

Organización y Gestión de Colección Geológica de Fósiles

Juan Sebastian Jerez Maldonado y Jennifer Suárez Escobar

Trabajo de Grado para Optar al Título de Geólogo

Director

German David Patarroyo Camargo

Geólogo MSc en Ciencias de la Tierra

Codirector

Gatsby Emperatriz López Otálvaro

Geóloga PhD en Ciencias de la Tierra

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas

Escuela de Geología

Bucaramanga

2023

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	9
1. Objetivos	10
1.1 Objetivo General	10
1.2 Objetivos Específicos.....	10
2. Justificación	11
3. Marco Teórico.....	12
3.1 Colecciones Científicas.....	12
3.2 Colecciones Geológicas	13
3.3 Colecciones Paleontológicas.....	14
4. Antecedentes	15
4.1 El Patrimonio Geológico Mueble	15
4.2 Las Colecciones Geológicas y los Museos	16
4.3 Museo Geológico Marino Arce Herrera	16
4.4 Colección Paleontológica.....	17
5. Metodología	17
5.1 Revisión de Antecedentes Bibliográficos	18
5.2 Revisión de Información y Material Paleontológico Existente	18
5.3 Selección de Muestras de Interés	20
5.3.1 Relevancia en la Colección.....	20
5.3.2 Calidad del Ejemplar.....	20
5.3.3 Demanda	20

5.4 Organización de la Colección	20
5.4.1 Nombre	20
5.4.2 Código Colección.....	21
5.4.3 Código de Campo	21
5.4.4 Categoría Taxonómica.....	21
5.4.5 Descripción	21
5.4.6 Edad	21
5.4.7 Estado de Conservación.....	22
5.4.8 Localización.....	22
5.4.9 Colector.....	22
5.4.10 Dimensiones.....	22
5.4.11 Fotografía.....	22
5.4.12 Ubicación	23
5.5 Preparación del Catálogo Físico y Digital de la Colección	23
5.6 Fotogrametría.....	24
5.7 Preparación de la Guía para el Manejo y Gestión de la Colección.....	26
6. Productos.....	26
6.1 Catálogo de Muestras de la Colección Geológica de Fósiles	26
6.2 Guía de Manejo y Gestión de la Colección Paleontológica.....	29
6.2.1 Adquisición	29
6.2.2 Registro.....	29
6.2.3 Archivo de la Colección.....	30
6.3 Conservación Preventiva	31

6.3.1 Etiquetado	31
6.3.2 Almacenamiento	33
6.4 Utilización de las Colecciones	35
6.4.1 Préstamos	35
6.4.2 Consultas.....	36
6.5 Desvinculación de los especímenes	36
7. Conclusiones.....	37
8. Recomendaciones	38
Referencias Bibliográficas	39

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Diagrama de la metodología utilizada en el proyecto</i>	17
Figura 2 <i>Material paleontológico ubicado en el laboratorio</i>	19
Figura 3 <i>Escala utilizada en la toma de fotografías</i>	22
Figura 4 <i>Formato tipo de descripción de las muestras</i>	23
Figura 5 <i>Montaje y toma de fotografías</i>	24
Figura 6 <i>Procesamiento y generación del modelo 3D en la herramienta eyesCloud3D</i>	25
Figura 7 <i>Cantidad de taxones presentes en la colección</i>	27
Figura 8 <i>Procedencia del material presente en la colección</i>	27
Figura 9 <i>Ficha técnica para el material de la colección</i>	29
Figura 10 <i>Formato de descripción de las muestras fósiles</i>	30
Figura 11 <i>Pasos para el etiquetado</i>	32
Figura 12 <i>Cajas utilizadas para almacenar los fósiles con su respectiva ficha</i>	33
Figura 13 <i>Almacenamiento de un ejemplar pequeño</i>	34
Figura 14 <i>Almacenamiento de los ejemplares</i>	35

Lista de Apéndices

**Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la
Biblioteca UIS**

Apéndice A. Catálogo Colección Geológica de Fósiles

Apéndice B. Guía de Manejo y Gestión de la Colección Paleontológica de la Escuela de Geología

Resumen

Título: Organización y Gestión de Colección Geológica de Fósiles *

Autor: Juan Sebastian Jerez Maldonado, Jennifer Suárez Escobar **

Palabras Clave: Gestión, Organización, Colección, Fósiles, Paleontología, Conservación, Preservación, Catálogo

Descripción:

Este trabajo se realizó buscando consolidar el material fosilífero de la escuela de Geología que se encontraba disperso y desorganizado en los laboratorios y la litoteca. Esto se realizó siguiendo un plan de trabajo de investigación y aplicación que dio lugar a la Colección Geológica de Fósiles. La metodología utilizada en la elaboración del proyecto empieza con una revisión bibliográfica de trabajos previos en museos y universidades. A continuación, se hace un inventario del material y la información existente en la escuela, del cual, siguiendo los criterios de selección se escogen los que se integrarán a la colección. Luego, se registra la información de los ejemplares y sus fotografías, con esto se elabora el Catálogo de muestras de la colección. Después, se seleccionan las diez muestras más representativas para la toma de fotografías y el modelamiento 3D con la ayuda de la herramienta *eyesCloud3D*. Para terminar, se realiza la Guía de manejo y gestión, con la que se espera lograr la organización, documentación, preservación y utilización de la Colección Geológica de Fósiles. Así como las directrices para el ingreso de nuevo material, para que este pueda ser usado como material de apoyo por estudiantes y docentes en las asignaturas de Paleontología.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología. Director: German David Patarroyo Camargo. Geólogo MSc en Ciencias de la Tierra. Codirector: Gatsby Emperatriz López Otálvaro. Geóloga PhD en Ciencias de la Tierra

Abstract

Title: Organization and Management of the Geological Collection of Fossils *

Author(s): Juan Sebastian Jerez Maldonado, Jennifer Suárez Escobar**

Key Words: Management, Organization, Collection, Fossils, Paleontology, Conservation, Preservation, Catalogue

Description: This work was carried out in an effort to consolidate the fossiliferous material of the school of Geology that was scattered and disorganized in the laboratories and the lithotheque. This was done following a research and application work plan that resulted in the Geological Fossil Collection. The methodology used in the elaboration of the project begins with a bibliographic review of previous works in museums and universities. Next, an inventory of the material and information existing in the school was made, from which, following the selection criteria, those that will be integrated into the collection were chosen. Then, the information about the specimens and their photographs was registered, and with this, the Catalog of samples from the collection was elaborated. After that, the ten most representative samples were selected for photography and 3D modeling with the help of the eyesCloud3D tool. Finally, the Management Guide was made, with which it was expected to achieve the organization, documentation, preservation, and use of the Geological Collection of Fossils. As well as the guidelines for the entry of new material, so that it can be used as support material by students and teachers in the subjects of Paleontology.

* Degree Work

**Faculty of Physicochemical Engineering. School of Geology. Director: MSc German David Patarroyo Camargo. Codirector: PhD Gatsby Emperatriz López Otálvaro

Introducción

Las colecciones científicas están constituidas de especímenes únicos que tienen la intención de apoyar el conocimiento científico y la enseñanza de este. Así mismo, las colecciones paleontológicas toman un papel importante en esta misión, ya que con el uso del material fosilífero se puede entender el pasado no solo de los organismos vegetales y animales, sino también del paleoclima, la paleogeografía, los paleoambientes, entre otras funciones. La Escuela de Geología UIS cuenta con una gran variedad de fósiles a su disposición. Incluyendo material tanto de organismos vertebrados como de organismos invertebrados. Sin embargo, debido a la decadencia del Museo geológico Marino Arce Herrera en los últimos años, los ejemplares han quedado olvidados, dejando a un lado el patrimonio geológico y paleontológico no solo de Santander, si no de varios lugares del mundo. Con esta pasantía de investigación, se espera lograr la recuperación, gestión, manejo, organización, preservación y documentación de la colección paleontológica, para que esta pueda ser usada como material de apoyo en el aprendizaje y desarrollo de investigación por la comunidad educativa. Esto, con el fin de lograr estándares de calidad y procesos de formación del programa académico de Geología.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Consolidar la colección de fósiles de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander, implementando una guía de manejo que incluya la clasificación, organización, conservación, preservación, documentación, gestión y manipulación de 50 muestras fósiles para su adecuado manejo en el desarrollo de actividades prácticas y de investigación.

1.2 Objetivos Específicos

Elaborar un inventario del actual material fosilífero presente en la Escuela de Geología, que incluyan datos como el estado, nombre, edad, localización, categoría taxonómica para facilitar la clasificación y la investigación de la colección geológica de fósiles.

Organizar, clasificar y conservar el material fosilífero que se encuentre en buen estado para que sea utilizado como material de apoyo para el desarrollo de las prácticas de laboratorio de las asignaturas y proyectos que los requieran.

Preparar el material fosilífero de la colección para su posterior almacenamiento, mantenimiento y preservación.

Seleccionar de entre todo el material fosilífero que esté en buen estado de la colección actual, 50 muestras que incluyan los filos tanto de vertebrados como invertebrados que serán parte de la colección organizada, documentada y digitalizada de la colección geológica de fósiles.

Realizar un catálogo digital con las fotografías, descripciones y clasificación de las 50 muestras seleccionadas y de estas elegir 10 ejemplares para la elaboración de modelos 3D que sirvan de apoyo en los procesos de formación de los estudiantes.

Preparar una guía para el manejo y gestión adecuada de la colección geológica de fósiles.

2. Justificación

Las colecciones científicas se constituyen de piezas únicas que contienen, generan y validan los conocimientos científicos. La colección paleontológica preserva y conserva el material fósil junto con su información protegiendo y manteniendo en el tiempo el patrimonio paleontológico y geológico. La Escuela de Geología que pertenece a la Universidad Industrial de Santander posee una amplia colección de fósiles, que incluyen material tanto de organismos vertebrados como de organismos invertebrados: dientes, huesos, caparzones, conchas, escamas, corales, restos de plantas, entre otros. Todos estos elementos con valor científico, histórico y académico se encuentran a disposición de estudiantes y docentes, y son utilizados como material de apoyo para las asignaturas en la Escuela de Geología.

El estado actual de la colección fosilífera requiere de una amplia organización, gestión y manejo, esto con el fin de mejorar los estándares de calidad y procesos de formación del programa académico de Geología. Esta pasantía de investigación busca cumplir con dichos estándares realizando la organización, gestión, conservación, documentación y exposición de la colección geológica de fósiles mejorando su estado, y que con esto se puedan realizar de una mejor manera las actividades prácticas de la asignatura paleontología presente en el programa, así como también actividades de investigación, proyectos y trabajos futuros.

3. Marco Teórico

3.1 Colecciones Científicas

Estas colecciones consisten en conjuntos de ejemplares científicos únicos que son preservados y catalogados. Además, tienen como propósito apoyar a la ciencia y a la educación, así como generar y validar el conocimiento científico (Cristín y Perrilliat, 2011; Hyvärinen et al., 2020; National Science and Technology Council et al., 2009; USGS, n.d.).

Por otra parte, los ejemplares o especímenes son objetos únicos debido a que su origen es irrepetible, es decir, se dio en un tiempo y espacio determinado. De ahí que, cada espécimen debe tener asociado la mayor cantidad de información respecto a donde fue hallado y recolectado (Cristín y Perrilliat, 2011).

Los principales usos de las colecciones son la investigación científica y la docencia universitaria (Hyvärinen et al., 2020). Pardo (2011) propone modos de uso de las colecciones científicas asociados al proceso de enseñanza y aprendizaje: El primero centrado en muestras, el cual consiste en estudiar los ejemplares acompañados de su ficha técnica, de modo que se puedan memorizar sus características concretas, el segundo modo es centrado en el método, en el cual se tienen en cuenta principalmente las características y mediante una guía se llega a su identificación.

En cuanto a la gestión de las colecciones Montano (como se citó en Mora, 2020) expone que los principales procesos para lograrla son: la selección, la adquisición, la evaluación, el descarte y la conservación.

Desde otra perspectiva, Dureau y Clements (como se citó en Mora, 2020) proponen que se deben tener los principios de: preservación (implica considerar las guías para el almacenamiento y organización, así como los métodos para la preservación de los ejemplares), conservación

(considera las técnicas de protección para impedir el deterioro, daño o destrucción de los especímenes) y restauración (métodos usados para volver a su estado original muestras deterioradas).

3.2 Colecciones Geológicas

La importancia de estas colecciones radica en entender el pasado de la Tierra, su edad, origen, las especies que habitaron en ella y el medio ambiente (Peluso et al., 2016). Están compuestas por rocas, minerales, fósiles, meteoritos, se incluyen productos antrópicos relacionados con la geología y elementos geológicos alterados por el hombre (Lozano y Menéndez, 2013).

Las colecciones geológicas cumplen un papel importante en la historia por su interés científico y su extensa información. Por medio de los fósiles se engloba la historia animal y vegetal, de las rocas y minerales la historia del planeta, de las colecciones y sus archivos asociados la historia de la ciencia. Además del valor científico, estas colecciones nos ayudan a comprender el mundo (Stanley, 2004).

Con respecto al valor que tienen estas colecciones Stanley (2004) lo divide en cuatro categorías: La primera es en investigación, esta incluye el cambio global del clima, la exploración y uso de los recursos naturales, la paleogenética, la vulcanología, entre otros; la segunda, es el valor económico que pueden tener algunas piezas coleccionables de las colecciones; la tercera es el valor educativo, las colecciones pueden ser utilizadas para instruir, informar e inspirar; la cuarta es el entretenimiento que pueden generar algunos especímenes únicos.

En cuanto a la preservación, Lozano y Menéndez (2013) reconocen dos tipos: la preventiva y la interventiva, la primera tiene que ver con conservar el mayor tiempo posible las muestras

teniendo en cuenta las condiciones ambientales y biogénicas; y la segunda ya incluye la restauración del ejemplar.

Por último, para lograr una buena gestión de las colecciones geológicas Bravo (citado en Lozano y Menéndez, 2013) expone a la documentación como la herramienta básica para lograrlo, ya que se secunda en ordenar, clasificar, seleccionar, recuperar y difundir.

3.3 Colecciones Paleontológicas

Los fósiles son restos o evidencias de actividad de la vida de un organismo del pasado que se encuentran conservados en materiales de la corteza terrestre. Estos tienen un valor intrínseco, único e irremplazable, ya que brindan diversa información y a través de ellos se pueden realizar dataciones relativas, correlaciones de secciones estratigráficas de las rocas que los contienen (bioestratigrafía), reconstrucciones e interpretaciones paleoambientales y paleoclimáticas. El material fosilífero permite estudiar: el origen de los organismos y su evolución, las relaciones de los organismos con su entorno (paleoecología), la distribución espacial y las migraciones de los organismos (paleobiogeografía), las extinciones que han sufrido los organismos a través del tiempo y los diferentes procesos de fosilización. “Sin los fósiles cualquier interpretación geológica, paleobiológica, paleoclimática y paleoambiental que se realice es simplemente una suposición” (Cristín y Perrilliat, 2011).

Las colecciones paleontológicas contienen el registro de la biodiversidad y la evolución biológica de las eras, períodos, épocas y edades geológicas. Están constituidas de material y piezas fósiles, los cuales se conservan mediante procesos de curación y son el principal objeto de estudio en la investigación y divulgación paleontológica.

De este modo, la función de las colecciones paleontológicas es “[...] proporcionar la documentación física de la investigación paleontológica mediante la disponibilidad, a través de la

curación, de una muestra representativa y la información asociada de cada taxón en la historia de la vida” Allmon (como se citó en Cristín y Perrilliat, 2000).

Es considerable definir un concepto anteriormente mencionado: la curación. “La curación es el conjunto de actividades y procedimientos que buscan mantener la utilidad y la accesibilidad de los ejemplares y su información en el tiempo; además se mantiene una organización eficiente de la información” (Cristín y Perrilliat, 2011, p. 424). Este conjunto de procesos considera aspectos como: la adquisición, la catalogación, el marcado y etiquetado, el almacenamiento o exhibición, archivos, documentación y entrada de información en bases de datos.

4. Antecedentes

4.1 El Patrimonio Geológico Mueble

Según Lozano y Menéndez (2013), “Las colecciones de elementos vinculados a las Ciencias de la tierra, que se conservan en museos públicos, se entienden como el conjunto de objetos que dan cuerpo al patrimonio geológico mueble, constituido por rocas, minerales y fósiles”.

El patrimonio geológico es un término relativamente nuevo, acuñado hace algunos años. Conforme con Lozano y Menéndez (2013):

Durán (1999) fue el primer autor en considerar el contenido de los museos relacionados con las Ciencias de la tierra como parte del patrimonio geológico mueble. Rocha et al. (2007) definieron este patrimonio como colecciones de museo de rocas, minerales y fósiles. Díaz Martínez et al. (2012) consideran al patrimonio geológico mueble como “el conjunto de elementos geológicos no renovables como extraídos de su contexto y con cierto valor

(científico, didáctico, estético, histórico, etc.) que los convierte en un bien patrimonial colectivo (p.2).

4.2 Las Colecciones Geológicas y los Museos

Los museos garantizan la preservación y la divulgación de las colecciones geológicas, son los responsables por su conservación, gestión y documentación, enseñanza e investigación. La historia de las colecciones comienza desde la existencia del Imperio romano. De acuerdo con Lozano y Menéndez (2013):

Las colecciones más antiguas se remontan a la época romana, las colecciones de gemas de Julio César (Carlos, 1869). Después de la Edad media, los nobles exponían colecciones dentro de las cuales se encontraban minerales y fósiles (Rábano, 2002; Varela, 2008). En el siglo XIX, la nobleza y el clero comenzaron a ceder sus colecciones privadas a instituciones que crearían los primeros museos públicos (Balbi, 1836) (p.3).

Los museos de Ciencias Naturales o de Historia Natural conservan todo tipo de colecciones vinculadas con las Ciencias Naturales (Aguirre, 2002). Los museos temáticos se enfocan únicamente en las colecciones geológicas (Calvo, 2002). Estas instituciones albergan colecciones paleontológicas, mineralógicas o petrológicas.

4.3 Museo Geológico Marino Arce Herrera

En la década de los 60, gracias al material geológico recolectado en trabajos de campo, donaciones y compras Museo geológico Marino Arce Herrera se origina y crece la colección geológica del museo “Marino Arce Herrera” en la Universidad Industrial de Santander.

La historia del museo se remonta hasta 1992. A principios de este año nace la idea de organizar un museo, esto debido a la situación de deterioro del material con el que se contaba y al desarrollo futuro de las Ciencias de la tierra. En el año 1993 se rescata y se exhibe el material

geológico de las colecciones (Ríos-Reyes, 1999). En 1994 se da comienzo a la sistematización y a la catalogación de las colecciones. Con el fin de automatizar el manejo de la documentación, en 1995 se define un modelo de codificación. En 1996 se publican los catálogos de las colecciones de mineralogía y petrografía del museo (Ríos-Reyes, 1999). Sin embargo, en los últimos años este museo ha desaparecido y mucho del material que conformaba las colecciones y sus catálogos, ha quedado a la deriva o se ha perdido.

Los docentes y estudiantes de la escuela de geología se encuentran desarrollando proyectos sobre recuperación, gestión, manejo y documentación de estas colecciones (Mineralogía, Petrografía y Paleontología), esto con el fin de conservar el rico patrimonio geológico con el que se cuenta, previniendo su pérdida o destrucción.

4.4 Colección Paleontológica

La colección de paleontología de la escuela cuenta con ejemplares de flora y fauna, tanto invertebrados como vertebrados. “En esta colección destacan grupos y especímenes como trilobites del Cámbrico, crinoideos del Devónico, plantas fósiles del Carbonífero, amonitas del Cretáceo, bivalvos del Mesozoico, y denticiones de vertebrados del Cuaternario” (Ríos-Reyes, 1999, p.3).

5. Metodología

La elaboración del presente trabajo de titulación se desarrolló siguiendo un plan de trabajo dividido en las fases planteadas en el siguiente diagrama (Figura 1).

Figura 1

Diagrama de la metodología utilizada en el proyecto



Nota. El gráfico representa las etapas en las que se realizó el presente trabajo de grado.

5.1 Revisión de Antecedentes Bibliográficos

Para el correcto desarrollo de la pasantía de investigación se realiza un estudio previo donde se revisa la literatura y estudios existentes en museos y universidades. Lo anterior con el fin de comprender en profundidad las pautas para el manejo y gestión de una colección paleontológica. Así mismo, se tiene en cuenta el trabajo realizado anteriormente por la Universidad en el Museo Geológico Marino Arce Herrera, que actualmente no se encuentra en funcionamiento.

5.2 Revisión de Información y Material Paleontológico Existente

La escuela de Geología cuenta con una gran cantidad de ejemplares paleontológicos ubicados en la litoteca y en los laboratorios (Figura 2), estos no cuentan con ningún plan de manejo

para su uso y almacenamiento. Para una correcta gestión del material, se analizan los ejemplares paleontológicos con su respectiva información, que fue diligenciada por especialistas. Es importante aclarar que no todas las fichas técnicas presentan datos completos y algunas tienen inconsistencias (nombre, código, estado de conservación, categoría taxonómica). Los resultados obtenidos se registran en una base de datos en Excel.

Figura 2

Material paleontológico ubicado en el laboratorio



5.3 Selección de Muestras de Interés

Para la elección y valoración de los 50 fósiles que hacen parte de la colección, se tienen en cuenta los siguientes criterios:

5.3.1 Relevancia en la Colección

Los fósiles que se deseen agregar a la colección deben ser representativos y útiles para cumplir el propósito de las asignaturas de Paleontología I y Paleontología II. Por lo tanto, las muestras se deben escoger con el objetivo de fortalecer los contenidos impartidos en las asignaturas.

5.3.2 Calidad del Ejemplar

El fósil se debe encontrar en buen estado. Entiéndase por buen estado cambios mínimos en su estructura original, poco desgaste y ninguna o muy poca erosión.

5.3.3 Demanda

En este aspecto se tiene en cuenta si el fósil que se desea agregar presenta características similares con los que ya pertenecen a la colección y si las muestras integradas anteriormente son suficientes para ser utilizadas en una práctica de laboratorio.

5.4 Organización de la Colección

Para la organización del material paleontológico que hace parte de la colección se registran los siguientes datos: nombre, código de colección, código de campo, categoría taxonómica, descripción, edad, estado de conservación, localización, colector, dimensiones, fotografía y ubicación.

5.4.1 Nombre

Algunos de los especímenes de la Escuela de Geología cuentan con fichas técnicas elaboradas por expertos, en las que se encuentra el nombre de las muestras. Para los fósiles que no

cuenten con este dato, primero se confirma de que formación proviene, así con ayuda de publicaciones académicas, e información encontrada en la web, se puede correlacionar y definir el nombre.

5.4.2 Código Colección

La colección cuenta con un rotulado específico (PAL-número), por lo tanto, cada vez que se agrega material se debe continuar con la numeración ya establecida. Por ejemplo, si el último ejemplar incluido es el PAL-50, la nueva entrada seguirá la disposición siendo PAL-51

5.4.3 Código de Campo

Solo se completa si existe un código previo asignado a esta muestra.

5.4.4 Categoría Taxonómica

Esta varía de acuerdo con el nivel de detalle de la información que se tenga del fósil o fósiles. Las categorías taxonómicas organizadas jerárquicamente de más a menos son: Filo > Clase > Orden > Familia > Género > Especie. Donde especie es la categoría específica.

5.4.5 Descripción

Explicación de manera detallada de las características taxonómicas y paleoambientales del ejemplar.

5.4.6 Edad

Algunas de las muestras pertenecientes a la Escuela de Geología cuentan con fichas técnicas que fueron diligenciadas por especialistas en el pasado. En este caso, se verifica en diferentes artículos científicos esta información, comparando con fotos, datos y formaciones. Por último, se agrega en el formato de registro. Respecto a los especímenes que no cuenten con esta ficha, se revisa de qué unidad geológica proviene, se hace una indagación sobre esta y si se

encuentra una edad asociada se añade. En el caso, de que no se tenga conocimiento de la unidad de procedencia, no se coloca la edad a menos que un experto en el taxón la constate.

5.4.7 Estado de Conservación

El estado de conservación del registro fósil debe ser interpretado de acuerdo con las condiciones y modificaciones a los que han sido sometidos en los diferentes ambientes geológicos (Fernández-López, 1999). Las muestras que sean escogidas para la colección serán utilizadas como material de apoyo para las clases de laboratorio deben estar en buen estado. Esto implica que están en óptimas condiciones, preservando la mayoría de las características originales, no están fracturadas, al igual que la erosión y el desgaste sean mínimos.

5.4.8 Localización

Ubicación geográfica de dónde se recolectó la muestra.

5.4.9 Colector

Persona u organización que realizó el muestreo.

5.4.10 Dimensiones

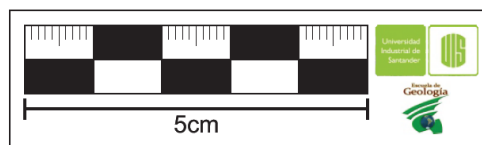
Se tomaron las medidas de ancho, alto y largo en centímetros [cm].

5.4.11 Fotografía

Toda fotografía debe presentar una escala (Figura 3).

Figura 3

Escala utilizada en la toma de fotografías



5.4.12 Ubicación


Se especifica dónde se va a situar el ejemplar, con el fin de localizarlo y extraerlo rápidamente.

5.5 Preparación del Catálogo Físico y Digital de la Colección

Una vez organizada la colección, la información de cada espécimen es recopilada en un catálogo que incluye: nomenclatura (nombre, código de campo y código de colección), características (categoría taxonómica, edad, descripción y estado de conservación), dimensiones (ancho, alto y largo), recolección (origen y colector), localización y ubicación (Figura 4). Se debe tener en cuenta que no todos los ejemplares cuentan con los datos completos, ya que algunos no son posibles de obtener a menos que sea verificado por un experto en el taxón.

Figura 4

Formato tipo de descripción de las muestras

<p>Nomenclatura Nombre: Dentición de Mastodonte Código de Campo: 1060 Código de Colección: PAL - 2</p> <p>Categoría Taxonómica Filo: Chordata Clase: Mammalia Orden: Proboscidea Familia: Gomphotheriidae</p> <p>Edad Era: Cenozoico Periodo: Neógeno Época: Pleistoceno Años: 2.5 – 0.1 Ma</p> <p>Descripción Fragmentos de dientes de mastodonte, mamífero perteneciente a la megafauna de las edades de hielo del Pleistoceno. En Suramérica se encontraron los géneros <i>Haplomastodon</i> y <i>Notiomastodon</i>.</p> <p>Estado de Conservación Fragmentos bien conservados</p> <p>Localización Vía Bucaramanga/Barrancabermeja, Santander, Colombia</p>	<p>Fotografía</p>  <p>Dimensiones Ancho: 3 [cm] Alto: 7 [cm] Largo: 1.5 [cm]</p> <p>Recolección Colector: L. E. Cruz</p> <p>Ubicación Caja 1</p>
--	---

2

Nota. En la figura se presenta la información completa del ejemplar “Dentición de Mastodonte” presente en el catálogo.

5.6 Fotogrametría

En el catálogo digital también se incluyen los modelos 3D de diez muestras representativas.

Para la elaboración de los modelos a cada ejemplar se le toman 144 fotografías, esto variando el ángulo cada 5 grados con el fin de cubrir la totalidad de su superficie (Figura 5). Estas fotos son procesadas por medio de una herramienta de generación de modelos 3D llamada *eyesCloud3D* (Figura 6).

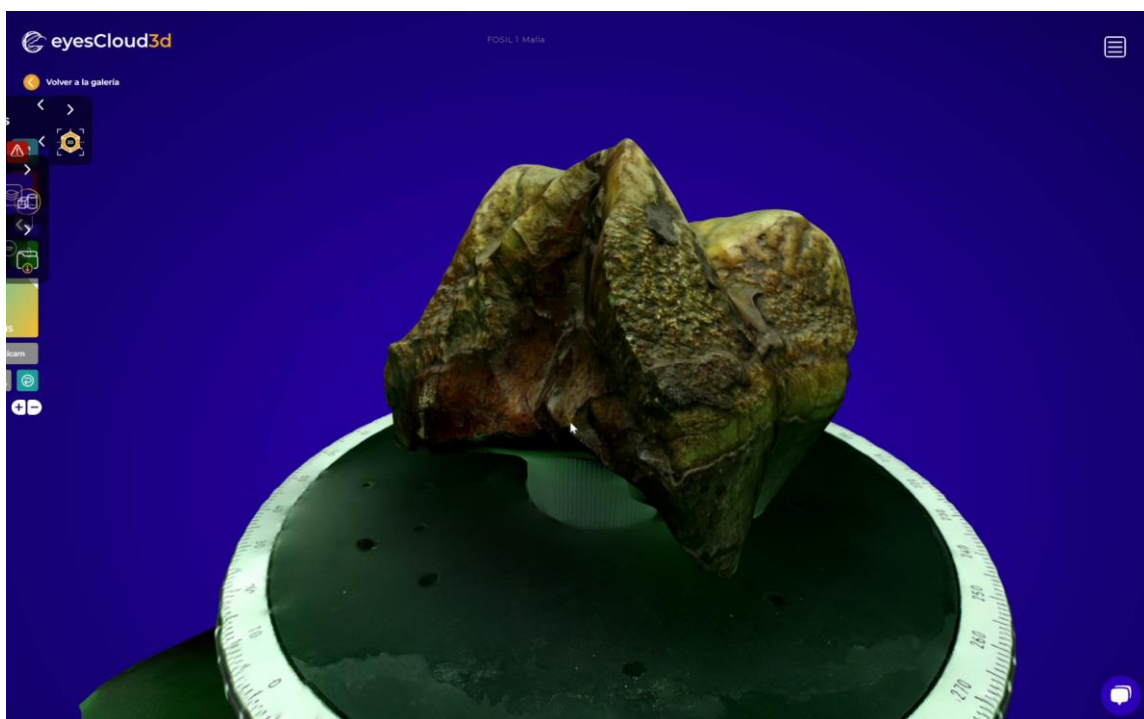
Figura 5

Montaje y toma de fotografías



Figura 6

Procesamiento y generación del modelo 3D en la herramienta eyesCloud3D



5.7 Preparación de la Guía para el Manejo y Gestión de la Colección

Por último, al terminar el catálogo y la fotogrametría, se elabora la respectiva guía de gestión donde se especifica: el proceso de adquisición y selección, la conservación preventiva para lograr una mejor preservación de los ejemplares (acá se describen los métodos usados en el etiquetado y almacenamiento) y la utilización de las colecciones (donde se explica el proceso de préstamo, consulta y desvinculación de los especímenes). Lo anterior, con el fin que los estudiantes y profesores den un adecuado manejo y utilización a la colección.

6. Productos

6.1 Catálogo de Muestras de la Colección Geológica de Fósiles

Para la elaboración del catálogo de fósiles, se seleccionaron 50 muestras basándose en los criterios de relevancia de la colección, calidad y demanda (explicados anteriormente).

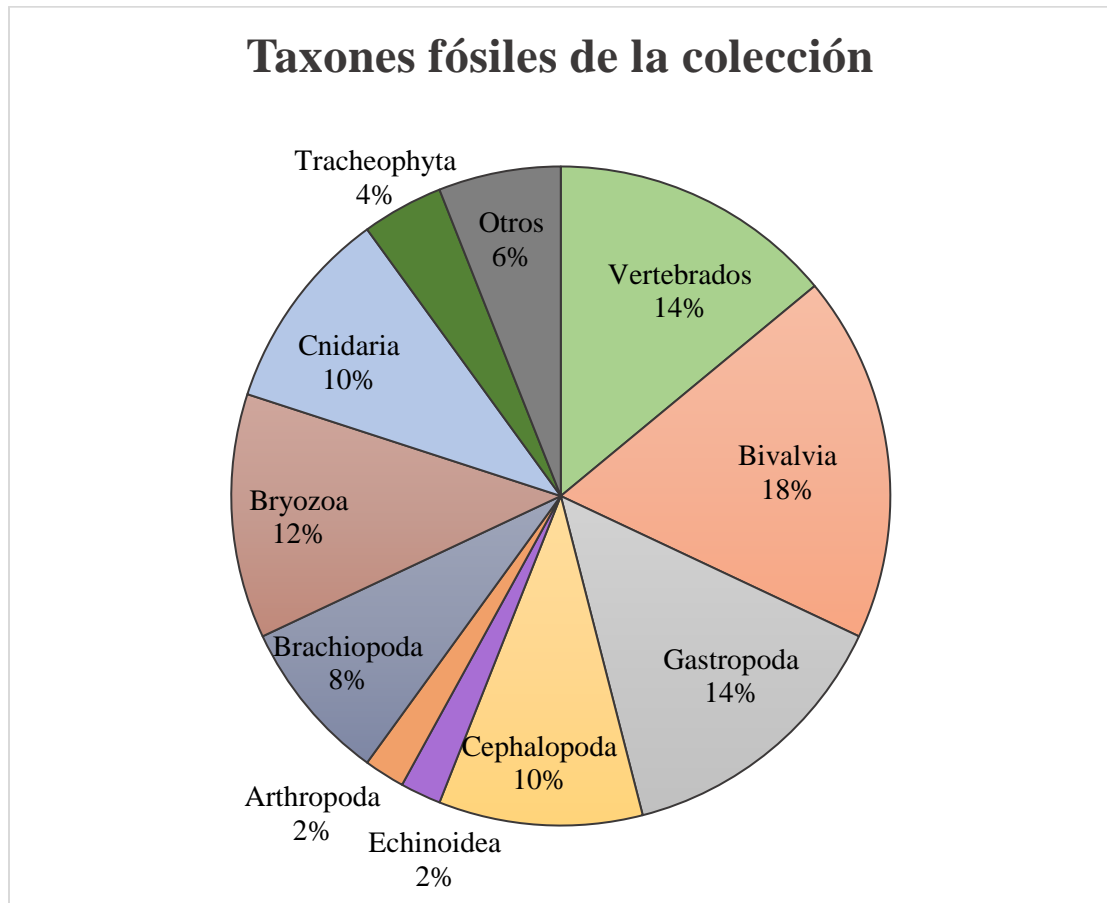
La colección de fósiles está dividida en once categorías:

- Vertebrados (7 ejemplares)
- Bivalvia (9 ejemplares)
- Gastropoda (7 ejemplares)
- Cephalopoda (5 ejemplares)
- Echinoidea (1 ejemplar)
- Arthropoda (1 ejemplar)
- Brachiopoda (4 ejemplares)
- Bryozoa (6 ejemplares)
- Cnidaria (5 ejemplares)

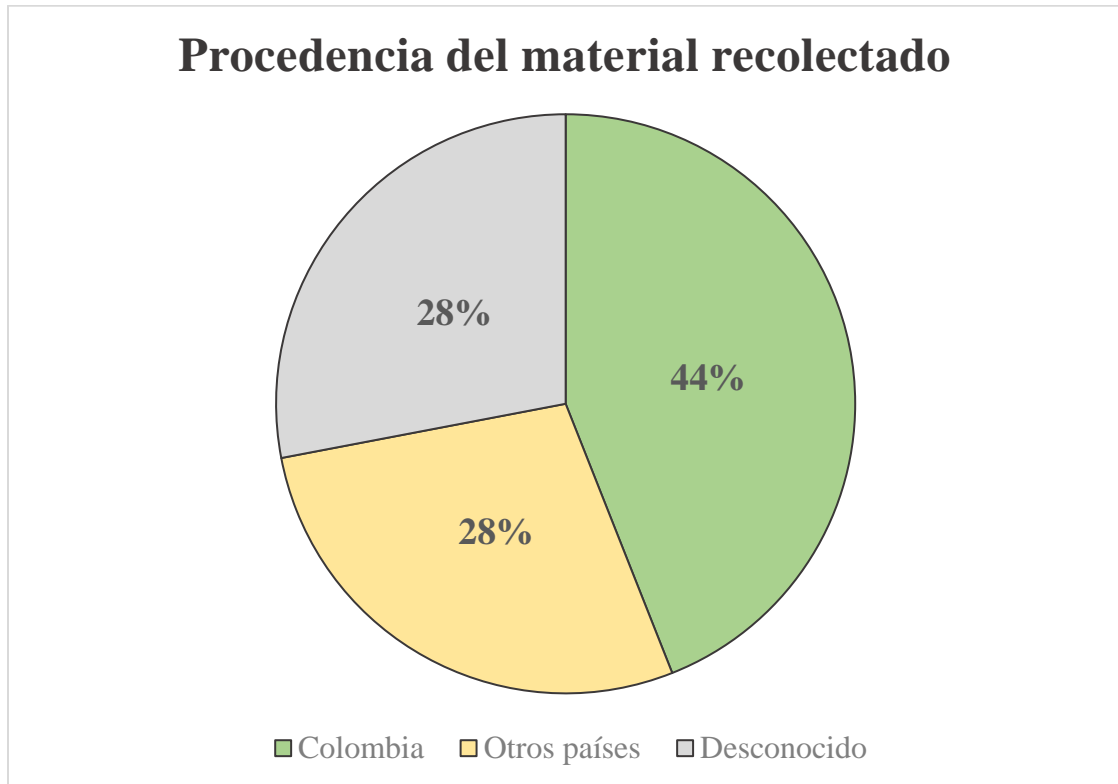
- Tracheophyta (2 ejemplares)
- Otros (3 ejemplares)

Figura 7

Cantidad de taxones presentes en la colección

**Figura 8**

Procedencia del material presente en la colección



En cada muestra se describen los siguientes atributos:

- Nomenclatura (nombre, código de campo, código de colección).
- Categoría taxonómica (filo, clase, orden, familia, reino, superdivisión, división)
- Edad (era, periodo, época, años)
- Descripción y origen
- Estado de Conservación
- Dimensiones (ancho, alto, largo)
- Recolección (colector)
- Localización
- Ubicación

6.2 Guía de Manejo y Gestión de la Colección Paleontológica

La gestión de colecciones busca dirigir y administrar de una manera integral lo concerniente a en este caso la colección de fósiles, agrupando los procesos y pautas que se deben seguir para el manejo óptimo de esta (Mora, 2020). Los principales procesos de la gestión de colecciones aplicados son: la adquisición, la selección, la conservación preventiva, la utilización de las colecciones y la desvinculación de las muestras.

6.2.1 Adquisición

Actualmente, la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander cuenta con una cantidad considerable de fósiles almacenados, que se irán incluyendo a la colección paulatinamente siguiendo las pautas del manual. Sin embargo, se pueden seguir adquiriendo ejemplares ya sea por donación, compra, adquisición cooperativa, intercambios, depósito y préstamos (Mora, 2020).

6.2.2 Registro

Se debe hacer un registro de todas las nuevas entradas de material a la colección en una ficha técnica (Figura 9) de manera que no se pierda ni se olvide la información. En este se recopilan los siguientes datos: nombre, código de colección, categoría taxonómica, edad y localización.

Figura 9

Ficha técnica para el material de la colección

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
	COLECCIÓN DE FÓSILES	
NOMBRE _____	CÓDIGO _____	
FILO _____	ERA _____	
CLASE _____	PERIODO _____	
ORDEN _____	ÉPOCA _____	
FAMILIA _____	AÑOS _____	
ESPECIE _____	LOCALIZACIÓN _____	

6.2.3 Archivo de la Colección

En este documento se realiza una descripción detallada, se adjunta una fotografía de la muestra y se toman las dimensiones. La información que se debe añadir es: nomenclatura, categoría taxonómica, edad, descripción, estado de conservación, fotografía, dimensiones, recolección, localización y ubicación (Figura 10).

Figura 10

Formato de descripción de las muestras fósiles

<p>Nomenclatura Nombre: _____ Código de Campo: _____ Código de Colección: _____</p> <p>Categoría Taxonómica Filo: _____ Clase: _____ Orden: _____ Familia: _____</p> <p>Edad Era: _____ Periodo: _____ Época: _____ Años: _____</p> <p>Descripción _____</p> <p>Estado de Conservación _____</p> <p>Localización _____</p>	<p>Fotografía</p> <div data-bbox="941 325 1453 766" style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 20px;"> <p>Fotografía del ejemplar</p> </div> <p>Dimensiones Ancho: __ [cm] Alto: __ [cm] Largo: __ [cm]</p> <p>Recolección Colector: _____</p> <p>Ubicación _____</p>
--	--

6.3 Conservación Preventiva

Son las estrategias que ayudan a que el desgaste y deterioro de la colección sea mínimo e incluyen las condiciones ambientales (humedad, temperatura e iluminación) (Devincenzi & Azar, 2019). A continuación, se describirán los métodos para la conservación preventiva ocurra en las etapas de etiquetado, almacenamiento y elaboración de ficheros.

6.3.1 Etiquetado

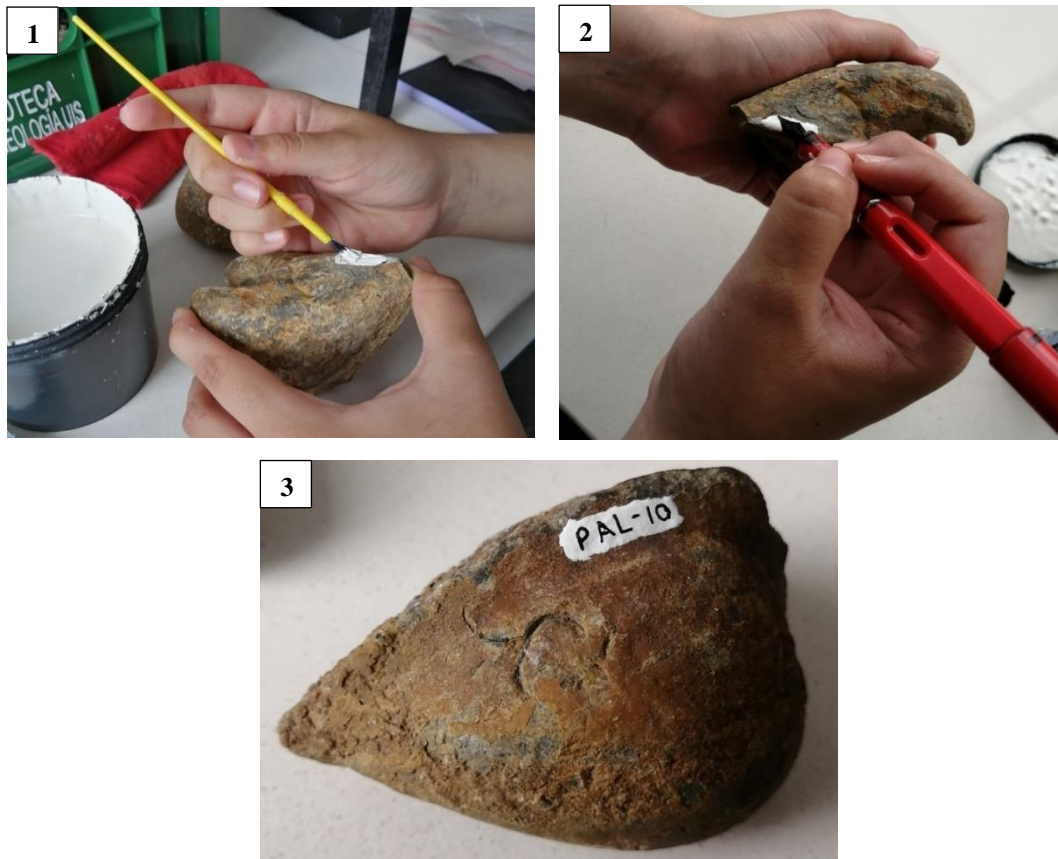
A lo largo de los años se ha utilizado esmalte de uñas, corrector, lapiceros comerciales y cinta adhesiva en el etiquetado de los especímenes. Sin embargo, el esmalte y el corrector con el tiempo se vuelven quebradizos y se despegan, los lapiceros comerciales así sean “permanentes” se

desvanecen con la exposición de la luz y la cinta a menudo se cae (Davidson et al., 2006). Es por esto por lo que para el correcto etiquetado de las muestras se recomienda la utilización de: Tinta china resistente al agua y la luz, a base de carbón preferiblemente (Devincenzi & Azar, 2019), pintura blanca compuesta por un pigmento estable, una pluma para aplicar la tinta y un pincel para la pintura (Davidson et al., 2006).

Los pasos para el etiquetado son: Primero, escoger una parte del ejemplar que sea más o menos plana y limpiarla. Segundo, con ayuda de un pincel pintar la zona una longitud suficiente para que quepa el código y esperar a que se seque. Tercero, con la pluma escribir el código de la colección correspondiente (Figura 11).

Figura 11

Pasos para el etiquetado



6.3.2 Almacenamiento

Una vez etiquetados los fósiles, se procede a guardarlos en un lugar seguro. La conservación preventiva tiene un papel importante, porque al tratarse de fósiles se deben tener en cuenta los materiales de los contenedores, la temperatura ambiente y las condiciones de humedad para que no sea perjudicial a largo plazo.

Se ha comprobado que el uso de mobiliario de madera principalmente corrosiva genera daños en los ejemplares, esta madera emite ácido acético y ácido fórmico que en contacto con carbonato de calcio generan eflorescencias blanquecinas compuestas por sales dobles de acetato-formiato de calcio (Devincenzi & Azar, 2019). Para mitigar este daño Caracanhas et al. (2014) proponen que la colección debe mantenerse en condiciones de baja humedad relativa (45-50%) y un rango de temperatura adecuado (16-21°C). Con el objetivo de proteger los fósiles del polvo, las plagas, la luz y el agua, se recomienda la utilización de contenedores de plástico en su preferencia estables e inertes para que sean menos reactivos (por ejemplo, el polietileno y el polipropileno) (Devincenzi & Azar, 2019).

Hasta ahora, la colección de fósiles se ha almacenado en cajas de cartón libres de ácido (una por cada espécimen para evitar abrasión y contaminación), cada una con su respectiva ficha (Figura 12).

Figura 12

Cajas utilizadas para almacenar los fósiles con su respectiva ficha



Los ejemplares pequeños (alguna de sus dimensiones es menor de 5 [cm]) se guardaron en cajas de poliestireno expandido con tapas transparentes para evitar su pérdida (Figura 13).

Figura 13

Almacenamiento de un ejemplar pequeño



Estas cajas luego se ubican en canastillas de plástico (Figura 14A). Cada canastilla cuenta con una ficha que especifica qué clase taxonómica y cuáles ejemplares se almacenan en esta (Figura 14B).

Figura 14

Almacenamiento de los ejemplares



6.4 Utilización de las Colecciones

Una vez que los ejemplares pasan a formar oficialmente parte de la colección, se encuentran a disposición de la comunidad universitaria y científica, se ofrecen los servicios de préstamo y consulta.

6.4.1 Préstamos

- Las muestras se utilizan como material de apoyo para los laboratorios, por lo tanto, los préstamos solo se llevan a cabo con este fin, se rechaza cualquier práctica que atente con la preservación de las muestras.
- Se restringe el acceso a la colección de fósiles a profesores y estudiantes de la escuela de Geología.
- Los ejemplares deben devolverse en la misma condición que se entregaron, esto incluyendo los especímenes, las cajas de almacenamiento y las fichas técnicas.

- No se pueden realizar tratamientos irreversibles ni moldes del material sin permiso previo.
- Para realizar la solicitud de préstamo se debe diligenciar el formato correspondiente, donde se especifica el tiempo que se solicita, el propósito del préstamo, el código de colección del ejemplar, la firma del solicitante y la del encargado.
- En caso de pérdida o daño irreparable del material, los estudiantes serán multados en el sistema de la Universidad.

6.4.2 Consultas

Las consultas se consideran préstamos de sólo un día. Para esto, se pide una identificación a los estudiantes y/o profesores que lo soliciten y se realiza el préstamo del ejemplar dentro del aula del laboratorio bajo la supervisión del encargado.

Para la utilización de las muestras de la colección como material didáctico en las clases, los docentes deben realizar la solicitud del material al encargado.

6.5 Desvinculación de los especímenes

Consiste en descartar, retirar y/o eliminar las muestras de las colecciones. Las condiciones por las que se podría considerar la desvinculación según Shelton & Anderson (2015) son:

- Deterioro irreparable de la muestra.
- Pérdida de información importante que comprometa el valor científico del fósil.
- Pérdida o robo.

7. Conclusiones

- La organización y clasificación del material existente permite que este esté al alcance de los estudiantes y docentes de la escuela de Geología, posibilitando que sea usado como material de apoyo para el aprendizaje.
- Los fósiles poseen un valor excepcional para la comunidad científica, su uso adecuado permite que los ejemplares que estaban en riesgo de dañarse o perderse, sean recuperados y preservados.
- La observación detallada de las características del material físico refuerza los conceptos impartidos en las asignaturas de paleontología I y paleontología II.
- La colección abarca una gran cantidad de taxones fósiles donde el 76% pertenecen a invertebrados, 14% son vertebrados, 4% son plantas y el 6% lo integran ejemplares como el ámbar, los estromatolitos y el xilópalo.
- De la totalidad del material seleccionado para la colección paleontológica un 44% pertenece al patrimonio geológico colombiano, otro 28% es material recolectado en otros países y el 28% restante es de origen desconocido.
- El fácil acceso a los modelos 3D a través de medios digitales, permite su implementación en las actividades prácticas y de investigación, facilitando el acercamiento, la observación y el estudio de los ejemplares a docentes y estudiantes sin necesidad de manipularlos directamente.
- La guía de manejo y gestión brinda las pautas para la correcta utilización de la colección, así como el protocolo para el ingreso y tratamiento de nuevos especímenes.

8. Recomendaciones

- Gestionar el resto de material fosilífero que se encuentra en los laboratorios y en la litoteca para aumentar el tamaño de la colección, y que este no se dañe ni se pierda.
- Mejorar la infraestructura y destinar un espacio fijo donde se ubicará la colección paleontológica para efectuar una correcta conservación preventiva.
- Destinar personal calificado para las actividades de curaduría, consultas y préstamos de la colección.
- Crear una base de datos en la que se tenga el inventario de todas las muestras que encuentren en posesión de la escuela de Geología.
- Adecuar un espacio enfocado en la fotogrametría y fotografía que cuente con las condiciones adecuadas para lograr buenas tomas que se puedan utilizar en los diferentes proyectos que se realicen.

Referencias Bibliográficas

- Aguado de Costa, A. (2011). Gestión de Colecciones. *Gestión de Colecciones*, 1(2), 53–55.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/17855>
- Baars, C., & Horak, J. (2018). Storage and conservation of geological collections—a research agenda. *Journal of the Institute of Conservation*, 41(2), 154–168.
<https://doi.org/10.1080/19455224.2018.1463921>
- Barreiro, J., González, J. E., Rey-Fraile, I., Soriano, O., Izquierdo, I., Diéguez, C., & García, J. (1994). *Manual De Catalogación y Gestión De las Colecciones Científicas De Historia Natural* (B. Sanchíz (ed.); 1st ed.).
- Brunton, C. H. C., Besterman, T. P., & Cooper, J. A. (1985). Guidelines for the Curation of Geological Materials. In *Miscellaneous Paper No. 17*. Geological Society.
- Caracanhas, D., Brincalepe, R., & Rodrigues, B. (2014). Dangers to malacological collections: Bynesian decay and pyrite decay. *Collection Forum*, 28(1–2), 35–46.
<https://doi.org/10.14351/0831-4985-28.1.35>
- Connolly, T., Craig, A., Davis, E., Endzweig, P., Erlandson, J., Kallenbach, E., Knowles, J., Krier, P., Parman, A., & Piercy, D. (2014). *Museum of Natural and Cultural History University of Oregon Collection Policy*.
<https://mnch.uoregon.edu/sites/mnch1.uoregon.edu/files/inline-files/MNCHCollectionsPolicy12.7.2014.pdf>
- Cristín, A., & Perrilliat, M. del C. (2011). Las colecciones científicas y la protección del patrimonio paleontológico. *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana*, 63(3), 421–427.

<https://doi.org/10.18268/bsgm2011v63n3a4>

Davidson, A., Alderson, S., & Fox, M. (2006). Assembling an Archival Marking Kit for Paleontological Specimens. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 26(3), 1–6.

Department of Earth and Planetary Sciences. (2014). *Collections Policy of the Mineralogical and Geological Museum at Harvard University*.
https://mgmh.fas.harvard.edu/files/hmgm/files/mgmh_cmp.pdf

Devincenzi, S., & Azar, E. (2019). Materiales de almacenamiento de las colecciones paleontológicas del IANIGLA-CCT CONICET Mendoza (Argentina). *Revista Del Museo de La Plata*, 4(1), 51–62.

Fernández-López, S. (1999). Tafonomía y fosilización. *Tratado de Paleontología*, 1, 51–107.

Geological Survey (U.S.). (1903). *Monographs of the United States Geological Survey: Vol. XLIV* (T. W. Stanton (ed.)). Government Printing Office.

Hyvärinen, M.-T., Väinölä, R., Väre, H., Ståhls-Mäkelä, G., Sihvonen, P., Kuusijärvi, A., Myllys, L., Kröger, B., Heikkinen, M., Juslén, A., Oinonen, M., & Schulman, L. (2020). General Collections Policy of the Finnish Museum of Natural History. *Research Ideas and Outcomes*, 6(1), 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.3897/rio.6.e58167>

List, K., Buczkowski, B., McCarthy, L., & Orton, A. (2015). *Collections Management Plan for the U.S. Geological Survey Woods Hole Coastal and Marine Science Center Data Library*.
<https://www.usgs.gov/publications/collections-management-plan-us-geological-survey-woods-hole-coastal-and-marine-science>

- Lozano, R. P., & Menéndez, S. (2013). Rocas, minerales y fósiles: las colecciones geológicas de museos públicos. *Memorias de La Real Sociedad Española de Historia Natural*, 11, 41–52.
- Mora, J. (2020). *Creación de la política de gestión de colecciones para la Biblioteca EIA* [Universidad de Antioquia]. <https://hdl.handle.net/10495/16395>
- Mozota, M., Clemente-Conte, I., Borrell, F., Gibaja, J., Ibáñez, J., Nieto, A., Ortega, D., Terradas, X., & Valenzuela-Lamas, S. (2018). Reference collections of the Institución Milá y Fontanals for the study of prehistoric societies: Archaeology from an experimental and technological perspective. *Vth International Congress of Experimental*, 1–13. <http://hdl.handle.net/10261/178126>
- National Museum of Natural History Smithsonian Institution. (2017). Collections Management Policy. En *Museum Documentation Systems*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-408-10815-7.50011-9>
- National Science and Technology Council, Committee on Science, & Interagency Working Group on Scientific Collections. (2009). *Scientific Collections: Mission-Critical Infrastructure of Federal Science Agencies*. <http://www.ostp.gov>.
- Pardo, P. (2011). Las colecciones como recurso para el aprendizaje de las Ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 19(2), 204–209.
- Peluso, D., Bean, A., Rose, K., McIntyre, D., Eck, R., Soeder, D., Crandall, D., & Hakala, A. (2016). Geoscience collection management systems: a beginners guide. In *Oak Ridge Institute of Science & Education*.

https://static1.squarespace.com/static/568cb0182399a30df61fe595/t/5cb24985fa0d60178b1b61f2/1555188104642/GeosciMgmtSystemsAGuide_ORISE_PelusoBean_FinalPreTRS_June_3_2016.pdf

Ríos-Reyes, C. A. (1999). Museo geológico "Marino Arce Herrera" Una contribución al desarrollo de la enseñanza de las ciencias de la tierra. *Boletín De Geología*, 21(36), 51–55.

<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/view/7514>

San José Montano, B. (2011). *La gestión de la colección cooperativa en las bibliotecas universitarias a comienzos del siglo XXI* [Tesis de doctorado, Universidad Carlos III de Madrid]. Archivo digital. <http://hdl.handle.net/10016/10412>

Sánchez Almazán, J., Alcalá, L., & Sánchez Chillón, B. (2001). Las Colecciones de Geología del MNCN. *Museo Nacional de Ciencias Naturales*, 1–21.

https://www.mncn.csic.es/docs/2010/07/07/14440001_4_2_0.pdf

Shelton, S., & Anderson, L. (2015). Museum of Geology - South Dakota School of Mines and Technology - Collections Management Policy.

[https://www.sdsmt.edu/Academics/Museum-of-Geology/Docs/Museum-of-Geology-](https://www.sdsmt.edu/Academics/Museum-of-Geology/Docs/Museum-of-Geology-Collections-Mgmt-Policy/Shropshire%20Museums.%20(2017).%20Collections%20Management%20Policy)

[Collections-Mgmt-Policy/Shropshire Museums. \(2017\). Collections Management Policy.](https://www.sdsmt.edu/Academics/Museum-of-Geology/Docs/Museum-of-Geology-Collections-Mgmt-Policy/Shropshire Museums. (2017). Collections Management Policy)

Stanley, M. (2004). *Standards in the Museum Care of Geological Collections 2004*.

<https://collectionstrust.org.uk/resource/geological-collections-a-guide-to-standards-in-their-preservation-and-care/>

USGS. (s.f.). *Resources for Collection Management | U.S. Geological Survey*.

<https://www.usgs.gov/programs/national-geological-and-geophysical-data-preservation-program/resources-collection>