZARUMA

### 1. Antecedentes

El miércoles 15 de diciembre de 2021, en la calle Colón y Ernesto A. Castro de la ciudad de Zaruma en la provincia de El Oro, se produjo una subsidencia por un socavón, el cual ha afectado a varias viviendas del sector

La subsidencia ocurre producto de la falla súbita del terreno, del cual se compone de arcillas (espesor aproximado de 10 m) y macizo rocoso de composición volcánica, que presenta diferentes grados de meteorización, con tendencia a roca fresca a profundidad (a partir de los 40 metros, se tiene una roca con ligera meteorización).

Desde el 2017, los trabajos ejecutados por el INIGEMM (actual IIGE), indicaron la presencia de una caverna de grandes dimensiones, producto de la actividad minera ilegal, que se ha venido practicando en los últimos tiempos.

Mediante Resolución N° 002-2021-COE-ZARUMA el Gobierno Autónomo Descentralizado de Zaruma con fecha 15 de diciembre de 2021, se declara en emergencia, específicamente en el perímetro de las calles Colón, 29 de noviembre, 10 de agosto, Ernesto A. Castro, 09 de octubre e Independencia del casco urbano de Zaruma.

Mediante Decreto Presidencial Nro. 296 del 17 de diciembre de 2021, se declara el estado de excepción por calamidad pública en el cantón Zaruma provincia de El Oro, por el plazo de 60 días. Esta declaratoria se fundamenta en los hundimientos ocurridos en este cantón que afectan los derechos de sus habitantes y el patrimonio de la ciudad a causa de la actividad minera ilegal, así también en el artículo 7 se dispone que la gestión de la emergencia se articule y coordine mediante el Comité de Operaciones de Emergencia Nacional, en el marco de las competencias y atribuciones de cada entidad integrante de dicho comité, finalmente en el artículo 9 se dispone al Comité de Remediación y Fomento Productivo del área minera Zaruma-Portovelo, la actualización del Plan Estratégico, que contendrá la secuencia de planes, programas y proyectos para la mitigación, recuperación y remediación de las causas y efectos provocados, de conformidad con sus competencias.

En virtud del Decreto Ejecutivo Nro. 296 se presenta el INFORME DE LAS ACCIONES EN EL MARCO DE LA EMERGENCIA EN EL CASCO URBANO DE ZARUMA con la finalidad de informar las acciones realizadas por esta cartera de estado en el marco de sus competencias.

### 2. Introducción

El presente informe es un avance de todas las acciones realizadas en cuanto a los estudios, medidas de remediación que se han realizado durante la emergencia que van desde los estudios geológico – geotécnico que son llevados a cabo por el Instituto de Investigación Geológica y Energética desde el mes de diciembre de 2021, los cuales describen las condiciones geológicas-geotécnicas del socavón en la calle Colón, ciudad de Zaruma, en la provincia de El Oro y de otros sectores que se han identificados a través de técnicas de prospección en el terreno. Una de estas campañas es la prospección geofísica (método indirecto) que se utiliza para obtener información de las características del subsuelo y conocer las propiedades físicas de los materiales que conforman el terreno a través de método eléctrico. A su vez se están realizando un monitoreo constante de las grietas de tracción en el área del socavón de la Ave.

Colón y en conjunto con el Instituto Geográfico Militar el monitoreo, control horizontal y vertical a través de la red Geodésica para conocer los hundimientos y levantamientos (deformaciones) del terreno, y de manera indirecta la interferometría a través de tratamiento de imágenes ópticas terrestres de alta resolución. En cuanto a los métodos directos se han realizado perforaciones para identificar las profundidades de los materiales y las posibles cavidades asociadas a galerías subterráneas.

Se ha generado información del subsuelo a través de la topografía subterránea en la que se ha identificado galerías, rebajes, chimeneas y cámaras bajo el caco urbano de Zaruma, la misma se está realizando por sectores, siguiendo las fases de la solución integral.

La información técnica generada han llevado a identificar las medidas de remediación en superficie y en subsuelo, el presente documento presenta los resultados de los estudios técnicos en el casco urbano de la ciudad de Zaruma; cuyo propósito es brindar insumos técnicos a las entidades y gobiernos locales para la toma de decisiones ante la problemática de Zaruma.

En cuanto al control y regulación de la minería, se programó y ejecutó inmediatamente inspecciones de todas las Labores Mineras circundantes a la Zona de Exclusión Minera de Zaruma. Además de inspecciones a las Plantas de Beneficio en el Distrito Minero ZarumaPortovelo, para la verificación de su legalidad del material.

La documentación de los informes está anexa en el siguiente link de descarga: [https://drive.google.com/drive/folders/1\\_XWymDakPGiBGsFrffx9ZDrjwXIO-LAh?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1_XWymDakPGiBGsFrffx9ZDrjwXIO-LAh?usp=sharing)

### 3. Cronología de las actividades relevantes

A continuación, se muestran en orden cronológico de las acciones relevantes ante la problemática del Casco Urbano de Zaruma:



#### 4. Acciones Inmediatas

- Traslado de personal de Instituto de Investigación Geológico Energético –IIGE- con el equipo para el levantamiento de información aerofotogrametría, modelos digitales de elevación, (Topografía), que permitirá definir el área de riesgo de colapso.
- Fases de plan técnico de acción por parte del Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables –ARCERNNR-.



#### 5. Acciones Ejecutadas

Con el objeto de informar las acciones desarrolladas por las instituciones adscritas a esta Cartera de Estado, dentro del ámbito de sus competencias, se presenta la compilación de informes del VICEMINISTERIO DE MINAS, ARCERNNR e IIGE.

##### 5.1 Instituto de Investigación Geológico y Energético

Del Capítulo 2 indica lo siguiente:

*“... El presente documento y los links incluidos, contiene el compendio de los trabajos ejecutados en campo, por los técnicos delegados del Instituto de Investigación Geológico y Energético, IIGE. Los trabajos han sido levantados a partir del 16 de diciembre de 2021, en el socavón (hundimiento) ocurrido por la subsidencia del terreno, en la calle Colón y Ernesto A. Castro, en el casco urbano de Zaruma. Los resultados e insumos generados por el IIGE, han sido entregados por medios electrónicos, a todas las instituciones involucradas en el seguimiento del evento, con el objetivo de llevar a cabo trabajos coordinados inmediatos y con la visión de llevar a cabo trabajos a futuro, en territorio. Entre las instituciones a la cuales se les ha entregado los productos son: Cuerpo de Ingenieros del Ejército (CEE), Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Zaruma (GADMZ), Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), entidades adscritas y consultoras. Se presenta un resumen de los*

trabajos ejecutados por el IIGE, los cuales comprenden levantamientos por componente de Topografía (de superficie), Geofísica, Geología y Análisis Geotécnico, considerando como base, información levantada por el ex Instituto Página 5 de 13 Nacional de Investigación Geológica, Minero, Metalúrgico (INIGEMM), a partir del año 2016.

## 2.1. COMPONENTE DE TOPOGRAFÍA

El levantamiento de información mediante equipos de precisión, permitió generar: nube de puntos, ortofotos, modelos digitales del terreno, curvas de nivel, entre otras, herramientas indispensables para el análisis geométrico del terreno y del hundimiento, control de obra y movimiento de tierras, replanteo de puntos para investigaciones indirectas y directas, entre otros.

## 2.2. COMPONENTE DE GEOFÍSICA

Se realizó investigación indirecta en el terreno mediante prospección geofísica empleando el método eléctrico, el cual consiste en establecer las curvas de variaciones de resistividad eléctrica con la profundidad del terreno a través de medidas en la superficie, estas mediciones fueron realizadas con un resistivímetro de subsuelo (SuperSting R8/IP) de ocho canales multi-electródico.

Se realizaron ensayos a lo largo de **1837.66 metros lineales de terreno**, con una profundidad de investigación máxima de **16.70 metros**. En base a la interpretación de los resultados de cada línea de investigación geofísica, se propusieron dos lugares para realizar investigaciones directas del terreno.

| SONDEO EXPLORATORIO | ESTE (m)   | NORTE (m)   | COTA (msnm) | SECTOR   | ERT |
|---------------------|------------|-------------|-------------|--|-----|
| 1                   | 654330,282 | 9591874,380 | 1190,848    | Terrenos de la Unidad Educativa La Inmaculada "Fe y Alegría" | 7   |
| 2                   | 654346,292 | 9591940,258 | 1198,042    | Calle Pichincha - Coliseo Zaruma                             | 1   |

## 2.3 COMPONENTE DE GEOLOGÍA Y ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Los resultados geológicos de los levantamientos en campo, así como el análisis de la información geotécnica del terreno, con base a las investigaciones ejecutadas por el INIGEMM (2017), permitieron generar modelos geológicos y geotécnicos del hundimiento, que fueron considerados para el diseño de obras de contención en los taludes expuestos.

### Geología y Análisis Geotécnico

Como trabajo inicial se consideró el levantamiento bibliográfico con el fin de comprender el entorno geológico del sector. En los datos históricos de la zona, se describe al Distrito Minero Zaruma – Portovelo, como un sistema de vetas de rumbo norte - sur con variaciones de rumbo noreste- suroeste y noroeste - sureste, cuya mineralización se encuentra alojada en rocas volcánicas correspondiente a la Unidad Portovelo.

Como parte de los trabajos geológicos, se han realizado inspecciones en el sitio del hundimiento en los taludes expuestos, registrando las direcciones de las discontinuidades (grado de fracturamiento del macizo rocoso) y recopilando información litológica, cuya geoquímica indica rocas andesíticas, influenciadas por alteración hidrotermal (Ver ANX1 y ANX2, en el link de descarga). Esta información es

correlacionada con información recopilada en investigaciones ejecutadas por el IIGE, entre julio y octubre de 2021 en el territorio, así como también por el INIGEMM en el año 2017.

El Análisis Geotécnico, permitió clasificar la estabilidad del talud con base al índice SMR (Slope Mass Rating, Ver ANX3 en el link). Así mismo, se propone un modelo geológico – geotécnico (ver desde ANX4 al ANX7 en el link de descarga) para el talud nor-oeste (NW) y el talud sur-este (SE), los cuales, debido a la dirección del talud y a su configuración estructural, presentan roturas de tipo planar y tipo vuelco (toppling), respectivamente.

En subterráneo, se realizó la valoración de la calidad del macizo rocoso, en la zona del desplante del tapón de hormigón norte, el cual se ubica en el punto topográfico “X11”, de coordenadas UTM WGS 84: 654366.637 E, 9591799.99 N, 1103.409 msnm. La calidad geotécnica con base al índice RMR (Rock Mass Rating), indica roca de Calidad Media a Mala (Ver ANX8 y ANX9 en el link de descarga).

### Monitoreo de grietas de tensión

En la zona de subsidencia Para tal efecto, se recolectó información de **35 grietas** en la zona de subsidencia en los sectores: calle Colón, calle Ernesto A. Castro y calle 29 de Noviembre. Las grietas con mayores aperturas se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Valores de apertura y tasas de deformación máxima y mínima de las grietas de tensión, expresadas en mm/día.

| CÓDIGO DE GRIETAS DE TENSIÓN | LUGAR              | APERTURA ACUMULADA (mm) (al 03 febrero) | TASA DEFORMACIÓN MÁXIMA (mm/día) | TASA DEFORMACIÓN MÍNIMA (mm/día) |
|------------------------------|--------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|
| P76                          | Av. 29 noviembre   | 104.23                                  | 9.63                             | 0.0021                           |
| P74                          | Av. 29 noviembre   | 37.69                                   | 2                                | 0.00817                          |
| P229N                        | Av. 29 noviembre   | 34.33                                   | 1.94                             | 0.00342                          |
| P529N                        | Av. 29 noviembre   | 29.64                                   | 1.48                             | 0.006                            |
| P11EC                        | Av. Ernesto Castro | 25.59                                   | 1.94                             | 0.005                            |



Ubicación de las grietas de tensión registradas y monitoreadas desde el 16 de diciembre de 2021

## 5.2 Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables

*Se efectuó por parte de la ARC, la planificación de actividades y parte operativa de trabajos a realizarse de manera cronológica por parte de la institución conforme a lo establecido en el Decreto Ejecutivo Nro. 296 expedido por el señor Presidente Constitucional de la República, con fecha 17 de diciembre del 2021, en la Zona de Exclusión Minera ubicada en el cantón Zaruma de la Provincia de “El Oro”.*

## 5.3 Viceministerio de Minas y Empresa Privada

Coordinación de las acciones para la remediación de la zona afectada por el socavón de Ave. Colón en la que se vio afectada infraestructura vial y vivienda, para esto se gestionó lo siguiente:

- Análisis de medidas de remediación en el casco urbano de Zaruma por las instituciones Técnicas científicas y Cuerpo de Ingeniero del ejército liderada por MERNNR.
- Entrega de 3780 m<sup>2</sup> de geomembrana donada por ECUACORRIENTES, para prevenir la erosión de los taludes.
- Habilidad de la mina San Antonio para realizar trabajos subterráneos.
- 4 plataformas con material (240 tubos de 4 pulgadas y 400 tubos de 6 pulgadas, donado por PETROECUADOR.
- Instalación de Comité Técnico para remediación de casco urbano de Zaruma, para plantear soluciones integrales
- Inicio de levantamiento topográfico subterráneo, geológico y geotécnico.
- Instalación de líneas de vida para trabajos subterráneos.
- Construcción de Bypass, para ejecución de trabajos de tapón.
- Inicio de anclajes, malla y hormigón proyectado para el socavón
- Propuesta de solución integral para el casco urbano de la ciudad de Zaruma (Relleno) en la que se contempla 4 fases: **FASE 1:** SOCAVÓN AVE. COLÓN, DESDE EL MUNICIPIO HASTA ESCUELA LA INMACULADA (SUPERFICIE Y SUBSUELO), **FASE 2:** DESDE EL MUNICIPIO HASTA LA GONZALO PIZARRO. (SUR). **FASE 3:** DESDE ESCUELA LA INMACULADA HASTA EL COLISEO MUNICIPAL. (NORTE). **FASE 4:** DESDE LA COTA 1050 HASTA NIVEL L1/3

En cada fase se está contemplando trabajos de levantamiento de información técnica en superficie y en subsuelo, coordinados por el IIGE, ARCERNNR y empresa privada, construcción de by pass y tapón 1, asimismo participación en la mesa 3 y 7 del COE, y demás acciones indicadas en el presente informe, el Viceministerio de minas ha estado liderando y coordinando los trabajos de remediación en el casco urbano de Zaruma.

### CONSTRUCCIÓN DE BY PASS

*La construcción del by pass (Fig. 1) para salida de emergencia del tapón 1 de Zaruma inició el 20 de enero de 2022 con sección 1.5 x 1.5 m y una longitud de +/- 18 m, tiene un azimut de 180° y un buzamiento de 85°, está construido en roca de caja de composición andesítica con mineralización polimetálica pirita-calcopirita. El objetivo principal del by pass es utilizarlo como salida de emergencia luego de que las cámaras y salones bajo el casco urbano de Zaruma sean rellenadas con hormigón desde superficie a través de tubería de 4-6”, otro objetivo del by pass es permitir la fundición del tapón de contención de hormigón de alta resistencia  $f_c > 240 \text{ kg/cm}^2$ .*



Figura 1. Ubicación de by pass para salida de emergencia

## 2. COSTRUCCION DEL ENCOFRADO DEL TAPON

El tapón de hormigón armado con varilla  $\varnothing = 25$  mm y estribos  $\varnothing = 12$  mm fue diseñado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército y datos geológicos y geotécnicos provenientes de los técnicos geólogos del Comité Técnico Itinerante de Zaruma, está pensado para soportar los siguientes modos de rotura obligatorios en la literatura geotécnica internacional:

- 1) Falla por corte
- 2) Falla por flexión de viga gruesa
- 3) Falla debido a filtración excesiva
- 4) Falla por fracturamiento hidráulico
- 5) Falla del concreto por desintegración físico-química a largo plazo

El encofrado del tapón es de madera de la localidad de Zaruma y tiene como función contener el hormigón de la fundición, primero se construyó el encofrado aguas abajo a partir del 25 de enero del año en curso. Tiene que ser drenado permanentemente con mangueras para evitar acumulación de agua durante el proceso de fundición. El otro encofrado del tapón es aguas arriba y aunque tiene función similar en cuanto a soportar el peso del hormigón armado, tiene que ser construido y levantado desde la base conforme avanza la fundición del tapón.



Encofrados apuntalados, aguas abajo (izq) y aguas arriba (der) del tapón de hormigón armado

*Como se mencionó es necesario drenar el encofrado para evitar peso adicional en el interior del encofrado. Este proceso se realiza mediante manguera o tubería PVC de 2”.*



*En rojo se indica el sitio de ubicación de drenaje de agua del tapón*

### 2.1. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL TAPÓN

*Como se mencionó el CEE diseñó la estructura de acero del tapón que incluye conformación de anillos estructurales de acero con varilla de 25 mm amarrada por estribos de 12 mm, además el empotramiento de la estructura en los hastiales de la roca para evitar la falla por corte del tapón y finalmente el sostenimiento de los hastiales por las discontinuidades encontradas, el tipo de relleno suave arcilloso de las juntas y la meteorización de la roca. Interior mina se llevó a cabo estrictamente el diseño estructural.*

*Para la calificación del macizo rocoso, así como para la ubicación del tapón se realizó el respectivo levantamiento de campo mediante estación geomecánica, cinta y brújula.*

### 3. FUNDICIÓN DEL TAPÓN

*La fundición del tapón 1 se realizó en etapas debido a la resistencia al corte del encofrado de madera es decir la madera podría fallar por excesiva presión de la fundición del hormigón por lo tanto no se puede fundir en una sola etapa la dimensión total del tapón 5\*4.2\*0.9 m. La primera etapa se fundió hasta 0.5 m con tubería para transporte de hormigón PVC de 6” y uniones del mismo material y diámetro. El hormigón con una caída de 70 m se envió desde superficie a través como se mencionó de tubería PVC. En la llegada del hormigón de la tubería vertical de PVC se instaló un codo de 45° que sufrió rotura por golpe del agregado lo que ocasionó la suspensión del hormigón del día 4 de febrero/2022.*



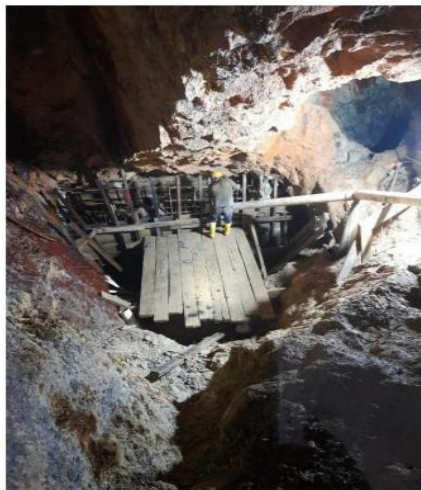
*Fundición de hormigón de la primera etapa con tubería 100% PVC ( $\varnothing=6''$ )*

*A partir de esa fecha se procedió a reperfilar el pozo Esperanza 2 que es el seleccionado para logística de hormigón, moler la tubería de PVC atascada en el interior y reemplazar por tubería de petróleo con el mismo objetivo bombear hormigón para el tapón 1.*



*Tubería de petróleo para bombeo de hormigón y trapecio de recepción*

*En la segunda y tercera etapa de fundición de hormigón (8/2/2022 y 9/2/2022) se bombeó a gravedad 7 m<sup>3</sup> en cada etapa, se utilizó tubería de producción de petróleo y se eliminó el codo de PVC, también se incrementó en 1.2 m la altura del encofrado de madera y se envió directamente desde la tubería inclinada de PVC que no fue reemplazada por no ser parte del tramo vertical, hacia el encofrado en forma directa. La finalización de la fundición del tapón de hormigón se realizó el 10/2/2022 con la última tongada de mezcla desde superficie para rellenar la parte final y mas alta del encofrado equivalente a un volumen de +/- 3.5 m<sup>3</sup>.*



*Fundición de hormigón en forma directa con tubería vertical de petróleo y tramo inclinado de PVC*

#### 4. LIMPIEZA DE TUBERÍA

*Luego del desalojo de cada mixer de hormigón de 3.5 m<sup>3</sup> de capacidad se procede a limpiar la tubería con un cambio de líneas hacia el by pass usando agua limpia desde superficie hasta que se obtenga un residuo limpio que significa en gran medida que se ha eliminado las impurezas de hormigón en las líneas de 4.5 "y 6" respectivamente de acero y PVC, así finaliza cada etapa de fundición-bombeo-limpieza*

#### 5. ETAPA FINAL

*El día 10 de febrero del año en curso finalizó la fundición del tapón 1 cuyo objetivo como se mencionó es contener el hormigón de relleno, el relleno hidráulico, la inyección de relaves o material fino triturado de escombrera, cualquiera sea el método que se utilice en el relleno el tapón tendrá la capacidad de soportar el esfuerzo que se aplicará en la estructura de hierro-cemento. Luego de la fundición se realizó un monitoreo a las 48 horas y se evidenció que el trabajo fue exitoso. En la figura de la derecha se observa el monitoreo de la obra subterránea. La cantidad final de hormigón fue de 18 m<sup>3</sup> aproximadamente divididos en tres etapas que incluyó subida del encofrado hasta la altura total de 4.2 m.*

Etapa 1: 7 m<sup>3</sup> Etapa 2: 7 m<sup>3</sup> Etapa 3: 4 m<sup>3</sup>



*Tapón 1 fundido total y monitoreo a las 48 horas (derecha) sin novedad*

*La Coordinación Zonal de Minería Sur, ha mantenido presencia de personal técnico y administrativo desde el 15 de diciembre del 2021 en Zaruma con la finalidad de coordinar, apoyar e informar las acciones realizadas por instituciones con el fin de mitigar y remediar los efectos producidos por el hundimiento de la calle Colón.*

*Como parte de este accionar en la zona cero se ha gestionado con la empresa pública y privada la donación de materiales e insumos que actualmente se encuentran utilizando en los diferentes trabajos de remediación tanto en superficie como en subterránea. Este aspecto fue muy importante ya que permitió tomar acciones ágiles y oportunas ante el evento adverso.*

*Otro aspecto y no menos importante es la presencia de la Coordinación Zonal Sur, en las reuniones convocadas por el COE provincial realizadas en la ciudad de Zaruma, siendo parte de la Mesa de Servicios Básicos Esenciales (MTT3) y Mesa de Infraestructura y Vivienda (MTT7).*

*La Coordinación Zonal Sur, desde la declaratoria de emergencia del catón Zaruma, asiste a las reuniones diarias del Comité Técnico de Ayuda a Zaruma Frente al Estado de Excepción, con el objetivo de planificar desde el área técnica las actividades a desarrollar, así como, la revisión de los avances realizados en la remediación en superficie y subterráneo.*

*De manera articulada, la Coordinación Zonal Sur con la Secretaria de Gestión de Riesgos SNGRs y la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No renovables ARCERNNR, realizan actividades de geofísica con georadar móvil en sitios claves del casco urbano, cuyos resultados han sido plasmados en el **informe de Investigación de Posibles Bocaminas dentro de la Zona de Exclusión Zaruma**, mismo que fue puesto en conocimiento de la Gobernación de El Oro.*

## **6. Brechas Identificadas**

### **6.1 Instituto de Investigación Geológico y Energético**

#### *COMPONENTE TOPOGRAFÍA*

- *Se necesita la instalación de una estación de monitoreo continuo (REGME) en la ciudad de Zaruma, Portovelo o Piñas, lo cual ha sido tratado con el Instituto Geográfico Militar (IGM).*
- *Se requiere de un equipo de topografía de precisión portable, para el levantamiento de labores subterráneas; el proceso para adquirir el equipo, se encuentra en instancias administrativas.*

#### *COMPONENTE GEOFÍSICA*

- *Generación de modelos 3D de las tomografías de resistividad eléctrica, para el cálculo del volumen de las anomalías del subsuelo, una vez que el equipo SuperSting R8/IP, propiedad del IIGE haya, recibido el mantenimiento correctivo.*

#### *COMPONENTE GEOLOGÍA – ANÁLISIS GEOTÉCNICO*

- *Para la determinación de las propiedades mecánicas de la matriz rocosa, con base a criterios empíricos y ábacos, se requiere de equipos de medición de resistencia a la compresión in situ (Martillo de Schmidt, Carga Puntual); se deben implementar las gestiones para la adquisición de equipos de campo.*
- *Para la determinación de propiedades físicas y mecánicas del terreno en laboratorio, se está haciendo el acercamiento con laboratorios de mecánica de rocas y suelos certificados*

### **6.2 Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables**

- *Necesidades de Talento Humano*

*Mediante Oficio Nro. ARCERNNR-ARCERNNR-2020-0217-OF, de 16 de noviembre de 2020, la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables solicitó al Ministerio de*

*Economía y Finanzas, asigne los recursos necesarios para contratación de personal con el propósito de cubrir el déficit de 26 personas para fortalecer la Coordinación Técnica de Control y Regulación Minera, según reforma INTER Nro. 83, planteada por un valor de \$54,431.09, una vez que esta Agencia contó con la validación de la plantilla óptima de personal por parte del Ministerio del Trabajo.*

*A través de Oficio Nro. ARCERNNR-ARCERNNR-2021-0074-OF, de 08 de febrero de 2021, se efectuó la insistencia al requerimiento señalando en el párrafo precedente, indicando lo siguiente: “Como alcance a la comunicación referida, y en razón de que hasta la presente fecha no se ha recibido respuesta por parte del Ministerio de Economía y Finanzas, me permito solicitar nuevamente, se asignen los recursos necesarios para financiar los 26 contratos de servicios ocasionales requeridos para la actividad Minera, identificados en la Plantilla Óptima de Talento Humano validada por el MDT, a través de Oficio Nro. MDT-DISP-2020- 0004-OF de 10 de noviembre de 2020, para lo cual, adjunto la masa salarial actualizada para el año 2021, por un valor de USD 550,982.45.”*

*Mediante Informe N°. DATH-2021-105 de 28 de septiembre de 2021, la Dirección de Administración de Talento Humano elaboró el dimensionamiento de personal de la gestión minera, a través del cual se identificó una brecha de 92 personas, de las cuales en Planta Central se requieren 32 Servidores Públicos, mientras que, a nivel desconcentrado se requieren 60 Servidores Públicos, con un costo aproximado de masa salarial mensual de USD. \$151.245, y anualmente se requiere un presupuesto aproximado de USD. \$1'814.943,80. Esto es para lograr un dimensionamiento completo de la problemática y así poder atender las necesidades de control y seguimiento a nivel nacional.*

*Mediante Oficio Nro. ARCERNNR-CGAF-2021-0141-OF de 15 de diciembre de 2021, la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables remitió la Planificación del Talento Humano 2021 para aprobación del Ministerio del Trabajo; en la mencionada planificación se contempló una brecha de 92 personas requeridas para la gestión minera. Posteriormente, mediante Oficio Nro. ARCERNNR-ARCERNNR-2022-0054-OF del 25 de Enero de 2022, la Dirección Ejecutiva de la Agencia pone en conocimiento del Viceministerio de Minas del MERNNR, las necesidades presupuestarias “que permitan fortalecer la regulación y control en el sector minero” en la cual se consideran un monto de USD 1.402.504,50 para el financiamiento de las 92 técnicos antes señalados, pero para el periodo marzo-diciembre 2022*

- *Necesidades para la atención y respuesta a la situación actual de la Minería Ilegal – Zaruma*

*Debido a la situación presupuestaria por la que ha atravesado el país, en los últimos años, no se han realizado procesos para la dotación de equipo de trabajo para los funcionarios de la Coordinación Técnica de Regulación y Control Minero, así como tampoco se han actualizado equipos, software y herramientas indispensables para el desarrollo de las actividades de control y regulación en el sector minero, agravado a la presente fecha, por la situación de emergencia presentada en la ciudad de Zaruma.*

*El capital humano destinado a estas actividades carece de equipamiento básico y los instrumentos que se encuentran en uso no tienen actualización tecnológica, en conclusión, no cuentan con equipos favorables para ejercer sus competencias.*

*Mediante Oficio Nro. ARCERNNR-ARCERNNR-2022-0054-OF del 25 de Enero de 2022, la Dirección Ejecutiva de la Agencia pone en conocimiento del Viceministerio de Minas del MERNNR, las necesidades*

presupuestarias “que permitan fortalecer la regulación y control en el sector minero” en la cual se consideran un monto de USD 1.015.639,87 para el Estado de Excepción en el Cantón Zaruma, conforme el siguiente detalle:

| RUBRO  | PROYECCIÓN DE PRESUPUESTO<br>ADICIONAL REQUERIDO |
|--|--|
| Adquisición de Maquinaria y Equipo   | 722.419,98                                       |
| Adquisición de Equipos Informáticos  | 239.544,34                                       |
| Adquisición de Materiales de Aseo y Oficina  | 2.448,00   |
| Adquisición de Herramientas  | 828,00   |
| Adquisición de Vestuario, Lencería, Prendas de Protección y Accesorios Para Uniformes del Personal de Protección, Vigilancia y Seguridad | 8.909,55   |
| Contratación de Licencias y Paquetes Informáticos  | 4.500,00   |
| Adquisición de Vehículos   | 36.990,00  |
| <b>TOTAL</b>   | <b>1.015.639,87</b>                              |

*Detalle de necesidades para la atención y respuesta a la situación actual de la Minería Ilegal Zaruma.*

### 6.3 Viceministerio de Minas y Empresa Privada

#### **Minería ilegal**

*Pese a los esfuerzos desplegados por las instituciones de control, sea esta Policía Nacional y Fuerzas Armadas la presencia de los denominados “Sableros” continua con su accionar bajo el casco urbano de Zaruma, factor que sin duda influye en las actividades diarias de los equipos de trabajo.*

#### **Seguridad**

*Mediante Decreto Ejecutivo No. 296 de 17 de diciembre de 2021, se declaró el estado de excepción en el catón Zaruma, que dispone la movilización desde todo el territorio nacional de las entidades de Administración Pública Central e institucional que sean necesarias, en especial las Fuerzas Armadas y Policía Nacional. Sin embargo, de esta disposición el personal de grupos tácticos especializados de Policía Nacional y Fuerzas Armadas que brindan seguridad al personal técnico, grupos de trabajo y material posiblemente mineralizado en interior mina han disminuido paulatinamente el numero de sus efectivos, lo que ha derivado que las actividades sean inseguras.*

#### **Coordinación Institucional**

*Las actividades planificadas en el Comité Técnico de Ayuda a Zaruma Frente al Estado de Excepción no se desarrollaban en los horarios establecidos, provocando el retraso de los trabajos de ingreso a interior mina y malestar en las entidades públicas y especialmente en la ciudadanía que apoya en los trabajos de remediación.*

## 7. Pasos a seguir

### 7.1 Instituto de Investigación Geológico y Energético

| COMPONENTE                     | ACCIONES A CORTO PLAZO   | ACCIONES A MEDIANO PLAZO   | ACCIONES A LARGO PLAZO   |
|--------------------------------|--|--|--|
| TOPOGRAFÍA                     | Continuar con el monitoreo en los puntos de control horizontal y vertical colocados en zonas circundantes al socavón.  | Monitoreo de puntos para control horizontal y vertical entre el Hospital Humberto Molina y el Coliseo de Zaruma.                             | Identificación y monitoreo para control horizontal y vertical en la Zona de Exclusión de Zaruma (177 ha).                          |
|                                | Respecto a la topografía subterránea, realizar el levantamiento de las labores mineras que se involucran entre la calle Gonzalo Pizarro y el Coliseo de Zaruma, previamente inspeccionadas y acondicionadas. | Respecto a la topografía subterránea, realizar el levantamiento de las labores que se involucran en la Zona de Exclusión de Zaruma (177 ha). |  |
| GEOFÍSICA                      | Mantenimiento correctivo del equipo SuperSting R8/IP   | Levantamiento de información geofísica en 3D   | Aplicación y correlación con métodos geofísicos (sísmica de refracción y gravimetría); corroboración con investigaciones directas. |
| GEOLOGÍA Y ANÁLISIS GEOTÉCNICO | Mapeo geológico – geotécnico de las labores mineras ilegales en subterráneo, que se  | Mapeo geológico en superficie a escala 1:5000, en la zona de exclusión de Zaruma.  |  |
|                                | ubiquen entre la calle Gonzalo Pizarro y el Coliseo de Zaruma.   | Mapeo geológico - geotécnico en subterráneo, en la zona de exclusión de Zaruma, para la implementación de sistemas de contención.            |  |

## 7.2 Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables

Realizar acciones de seguimiento y control para evitar actividades mineras ilegales en el área urbana del cantón Zaruma. Propósito: Desarrollar el seguimiento, control de labores mineras en el Zona de Exclusión y áreas circundantes de Zaruma.

Actividades:

- Inspecciones técnicas mineras con el acompañamiento del área legal (colocación de sellos de prohibición).
- Las inspecciones se deberán ejecutar con la planificación y coordinación de las instituciones públicas como: Fuerzas Armadas y Policía Nacional.
- Control y verificación de los Levantamiento topográfico superficial y subterráneo de las labores mineras existentes.
- Seguimiento y control de labores mineras legales circundantes a la Zona de Exclusión que realicen actividades subterráneas.
- Establecer los correctivos técnicos mineros, ambientales y de seguridad minera.
- Cierres (construcción de muros, tapones), colapsos de bocaminas de las labores subterráneas que se consideren riesgosas y que incidan para cometimientos de delitos mineros. Así mismo, para el

seguimiento, control y fiscalización de las labores mineras la ARCERNNR, implementará las inspecciones definidas por los siguientes pasos:

*Paso 1.- Los funcionarios designados (planificación diaria e interinstitucional) ejecutaran las inspecciones establecidas.*

*Paso 2.- Para realizar las inspecciones, los funcionarios designados deberán inspeccionar la CONCESIÓN, LABORES (legales e ilegales), CONTRATOS DE OPERACIÓN y sus alrededores, con el fin de que se cumpla con la normativa minera vigente (con el equipo de protección personal y equipos de medición topográfica y control minero).*

*Paso 3.- Al término de dicha inspección (técnico – administrativa) se determinará las recomendaciones e infracciones detectadas durante la visita, en el caso de ser necesario (en base a la normativa minera) colocarán como medida cautelar SELLOS DE PROHIBICIÓN.*

*Paso 4.- Los funcionarios designados que realizaron la referida inspección, deben elaborar un informe inmediato posterior a la inspección (a través de chat); un informe técnico dirigido al superior jerárquico (Director de Control, Seguimiento y Fiscalización Técnica e Intervención a la Minería Ilegal) para su revisión y aprobación; luego se remitirá inmediatamente a la Coordinación Zonal de Minería del MERNNR y a las instituciones según sea el caso al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) y Fiscalía según sea el caso.*

## 8. Conclusiones

### 8.1 Instituto de Investigación Geológico y Energético

#### COMPONENTE DE TOPOGRAFÍA

- *Al contar con el levantamiento topográfico confiable tanto superficial como al interior de la mina, se pudo realizar cálculos precisos para la ubicación de los Sondeos “Esperanza” necesarios para implementar soluciones en los sectores aledaños a la zona del hundimiento.*
- *El monitoreo mediante control topográfico en el área de subsidencia demuestra que el fenómeno tiene principalmente desplazamientos diferenciales, horizontales y verticales. La interpretación del mapa de vectores de desplazamiento, indica que la principal deformación está orientada a la zona de colapso (al centro del socavón).*
- *El levantamiento con escáner laser de la zona de subsidencia, reflejó los volúmenes de material desplazado, ya sea por movimiento de tierras (corte o relleno), o por el colapso de las paredes del socavón. A la fecha de elaboración del informe, la zona del socavón presenta un volumen de 2186.277 m<sup>3</sup> y un perímetro de 112.428 m.*
- *Respecto a la topografía subterránea y a la configuración geométrica de las labores mineras ilegales bajo el casco urbano de Zaruma, **no se cuenta con ningún tipo de información, en los primeros 80 metros, desde superficie; información imprescindible para la planificación de actividades de remediación.***

#### COMPONENTE DE GEOFÍSICA

- *El subsuelo de la zona afectada por el hundimiento de la calle Colón y sus alrededores fue caracterizado mediante trabajos de prospección geofísica a través de tomografías de resistividad eléctrica (ERT), obteniendo así en la interpretación, posibles cavidades asociadas a galerías debido a sus valores de resistividad eléctrica que varían entre 3000 a 10000 Ohm-m y por la forma*

geométrica. Estas anomalías se localizan a profundidades de investigación entre 6 a 9 metros medidos desde la superficie del terreno.

- A lo largo de las ERT se observan anomalías con resistividades entre 97 y 962 Ohm-m las cuales representan suelo alterado y meteorizado del saprolito de Página 12 de 14 tobas andesíticas y dacíticas alteradas, asociadas a la unidad litoestratigráfica Portovelo.
- Se observan anomalías con alto grado de saturación de agua debido a sus resistividades menores a 10 Ohm-m asociadas a posible acumulación de agua subterránea, sin embargo en algunas ERT estas anomalías por su forma geométrica pueden estar asociadas a cavidades rellenas de material, inundadas y/o colapsadas

#### COMPONENTE DE GEOLOGÍA Y ANÁLISIS GEOTÉCNICO

- Las muestras de roca recolectadas en galerías subterráneas en el sector de la subsidencia de la calle Colón y Ernesto A. Castro en la ciudad de Zaruma, pertenecen a rocas volcanoclásticas de tipo tobas de composición intermedia a ácida, con alto grado de alteración (silicificación y argilización), correspondiente a la Unidad Portovelo.
- La zona de mineralización desarrolladas para el sector de la subsidencia, corresponde a la zona de vetas de adularia-cuarzo y cuarzo-oro con abundante sulfuro, así mismo, óxidos de hierro en relación con un sistema de vetas epitermales.
- En los taludes expuestos en la subsidencia, se describió litología correspondiente a la unidad Portovelo, además del sistema estructural de vetas con rumbo noroeste controlado por fallas regionales con la misma dirección. La descripción macroscópica, in situ muestra litología de tipo toba de líticos púrpura con afectación hidrotermal y meteorización entre media a alta, andesita gris alterada, brecha de falla y material no consolidado tipo arcilla de alta plasticidad.
- En la caracterización geomecánica de los taludes expuestos en la subsidencia, se definió las clases de estabilidad por valores de SMR. Se describe el Talud W como inestable a parcialmente estable; mientras que en los taludes S y E se describen taludes inestables a muy inestables, considerando las características geológicas de los materiales, que disminuye la calidad del comportamiento mecánico de la roca.
- La matriz de roca se encuentra entre alta a medianamente meteorizada limitada por tres familias de discontinuidades cuyas paredes presentan alteración y rellenos de óxidos de hierro, con aleatorias vetillas de cuarzo con aberturas que varían entre milímetros y centímetros.
- En el análisis de la estabilidad de talud noroccidental (NW) se muestra un nivel freático de 1,50 m y sobrecarga de 50 kN/m<sup>2</sup>, en consecuencia, genera inestabilidad en el talud, además se considera la pérdida de resistencia en la zona de transición arcilla y roca por disminución de fricción entre discontinuidades.
- El análisis del factor de seguridad para el talud noroccidental (NW) muestra inestabilidad en comparación con la normativa ecuatoriana (NEC) en etapa de construcción.
- La matriz de roca en el talud suroriental (SE) se encuentra entre alta a medianamente meteorizada, limitada por tres familias de discontinuidades con paredes de las juntas alteradas y rellenos de óxidos de hierro, aleatorias vetillas de cuarzo con aberturas entre milímetros y decímetros. La familia de juntas D1 (N 21 W / 42 NE) genera la inestabilidad; además se encuentra relacionada con la veta falla (N 20 W / 65 NE).
- El análisis del factor de seguridad para el talud suroriental (SE) muestra inestabilidad en comparación con la normativa ecuatoriana (NEC) en etapa de construcción.

- *El levantamiento geomecánico del macizo rocoso en subterráneo empleando el índice RMR, específicamente en la zona de desplante del tapón de hormigón norte, indica roca de calidad media a mala (Roca Tipo III y Roca Tipo IV, respectivamente).*
- *Las grietas con mayor apertura se ubican en el talud suroriental (SE), sobre la calle 29 de Noviembre; los datos fueron obtenidos previo a la colocación de sostenimiento (pernos de anclaje, malla electrosoldada, hormigón)*

## **8.2 Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables**

- *Se ha realizado un total de 138 inspecciones, abarcando tanto a concesiones minerales legales como a actividades desarrolladas dentro de la zona de exclusión minera de Zaruma.*
- *Se han decomisado 253 bultos de material rocoso posiblemente mineralizado producto de labores extractivas en la Zona de Exclusión Minera de Zaruma, y actualmente se encuentra almacenado en los patios del Ministerio de Transporte y Obras Públicas en el cantón Piñas.*
- *De las labores realizadas en la mina San Antonio, se han logrado identificar 1353 bultos de material posiblemente mineralizado, el cual al momento se encuentra dentro de la galería minera, bajo la custodia de personal militar. El material posteriormente será colocado en superficie para su traslado a las bodegas de la Agencia en el cantón Chimborazo.*
- *Se han realizado inspecciones de control y seguimiento a las plantas de beneficio ubicadas en el Distrito Minero Zaruma-Portovelo, con el objetivo de identificar el posible procesamiento de material aurífero proveniente de la Zona de Exclusión Minera de Zaruma.*
- *Se identificaron 7 viviendas en el casco urbano de la ciudad de Zaruma con galerías mineras con conexión a la Zona de Exclusión Minera. El levantamiento inicial de las posibles “cavidades” bajo las viviendas, fue realizado por el Instituto de Investigación Geológico Energético, IIGE*
- *Se contempló una brecha de 92 personas requeridas para la gestión minera*

## **8.3 Viceministerio de Minas y Empresa Privada**

### **Construcción del tapón.**

- *Las condiciones geológicas y de estabilidad de la zona de encofrado y fundición de hormigón se mantuvieron inestables todo el tiempo.*
- *En cada etapa de fundición se realiza un control de puntos críticos como la llegada del hormigón por tubería de petróleo, el tramo y dissipador de velocidad de tubería PVC, las uniones de tubería PVC, el movimiento interior del hormigón al interior del encofrado y las bandejas de hormigón.*
- *En cada etapa de finalización de hormigón se realiza con agua limpieza de líneas de bombeo de hormigón.*
- *Ocasionalmente se solicita a superficie suspender momentáneamente el hormigón para chequeo de puntos críticos El reemplazo de tubería de PVC por tubería de petróleo fue muy importante para el objetivo de fundir el tapón 1*

## **9. Recomendaciones**

### **9.1 Instituto de Investigación Geológico y Energético**

#### **COMPONENTE DE TOPOGRAFIA**

- *Se recomienda continuar con el monitoreo de la topografía superficial con vuelos periódicos y escaneo de la zona de hundimiento, con lo cual se podrá calcular los volúmenes de material relleno en el área del socavón, así como tener un monitoreo de las obras de remediación.*

- Continuar con el monitoreo de las zonas aledañas al colapso a fin de detectar si existen movimientos o deformaciones superficiales que den indicios de riesgo para la infraestructura circundante.
- Implantar más estaciones de monitoreo y aumentar las periodicidades de las mediciones principalmente en las estaciones cercanas a la zona mineralizada de la zona de exclusión de Zaruma, debido a los fenómenos de subsidencia que se vienen presentando.
- Respecto a la falta de información de topografía subterránea en los primeros 80 metros de profundidad, desde superficie, es preciso realizar inspecciones técnicas, en las bocaminas identificada en la ciudad de Zaruma (cercanas a la zona de hundimiento), para rehabilitar y acondicionar la posible galería, previo el levantamiento de información en el terreno.
- Continuar con el levantamiento topográfico a detalle en subterráneo, específicamente entre la calle Gonzalo Pizarro y el Coliseo de Zaruma, en niveles superiores, a partir de la Línea L 1/3 (cota 1035 msnm), considerando las medidas de seguridad física necesaria, habilitación y acondicionamiento de accesos.

#### COMPONENTE DE GEOFÍSICA

- Al ser la prospección geofísica un método indirecto, esta técnica requiere de un método directo (sondeo exploratorio, con o sin recuperación de testigos) para la comprobación de la existencia de las anomalías, que son asociadas a las posibles cavidades producto de las labores mineras subterráneas ilegales.
- Los métodos geofísicos son complementarios entre sí, por lo que se recomienda realizar estudios de prospección geofísica con los métodos de sísmica de refracción y gravimetría para la determinación de la profundidad a basamento y condiciones geomecánicas del sustrato rocos (meteorización, fracturación), competencia de la roca e hidrogeología.

#### COMPONENTE DE GEOLOGÍA Y ANÁLISIS GEOTÉCNICO

- Implementar infraestructuras (locales), para el monitoreo de las condiciones climáticas en territorio.
- Ejecutar ensayos de mecánica de suelos y rocas para el modelamiento geológico y geotécnico.
- Continuar con el mapeo geológico – geotécnico en subterráneo, especialmente, en las labores mineras subterráneas, que se involucren entre la calle Gonzalo Pizarro y el Coliseo de Zaruma. Considerar las medidas de seguridad necesarias, accesos y ventilación de la zona de estudio

### 9.2 Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables

- Continuar con la articulación de las acciones e inspecciones contra la minería ilegal con base a las disposiciones del COE y la mesa técnica de explotación ilícita de minerales conforme a la planificación de las diferentes instituciones como: Ministerio de Gobierno, Ministerio de Defensa, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Zaruma– GADMZ, Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias – SNGRE, Instituto de Investigaciones Geológico y Energético – IIGE, Agencia de Regulación y Control de la Energía y Recursos Naturales No Renovables – ARCERNNR, Coordinación Zonal Sur del Ministerio de Recursos Naturales No Renovables – CZS – MERNNR, Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, titulares de las Concesiones Mineras colindantes a la zona de exclusión de Zaruma, sumar Instituciones Estatales de Control y Vigilancia, así como actores de la Sociedad Civil.
- Continuar con las gestiones para la cubrir la brecha de 92 personas para la gestión minera.

- Continuar con las actividades de seguimiento y control minero, para verificar el cumplimiento de la Ley de Minería vigente y sus reglamentos.

### 9.3 Viceministerio de Minas y Empresa Privada

#### **Construcción del tapón.**

Se recomienda para próximos trabajos establecer puntos críticos en superficie como stock de materiales adecuados en cuanto a diámetro y especificaciones, por ejemplo, la arena y el agregado, tuvo que ser reemplazado por otro adecuado, lo que significa pérdida de tiempo especialmente en subsuelo.

Que se continúe con los trabajos de las siguientes fases 2 y 3 para la remediación de manera articulada con autoridades e instituciones locales y nacionales.

El Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables a través del Viceministerio de Minas y Coordinación Zonal Sur, desde el primer día de la emergencia mantuvieron presencia en territorio articulando diferentes acciones para mitigar este evento adverso.

Jueves 17 de febrero, de 2022.

|   |  |
|---|--|
| <b>Elaborado por:</b>   |  |
| ING. ALVARO MIGUEL SANCHEZ ROMERO<br>COORDINADOR ZONAL SUR DE MINERÍA |  |
| <b>Aprobado por:</b>  |  |
| DR . XAVIER VERA GRUNAUER<br>VICEMINISTRO DE MINAS                    |  |

Oficio Nro. MERNNR-VM-2022-0047-OF

Quito, D.M., 22 de febrero de 2022

**Asunto:** Alcance a Informe de Acciones de Emergencia en Casco Urbano de Zaruma  
Ref. MERNNR-VM-2022-0046-OF

Señor Magíster  
Fabián Teodoro Pozo Neira  
**Secretario General Jurídico**  
**PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA**  
En su Despacho

De mi consideración:

Mediante el presente me permito realizar un alcance al Informe de Acciones de Emergencia en Casco Urbano de Zaruma de fecha 17 de febrero de 2022, que fue remitido con Oficio Nro. MERNNR-VM-2022-0046-OF de fecha 18 de febrero de 2022, en donde se detalla las acciones realizadas entorno a la emergencia suscitada en el cantón Zaruma, donde se desplegó el contingente humano y técnico del Vice Ministerio de Minas así como también el apoyo de las entidades adscritas como son el Instituto de Investigación Geológica, y la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, colaboración del Cuerpo de Ingenieros del Ejército y la academia a fin de generar el plan de remediación correspondiente mismo que se encuentra ejecutando.

Por lo antes descrito me permito poner en su conocimiento un alcance al informe detallado en líneas anteriores.

Información que comunico para los fines legales pertinentes.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

*Documento firmado electrónicamente*

Ing. Xavier Fernando Vera Grunauer  
**VICEMINISTRO DE MINAS**

Anexos:

- informe\_presidencia\_alcance\_22\_02\_22-signed-signed0090313001645549407.pdf

Oficio Nro. MERNNR-VM-2022-0047-OF

Quito, D.M., 22 de febrero de 2022

Copia:

Señor Ingeniero  
Juan Carlos Bermeo Calderón  
**Ministro de Energía y Recursos Naturales No Renovables**

Señor Abogado  
Juan Carlos Escobar Vallejo  
**Asesor 2**

Señor Abogado  
Jorge Washington Gómez Campoverde  
**Asesor 3**

Señor Ingeniero  
Alvaro Miguel Sánchez Romero  
**Coordinador Zonal Sur**

Señor Doctor  
Jaime Cristobal Cepeda Campaña  
**Director Ejecutivo**  
**AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES**  
**NO RENOVABLES**

Señor Magíster  
Guillermo Iván Flores Caamaño  
**Coordinador Técnico de Regulación y Control Minero**  
**AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES**  
**NO RENOVABLES**

Señor Magíster  
Martín Cordovez Dammer  
**Director Ejecutivo**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO Y ENERGÉTICO**

## INFORME DE ACCIONES DE EMERGENCIA EN CASCO URBANO DE ZARUMA

### ANTECEDENTE.

En alcance al *Informe de Acciones de Emergencia en Casco Urbano de Zaruma* emitido por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables – Viceministerio de Minas, se remite las conclusiones y recomendaciones relevantes de las actividades desarrolladas en la emergencia y estado de excepción del decreto Ejecutivo Presidencial Nro. 296 por calamidad pública en el cantón Zaruma provincia de El Oro, por el plazo de 60 días.

### INTRODUCCIÓN

El presente informe es un avance de todas las acciones realizadas en cuanto a los estudios, medidas de remediación que se han realizado durante la emergencia que van desde los estudio geológico – geotécnico que son llevados a cabo por el Instituto de Investigación Geológico y Energético desde el mes de diciembre de 2021, los cuales describen las condiciones geológicas-geotécnicas del socavón en el la calle Colón, ciudad de Zaruma, en la provincia de El Oro y de otros sectores que se han identificados a través de técnicas de prospección en el terreno. Una de estas campañas es la prospección geofísica (método indirecto) que se la utiliza para obtener información de las características del subsuelo y conocer las propiedades físicas de los materiales que conforman el terreno a través de método eléctrico. A su vez se están realizando un monitoreo constante de las grietas de tracción en el área del socavón de la Ave. Colón y en conjunto con el Instituto Geográfico Militar el monitoreo, control horizontal y vertical a través de la red Geodésica para conocer los hundimientos y levantamientos (deformaciones) del terreno, y de manera indirecta la interferometría a través de tratamiento de imágenes ópticas terrestres de alta resolución. En cuanto a los métodos directos se han realizado perforaciones para identificar las profundidades de los materiales y las posibles cavidades asociadas a galerías subterráneas.

Se ha generado información del subsuelo a través de la topografía subterránea en la que se ha identificado galerías, rebajes, chimeneas y cámaras bajo el casco urbano de Zaruma, la misma se está realizando por sectores, siguiendo las fases de la solución integral.

La información técnica generada han llevado a identificar las medidas de remediación en superficie y en subsuelo, el presente documento presenta los resultados de los estudios técnicos en el casco urbano de la ciudad de Zaruma; cuyo propósito es brindar insumos técnicos a las entidades y gobiernos locales para la toma de decisiones ante la problemática de Zaruma.

En cuanto al control y regulación de la minería, se programó y ejecutó inmediatamente inspecciones de todas las Labores Mineras circundantes a la Zona de Exclusión Minera de Zaruma. Además de inspecciones a las Plantas de Beneficio en el Distrito Minero Zaruma Portovelo, para la verificación de su

legalidad del material.

La documentación de los informes está anexa en el siguiente link de descarga:  
[https://drive.google.com/drive/folders/1\\_XWymDakPGiBGsFrffx9ZDrjwXIO-LAh?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1_XWymDakPGiBGsFrffx9ZDrjwXIO-LAh?usp=sharing)

## CONCLUSIONES

- *Al contar con el levantamiento topográfico confiable tanto superficial como al interior de la mina, se pudo realizar cálculos precisos para la ubicación de los Sondeos “Esperanza” necesarios para implementar soluciones en los sectores aledaños a la zona del hundimiento.*
- *El monitoreo mediante control topográfico en el área de subsidencia demuestra que el fenómeno tiene principalmente desplazamientos diferenciales, horizontales y verticales. **La interpretación del mapa de vectores de desplazamiento, indica que la principal deformación está orientada a la zona de colapso (al centro del socavón).***
- *Respecto a la topografía subterránea y a la configuración geométrica de las labores mineras ilegales bajo el casco urbano de Zaruma, **no se cuenta con ningún tipo de información, en los primeros 80 metros, desde superficie; información imprescindible para la planificación de actividades de remediación.***
- *El subsuelo de la zona afectada por el hundimiento de la calle Colón y sus alrededores fue caracterizado mediante trabajos de prospección geofísica a través de tomografías de resistividad eléctrica (ERT), **obteniendo así en la interpretación, posibles cavidades asociadas a galerías debido a sus valores de resistividad eléctrica que varían entre 3000 a 10000 Ohm-m y por la forma geométrica. Estas anomalías se localizan a profundidades de investigación entre 6 a 9 metros medidos desde la superficie del terreno.***
- *En los taludes expuestos en la subsidencia, se describió litología correspondiente a la unidad Portovelo, además del sistema estructural de vetas con rumbo noroeste controlado por fallas regionales con la misma dirección. **La descripción macroscópica, in situ muestra litología de tipo toba de líticos púrpura con afectación hidrotermal y meteorización entre media a alta, andesita gris alterada, brecha de falla y material no consolidado tipo arcilla de alta plasticidad.***
- *En la caracterización geomecánica de los taludes expuestos en la subsidencia, se definió las clases de estabilidad por valores de SMR. **Se describe el Talud W como inestable a parcialmente estable; mientras que en los taludes S y E se describen taludes inestables a muy inestables, considerando las características geológicas de los materiales, que disminuye la calidad del comportamiento mecánico de la roca.***
- *La matriz de roca se encuentra entre alta a medianamente meteorizada limitada por tres familias de discontinuidades cuyas paredes presentan alteración y rellenos de óxidos de hierro, con aleatorias*

vetillas de cuarzo con aberturas que varían entre milímetros y centímetros.

- *En el análisis de la estabilidad de talud noroccidental (NW) se muestra un nivel freático de 1,50 m y sobrecarga de 50 kN/m<sup>2</sup>, en consecuencia, genera inestabilidad en el talud, además se considera la pérdida de resistencia en la zona de transición arcilla y roca por disminución de fricción entre discontinuidades.*
- *El análisis del factor de seguridad para el talud noroccidental (NW) muestra inestabilidad en comparación con la normativa ecuatoriana (NEC) en etapa de construcción.*
- *El análisis del factor de seguridad para el talud suroriental (SE) muestra inestabilidad en comparación con la normativa ecuatoriana (NEC) en etapa de construcción.*
- *El levantamiento geomecánico del macizo rocoso en subterráneo empleando el índice RMR, específicamente en la zona de desplante del tapón de hormigón norte, indica roca de calidad media a mala (Roca Tipo III y Roca Tipo IV, respectivamente).*
- *Las grietas con mayor apertura se ubican en el talud suroriental (SE), sobre la calle 29 de Noviembre; los datos fueron obtenidos previo a la colocación de sostenimiento (pernos de anclaje, malla electrosoldada, hormigón)*
- *Se han decomisado 253 bultos de material rocoso posiblemente mineralizado producto de labores extractivas en la Zona de Exclusión Minera de Zaruma, y actualmente se encuentra almacenado en los patios del Ministerio de Transporte y Obras Públicas en el cantón Piñas.*
- *De las labores realizadas en la mina San Antonio, se han logrado identificar 1353 bultos de material posiblemente mineralizado, el cual al momento se encuentra dentro de la galería minera, bajo la custodia de personal militar. El material posteriormente será colocado en superficie para su traslado a las bodegas de la Agencia en el cantón Chimborazo.*
- *Se identificaron 7 viviendas en el casco urbano de la ciudad de Zaruma con galerías mineras con conexión a la Zona de Exclusión Minera. El levantamiento inicial de las posibles “cavidades” bajo las viviendas, fue realizado por el Instituto de Investigación Geológico Energético, IIGE*
- *En cada etapa de fundición se realiza un control de puntos críticos como la llegada del hormigón por tubería de petróleo, el tramo y dissipador de velocidad de tubería PVC, las uniones de tubería PVC, el movimiento interior del hormigón al interior del encofrado y las bandejas de hormigón.*
- *En cada etapa de finalización de hormigón se realiza con agua limpieza de líneas de bombeo de hormigón.*
- *Ocasionalmente se solicita a superficie suspender momentáneamente el hormigón para chequeo de puntos críticos El reemplazo de tubería de PVC por tubería de petróleo fue muy importante para el objetivo de fundir el tapón 1*
- *Producto de la extracción ilícita de minerales, se han identificado más de 1600 bultos de material rocoso posiblemente mineralizado, el cual previo a su traslado a los patios de la ARCERNNR, deben*

*ser custodiados por personal de las fuerzas armadas. Al momento se encuentra en custodia por parte del personal especializado de las fuerzas armadas, 1346 bultos de material en el interior de la mina San Antonio, custodia que no sería posible sin el actual estado de excepción.*

## RECOMENDACIONES

- *Se recomienda **continuar** con el monitoreo de la topografía superficial con vuelos periódicos y escaneo de la zona de hundimiento, con lo cual se podrá calcular los volúmenes de material rellenado en el área del socavón, así como tener un monitoreo de las obras de remediación.*
- *Continuar con el **monitoreo de las zonas aledañas al colapso a fin de detectar si existen movimientos o deformaciones superficiales que den indicios de riesgo para la infraestructura circundante.***
- *Implantar más estaciones de monitoreo y aumentar las periodicidades de las mediciones principalmente en las estaciones cercanas a la zona mineralizada de la zona de exclusión de Zaruma, debido a los fenómenos de subsidencia que se vienen presentando.*
- *Respecto a la falta de información de topografía subterránea en los primeros 80 metros de profundidad, desde superficie, **es preciso realizar inspecciones técnicas, en las bocaminas identificada en la ciudad de Zaruma (cercanas a la zona de hundimiento), para rehabilitar y acondicionar la posible galería, previo el levantamiento de información en el terreno.***
- *Continuar con el levantamiento topográfico a detalle en subterráneo, específicamente entre la calle Gonzalo Pizarro y el Coliseo de Zaruma, en niveles superiores, a partir de la Línea L 1/3 (cota 1035 msnm), considerando las medidas de seguridad física necesaria, habilitación y acondicionamiento de*
- *Los métodos geofísicos son complementarios entre sí, por lo que se recomienda realizar estudios de prospección geofísica con los métodos de sísmica de refracción y gravimetría para la determinación de la profundidad a basamento y condiciones geomecánicas del sustrato rocosos (meteorización, fracturación), competencia de la roca e hidrogeología.*
- *Continuar con el mapeo geológico – geotécnico en subterráneo, especialmente, en las labores mineras subterráneas, que se involucren entre la calle Gonzalo Pizarro y el Coliseo de Zaruma. Considerar las medidas de seguridad necesarias, accesos y ventilación de la zona de estudio*
- *Continuar con la articulación de las acciones e inspecciones contra la minería ilegal con base a las disposiciones del COE y la mesa técnica de explotación ilícita de minerales conforme a la planificación de las diferentes instituciones como: Ministerio de Gobierno, Ministerio de Defensa, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Zaruma– GADMZ, Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias – SNGRE, Instituto de Investigaciones Geológico y Energético – IIGE, Agencia de Regulación y Control de la Energía y Recursos Naturales No Renovables – ARCERNNR, Coordinación Zonal Sur del Ministerio de Recursos Naturales No Renovables – CZS –*

MERNNR, Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, titulares de las Concesiones Mineras colindantes a la zona de exclusión de Zaruma, sumar Instituciones Estatales de Control y Vigilancia, así como actores de la Sociedad Civil.

- Continuar con las actividades de seguimiento y control minero, para verificar el cumplimiento de la Ley de Minería vigente y sus reglamentos.
- En cuanto a la construcción de tapones en el subsuelo se recomienda para próximos trabajos establecer puntos críticos en superficie como stock de materiales adecuados en cuanto a diámetro y especificaciones, por ejemplo, la arena y el agregado, tuvo que ser reemplazado por otro adecuado, lo que significa pérdida de tiempo especialmente en subsuelo.
- Que se continúe con los trabajos de las siguientes fases 2 y 3 para la remediación de manera articulada con autoridades e instituciones locales y nacionales.

#### Hechos específicos que persistirían, que no podrían ser atendidos con el régimen ordinario

*El alto nivel de conflictividad social, vulneración de los bienes jurídicos protegidos (salud, ambiente, integridad física y sexual, propiedad privada, propiedad del Estado sobre los recursos naturales no renovables y paz social) que generan un grave perjuicio económico para el Estado, el ambiente, las comunidades, alterando el orden público y conllevando de esta manera al cometimiento de ilícitos, son una consecuencia de la extracción ilícita de minerales en el cantón Zaruma, que impactan la convivencia y desarrollo de las actividades por parte de la población que deben ser regulados y controlados por las entidades del Estado en el ámbito de sus competencias, motivo por el cual es necesaria la presencia de la fuerza pública para garantizar la seguridad y normal desarrollo de las actividades tanto en superficie, como en el interior de las galerías mineras.*

*Diferentes factores han generado que la delincuencia en Zaruma tome la forma de mineros ilegales, confabulando un sin número de delitos que sin lugar a dudas se ven financiados por los altos réditos que genera actualmente esta actividad. Se han identificado agrupaciones delincuenciales organizadas que financian o son parte de los delitos conexos relacionados a la explotación ilícita de minerales, por lo cual, no se trata de delincuencia común o simples acciones ilícitas aisladas. Esta situación está siendo atendida por los organismos policiales de investigación del delito, fiscalía y la función judicial, motivo por el cual se hace necesaria la participación de diversas instituciones especializadas para este tipo de problemáticas.*

*En marco de los casos concretos podemos informar que en la labor minera San Antonio se ha identificado la presencia de mineros ilegales denominados "sableros" los cuales constituyen un riesgo para los funcionarios y demás personas que desarrollan labores interior mina. Sin contar con el resguardo por parte de las fuerzas armadas, no sería posible continuar con las labores de remediación del socavón en el cantón Zaruma.*

*Producto de la extracción ilícita de minerales, se han identificado más de 1600 bultos de material rocoso con características que puedan determinar mineralización, el cual previo a su traslado a los patios de la*

*ARCERNNR, deben ser custodiados por personal de las fuerzas armadas. Al momento se encuentra en custodia por parte del personal especializado de las fuerzas armadas, 1346 bultos de material en el interior de la mina San Antonio, custodia que no sería posible sin el actual estado de excepción.*

### Recomendación General

- En base a las recomendaciones de los informes técnicos en los que indican la importancia de la continuidad de los estudios geológicos-geotécnicos, para identificar las condiciones del suelo y subsuelo previo a realizar los diseños de las medidas de remediación, realizar el monitoreo a través de la red geodésica y puntos de control horizontal y vertical para determinar los levantamientos y hundimientos (deformaciones) del terreno, la generación de información a través del levantamiento de topografía subterránea para la identificación de las labores mineras en el subsuelo de Zaruma, así como también la continuidad de las inspecciones de seguimiento y control de las actividades mineras para verificar el cumplimiento de la Ley de Minería vigente y sus reglamentos; es importante indicar que la generación de información mencionada es importante y necesaria para continuar con los trabajos de remediación de las siguientes fases 2 y 3 para la solución integral de la zona prioritaria del casco urbano de Zaruma.
- El alto nivel de conflictividad social y la extracción ilícita de minerales en el cantón Zaruma, que impactan el desarrollo de las actividades de la población, deben ser regulados y controlados por las autoridades locales y nacionales en el ámbito de sus competencias, por lo que es necesaria la presencia de la fuerza pública para garantizar la seguridad y normal desarrollo de las actividades tanto en superficie, como en el interior de las galerías mineras.
- En los trabajos técnicos realizados en interior mina, se han identificado agrupaciones delincuenciales dedicadas a la actividad de minería ilegal, motivo por el cual es importante y necesaria la participación de diversas instituciones especializadas para este tipo de problemáticas, para evitar riesgos para los funcionarios y demás personas que desarrollan labores interior mina. Sin contar con el resguardo por parte de las fuerzas armadas, no sería posible continuar con las labores de remediación del socavón en el cantón Zaruma.
- Por lo antes descrito y con el objetivo de continuar con las actividades técnicas de remediación y posteriores soluciones en el casco urbano de Zaruma de manera ágil y oportuna para evitar posibles eventos que afecten la integridad de la población, así mismo, continuar con el control de la explotación ilícita de minerales en la zona de exclusión minera de Zaruma, se recomienda la renovación del estado de excepción del casco urbano de la ciudad de Zaruma.

Lunes 21 de febrero, de 2022.



|   |  |
|---|--|
| <b>Elaborado por:</b>   |  |
| ING. ALVARO MIGUEL SÁNCHEZ ROMERO<br>COORDINADOR ZONAL SUR DE MINERÍA |  |
| <b>Aprobado por:</b>  |  |
| Dr. XAVIER VERA GRUNAUER<br>VICEMINISTRO DE MINAS                     |  |