

Gestión, organización y registro digital de la Colección de Minerales de la
Escuela de Geología UIS

Jose Luis Fernández Olivares – 2170706

Jesús Yesid Tarazona Acero – 2171792

Trabajo de Grado para Optar el Título de Geólogo

Directora

Edith Katherine Jerez Heredia

Geol. MSc

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas
Escuela de Geología
Bucaramanga

2023

Agradecimientos

*A nuestra directora Edith por su acompañamiento y asesoría en el transcurso del
proyecto.*

*A nuestros padres y hermanas por su apoyo incondicional a lo largo de nuestra
formación académica.*

A Cesar Llerena por colaborarnos durante varias etapas del trabajo.

A nuestros amigos porque nunca faltaron las risas.

A nuestras mascotas por su presencia.

A nuestros artistas favoritos por acompañarnos con su música.

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN	10
1. Objetivos	11
1.1 Objetivo General	11
1.2 Objetivos Específicos.....	11
2. Marco Referencial	12
2.1. Mineralogía.....	12
2.1.1. Mineral	12
2.1.2. Química Mineral	13
2.1.3. Sistema Cristalino	13
2.1.4. Clasificación mineral.....	15
2.1.5. Propiedades físicas de los minerales	16
2.2. Colección	21
2.2.1. Colección geológica	21
2.2.2. Colección de minerales	22
2.2.3. Gestión de colecciones y sus procesos	22
2.3. Antecedentes.....	23
2.3.1. Museo Geológico “Marino Arce Herrera”	23
3. Metodología.....	25
3.1. Revisión Bibliográfica.....	25
3.2. Selección del material mineralógico.....	25
3.3. Clasificación y descripción del material mineralógico.....	25

	4
3.4. Fotogrametría del material mineralógico	26
3.4.1. Fotografías 2D:.....	26
3.4.2. Fotografías 3D:.....	27
3.5. Registro digital de los minerales seleccionados	29
3.6. Guía para la gestión y organización de la Colección de Minerales.....	29
3.7. Documento final	29
4. Resultados.....	29
4.1. Guía para la gestión y organización de la Colección de Minerales.....	29
4.1.1. Adquisición e ingreso de nuevas muestras.....	29
4.1.2. Registro y documentación de muestras	30
4.1.3. Descripción y clasificación de muestras	31
4.1.4. Etiquetado.....	35
4.1.5. Almacenamiento.....	37
4.1.6. Limpieza y cuidados especiales	38
4.1.7. Uso de la colección	40
4.1.8. Divulgación	42
4.1.9. Devolución y entrega	45
4.1.10. Decesión.....	46
5. Conclusiones.....	47
6. Recomendaciones	47
Referencias Bibliográficas	49
Apéndices.....	51

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Sistemas Cristalinos y la relación de sus ejes. (Jan & Abdulmajjid, 2021)	15
Ilustración 2. Escala de dureza Mohs (Cristina Téllez, Diana Pinzón, 2007)	19
Ilustración 3. Proceso de ensamblaje y toma de fotografías en diferentes ángulos para generar el modelo tridimensional.....	27
Ilustración 4. Plataforma eyesCloud3d donde se cargan las 144 fotografías tomadas y se genera el modelo 3D.....	28
Ilustración 5. Plataforma eyesCloud3d donde se edita la malla una vez cargadas las 144 fotografías para finalmente generar el modelo tridimensional como se observa en el ejemplo de la Fluorita.	28
Ilustración 6. Etapas en la práctica de descripción y clasificación de las muestras. Fuente: Autores de la investigación.....	31
Ilustración 7. Identificación y análisis de propiedades físicas de las muestras minerales.	32
Ilustración 8. Vista mediante microscopía electrónica de barrido ambiental (ESEM) de los granos de celestina (SrSO ₄) y resultados del análisis químico mediante EDS de los mismos con la típica composición de la celestina (presencia de picos de Sr y S).....	34
Ilustración 9. Vista mediante microscopía electrónica de barrido ambiental (ESEM) de los granos de auricalcita ((Zn,Cu ²⁺) ₅ (CO ₃) ₂ (OH) ₆) y resultados del análisis químico	

mediante EDS de los mismos con la típica composición de la auricalcita (presencia de picos de Zn	34
Ilustración 10. Ejemplo de Ficha Técnica de Reconocimiento del mineral Serpentina.	35
Ilustración 11. Proceso de etiquetado mostrando los elementos utilizados y el resultado final mostrando (A) base de pintura blanca y pincel, (B) tinta china permanente y pluma para anotar, (C) 50 minerales a los cuales se les hizo el etiquetado y (D) vista general.....	36
Ilustración 12. Proceso de almacenamiento de los minerales de la colección mostrando (A) cada mineral se encuentra en una caja dependiendo de su tamaño, (B) la colección almacenada en 3 canastas plásticas industriales y (C) cada muestra con su etiqueta correspondiente.	38
Ilustración 13. Inicio de la página web de la Colección de Minerales.	43
Ilustración 14. Edición de características del modelo en la plataforma Sketchfab.	44
Ilustración 15. Descripción de propiedades y categorización del modelo.....	45

Lista de Apéndices

Apéndice A. Formato de Ficha Técnica De Reconocimiento De Minerales.....	51
Apéndice B. Escala usada en la fotogrametría de la Colección.....	51
Apéndice C. Formato de préstamo de muestras de la Colección de Minerales....	52
Apéndice D. Ficha de identificación de inventario para el almacenamiento de los minerales.	53
Apéndice E. Catálogo de la Colección de Minerales - Escuela de Geología UIS.	53

Resumen

Título: Gestión, organización y registro digital de la Colección de Minerales de la Escuela de Geología UIS*

Autores: Jose Luis Fernández Olivares, Jesús Yesid Tarazona Acero**

Palabras Clave: Catálogo, colección, conservación, mineral, organización.

Descripción: Las colecciones geológicas son la conexión tangible entre el pasado, presente y futuro, pues contienen una riqueza informativa que las hacen de alto interés científico y académico, a esto se debe su importancia para ser conservadas, documentadas y accesibles, llegando incluso a apoyar labores de divulgación científica que aproximen la academia a la sociedad. En la Universidad Industrial de Santander existen numerosos conjuntos de elementos geológicos disponibles, sin embargo requieren de organización, consolidación y mantenimiento para emplearse como material de apoyo a las actividades prácticas de las distintas asignaturas del programa; después de todo el valor de la información de las colecciones reside en su calidad, integridad y potencial de uso para la investigación y la educación. Hasta la fecha no existe una colección de minerales organizada por grupos mineralógicos que contribuya al desarrollo de los objetivos de las asignaturas en las cuales se forjan los conocimientos básicos necesarios para la formación académica y profesional. Por consiguiente se propuso la realización de pasantías de investigación con énfasis en la gestión y organización del material geológico existente en la Escuela de Geología. El propósito del presente trabajo es la sistematización y catalogación de los ejemplares mineralógicos para la creación de la Colección de Minerales. Como resultado se genera un catálogo físico y digital con foto y descripción detallada de las propiedades físicas de los 50 minerales seleccionados junto con el modelo 3D de las 10 muestras más representativas.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Geología. Director: Edith Katherine Jerez Heredia. Geol. MSc.

Abstract

Title: Management, organization, and digital record of the Mineral Collection of the School of Geology UIS*

Authors: Jose Luis Fernández Olivares, Jesús Yesid Tarazona Acero**

Key Words: Catalog, collection, conservation, mineral, organization

Description: Geological collections are the tangible connection between the past, present and future, since they contain a wealth of information that makes them of high scientific and academic interest, which is why they are so important to be preserved, documented and accessible, even to support scientific dissemination efforts that bring academia closer to society. At the Universidad Industrial de Santander there are numerous sets of geological elements available, however they require organization, consolidation, and maintenance to be used as support material for the practical activities of the different subjects of the program; after all, the value of the information in the collections lies in their quality, integrity and potential use for research and education. To date, there is no mineral collection organized by mineralogical groups that would contribute to the development of the objectives of the subjects in which the basic knowledge necessary for academic and professional training is forged. Therefore, it was proposed to carry out research internships with emphasis on the management and organization of the existing geological material in the School of Geology. The purpose of this work is the systematization and cataloging of mineralogical specimens for the creation of the Mineral Collection. As a result, a physical and digital catalog is generated with a photo and detailed description of the physical properties of the 50 selected minerals together with the 3D model of the 10 most representative samples.

* Degree Work.

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología. Director: Edith Katherine Jerez Heredia. Geol. MSc.

Introducción

En la Litoteca de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander se encuentran numerosas muestras de material geológico con gran valor científico, histórico y didáctico. Entre estos elementos se encuentran las muestras de minerales que fueron parte del antiguo MUSEO GEOLÓGICO “MARINO ARCE HERRERA” y en diferentes trabajos de campo. Estas muestras requieren mantenimiento, organización y gestión para su uso académico y conservación como patrimonio geológico. Aunque este material mineralógico se encuentra presente en las instalaciones de la Universidad, actualmente no se emplean como una colección exclusiva de minerales disponible para apoyar las labores académicas de la Escuela de Geología, desaprovechando así un valioso recurso.

En este momento La Escuela de Geología posee algunos kits adquiridos en la tienda Ward´s Science que contienen los minerales de la escala de Mohs y minerales formadores de rocas básicos; sin embargo, estos kits se utilizan para aprender las propiedades físicas de los minerales, pero se ven limitados al momento de enseñar la diversidad de minerales en términos de composición química, forma, hábito y agregados cristalinos, además al momento de evaluar estas muestras no se pueden utilizar ya que los alumnos tienden a memorizar los kits, por lo tanto los profesores de asignaturas como Mineralogía 1 deben optar por muestras ajenas a la escuela para complementar las cátedras dentro del aula de clase.

Con el fin de aprovechar las muestras disponibles en la escuela de geología, se propone mediante este proyecto de grado en modalidad pasantía de investigación, organizar la colección de minerales siguiendo directrices de gestión y organización de colecciones, para

preservar estas muestras reconociendo su valor geocientífico, adaptándose también a los cambios generacionales que involucran un registro en físico y digital de las muestras de la colección.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Gestionar de forma eficiente la Colección de Minerales con el registro del material mineralógico existente en los laboratorios y Litoteca de la Escuela de Geología UIS para disposición de esta, conservando el patrimonio geológico mediante la sistematización y catalogación de los ejemplares.

1.2 Objetivos Específicos

- i. Realizar el inventario y registro físico y digital de las muestras minerales existentes en la Escuela de Geología, con datos suficientes y la información adecuada para facilitar la investigación, gestión y crecimiento de las distintas colecciones.
- ii. Catalogar y seleccionar los especímenes mineralógicos más representativos de la historia y complejidad geológica de la región, además de servir como base para futuros trabajos.
- iii. Adecuar un espacio propio, disponible para el almacenamiento, el mantenimiento y/o la conservación de los ejemplares considerados.
- iv. Fomentar la comprensión del pasado geológico explorando la Colección de Minerales y su información asociada.

2. Marco Referencial

En este apartado se describen conceptos relacionados con los elementos que comprenden una colección mineralógica y todo lo que involucra su gestión, organización y preservación con el fin de habituar al lector con las bases teóricas del presente trabajo; esto por medio de la definición de términos básicos y/o conceptos relevantes planteados a lo largo del proyecto.

2.1.Mineralogía

Conforme a las ideas modernas, la mineralogía es la ciencia de los minerales, su constitución y sus propiedades, las regularidades de su formación, desarrollo, alteración y desaparición (Ostroumov, 1984).

2.1.1. Mineral

El mineral es una sustancia sólida, inorgánica, homogénea y natural con composición química definida y arreglo atómico ordenado que es integrante de rocas, menas y otros agregados minerales y es producto de los procesos fisicoquímicos naturales que se desarrollan en la corteza terrestre y sus capas adyacentes (*tomado y modificado de Ostroumov, 1984*).

Los minerales se encuentran en formas muy diversas en la naturaleza ya que pueden ser de un solo elemento, como el azufre nativo, oro, plata, cobre, o una combinación de varios, tal es el caso de algunos compuestos químicos como el cuarzo, que está formado por silicio y oxígeno (SiO₂) (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

2.1.2. Química Mineral

Un mineral se puede expresar mediante una fórmula química específica debido a que tiene una composición química definida (pero generalmente no fija). Sin embargo, la mayoría de los minerales no tienen una composición perfectamente definida y esta variación se debe al resultado de sustituir entre sí dos o más elementos químicos en una posición atómica específica de la estructura del mineral (Klein & Cornelius Jr, 1996).

Tal es el caso de la dolomita, que no es siempre un carbonato puro de Ca y Mg. Puede contener cantidades considerables de Fe y Mn en lugar de Mg y por tanto su composición química oscila entre ciertos límites, es decir no es fija; lo que permite expresar la fórmula química de la dolomita de una manera más general: $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})(\text{CO}_3)_2$, conservando así la misma proporción entre los iones que la dolomita pura, donde $\text{Ca} : \text{Mg} : \text{CO}_3 = 1 : 1 : 2$ (Klein & Cornelius Jr, 1996).

2.1.3. Sistema Cristalino

La estructura de un cristal se define por la disposición repetitiva particular de átomos a lo largo del cristal (University of Waterloo, s.f.). Por ende, la apariencia externa de los cristales a menudo se relaciona con la disposición interna de los átomos. Los minerales, a su vez y con pocas excepciones, poseen la distribución interna ordenada característica de los sólidos cristalinos (Klein & Cornelius Jr, 1996).

La morfología cristalina es un método utilizado frecuentemente para identificar minerales, ya que como se ha demostrado, *los ángulos entre las caras equivalentes de los*

crisales de la misma sustancia medidos a la misma temperatura son constantes. Esta observación fue hecha en 1669 por Nicolas Steno, quién indicó que los ángulos entre las caras correspondientes en cristales de cuarzo eran siempre los mismos (Klein & Cornelius Jr, 1996).

Ciertos grupos de clases cristalinas tienen características de simetría comunes. Estos grupos de clases cristalinas se llaman *sistemas cristalinos*. Existen 6 sistemas cristalinos básicos: isométrico, tetragonal, hexagonal, ortorrómbico, monoclinico y triclinico. Estos sistemas cristalinos están referidos a sus particulares direcciones y ángulos axiales como es descrito a continuación :

- *Sistema isométrico*: tres ejes mutuamente perpendiculares, de longitudes iguales.
- *Sistema tetragonal*: tres ejes mutuamente perpendiculares, dos de ellos, los horizontales, son de igual longitud. El eje vertical es más corto o largo que los otros dos.
- *Sistema hexagonal*: 4 ejes, tres de ellos en el plano horizontal y uno es vertical. Los ejes horizontales son 3 y se sitúan a 120° uno del otro. El otro eje es vertical, y puede ser de mayor o menor longitud que los horizontales.
- *Sistema ortorrómbico*: tres ejes mutuamente perpendiculares y todos son de diferente longitud.
- *Sistema monoclinico*: tres ejes desiguales, dos de ellos forman un ángulo oblicuo, siendo el tercero perpendicular al plano de los otros dos.
- *Sistema triclinico*: tres ejes desiguales, que se cortan en ángulos oblicuos.

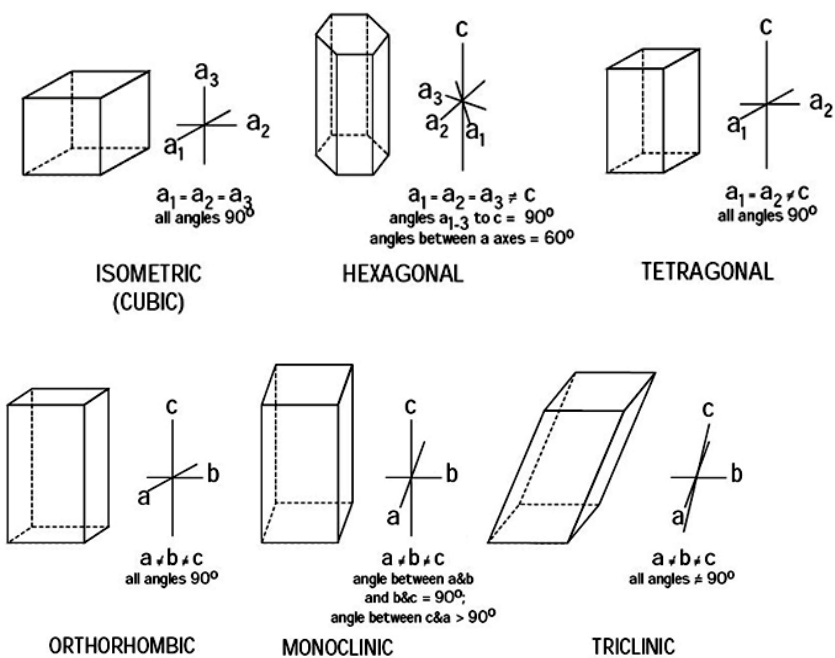


Ilustración 1. Sistemas Cristalinos y la relación de sus ejes. (Jan & Abdulmajjid, 2021)

2.1.4. Clasificación mineral

La composición química ha sido la base de la clasificación de los minerales desde la mitad del siglo XIX y por esto los minerales se dividen en clases, según el anión o grupo aniónico dominante. Sin embargo, pronto se reconoció que la química sola no basta para caracterizar un mineral; la clasificación debe basarse en la composición química y en la estructura interna, pues ambas representan la esencia de un mineral y determinan sus propiedades físicas (Klein & Cornelius, 2018).

Las divisiones más amplias de la clasificación usadas en este trabajo (*basadas y modificadas de la obra de Strunz, 1970*) son:

- Clase 1: Elementos Nativos
- Clase 2: Sulfuros

- Clase 3: Sulfosales
- Clase 4: Óxidos e hidróxidos
- Clase 5: Haluros
- Clase 6: Carbonatos
- Clase 7: Sulfatos
- Clase 8: Fosfatos
- Clase 9: Tungstatos y Molibdatos
- Clase 10: Silicatos

Dentro de las divisiones realizadas por Strunz en *Mineralogische Tabellen* no se encuentran aquellas muestras que están compuestas de más de 1 mineral en su forma cristalina, que para efectos del presente trabajo son llamadas Asociaciones Minerales.

2.1.5. Propiedades físicas de los minerales

Las propiedades físicas de los minerales son el resultado directo de sus características químicas y estructurales (Servicio Geológico Mexicano, 2017). Hábito, brillo, color, dureza, exfoliación/fractura y raya forman parte de las propiedades físicas de la *Ficha Técnica de Reconocimiento de Minerales* creada en este proyecto para la fase de Registro Digital de la Colección de Minerales.

Hábito: Cuando los cristales crecen sin interferencias, adoptan formas relacionadas con su estructura interna. El hábito se refiere a las proporciones de las caras de un cristal (Griem, 2020) y se usa para designar las formas generales de los cristales como cúbica, octaédrica, prismática, entre otros (Klein & Cornelius Jr, 1996). Tanto el hábito como el

agregado, forma en que los cristales crecen juntos, son fundamentales para el reconocimiento de minerales. Dentro de los hábitos más comunes encontramos los siguientes (Klein & Cornelius Jr, 1996):

- Masivo o macizo: un agregado mineral formado por mineral compacto con una forma irregular, sin ninguna apariencia peculiar.
- Laminar o tabular: cuando un mineral consta de individuos planos, como placas, superpuestos y adherencia.
- Hojoso: cristales alargados, aplastados como hojas de cuchillo.
- Fibroso: en agregados fibrosos delgados, paralelos o radiales.
- Acicular: en cristales delgados como agujas.
- Dendrítico: arborescencia en ramas divergentes y delgadas, algo parecidas a las plantas.
- Mamilar: grandes masas redondas que parecen mamas, formadas por individuos radiales.
- Columnar: individuos como columnas robustas.

Granular: cuando un mineral está formado por granos grandes o pequeños.

Brillo: Es la apariencia de la superficie de un mineral cuando se refleja la luz en él.

Está en función de la transparencia, refractividad y estructura de un mineral y existen dos tipos principales: metálico y no metálico; cuando el brillo no es de estos dos tipos se llama metaloide o submetálico (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

Dentro de la categoría de no metálico se presentan los brillos adamantino, resinoso, vítreo, graso, perlado, sedoso, mate, nacarado. Por ejemplo, el brillo adamantino es

característico del diamante, el vítreo del cuarzo y el nacarado de la biotita (Propiedades. Minerales de Visu - UA, s. f.).

El brillo metálico es característico de minerales como la pirita, magnetita y galena. En cuanto al brillo semimetálico se puede exhibir en minerales como la uraninita y goethita (Propiedades. Minerales de Visu - UA, s. f.).

Color: Es una de las principales propiedades ya que es la más fácilmente observable. Sirve como un criterio distintivo ya que muchos minerales poseen un color característico; a los que tienen color constante se les llaman idiocromáticos, y a los que presentan un rango de colores se les llaman alocromáticos; dependiendo de la presencia de pigmentos, inclusiones y otras impurezas (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

El principal control en el color del mineral es su composición química. Pequeñas cantidades de determinados elementos (cromóforos), particularmente elementos de transición son los responsables de su color. Hierro, cromo, cobre y titanio son algunos de los cromóforos más abundantes. También, defectos en la estructura cristalina de un mineral pueden afectar a su color (Propiedades. Minerales de Visu - UA, s. f.). Por ejemplo, el rubí presenta un color rojo debido a la presencia del Cr^{3+} .

Dureza: Se llama dureza el grado de resistencia que opone un mineral a la deformación mecánica. Un método útil y semicuantitativo para la determinación de la dureza de un mineral fue introducido por el químico alemán Mohs, quien creó una escala de dureza de 10 niveles. Para cada nivel existe un mineral representativo y muy común. El mineral del nivel superior perteneciendo a esta escala puede rayar todos los minerales de los niveles inferiores (Griem, 2020).

En orden ascendente desde una dureza del 1 al 10 cada nivel es representado por los siguientes minerales: talco, yeso, calcita, fluorita, apatito, ortoclasa, cuarzo, topacio, corindón y diamante. También es común emplear objetos comunes, por ejemplo, uñas (2.5), moneda de cobre (3.5), navaja (5.5) o un clavo de acero (6.5). (Mohs Hardness Scale (U.S. National Park Service), s. f.).

Dureza	Mineral	Comparación
1	Talco	Se deja rayar fácilmente por la uña.
2	Yeso	Es rayado por la uña
3	Calcita	Se raya ligeramente con la punta del cuchillo
4	Fluorita	La navaja lo raya levemente
5	Apatito	La punta del cuchillo lo raya con dificultad
6	Feldespato Potásico	Un trozo de vidrio lo raya ligeramente
7	Cuarzo	Raya un trozo de vidrio
8	Topacio	Produce chispa al rayar un trozo de vidrio
9	Corindón	Raya al topacio ligeramente
10	Diamante	No se raya

Ilustración 2. Escala de dureza Mohs (Cristina Téllez, Diana Pinzón, 2007)

Exfoliación: Los cuerpos cristalinos pueden exfoliarse en superficies lisas a lo largo de determinadas direcciones, mediante la influencia de fuerzas mecánicas externas, por ejemplo mediante de la presión o de golpes de un martillo (Griem, 2020). La exfoliación puede estar muy bien desarrollada (perfecta) en algunos cristales, como ocurre con las micas, o puede ser menos distinguible, como el berilo y el apatito. El cuarzo, por otro lado, no presenta exfoliación (Klein & Cornelius Jr, 1996).

Cuando se describe la exfoliación se debe expresar en términos de calidad y dirección cristalográfica. La calidad se expresa como perfecta, buena, regular, entre otras. La dirección se expresa por el nombre o índices de la forma a la que es paralela la

exfoliación, como cúbica, octaédrica, romboédrica, prismática, pinacoidal, entre otras (Klein & Cornelius Jr, 1996). No todos los minerales exhiben exfoliación, y aunque unos pocos la exhiben de manera eminente, sirve como un gran criterio para identificarlos.

Fractura: La fractura de un mineral se refiere a las características de la superficie obtenida cuando sustancias cristalinas se rompen, en direcciones distintas de una exfoliación o una partición. En este caso los minerales que tienen una exfoliación muy débil, o no la tienen, proporcionan superficies de fractura muy fáciles (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

Los diferentes tipos de fracturas pueden ayudar en la identificación de un mineral, los modelos de fractura pueden ser (Propiedades. Minerales de Visu - UA, s. f.):

- ✓ Concoidal o concoide: Cuando la fractura tiene superficies suaves, lisas como las de la cara interior de una concha. Por ejemplo, el vidrio y el cuarzo.
- ✓ Fibrosa, astillosa o ganchuda: Cuando un mineral se rompe según una superficie irregular, dentada, con filos puntiagudos. Por ejemplo, el asbesto.
- ✓ Desigual o irregular: Cuando un mineral se rompe según superficies bastas e irregulares. Por ejemplo, la caolinita.

Raya: Es el color del polvo fino de un mineral que se determina por corte, limado o rasguño; sin embargo, el método corriente y más satisfactorio es frotar el mineral sobre una pieza de porcelana blanca sin brillo (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

El color de la raya ofrece mayor valor determinativo que el color del mineral en conjunto, pues en los minerales pulverizados la influencia de las impurezas es mucho menor, la raya intensa y de colores definidos es propia de minerales metálicos y la de los

minerales no metálicos, como los silicatos, es siempre blanca o de colores muy blanquecinos (Propiedades. Minerales de Visu - UA, s. f.).

2.2.Colección

Conjunto de objetos materiales e inmateriales (obras, artefactos, especímenes, documentos, archivos, testimonios, etc.) que un individuo o un establecimiento, estatal o privado, se han ocupado de reunir, clasificar, seleccionar y conservar en un contexto de seguridad para comunicarlo, por lo general, a un público (Desvallées y Mairesse, 2010).

2.2.1. Colección geológica

Las colecciones geológicas custodian un importante patrimonio natural y están formadas por tres importantes colecciones de referencia nacional e internacional: paleontología -fósiles y lámina delgada-, petrología -rocas y lámina delgada- y mineralogía -minerales y meteoritos- (museu de ciències naturals de Barcelona, s.f.).

Las colecciones geológicas cumplen un papel importante en la historia por su interés científico y su extensa información (Museums & Galleries Commission, s.f), y esta importancia se materializa por medio de la gestión de forma eficiente la Colección de Minerales con el registro del material mineralógico existente en los laboratorios y Litoteca de la Escuela de Geología UIS para disposición de la misma, conservando así el patrimonio geológico mediante la sistematización y catalogación de los ejemplares.

Para lograr una buena gestión de las colecciones geológicas se expone la documentación como la herramienta básica para lograrlo, ya que se apoya en ordenar, clasificar, seleccionar, recuperar y difundir (Lozano & Menéndez, 2013).

2.2.2. Colección de minerales

En la Colección de Minerales se reúnen numerosos ejemplares de las especies minerales más comunes con 50 ejemplares de alta calidad mineralógica y gran belleza para su exposición.

Esta colección de minerales representa un activo de gran valor para los geocientíficos del área de Santander y Colombia en general. A medida que las colecciones nacionales se vuelven más reconocidas por su valor en la investigación de las ciencias de la Tierra, estos datos deben estar disponibles públicamente. La construcción de espacios seguros que contengan especies de minerales únicos y comunes garantiza el legado de las colecciones y aumenta su valor científico y cultural (Percival et al., 2018).

2.2.3. Gestión de colecciones y sus procesos

En los años 60 en Estados Unidos mediante las bibliotecas universitarias y públicas se propuso un enfoque amplio concerniente a las colecciones englobado en el concepto de “desarrollo de colecciones”, el cual “implica la determinación previa de las características de la unidad de información, la postulación de objetivos en concordancia con las aspiraciones de la comunidad de usuarios a la que se pretende servir, la evaluación de la colección a intervalos regulares, para descartar o relegar los materiales de poco o ningún

uso y detectar necesidades de información no satisfechas y sobre todo, la búsqueda de procedimientos para satisfacerlas, tanto con fondos documentales propios como mediante convenios para uso compartido” (Aguado de Costa, 2011).

En los años 80 surge el enfoque de “gestión de colecciones”, a modo de concepto paraguas que englobaría al de “desarrollo de colecciones”, por tanto, este nuevo concepto abarca los procesos clásicos del desarrollo de colecciones (Selección, adquisición, evaluación, descarte) y añade otros como los planteamientos previos, la conservación o el mantenimiento (Gonzalez, 2020).

Los principales procesos de la gestión de colecciones han sido: la selección, la adquisición, la evaluación, el descarte y la conservación, los cuales son integrados mediante un plan sistemático al planeamiento general de la gestión de la unidad de información, que implica tener claro elementos institucionales como el direccionamiento estratégico, las características de los usuarios, las necesidades informacionales, las metas, las colecciones existentes, los servicios, entre otros (Montano, 2011).

2.3. Antecedentes

2.3.1. Museo Geológico “Marino Arce Herrera”

El Museo Geológico “Marino Arce Herrera” tiene origen en la década de los 60s gracias al material geológico recolectado en los diferentes trabajos de campo de la época. Lleva este nombre por el gran aporte de M. Arce en la colección de mineralogía. M. Julivert, J. de Porta y D. Trapp fueron otros científicos que brindaron aportes en los campos

de la sedimentología, estratigrafía, paleontología y geología estructural de la región, además de contribuir al crecimiento de las colecciones de geológicas.

En el año 1993 se asume la tarea de rescatar y exhibir dignamente el material geológico de las colecciones con el fin de dar dinamización y funcionalidad a las colecciones geológicas (Ríos, 1999). Por esto en 1994 inicia la reestructuración de las colecciones a partir de su sistematización y catalogación y se define un modelo de codificación y aplicación en la sistematización de las colecciones del museo (Ríos, 1999).

En el año 1996 se publica en primer catálogo de la Colección de Mineralogía y Petrografía como parte de la recuperación y documentación de las colecciones, dando a conocer la existencia del rico patrimonio geológico del museo (Ríos, 1999).

No obstante, desde la creación del Museo Geológico “Marico Arce Herrera” se ha llevado a cabo una adquisición importante de especímenes y muestras, que ha sido limitada teniendo en cuenta que el espacio es limitado para el almacenamiento; entre otros aspectos, no hay un espacio que permita el crecimiento indiscriminado de las colecciones, por lo cual el museo se desintegró, guardándose sus muestras en la Litoteca y otras desapareciendo.

De allí nace la importancia de la gestión, organización y registro digital de la nueva colección de minerales de la Escuela de Geología.

3. Metodología

La pasantía de investigación se llevará a cabo mediante 7 etapas divididas como se explica a continuación.

3.1.Revisión Bibliográfica

En esta etapa se realiza una recopilación de la bibliografía más relevante sobre la gestión, organización y registro digital de Colecciones Geológicas. Esta bibliografía incluye tesis, libros, artículos científicos, manuales de mineralogía y toda la información correspondiente a las principales colecciones de minerales alrededor del mundo así como los parámetros usados para la gestión de una colección de minerales.

3.2.Selección del material mineralógico

En esta etapa se realiza la pre-selección del material mineralógico por medio de la elección de parámetros para la clasificación y la elaboración del inventario y análisis del estado de los minerales de la Litoteca y de la Escuela de Geología UIS. De acuerdo con el estado, representatividad e importancia del material se eligen 50 minerales que harán parte de la Colección de Minerales de la Escuela de Geología UIS.

3.3.Clasificación y descripción del material mineralógico

En esta etapa se realiza el inventario de los minerales seleccionados, para su identificación y descripción de propiedades. Además de la organización del material se crean los códigos de referenciado para la clasificación general del mineral y su posterior

gestión y almacenamiento. El código de referencia de cada mineral contiene la información obtenida durante la recolección del mineral además de la que obtenida en el proceso de la pasantía de investigación. Esta información incluye: Datos principales (nombre, fórmula química, clasificación según Strunz y sistema cristalino), propiedades físicas (hábito, brillo, color, dureza, exfoliación/fractura y raya), dimensiones (escala métrica), datos de recolección (ubicación y recolector). Es importante resaltar que no todos los minerales cuentan con los datos anteriormente descritos.

3.4. Fotogrametría del material mineralógico

En esta etapa se realiza la toma de fotografías 2D y 3D de los minerales seleccionados, además de la digitalización y edición de estas con el objetivo de presentar el material de la mejor manera posible en una ficha técnica creada durante la pasantía de investigación y en modelos tridimensionales didácticos respectivamente.

3.4.1. Fotografías 2D: para la toma de las fotografías que hacen parte de la ficha técnica de reconocimiento de minerales se realizó un montaje simple que consistió de una base blanca para apoyar el mineral sobre esta, una cámara fotográfica con sensor de 12 megapíxeles y lente de apertura f/2.2 además de estabilización electrónica; también se diseñó una escala métrica que incluyó los logos de la Universidad Industrial de Santander y de la Escuela de Geología (ver Apéndice B). Esta escala acompañó las fotografías para relacionar el tamaño de la imagen con el tamaño real del mineral. Por último, se tomó 1 fotografía a 90° del mineral con su mejor lado

para posteriormente editarlas en la aplicación móvil PhotoRoom (disponible en App Store y Play Store) y así editar el fondo de la imagen como algunas características de la imagen.

3.4.2. Fotografías 3D: Los modelos 3D de las 10 muestras más representativas se seleccionan de acuerdo con el estado del mineral y su representatividad. Para la generación de los modelos 3D se precisó de una cámara Canon EOS T5, una pantalla LED, una caja con fondo blanco y un trípode de +1 m de alto para apoyar la cámara con la cual se capturaron fotografías cada 5° para cada mineral seleccionado y ubicado sobre una platina giratoria. Este procedimiento se repitió para el mineral en 2 ángulos diferentes (a 0° y 45°) obteniendo así un total de 144 fotografías que luego serían interpoladas para generar el modelo tridimensional.



Ilustración 3. Proceso de ensamblaje y toma de fotografías en diferentes ángulos para generar el modelo tridimensional.

Esta interpolación se procesó en las plataformas *Sketchfab* y *eyesCloud3D* donde se cargaron las 144 fotografías de cada mineral, luego se revisó la malla, se editó el modelo y finalmente se generó un modelo descargable disponible en el apartado de apéndices.

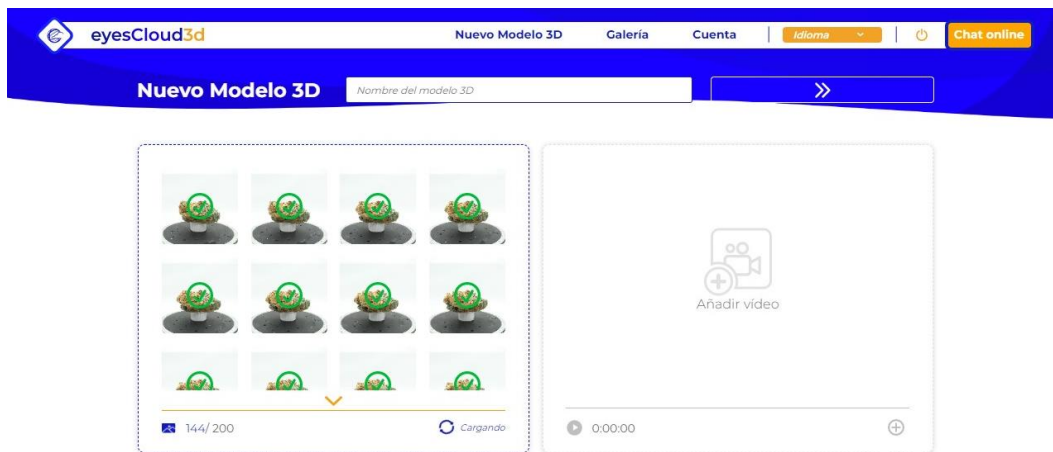


Ilustración 4. Plataforma eyesCloud3d donde se cargan las 144 fotografías tomadas y se genera el modelo 3D.



Ilustración 5. Plataforma eyesCloud3d donde se edita la malla una vez cargadas las 144 fotografías para finalmente generar el modelo tridimensional como se observa en el ejemplo de la Fluorita.

3.5.Registro digital de los minerales seleccionados

En esta etapa se realiza la recopilación de los parámetros de clasificación, propiedades físicas y fotografías de los minerales para posteriormente crear una ficha técnica para el reconocimiento de minerales y así elaborar el catálogo de la Colección de Minerales.

3.6.Guía para la gestión y organización de la Colección de Minerales

En esta etapa se realiza un estudio para la organización de la colección según los criterios seleccionados y así elaborar la guía para el manejo y cuidado de esta.

3.7.Documento final

En esta etapa se realiza la elaboración del documento final y los entregables para posteriormente sustentarlo como parte de la Pasantía de Investigación.

4. Resultados

4.1.Guía para la gestión y organización de la Colección de Minerales

4.1.1. Adquisición e ingreso de nuevas muestras

El ingreso de nuevo material en la colección puede darse por parte de la comunidad estudiantil o personas e instituciones ajenas a la colección (Guinea, 1994). Para el ingreso de los nuevos especímenes se debe tener en cuenta los parámetros ya establecidos en la selección inicial que se realizó con el material existente, parámetros como estado de conservación, representatividad y exclusividad.

Es importante que cada muestra cuente con la información en cuanto a su procedencia, modo de adquisición, fecha de entrada, ubicación y descripción.

No es recomendable incluir muestras que presenten las siguientes características:

- Alto de grado de meteorización.
- Alto grado de fragilidad.
- Poca exclusividad.
- Falta de información respecto a la procedencia.

4.1.2. Registro y documentación de muestras

- Todo el material mineralógico que se encuentra disponible en la Litoteca de la escuela de geología fue registrado en un archivo Excel que cuenta con la información existente que presentaban algunas muestras y el estado de conservación de cada una clasificándolas como bueno, regular o malo.
- Seleccionadas las 50 muestras que forman parte de la colección se realizan las fichas técnicas de reconocimiento de minerales donde se registra la descripción de las propiedades físicas y la información de procedencia, también se realiza el modelado 3D de las 10 muestras más representativas de la colección por medio del Software eyesCloud3d. Toda la información se encuentra disponible en el catálogo físico y digital.

4.1.3. Descripción y clasificación de muestras



Ilustración 6. Etapas en la práctica de descripción y clasificación de las muestras. Fuente: Autores de la investigación.

Una vez seleccionado el mineral que hará parte de la Colección de Minerales se deben completar las 4 etapas para realizar su respectiva descripción y clasificación y así generar la *Ficha Técnica De Reconocimiento De Minerales* (ver Apéndice A).

Etapa 1: La *descripción* consta de las principales propiedades físicas de los minerales dentro de las cuales se encuentra el hábito, brillo, color, dureza (escala de Mohs), exfoliación/fractura y raya. Para lograr identificar las propiedades de un mineral se necesitan de materiales especializados en cada una de las propiedades. Los materiales recomendados se listan a continuación:

- Dureza: uña (2.5), moneda de acero (3.5), clavo de alambre (4.5), vidrio y/o navaja (5.5). Cabe mencionar que para minerales con mayor dureza se puede realizar la prueba con otro mineral.
- Raya: lámina de porcelana blanca para determinar el color de la raya.
- Composición: ácido clorhídrico en solución al 10% para determinar carbonatos reactivos.
- Hábito: lupa monocular 20x para identificar las caras de los cristales y su respectivo hábito.
- Magnetismo: imán para identificar si es atraído por este.

Adicional a las propiedades, si se cuenta con la información del recolector y lugar de recolección de la muestra se debe documentar así mismo en la ficha técnica, con el fin de reconocer a todas las personas y/o instituciones que con su aporte ayudan a la creación de la Colección de Minerales.



Ilustración 7. Identificación y análisis de propiedades físicas de las muestras minerales.

Etapa 2: La *identificación* del mineral seleccionado consta de una revisión de la bibliografía de diferentes autores y bases de datos que permiten relacionar las propiedades físicas a un mineral en específico. Dentro de las bases de datos más completas y recomendadas para identificar un mineral se encuentra el MANUAL DE MINERALOGÍA DE DANA, libro usado para la identificación de las 50 muestras iniciales de esta colección.

Para una identificación más acertada del mineral más representativo dentro de las Asociaciones Minerales se enviaron estas muestras al laboratorio de microscopía de la sede Guatiguará para realizar un análisis por medio del Microscopio electrónico de barrido o SEM (Scanning Electron Microscopy) y de la espectroscopia de rayos X de energía dispersiva (EDS, también abreviada EDX o XEDS), la cual es una técnica analítica utilizada para el análisis elemental por caracterización química de una muestra (IXRF, Inc., 2022).

El análisis arrojó los siguientes resultados donde se identificaron los minerales principales de las asociaciones como se muestra a continuación:

- Celestina

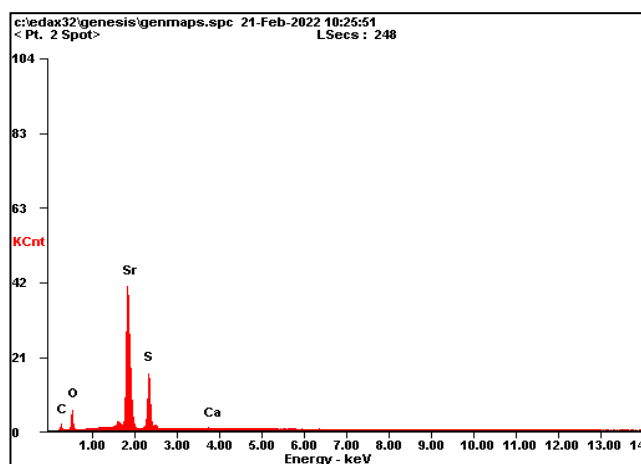
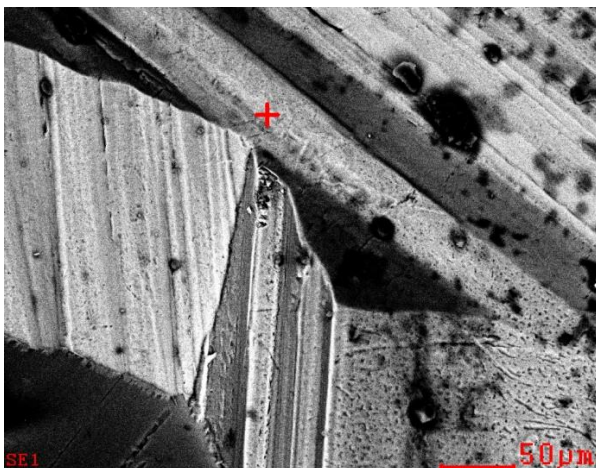


Ilustración 8. Vista mediante microscopía electrónica de barrido ambiental (ESEM) de los granos de celestina ($SrSO_4$) y resultados del análisis químico mediante EDS de los mismos con la típica composición de la celestina (presencia de picos de Sr y S).

- Auricalcita

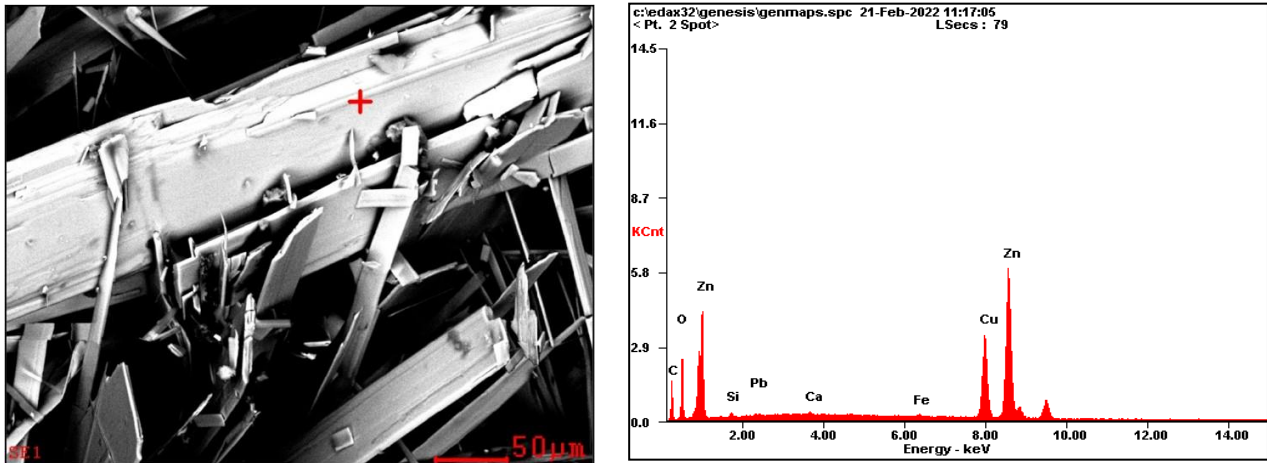


Ilustración 9. Vista mediante microscopía electrónica de barrido ambiental (ESEM) de los granos de auricalcita ($(Zn,Cu^{2+})_5(CO_3)_2(OH)_6$) y resultados del análisis químico mediante EDS de los mismos con la típica composición de la auricalcita (presencia de picos de Zn)

Etapa 3: La *clasificación* se realiza según los parámetros de *Strunz, 1970*. Esta clasificación, usada universalmente en la Mineralogía, se basa principalmente en la composición química estructural de los minerales y sus clases son descritas en el apartado teórico de este trabajo. Adicional al grupo dentro del cual se encuentre el mineral seleccionado, el nombre del mineral, su fórmula química y sistema cristalino también hacen parte de la ficha técnica que debe ser llenada al momento de anexar un mineral a la colección.

Etapa 4: La última etapa de la *Ficha Técnica De Reconocimiento De Minerales* es la fotografía del mineral en fondo blanco o negro, junto con la escala (ver Apéndice B) que ayuda a reconocer el tamaño real de la muestra para aquellos que estudian la muestra ya sea desde el catálogo físico y/o digital.

Nombre	Serpentina
Fórmula química	$(\text{Mg,Al,Fe,Mn,Ni,Zn})_{2-3}(\text{Si,Al,Fe})_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
Clasificación (Strunz)	Silicatos
Sistema cristalino	Monoclínico

Propiedades	
Hábito	Fibroso
Brillo	Vítreo
Color	Verde amarillento - oscuro
Dureza (Mohs)	3,5
Exfoliación/Fractura	Buena/Irregular
Raya	Blanca



Código	MIN-45 (M12sp-002)
Localización	Vía Medellín - Bogotá
Recolector	EAFIT

Ilustración 10. Ejemplo de Ficha Técnica de Reconocimiento del mineral Serpentina.

4.1.4. Etiquetado

La etiqueta de una muestra es la información básica que la acompaña, ya sea unido físicamente a él o en el contenedor en el que se encuentra. Una vez se ha documentado la entrada de un mineral a la Colección, se procede a etiquetarlo. La etiqueta de los 50 minerales iniciales de la Colección es consecutiva y no repetitiva (**MIN-1** a **MIN-50**).

Para la Colección de Minerales se realiza una etiqueta con base de pintura blanca compuesta por un pigmento estable (A). La anotación del código de referencia se hace con tinta china permanente y resistente al agua y a la luz (B). Adicional a estos materiales, se requiere una pluma para anotar y un pincel para pintar la base.

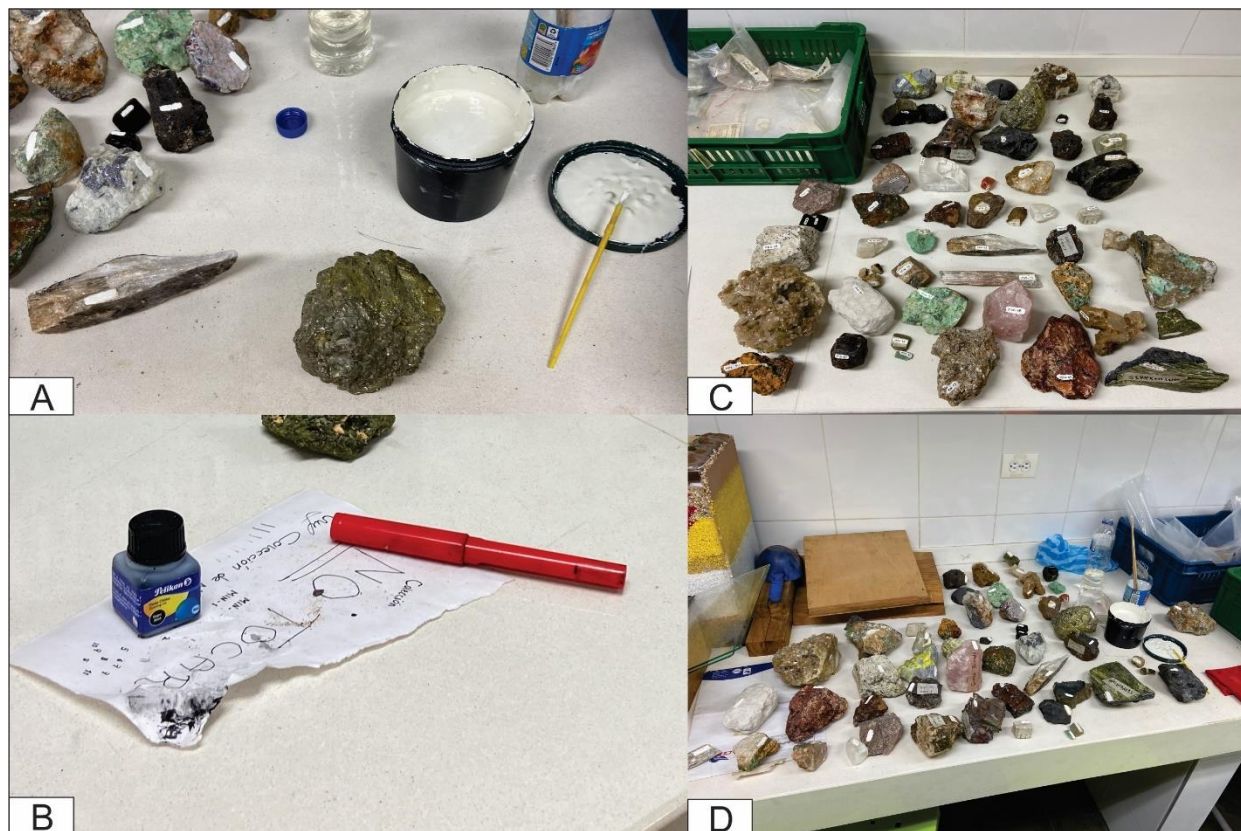


Ilustración 11. Proceso de etiquetado mostrando los elementos utilizados y el resultado final mostrando (A) base de pintura blanca y pincel, (B) tinta china permanente y pluma para anotar, (C) 50 minerales a los cuales se les hizo el etiquetado y (D) vista general.

Si el mineral cuenta con otra etiqueta, ya sea porque hacía parte de otra colección o porque el donante ya le había realizado un etiquetado previo, se sustituye por la etiqueta de la colección que es consecutiva; sin embargo, para efectos de registro y documentación se conserva la etiqueta previa dentro de la ficha técnica.

- *Base de la etiqueta:* con el fin de preservar la muestra el material con el que se pinta el mineral debe cumplir con las siguientes características: su pH debe variar entre 7 y 8, de un gramaje elevado (para evitar su fácil deterioro), no ensuciarse con

facilidad y antiestático para no atraer el polvo y de durabilidad contrastada (Barreiro, y otros, 1994). En caso de no contar con este material, es recomendable usar uno de características similares, que resista a los procesos naturales sin degradarse y que cuando se grabe la información se pueda leer fácilmente.

- *Tinta:* debe ser una tinta permanente, la recomendación es usar tinta china, ya que es resistente al agua, alcohol, formol, entre otras sustancias. Con el fin de preservar la muestra debe cumplir las siguientes características: base de carbón en su composición, no corrosiva, resistente a la decoloración, que seque completamente en menos de 180 segundos, pH entre 7-8,5 y moderadamente fluida (Barreiro, y otros, 1994).

4.1.5. Almacenamiento

- La colección será almacenada en 3 canastas plásticas industriales con dimensiones en centímetros de 52x35x15.
- Cada mineral se encuentra sobre una caja de cartón la cual dependiendo del tamaño de la muestra tendrá diferentes dimensiones, las dimensiones para las cajas pueden ser de 7,6x7,6 cm para muestras pequeñas, 10,2x8,9 cm para muestras con un tamaño medio y 15,2x12,7 cm para minerales grandes.
- Cada caja donde se encuentran los minerales contiene la ficha técnica de reconocimiento mineral en la base.
- Cada muestra se encuentra catalogada con el código asignado para la colección.

- Cada canasta cuenta con ficha de identificación de inventario para facilitar la búsqueda de cualquier muestra (ver Apéndice D).

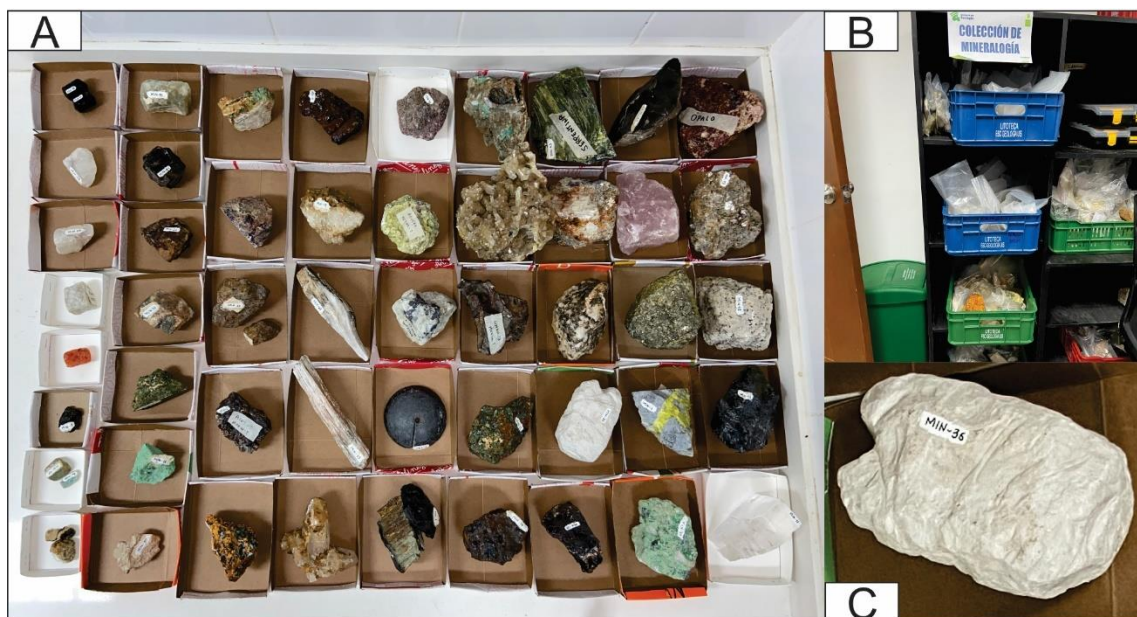


Ilustración 12. Proceso de almacenamiento de los minerales de la colección mostrando (A) cada mineral se encuentra en una caja dependiendo de su tamaño, (B) la colección almacenada en 3 canastas plásticas industriales y (C) cada muestra con su etiqueta correspondiente.

4.1.6. Limpieza y cuidados especiales

Es importante conocer las propiedades de cada mineral para evitar daños durante la limpieza, por lo general, no se recomienda emplear métodos químicos y/o mecánicos debido a que es importante conservar los elementos frágiles e inestables que forman parte del conjunto de la muestra (C.H.C. Brunton, T.P. Besterman, J.A. Cooper, 1985). Sin embargo, se pueden llevar a cabo estos métodos si se sabe que la muestra permanecerá inalterada.

De acuerdo con (C.H.C. Brunton, T.P. Besterman, J.A. Cooper, 1985) los siguientes grupos de minerales son vulnerables al lavado con agua:

- Sulfatos: La mayoría de los sulfatos simples (a excepción de los más comunes) de sodio, potasio, magnesio, zinc, cobre, aluminio, hierro y manganeso. Todos estos solubles y susceptibles a cambios de estado de hidratación.
- Carbonatos: Los de sodio y potasio son los más vulnerables.
- Fosfatos y grupos relacionados: Algunos son vulnerables, incluidos los fosfatos ácidos, alcalinos y los grupos de micas de uranio.
- Haluros: Los cloruros son especialmente propensos a cambios delicuescentes y son altamente solubles.
- Silicatos: Algunas zeolitas y silicatos similares son susceptibles a cambios de deshidratación, la mayoría de las zeolitas tienen un contenido de agua variable, pero esto rara vez es problemático.

Los minerales que se formaron en la superficie o cerca de ambientes acuosos superficiales son los más solubles y sensibles a la alteración por hidratación o deshidratación (C.H.C. Brunton, T.P. Besterman, J.A. Cooper, 1985), por consiguiente, las muestras se deterioran y pierden su valor como colección.

En muestras frágiles no se recomienda el uso de métodos físicos con el fin de mantener unidas las partes dañadas. La reparación debe realizarse utilizando adhesivos estables los cuales son fácilmente reversibles sin la aplicación de reactivos duros o calor, es recomendable que la impregnación de minerales debilitados o ensamblajes la realice un conservador experimentado (C.H.C. Brunton, T.P. Besterman, J.A. Cooper, 1985). Las

muestras que consisten en cristales individuales débilmente unidos a la matriz o cristales frágiles necesitan especial cuidado en su manejo y almacenamiento.

4.1.7. Uso de la colección

Préstamos

En el presente trabajo se considera ‘préstamo’ toda transferencia temporal de alguna de las muestras de la Colección de Minerales de la Escuela de Geología UIS para propósitos de identificación, evaluación, investigación académica o enseñanza, con calidad de devolución en un tiempo específico y en las mismas condiciones en que fue o fueron prestada(s). Dentro de las consideraciones para solicitar el préstamo de un espécimen mineral se encuentran:

- Todos los préstamos requieren una aprobación por el docente encargado de la asignatura cuyo objetivo requiera el uso de las muestras. Dicha aprobación se registra en el *Formato de préstamo de muestras de la Colección de Minerales* que se encuentra en los anexos del presente trabajo (ver Apéndice C).
- El registro en el *Formato de préstamo de muestras de la Colección de Minerales* es mandatorio ya que permite documentar, monitorear y mantener un registro del estado de todos los préstamos que se lleven a cabo en la Escuela de Geología – UIS; y su debido cuidado garantizará el funcionamiento de la Colección.
- El uso de cualquiera de las muestras de la Colección de Minerales requiere de un propósito académico que garantice la conservación de esta. Dentro de las condiciones para el préstamo se excluyen todas aquellas que conlleven al daño y posterior deterioro.

- No se hacen préstamos a personas particulares. Se recomienda en todo momento portar el Carnet Estudiantil o algún documento de identidad que lo identifique como parte de la Comunidad UIS.
- Un préstamo puede ser negado cuando una o más de las siguientes condiciones existe: las muestras de interés presentan un préstamo activo en el momento de la solicitud; las muestras de interés se encuentran en condición tal que, prestarlas resultaría en un daño para dicho material; el solicitante no presenta la documentación pertinente o una preaprobación por parte de un docente; el mineral representa gran valor científico y su propósito no representa objetivos académicos.
- Para aquellas prácticas de laboratorio que requieren el uso del material se puede realizar un préstamo rápido (no superior a la duración de la práctica), para el cual el docente encargado llenará el *Formato de préstamo de muestras de la Colección de Minerales* adjuntando una lista con el nombre y código de los estudiantes que hacen parte del grupo a realizar la práctica.
- Todo préstamo o consulta que sea interés de un museo o institución educativa ajena a la Universidad Industrial de Santander debe ser aprobada por el Director de la Escuela de Geología junto con el diligenciamiento del formato previamente enviado a la dirección de correo electrónico secregeo@uis.edu.co.

Manipulación

Según el manual de buenas prácticas de laboratorios y Litoteca, las muestras deben retirarse de su sitio de almacenamiento para su análisis y deben retornarse a su ubicación correspondiente de acuerdo con el catálogo, se debe tener cuidado durante el transporte de las muestras para evitar su vencimiento, fracturamiento u otros daños, no se permite marcar y/o rayar las muestras y cuando una muestra esté deteriorada o frágil, el profesor será el responsable del seguimiento del inventario de las muestras durante el desarrollo de las actividades académicas.

Exposición

Con el propósito de mantener las muestras bien conservadas se recomienda disponerlas en canastas plásticas industriales tal como se organizan inicialmente con su etiquetado correspondiente, también es recomendable organizarlas en vitrinas para dar visibilidad a la colección. El impacto del polvo sobre el material es bajo si se dispone tal como se sugiere, es importante evitar el contacto con agentes que puedan afectar el estado de conservación del mineral.

4.1.8. Divulgación

Para tener acceso a la Colección de Minerales desde cualquier lugar y dispositivo se diseñó una página web que contiene todos los productos generados en la presente pasantía de investigación, desde el concepto de mineral hasta el catálogo digital.

Dentro de la página web se puede acceder a la Guía para la gestión y organización de la Colección de Minerales y los modelos 3D los cuales están acompañados de un código QR para su visualización.



Ilustración 13. Inicio de la página web de la Colección de Minerales.

La página web está disponible en: <https://coleccionminuis.my.canva.site/>

Con el objetivo de presentar una alternativa digital para el análisis y reconocimiento de algunas propiedades de los minerales más representativos se publicaron 10 modelos 3D donde es posible observar características como la textura, habito, color, exfoliación, fractura y brillo desde diferentes ángulos como si se tratase de una muestra de mano.

El procedimiento para subir los modelos 3D a la página web es el siguiente:

- Descargar el modelo en formato .DAE y la textura en formato .PNG
- Cargar el modelo en la plataforma *Sketchfab*

- Editar las características tridimensionales (escena, iluminación, materiales, filtros post-procesamiento y anotaciones)

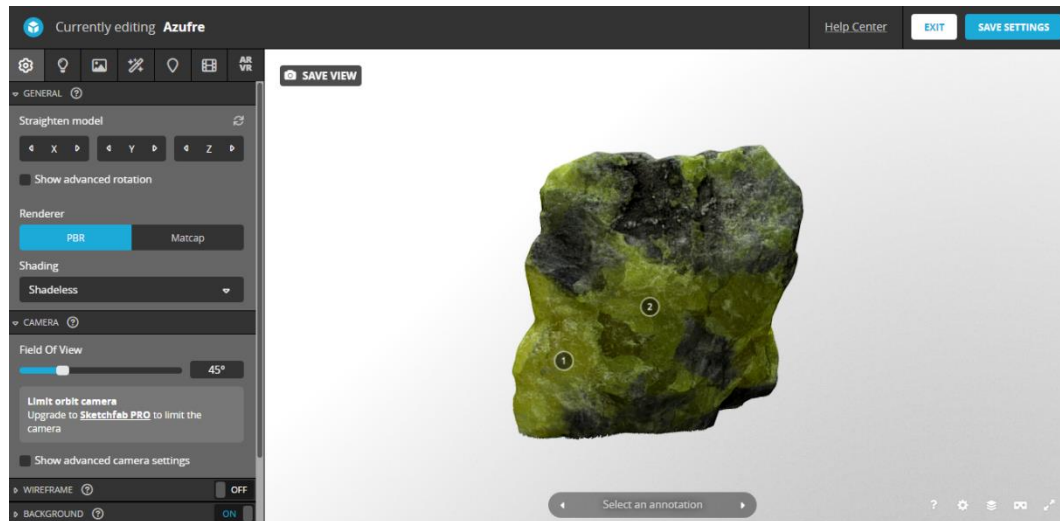
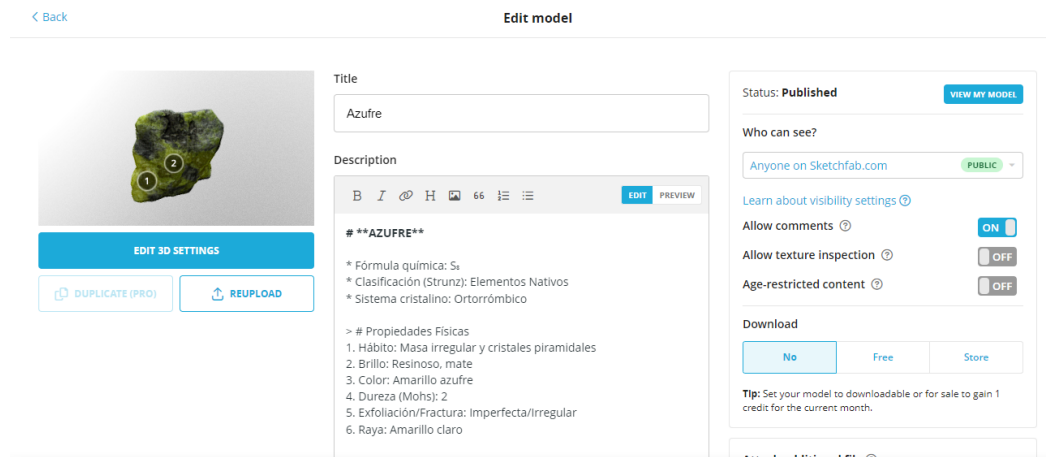


Ilustración 14. Edición de características del modelo en la plataforma Sketchfab.

- Describir las propiedades del mineral.
- Añadir categorías y etiquetas al modelo para promover su divulgación en la plataforma.



Categories

Nature & Plants, Science & Technology

Tags

geology × collection × mineralogy × sulfur-crystal ×

geology-museum × Add another

Suggested tags: muscovite

Discoverability 🍌

Write a good description, add categories and tags to help your model get discovered.

[More tips to get exposure](#)

Ilustración 15. Descripción de propiedades y categorización del modelo.

- Finalmente, se guardan los cambios y se publica el modelo obteniendo su dirección URL.

Los modelos están disponibles en la página: <https://sketchfab.com/coleccionminuis>

4.1.9. Devolución y entrega

Como complemento a las generalidades mencionadas en el apartado de *Préstamos*, es importante tener políticas claras sobre la devolución del material una vez se cumple el plazo de entrega expresado en el formato. Para la Colección de Minerales se han creado los siguientes lineamientos:

- Todos los préstamos son por un periodo de tiempo específico no superior a una (1) semana con la opción de renovación siguiendo el procedimiento de un préstamo

regular. No se permiten préstamos indefinidos o permanentes pues uno de los objetivos de la Colección es que esté al alcance de toda la comunidad educativa en el momento que sea requerido.

- Todos los préstamos de las muestras de la Colección de Minerales deben ser entregados dentro del plazo de entrega expresado en el formato. El incumplimiento de las condiciones del préstamo o de entrega de la muestra a tiempo puede resultar en la negación de futuros préstamos al solicitante.
- El préstamo es personal e intransferible, por tanto la persona que toma la muestra prestada debe ser la misma que la devuelve. Con esto se evita el riesgo de pérdida, daño y baja de muestras de la colección.
- Al momento de realizar la entrega del mineral se debe verificar su estado, que sea entregado en las condiciones adecuadas, respetando las etiquetas, cajas o envases originales.
- Una vez sea devuelto el mineral y comprobado su estado, se reintegra a la colección a su lugar correspondiente para que así esté a disposición de posteriores solicitudes de consulta o préstamo.

4.1.10. Decesión

En el presente trabajo se considera ‘decesión’ la baja definitiva del material que anteriormente hacía parte de la colección. El primer factor por el que se podría dar de baja un mineral está determinado por la política de la colección de intercambios y donaciones para con otras instituciones. El segundo factor por el que un mineral se retira de la colección incluye la destrucción o deterioro irreparable, pérdida y robo.

5. Conclusiones

- Este proyecto permite tener acceso a una base de datos y a las muestras en físico, favoreciendo el proceso educativo para los estudiantes funcionando como material de apoyo en laboratorios de mineralogía y asignaturas relacionadas.
- El recurso digital de la colección de minerales permite el acceso para consulta y estudio desde cualquier lugar y dispositivo, proyectándose como ayuda didáctica cuando las clases deban realizarse en presencialidad remota.
- Adecuar estratégicamente los ejemplares contribuye en su conservación y garantiza la correcta exposición de la colección, además de preservarla y crecer con el tiempo.
- Conocer el pasado nos proporciona las herramientas necesarias para entender los procesos que vivimos en el presente, los minerales guardan historia y registran procesos que son la clave para entender los acontecimientos en nuestro entorno actual.

6. Recomendaciones

Considerando la importancia que representa la Colección de Minerales para la Escuela de Geología UIS y en función de los resultados obtenidos se formulan algunas sugerencias para el personal docente, estudiantes y comunidad educativa en general; con el fin de establecer en este proyecto las pautas necesarias para la ampliación de la presente y el desarrollo de las futuras colecciones. Para ello se llega a las siguientes recomendaciones:

- A los entes administrativos planificar y ejecutar proyectos para el mejoramiento de la infraestructura y mobiliario designado para el almacenamiento de las diferentes colecciones.

- Designar un(a) encargado(a) de la Colección para ejercer un Control de Calidad sobre las muestras y su ingreso a esta, sea personal docente, grupo de investigación, semillero, capítulo estudiantil; con el fin de garantizar la representatividad y calidad de la información como parte de uno de los objetivos de la Colección.
- Estandarizar los modelos de formatos para manejar con mayor facilidad las distintas colecciones y así unificar la gestión y organización de estas.
- Definir un espacio para la toma de fotografías con el equipamiento adecuado y las herramientas necesarias con el fin de unificar la calidad y el diseño usado en el catálogo.
- Invertir en más herramientas básicas para la identificación de propiedades físicas de los distintos minerales como navajas, tabletas de porcelana, agujas, imanes, monedas de cobre y lupas monoculares.
- Diseñar en conjunto con el equipo de IT (Information Technology) una sección en la página oficial de la Universidad Industrial de Santander destinada para la consulta de los diferentes catálogos creados en las colecciones con sus respectivos manuales y demás material didáctico.
- Incentivar el uso de la Colección por parte del personal docente y estudiantes para el aprovechamiento de esta dentro y fuera del aula de clase de las asignaturas que así lo requieran.
- Aprovechar las salidas de campo para obtener muestras locales que surtan la colección.

Referencias Bibliográficas

- Aguado de Costa, A. (2011). Gestión de colecciones. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Alfagrama Ediciones, p. 11-12.
- Barreiro, J., González, J., Rey-Fraile, I., Soriano, O., Izquierdo, I., Diéguez, C., & García, J. (1994). *MANUAL DE CATALOGACIÓN Y GESTIÓN DE LAS COLECCIONES CIENTÍFICAS DE HISTORIA NATURAL*. Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) . Madrid: Borja Sanchíz. Recuperado el 25 de Noviembre de 2022.
- Brunton, C., Besterman, T., Cooper, J. (1985). *Guidelines for the curation of geological materials*. Geological Curators' Group.
- Carcavilla *et.al.* (2014). Geodiversidad y patrimonio geológico. Instituto Geológico y Minero de España. 21 p. Madrid. NIPO: 474-11-012-3. EDICIÓN PARQUES NACIONALES.
- Cristina Téllez, Diana Pinzón. (2007). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MUSEO VIRTUAL "MARINO ARCE HERRERA" DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Bucaramanga, Colombia.
- Dercourt, J., & Paquet, J. (1985). Mineral. In *Geology Principles & Methods* (pp. 3-20). Springer, Dordrecht.
- Desvallées, A., & Mairesse, F. (2010). Conceptos claves de Museología. ICOM. *Editorial Armand Colin*.
- Gonzalez, J. R. (2020). Creación de la política de gestión de colecciones para la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Griem, W. (22 de 03 de 2020). *Apuntes de Geología*. Obtenido de Propiedades de los minerales: www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap02a.htm
- Guinea, J. G. (1994). Quinta parte. En *MANUAL DE CATALOGACION Y GESTION DE LAS COLECCIONES CIENTIFICAS DE HISTORIA NATURAL*. Madrid.
- IXRF, Inc. (2022). *IXRF Systems*. Recuperado el 9 de Enero de 2023, de <https://www.ixrfsystems.com/es/sem-eds/>
- Jan, A., & Abdulmajjid, N. A. (28 de Septiembre de 2021). *Geo Studies Organization*. Obtenido de Six types of Crystal Systems: <https://geostudies.org/six-types-of-crystal-systems/>

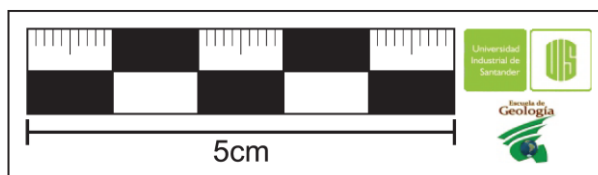
- Klein, C., & Cornelius Jr, S. (1996). *Manual de Mineralogía* (Cuarta ed.). Barcelona: Reverté, S.A. Recuperado el 10 de Octubre de 2022
- Lozano, R. P., & Menéndez, S. (2013). Rocas, minerales y fósiles: las colecciones geológicas. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 41-52.
- Mohs Hardness Scale (U.S. National Park Service). (s. f.). Recuperado 3 de noviembre de 2022, de HYPERLINK "<https://www.nps.gov/articles/mohs-hardness-scale.htm>"
<https://www.nps.gov/articles/mohs-hardness-scale.htm>
- museu de ciències naturals de Barcelona. (s.f.). *Colecciones geológicas*. Obtenido de <https://museuciencias.cat/es/area-cientifica/colecciones/colecciones-geologicas/>
- Propiedades. Minerales de Visu - UA. (s. f.). Recuperado 3 de noviembre de 2022, de HYPERLINK <https://web.ua.es/es/lpa/minerales-visu/propiedades/propiedades.html>
- Putnis, A. (1992). *An introduction to mineral sciences*. Cambridge University Press.
- Servicio Geológico Mexicano. (22 de marzo de 2017). *Los minerales*. Obtenido de Servicio Geológico Mexicano: www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Minerales/Los-minerales.html
- Strunz, H. (1970). *Mineralogische Tabellen: Eine Klassifizierung der Mineralien auf krisalchemischer Grundlage*. Akademische Verlagsgesellschaft Geest u. Portig.
- Strunz, H., 1970, *Mineralogische Tabellen*, 5ta ed. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, 621 págs.
- Universidad Industrial de Santander. (2021). *MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIOS Y LITOTECA*. UIS - Escuela de Geología: HYPERLINK "http://geologia.uis.edu.co/eisi/images/ArchivosEditor/20210622211249-manual_de_laboratorios_y_litoteca_de_la_escuela_d"
[http://geologia.uis.edu.co/eisi/images/ArchivosEditor/20210622211249-manual de laboratorios y litoteca de la escuela d](http://geologia.uis.edu.co/eisi/images/ArchivosEditor/20210622211249-manual_de_laboratorios_y_litoteca_de_la_escuela_d)
- University of Waterloo*. (s.f.). Obtenido de Crystal shapes: <https://uwaterloo.ca/earth-sciences-museum/resources/crystal-shapes>

Apéndices





Apéndice A. Formato de Ficha Técnica De Reconocimiento De Minerales.

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES																
Nombre Fórmula química <input type="checkbox"/> Clasificación (Strunz) Sistema cristalino																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Propiedades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Color</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Brillo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Transparencia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dureza (Mohs)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Raya</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Exfoliación/Fractura</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hábito/agregado</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Propiedades		Color		Brillo		Transparencia		Dureza (Mohs)		Raya		Exfoliación/Fractura		Hábito/agregado
Propiedades																
Color																
Brillo																
Transparencia																
Dureza (Mohs)																
Raya																
Exfoliación/Fractura																
Hábito/agregado																
	Observaciones: Código Localización Recolector															

Apéndice B. Escala usada en la fotogrametría de la Colección.



Apéndice D. Ficha de identificación de inventario para el almacenamiento de los minerales.

 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER COLECCIÓN DE MINERALES</p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER COLECCIÓN DE MINERALES</p>
 <p>Escuela de Geología GRUPO(S): Elementos Nativos, Sulfuros, Sulfosales MUESTRA(S): MIN-1, MIN-2, MIN-3, MIN-4, MIN-5, MIN-6, MIN-7, MIN-8, MIN-9</p>	 <p>Escuela de Geología GRUPO(S): Fosfatos, Tung-Molib, Silicatos MUESTRA(S): MIN-29, MIN-30, MIN-31, MIN-32, MIN-33, MIN-34, MIN-35, MIN-36, MIN-37, MIN-38, MIN-39</p>
 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER COLECCIÓN DE MINERALES</p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER COLECCIÓN DE MINERALES</p>
 <p>Escuela de Geología GRUPO(S): Óxidos e Hidróxidos, Haluros MUESTRA(S): MIN-10, MIN-11, MIN-12, MIN-13, MIN-14, MIN-15, MIN-16, MIN-17, MIN-18</p>	 <p>Escuela de Geología GRUPO(S): Silicatos, Asociaciones minerales MUESTRA(S): MIN-40, MIN-41, MIN-42, MIN-43, MIN-44, MIN-45, MIN-46, MIN-47, MIN-48, MIN-49, MIN-50</p>
 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER COLECCIÓN DE MINERALES</p>	
 <p>Escuela de Geología GRUPO(S): Carbonatos, Sulfatos MUESTRA(S): MIN-19, MIN-20, MIN-21, MIN-22, MIN-23, MIN-24, MIN-25, MIN-26, MIN-27, MIN-28</p>	

Apéndice E. Catálogo de la Colección de Minerales - Escuela de Geología UIS.

(Siguiete página)

Universidad
Industrial de
Santander



CATÁLOGO DE LA COLECCIÓN DE MINERALES



Por

Jesús Yesid Tarazona Acero & Jose Luis Fernández Olivares

Escuela de Geología UIS

Carrera 27 Calle 9
Bucaramanga, Santander

(607) 634 4000
coleccionminuis@gmail.com

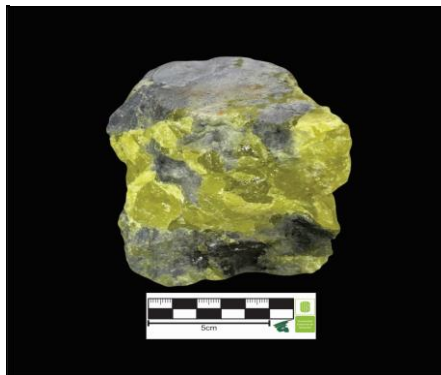


Elementos Nativos

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Azufre
Fórmula química	S ₈
Clasificación (Strunz)	Elementos Nativos
Sistema cristalino	Ortorrómbico

Propiedades	
Color	Amarillo
Brillo	Resinoso, mate
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	2
Raya	Amarillo claro
Exfoliación/Fractura	Imperfecta/Irregular
Hábito/Agregado	Agregado masivo



Información	
Código	MIN-1
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Azufre
Fórmula química	S ₈
Clasificación (Strunz)	Elementos Nativos
Sistema cristalino	Ortorrómbico

Propiedades	
Color	Amarillo verdoso
Brillo	Mate, resinoso
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	1,5
Raya	Amarillo claro
Exfoliación/Fractura	Imperfecta/Irregular
Hábito/Agregado	Agregado masivo

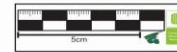


Información	
Código	MIN-2
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Grafito
Fórmula química	C
Clasificación (Strunz)	Elementos Nativos
Sistema cristalino	Hexagonal

Propiedades	
Color	Gris oscuro
Brillo	Submetálico
Transparencia	Opaco
Dureza (Mohs)	2
Raya	Negra
Exfoliación/Fractura	Basal perfecta/No exhibe
Hábito/Agregado	No exhibe/canto rodado



Información

Código	MIN-3 (M01gf-001)
Localización	N/A
Recolector	N/A

Sulfuros

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Blenda o Esfalerita
Fórmula química	ZnS
Clasificación (Strunz)	Sulfuros
Sistema cristalino	Cúbico

Propiedades	
Color	Marrón oscuro a negro
Brillo	Submetálico
Transparencia	Opaco
Dureza (Mohs)	3,5
Raya	Parda-rojiza
Exfoliación/Fractura	Dodecaédrica perfecta
Hábito/Agregado	Isométrico cristales tetraédricos



Observaciones: variedad "jack negro"

Código	MIN-4 (M02sf-042)
Localización	Urrao, Antioquia
Recolector	C. Ortega

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Galena
Fórmula química	PbS
Clasificación (Strunz)	Sulfuros
Sistema cristalino	Cúbico

Propiedades	
Color	Gris plomo
Brillo	Metálico
Transparencia	Opaco
Dureza (Mohs)	3
Raya	Gris plomo
Exfoliación/Fractura	Cúbica perfecta/Desigual
Hábito/Agregado	Isométrico cristales cúbicos

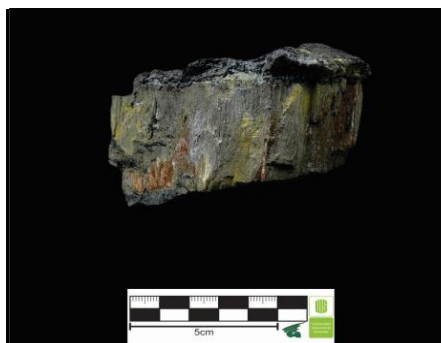


Información	
Código	MIN-5
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Marcasita
Fórmula química	FeS ₂
Clasificación (Strunz)	Sulfuros
Sistema cristalino	Ortorrómbico

Propiedades	
Color	Amarillo latón
Brillo	Metálico
Transparencia	Opaco
Dureza (Mohs)	6
Raya	Negra grisácea
Exfoliación/Fractura	Buena/Irregular
Hábito/Agregado	Isométrico en cristales cúbicos



Observaciones: dimorfo de la Pirita	
Código	MIN-6 (M02mr-001)
Localización	Yacopal, Cundinamarca
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Molibdenita
Fórmula química	MoS ₂
Clasificación (Strunz)	Sulfuros
Sistema cristalino	Hexagonal

Propiedades	
Color	Gris azulado
Brillo	Metálico
Transparencia	Opaco
Dureza (Mohs)	1,5
Raya	Gris azulada
Exfoliación/Fractura	Perfecta/Dentada
Hábito/Agregado	No exhibe/Agregado masivo

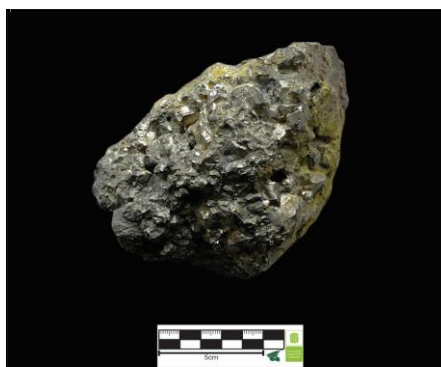


Información	
Código	MIN-7 (M02mo-005)
Localización	Utah , USA
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Pirita
Fórmula química	FeS ₂
Clasificación (Strunz)	Sulfuros
Sistema cristalino	Cúbico

Propiedades	
Color	Amarillo latón
Brillo	Metálico
Transparencia	Opaco
Dureza (Mohs)	6,5
Raya	Pardo-negra
Exfoliación/Fractura	Imperfecta no observable/Irregular
Hábito/Agregado	Isométrico cristales cúbicos, octaedricos y dodecaedricos



Información	
Código	MIN-8
Localización	N/A
Recolector	N/A

Sulfosales

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Tetraedrita
Fórmula química	$(\text{Cu,Fe})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$
Clasificación (Strunz)	Sulfosales
Sistema cristalino	Cúbico

Propiedades	
Color	Gris acero a negro
Brillo	Metálico
Transparencia	Opaco
Dureza (Mohs)	4
Raya	Negra parda
Exfoliación/Fractura	No presenta/Sub-concoidea
Hábito/Agregado	Isométrico tetraédrico/Granular



Información	
Código	MIN-9 (M03td-001)
Localización	Mondein, Alemania
Recolector	N/A

Óxidos e Hidróxidos

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Goethita
Fórmula química	$\alpha\text{-Fe}^{3+}\text{O}(\text{OH})$
Clasificación (Strunz)	Óxidos e hidróxidos
Sistema cristalino	Ortorrómico

Propiedades	
Color	Negro
Brillo	Adamantino
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	5
Raya	Pardo amarillenta
Exfoliación/Fractura	Prismática/Irregular a astillosa
Hábito/Agregado	No exhibe/Agregado botroidal



Información	
Código	MIN-10
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Ilmenita
Fórmula química	FeTiO_3
Clasificación (Strunz)	Óxidos e hidróxidos
Sistema cristalino	Trigonal

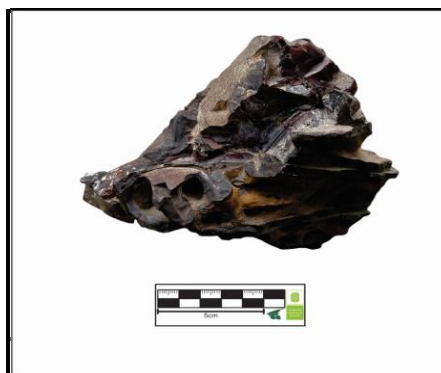


Propiedades	
Color	Negro hierro
Brillo	Metálico
Transparencia	Opaco
Dureza (Mohs)	5,5
Raya	Negra
Exfoliación/Fractura	No exhibe/Concoidea
Hábito/Agregado	Isométrico cristales romboédricos/Agregado granular

Información	
Código	MIN-11
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Limonita
Fórmula química	$\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Clasificación (Strunz)	Óxidos e hidróxidos
Sistema cristalino	Amorfo



Propiedades	
Color	Marrón, pardo oscuro
Brillo	Mate
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	5
Raya	Pardo amarillenta
Exfoliación/Fractura	No presenta/Irregular
Hábito/Agregado	No exhibe/Agregado masivo

Información	
Código	MIN-12 (M04Im-028)
Localización	Vía Matanza-Suratá
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Pirolusita
Fórmula química	MnO ₂
Clasificación (Strunz)	Óxidos e hidróxidos
Sistema cristalino	Tetragonal



Propiedades	
Color	Gris-negro
Brillo	Metálico a submetálico
Transparencia	Opaco
Dureza (Mohs)	6
Raya	Negra
Exfoliación/Fractura	Prismática/Irregular
Hábito/Agregado	Alargado fibroso/Agregado fibroso radial

Información	
Código	MIN-13 (M04pr-011)
Localización	Titiribí, Antioquia
Recolector	Esc. Nacional de minas

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Pirolusita
Fórmula química	MnO ₂
Clasificación (Strunz)	Óxidos e hidróxidos
Sistema cristalino	Tetragonal



Propiedades	
Color	Negro hierro
Brillo	Metálico a submetálico
Transparencia	Opaco
Dureza (Mohs)	6
Raya	Negro hierro
Exfoliación/Fractura	Prismática perfecta/Irregular
Hábito/Agregado	Blocoso/Granular

Información	
Código	MIN-14 (M04pr-005)
Localización	N/A
Recolector	N/A

Haluros

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Fluorita
Fórmula química	CaF ₂
Clasificación (Strunz)	Haluros
Sistema cristalino	Cúbico

Propiedades	
Color	Verde azulado
Brillo	Vítreo
Transparencia	Transparente a translúcido
Dureza (Mohs)	4
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Octaédrica/Irregular
Hábito/Agregado	Isométrico



FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Fluorita
Fórmula química	CaF ₂
Clasificación (Strunz)	Haluros
Sistema cristalino	Cúbico

Propiedades	
Color	Morado, incoloro
Brillo	Vítreo
Transparencia	Transparente a translúcido
Dureza (Mohs)	4
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Octaédrica perfecta/Desigual
Hábito/Agregado	Isométrico cúbico/Granular



FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Halita
Fórmula química	NaCl
Clasificación (Strunz)	Haluros
Sistema cristalino	Cúbico

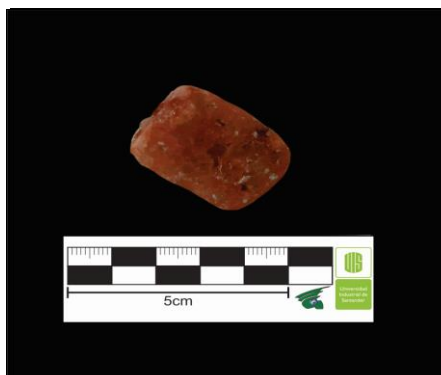


Propiedades	
Color	Incoloro
Brillo	Resinoso
Transparencia	Transparente a translúcido
Dureza (Mohs)	2,5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Cúbica perfecta/Concoidea
Hábito/Agregado	Isométrico

Información	
Código	MIN-17
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Silvina
Fórmula química	KCl
Clasificación (Strunz)	Haluros
Sistema cristalino	Cúbico



Propiedades	
Color	Rojizo
Brillo	Graso
Transparencia	Transparente a translúcido
Dureza (Mohs)	2,5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Perfecta/Concoidea
Hábito/Agregado	Blocoso

Información	
Código	MIN-18 (M05st-004)
Localización	N/A
Recolector	N/A

Carbonatos

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Calcita
Fórmula química	CaCO ₃
Clasificación (Strunz)	Carbonatos
Sistema cristalino	Romboédrico



Propiedades	
Color	Incoloro, blanco amarillento
Brillo	Vítreo
Transparencia	Transparente a translúcido
Dureza (Mohs)	3
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Romboédrica
Hábito/Agregado	Prismático/Drusa

Información	
Código	MIN-19 (M06cc-058)
Localización	Guayabetal, Cundinamarca
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Calcita
Fórmula química	CaCO ₃
Clasificación (Strunz)	Carbonatos
Sistema cristalino	Romboédrico

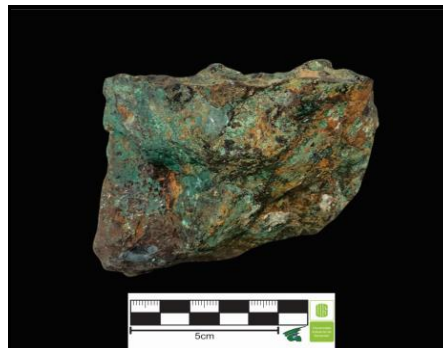


Propiedades	
Color	Grisáceo oscuro
Brillo	Vítreo
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	3
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Romboédrica
Hábito/Agregado	Blocoso, cristales prismáticos

Información	
Código	MIN-20 (M06cc-003)
Localización	Villeta, Cundinamarca
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Malaquita
Fórmula química	$\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$
Clasificación (Strunz)	Carbonatos
Sistema cristalino	Monoclínico



Propiedades	
Color	Verde oscuro
Brillo	Mate
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	3,5
Raya	Verde claro
Exfoliación/Fractura	No presenta/Concoidea
Hábito/Agregado	No exhibe/Agregado masivo

Información	
Código	MIN-21
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Siderita
Fórmula química	FeCO_3
Clasificación (Strunz)	Carbonatos
Sistema cristalino	Trigonal



Propiedades	
Color	Pardo oscuro
Brillo	Resinoso a vítreo
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	3,5
Raya	Parda
Exfoliación/Fractura	Romboédrica/Irregular
Hábito/Agregado	No exhibe/Agregado masivo

Información	
Código	MIN-22 (M-22)
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Siderita
Fórmula química	FeCO_3
Clasificación (Strunz)	Carbonatos
Sistema cristalino	Trigonal

Propiedades	
Color	Pardo
Brillo	Vítreo a mate
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	4,5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Romboédrica/Irregular
Hábito/Agregado	No exhibe/Agregado masivo



Información	
Código	MIN-23 (M06sd-004)
Localización	Londonderry, Canadá
Recolector	N/A

Sulfatos

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Alunita
Fórmula química	$\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$
Clasificación (Strunz)	Sulfatos
Sistema cristalino	Trigonal

Propiedades	
Color	Blanco
Brillo	Vítreo a nacarado
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	3,5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Basal/Irregular
Hábito/Agregado	Tabular



Información	
Código	MIN-24 (M09lu-001)
Localización	N/A
Recolector	A. Gómez

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Anhidrita
Fórmula química	CaSO_4
Clasificación (Strunz)	Sulfatos
Sistema cristalino	Ortorrómbico

Propiedades	
Color	Pardo muy claro
Brillo	Nacarado
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	3
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Romboédrica
Hábito/Agregado	Tabular



Información	
Código	MIN-25 (M09ah-001)
Localización	Balmat, NY (USA)
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Barita
Fórmula química	BaSO_4
Clasificación (Strunz)	Sulfatos
Sistema cristalino	Ortorrómbico

Propiedades	
Color	Blanco
Brillo	Vítreo
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	3
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Romboédrica/Irregular
Hábito/agregado	Tabular



Información	
Código	MIN-26 (M09ba-001)
Localización	Tamalameque, Cesar
Recolector	E. Cedeño

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Calcantita
Fórmula química	$\text{Cu}(\text{SO}_4) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Clasificación (Strunz)	Sulfatos
Sistema cristalino	Triclínico



Propiedades	
Color	Verde azulado claro
Brillo	Resinoso
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	2.5
Raya	Turquesa claro
Exfoliación/Fractura	Romboédrica/Concoidea
Hábito/agregado	Tabular/Radial

Información	
Código	MIN-27 (M09cn-002)
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Yeso
Fórmula química	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Clasificación (Strunz)	Sulfatos
Sistema cristalino	Monoclínico



Propiedades	
Color	Blanco
Brillo	Sedoso
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	2
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Basal/dentada
Hábito/agregado	Fibroso

Información	
Código	MIN-28 (M09ys-095)
Localización	Mesa de los Santos (Stder)
Recolector	N/A

Fosfatos

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Apatito
Fórmula química	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$
Clasificación (Strunz)	Fosfatos
Sistema cristalino	Hexagonal

Propiedades	
Color	Amarillo verdoso claro
Brillo	Graso
Transparencia	Transparente a translúcido
Dureza (Mohs)	5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Pobre/Concoidea
Hábito/agregado	Prismático



FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

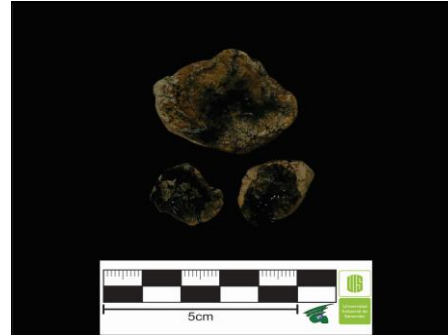
Nombre	Eritrina
Fórmula química	$\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Clasificación (Strunz)	Fosfatos
Sistema cristalino	Monoclínico

Propiedades	
Color	Blanco
Brillo	Vítreo
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	2.5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Perfecta/Desigual
Hábito/agregado	Prismático, verticalmente estriado



FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Vivianita
Fórmula química	$(\text{Fe}^{2+})_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Clasificación (Strunz)	Fosfatos
Sistema cristalino	Monoclínico, prismático



Propiedades	
Color	Negro azulado a pardo verdoso
Brillo	Graso
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	2
Raya	Azul oscuro
Exfoliación/Fractura	Perfecta/Concoidea
Hábito/agregado	No exhibe/Nódulos

Información	
Código	MIN-31
Localización	N/A
Recolector	N/A

Tungstatos y Molibdatos

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Scheelita
Fórmula química	CaWO_4
Clasificación (Strunz)	Tungstatos y molibdatos
Sistema cristalino	Tetragonal



Propiedades	
Color	Pardo claro
Brillo	Vítreo
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	4.5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	No exhibe/Irregular
Hábito/agregado	No exhibe/Masivo

Información	
Código	MIN-32 (MI1sc-001)
Localización	Snake Range, USA
Recolector	N/A

Silicatos

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Asbesto
Fórmula química	$\text{Si}_8\text{O}_2(\text{Fe, Mg})_5\text{Ca}_2(\text{OH})_2$
Clasificación (Strunz)	Silicato
Sistema cristalino	Monoclínico



Propiedades	
Color	Gris claro
Brillo	Sedoso
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	5.5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Basal/Dentada
Hábito/agregado	Fibroso/Agregado fibroso

Información	
Código	MIN-33 (M12ab-001)
Localización	S. Nevada (Magdalena)
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Berilo
Fórmula química	$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$
Clasificación (Strunz)	Silicatos
Sistema cristalino	Hexagonal



Propiedades	
Color	Verde
Brillo	Vítreo
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	7.5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Basal imperfecta/Concoidea
Hábito/agregado	Prismático

Información	
Código	MIN-34 (M12be-001)
Localización	Minas de Muzo, Boyacá
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Berilo
Fórmula química	$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$
Clasificación (Strunz)	Silicatos
Sistema cristalino	Hexagonal



Propiedades	
Color	Verde turquesa
Brillo	Vítreo, subvitreo
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	7.5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Basal imperfecta/Concoidea
Hábito/agregado	Prismático hexagonal

Información	
Código	MIN-35
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Caolinita
Fórmula química	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
Clasificación (Strunz)	Silicatos
Sistema cristalino	Triclinico



Propiedades	
Color	Blanco
Brillo	Mate
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	2
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	No exhibe/Concoidea, irregular
Hábito/agregado	No exhibe/masivo

Información	
Código	MIN-36
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Clinocloro
Fórmula química	$(\text{Mg,Fe}^{2+})_5\text{Al}((\text{OH})_8/\text{AlSi}_3\text{O}_{10})$
Clasificación (Strunz)	Silicatos
Sistema cristalino	Monoclínico

Propiedades	
Color	Verde a verde claro
Brillo	Vítreo
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	2.5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	No presenta/Concoidea
Hábito/agregado	No exhibe/Masivo

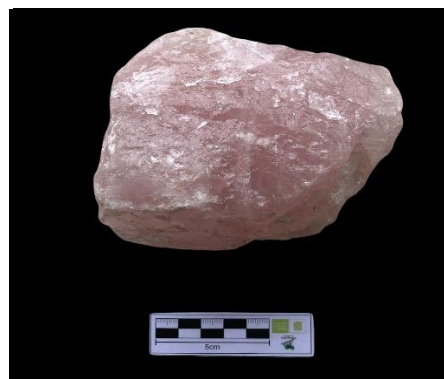


Información	
Código	MIN-37
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Cuarzo
Fórmula química	SiO_2
Clasificación (Strunz)	Silicatos
Sistema cristalino	Trigonal

Propiedades	
Color	Rosado
Brillo	Vítreo
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	7
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	No presenta/Concoidea
Hábito/agregado	No exhibe/Masivo



Información	
Código	MIN-38
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Cuarzo
Fórmula química	SiO ₂
Clasificación (Strunz)	Silicatos
Sistema cristalino	Trigonal

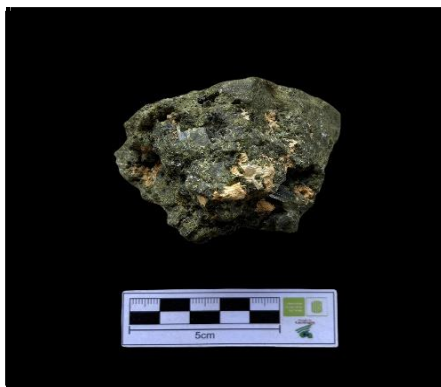


Propiedades	
Color	Incoloro
Brillo	Vítreo
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	7
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	No presenta/Concoidea
Hábito/agregado	Prismático/Maclado

Información	
Código	MIN-39
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Epidota
Fórmula química	Ca ₂ Fe ³⁺ Al ₂ (Si ₂ O ₇)(SiO ₄)O(OH)
Clasificación (Strunz)	Silicatos
Sistema cristalino	Monoclínico



Propiedades	
Color	Verde oscuro
Brillo	Vítreo
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	6.5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Perfecta/Concoidea
Hábito/agregado	Prismático

Información	
Código	MIN-40
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Granate
Fórmula química	$(\text{Ca,Fe,Mg,Mn})_3(\text{Al, Fe, Mn,Cr,Ti,V})_2(\text{SiO}_4)_3$
Clasificación (Strunz)	Silicatos
Sistema cristalino	Isométrico



Propiedades	
Color	Negro rojizo
Brillo	Graso
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	7
Raya	Pardo
Exfoliación/Fractura	Rombodcaedrica/Concoidea
Hábito/agregado	Isométrico

Información	
Código	MIN-41
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Microclina
Fórmula química	KAlSi_3O_8
Clasificación (Strunz)	Silicatos
Sistema cristalino	Triclínico, pinacoidal



Propiedades	
Color	Verde claro
Brillo	Nacarado
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	6
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Romboedrica/Irregular
Hábito/agregado	Tabular

Información	
Código	MIN-42 (M12mi-008)
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Moscovita
Fórmula química	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$
Clasificación (Strunz)	Silicatos
Sistema cristalino	Monoclínico

Propiedades	
Color	Blanco grisáceo
Brillo	Perlado
Transparencia	Transparente a translúcido
Dureza (Mohs)	2.5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Basal perfecta/Micácea
Hábito/agregado	Laminar/Laminar



Información	
Código	MIN-43 (M12mv-001)
Localización	Craigmont, Canadá
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Opalo
Fórmula química	$SiO_2 \cdot nH_2O$
Clasificación (Strunz)	Silicatos
Sistema cristalino	Amorfo

Propiedades	
Color	Incoloro iridiscente
Brillo	Vítreo
Transparencia	Transparente
Dureza (Mohs)	5.5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	No presenta/Concoidea
Hábito/agregado	No exhibe/Masivo



Información	
Código	MIN-44 (M00xx-102)
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Serpentina
Fórmula química	$(\text{Mg,Al,Fe,Mn,Ni,Zn})_{2-3}(\text{Si,Al,Fe})_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
Clasificación (Strunz)	Silicatos
Sistema cristalino	Monoclínico



Propiedades	
Color	Verde oscuro a verde amarillento
Brillo	Graso
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	3.5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Basal perfecta/Irregular
Hábito/agregado	Fibroso/Fibroso paralelo

Información	
Código	MIN-45 (M12sp-002)
Localización	Vía Medellín - Bogotá
Recolector	EAFIT

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Tremolita
Fórmula química	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Clasificación (Strunz)	Silicato
Sistema cristalino	Monoclínico



Propiedades	
Color	Violeta rosáceo
Brillo	Vítreo
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Prismática/Irregular
Hábito/agregado	No exhibe/Masivo

Información	
Código	MIN-46 (M12ta-005)
Localización	New York (USA)
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Turmalina (var. Chorlo)
Fórmula química	$(\text{Na,Ca})(\text{Al,Fe,Li})(\text{Al,Mg,Mn})_6(\text{BO}_3)_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})\cdot(\text{OH,F})_4$
Clasificación (Strunz)	Silicatos
Sistema cristalino	Trigonal



Propiedades	
Color	Negro
Brillo	Vítreo
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	7
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	No presenta/Irregular
Hábito/agregado	Prismático

Información	
Código	MIN-47
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Wollastonita
Fórmula química	$\text{CaSiO}_3 - \text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$
Clasificación (Strunz)	Silicatos
Sistema cristalino	Triclinico

Propiedades	
Color	Blanco
Brillo	Nacarado
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	4.5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Romboédrica/Irregular
Hábito/agregado	Tabular



Información	
Código	MIN-48 (M12wo-005)
Localización	New York (USA)
Recolector	N/A

Asociaciones Minerales

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Celestina en asociación con Calcita y Azufre
Fórmula química	SrSO_4
Clasificación (Strunz)	Asociaciones minerales
Sistema cristalino	Ortorrómico

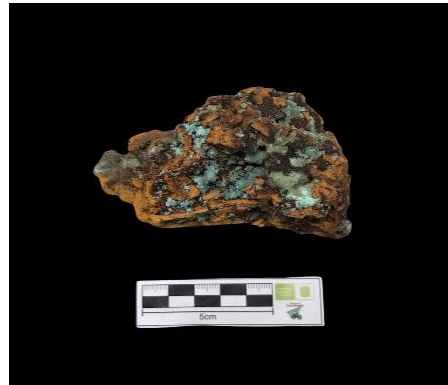


Propiedades	
Color	Incoloro
Brillo	Vítreo
Transparencia	Transparente a translúcido
Dureza (Mohs)	3
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	Perfecta según la base/Irregular
Hábito/agregado	Prismático

Información	
Observaciones:	Calcita: color pardo claro, agregado mamilar. Azufre: agregado masivo. Uso de técnica SEM
Código	MIN-49 (M00xx-86)
Localización	N/A
Recolector	N/A

FICHA TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES

Nombre	Auricalcita en asociación con Smithsonita, Hemimorfita y Celestina.
Fórmula química	$(\text{Zn,Cu}^{2+})_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$
Clasificación (Strunz)	Asociaciones minerales
Sistema cristalino	Monoclínico



Propiedades	
Color	Azul claro a verdoso
Brillo	Vítreo, sedoso
Transparencia	Translúcido
Dureza (Mohs)	1.5
Raya	Blanca
Exfoliación/Fractura	No exhibe
Hábito/agregado	Alargado acicular

Información	
Observaciones:	Smithsonita: color pardo claro. Hemimorfita: color blanco. Celestina: color azulado. La descripción corresponde al mineral Auricalcita que destaca por su color azul verdoso. Uso técnica SEM
Código	MIN-50 (M00xx-100)
Localización	N/A
Recolector	N/A