

DOCUMENTO TÉCNICO CON ESTÁNDAR

TOMO I. ESTIMACIÓN DE RECURSOS MINERALES

TÍTULO MINERO XXXXXXXX

Titular Minero

Ciudad, Fecha

TABLA DE CONTENIDO

1	GENERALIDADES	6
1.1	Localización, accesibilidad e infraestructura	6
1.2	Delimitación y devolución de áreas	6
1.3	Descripción del proyecto	6
1.4	Aspectos legales del título minero.....	6
1.5	Contacto con la comunidad y enfoque social:.....	6
1.6	Propiedades adyacentes.....	6
2	FASE I. EXPLORACIÓN GEOLOGICA DE SUPERFICE	7
2.1	Revisión bibliográfica	7
2.2	Imágenes de sensores remotos, fotogeología y procesamiento	7
2.2.1	Métodos de adquisición.....	7
2.2.2	Unidades fotogeológicas.....	7
2.2.3	Estructuras fotogeológicas	7
2.2.4	Datos fotogeológicos	7
2.3	Topografía.....	7
2.3.1	Adquisición topográfica	7
2.3.2	Precisión del levantamiento	7
2.4	Topobatimetría	7
2.5	Geología Regional	7
2.5.1	Unidades geológicas regionales.....	7
2.5.2	Geología estructural regional	7
2.6	Geología Local.....	8
2.6.1	Unidades geológicas locales	8
2.6.2	Geología estructural local	8
2.6.3	Alteraciones	8
2.6.4	Mineralizaciones y concentraciones de interés económico	8
2.7	Geomorfología	8
2.7.1	Unidades geomorfológicas	8
2.7.2	Análisis de pendientes	8
2.7.3	Fenómenos de remoción en masa.....	8
2.7.4	Análisis de amenazas de origen natural y susceptibilidad	8

2.8	Hidrología	8
2.8.1	Características hidrológicas y sedimentológicas del cauce.....	8
2.9	Geofísica	8
2.9.1	Parámetros y métodos de adquisición de datos.....	8
2.9.2	Localización y cobertura del estudio geofísico	8
2.9.3	Metodología para el análisis e interpretación de resultados	8
2.9.4	Anomalías geofísicas.....	8
2.10	Aseguramiento y Control de calidad, Muestreo, Preparación de muestras, análisis de laboratorio.....	8
2.10.1	Aseguramiento y Control de Calidad	8
2.10.2	Protocolos de muestreo y preparación:	8
2.10.3	Preparación de muestras.....	8
2.10.4	Cadena de custodia.....	8
2.11	Análisis de laboratorio	8
2.11.1	Descripción de los ensayos físicos	8
2.11.2	Calidad de los datos y pruebas de laboratorio	8
2.11.3	Control y validación de pruebas de laboratorio.....	8
3	FASE II. EXPLORACIÓN GEOLOGICA DEL SUBSUELO	9
3.1	Labores subterráneas	9
3.2	Perforaciones.....	9
3.2.1	Descripción de la técnica de perforación utilizada	9
3.2.2	Localización de las perforaciones	9
3.2.3	Precisión y confiabilidad	9
3.2.4	Logueo geológico	9
3.2.5	Logueo geotécnico.....	9
3.3	Geoquímica.....	9
3.3.1	Localización de muestras.....	9
3.3.2	Descripción de la información geoquímica.....	9
3.3.3	Anomalías geoquímicas	9
3.3.4	Interpretación de resultados	9
3.4	Geotecnia.....	9
3.4.1	Caracterización y clasificación del macizo rocoso.....	9
3.4.2	Muestreo geotécnico y ensayos de laboratorio	9

3.4.3	Análisis geotécnico	9
3.5	Hidrogeología.....	9
3.5.1	Caracterización Hidrogeológica	9
3.5.2	Modelo hidrogeológico.....	9
3.6	Otros estudios.....	10
4	FASE III. MODELO GEOLÓGICO Y ESTIMACIÓN DE RECURSOS.....	10
4.1	Modelo Geológico.....	10
4.1.1	Interpretación y dominios de estimación	10
4.1.2	Correlaciones	10
4.1.3	Integración de datos y técnicas de modelamiento	10
4.1.4	Densidad de la información	10
4.2	Estimación de Recursos Minerales	10
4.2.1	Análisis exploratorio de datos.....	10
4.2.2	Tratamiento de valores atípicos	10
4.2.3	Técnicas y métodos de estimación	10
4.2.4	Validación del modelo de estimación	10
4.2.5	Tenor de corte	10
4.3	Categorización de recursos minerales	10
4.3.1	Perspectiva de la extracción económica.....	10
4.3.2	Declaración de recursos minerales	10
5	BIBLIOGRAFÍA.....	10

LISTA DE TABLAS

Relación de las tablas incluidas en el documento con datos o información referenciada en la descripción y análisis presentado.

LISTA DE FIGURAS

Listado de las figuras que se han incluido en el documento técnico para ilustrar los análisis o la información presentada.

LISTA DE ANEXOS

El titular debe indicar la información de soporte anexa al documento técnico.

Anexos Exploración de Superficie

Anexos Exploración del Subsuelo

Anexos Modelo Geológico

Anexos Estimación de Recursos

LISTA DE PLANOS

Relación de los mapas aportados como complementos o soportes de la información presentada en el documento técnico.

INTRODUCCIÓN

Esta plantilla está disponible para los titulares mineros y otros interesados en presentar un documento técnico a la autoridad minera, siguiendo un estándar para la estimación de recursos y reservas minerales alineado con las directrices del Comité de Normas Internacionales para Informes de Recursos y Reservas Minerales (CRIRSCO).

El documento esta estructura acorde con los términos de referencia para la elaboración del Programa de Trabajos y Obras -PTO- y al Estándar Colombiano de Recursos y Reservas Minerales. Su propósito es servir de guía para titulares mineros y demás interesados en la preparación y presentación de documentos técnicos ante la autoridad minera.

Se recomienda a los interesados revisar cuidadosamente los términos de referencia aplicables, considerando las características específicas de cada proyecto. Esto incluye factores como la normativa vigente, el tipo de mineral, la clasificación del proyecto minero, el sistema de explotación, entre otros, que deben ser tomados en cuenta en la elaboración del documento.

Cabe señalar que esta guía no sustituye los términos de referencia, por lo que su uso es opcional y orientativo. Las notas asociadas a cada ítem deben considerarse como recomendaciones generales.

Para garantizar la calidad en la producción de documentos técnicos y proporcionar información clara y bien estructurada a los usuarios internos y externos, se han establecido pautas para la presentación, forma y contenido de estos informes, siguiendo los estándares establecidos por ICONTEC (Norma Técnica Colombiana NTC 1486 para informes técnicos y otras normas aplicables).

1 GENERALIDADES

A continuación, se presentan los ítems sugeridos para desarrollar este capítulo. El interesado debe ajustarlo a las características propias de su proyecto minero.

Este capítulo debe proporcionar el contexto general del proyecto, indicar el estándar CRIRSCO bajo el cual se elabora la estimación de recursos y reservas minerales, y describir la normativa, incluyendo los términos de referencia específicos de la Agencia Nacional de Minería (ANM).

Si se considera necesario incluir un ítem adicional relevante, este podrá incorporarse. Si algún ítem no aplica al proyecto, se sugiere mantener la estructura e indicar expresamente su no aplicabilidad. Todos los apartados deben estructurarse conforme a los términos de referencia aplicables.

1.1 Localización, accesibilidad e infraestructura

1.2 Delimitación y devolución de áreas

1.3 Descripción del proyecto

1.4 Aspectos legales del título minero

1.5 Contacto con la comunidad y enfoque social:

1.6 Propiedades adyacentes

2 FASE I. EXPLORACIÓN GEOLOGICA DE SUPERFICE

La fase de exploración de superficie es fundamental en el proceso de construcción del modelo geológico y estimación de recursos minerales, ya que permite obtener información geológica, geoquímica y geofísica preliminar del área de interés. Esta etapa tiene como objetivo caracterizar las condiciones geológicas del depósito, definir sus potenciales zonas mineralizadas y recopilar datos que respalden el modelo geológico y la estimación de recursos minerales bajo estándares alineados con CRIRSCO.

A continuación, se presentan los principales aspectos a desarrollar en la fase de exploración de superficie, los cuales deberán ser ajustados según las particularidades de cada proyecto minero. Si se considera necesario incluir un ítem adicional relevante, este podrá incorporarse. Si algún ítem no aplica al proyecto, se sugiere mantener la estructura e indicar expresamente su no aplicabilidad. Todos los apartados deben estructurarse conforme a los términos de referencia aplicables.

2.1 Revisión bibliográfica

2.2 Imágenes de sensores remotos, fotogeología y procesamiento

2.2.1 Métodos de adquisición

2.2.2 Unidades fotogeológicas

2.2.3 Estructuras fotogeológicas

2.2.4 Datos fotogeológicos

2.3 Topografía

2.3.1 Adquisición topográfica

2.3.2 Precisión del levantamiento

2.4 Topobatimetría

2.5 Geología Regional

2.5.1 Unidades geológicas regionales

2.5.2 Geología estructural regional

2.6 Geología Local

2.6.1 Unidades geológicas locales

2.6.2 Geología estructural local

2.6.3 Alteraciones

2.6.4 Mineralizaciones y concentraciones de interés económico

2.7 Geomorfología

2.7.1 Unidades geomorfológicas

2.7.2 Análisis de pendientes

2.7.3 Fenómenos de remoción en masa

2.7.4 Análisis de amenazas de origen natural y susceptibilidad

2.8 Hidrología

2.8.1 Características hidrológicas y sedimentológicas del cauce

2.9 Geofísica

2.9.1 Parámetros y métodos de adquisición de datos

2.9.2 Localización y cobertura del estudio geofísico

2.9.3 Metodología para el análisis e interpretación de resultados

2.9.4 Anomalías geofísicas

2.10 Aseguramiento y Control de calidad, Muestreo, Preparación de muestras, análisis de laboratorio

2.10.1 Aseguramiento y Control de Calidad

2.10.2 Protocolos de muestreo y preparación:

2.10.3 Preparación de muestras

2.10.4 Cadena de custodia

2.11 Análisis de laboratorio

2.11.1 Descripción de los ensayos físicos

2.11.2 Calidad de los datos y pruebas de laboratorio

2.11.3 Control y validación de pruebas de laboratorio

3 FASE II. EXPLORACIÓN GEOLOGICA DEL SUBSUELO

La exploración del subsuelo es una etapa clave en la caracterización detallada del depósito mineral, proporcionando información más precisa sobre la continuidad, extensión y características geotécnicas e hidrogeológicas del cuerpo mineralizado. Esta fase complementa los estudios de exploración superficial mediante la ejecución de labores subterráneas, perforaciones y estudios específicos, permitiendo una mayor confiabilidad en la estimación de recursos minerales.

Las actividades desarrolladas en esta fase deben cumplir con los estándares de aseguramiento y control de calidad (QA/QC) para garantizar la integridad de los datos geológicos, geoquímicos e hidrogeológicos obtenidos.

3.1 Labores subterráneas

3.2 Perforaciones

3.2.1 Descripción de la técnica de perforación utilizada

3.2.2 Localización de las perforaciones

3.2.3 Precisión y confiabilidad

3.2.4 Logueo geológico

3.2.5 Logueo geotécnico

3.3 Geoquímica

3.3.1 Localización de muestras

3.3.2 Descripción de la información geoquímica

3.3.3 Anomalías geoquímicas

3.3.4 Interpretación de resultados

3.4 Geotecnia

3.4.1 Caracterización y clasificación del macizo rocoso

3.4.2 Muestreo geotécnico y ensayos de laboratorio

3.4.3 Análisis geotécnico

3.5 Hidrogeología

3.5.1 Caracterización Hidrogeológica

3.5.2 Modelo hidrogeológico

3.6 Otros estudios

4 FASE III. MODELO GEOLÓGICO Y ESTIMACIÓN DE RECURSOS

El modelo geológico constituye la base esencial para la determinación de los recursos minerales. Un modelo geológico que se construya con información suficiente y que integre las variables geológicas, estructurales, litológicas, de calidad y/o tenor, entre otros aspectos, contribuye significativamente a reducir la incertidumbre en la estimación de recursos y permite una adecuada planificación de la explotación. Por ello, es fundamental llevar a cabo una evaluación exhaustiva, así como el análisis e interpretación de la información recopilada en las etapas anteriores, dentro del marco del entendimiento geológico y minero del yacimiento.

4.1 Modelo Geológico

4.1.1 Interpretación y dominios de estimación

4.1.2 Correlaciones

4.1.3 Integración de datos y técnicas de modelamiento

4.1.4 Densidad de la información

4.2 Estimación de Recursos Minerales

4.2.1 Análisis exploratorio de datos

4.2.2 Tratamiento de valores atípicos

4.2.3 Técnicas y métodos de estimación

4.2.4 Validación del modelo de estimación

4.2.5 Tenor de corte

4.3 Categorización de recursos minerales

4.3.1 Perspectiva de la extracción económica

4.3.2 Declaración de recursos minerales

5 BIBLIOGRAFÍA

El tomo I finaliza con la relación de la bibliografía utilizada como fuente de información para la elaboración y sustento del documento técnico referido, específicamente el componente de recursos minerales, con el fin de garantizar la trazabilidad, validez y rigor científico de la información presentada.

Ejemplos de formatos que se pueden utilizar para la estructuración de la bibliografía: APA (American Psychological Association) para documentos científicos, IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) para informes técnicos, o el sistema Vancouver para estudios geológicos y mineros, entre otros.

Las referencias relacionadas en la bibliografía deben contener información completa sobre el autor, el año de publicación, el título del documento, la editorial o entidad responsable, y, en el caso de documentos digitales, el enlace de acceso correspondiente. Las fuentes se pueden clasificar en primarias, que abarcan informes de exploración propios, análisis de laboratorio y datos geofísicos, y secundarias, que incluyen artículos científicos, normativas regulatorias y bases de datos geológicas tanto nacionales como internacionales.