

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA**



**CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA DE LOS MINERALES
EXISTENTES EN EL PABELLÓN DE GEOSVENEZUELA DEL
MUSEO GEOLÓGICO Y MINERO JOSÉ BAPTISTA GOMES DE
LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA UNIVERSIDAD DE
ORIENTE NÚCLEO BOLÍVAR – ESTADO BOLÍVAR.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LOS
BACHILLERES LIZARDI L. ERIC R
SAAVEDRA L. SAID H. PARA
OPTAR AL TÍTULO DE GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, OCTUBRE DE 2.010

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado intitulado “**Clasificación sistemática de los minerales existentes al pabellón de Geos-Venezuela del Museo Geológico y Minero José Baptista Gomes de la Escuela de Ciencias de la Tierra Universidad de Oriente Núcleo Bolívar**” presentado por los bachilleres: **Lizardi L. Eric R. y Savedra L. Said H.** ha sido aprobado, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:

Firma:

Profesora Yocking Lima

(Asesor)

Profesora Rosario Rivadulla
Jefe del Departamento de Geología

Ciudad Bolívar, Octubre de 2.010

DEDICATORIA

A mis Padres, mis mentores y héroes. A mi padre Luis Hernán Saavedra. (†), quien a pesar de todos los inconvenientes siempre estuvo brindándome su amor, comprensión, dedicación; por darme la oportunidad de poder iniciar esta carrera, siempre te recordaré, este triunfo es para tí.

A mi madre Enoria León Viuda De Saavedra por brindarme su amor y apoyo en todo momento.

A mis hermanos Berenice y Luis Hernán porque me han brindado su apoyo, ayuda, consejos y su compañía.

A mi cuñado Carlos Martínez, que siempre me ha ayudado en todo momento. A mi gran amiga Marina Moraima por soportarme siempre.

A todos mis amigos y compañeros de estudio, en especial a los muchachos del “Grupo de la Virgen” por haberme brindado su amistad y aprecio.

Said Saavedra

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por haberme acompañado y guiado siempre en mis pasos, además de brindarme la fuerza, paciencia y el valor para alcanzar esta meta tan preciada.

A mi madre Gloria Lizardi, a quien amo mucho y a pesar de todas los inconvenientes siempre estuvo brindándome su amor, comprensión y apoyo; por darme la oportunidad de poder iniciar esta carrera acompañándome en todo momento, por la fuerza que siempre tuvo para salir adelante, esforzándose para que no me faltara nada y con su amor y trabajo me convirtieron en lo que soy hoy en día, una persona de bien y exitosa. Gracias por ser una madre ejemplar. A mi padre Ramón Lizardi por su amor y apoyo en cada momento de mi vida.

A mi hermanas Ana y Fabiola, por apoyarme y estar siempre conmigo, por brindarme su amistad, mi triunfo también es de ustedes, los amo.

A María Peña, por estar a mi lado durante todo este tiempo apoyándome, por su cariño, amor, comprensión y por ser parte de mi vida y estar siempre conmigo.

A mis amigos y compañeros de estudios, quienes me ayudaron en todo momento cuando más lo necesitaba en especial a Said Saavedra.

Eric Lizardi

AGRADECIMIENTOS

Al Museo Geológico y Minero José Baptista Gomes, en especial al Directora Profesora Iris Marcano de Rosas que nos dio la oportunidad de realizar este trabajo de grado en esta Institución.

A la Universidad de Oriente UDO, por capacitarnos y enseñarnos todos los conocimientos para emprender una carrera de éxito.

A la Profesora Yockling Lima tutor académico, que con sus conocimientos y ayuda hizo posible la realización de este trabajo de grado.

A mis amigos Mariana Moreno, Julio Moronta, Rurik y al profesor Simón González por su valiosa colaboración.

A todas las personas que de una u otra forma nos colaboraron en la realización de este proyecto. A todos, Muchas Gracias.

Eric Lizardi y Said Savedra

RESUMEN

El objeto del presente trabajo especial de grado es clasificar sistemáticamente las muestras minerales pertenecientes a Geos-Venezuela colección existente en el Museo Geológico y Minero José Baptista Gomes de la Universidad de Oriente Núcleo Bolívar. Para ello se utilizaron libros, atlas de mineralogía y una gran cantidad de información obtenida de páginas web, utilizando diferentes buscadores como Google, Yahoo, Altavista; bases teóricas del área donde se realizaron los estudios de recolección de muestras, así como la situación del área y sus alrededores. La fase I está comprendida por el planteamiento del problema, objetivo de la investigación; objetivos generales y específicos, justificación, alcances y limitaciones de la investigación, utilizando para ello la metodología de Hurtado, J., la fase II que corresponde a las generalidades, identificación de los tipos de clases de minerales, se consultaron páginas de internet y biografías extraídas de la biblioteca de la Universidad de Oriente (UDO), fase III clasificación sistemática de las muestras minerales de Geos-Venezuela que se encuentran en el museo, fase IV generación de una base de datos de dichas muestras Minerales, fase V elaboración de fichas técnicas clasificándolas por clase, sub-clase, grupo y sistema cristalino al cual pertenece cada muestra y la fase VI que es la descripción sistemáticamente de las muestras minerales. Mediante la elaboración de este trabajo de grado se lograron los objetivos propuestos donde se clasificaron las muestras minerales de Geos-Venezuela que se encuentran en el museo, se aplicó la mineralogía sistemática o determinativa a una población de 87 muestras minerales obteniendo los siguientes resultados: elementos nativos 2 muestras, sulfuros 10 muestras, óxidos 13 muestras, hidróxidos 6 muestras, haluros 2 muestras; carbonatos 15 muestras, sulfatos 11 muestras, wolframatos 1 muestra, y silicatos 27 muestras, para así brindar al público en general una amplia gama de información importante para el reconocimiento y estudio de dichos minerales.

CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN.....	vi
CONTENIDO	vii
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE TABLAS	xviii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
SITUACIÓN A INVESTIGAR	3
1.1 Situación objeto de estudio	3
1.2 Objetivos de la investigación	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación.....	5
1.4 Alcance.....	5
1.5 Limitaciones.....	5
CAPÍTULO II	6
GENERALIDADES	6
2.1 Reseña histórica de la Universidad de Oriente (UDO)	6
2.2 Misión, visión, objetivos y funciones	7
2.2.1 Misión	7
2.2.2 Visión	7
2.2.3 Objetivos	7

2.2.4 Funciones	9
2.3 Núcleo Bolívar	9
2.3.1 Inicios	9
2.4 Reseña histórica del Museo Geológico y Minero José Baptista Gómez	10
2.4.1 Fecha de fundación	10
2.4.2 Motivo y objetivos	10
2.4.3 Local.....	10
2.4.4 Funcionamiento.....	11
2.4.5 Personal del Museo	11
2.4.6 Colecciones procedencia y número de muestras.....	12
2.4.7 Secciones	12
2.4.8 Horario	13
2.4.9 Dependencia.....	13
2.4.10 Proyectos	13
2.5 Muestras minerales pertenecientes al Museo.....	14
2.5.1 Muestras de Geos-Venezuela.....	14
2.5.2 Muestras de Geos-Mundo	14
2.6 Ubicación geográfica del Museo.....	14
CAPÍTULO III	16
MARCO TEÓRICO.....	16
3.1 Antecedentes	16
3.2 Bases teoricas	16
3.2.1 Mineral	16
3.2.2 Mineralogía	17
3.3 Mineralogénesis	17
3.4 Ambiente de formación de los minerales.....	17
3.4.1 Magmatismo.....	18
3.4.2 Meteorización.....	18
3.4.3 Metamorfismo	18

3.5 Yacimientos.....	19
3.5.1 Yacimientos magmáticos	19
3.5.2 Yacimientos neumatolíticos e hidrotermales	23
3.5.3 Yacimientos evaporíticos	24
3.6 Clasificación de los minerales.....	25
3.7 Mineralogía cristalográfica	26
3.7.1 Cristal	26
3.7.2 Tipos de cristales.....	26
3.7.3 Cristalografía geométrica	29
3.7.4 Elementos de simetría	30
3.7.5 Sistemas y clases cristalinas.....	30
3.7.6 Agregados y hábitos.....	36
3.7.7 Cristales aislados.....	37
3.7.8 Grupos de cristales	37
3.7.9 Grupos de cristales radiales o paralelos	37
3.7.10 Minerales formados por laminillas	38
3.7.11 Diversos términos	39
3.7.12 Maclas	40
3.8 Mineralogía determinativa	41
3.9 Mineralogía química	41
3.9.1 Abundancia de los elementos en la corteza terrestre	41
3.9.2 Cristaloquímica	42
3.9.3 Fuerza de enlace.....	42
3.9.4 Tipos de enlace.....	42
Estructura cristalina.....	43
3.9.6 Ensayos químicos.....	44
3.10 Mineralogía física.....	45
3.10.1 Propiedades físicas.....	45
3.10.2 Exfoliación	45

3.10.3 Partición	46
3.10.4 Fractura	46
3.10.5 Dureza	47
3.10.6 Tenacidad	49
3.10.7 Propiedades ópticas.....	50
3.10.8 Propiedades eléctricas	52
3.10.9 Propiedades magnéticas	53
3.10.10 Propiedades radioactivas.....	53
3.11 Mineralogía sistemática o descriptiva.....	54
3.12 Clasificación de los minerales.....	54
3.12.1 Elementos nativos	54
3.12.2 Semimetales nativos.....	57
3.12.3 No metales nativos	60
3.12.4 Silicatos	74
CAPÍTULO IV.....	86
METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	86
4.1 Tipo y diseño de la investigación.....	86
4.1.1 Tipo de investigación.....	86
4.1.2 Diseño de investigación	86
4.2 Población y muestra de la investigación.....	86
4.2.1 Población objeto de estudio	86
4.2.2 Muestra.....	87
4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	87
4.3.1 Revisión bibliográfica	87
4.3.2 Observación directa.....	88
4.3.3 Asesorías académicas.....	88
4.3.4 Instrumentos de recolección de datos	88
4.4 Recopilación y validación de la información.....	88
4.4.1 Recopilación bibliográfica	88

4.4.2 Traslado de las muestras de minerales a la sala Geos-Venezuela.....	89
4.4.3 Verificación de las muestras minerales.....	91
4.4.4 Restauración de los muebles donde se encuentran contenidas las muestras minerales	91
4.4.5 Identificación de cada una de las muestras minerales.....	91
4.5 Fase de campo	92
4.6 Mineralogía sistemática o determinativa	92
4.6.1 Procedimientos físicos	92
CAPÍTULO V	96
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	96
5.1 Rehabilitación y acondicionamiento del área de exhibición de las muestras de minerales pertenecientes a Geos-Venezuela.	96
5.2 Análisis e identificación de las muestras minerales	99
5.2.1 Muestra mineral 1	99
5.2.2 Muestra mineral 2	100
5.2.3 Muestra mineral 3	102
5.2.4 Muestra de los minerales 4 y 5.....	103
5.2.5 Muestra de los minerales 6, 7,8, 9 y 10.....	105
5.2.6 Muestra mineral 11	108
5.2.7 Muestra mineral 12	109
5.2.8 Muestra mineral 13	111
5.2.9 Muestra de los minerales 14,15 y 16.....	112
5.2.10 Muestra mineral 17	114
5.2.11 Muestra mineral 18	115
5.2.12 Muestra de los minerales 19 y 20.....	117
5.2.13 Muestra mineral 21	118
5.2.14 Muestra de los minerales 22, 23, 24 y 25.....	120
5.2.15 Muestra de los minerales 26, 27 y 28.....	122
5.2.16 Muestra de los minerales 29, 30 y 31.....	124

5.2.17 Muestra mineral 32	126
5.2.18 Muestra de los minerales 33, 34 y 35.....	127
5.2.19 Muestra de los minerales 36, 37, 38 y 39.....	129
5.2.20 Muestra de los minerales 40 y 41.....	132
5.2.21 Muestra de los minerales 42, 43, 44 y 45.....	134
5.2.22 Muestra de los minerales 46 y 47.....	137
5.2.23 Muestra de los minerales 48, 49 y 50.....	138
5.2.24 Muestra de los minerales 51, 52, 53, 54, 55, 56 y 57.....	140
5.2.25 Muestra mineral 58	144
5.2.26 Muestra mineral 59	146
5.2.27 Muestra de los minerales 60 y 61.....	147
5.2.28 Muestra de los minerales 62 y 63.....	149
5.2.29 Muestra mineral 64	150
5.2.30 Muestra mineral 65	152
5.2.31 Muestra mineral 66	153
5.2.32 Muestra mineral 67	154
5.2.33 Muestra mineral 68	155
5.2.34 Muestra mineral 69	156
5.2.35 Muestra mineral 70	157
5.2.36 Muestra de los minerales 71 y 72.....	158
5.2.37 Muestra mineral 73	160
5.2.38 Muestra de los minerales 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82 y 83.....	161
5.2.39 Muestra de los minerales 84, 85 y 86.....	167
5.2.40 Muestra mineral 87	169
5.3 Fichas técnicas	184
5.4 Base de datos.....	186
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	187
Conclusiones	187
Recomendaciones.....	188

REFERENCIAS.....	189
APÉNDICES.....	190
APÉNDICE A.....	190
FOTOGRAFÍAS EN LAS CONDICIONES EN LAS QUE FUE ENCONTRADOS LOS ESTANTES DEL MUSEO DE GEOS-VENEZUELA	190
APÉNDICE B.....	192
FOTOGRAFÍAS EN LAS CONDICIONES EN LAS QUE FUE ACONDIONADO LOS ESTANTES DEL MUSEO DE GEOS- VENEZUELA	192

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación Geográfica del Museo Geológico Profesor José Baptista Gomes	15
Figura 3.1 Yacimientos Ortomagmáticos	21
Figura 3.2 Yacimientos Hidrotermales	22
Figura 3.3 Sistema Cubico.	31
Figura 3.4 Sistema tetragonal.....	32
Figura 3.5 Sistema hexagonal.	33
Figura 3.6 Sistema romboédrico	34
Figura 3.7 Sistema rómbico	35
Figura 3.8 Sistema monoclinico.....	35
Figura 3.9 Sistema triclínico	36
Figura 3.10 Empaquetamiento cúbico compacto.....	55
Figura 3.11 Empaquetamiento hexagonal compacto.	56
Figura 3.12 Estructura del As y del Sb nativos.....	58
Figura 3.13 Estructura del grupo de la hematites en proyección perpendicular al eje c.	64
Figura 3.14 Estructura del grupo de la hematites en proyección Paralela al eje c.	65
Figura 4.1 Representación esquemática de la metodología.	90
Figura 5.1 Estado en que se encontró las muestras de minerales.....	96
Figura 5.2 Condiciones en las que fue encontrados los estantes.....	97
Figura 5.3 Condiciones del área de exhibición de las muestras minerales pertenecientes a Geos-Venezuela, al inicio del estudio.	97
Figura 5.4 Muestra mineral 1.....	99
Figura 5.5 Muestra mineral 2.....	101
Figura 5.6 Muestra mineral 3.....	102
Figura 5.7 Muestra mineral 4.....	104
Figura 5.8 Muestra mineral 5.....	105
Figura 5.9 Muestra mineral 6.....	105
Figura 5.10 Muestra mineral 7.....	106

Figura 5.11 Muestra mineral 8.....	107
Figura 5.12 Muestra mineral 9.....	107
Figura 5.13 Muestra mineral 10.....	108
Figura 5.14 Muestra mineral 11.....	108
Figura 5.15 Muestra mineral 12.....	110
Figura 5.16 Muestra mineral 13.....	111
Figura 5.17 Muestra mineral 14.....	112
Figura 5.18 Muestra mineral 15.....	113
Figura 5.19 Muestra mineral 16.....	113
Figura 5.20 Muestra mineral 17.....	114
Figura 5.21 Muestra mineral 18.....	116
Figura 5.22 Muestra mineral 19.....	118
Figura 5.23 Muestra mineral 20.....	118
Figura 5.24 Muestra mineral 21.....	119
Figura 5.25 Muestra mineral 22.....	120
Figura 5.26 Muestra mineral 23.....	120
Figura 5.27 Muestra mineral 24.....	121
Figura 5.28 Muestra mineral 25.....	121
Figura 5.29 Muestra mineral 26.....	122
Figura 5.30 Muestra mineral 27.....	123
Figura 5.31 Muestra mineral 28.....	123
Figura 5.32 Muestra mineral 29.....	124
Figura 5.33 Muestra mineral 30.....	124
Figura 5.34 Muestra mineral 31.....	125
Figura 5.35 Muestra mineral 32.....	126
Figura 5.36 Muestra mineral 33.....	127
Figura 5.37 Muestra mineral 34.....	128
Figura 5.38 Muestra mineral 35.....	129
Figura 5.39 Muestra mineral 36.....	130

Figura 5.40 Muestra mineral 37.....	130
Figura 5.41 Muestra mineral 38.....	131
Figura 5.42 Muestra mineral 39.....	131
Figura 5.43 Muestra mineral 40.....	132
Figura 5.44 Muestra mineral 41.....	133
Figura 5.45 Muestra mineral 42.....	134
Figura 5.46 Muestra mineral 43.....	135
Figura 5.47 Muestra mineral 44.....	135
Figura 5.48 Muestra mineral 45.....	136
Figura 5.49 Muestra mineral 46.....	137
Figura 5.50 Muestra mineral 47.....	137
Figura 5.51 Muestra mineral 48.....	138
Figura 5.52 Muestra mineral 49.....	139
Figura 5.53 Muestra mineral 50.....	139
Figura 5.54 Muestra mineral 51.....	140
Figura 5.55 Muestra mineral 52.....	141
Figura 5.56 Muestra mineral 53.....	141
Figura 5.57 Muestra mineral 54.....	142
Figura 5.58 Muestra mineral cincuenta y cinco (55).	142
Figura 5.59 Muestra mineral 56.....	143
Figura 5.60 Muestra mineral 57.....	143
Figura 5.61 Muestra mineral 58.....	145
Figura 5.62 Muestra mineral 59.....	146
Figura 5.63 Muestra mineral 60.....	147
Figura 5.64 Muestra mineral 61.....	148
Figura 5.65 Muestra mineral 62.....	149
Figura 5.66 Muestra mineral 63.....	149
Figura 5.67 Muestra mineral 64.....	151
Figura 5.68 Muestra mineral 65.....	152

Figura 5.69 Muestra mineral 66.....	153
Figura 5.70 Muestra mineral 67.....	154
Figura 5.71 Muestra mineral 68.....	155
Figura 5.72 Muestra mineral 69.....	156
Figura 5.73 Muestra mineral 70.....	157
Figura 5.74 Muestra mineral 71.....	159
Figura 5.75 Muestra mineral 72.....	159
Figura 5.76 Muestra mineral 73.....	160
Figura 5.77 Muestra mineral 74.....	162
Figura 5.78 Muestra mineral 75.....	163
Figura 5.79 Muestra mineral 76.....	163
Figura 5.80 Muestra mineral 77.....	164
Figura 5.81 Muestra mineral 78.....	164
Figura 5.82 Muestra mineral 79.....	165
Figura 5.83 Muestra mineral 80.....	165
Figura 5.84 Muestra mineral 81.....	166
Figura 5.85 Muestra mineral 82.....	166
Figura 5.86 Muestra mineral 83.....	167
Figura 5.87 Muestra mineral 84.....	167
Figura 5.88 Muestra mineral 85.....	168
Figura 5.89 Muestra mineral 86.....	168
Figura 5.90 Muestra mineral 87.....	169
Figura 5.91 Modelo de ficha técnica.....	185

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Valores de la dureza de un mineral según Mohs (Dana, 1986).	48
Tabla 5.1 Clasificación Sistemática	171
Tabla 5.2 Resumen de muestras analizadas.	184

INTRODUCCIÓN

El Museo Geológico y Minero José Baptista Gomes, forma parte de la Gran Casa de estudios Universidad de Oriente (UDO) Núcleo Bolívar, ubicado en Ciudad Bolívar – Estado Bolívar, en la calle San Simón de La Sabanita. Está compuesto por dos salas de exposición llamadas Geos-Mundo y Geos-Venezuela, ambas caracterizadas por presentar muestras de rocas, minerales y fósiles de Venezuela y todo el mundo. Actualmente el Museo Geológico y Minero Profesor José Baptista Gómez se encuentra en total remodelación, y nuestra iniciativa de estudiar, ordenar y clasificar sistemáticamente las muestras minerales de Geos-Venezuela dará como resultado, que otros estudiantes se interesen en participar en este proyecto, tomando en consideración el estado en que se encuentran las distintas muestras en el museo.

Nuestro estudio está basado en la investigación y recopilación de información avanzada y detallada sobre las muestras minerales de Geos-Venezuela para así elaborar una base de datos y fichas técnicas para cada muestra mineral, ofreciendo una documentación más a fondo para nuestro estudiantado y público en general.

La mineralogía es una ciencia que estudia las propiedades físicas y químicas, su forma externa, estructura interna y génesis de los minerales.

La Mineralogía, es una herramienta clave en esta investigación y no es más que la disciplina científica que se ocupa de clasificar (reconocer, nominar y agrupar) los minerales según sus características físicas y químicas.

La presente investigación está diseñada de la siguiente forma: Capítulo I: en éste se destaca las situación a investigar y los objetivos que permitieron llevar a cabo la investigación; Capítulo II, donde se describen las generalidades y características físico-naturales del área de estudio, además de darse un bosquejo general de la

geología de la zona; Capítulo III, donde se estudia un compendio de una serie de elementos conceptuales que sirven de base a la investigación realizada; Capítulo IV, en el cual se detalla el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los procedimientos que fueron utilizados para llevar a cabo la metodología, Capítulo V, donde se muestran el análisis e interpretación de los resultados obtenidos de la investigación, y por último conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

El 20 de Febrero de 1960, por resolución del Consejo Universitario, se crea en el estado Bolívar el Núcleo Bolívar de la Universidad de Oriente. El 8 de Enero de 1962 éste núcleo inicio sus actividades académicas con las Escuelas de Medicina y Geología y Minas.

En Agosto de 1968 se crean cursos básicos y en Enero de 1969 se inician las actividades académicas y administrativas. En la actualidad, este núcleo cuenta con su unidad de cursos básicos, la escuela de Medicina y la escuela de Ciencias de la Tierra, el Museo Geológico y Minero “José Baptista Gómez”, y se dictan nueve carreras más en la sede del Estado Bolívar.

El Museo Geológico y Minero “José Baptista Gómez” forma parte de la gran casa de estudios y está compuesto por dos salas de exposición llamadas Geos-Mundo y Geos-Venezuela, ambas caracterizadas por presentar muestras de rocas, minerales y fósiles de todo el mundo.

Posee áreas verdes, caminos de cemento, esculturas contemporáneas, entre las que figura el “Monumento al hierro”. Actualmente el Museo Geológico y Minero “José Baptista Gomes”, conserva una gran variedad de muestras minerales, las cuales requieren de una clasificación sistemáticamente para ofrecer una documentación más detallada al estudiantado y al público en general, utilizando como herramientas principales las disciplinas de la Mineralogía, la cual se encarga de la descripción y clasificación de los minerales.

En esta investigación, se tiene como fin ubicar y reconocer sistemáticamente las muestras minerales de Geos-Venezuela, su respectiva clasificación, generando a través de esta información una base de datos y diseño de fichas técnicas para cada muestra mineral, para así enriquecer nuestra sala de enseñanza y ofrecer al estudiantado y público en general una gran variedad de información acerca del origen de las mismas.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Clasificar sistemáticamente las muestras minerales existentes en el Museo Geológico y Minero José Baptista Gomes de la Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad de Oriente Núcleo Bolívar, estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Estudiar macroscópicamente las características físicas de las muestras minerales existentes en el museo.
2. Identificar sistemáticamente las muestras minerales clasificándolas en clases.
3. Diseñar y elaborar fichas técnicas para cada muestra mineral.
4. Generar una base de datos de las clases, sub-clases, grupo, sistema cristalino y el lugar a la cual pertenecen las muestras para fortalecer la sala de enseñanza.

1.3 Justificación

El desarrollo de este trabajo de grado tiene su importancia, ya que busca ampliar la información acerca de las muestras minerales y su respectiva clasificación, existente en el Museo Geológico y Minero “José Baptista Gomes, específicamente en la sala de Geos-Mundo, teniendo como principal finalidad ordenar y clasificar sistemáticamente dichas muestras, ofreciendo una documentación más a fondo para nuestro estudiantado y público en general.

1.4 Alcance

Al realizar este proyecto se obtendrá una visión clara de las muestras minerales pertenecientes al área de estudio, la cual podrá orientar o guiar a los estudiantes de nuestra casa de estudio y al público en general, en el reconocimiento, estudio de la rama de mineralogía y uso.

1.5 Limitaciones

Entre las limitaciones que se presentan en nuestra investigación tenemos las siguientes:

Para trabajar en esta sala se requiere de la ayuda del personal que allí laboran, ya que ellos saben el cuidado que se les debe dar a las muestras, y su valor geológico.

Se necesita un permiso para ingresar a trabajar en el museo.

Se debe utilizar mascarillas al ingresar a la sala donde se encuentran las muestras, la cual está en completa recuperación.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Reseña histórica de la Universidad de Oriente (UDO)

La Universidad de Oriente fue creada el 21 de noviembre de 1.958, mediante el Decreto Ley No. 459 dictado por la Junta de Gobierno presidida por el Doctor Edgard Sanabria, siendo Ministro de Educación el Doctor Rafael Pizani, bajo la conducción de su Rector fundador Doctor Luís Manuel Peñalver. Comienza sus funciones el 12 de Febrero de 1960 en Cumaná, con los Cursos Básicos; en Octubre de 1961 se instala el Núcleo de Monagas con la Escuela de Ingeniería Agronómica y Petróleo; en el Núcleo de Bolívar se iniciaron en Enero de 1962 con la Escuela de Medicina y la Escuela de Geología y Minas, en el Núcleo de Anzoátegui comenzaron el 9 de Enero de 1963 con la Escuela de Ingeniería y Química, en el Núcleo de Nueva Esparta se iniciaron los Cursos Básicos el 21 de Enero de 1969.

En su concepción la Universidad de Oriente se define como un sistema de Educación Superior al servicio del país con objetivos comunes a las demás universidades venezolanas y del mundo. No obstante, es única en su género, experimental y autónoma, innovadora en la creación de la unidad profesional de Cursos Básicos, la departamentalización, los lapsos semestrales, el sistema de unidades de créditos, los cursos intensivos, etc., desarrollando investigación científica, docencia y extensión en todos los aspectos del conocimiento, que contempla sus programas educativos de pre y postgrado. Es casi una antítesis de la universidad tradicional cuyo campus tiene su sede en los núcleos universitarios ubicados en los estados Anzoátegui, Bolívar, Monagas, Nueva Esparta, y Sucre, asumiendo así la responsabilidad de la educación Universitaria y desde su inicio motor fundamental del desarrollo integral en toda la región insular nororiental y sur

del país, en función de las condiciones posibilidades y tendencias de desarrollo de cada uno de los Estados Orientales donde funcionan.

2.2 Misión, visión, objetivos y funciones

2.2.1 Misión

Contribuir a la formación de profesionales de excelencia, de valores éticos y morales, críticos, creativos e integrales en la prestación de servicios en las diferentes áreas del conocimiento y desarrollando actividades de investigación, docencia y extensión para cooperar en la construcción de una sociedad venezolana de la Región Oriental - Insular - Sur del país.

2.2.2 Visión

Ser un ente Rector en la Educación Superior que asuma una filosofía democrática y participativa; orientada hacia la plena autonomía, comprometida a dedicar sus esfuerzos a la formación de recursos humanos competitivos para el mercado laboral, prestando servicio de calidad en las áreas del conocimiento científico, humanístico y tecnológico mediante la realización de funciones de investigación, docencia y extensión, atendiendo la pertinencia social de cada núcleo, respondiendo oportunamente a las exigencias de su entorno y a las demandas de cambios e innovaciones que caracterizan a nuestra época.

2.2.3 Objetivos

Los objetivos de la Universidad de Oriente son los siguientes:

1. Formar los equipos profesionales y técnicos necesarios para el desarrollo del país.
2. Ampliar los recursos científicos y técnicos, para la solución de problemas económicos y sociales del país y en especial de la Región Oriental, Insular y Sur del país.
3. Conservar e incrementar el patrimonio cultural y educativo e incorporarse a las tareas del desarrollo integral de Venezuela.
4. Conducir el proceso de formación de un profesional hábil y útil para ubicarse en un mundo competitivo, integrado, regionalizado y en proceso acelerado de transformación con base a una educación de calidad.
5. Transformar la Gerencia Universitaria basada en un modelo cultural, centrado en las personas y en los procesos, tendente hacia la modernización de la Institución.
6. Rescatar la formación profesional de los alumnos mediante el desarrollo de la mística, dignidad, moral, creatividad, innovación y productividad, para que sean capaces de insertarse en el quehacer regional y nacional.
7. Implantar Educación Superior de la más alta calidad, con el fin de obtener un profesional de excelencia.
8. Generar un cambio de modelos y de funcionamiento basado en una reestructuración curricular.

2.2.4 Funciones

Dentro de las funciones de la UDO se pueden enumerar las siguientes:

1. Promover y desarrollar labores de investigación científica, humanística y tecnológica en las áreas y disciplinas en las que se considere necesaria su participación en relación a los problemas regionales y nacionales.
2. Promover vínculos directos con los medios de comunicación social a objeto de proporcionar mayor cobertura a la actividad universitaria.
3. Desarrollar actividades de proyección social y extensión universitaria.

2.3 Núcleo Bolívar

2.3.1 Inicios

El 20 de Febrero de 1960, por Resolución del Consejo Universitario, se crea en el Estado Bolívar el Núcleo de Bolívar de la Universidad de Oriente.

El 08 de Enero de 1962 este Núcleo inició sus actividades académicas con las Escuelas de Medicina y de Geología y Minas.

En agosto de 1968, se crean los Cursos Básicos y en enero de 1969 se inician sus actividades académicas y administrativas. En la actualidad, este Núcleo Universitario cuenta con su Unidad de Cursos Básicos, la Escuela de Medicina y la Escuela de Ciencias de la Tierra y se dictan nueve carreras, en su sede de Bolívar, incluyendo ingeniería industrial.

2.4 Reseña histórica del Museo Geológico y Minero José Baptista Gómez

2.4.1 Fecha de fundación

Este museo, fue fundado en Diciembre de 1972, por iniciativa del Profesor José Baptista Gomes y auspiciado por la Universidad de Oriente, Núcleo de Bolívar.

2.4.2 Motivo y objetivos

Fue concebido como un museo moderno, el cual no solo se dedica a coleccionar objetos o piezas para prepararlos, conservarlos y exponerlos al público; sino que es un instrumento con que cuenta la Universidad y específicamente la Escuela de Geología y Minas para desarrollar su política de economía mineral. Por eso dejando atrás la vieja imagen de los antiguos museos, el nuestro fue concebido como un instrumento de atribuciones polivalentes en el desenvolvimiento científico, tecnológico y económico en la Geología y Minería de Guayana; prueba de esto fue la creación de la escuela de talla de diamantes creada en 1976 que quedo adscrita a este museo y su consecuente sector de producción dentro del taller, que todavía pertenecen a éste.

2.4.3 Local

Podría considerarse como un museo pequeño, dentro del campo universitario de La Sabanita con amplios jardines donde cabrían posteriores construcciones. Se cuenta en la actualidad con 2 casas que funcionan como 2 pabellones: Geos-Mundo y Geos-Venezuela, estas casa son originales del campamento que perteneciera a la Orinoco Mining Co. Posee también un Auditorium de reciente construcción con capacidad mínima de 200 personas, una casa para oficina y depósito donde se encuentra la dirección y otra casa construida por la Dirección de Obras Publicas del Estado para el

Taller-Escuela de Talla de Diamantes que hoy en día comprende 2 secciones: Sector Escuela con 20 alumnos y Sector de Producción con 7 talladores contratados.

2.4.4 Funcionamiento

En cuanto a su funcionamiento; los dos pabellones son abiertos al público por los vigilantes en horas de oficina, el año pasado se registraron 537 firmas de visitantes sin contar con los estudiantes de la Escuela de Geología y Minas que lo visitan continuamente.

El Taller – Escuela por motivos de seguridad es de visita restringida y el Auditorium no solo es utilizado por la programación del museo, sino también para actividades de relaciones públicas del Decanato, de la Federación de Centros, etc. Efectuándose el año 1981 un total de 65 actos entre asambleas, conferencias, exposiciones, películas, foros, conciertos, graduaciones, etc. Por otra parte en el Auditorium se realizan cursos de materias Extra- Académicas, hay actualmente clase de cuatro y arpa, como también ensayos de teatro. El Auditorium tiene bastante actividad, pese a que durante las horas de trabajo del Taller no pueden prenderse las unidades de aire acondicionado por problemas técnicos en la entrada de energía por falta de un transformador.

2.4.5 Personal del Museo

Director, Administrador, Maestro de Talla – Evaluador, 7 Talladores, Secretaria del Museo, Secretaria del Taller – Escuela, Técnico, Aseadora del Museo, Aseadora del Taller – Escuela, Jardinero, Obrero General, Vigilantes

2.4.6 Colecciones procedencia y número de muestras

Las colecciones adquiridas por el museo son de distinta índole, buena parte de ellas han sido recogidas por el fundador y por profesores de la Escuela de Geología y Minas y estudiantes en sus giras geológicas, también ha habido aporte de Geólogos del Ministerio de Energía y Minas y de ex - alumnos de esta casa de estudio, eso en cuanto al pabellón de Geos-Venezuela. El otro pabellón Geos-Mundo posee innumerables colecciones mineralógicas de la Casa “Mards Natural Science Establishment, Inc.” El número de muestras sería difícil de determinar, puesto que en su mayoría son piezas pequeñas pero hoy por hoy están bien representadas las muestras mineralógicas de todo el mundo. Así también muestras de rocas, menas metálicas, minerales utilizados en la industria, exposición de minerales fluorescentes y radioactivos.

2.4.7 Secciones

La sección estratigráfica consta de una colección en general de Venezuela y otra de Guayana por Provincias Petrológicas. Funciona también un proyector de diapositivas, donde el visitante puede observar diferentes curiosidades mineralógicas.

Hay una sección de Paleontología, un salón de exposición de muchos de los equipos utilizados en la exploración petrolera, otra muy llamativa resulta ser la presentación de herramientas rudimentarias que se utilizan en la explotación diamantífera de Guayana. Se cuenta con un estereoscopio de doble observación para ver las fotografías aéreas en 3 dimensiones.

2.4.8 Horario

El horario de visitas es de 8 a 11:30 A.m. y de 2 a 5:30 P.m. todos los días incluyendo domingos y feriados, pues se cuenta con vigilancia permanente distribuidas en tres turnos diarios.

2.4.9 Dependencia

El museo hasta ahora ha dependido exclusivamente de la UDO, con donaciones eventuales de otros organismos.

2.4.10 Proyectos

El proyecto que reposa en archivos es de gran envergadura, pero no podrán ponerse en marcha con los presupuestos actuales. Está programada una ampliación hasta de 16 módulos, donde podrían exhibirse por separado los minerales así como: El del hierro, del Aluminio, del Diamante y del Oro, etc. También hay un proyecto de construcción a escala natural de un modulo de minería a cielo abierto y otro de minería subterránea que sería de gran atractivo para todo público.

Entre los proyectos más prometedores está planteada la puesta en marcha de un Taller de Lapidarismo, donde se procesan piedras ornamentales y semipreciosas, (corte y pulido) que podría constituir un enlace entre la Universidad y la Comunidad. Este programa llevado a presupuesto en varias oportunidades no ha sido puesto en marcha pese a contar con partes de los equipos porque no se consiguen en la localidad un maestro de Lapidarismo. Últimamente se había pensado contratarlo de Ecuador, Brasil o México donde son verdaderos artistas, pero ante la restricción del presupuesto equilibrado este programa quedo descartado.

2.5 Muestras minerales pertenecientes al Museo

2.5.1 Muestras de Geos-Venezuela

Las muestras provienen del todo el territorio venezolano.

2.5.2 Muestras de Geos-Mundo

Consta de colecciones de minerales provenientes de todo el mundo.

2.6 Ubicación geográfica del Museo

El Museo Geológico José Baptista Gomes se encuentra ubicado al sur oriente del país, en Ciudad Bolívar, específicamente en la Parroquia La Sabanita (Parte Baja). Está delimitada por la Calle San Simón, el Callejón San Antonio y la Avenida Sucre, todas estas pertenecientes a dicho sector con Coordenadas Geográficas de latitud $8^{\circ} 7' 8,7''$ N; longitud $63^{\circ} 33' 15,6''$ W (Figura 2.1).



Figura 2.1 Ubicación Geográfica del Museo Geológico Profesor José Baptista Gomes

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

Las colecciones adquiridas por el museo son de distinta índole, buena parte de ellas han sido recogidas por el fundador y por profesores de la Escuela de Geología y Minas y estudiantes en sus giras geológicas, también ha habido aporte de Geólogos del Ministerio de Energía y Minas y de ex - alumnos de esta casa de estudio, eso en cuanto al pabellón de Geos-Venezuela.

El otro pabellón Geos-Mundo posee innumerables colecciones mineralógicas de la Casa “Mards Natural Science Establishment, Inc.”

El número de muestras sería difícil de determinar, puesto que en su mayoría son piezas pequeñas pero hoy por hoy están bien representadas las muestras mineralógicas de todo el mundo. Así también muestras de rocas, menas metálicas, minerales utilizados en la industria, exposición de minerales fluorescentes y radioactivos.

3.2 Bases teoricas

3.2.1 Mineral

Es un sólido, homogéneo por naturaleza, con una composición química definida (pero generalmente no fija) y una disposición atómica ordenada. Normalmente se forma mediante un proceso inorgánico.

3.2.2 Mineralogía

Es una ciencia que estudia las propiedades físicas y químicas, su forma externa, estructura interna y génesis de los minerales.

3.3 Mineralogénesis

Estudia las condiciones de formación de los minerales, y de que manera se presentan en la naturaleza.

3.4 Ambiente de formación de los minerales

Se conocen tres ambientes principales de formación de minerales en los que se imponen diferentes condiciones físico-químicas. En función de estas condiciones van a aparecer minerales con diferente naturaleza. Las características termodinámicas de cada especie van a condicionar sus posibilidades de existencia en cada uno de tales ambientes. Hay minerales, como el cuarzo, que poseen un amplio rango de estabilidad y pueden aparecer en condiciones muy distintas. Sin embargo, otras especies como la epsomita, poseen un rango de estabilidad muy limitado y su existencia en una determinada zona sirve para determinar las condiciones físico-químicas de la misma en forma muy concreta.

El conocimiento de los ambientes geoquímicos es de gran ayuda para establecer las posibles asociaciones minerales (paragénesis), ya sea de forma local o de forma más amplia. En Geoquímica es frecuente el uso de minerales o paragénesis para la determinación de las condiciones físico-químicas de una zona. Un mineral se puede formar a partir de los siguientes procesos:

3.4.1 Magmatismo

Este proceso es el responsable del origen de la mayoría de los minerales. El magma está compuesto por silicatos fundidos -a una temperatura superior a 1360°- que se originan dentro del manto y la corteza terrestre. A partir de ellos se forman las rocas ígneas por cristalización. Durante el enfriamiento del magma hasta su consolidación como roca ígnea se suceden distintas etapas, las cuales generan diferentes minerales. Por ejemplo: el oro, el platino, el diamante, el hierro, el cromo, el níquel, el cuarzo y los feldespatos, entre otros, son minerales de origen magmático.

3.4.2 Meteorización

Se la define como el proceso de desintegración o disolución “in situ” de rocas preexistentes debido a agentes externos tales como lluvia, viento, hielo, animales excavadores, etc. La meteorización libera muchos minerales de la roca que es atacada por alguno de los agentes exógenos nombrados. Estos minerales son transportados en solución (por ríos, mar) o mecánicamente (por acción de agentes exógenos: viento, lluvia, etc.) hacia cuencas sedimentarias o bien se acumulan formando depósitos de minerales de interés económico o industrial. También tienen lugar procesos orgánicos como el crecimiento de plantas y animales, a partir de los cuales se forma hulla o petróleo. Ejemplos de minerales originados por meteorización son arcilla y bauxita.

3.4.3 Metamorfismo

Este proceso implica la transformación o metamorfosis de una roca en otra llamada “roca metamórfica” como consecuencia de cambios de presión o temperatura. Las nuevas rocas así formadas sufren cambios estructurales y mineralógicos.

Los minerales existentes se transforman en otros que son estables en las nuevas condiciones de temperatura o presión. Ejemplos de minerales metamórficos son cianita, almandino, sillimanita, etc.

3.5 Yacimientos

Los yacimientos minerales son acumulaciones naturales de un mineral que permitan su explotación con rendimiento económico. Se pueden distinguir tres grandes grupos de yacimientos minerales: magmáticos, sedimentarios, metamórficos.

En los yacimientos minerales distinguimos una serie de zonas, así de más superficial a más profundo:

1. Zona de meteorización o montera: los minerales están expuestos a transformaciones profundas causadas por agentes externos.

2. Zona lixiviada: zona donde se lavan los minerales, por la acción de las aguas meteoríticas.

3. Zona de oxidación: en ella se producen los fenómenos de la oxidación, hidroxidación y carbonatación.

4. Zona de reducción: aquí se concentran los compuestos solubles arrastrados por el agua.

3.5.1 Yacimientos magmáticos

Los yacimientos magmáticos se forman en masas magmáticas o en sus proximidades. Pueden ser de 2 tipos:

1. Ortomagmáticos: se originan por la concentración de minerales durante la consolidación por enfriamiento de un magma.

2. Hidrotermales: se generan por precipitación a partir de fluidos magmáticos.

3.5.1.1 Concentración magmática: estos yacimientos se caracterizan porque presentan mineralización simple o sencilla y los productos que rinden no son numerosos. Aunque los depósitos en sí son de gran valor, en conjunto quedan superados por la importancia de los yacimientos formados por otros procesos. Los yacimientos minerales magmáticos también se caracterizan porque tienen una estrecha relación con las rocas ígneas intrusivas intermedias o profundas. Su modo de formación consecuentemente, se forman por simple cristalización o por concentración por diferenciación. También es conocido que en muchos yacimientos las menas han cristalizado posteriormente a los minerales de las rocas; actualmente se sabe que existen varios modos de formaciones de yacimientos magmáticos y que se originan en periodos diferentes de cristalización de magma, es decir que en algunos casos los minerales cristalizaron pronto y en otros después; mas aun hay otros casos en que los minerales permanecieron en forma de líquidos inmiscibles (no solubles) hasta haber cristalizado la roca huésped (Figura 3.1).

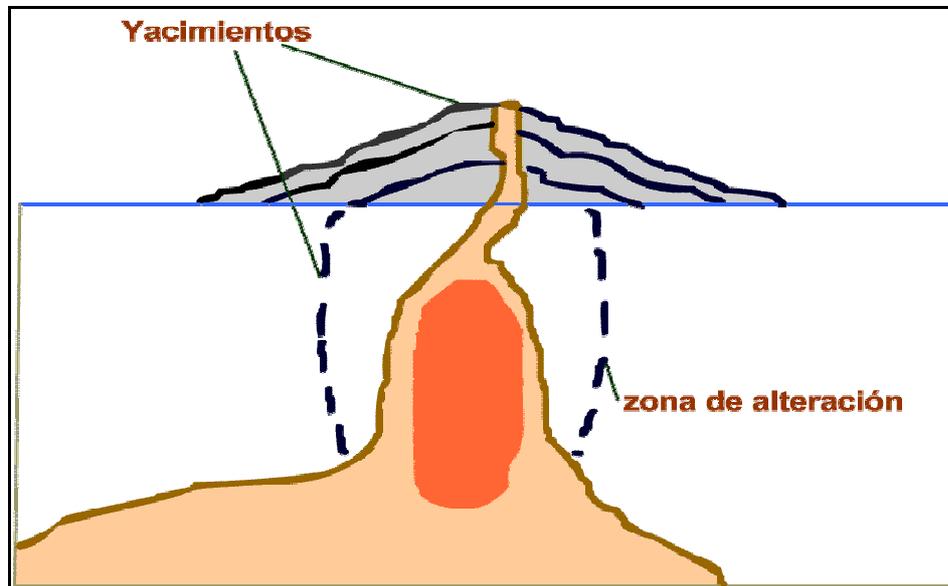


Figura 3.1 Yacimientos Ortomagmáticos

3.5.1.2 Sublimación: es un proceso de menor importancia en la formación de los yacimientos minerales; y esta relacionada tan solo con compuestos que son volatilizados y posteriormente depositados a partir de vapor a una menor presión y temperatura. Implica una transición directa del estado sólido al gaseoso o viceversa, sin pasar por el estado líquido que usualmente se encuentra entre los dos (sólido-gaseoso). El proceso está asociado al vulcanismo, especialmente a las fumarolas; es decir alrededor de los cráteres de los volcanes y fumarolas se depositan muchos sublimados que muy pocas veces son en abundancia como para constituir yacimientos explotables (Figura 3.2).

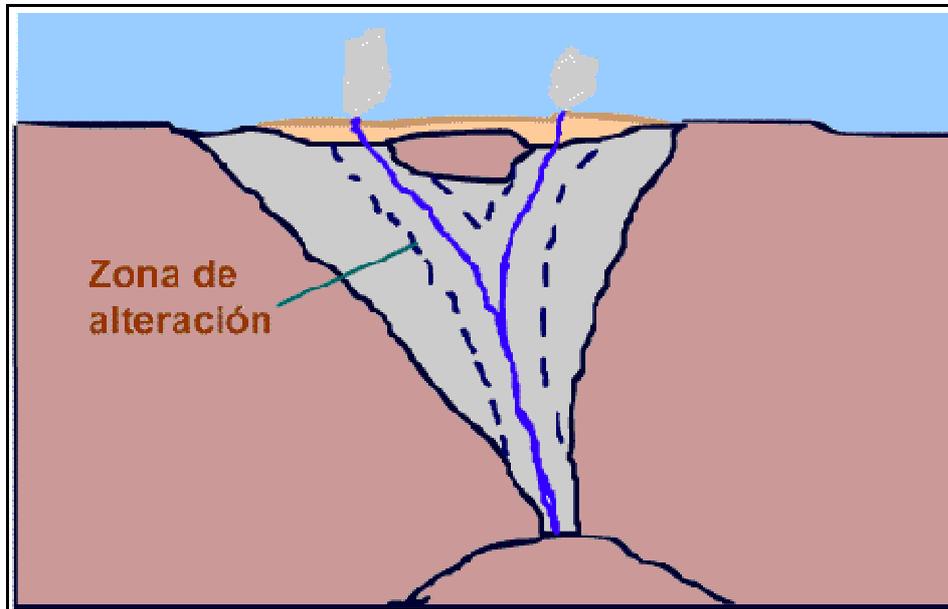


Figura 3.2 Yacimientos Hidrotermales

3.5.1.3 Metasomatismo de contacto: Los efectos del contacto de las emanaciones gaseosas a elevadas temperaturas escapan durante la consolidación de los magmas intrusivos o un poco después de la consolidación. Estos efectos han sido divididos por el autor Barrell en dos tipos:

1. Efectos Térmicos: en el se considera que no se produce una probable adición de nuevas materias que dan origen al metamorfismo de contacto.
2. Efectos térmicos combinados- Si se considera adiciones de materiales procedentes de la cámara magmática que dan origen a metasomatismo de contacto.

Se debe hacer una clara distinción entre ambos efectos (y lo que ocasiona cada uno) puesto que el metamorfismo de contacto no da origen a yacimientos minerales,

salvo algunos casos poco comunes de yacimientos no metálicos; en cambio el metasomatismo de contacto si puede dar origen a yacimientos valiosos.

3.5.2 Yacimientos neumatolíticos e hidrotermales

3.5.2.1 Yacimientos neumatolíticos: las rocas (o yacimientos) neumatolíticas, son intermedias entre las pegmatitas y las rocas hidrotermales. Son rocas de reemplazamiento metasomático, es decir, producto del reemplazamiento a alta temperatura de una roca por otra, por disolución parcial de la original, y depósito a partir de los fluidos mineralizantes. Las temperaturas características de formación se sitúan entre 600 y 400°C.

Su composición es muy variable, en función de la de los fluidos, y de la roca a la que reemplazan, con la que suele producirse mezcla química. Las más conocidas e interesantes desde el punto de vista minero son los denominados [skarns](#) , producidos por la interacción entre fluidos derivados de granitos, y, principalmente, rocas carbonatadas (calizas o dolomías). Se forman así unas rocas de mineralogía especial, ricas en silicatos cálcicos (epidota, anfíboles y piroxenos cálcicos, granates cálcicos), y que pueden contener concentraciones de minerales metálicos de interés económico: scheelita, casiterita, fluorita, calcopirita, blenda, galena, magnetita, hematites.

3.5.2.2 Yacimientos hidrotermales: los yacimientos hidrotermales, comúnmente también conocidos como filonianos ([vein deposits](#)), se clasifican según su temperatura de formación (que suele estar entre los 400 y los 100°C), y en función de la mayor o menor proximidad a la roca ígnea de la que derivan. No es una clasificación rigurosa, ya que no siempre es posible determinar con exactitud la temperatura a la que se han formado, ni la distancia a la roca ígnea de la que derivan, que puede no reconocerse, o puede ser difícil de establecer con precisión entre varias próximas.

Una clasificación más conveniente se basaría en su mineralogía, pero ésta puede ser tan variada que invalida cualquier intento de clasificación sistemática en este sentido. Las mineralizaciones hidrotermales están constituidas fundamentalmente por cuarzo y/o carbonatos diversos, entre los que cabe destacar calcita, dolomita, y siderita, minerales que suelen constituir la ganga o parte no explotable en los yacimientos de interés minero. Entre los minerales de interés minero (o menos) que pueden estar presentes en este tipo de rocas o yacimientos, podemos citar barita, fluorita, y minerales sulfurados, como pirita, calcopirita, blenda, galena, cobres grises (tetraedrita y tennantita), argentita, platas rojas (proustita-pirargirita), cinabrio, y un largo etcétera de minerales, entre los que se encuentran también la plata y el oro nativos.

3.5.3 Yacimientos evaporíticos

La precipitación química directa de los iones contenidos en las aguas que rellenan las cuencas sedimentarias da origen a diversos tipos de yacimientos, entre los cuales los más característicos son los de evaporitas. En el resto de los casos, y en especial en el caso de yacimientos metálicos, la presencia de estos iones en el agua de la cuenca correspondiente a menudo está relacionada con actividad volcánica, lo que hace que este tipo de yacimientos se agrupen como volcano-sedimentarios, o

exhalativo-sedimentarios. No obstante, algunos de ellos sí se describen como relacionados con procesos sedimentarios sin participación volcánica, como es el caso de los nódulos de manganeso de los fondos abisales.

Las rocas evaporíticas son las principales rocas químicas, es decir, formadas por precipitación química directa de los componentes minerales. Suelen formarse a partir del agua de mar, si bien también existen evaporitas continentales, formadas en lagos salados, o en regiones desérticas que se inundan esporádicamente.

Se originan, por tanto, como consecuencia de la evaporación de aguas con contenidos abundantes sales en disolución. Al alcanzarse, por evaporación, el nivel de saturación en las sales correspondientes, se produce la precipitación del mineral que forma ese compuesto. A menudo se producen precipitaciones sucesivas: en un primer momento precipitan las sales menos solubles, y cuando aumenta la evaporación van precipitando las más solubles.

Paragénesis: Asociación de minerales en una roca, presentando un origen común, y resultante de procesos geológicos y geoquímicos dados.

3.6 Clasificación de los minerales

Los minerales se solían clasificar en la antigüedad con criterios de su aspecto físico; Teofrasto, en el siglo III a. C., creó la primera lista sistemática cualitativa conocida; Plinio el Viejo (s. I), en su "Historia Natural", realizó una Sistemática Mineral, trabajo que, en la Edad Media, sirvió de base a Avicena; Linneo (1707-1778) intentó idear una nomenclatura fundándose en los conceptos de género y especie, pero no tuvo éxito y dejó de usarse en el siglo XIX; con el posterior desarrollo de la química, el químico sueco Axel Cronstedt (1722-1765) elaboró la primera clasificación de minerales en función de su composición; el geólogo

estadounidense James Dana, en 1837, propuso una clasificación considerando la estructura y composición química. La clasificación más actual se funda en la composición química y la estructura cristalina de los minerales. Las clasificaciones más empleadas son las de Kostov y de Strunz.

3.7 Mineralogía cristalográfica

3.7.1 Cristal

Es un sólido homogéneo que presenta una estructura interna ordenada de sus partículas reticulares, sean átomos, iones o moléculas. La palabra proviene del griego *crystallos*, nombre que dieron los griegos a una variedad del cuarzo, que hoy se llama crystal de roca. La mayoría de los cristales naturales se forman a partir de la cristalización de gases a presión en la pared interior de cavidades rocosas llamadas geodas. La calidad, tamaño, color y forma de los cristales dependen de la presión y composición de gases en dichas geodas (burbujas) y de la temperatura y otras condiciones del magma donde se formen.

3.7.2 Tipos de cristales

Cristales idiomorfos: cristal que se ha originado en su propia forma cristalina y su crecimiento no ha sido perturbado por factores externos imponiendo su forma a los demás cristales que los rodean.

1. Cristales hepidiomorfos: cristal parcialmente desarrollado.
2. Cristales xenomorfos: carecen de límites rectilíneos netos.

3.7.2.1 Cristales sólidos: aparte del vidrio y las sustancias amorfas, cuya estructura no aparece ordenada sino corrida, toda la materia sólida se encuentra en estado cristalino. En general, se presenta en forma de agregado de pequeños cristales (o policristalinos) como en el hielo, las rocas muy duras, los ladrillos, el hormigón, los plásticos, los metales muy porosos, los huesos, etc., o mal cristalizados como las fibras de madera corridas.

También pueden constituir cristales únicos de dimensiones minúsculas como el azúcar o la sal, las piedras preciosas y la mayoría de los minerales, de los cuales algunos se utilizan en tecnología moderna por sus sofisticadas aplicaciones, como el cuarzo de los osciladores o los semiconductores de los dispositivos electrónicos.

3.7.2.2 Cristales líquidos: algunos líquidos anisótropos (ver anisotropía), denominados a veces "cristales líquidos", han de considerarse en realidad como cuerpos mesomorfos, es decir, estados de la materia intermedios entre el estado amorfo y el estado cristalino.

Los cristales líquidos se usan en pantallas (displays) de aparatos electrónicos. Su diseño más corriente consta de dos láminas de vidrio metalizado que emparedan una fina película de sustancia mesomorfa. La aplicación de una tensión eléctrica a la película provoca una intensa turbulencia que comporta una difusión local de la luz, con la cual la zona cargada se vuelve opaca. Al desaparecer la excitación, el cristal líquido recupera su transparencia.

Las propiedades de los cristales, como su punto de fusión, densidad y dureza están determinadas por el tipo de fuerzas que mantienen unidas a las partículas. Se clasifican en: iónico, covalente, molecular o metálico.

3.7.2.3 Cristales iónicos: los cristales iónicos tienen dos características importantes: están formados de enlaces cargadas y los aniones y cationes suelen ser de distinto tamaño. Son duros y a la vez quebradizos. la fuerza que los mantiene unidos es electrostatica Ejemplos: KCl, CsCl, ZnS y CF₂.

La mayoría de los cristales iónicos tiene puntos de ebullición altos, lo cual refleja la gran fuerza de cohesión que mantiene juntos a los iones. Su estabilidad depende en parte de su energía reticular; cuanto mayor sea esta energía, más estable será el compuesto. Como el cristal de un reloj.

3.7.2.4 Cristales covalentes: los átomos de los cristales covalentes se mantienen unidos en una red tridimensional únicamente por enlaces covalentes. El grafito y el diamante, alótropos del carbono, son buenos ejemplos. Debido a sus enlaces covalentes fuertes en tres dimensiones, el diamante presenta una dureza particular y un elevado punto de fusión. El cuarzo (SiO₂) es otro ejemplo de cristal covalente. La distribución de los átomos de silicio en el cuarzo es semejante a la del carbono en el diamante, pero en el cuarzo hay un átomo de oxígeno entre cada par de átomos de Si.

3.7.2.5 Cristales moleculares: en un cristal molecular, los puntos reticulares están ocupados por moléculas que se mantienen unidas por **fuerzas de van der Waals** y/o de enlaces de hidrógeno. El dióxido de azufre (SO₂) sólido es un ejemplo de un cristal molecular al igual que los cristales de I₂, P₄ y S₈. Con excepción del hielo los cristales moleculares suelen empaquetarse tan juntos como su forma y tamaño lo permitan. Debido a que las fuerzas de van der Waals y los enlaces de hidrógeno son más débiles que los enlaces iónicos o covalentes, los cristales moleculares suelen ser quebradizos y su mayoría se funden a temperaturas menores de 100 °C.

3.7.2.6 Cristales metálicos: la estructura de los cristales metálicos es más simple porque cada punto reticular del cristal está ocupado por un átomo del mismo metal.

Los cristales metálicos por lo regular tienen una estructura cúbica centrada en el cuerpo o en las caras; también pueden ser hexagonales de empaquetamiento compacto, por lo que suelen ser muy densos. Sus propiedades varían de acuerdo a la especie y van desde blandos a duros y de puntos de fusión bajos a altos, pero todos en general son buenos conductores de calor y electricidad.

3.7.3 Cristalografía geométrica

Es la ciencia que estudia la descripción geométrica, la organización interna y las propiedades de los sólidos poliédricos llamados cristales, que espontáneamente tienden a formar determinadas sustancias naturales y artificiales. Los cristales son cuerpos homogéneos y anisótropos. La primera condición indica que partes iguales e igualmente orientadas no presentan diferencia alguna desde el punto de vista físico o químico. El ser anisótropos quiere decir que sus propiedades dependen de la dirección en que se las considere. Tres grandes ramas forman esta ciencia; la cristalografía geométrica, la cristalografía física y la cristalografía química.

3.7.3.1 Vértices: son puntos donde concurren más de dos caras, son nudos de las redes cristalinas.

3.7.3.2 Caras: son planos considerados como el lugar geométrico de las partículas donde la estructura interna cristalizada y la estructura del medio están en equilibrio. Son por tanto, planos reticulares.

3.7.3.3 Aristas: son rectas terminales del cristal, producidas por intersección de dos caras. Son por tanto, filas de nudos.

3.7.4 Elementos de simetría

3.7.4.1 Eje de simetría: es una línea imaginaria que pasa a través del cristal, alrededor de la cual, al realizar éste un giro completo, repite dos o más veces el mismo aspecto. Los ejes pueden ser: monarios, si giran el motivo una vez (360°); binarios, si lo giran dos veces (180°); ternarios, si lo giran tres veces (120°); cuaternarios, si lo giran cuatro veces (90°); o senarios, si giran el motivo seis veces (60°).

3.7.4.2 Plano de simetría: es un plano imaginario que divide el cristal en dos mitades simétricas especulares, como el reflejo en un espejo, dentro de la celda. Puede haber múltiples planos de simetría. Se representa con la letra *m*.

3.7.4.3 Centro de simetría: es un punto dentro de la celda que, al unirlo con cualquiera de la superficie, repite al otro lado del centro y a la misma distancia un punto similar.

3.7.5 Sistemas y clases cristalinas

3.7.5.1 Sistema cúbico: también denominado sistema regular, está formado por cinco clases cristalinas. La clase de mayor simetría es la holoedría cúbica, que posee: tres ejes cuaternarios normales entre sí y equivalentes, cuatro ejes ternarios equidistantes de los anteriores, seis ejes binarios que son bisectriz de los ángulos que forman los cuaternarios, tres planos de simetría normales a los ejes cuaternarios, seis planos de simetría normales a los ejes binarios, y centro de simetría. El cubo es el poliedro fundamental del sistema. Sus aristas son los ejes cristalográficos, formando ángulos rectos, $a=a=y=90^\circ$. El octaedro, cuyas caras cortan a los tres ejes cristalográficos, determina la relación que existe entre las constantes axiales, o relación paramétrica, que en el sistema cúbico es $a=b=c$. Además de las indicadas, las formas holoédricas

de este sistema son: el rombododecaedro, con doce caras romboidales, el trapezoedro, el tetrahexaedro o cubo piramidado, el trioctaedro y el hexaoctaedro (Figura 3.3).

3.7.5.2 Sistema tetragonal: Está formado por siete clases cristalinas. La holoedría contiene un eje cuaternario vertical, cuatro ejes binarios perpendiculares al cuaternario y formando ángulos de 45° , un plano de simetría normal al eje cuaternario, cuatro planos de simetría, que se cortan según este eje y normales a los ejes binarios, y centro de simetría. El poliedro fundamental es el prisma tetragonal, cuyas aristas son los ejes cristalográficos del sistema y forman ángulos $a=a=y=90^\circ$. La relación paramétrica es $a=b \neq c$ (Figura 3.4).

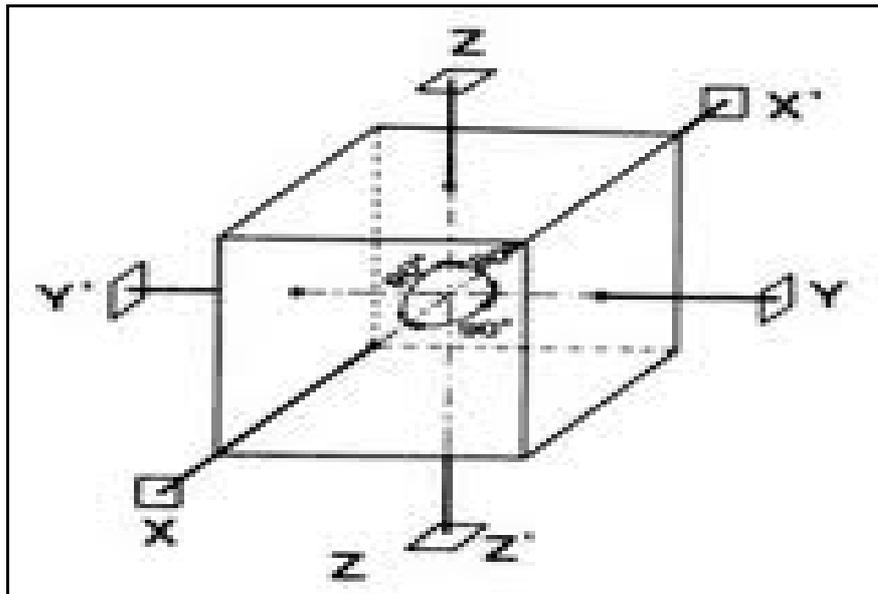


Figura 3.3 Sistema Cubico.

3.7.5.3 Sistema hexagonal: Está formado por siete clases cristalinas. La holoedría posee un eje senario vertical, seis ejes binarios perpendiculares al eje senario y formando ángulos de 30° , un plano de simetría normal al eje vertical, seis planos que

se cortan según este eje y son perpendiculares a los ejes binarios, y centro de simetría. El poliedro fundamental es el prisma hexagonal, cuyas aristas son los ejes cristalográficos. Las constantes angulares son $a=R=90^\circ$ Y $\gamma=120^\circ$; la relación paramétrica, $a=c$ (Figura 3.5).

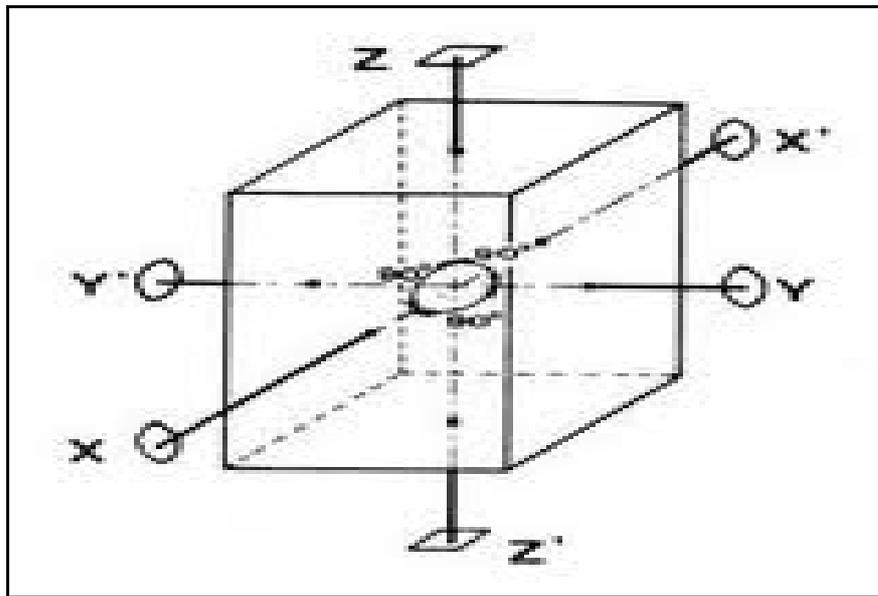


Figura 3.4 Sistema tetragonal.

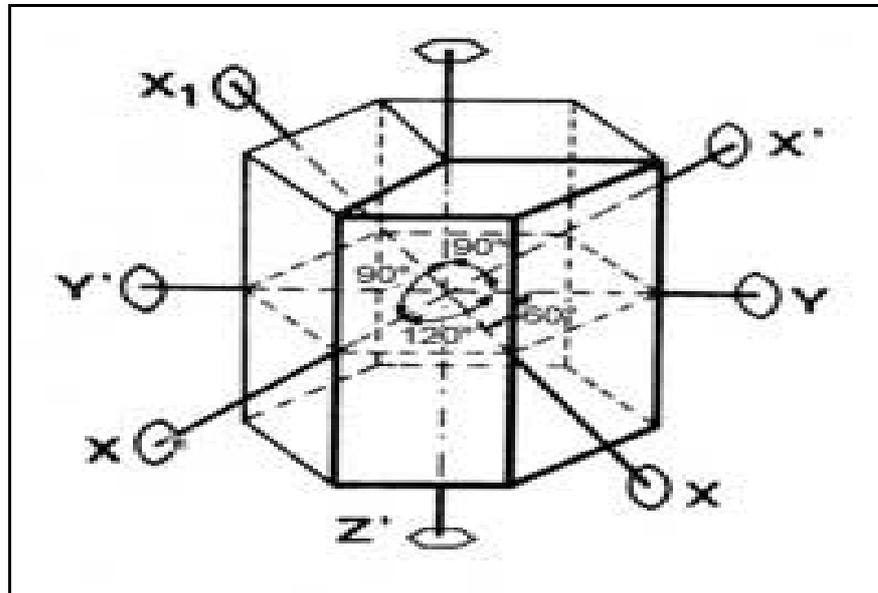


Figura 3.5 Sistema hexagonal.

3.7.5.4 Sistema romboédrico: Consta de cinco clases cristalinas. La holoedría posee un eje ternario vertical, tres ejes binarios perpendiculares al ternario y formando ángulos de 60° ; tres planos de simetría que se cortan según el eje ternario y normales a los ejes binarios, y centro de simetría. El poliedro fundamental es el romboedro, pero sus aristas no se toman como ejes del sistema romboédrico, debido a que en éste aparecen formas hexagonales, y, con el fin de no orientar las mismas formas de manera distinta, se adoptan los ejes del sistema hexagonal (Figura 3.6).

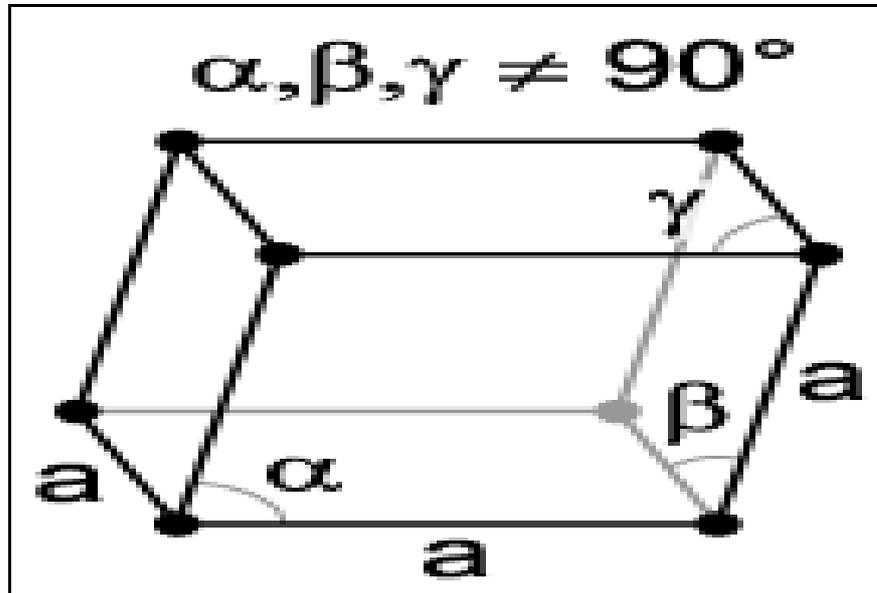


Figura 3.6 Sistema romboédrico

3.7.5.5 Sistema rómbico: Como mínimo posee tres ejes binarios perpendiculares entre sí. ($a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$) (Figura 3.7).

3.7.5.6 Sistema monoclinico: Presenta como simetría mínima un eje de rotación binario o un eje de inversión binario, es igual al plano de simetría. ($a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta > 90^\circ$) (Figura 3.8):

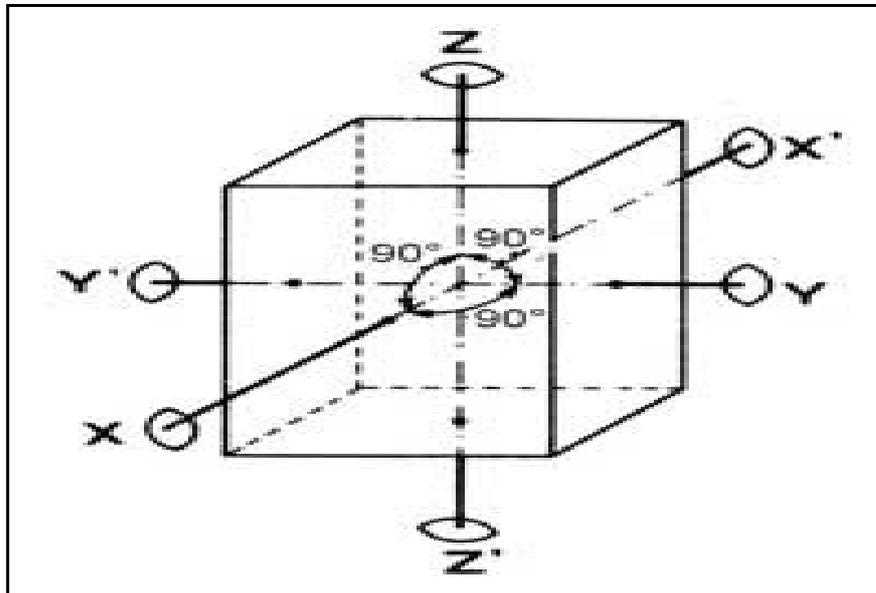


Figura 3.7 Sistema rómbico

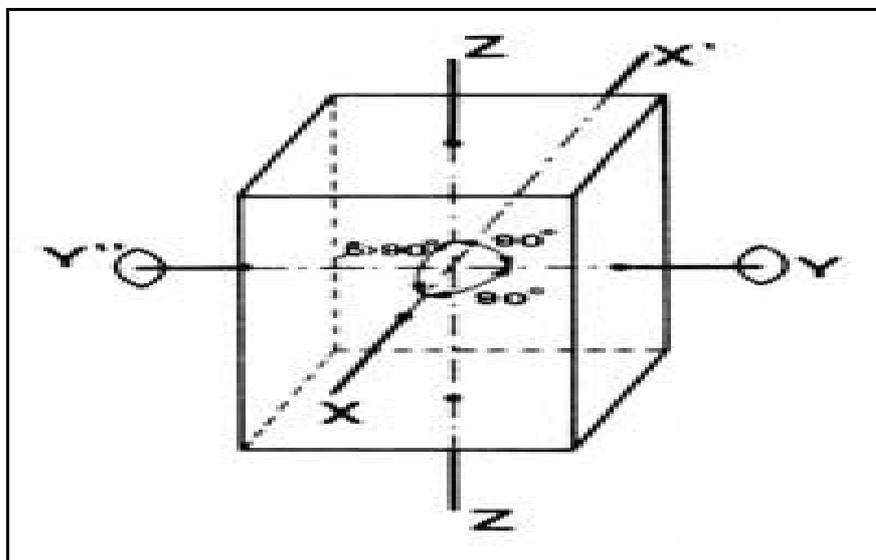


Figura 3.8 Sistema monoclinico

3.7.5.7 Sistema triclínico: Consta de dos clases. La de mayor simetría posee únicamente centro de simetría. El poliedro fundamental es un paralelepípedo inclinado sobre sus tres lados (Figura 3.9).

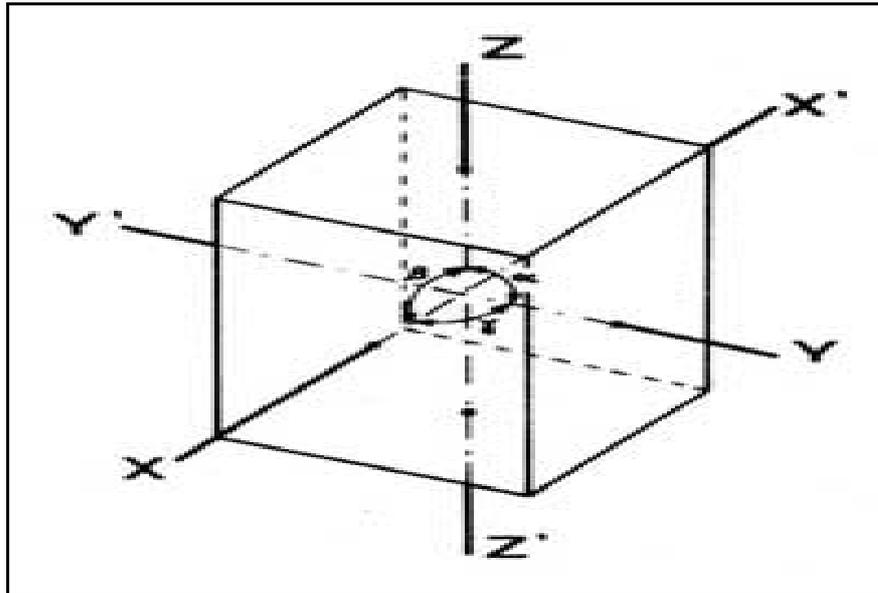


Figura 3.9 Sistema triclínico

3.7.6 Agregados y hábitos

El hábito cristalino describe el aspecto macroscópico que presentan los minerales. El hábito se encuentra condicionado por factores externos al mineral, como por ejemplo, las condiciones ambientales que había mientras se formó. La estructura cristalina también influye sobre el hábito, aunque muchas veces el aspecto de un mineral puede despistar acerca de su estructura cristalina. Minerales con la misma estructura cristalina no tienen por qué presentar el mismo hábito, e incluso un mismo mineral puede aparecer bajo varias formas diferentes. Algunos hábitos de un mineral son específicos de una localidad.

3.7.7 Cristales aislados

3.7.7.1 Acicular: cristales que se presentan en forma de agujas, siendo delgados y alargados.

3.7.7.2 Capilar o filiforme: son cristales alargados como cabellos o hebras.

3.7.7.3 Hojoso: cristales finos y alargados, similares a hojas de cuchillo, como en la barita

3.7.7.4 Euédrico: cristales bien formados, sin distorsión.

3.7.7.5 Sudbédrico: cristales bien formados con algo de distorsión.

3.7.8 Grupos de cristales

3.7.8.1 Agregados dendríticos: O simplemente dendritas. El aspecto es parecido al que presentan las ramas de un árbol.

3.7.8.2 Reticulares: Los cristales, generalmente delgados se agrupan en redes.

3.7.8.3 Divergente o radiales: Disposición de cristales en forma radial.

Drusas: Las masas de mineral se encuentran cubiertas de cristales.

3.7.9 Grupos de cristales radiales o paralelos

3.7.9.1 Columnares: los cristales se agrupan formando columnas.

3.7.9.2Hojosos: Grupos de cristales laminares.

3.7.9.3 Fibrosos: Los cristales se presentan en agrupaciones tanto radiales como paralelas.

3.7.9.4 Estrellados: Asociación de cristales dispuestos en forma concéntrica ó estrellada.

3.7.9.5 Botroidales: Es el aspecto que presentan los racimos de uvas.

3.7.9.6 Reniformes: cristales radiales terminados en masas redondas dando la apariencia de un riñón.

3.7.9.7Mamilar: grandes masas redondas que parecen mamas, formadas por individuos radiales.

3.7.9.8 Coloforma: resulta con frecuencia difícil distinguir entre los agregados representados en los tres términos, y como resultado de ello el término coloforma a sido propuesto para incluir todas las formas más o menos esféricas.

3.7.10 Minerales formados por laminillas

3.7.10.1 Exfoliables: es cuando un mineral se separa fácilmente en placas.

3.7.10.2 Micáceo laminar o tabular: los cristales laminares se disponen paralelamente, de tal forma que sea posible la exfoliación o fácil separacion de las láminas.

3.7.10.3 Plumosos: los cristales, bien aciculares o bien tabulares se disponen en forma divergente, dando lugar a un aspecto semejante al que presentan las plumas de las aves.

3.7.11 Diversos términos

3.7.11.1 Estalactítico: disposición en forma de cilindro o de conos que aparecen en los techos o en los suelos de las cavidades, generalmente calcáreas, y que se forman como consecuencia del goteo de disoluciones muy concentradas.

3.7.11.2 Estalagmítico: disposición en forma de cilindro o de conos que aparecen en los pisos de las cavidades, generalmente calcáreas, y que se forman como consecuencia del goteo de disoluciones muy concentradas

3.7.11.3 Pisolíticas: mineral formado por pequeñas masas redondeadas.

3.7.11.4 Oolíticas: presenta un aspecto parecido a Pisolítico pero en masas muy pequeñas.

3.7.11.5 Bandeadas: el mineral aparece formado por bandas de diferente aspecto y color.

3.7.11.6 Macizas o compactas: el mineral aparece compacto sin ningún aspecto determinado.

3.7.11.7 Amigdaloides: el mineral aparece formado por módulos con forma de almendra.

3.7.11.8 Geoda: en el interior de una cavidad se alojan, sin llenarla, cristales de formas diversas.

3.7.11.9 Concreciones: masas formadas por deposición de mineral sobre un núcleo. Algunas concreciones son casi esféricas, mientras que otras asumen gran variedad de forma.

3.7.12 Maclas

Es un crecimiento conjunto, simétrico de 2 o más cristales de la misma sustancia. Tales crecimientos conjuntos o simultáneos controlados cristalográficamente se denominan también cristales gemelos (siameses). Las operaciones geométricas que pueden relacionar un cristal con su o sus acompañantes en la macla pueden ser:

1. Una reflexión por un plano especular.
2. Una rotación alrededor de una o unas direcciones cristalinas comunes a ambos cristales (ejes de maclas).
3. Una inversión respecto de un punto (centro de macla).

La superficie según la cual los 2 cristales individuales están unidos en la macla se conoce con el nombre de superficie de composición de macla, que puede ser irregular, un plano o un eje.

Tipos de maclas atendiendo al tipo de superficie de composición:

1. Maclas de contacto: La macla viene definida por un plano de macla.

2. Macla de penetración: están formadas por distintos cristales interpretados entre sí, que tienen una superficie de unión irregular estando su ley de macla definida por un eje.

3. Maclas repetidas o múltiples: se forman por 3 o más partes macladas según la misma ley (normalmente es un plano de macla). Si todas las superficies de composición sucesivas son paralelas el grupo resultante es una macla polisintética. Si los planos no son paralelos va a resultar una macla en anillo o cíclica.(dentro de estas están las maclas miméticas, que se confunden con un cristal único, pero las maclas miméticas han de tener entrantes en los lados y depresiones en el centro).

3.8 Mineralogía determinativa

Rama de la mineralogía que aplica las propiedades fisicoquímicas y estructurales a la determinación de las especies o clases minerales.

3.9 Mineralogía química

Estudia las propiedades químicas de los minerales como tipo de enlace químico, estructura cristalina, además de la abundancia de los minerales en la corteza terrestre.

3.9.1 Abundancia de los elementos en la corteza terrestre

Desde sus orígenes, nuestro planeta está compuesto de diversas capas que se formaron mientras los materiales pesados caían hacia el centro y los más ligeros salían a la superficie. Entre algunas de las capas se producen cambios químicos o estructurales que provocan discontinuidades. Los elementos menos pesados, como silicio, aluminio, calcio, potasio, sodio y oxígeno, componen la corteza exterior.

3.9.2 Cristaloquímica

Es una rama de la cristalografía que estudia la composición de la materia cristalina y su relación con la fórmula cristalográfica. Incluye el estudio de los enlaces químicos, la morfología y la formación de estructuras cristalinas, de acuerdo con las características de los átomos, iones o moléculas, así como su tipo de enlace.

3.9.3 Fuerza de enlace

Tienen carácter eléctrico y el tipo y clase de enlace condiciona las propiedades físicas y químicas. En general, cuanto más fuerte es el enlace más duro es el cristal y más elevado es su punto de fusión. Existen 4 tipos de enlace: Iónico, Covalente, Metálico, y de Van der Waals, pudiendo existir mezclas entre todos los tipos. Los cristales con un solo tipo de enlace se denominan homodésimicos y los que tienen varios tipos de enlace heterodésimicos.

3.9.4 Tipos de enlace

3.9.4.1 Enlace iónico: se realiza mediante fuerzas eléctricas rompiéndose debido a la reacción de disolventes polares (p. e. Agua), dando lugar a soluciones iónicas. Los cristales con este tipo de enlace presentan dureza y peso específico moderado, puntos de fusión y ebullición y poco conductores de la electricidad y el calor.

3.9.4.2 Enlace covalente: los átomos adyacentes comparten los electrones de las órbitas más externas para completar sus últimas capas de electrones, formando así compuestos más estables. Los minerales con enlace covalente son insolubles con puntos de fusión y ebullición muy altos.

3.9.4.3 Enlace metálico: ciertos átomos (metales) liberan electrones dejándolos moverse libremente y con gran rapidez por la estructura molecular o incluso fuera de ella sin alterar el mecanismo del enlace (nube de electrones). A él deben los metales su gran plasticidad, tenacidad, ductilidad y conductibilidad eléctrica, así como su baja dureza, puntos de fusión y ebullición. Entre los minerales sólo los metales nativos presentan este tipo de enlace.

3.9.4.4 Enlace de van der waals: es un enlace débil que fija moléculas neutras dipolares (con cargas de distinto signo en sus extremos opuestos). Las moléculas se alinean con los polos - frente a los polos + de las moléculas próximas. Es el tipo más débil de enlace químico. La mayoría de los minerales son heterodésimicos, como consecuencia las propiedades físicas sufren cambios direccionales. Así por ejemplo con el grafito y con las micas. La exfoliación plana de estas sustancias se debe a un tipo de enlace más fuerte en el plano que da lugar a las hojas y más débil entre ellas que normalmente suelen ser de tipo Van der Waals.

Estructura cristalina

3.9.5.1 Polimorfismo: es la propiedad que presenta una sustancia química en cristalizar en más de un tipo de estructura cristalina. Las distintas estructuras cristalinas del compuesto químico se denominan polimorfos.

C => Diamante > Cúbico FeS₂ => Pirita > Cúbico

Grafito > Hexagonal Marcasita > Rómbico

CaCo₃ => Calcita > Hexagonal

Aragonito > Rómbico

Una misma sustancia puede cambiar de un tipo de estructura a otra en función de las condiciones de presión y temperatura (estabilidad termodinámica) o bien

debido a la existencia de iones contaminantes que se añaden a la red cristalina del mineral en pequeñas cantidades y la distorsionan originando una estructura cristalina más estable.

3.9.5.2 Pseudomorfismo: algunos minerales presentan una forma cristalizada externa que no es propia de su estructura interna cristalina. El pseudomorfismo se puede producir por sustitución de un mineral por otro. Por ejemplo por alteración o por relleno de huecos o cavidades dejadas por un mineral anterior.

3.9.5.3 Isomorfismo (o isoestructuralismo): Dos sustancias de distinta naturaleza o composición cristalizan en el mismo sistema, si bien las dimensiones de la celda pueden ser diferentes.

Pirita (FeS_2) >Cúbico

Blenda (SZn) >Cúbico

Fluorita (F_2Ca) >Cúbico

3.9.5.4 Mineraloides: sustancias naturales amorfas, es decir, que carecen de una estructura interna ordenada. Cualquier sustancia que no completa alguna de las características de la definición de mineral.

3.9.6 Ensayos químicos.

El reconocimiento de los minerales por sus propiedades químicas debe hacerse como complemento al estudio de sus caracteres físicos ya que estos nos dan una orientación para realizar dichos ensayos químicos.

Así por ejemplo, si a un mineral se le determina todas sus propiedades físicas y se deduce mediante ellas que es hematita (Fe_2O_3), habrá que demostrar por sus propiedades químicas si en verdad contiene hierro y oxígeno.

El estudio de las propiedades químicas de los minerales se realiza mediante dos métodos diferentes que son:

3.9.6.1 Pirognóstico: en la cual el mineral se expone a la acción del fuego y se observan sus reacciones.

3.9.6.2 Hidrognósticos: en la cual el mineral es tratado con agentes líquidos (agua, ácidos, etc.) que lo disuelven y permiten apreciar reacciones características.

3.10 Mineralogía física

Estudia las propiedades físicas y estructurales de las especies minerales.

3.10.1 Propiedades físicas

Las propiedades físicas de los minerales permiten identificarlos y caracterizarlos con mayor precisión. Estas se pueden reconocer a simple vista o determinarse por medio de pruebas sencillas.

3.10.2 Exfoliación

Significa que el mineral se puede separar por superficies planas y paralelas a las caras reales.

3.10.2.1 Exfoliación perfecta: es fácil conseguir las separaciones del mineral en fragmentos con cara lisas con un golpe, como ocurre con la calcita.

3.10.2.2 Exfoliación buena: cuando al ser golpeado el mineral resultan fragmentos parecidos al cristal original y pero no pueden resultar fácilmente de otras direcciones de fractura.

3.10.2.3 Exfoliación excelente: cuando al ser golpeado el mineral resultan fragmentos iguales al cristal original y pero no pueden resultar fácilmente de otras direcciones de fractura.

3.10.2.4 Exfoliación imperfecta: es difícil conseguir la exfoliación.

3.10.3 Partición

Los cristales maclados pueden separarse fácilmente a lo largo de los planos de composición. Cuando en un mineral se producen superficies planas por rotura a lo largo de dichos planos predeterminados, se dice que tiene partición. El fenómeno se parece a la exfoliación, pero hay que distinguirlo de ella por el hecho de que no lo exhibirán todos los ejemplares de un determinado mineral, sino sólo aquellos que estén maclados o hallan sido sometidos a una presión apropiada.
www.geologiadesegovia.info/ASAM/propiedades1.html

3.10.4 Fractura

Es la rotura irregular de un mineral.

3.10.4.1 Concoidal: cuando la fractura tiene superficies suaves, lisas, como la cara interior de una concha.

3.10.4.2 Fibrosa o astillosa: cuando un mineral se rompe se vuelve fibras o astillas.

3.10.4.3 Ganchuda: cuando un mineral se rompe según una superficie regular, dentada, con filos puntiagudos.

3.10.4.4 Desigual o irregular: cuando un mineral se rompe según superficies bastas e irregulares.

3.10.5 Dureza

Es la resistencia que ofrece la superficie de un mineral a ser rallada. La dureza de un mineral depende de su enlace más débil, por lo que los minerales con enlace de Van der Waals y / o de hidrógeno serán fáciles de rayar (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Valores de la dureza de un mineral según Mohs (Dana, 1986).

Dureza	Mineral	Comentario	Composición química
1	Talcó	Se puede rayar fácilmente con la uña	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
2	Yeso	Se puede rayar con la uña con más dificultad	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
3	Calcita Cobre	Se puede rayar con una moneda de cobre	$CaCO_3$
4	Fluorita Acero	Se puede rayar con un cuchillo de acero	CaF_2
5	Apatito	Se puede rayar difícilmente con un cuchillo	$Ca_5(PO_4)_3(OH, Cl, F)$
6	Ortoclasa	Se puede rayar con una lija para acero	$KAlSi_3O_8$
7	Cuarczo	Raya el vidrio	SiO_2
8	Topacio	Rayado por herramientas de carburo de Tungsteno	$Al_2SiO_4(OH, F)_2$
9	Corindón	Rayado por herramientas de carburo de Silicio	Al_2O_3
10	Diamante	El mineral más duro conocido, rayado solo por otro diamante.	C

3.10.6 Tenacidad

Se llama así a la propiedad mecánica que representa la cohesión interna de las partículas del mineral. Aunque existe una cierta relación con las anteriores propiedades, no se identifica con la dureza, sino más bien con la "ausencia de fragilidad". Determinados minerales muy duros, como el diamante, presentan una elevada fragilidad al golpe, lo que condiciona su utilización, el tipo de montura que debe utilizarse, etc.

3.10.6.1 Frágil: es el mineral que se rompe o pulveriza con facilidad. Ejemplos: cuarzo y el azufre.

3.10.6.2 Maleable: el que puede ser batido y extendido en láminas o planchas. Ejemplos: oro, plata, platino, cobre, estaño.

3.10.6.3 Séctil: un mineral que puede cortarse en virutas delgadas con un cuchillo.

3.10.6.4 Dúctil: el que puede ser reducido a hilos o alambres delgados. Ejemplos: oro, plata y cobre.

3.10.6.5 Flexible o plástico: si se dobla fácilmente pero, una vez deja de recibir presión, no es capaz de recobrar su forma original. Ejemplos: yeso y talco.

3.10.6.6 Elástico: el que puede ser doblado y, una vez deja de recibir presión, recupera su forma original. Ejemplo: la mica.

3.10.6.7 Rotura: el mineral al ser sometido a un esfuerzo puede ser roto por el mismo

3.10.7 Propiedades ópticas

3.10.7.1 Brillo: es la apariencia de su superficie a la luz reflejada, y es una propiedad de fundamental importancia para su reconocimiento. El brillo es función de la transparencia, refractividad y estructura de un mineral. Hay dos tipos principales de brillo: metálico y no metálico. El brillo metálico lo tienen los metales y los minerales de apariencia metálica. Las sustancias que tienen brillo metálico son opacas o casi opacas y bastante pesadas, la galeana y la pirita son ejemplos de ello. Todas las demás clases de brillo son aspectos diversos del brillo no metálico. Tipos de Brillos:

1. Vítreo: brillo de l cristal o del cuarzo.
2. Adamantino: sumamente brillante de los minerales con elevado índice de refracción, como el diamante y la piromorfita.
3. Resinoso: brillo o apariencia de resina. Perfectamente apreciable en la esfalerita o blenda.
4. Graso: apariencia de una superficie aceitada. Ejemplo, el nefelino.
5. Nacarado: similar al brillo de una madre perla. Normalmente visible en los minerales de estructura laminar o lisa y en aquellos que tienen hendiduras pronunciadas como el talco por ejemplo.
6. Mate: sin brillo; buenos ejemplos son la creta y el caolín. Llamado también brillo terroso.

3.10.7.2 Color: cuando la luz blanca incide en la superficie de un mineral parte de ella se refleja y parte se refracta. Si la luz no sufre absorción, el mineral es incoloro, tanto

en la luz reflejada como en la transmitida. Los minerales son coloreados porque absorben ciertas longitudes de onda de la luz y el color es el resultado de la combinación de las longitudes e onda que llegan al ojo. Algunos minerales exhiben diferentes colores cuando la luz es transmitida en direcciones cristalográficas diferentes. Esta absorción selectiva es conocida como pleocromismo, si sólo hay dos direcciones, la propiedad se llama dicroísmo.

En algunos minerales el color es una propiedad fundamental directamente relacionada con sus elementos constituyentes principales y es, por consiguiente, constante y característico; en estos minerales, llamados ideocromáticos, el color sirve como medio de identificación importante. Tipos de color:

1. Transparentes: permiten el paso de la totalidad de la luz y se ve perfectamente a través de él.
2. Semitransparente: cuando se ven los objetos, pero no los contornos precisos.
3. Traslucido: permiten el paso de la luz, pero no el color, ni la formación de imágenes.
4. No translucido: cuando únicamente las aristas transmiten luz o son translucidas.

3.10.7.3 Huella: el color del polvo fino de un mineral se conoce con el nombre de huella. La huella se emplea frecuentemente en la identificación de minerales, porque, aunque el color de un mineral puede variar entre límites amplios el de la huella es normalmente constante.

3.10.7.4 La luminiscencia: es la capacidad de algunos minerales de emitir luz. Tipos de luminiscencia:

1. La fluorescencia: es la luminiscencia que se produce mientras un mineral es expuesto a los rayos X o a rayos ultravioleta.

2. Fosforescencia: es una luminiscencia que perdura una vez cortada la excitación. No existe realmente una frontera clara entre fosforescencia y fotoluminiscencia ya que empleando métodos finos se comprueba que ciertos minerales, a priori sólo fluorescentes, en realidad siguen dando luz fracciones de segundo después de haber sido separados de las fuentes excitadoras.

3. La termoluminiscencia es la capacidad de emitir luz, que presentan ciertos minerales al ser calentados, como la fluorita.

4. La triboluminiscencia es la capacidad de ciertos minerales de emitir luz al ser molidos, rayados o sometidos a torsión, como la lepidolita.

3.10.8 Propiedades eléctricas

3.10.8.1 Conductividad: la conductividad eléctrica que presentan los minerales depende del carácter metálico del enlace entre sus átomos. Los minerales que presentan enlace metálico, como el cobre, conducen muy bien la electricidad.

Si los átomos están unidos por enlaces con un cierto carácter metálico, son semiconductores, como por ejemplo la galena. En los minerales con enlace covalente, como el diamante, son no conductores. Son también no conductores los compuestos iónicos como el yeso y la fluorita.

3.10.8.2 Piroelectricidad: se producen corrientes eléctricas en el extremo de las caras cuando el mineral se somete a un cambio de temperatura. Ejemplos: cuarzo y turmalina.

3.10.8.3 Piezoelectricidad: es la capacidad para producir corrientes eléctricas cuando se les aplica presión. Si se aplica una fuerza a las caras de un cristal, genera cargas eléctricas y, si se aplican cargas eléctricas, entonces se produce una deformación de las caras del cristal. Ejemplo: el cuarzo.

3.10.9 Propiedades magnéticas

Las propiedades magnéticas de un mineral, dependen del movimiento de sus partículas.

3.10.9.1 Ferromagnetismo: que poseen valores altos de magnetismo, muy susceptibles de detectar campos magnéticos, como el hierro, cobalto y níquel.

3.10.9.2 Paramagnetismo: los que poseen breves intermedios de magnetismo, como el cromo, manganeso, platino y aluminio.

3.10.9.3 Diamagnetismo: son aquellos poco o nada susceptibles de detectar un campo magnético, como el oro, plomo, cobre, agua.

3.10.10 Propiedades radioactivas

3.10.10.1 Radioactividad: es la propiedad que poseen determinados minerales para emitir partículas de forma natural y espontánea. La radiactividad natural tiene muchas aplicaciones científicas, médicas e industriales, y los minerales que la poseen raramente alcanzan niveles peligrosos. Ejemplo: la uraninita.

3.11 Mineralogía sistemática o descriptiva

Estudia los minerales y los clasifica sistemáticamente según su estructura y composición. Además de sus variantes y relaciones con otras especies.

3.12 Clasificación de los minerales

3.12.1 Elementos nativos

Debido a su composición química sencilla y al enlace atómico de tipo metálico que presentan estos minerales, las estructuras de los metales nativos pueden describirse como simples empaquetamientos compactos de bolas de un mismo tamaño. A continuación se presentan tres ejemplos de estructuras de esta subclase de minerales. La mayoría de los metales nativos tiene una estructura cristalina denominada empaquetamiento cúbico compacto centrado en las caras, que se caracteriza por presentar caras paralelas a $\{111\}$ según una secuencia (ABCABC) y por pertenecer al grupo espacial $Fm\bar{3}m$ (Figura 3.10).

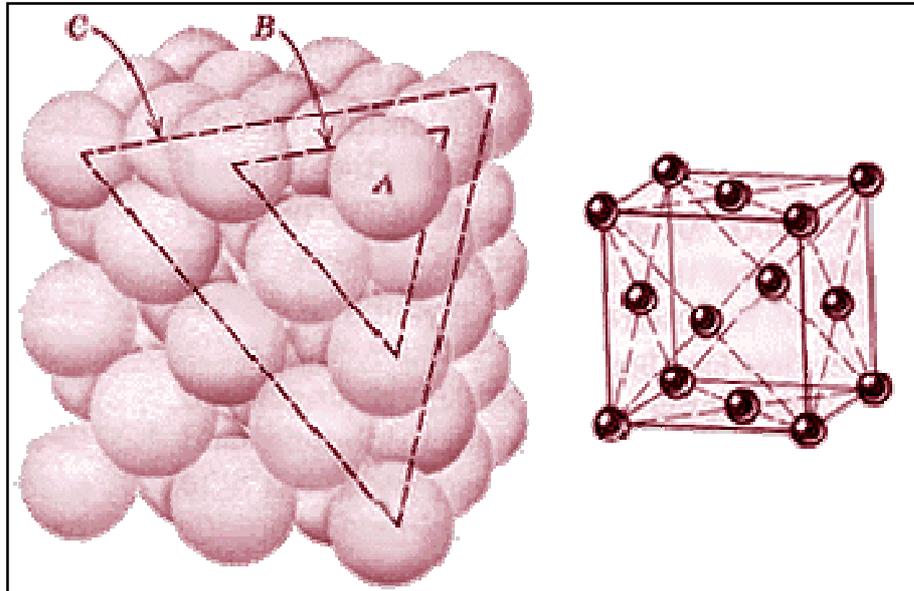


Figura 3.10 Empaquetamiento cúbico compacto.

Cada átomo de metal está rodeado por otros 12 átomos vecinos. Los minerales del grupo del oro, así como el platino, el iridio, la taenita (hierro con mezcla de níquel en más de un 27 % en peso) y otros metales nativos presentan esta estructura.

Por el contrario el Mg, el Zn, el Cd y minerales del grupo del platino como la iridosmina o el platiniridium presentan estructuras con empaquetamiento hexagonal compacto (ABAB...) donde cada átomo de metal está rodeado por 12 átomos vecinos (Figura 3.11).

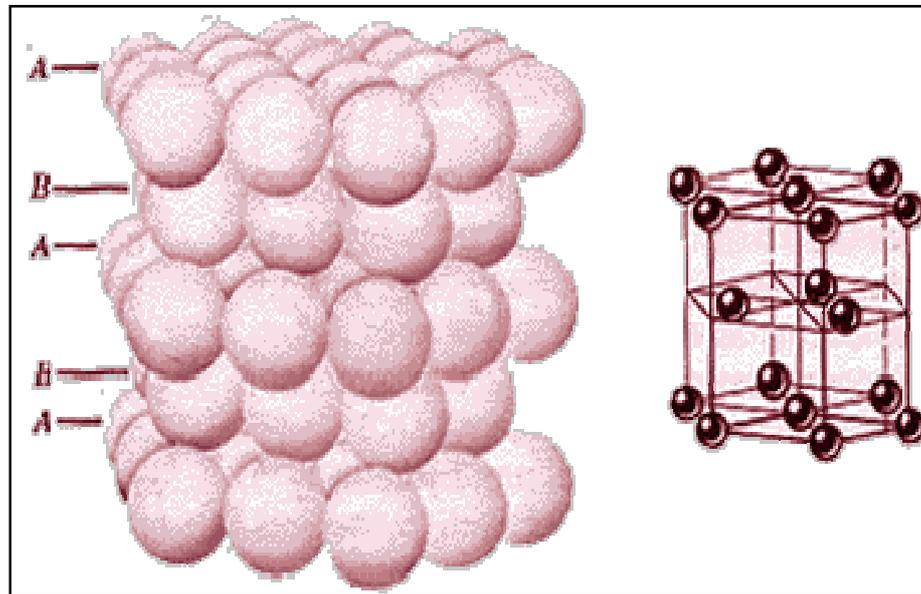


Figura 3.11 Empaquetamiento hexagonal compacto.

3.12.1.1 Grupo del hierro: este grupo incluye al hierro nativo y dos aleaciones de hierro-níquel la kamacita y la taenita. El hierro puro y la kamacita, que contiene alrededor de 5.5% de peso de Ni, cristalizan según un empaquetamiento cúbico compacto centrado en el cuerpo y pertenecen al grupo espacial $Im\bar{3}m$. La taenita, que presenta amplias variaciones en su contenido en Ni (de 27 a 65% en peso) presenta, por el contrario, un empaquetamiento cúbico compacto centrado en las caras y su grupo espacial es $Fm\bar{3}m$.

Los metales nativos del grupo del hierro apenas aparecen en la superficie terrestre, pero son muy comunes en meteoritos férricos, suponiéndose que constituyen los principales componentes del núcleo de nuestro planeta.

3.12.1.2 Grupo del platino: este grupo incluye al platino, al iridio, al paladio, al platiniridio y a la iridosmina, siendo los dos últimos, respectivamente, aleaciones de platino-iridio e iridio-osmio con empaquetamiento compacto hexagonal y

pertenecientes al grupo espacial $P6_3/mmc$. El platino y el iridio, por el contrario, presentan empaquetamientos cúbicos compactos y pertenecen al grupo espacial $Fm3m$, asemejándose a los metales del grupo del oro.

3.12.1.3 Grupo del oro: los elementos del grupo del oro pertenecen al mismo grupo de la tabla periódica de elementos y por lo tanto presentan unas propiedades químicas parecidas. Todos son lo bastante inertes para ser encontrados en la naturaleza en el estado nativo. Cuando no están combinados con otros elementos, los átomos de estos elementos están unidos en estructuras cristalinas con los enlaces metálicos relativamente débiles.

El Au y la Ag poseen unos radios atómicos iguales (1.44 \AA) que dan lugar a la existencia de una solución sólida completa entre estos dos minerales nativos. Por el contrario el radio atómico del cobre es menor (1.28 \AA) por lo que la solución sólida de cobre en oro y plata es limitada. El cobre nativo, a su vez, apenas presenta trazas de Au y Ag en solución sólida.

Al tener unas estructuras cristalinas comunes los minerales de este grupo poseen propiedades similares. Son todos ellos relativamente blandos, maleables, dúctiles y séctiles. Como consecuencia de sus enlaces de tipo metálico son, igualmente, excelentes conductores térmicos y eléctricos, tienen brillo metálico y unos puntos de fusión relativamente bajos. Todos los minerales de este grupo son isométricos hexoctaedrales y tienen elevadas densidades debido al empaquetamiento cúbico compacto de sus estructuras.

3.12.2 Semimetales nativos

Incluyen el arsénico, antimonio, bismuto, selenio y telurio. Los tres primeros cristalizan en el sistema hexagonal, mientras que los dos últimos lo hacen en el

trigonal. Presentan un enlace intermedio entre el metálico y el covalente, una fragilidad mayor que la de los metales y una conductividad más baja.

Sus enlaces entre átomos ya no son puramente metálicos, sino parcialmente covalentes. Dicha covalencia de los enlaces se explica por la posición de estos elementos en el grupo Va de la tabla periódica. La figura 3.12 representa la estructura del As y del Sb nativo.

En comparación con los metales nativos, los enlaces entre los átomos ya no son todos iguales. Aquellos relativamente más fuertes entre los cuatro átomos más cercanos dan lugar a una estructura en capas y la fácil exfoliación de minerales de este grupo según dirección perpendicular a (0001) se explica por la presencia de enlaces más débiles entre las capas estructurales (Figura 3.12).

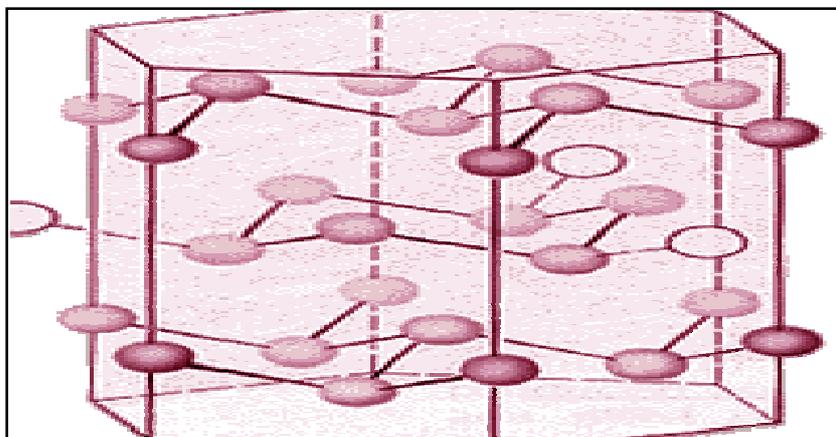


Figura 3.12 Estructura del As y del Sb nativos.

La covalencia de los enlaces explica también la menor conductividad térmica y eléctrica de los minerales de este subgrupo respecto de los metales nativos.

3.12.2.1 Grupo del arsénico: el arsénico se presenta raramente sólido, principalmente en forma de sulfuros. Pertenecce a los metaloides, ya que muestra propiedades intermedias entre los metales y los no metales. El arsénico presenta tres estados alotrópicos, grises o metálicos, amarillos y negros.

1. El arsénico gris metálico (forma α) es la forma estable en condiciones normales y tiene estructura romboédrica, es un buen conductor del calor pero pobre conductor eléctrico, su densidad es de $5,73 \text{ g/cm}^3$, es deleznable y pierde el lustre metálico expuesto al aire.

2. El arsénico amarillo (forma γ) se obtiene cuando el vapor de arsénico se enfría rápidamente. Es extremadamente volátil y más reactivo que el arsénico metálico y presenta fosforescencia a temperatura ambiente. El gas está constituido por moléculas tetraédricas de As_4 de forma análoga al fósforo y el sólido formado por la condensación del gas tiene estructura cúbica, es de textura jabonosa y tiene una densidad aproximada de $1,97 \text{ g/cm}^3$. Expuesto a la luz o al calor revierte a la forma estable (gris). También se denomina arsénico amarillo al oropimente, mineral de trisulfuro de arsénico.

3. Una tercera forma alotrópica, el arsénico negro (forma β) de estructura hexagonal y densidad $4,7 \text{ g/cm}^3$, tiene propiedades intermedias entre las formas alotrópicas descritas y se obtiene en la descomposición térmica de la arsina o bien enfriando lentamente el vapor de arsénico.

Todas las formas alotrópicas excepto la gris carecen de lustre metálico y tienen muy baja conductividad eléctrica por lo que el elemento se comportará como metal o no metal en función, básicamente, de su estado de agregación.

3.12.3 No metales nativos

Incluyen el azufre y el carbono, este último en sus dos formas de diamante y grafito. El azufre tiene una dureza y un punto de fusión muy bajos, y cristaliza en el sistema rómbico. El diamante cristaliza en el sistema cúbico, tiene una dureza muy elevada, gran estabilidad química y baja conductividad eléctrica. El grafito cristaliza en el sistema hexagonal, es muy blando y tiene elevada conductividad.

3.12.3.1 Sulfuros: incluye un amplio grupo de minerales formados por la combinación del azufre con un elemento metálico. También se incluyen en este grupo unos pocos minerales que en lugar de azufre llevan arsénico, antimonio, bismuto, selenio o telurio. Aunque es difícil mencionar unas características generales, se puede decir que normalmente son minerales opacos, de dureza entre 1 y 6 y de gran importancia económica como mena de los metales que los forman. Los sulfuros suelen ser blandos, poseen un brillo metálico y densidad alta. Constituyen uno de los grupos minerales más extensos con unas 300 especies minerales. Tipos de Sulfuros:

- Calcopirita: CuFeS_2
- Bornita o erubescita : Cu_5FeS_4
- Pirita (cubo): FeS_2
- Marcasita: FeS_2 (Dimorfo de la pirita)
- Cinabrio: HgS
- Galena: PbS
- Blenda (esfalerita): $(\text{Zn},\text{Fe})\text{S}$
- Rejalgar (naranja): AsS . (Obtención de anhídrido arsenioso)

3.12.3.2 Sulfosales: en ésta clase de minerales figuran los compuestos complejos, parecidos a las sales por su constitución química. Por analogía al caso de las oxisales, se distinguen sulfobases y sulfoanhidridos o cationes y aniones complejos.

Pese a la gran diversidad de los minerales pertenecientes a esta clase, entra en su composición un reducido número de componentes. El papel de sulfoanhidridos corresponde en la mayoría abrumadora de las sulfosales a As_2S_3 , Sb_2S_3 y Bi_2S_3 . En consonancia con ello tenemos las denominaciones: Sulfoarsenitos, sulfoantimonitos y sulfobismutitos.

Es muy sintomático que las sulfosales de éstos tres tipos tienen en las bases los mismos metales: Cu, Ag y Pb, lo que quiere decir que las más propagadas en la naturaleza son las sulfosales de Cobre, Plata y Plomo. Son extraordinariamente raras las sulfosales de Tl, Hg y Fe, existentes como tales; como mezclas isomorfas y en cantidades considerables sólo se observan Zn y Mn.

En cantidades muy reducidas se observan también sulfovanadatos, sulfoarseniato, y sulfoantimoniato de cobre, es decir, sulfosales donde el papel de sulfoanhidridos corresponde a V_2S_5 , As_2S_5 y Sb_2S_5 (iones pentavalentes). Esta menos claro el problema de la existencia de los llamados sulfoestannatos y sulfogermanatos (con Sn_2S y GeS_2).

Toda la diversidad de las sulfosales se debe principalmente a que en tipos de compuestos cualitativamente iguales se determinan correlaciones en tres sulfobases y sulfoanhidridos. Por ejemplo, en el caso de los sulfoantimoniato de Plata se conocen los siguientes compuestos. $12Ag_2S$, Sb_2S_3 , $9Ag_2S$, Sb_2S_3 , $5Ag_2S$, Sb_2S_3 , $3Ag_2S$, Sb_2S_3 , Ag_2S , Sb_2S_3 y Ag_2S , $6Sb_2S_3$ o respectivamente: $Ag_{24}Sb_2S_{15}$, Ag_9SbS_6 , Ag_5SbS_4 , Ag_3SbS_3 , $AgSbS_2$ y $Ag_2Sb_{12}S_{19}$. Todos estos son compuestos perfectamente

definidos, que se encuentran en forma de cristales y poseen diferentes estructuras cristalinas.

Las estructuras cristalinas de las sulfosales, análogas a las oxisales, deben distinguirse de los sulfuros simples por el hecho de que en sus redes cristalinas deben entrar comunidades estructurales grupos compactos de aniones, como por ejemplo $[\text{SbS}_4]^{5-}$, $[\text{SbS}_3]^{3-}$, etc. En las estructuras cristalinas más simples, cúbicas y trigonales, de las sulfosales se han establecido grupos de aniones en forma de pirámides triangulares truncadas (análogos a los aniones complejos $[\text{SO}_3]^{2-}$ en los sulfitos) $[\text{AsS}_3]^{3-}$, $[\text{SbS}_3]^{3-}$, donde As y Sb son trivalentes, por ejemplo, en las estructuras de la Proustita (Ag_3AsS_3), la Pirargirita (Ag_3Sb_3) la Tetraedrita (Cu_3Sb_3), etc., así como los grupos tetraédricos $[\text{VS}_4]^{3-}$, $[\text{AsS}_4]^{3-}$, $[\text{SbS}_4]^{3-}$, donde V, As y Sb son pentavalentes. A diferencia de los aniones complejos de Oxígeno, los sulfoaniones complejos se distinguen por ser menos compactos, lo que depende, por lo visto, de un poder de polarización más débil de los cationes As_3^+ , Sb_3^+ , Bi_3^+ , V_5^+ , As_5^+ , etc.

Las propiedades físicas se distinguen de las sulfosales por ciertas particularidades. En comparación con los sulfuros simples poseen, en su mayoría, una dureza inferior (sobre todo las sulfosales de sistemas inferiores, a las que pertenecen la mayor parte de los minerales), se descomponen más fácilmente por los ácidos, poseen una capacidad de reflexión relativamente inferior, todas esas propiedades guardan indudablemente cierta relación con las peculiaridades de las estructuras cristalinas de dichos compuestos.

En la clasificación de las sulfosales, lo más racional es dividir las en grandes grupos de acuerdo con los metales que entran en las sulfobases; dentro de estos grupos ya se pueden sistematizarlas en consonancia con la composición de los

sulfoanhidridos, con arreglo a esa orientación se puede reducir la clasificación de los sulfosales a los siguientes:

1. Sulfosales de cobre: es decir, compuestos del tipo $n\text{Cu}_2\text{S}\cdot\text{X}_2\text{S}_3$, donde $\text{X} = \text{As}_{3+}$, Sb_{3+} y Bi_{3+} , y del tipo $3\text{Cu}_2\text{S}\cdot\text{X}_2\text{S}_5$, donde $\text{X} = \text{V}_{5+}$, As_{5+} y Sb_{5+} . Así entraran aquí los Sulfoarsenitos, sulfoantimonitos y sulfobismutitos de cobre.

2. Sulfosales de plata: $n\text{Ag}_2\text{S}\cdot\text{X}_2\text{S}_3$, donde $\text{X} = \text{As}_{3+}$, Sb_{3+} y Bi_{3+} son Sulfoarsenitos, sulfoantimonitos y sulfobismutitos de plata.

3. Sulfosales de plomo: $n\text{PbS}\cdot\text{X}_2\text{S}_3$, donde $\text{X} = \text{As}_{3+}$, Sb_{3+} y Bi_{3+} son Sulfoarsenitos, sulfoantimonitos y sulfobismutitos de plomo.

3.12.3.3 Óxidos: son minerales compuestos por un metal (o semimetal) combinado con oxígeno, como la hematites. Los óxidos minerales que contienen agua también pertenecen a este grupo. Pueden presentarse en grupos cristalizados muy vistosos. Algunos óxidos son oscuros mientras que otros son muy claros.

✓ Grupo de Hematites: es un mineral y la mena más abundante de hierro. Compuesta por óxido de hierro, está ampliamente distribuida, encontrándose en rocas de todas las épocas. Representa uno de los minerales de hierro de mayor interés industrial, estando detrás de la magnetita por su contenido en metal. Las formaciones macizas se llaman especularitas y las terrosas ocre rojo.

Las estructuras de los minerales del grupo de la hematites (Fe_2O_3) se basan en un empaquetamiento compacto hexagonal de oxígeno con cationes de metales en coordinación octaédrica con ellos. A continuación se representa la estructura de los minerales de este grupo en dos proyecciones perpendicular (Figura 3.13) y paralela (Figura 3.14) al eje c.

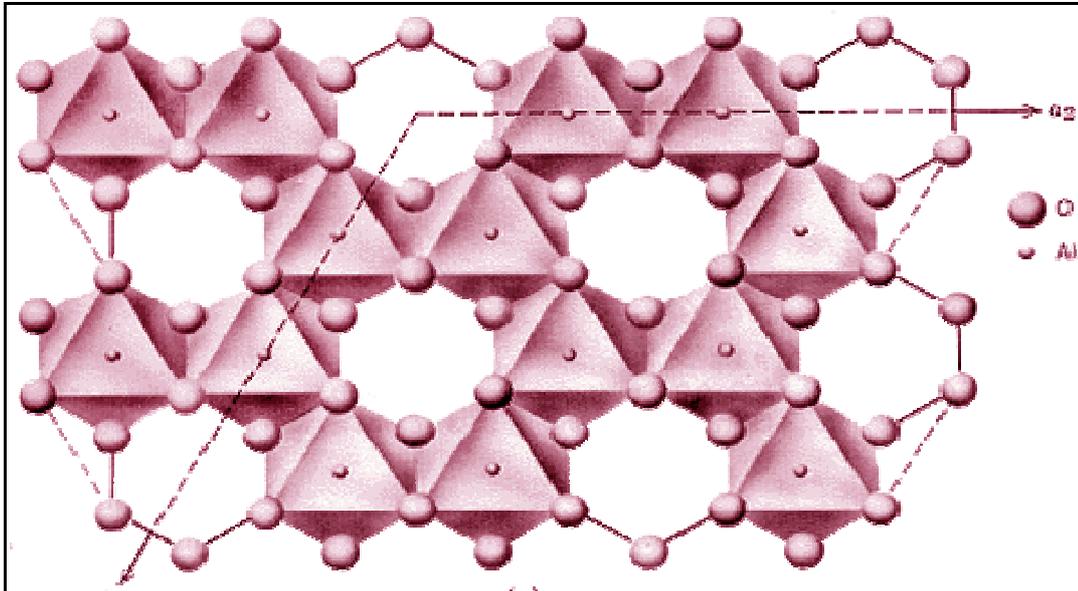


Figura 3.13 Estructura del grupo de la hematita en proyección perpendicular al eje c.

Se presenta en Cristales tabulares o formando rosetas. En masas botroidales o reniformes con estructura radiada. También micáceo, hojoso (Espeularita) y terroso (Ocre).

✓ Grupo del rutilo: está compuesto por óxido de titanio. Se utiliza como fuente de titanio, y algunos especímenes con colores intensos se tallan como gemas brillantes. Este mineral se encuentra formando parte de muchas rocas, como granito, dolomita, caliza metamórfica y esquisto micáceo. Muchas veces tiene la forma de cristales delgados que penetran en cuarzo. Se presenta en cristales prismáticos con terminaciones bipiramidales y estriaciones verticales. Frecuentes las masas en codo, también en cristales aciculares finos (agujas) en cuarzo - Cabellera de Venus - Macizo y compacto.

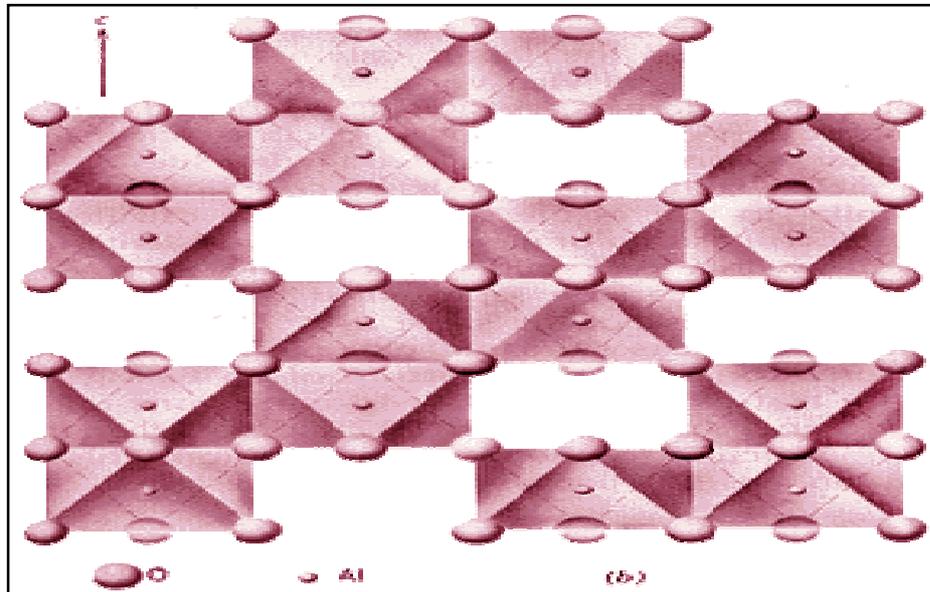


Figura 3.14 Estructura del grupo de la hematita en proyección Paralela al eje c.

✓ Grupo de las espinelas: la espinela es un mineral de fórmula química $MgAl_2O_4$. Pertenece al grupo de los óxidos, crystaliza en sistema cúbico, tiene una dureza de 8 en la Escala de Mohs, fractura irregular, brillo vítreo y raya blanca. La espinela constituye una familia de gemas de colores muy diversos debidos a la presencia de impurezas en sus cristales. La más popular de todas ellas, la espinela roja, era muy apreciada en la Edad Media.

A veces se presenta en forma de cristales octaédricos, a veces modificados por el cubo o rombododecaedros, en ocasiones en masas granudas gruesas o en granos redondeados irregulares. Las maclas son bastante frecuentes.

3.12.3.4 Hidróxidos: son un grupo de compuestos químicos formados por un metal y uno o varios aniones hidroxilos, en lugar de oxígeno como sucede con los óxidos. El hidróxido, combinación que deriva del agua por sustitución de uno de sus átomos de

hidrógeno por un metal. Se denomina también hidróxido el grupo OH formado por un átomo de oxígeno y otro de hidrógeno, característico de las bases y de los alcoholes y fenoles.

Los hidróxidos se formulan escribiendo el metal seguido con la base de un hidruro del radical hidróxido; éste va entre paréntesis si el [subíndice](#) es mayor de uno. Se nombran utilizando la palabra hidróxido seguida del nombre del metal, con indicación de su valencia, si tuviera más de una.

3.12.3.5 Haluros: constituyen un grupo relativamente pequeño de minerales que se caracterizan por contener un halógeno como principal elemento no metálico (flúor, cloro, bromo o yodo).

Proceden de la evaporación de aguas estancadas, transformaciones de otros minerales e incluso de depósitos de fumarolas volcánicas. Los fluoruros se originan generalmente a partir de soluciones hidrotermales.

La clase química de los haluros se caracteriza por el predominio de iones electronegativos que tienen un radio atómico grande y una valencia débil de -1 y que se polarizan fácilmente como son por ejemplo F-, Cl-, Br-, I-. Cuando estos aniones se combinan con cationes relativamente grandes y de valencia baja, tanto los cationes como los aniones se comportan estructuralmente como cuerpos casi perfectamente esféricos. El agrupamiento (empaquetamiento) de estas unidades esféricas conduce a estructuras de la mayor simetría posible, cada catión y cada anión van a estar rodeados por los 6 átomos vecinos más próximos, dando lugar a una estructura octaédrica. Muchos haluros de fórmula XZ cristalizan con la estructura del NaCl, algunos sulfuros y óxidos que tienen también fórmula XZ presentan también esta estructura, como la galena.

3.12.3.6 Carbonatos: un carbonato es un compuesto químico, o sea una sustancia formada por dos o más elementos, en una proporción fija por peso.

De esto se deduce la definición de carbonato que se presenta a continuación:
Carbonato: Compuesto químico que contiene los elementos carbono (C) y oxígeno (O) en forma del grupo CO_3 , conteniendo un átomo de carbono y tres átomos de oxígeno; por ejemplo el carbonato de calcio CaCO_3 .

De los carbonatos el más importante, en abundancia y uso es el CaCO_3 , que forma las calizas y mármoles, aragonito principalmente, pero existen muchos carbonatos, también útiles para el hombre, como la siderita, Smithsonita o Calamina, Cerusita, Malaquita, azurita y magnesita. Los carbonatos pueden dividirse en dos grupos: Anhidros e hidratados.

1. Carbonatos anhidros: los carbonatos anhidros se dividen en dos grandes grupos isomorfos, el grupo de la calcita y el grupo del aragonito, los elementos metálicos presentes en el primer grupo son, calcio magnesio, fierro, manganeso, zinc, cobalto; en el último son, calcio, bario, estroncio y plomo. (Dana, 1975).

Las especies incluidas en el primer grupo tienen un sistema de cristalización romboédrico, aunque llegan a encontrarse en cristales hexagonales o escalenoédricos, en general puntiagudos, las especies de este grupo son: calcita, dolomita, anquerita, magnesita, siderita, rodocrosita, smithsonita y esferocobalita. Las especies que forman parte del grupo del aragonito, cristalizan en el sistema ortorrómbico y son: Aragonito, bromlita, witherita, estroncianita y cerusita.

2. Carbonatos ácidos, básicos e hidratados: los carbonatos de este grupo son: Malaquita, Gaylusita, trona, nesquehonita, lansfordita, termonatrina, natron, lantanita, calkinsita, tenerita, lokkaíta, hidromagnesita, entre otros.

✓ Grupo de la Calcita: está compuesto principalmente de carbonato de calcio. Después del cuarzo, es el más abundante de todos los minerales de la Tierra. Es el constituyente elemental de distintos tipos de rocas sedimentarias (calizas, travertinos), o metamórficas (mármoles, esquistos calcáreos). Su importancia industrial radica en que es la materia prima para la preparación de la cal.

La calcita adopta una amplia variedad de formas cristalinas: romboedros más o menos agudos, escalenoedros que confieren la típica forma aguda, y prismas que en combinación entre ellos dan al cristal un carácter muy variado. No faltan también cristales muy aplanados o foliados, de extrema fragilidad, o bien lenticulares que reunidos pueden dar lugar a delicadas "inflorescencias" de notable efecto estético.

Entre las variaciones de color son importantes las coloraciones rosáceas o marrones con inclusiones diseminadas de hematites o cuprita; verde, de clorita o de malaquita y amarillas, cuya coloración está determinada por trozos de hierro que están casi siempre.

✓ Grupo del Aragonito: el aragonito es un carbonato de calcio. Es más duro y menos común o estable que la calcita, mineral en el que se puede transformar tras intervalos geológicos de tiempo. Se encuentra en ambientes metamórficos de baja temperatura y alta presión; en depósitos sedimentarios de fuentes calientes y géiseres; en formaciones yesoso-salíferas; en zonas de alteración de yacimientos metalíferos; en rocas basálticas alteradas.

Debido al modo de presentarse el mineral existen variedades. Se puede presentar en cristales prismáticos a menudo polimaclados; en gruesos cristales pseudo-hexagonales estriados; en agregados laminares, radiales, columnares; en masas coraloideas, pisolíticas, estalactíticas o terrosas. El color es muy variado, tanto que son conocidos ejemplares de casi todas las tonalidades.

✓ Grupo de la Dolomita: la dolomita es un carbonato de calcio y magnesio de fórmula química $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, con una dureza de 3.5 a 4 de excelente exfoliación y fractura concoide, presenta un color de raya blanco y es incoloro con un brillo vítreo o nacarado, forma la roca denominada dolomía, también es uno de los minerales más difundidos en las rocas sedimentarias carbonatadas, se forma por la acción del agua rica en magnesio, sobre depósitos calcáreos, se presenta en cristales y en masas espáticas a sacaroideas o bien en masas cavernosas. Se produce por una progresiva sustitución del calcio por el magnesio, proceso que es denominado dolomitización, algunas veces está presente también en filones hidrotermales, de baja temperatura y en rocas metamórficas.

En forma de mineral se utiliza como fundente, en la industria siderúrgica, en la producción de cales ricas en magnesio; elaboración de fertilizantes y acondicionadores de suelo; como mármol en revestimientos arquitectónicos. Una vez pulverizado, se utiliza en la industria de la pintura y el hule, calcinada se emplea en la fabricación de tubería, tabiques y laminas de estuco; en la manufactura de lana mineral y fuente para la obtención de magnesio y en la industria farmacéutica, además de servir en ciertos cementos especiales. El magnesio entra en la composición de muchas rocas y en mayor cantidad de las dolomíticas. El metal se obtiene por medio de la electrólisis, también de la carnalita.

3.12.3.7 Nitratos: son las sales del ácido nítrico. Son minerales raros y se conocen de ellos pocas especies. Los más difundidos son los de sodio y los de potasio, pero también se han encontrado de cationes divalentes Ca^{+2} , Mg^{+2} , Ba^{+2} y Cu^{+2} . Los nitratos son estructuralmente semejantes a los carbonatos.

El enlace N-O de los nitratos es más fuerte que el enlace C-O de los carbonatos, por lo cual los nitratos se descomponen con los ácidos con mayor dificultad que los carbonatos. Los nitratos son, en su mayor parte, solubles en agua. Por calentamiento

sobre carbón desprenden oxígeno, lo cual puede comprobarse si se avivan las combustiones.

Los nitratos son escasos en la Naturaleza y aparecen formando depósitos salinos en zonas cálidas y secas. Estos depósitos se forman con la intervención de bacterias o en procesos atmosféricos como descargas eléctricas que transforman el nitrógeno del aire en ácido nítrico. También pueden encontrarse nitratos en los evaporatos formados al secarse ciertos lagos. Los nitratos de cobre aparecen en yacimientos de este metal situados en zonas tórridas, como consecuencia de procesos *de* alteración.

3.12.3.8 Boratos: están formados por la combinación de un anión borato ($B_4O_7^{2-}$) con un metal. Los minerales que pertenecen a este grupo son bastante raros en la naturaleza y se originan por desecación de cuencas lacustres saladas. El borato ion es BO_3^{3-} , forma sales con los elementos metálicos. El boro encontrado en naturaleza está comúnmente como mineral del borato. El boro también se encuentra combinado con silicato al complejo de la forma borosilicate minerales por ejemplo tourmalines.

El borato existe en muchas formas. En condiciones ácidas y cercano-neutrales, está ácido bórico, escrito comúnmente como H_3BO_3 pero más correctamente $B(OH)_3$.

3.12.3.9 Sulfatos: son las sales o los ésteres del ácido sulfúrico. Contienen como unidad común un átomo de azufre en el centro de un tetraedro formado por cuatro átomos de oxígeno.

Los sulfatos inorgánicos son las sales del ácido sulfúrico. En la naturaleza se encuentran en forma de yeso, o aljez, (sulfato de calcio dihidratado $CaSO_4 \cdot 2 H_2O$), baritina (sulfato de bario) o sulfato de sodio (Na_2SO_4). Por oxidación se forma de los

sulfuros de muchos elementos cuando estos entren en contacto con el oxígeno del aire.

La mayor parte de los sulfatos se genera a partir de una base y del ácido sulfúrico o por reacción del ácido sulfúrico con el metal esto puede generar trasplantes en el átomo de oxígeno.

3.12.3.10 Cromatos: son sales del ácido crómico y del ácido dicrómico, respectivamente. Los cromatos contienen el ion CrO_4^{2-} , que les da un fuerte color amarillo. Los dicromatos poseen el ion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, por lo que son de un color anaranjado intenso.

Características de los Cromatos:

1. Los átomos de cromo se encuentran en estado de oxidación +6 en ambos, lo que hace que estos compuestos sean por lo general fuertes oxidantes.
2. En solución acuosa, el cromato y el dicromato se encuentran en equilibrio.



Al bajar el pH de la solución, predomina el ion dicromato, mientras el cromato predomina en un pH más alto. Esto es un clásico ejemplo del Principio de Le Châtelier. La concentración de cromato también afecta al equilibrio.

Son usados en análisis ambiental para medir la Demanda Química de Oxígeno. Son cancerígenos. Todos los compuestos con cromo en estado de oxidación 6+ son considerados tóxicos y cancerígenos. Al ser usados como tituladores en una reacción

de óxido-reducción, son reducidos a cromo (III), Cr^{3+} , de un color verdeazulado. Las sales de sodio (Na^+), potasio (K^+), y amonio (NH_4^+) son sólidos cristalinos solubles en agua y son los cromatos y dicromatos más comúnmente usados como reactivos. En general, los cromatos y dicromatos de metales pesados son poco o nada solubles en agua por lo que carecen de utilidad como reactivos.

3.12.3.11 Molibdatos: presentan unos grupos aniónicos con disposición tetraédrica deformada, debido al gran tamaño que tienen, tanto el Mo^{+6} , como el W^{+6} . Como consecuencia, no es posible el intercambio de estos elementos con el S^{+6} , pero sí que se pueden intercambiar entre sí, de tal forma que existen series minerales donde se dan sustituciones Mo-W sin cambios apreciables en las estructuras y en las propiedades.

La wulfenita o plomo amarillo (molibdato de plomo), junto con la molibdenita (sulfuro de molibdeno), es la principal y más abundante mena de Mo. Otros minerales importantes de molibdeno son la powellita (molibdato de calcio) y la molibdita (trióxido de molibdeno). Normalmente, estos minerales se encuentran asociados a granitos. También es posible encontrarles asociados a sulfuros en yacimientos hidrotermales y pneumatolíticos.

3.12.3.12 Fosfatos: son las sales o los ésteres del ácido fosfórico. Tienen en común un átomo de fósforo rodeado por cuatro átomos de oxígeno en forma tetraédrica. Los fosfatos secundarios y terciarios son insolubles en agua, a excepción de los de sodio, potasio y amonio.

✓ Grupo del apatito: el apatito es un fosfato de calcio. Se presenta como componente accesorio de muchas rocas y cristales individualizados en las pegmatitas y en los yacimientos metalíferos, sobre todo en los hidrotermales formados por altas

temperaturas como los filones de estaño y en fisuras alpinas. El apatito es uno de los componentes de los huesos y del esmalte de los dientes.

3.12.3.13 Arseniatos: el arsénico no se presenta mayoritariamente en estado de oxidación +5. Se puede encontrar arsénico nativo en meteoritos (sólo o en aleaciones) y en algunos depósitos arsenicales. También son frecuentes los arseniuros y sulfoarseniuros de elementos calcófilos (Cu, Ag, Pb, Co, Ni,...) entre los que se encuentran numerosas menas metálicas.

Aunque en muchos aspectos la química del As^{+5} y la del P^{+5} se parecen, conviene tener en cuenta el mayor carácter oxidante que presentan los arseniatos y por lo tanto su mayor inestabilidad en algunos medios.

La mayor parte de los arseniatos se encuentran asociados a las propias menas metálicas de las que proceden por oxidación de los arseniuros y sulfoarseniuros. Sólo una mínima parte del As^{+5} se encuentra en disoluciones o sustituyendo al P^{+5} en algunos fosfatos.

3.12.3.14 Vanadatos: en la Litosfera se conocen compuestos tri-, tetra- y pentavalente de vanadio. Todos ellos y, en particular el V^{+5} , tienen tendencia a formar compuestos oxigenados. La mayor parte de los minerales de vanadio que se conocen son vanadatos. No se conocen muchos vanadatos de origen ígneo, aunque sí que se conocen casos de sustitución de V^{+5} por otros elementos en silicatos o en fosfatos como el apatito.

Los vanadatos se encuentran fundamentalmente en ambientes oxidantes (sedimentarios), aunque son minerales raros y se consideran curiosidades mineralógicas. Estos minerales se forman por la interacción entre disoluciones termales ricas en vanadio (procedentes de zonas más o menos profundas) y minerales,

generalmente ricos en metales, incluso uranio y otras tierras raras que se encuentran cerca de la superficie terrestre. La presencia de vanadio en disoluciones termales está provocada por el previo contacto de las mismas con minerales ricos en este elemento que se encuentran a cierta profundidad. Cuando estas disoluciones alcanzan la zona superficial de la Corteza se produce la oxidación de los compuestos de vanadio a vanadatos. La reacción entre estas disoluciones y los minerales mencionados da lugar a la formación de especies tales como vanadinita, carnotita, tyuyamunita, descloizita, mottramita, pucherita, etc.

También se encuentran vanadatos en arcillas, pizarras y menas oxidadas de hierro y aluminio. En muchas pizarras bituminosas, carbones y petróleos aparece vanadio en estados de oxidación menores, al tratarse de medios reductores.

3.12.4 Silicatos

Corresponde al grupo de minerales de mayor abundancia, pues constituyen más del 95% de la corteza terrestre, además del grupo de más importancia geológica por ser petrogénicos, es decir, los minerales que forman las rocas. Todos los silicatos están compuestos por silicio y oxígeno. Estos elementos pueden estar acompañados de otros entre los que destacan aluminio, hierro, magnesio o calcio.

Los silicatos forman materiales basados en la repetición de la unidad tetraédrica SiO_4^{4-} . La unidad SiO_4^{4-} tiene cargas negativas que generalmente son compensadas por la presencia de iones de metales alcalinos o alcalinotérreos, así como de otros metales como el aluminio.

Los silicatos forman parte de la mayoría de las rocas, arenas y arcillas. También se puede obtener vidrio a partir de muchos silicatos. Los átomos de oxígeno pueden compartirse entre dos de estas unidades SiO_4^{4-} , es decir, se comparte uno de los

vértices del tetraedro. Por ejemplo, el disilicato tiene como fórmula $[\text{Si}_2\text{O}_5]^{6-}$ y, en general, los silicatos tiene como fórmula $[(\text{SiO}_3)^{2-}]_n$.

En el caso de que todos los átomos de oxígeno estén compartidos, y por tanto la carga está neutralizada, se tiene una red tridimensional denominada sílice o dióxido de silicio, SiO_2 .

En los aluminosilicatos un átomo de silicio es sustituido por uno de aluminio.

3.12.4.1 Neosilicatos: neso=isla Los neosilicatos son silicatos, compuestos por silicio y oxígeno, con uniones iónicas y covalentes. Esta propiedad les otorga la posibilidad de unirse a otros iones ampliando sus estructuras. Los neosilicatos corresponden a la unión de un átomo de silicio con cuatro átomos de oxígeno, conformando un tetraedro aislado el cual puede tener un enlace iónico con un metal como por ejemplo sodio, calcio, hierro, aluminio, potasio, magnesio, etc. Sus fórmulas serán $(\text{SiO}_4)^{4-}$.

✓ Grupo fenacita: del grupo de los silicatos, de color pardo, crema, rojo, blanco, amarillo de brillo vítreo a nacarado, su hábito es laminar, prismático o en agregados fibrorradiados.

✓ Grupo olivino: se engloban en este grupo los minerales cuya composición corresponde a la fórmula: M_2SiO_4 ó $(\text{M,N})_2\text{SiO}_4$; donde M y N pueden ser: Mg, Fe, Mn, Ca, Pb, Zn, e incluso Ni. En algún caso se ha encontrado Ti sustituyendo al Si.

Tradicionalmente se da el nombre de olivino o peridoto cuando los cationes son Mg y Fe, existiendo una serie mineral cuyos extremos son la fayalita (Fe_2SiO_4) y la forsterita (Mg_2SiO_4). Tales extremos son muy raros en la naturaleza, pero algunos de

los compuestos incluidos en la mencionada serie son relativamente frecuentes. Otras series, como la fayalita (Fe_2SiO_4) - tefroita (Mn_2SiO_4) y la forsterita (Mg_2SiO_4) - tefroita (Mn_2SiO_4) son más raras. Tampoco son frecuentes las demás especies del grupo. Los términos de la serie forsterita (Mg_2SiO_4) - fayalita (Fe_2SiO_4) presentan altos puntos de fusión, comprendidos entre 1205 y 1890°C y aparecen en materiales ígneos que han cristalizado en la etapa ortomagmática a partir de magmas pobres en Si y ricos en Fe y Mn (magmas básicos y ultrabásicos).

Los minerales de este grupo son fácilmente alterables, bien por la acción de soluciones hidrotermales, o bien por procesos de meteorización.

✓ Grupo del granate: el granate pertenece a un grupo de minerales que presentan cristales en forma de dodecaedros o trapezoedros. Pertenecen a los nesosilicatos y tienen la misma fórmula química: $\text{A}_3\text{B}_2(\text{SiO}_4)_3$.

Los elementos químicos que pueden estar presentes en esta formulación son, sobre todo, calcio, magnesio, aluminio, hierro (II), hierro (III), romo (III), manganeso y titanio.

El granate no tiene una fractura definida. Se suelen formar fracturas en forma de concha o irregulares. Hay variedades muy duras que se utilizan como abrasivos. La dureza en la escala de Mohs es de 6,5-7,5. Su densidad es de 3,1-4,3 g/ml. Su brillo se parece al vidrio o a la resina. Pueden ser transparentes u opacos.

El nombre granate deriva del latín granatus, "con granos". Posiblemente se refiere al malum granatum —árbol de la granada—, planta cuyas semillas tienen forma, tamaño y color parecidos a los de algunos cristales de granate.

✓ Grupo de la humita: estructura muy parecida a la del olivino con capas paralelas a {100} y con capas alternas de composición $Mg(OH,F)_2$. El reemplazamiento de F por OH es generalizado. Minerales escasamente extendidos, apareciendo en calizas y dolomías metamorfizadas y metasomatizadas o en silicatos cálcicos con depósitos minerales. Presentan como fórmula general: $A_2(SiO_4)$ ó $nA_2(SiO_4).A(OH)_2$.

3.12.4.2 Sorosilicatos (soro=grupo) $Si/O=0.29 Si_2O_7^{-6}$: grupos de 2 tetraedros unidos por un vértice. Las valencias libres se saturan con cationes. También se han encontrado grupos de 3 y más tetraedros que pueden incluirse en esta subclase.

3.12.4.3 Ciclosilicatos (ciclo=anillo) $Si/O=0.33 Si_nO_{3n}^{-2n}$ (n=3,4,6): grupos de tetraedros (3,4 ó 6) unidos en disposición anular. Suelen presentarse en hábitos prismáticos característicos (trigonales, tetragonales o hexagonales)

3.12.4.4 Inosilicatos (ino=cadena) $Si/O=0.33 Si_2O_6^{-4}$ $Si/O=0.36 Si_4O_{11}^{-6}$: Cadenas sencillas o dobles con un número indefinido de tetraedros en una dirección espacial determinada que dan al mineral aspecto fibroso y exfoliación prismática según dos direcciones. Estos minerales son de gran importancia petrológica.

✓ Grupo piroxeno: los piroxenos son silicatos monoclinicos de hierro, magnesio y calcio.

De brillo vítreo, son inalterables por el ácido clorhídrico. Los piroxenos con hierro son oscuros, los que carecen de este elemento suelen ser blancuzcos, grises o de color verde claro. Se encuentran presentes como constituyentes principales de muchas rocas ígneas. Químicamente tienen un parecido a los anfíboles pero se diferencian de estos por tener un plano de exfoliación de 90° . Su fórmula general es $(Ca,Mg,Fe)SiO_3$.

✓ Grupo piroxenoide: Si bien comparten con los piroxenos una relación de $\text{Si/O} = 1/3$, los piroxenoides no tienen la misma estructura que éstos. Las cadenas de SiO_2 coordinadas por cationes octaédricos son menos simétricas que en el caso de los piroxenos, lo que les confiere un hábito fibroso y una exfoliación de tipo astilloso.

✓ Grupo de anfíboles: la composición química de los miembros de 1 grupo de los anfíboles puede representarse por la fórmula general $\text{W}_0\text{-1X}_2\text{Y}_5\text{Z}_8\text{O}_{22}(\text{OH},\text{F})_2$, en donde W representa Na^+ y K^+ en la posición A; X significa Ca^{2+} , Na^+ , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} y Li^+ en las posiciones M4; Y representa Mn^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} y Ti^{4+} en las posiciones M1, M2 y M3; y Z se refiere a Si^{4+} y Al^{3+} en las posiciones tetraédricas. Esencialmente la sustitución iónica completa puede tener lugar entre Na y Ca y entre Mg, Fe^{2+} y Mn^{2+} . Existe una sustitución limitada entre Fe^{3+} y Al y entre Ti y otros iones de tipo Y; y una sustitución parcial de Al por Si en las posiciones tetraédricas de las cadenas dobles. La sustitución parcial de F y O por OH en las posiciones hidroxilicas es también común. (1).

La estructura de los anfíboles está basada en una doble cadena Si_4O_{11} dirigida paralelamente al eje C. El diagrama ilustra esta cadena, así como la banda octaédrica a la que aquélla está ligada. La estructura contiene diversas posiciones catiónicas denominadas A, M4, M3, M2, M1, así como posiciones tetraédricas en las cadenas. La posición A posee coordinación 10 a 12 con el oxígeno y OH y alberga principalmente Na y a veces pequeñas cantidades de K. La posición M4 tiene coordinación 6 a 8 y alberga cationes tipo X. Los octaedros M1, M2 y M3 acomodan cationes tipo Y y comparten las aristas para formar bandas octaédricas paralelas a c. Las posiciones M1 y M3 están coordinadas por 4 oxígenos y dos grupos (OH,F) mientras que la M2 está coordinada por seis oxígenos. El diagrama muestra la estructura monoclinica de los anfíboles y la distribución de las posiciones catiónicas, tal como aparecería en una dirección paralela al eje c. Las bandas 't-o-t' son

aproximadamente el doble de ancho (en la dirección b) que las equivalentes t-o-t de los piroxenos, debido a que la anchura de la cadena es doble en los anfíboles. (1).

A los anfíboles se les pueden asignar un de tres grupos especiales: 2 monoclinicos y uno ortorrómbico. La hornblenda es un claro ejemplo del sistema monoclinico. El grupo especial ortorrómbico está dado por la presencia de cationes de tamaño pequeño en M4, M3, M2 y M1.

3.12.4.5 Filosilicatos (filo=hoja) Si/O=0.40 $\text{Si}_4\text{O}_{10}^{4-}$: cada tetraedro comparte 3 vértices con otros tantos tetraedros, dando a una disposición "ilimitada" bidimensional. Es frecuente la presencia de grupos OH⁻, H₂O, F⁻, etc. Ello hace que sean blandos, posean exfoliación basal, presenten alta birrefringencia y su hábito sea frecuentemente laminar pseudo hexagonal.

✓ Grupo de la serpentinita: los representantes más importantes de este grupo son la antigorita (serpentina hojosa o escamosa) y el crisotilo (serpentina fibrosa), el cual es considerado por algunos autores como una variedad de la antigorita. Estos materiales (entre otros) se emplean como materia prima la fabricación de amianto. Existen 3 tipos de crisotilo:

1. Clinocrisotilo: Monoclinico.
2. Ortocrisotilo: Ortorrómbico.
3. Paracrisotilo: Ortorrómbico. Poco conocido.

Todos ellos suelen aparecer juntos y en las mismas condiciones.

Por su aspecto, el crisotilo suele confundirse con algunos anfíboles fibrosos, pero si se realiza un calentamiento en tubo cerrado, puede verse que el crisotilo desprende mucho más agua que los mencionados minerales.

✓ Grupo de la arcilla: en las arcillas deben ser consideradas 3 fases: una fase gaseosa, otra fase líquida y la fase sólida que es la más importante en términos cuantitativos. A su vez, los componentes de la fase sólida pueden ser crystalinos o amorfos, o bien, por otro lado orgánicos e inorgánicos. Los materiales inorgánicos representan, aproximadamente el 95% de la fase sólida (aunque en algunos casos puede ser bastante menor). La mayor parte de los componentes inorgánicos son cristalinos y de ellos la mayoría son aluminosilicatos con pequeño tamaño de grano. En cantidades muy variables están presentes carbonatos (calcita y dolomita), óxidos (sílice, magnetita, hematites), hidróxidos (goethita o limonita, gibbsita, diaspora, brucita), sulfatos (yeso) y fosfatos (evansita). En cuanto a los aluminosilicatos, la mayoría son filosilicatos, tales como micas (incluida illita), cloritas, esmectitas, kanditas, vermiculitas, sepiolita o paligorskita.

Las arcillas, al igual que el resto de los filosilicatos, presentan una estructura basada en el apilamiento de planos de iones oxígeno e hidroxilos. Los grupos tetraédricos $(\text{SiO})_4^{4-}$ se unen compartiendo tres de sus cuatro oxígenos con otros vecinos formando capas, de extensión infinita y fórmula $(\text{Si}_2\text{O}_5)^{2-}$, que constituyen la unidad fundamental de los filosilicatos. En ellas los tetraedros se distribuyen formando hexágonos. El silicio tetraédrico puede estar, en parte, sustituido por Al^{3+} o Fe^{3+} .

Estas capas tetraédricas se unen a otras octaédricas de tipo gibbsita o brucita. En ellas algunos Al^{3+} o Mg^{2+} , pueden estar sustituidos por Fe^{2+} o Fe^{3+} y más raramente por Li, Cr, Mn, Ni, Cu o Zn. El plano de unión entre ambas capas está formado por los oxígenos de los tetraedros que se encontraban sin compartir con

otros tetraedros (oxígenos apicales), y por grupos $(OH)^-$ de la capa brucítica o gibsitica, de forma que, en este plano, quede un $(OH)^-$ en el centro de cada hexágono formado por 6 oxígenos apicales. El resto de los $(OH)^-$ son reemplazados por los oxígenos de los tetraedros

✓ Grupo de las micas: las micas son minerales pertenecientes a un grupo numeroso de silicatos de alúmina, hierro, calcio, magnesio y minerales alcalinos caracterizados por su fácil exfoliación en delgadas láminas flexibles, elásticas y muy brillantes, dentro del subgrupo de los filosilicatos. Su sistema cristalino es monoclínico. Generalmente se las encuentra en las rocas ígneas tales como el granito y las rocas metamórficas como el esquisto. Las variedades más abundantes son la biotita y la moscovita.

Las micas figuran entre los minerales más abundantes de la naturaleza. En total constituyen aproximadamente 3,8% del peso de corteza la terrestre, encontrándose, fundamentalmente en rocas intrusivas ácidas y esquistos micáceos cristalinos. Se encuentra en la naturaleza junto con otros minerales (cuarzo, feldespato) formando vetas dentro de rocas, generalmente, duras. Es necesario realizar voladuras de las rocas para después eliminar los minerales extraños y obtener así la llamada mica en bruto. El rendimiento de esta explotación es muy bajo. Normalmente se cifra en un 1% a un 2%, raramente se llega al 10%. La mica en bruto es posteriormente exfoliada, recortada y exfoliada de nuevo para pasar a ser clasificada de acuerdo con el tamaño de los cuadrados obtenidos. Posteriormente, es clasificada de nuevo atendiendo a la transparencia, contenido de minerales extraños, lisura de la superficie, etc.

✓ Grupo de las cloritas: Clorita es el nombre genérico de unos aluminosilicatos, del grupo de los filosilicatos, en algunos de los cuales predomina el

hierro, mientras que en otros es más importante la proporción de manganeso y de otros metales.

El término clorita procede del griego *chloros*, que significa verde, en alusión al color predominante en todos los minerales de este grupo. Son minerales de origen metamórfico que cristalizan en el sistema monoclínico y que se encuentran en forma de láminas flexibles de color verde.

3.12.4.6 Tectosilicatos (tecto=arquitectura) $\text{Si}/\text{O}=0.50$ $\text{Si}_{n-x}\text{Al}_x\text{O}_{2n-x}$: estructuras tridimensionales indefinidas en donde todos los vértices de los tetraedros se comparten en todas las direcciones. Son los silicatos con estructura más compleja. Los minerales más característicos de esta subclase son los feldespatos.

✓ Grupo del cuarzo: El cuarzo es un mineral compuesto de dióxido de silicio (SiO_2) (también llamado sílice). No es susceptible de exfoliación, porque cristaliza en el sistema trigonal (romboédrico). Incoloro en estado puro, puede adoptar numerosas tonalidades si lleva impurezas (alocromático). Su dureza es tal que puede rayar los aceros comunes.

✓ Grupo de los feldespatos potásicos: los feldespatos potásicos cristalizan en 2 sistemas cristalinos diferentes según el grado de orden de su estructura atómica. Tipos de feldespatos potásicos:

1. Sanidina: es el cristal más desordenado y por esto más simétrico, es de simetría monoclínica y se forma a temperaturas relativamente altas. Los cristales de sanidina son delgados y tabulares. Sanidina a menudo se encuentra como fenocristales en rocas volcánicas y sus tobas.

2. Microclina: es el mineral de estructura atómica más ordenada, es de simetría triclinica y se forma a temperaturas más bajas. Con el micropolariscopio se puede identificar la microclina a través de su sistema laminar y enrejado o reticular.

3. Ortoclasa: se refiere a un estado intermedio entre ambos estados de orden, es de simetría monoclinica. Los cristales de ortoclasa son gruesos, tabulares o cortos prismáticos, a menudo son maclados según la ley de Karlsbad. La ortoclasa se encuentra a menudo en plutónicas ácidas. La densidad de los feldespatos alcalinos varía entre 2,5 y 2,6g/cm³.

✓ Grupo de las plagioclasas cálcicas: se llama plagioclasa a un grupo de feldespatos correspondiente a la clase de silicatos alumínicos de sodio y calcio variando las proporciones de éstos elementos, forman una serie isomórfica de solución sólida. Sus minerales principales son la albita y la anortita, en los extremos de la serie, teniendo todas las plagioclasas muchas características comunes con ambas. Debido a la importancia de la composición de las plagioclasas a la hora de la clasificación de las rocas ígneas, la serie se divide en 100 unidades, en función del porcentaje de anortita en una plagioclasa dada.

Cristalizan en el sistema triclinico, de donde toman su nombre, del griego plagios (oblicuo) y klasis (fractura). Los cristales simples y bien desarrollados son relativamente raros y más propios de la albita. Suelen presentar ciertos tipos de macla (de tipo polisintético), lo que permite diferenciar las plagioclasas de los feldespatos potásicos en láminas transparentes.

Grupo de los feldespatoides: los feldespatoides son un grupo de tectosilicatos minerales parecidos a los feldespatos pero con una estructura diferente y aproximadamente un tercio menos de contenido de sílice son silicatos anhidricos

formados a partir de soluciones alcalinas. Se los encuentra en rocas ígneas, aunque son poco usuales.

La cristalización de feldespatoideos a partir del magma se produce cuando éste no contiene suficiente silicio para formar junto con potasio, sodio y aluminio un feldespato, por ser la roca ígnea de composición básica o ultrabásica. Tienden a mostrar cavidades estructurales mayores que los feldespatos, debido a sus enlaces tetraédricos de cuatro y seis miembros, distinguiéndose por su capacidad de contener aniones extraños, tales como Cl, CO₃, o SO₄.

Los minerales que presentan únicamente aniones silicato se denominan feldespatoideos simples, mientras que los que incluyen aniones extraños se clasifican como feldespatoideos complejos.

✓ Serie de las escapolitas: las escapolitas son minerales metamórficos cuyas fórmulas recuerdan las de los feldespatos. La estructura de la escapolita consta de un armazón de tetraedros de SiO₄ y AlO₄ en las cavidades de las cuales se disponen iones Ca, Na y grupos aniónicos CO₃, Cl₂ y SO₄. Existe una serie completa de soluciones sólidas entre la marialita Na₄(AlSi₃O₈)₃(Cl₂,CO₃,SO₄) y la meionita - Ca₄(Al₂Si₂O₈)₃(Cl₂,CO₃,SO₄) con sustitución completa de Na por Ca y parcialmente de Si por Al, denominándose wernerita a los términos intermedios de la serie.

✓ Grupo de las zeolitas: las zeolitas son aluminosilicatos de elementos alcalinos y alcalino-térreos, cuya fórmula general corresponde a: (Na,K,Ca,Ba)[(Al,Si)O₂]_n.xH₂O. Químicamente se caracterizan por las relaciones: $O/(Al+Si) = 2 Al_2O_3/(Ca,Sr,Ba,Na_2,K_2)O = 1$.

Los elementos alcalinos que están presentes son Na y K (en menor medida). Entre los alcalino-térreos el más importante es el Ca y, en menor proporción el Ba.

No contienen Fe, salvo en algún caso a nivel de impurezas. La principal característica de las Zeolitas es que su contenido en agua es variable.

Estructuralmente se caracterizan por un entramado tridimensional de tetraedros (Si,Al)O₄, en donde existen grandes cavidades y canales de comunicación en donde se alojan las moléculas de agua y los cationes, ambos tipos de entes con un elevado grado de libertad, lo cual explica la gran capacidad de cambio catiónico y la deshidratación reversible que las caracteriza. Por este motivo se emplean como tamices moleculares, pudiéndose emplear para la desionización de aguas y, en general, como intercambiadores de iones.

La pérdida de agua por calentamiento es progresiva, sin que varíe esencialmente la estructura, sin embargo, sí que varían las propiedades ópticas con la cantidad de agua. Esto se traduce en que la curva de termogravimetría que representa el desprendimiento de agua no presenta puntos de inflexión, al contrario que las de otras sales hidratadas (sulfatos, etc.) que sí que los dan y reflejan la variación de la estructura cuando se pierde agua.

El origen de las zeolitas es muy diverso, siendo fundamentalmente secundarias, como producto de la acción de aguas termales sobre aluminosilicatos (feldespatos y otros) a través de grietas y cavidades. También existen zeolitas hidrotermales, como la natrolita, producto de la cristalización a partir de soluciones magmáticas residuales. Otras zeolitas son producto del metamorfismo de grado muy bajo de ciertas rocas básicas. Algunas zeolitas metamórficas son la laumontita (considerada como termómetro del metamorfismo), la heulandita y la wairakita.

Con mucha frecuencia las zeolitas aparecen en yacimientos de cobre, plata, pirrotina y magnetita, encontrándose relacionadas con los productos de la alteración de tales materiales mediante soluciones alcalinas.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipo y diseño de la investigación

4.1.1 Tipo de investigación

La metodología que apoyó la investigación, se clasifica según nivel o profundidad con la que se emprenderá el tema. Esto implica que el nivel predominante en la investigación es descriptivo; tal como lo expresa Sabino, C. (2006), define la investigación descriptiva “Como aquellas investigaciones que utilizan criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos de estudio, proporcionado de este modo información sistemática y comparable con de las otras fuentes”.

4.1.2 Diseño de investigación

El diseño de nuestra investigación corresponde a una tipo documental, debido a que consiste en la recopilación bibliográfica e información obtenida del internet. La revisión de la literatura y en general, la elaboración de las bases teóricas, constituyen un marco de referencia para interpretar los resultados obtenidos en la investigación.

4.2 Población y muestra de la investigación

4.2.1 Población objeto de estudio

Según Balestrini, V. (2001), se define: “una población o universo puede estar referido a cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características, o una de ellas, y para el cual serán válidas las

conclusiones obtenidas en la investigación”. En este sentido, la población que se estudia en la presente investigación, está constituida aproximadamente por 87 muestras minerales, pertenecientes a toda Venezuela.

4.2.2 Muestra

Los autores definen la muestra como “un subgrupo de la población. Es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”. Para la presente investigación, la muestra está representada por 87 muestras minerales, que representan minerales a nivel nacional.

4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para llevar a cabo el presente trabajo de investigación fue necesario utilizar una serie de técnicas e instrumentos que permitieron primeramente, recolectar los datos y la información necesaria para su desarrollo y por otra parte, el análisis e interpretación de los mismos. Todas estas técnicas e instrumentos se mencionan a continuación.

4.3.1 Revisión bibliográfica

Suministra información de distintas fuentes referentes al tema en estudio, contribuyendo así con aportes técnicos, los cuales permiten facilitar el desarrollo de la investigación; entre estos tenemos: Libros, trabajos de grado, publicaciones en internet.

4.3.2 Observación directa

Esta permitirá observar e identificar al investigador de forma física la situación actual del problema, por medio de un contacto directo con el área en estudio sin intermediario.

4.3.3 Asesorías académicas

A través de asesorías brindadas por el tutor académico se permite esclarecer dudas existentes en el lapso de la elaboración del proyecto.

4.3.4 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos empleados son los siguientes:

Entre estos materiales tenemos; tijeras, papel de hilo, cinta decorativa, silicón líquido, marcadores, pintura de aceite, pintura de agua, brochas.

4.4 Recopilación y validación de la información

La metodología usada para obtener los datos documentales fueron los siguientes:

4.4.1 Recopilación bibliográfica

Se revisó la teoría referente a los minerales pertenecientes a Geos-Venezuela, la recopilación de información de direcciones electrónicas en la WEB , trabajos de grado, revistas, folletos, entre otros relacionados también a este tópico, con la finalidad de tener bien claro la clasificación de dichos fósiles, de acuerdo a su modo

de vida, a su anatomía, su edad, y otras características relacionadas a su clasificación. Sistemáticamente, también se realizó la revisión de la reseña histórica de la UDO y del Museo, para tener una idea de la historia y de los años que tienen en funcionamiento dichas instalaciones.

4.4.2 Traslado de las muestras de minerales a la sala Geos-Venezuela

Se hizo reconocimiento del área en donde se encontraban dichas muestras, para conocer cuantas muestras se iban a clasificar, posteriormente fueron trasladadas con la ayuda del personal 6 que laboran en el museo hacia la sala Geos-Venezuela, ya que en la sala Geos-Mundo donde estaban ubicadas anteriormente se encuentra en total abandono.

A continuación se presenta esquemáticamente la metodología desarrollada en este trabajo de grado, en el cual se observa cada una de las etapas principales a seguir para el cumplimiento de los objetivos propuestos (Figura 4.1).

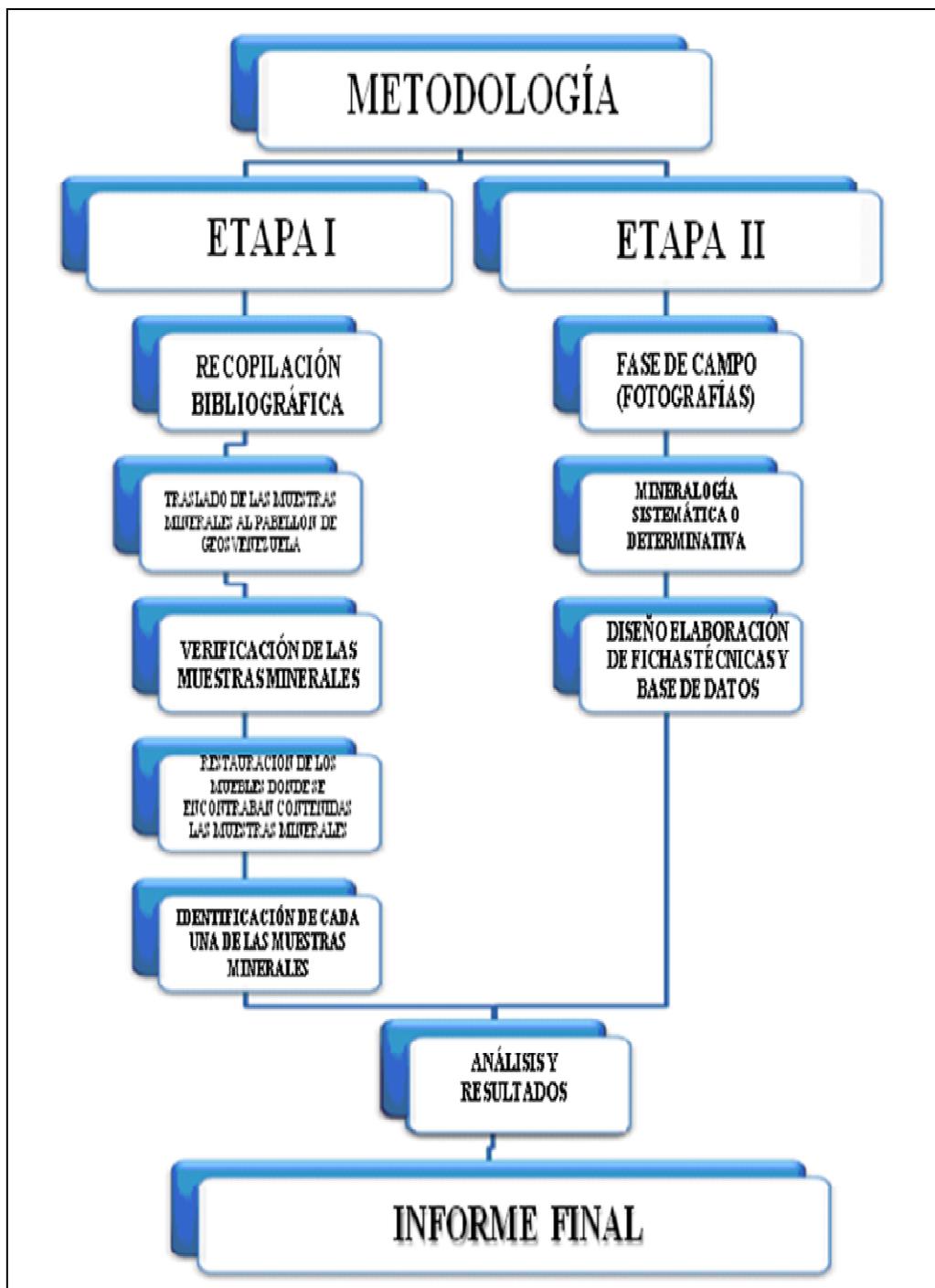


Figura 4.1 Representación esquemática de la metodología.

4.4.3 Verificación de las muestras minerales

Para la manipulación de las muestras objeto de estudio se utilizó la siguiente nomenclatura Muestra Mineral 1, Muestra Mineral 2, Muestra Mineral 3, etc y así sucesivamente hasta llegar a la Muestra Mineral 87 para facilitar el manejo y diferenciación de la población de las muestras.

4.4.4 Restauración de los muebles donde se encuentran contenidas las muestras minerales

Se procedió a cuantificar los daños que presentaba los muebles, para de esa manera obtener los materiales necesarios para su posterior restauración, dicho muebles se limpio, lijo y pinto, para así ordenar las muestras minerales.

4.4.5 Identificación de cada una de las muestras minerales

Para lograr dicha identificación se utilizaron libros, folletos, revistas, módulos, con ilustraciones que fueran útiles para identificar a las muestras minerales, y agregarle en su tarjeta de identificación, la información requerida para la clasificación Sistemática.

Se reconocieron en el museo las distintas clases minerales, los cuales conforman la vitrina de minerales de Venezuela, para evaluar su procedencia, y sus características físicas. Se realizaron entrevistas no estructuradas al personal que labora en el museo, para recopilar información referente a su historia, o cualquier otra información que fuese de utilidad.

4.5 Fase de campo

Se hizo una visita de campo en dirección al Rio Marhuanta. Ciudad Bolívar, Estado Bolívar en la cual se encontraron tres (3) muestras minerales que luego de un análisis se comprobó que dos (2) muestras eran de Ágata y una de Biotita que nos sirvieron como muestra de investigación.

4.6 Mineralogía sistemática o determinativa

Estudia los minerales y los clasifica sistemáticamente según su estructura y composición. Además de sus variantes y sus relaciones con otras especies.

Los procedimientos para identificar los minerales, es decir, conocer su composición química y su estructura, consiste en investigar las propiedades físicas y químicas que los caracterizan. Algunos de estos métodos son complejos y determinan a la vez ambos factores, otros son procedimientos físicos sencillos que permiten diferenciar unas especies de otras a partir del estudio de las propiedades físicas.

4.6.1 Procedimientos físicos

4.6.1.1 Color

Esta propiedad no es concluyente -cualquier impureza, aun en pequeña cantidad, cambia el color de un mineral alocromático-, aunque existen variedades gemológicas que dependen exclusivamente del color: el corindón de color rojo es el rubí, pero cuando es azul es un zafiro; el berilo verde es la esmeralda.

4.6.1.2 Raya

El color de la raya es característico en algunos minerales y permite diferenciar especies semejantes. Por ejemplo, el oligisto tiene raya roja; la pirolusita, negra; y la goethita, pardo-

Amarillenta. Sin embargo su aspecto es muy parecido.

4.6.1.3 Dureza

Es un ensayo muy fácil de realizar que permite diferenciar minerales de apariencias muy semejantes, como la calcita (dureza 3) y el cuarzo (dureza 7). Tiene el inconveniente de que debe rayarse el ejemplar, por lo que no es muy aplicable en gemología.

A veces se obtiene información comparando la dureza de la muestra problema con la de algunos elementos fáciles de conseguir y cuya dureza es, por lo tanto, conveniente conocer: la dureza de la uña es aproximadamente 2,5; la de una hoja de navaja supera mínimamente 5; el vidrio tiene dureza 5,5; y el cuarzo, tal como aparece en la escala de Mohs, 7.

Conviene recordar que en los ensayos determinativos de dureza se puede caer en algunos errores fáciles de evitar si se conocen. Por ejemplo, cuando con un cuerpo se intenta rayar otro, hay que asegurarse de que la raya corresponda realmente a un arañazo sobre la superficie que se ensaya, pues puede ocurrir que el material con el que pretendemos rayar se desgaste sobre dicha superficie por ser más blando, y deje un trazo que se puede interpretar equivocadamente. Deberá pues, pasarse el dedo sobre la raya que se ha practicado, para ver si desaparece o se trata de una incisión permanente.

También es necesario asegurarse de que la superficie sobre la que se realiza la prueba no está alterada; para ello es conveniente utilizar superficies de fractura resistente.

El valor de la dureza, en muchos minerales depende de la dirección, pero las diferencias en general son tan pequeñas que en este tipo de pruebas la influencia de este factor es despreciable. Un caso extremo es la distena, que da valores entre 4 y 7.

Otras propiedades físicas descritas anteriormente, que son destructivas pero permiten diferenciar en algunos casos minerales parecidos, son la exfoliación y la fractura; por ejemplo, una masa de espato calizo se diferencia de un filón de cuarzo porque la calcita se exfolia formando planos que corresponden a las caras del romboedro (exfoliación romboédrica), y el cuarzo no presenta exfoliación, sino fractura concoidea.

4.6.1.4 Peso específico

La determinación del peso específico es sencilla y no destructiva, por lo que su empleo es frecuente en gemología. Generalmente se practica uno de los dos procedimientos siguientes:

Balanza hidrostática: se basa en el principio de Arquímedes; consiste en una balanza de precisión que tiene un soporte para colocar un recipiente lleno de agua, que se cuelga en uno de los brazos, y un contrapeso en el otro. Haciendo una pesada del mineral sin ponerlo dentro del agua y otra con el mineral sumergido, obtenemos los datos siguientes: A = peso de la muestra en el aire. B = peso de la muestra en el agua. $A - B$ = peso del volumen del agua desalojada. $A/B - B$ = peso específico.

Si se quiere lograr una determinación muy exacta y el agua no está a 4 °C, hay que aplicar factores de corrección.

Líquidos pesados: este método, por su sencillez, es de frecuente aplicación en gemología. Consiste en introducir la muestra en un líquido de peso específico conocido. Si se trata de un mineral más denso, se hunde; si es más ligero, flota; y si tiene el mismo peso específico, se queda en equilibrio en el interior del líquido.

Por lo común se emplea uno de los tres líquidos siguientes: bromoformo, peso específico 2,88; yoduro de metileno, peso específico 3,33; y la solución de Clerici, peso específico 4,15.

Estos líquidos se pueden diluir en agua para obtener una amplia gama de pesos específicos. Normalmente, en gemología se preparan líquidos cuyos pesos específicos coinciden con los de las principales gemas para detectar sus imitaciones; por ejemplo, solución de Clerici diluida hasta lograr un peso específico de 3,52, igual al del diamante; o más concentrada, de peso específico 4, igual al del corindón (rubí o zafiro).

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Rehabilitación y acondicionamiento del área de exhibición de las muestras de minerales pertenecientes a Geos-Venezuela.

Las muestras de minerales pertenecientes a Geos-Venezuela existentes en la sala de exposición Geos-Venezuela se encontraron en estado de abandono, rodeadas de polvo, sin ningún orden. Algunas muestras se situaban en bolsas y otras dentro de estantes con otros objetos, no contaban con clasificación alguna. Sin embargo, algunas muestras contenían etiquetas que indican su lugar de procedencia. (Figura 5.1).



Figura 5.1 Estado en que se encontró las muestras de minerales.

De igual manera los estantes pertenecientes a la exhibición de las muestras de dichos minerales y el área donde deberían estar ubicados los mismos dentro de la sala

de exposición Geos-Venezuela, estaban en estado de abandono, sucios, desordenados y deteriorados. Se observaba objetos dispersos en toda el área, además de calzados y ropas. (Figura 5.2 y 5.3).



Figura 5.2 Condiciones en las que fue encontrados los estantes.



Figura 5.3 Condiciones del área de exhibición de las muestras minerales pertenecientes a Geos-Venezuela, al inicio del estudio.

Aunado a esto, el Museo Geológico y Minero José Baptista Gomes se encuentra en proceso de remodelación, lo que conlleva a un desorden y desorganización general del área.

Por este motivo se procedió a realizar un acondicionamiento del lugar y la rehabilitación de los estantes destinados a la exhibición de las muestras minerales pertenecientes a Geos-Venezuela.

Para realizar esta labor, inicialmente se desocupó los estantes de todos los objetos que estaban dentro de ellos, tales como minerales, rocas y papeles, y algunos insectos.

Luego se procedió a lavar, lijar y pintar cada estante. Para esta última actividad, se escogió los colores negro y azul para mantener el diseño de los estantes de fósiles anteriormente recuperados por otro grupo de estudiantes.

Sin embargo, el interior de dichos estantes fue cubierto con foami de color azul y cintas decorativas, debido a que no se logró mejorar sus condiciones con sólo pintura.

Seguidamente, se acondiciona el área dentro de la sala de exposición GeosVenezuela destinada a la exhibición de las muestras de minerales pertenecientes a GeosVenezuela, limpiando, pintando, ordenando y organizando la misma, así como también colocando afiches y luces nuevas.

Finalizado esto, se trasladan los estantes ya rehabilitados al área de exhibición de las muestras estudiadas, para el posterior montaje de las mismas y próximas exhibiciones.

5.2 Análisis e identificación de las muestras minerales

Una vez recuperadas las muestras minerales pertenecientes a Geos-Venezuela que se encontraban en el pabellón Geos-Venezuela, se procede a realizar un análisis. Para ello, se observa minuciosamente las características físicas que presenta cada una de ellas, como son: la dureza, sistema cristalino. Peso específico, color, raya etc. Estas características denotan una idea clara del mineral que se está analizando.

A continuación se presenta los resultados de los análisis realizados a cada muestra, donde se evidencia las características correspondientes a cada una, así como también el nombre adaptado a dicho análisis.

5.2.1 Muestra mineral 1

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.4.



Figura 5.4 Muestra mineral 1.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 2,5 a 3. Raya: amarilla brillante. Color: amarillo, blanco amarillento. Transparencia: opaco, en láminas delgadas da un tono azul verdoso. Brillo: metálico. Exfoliación: no tiene. Fractura: astillosa. Otros caracteres de la cohesión: maleable, flexible. Morfología: cristales, escamas, hojas, filamentos, dendritas, pepitas. Densidad: 19,28 (oscila entre 15,5 y 19,3 según las impurezas). Sistema cristalino: cubico. Forma de los cristales: octaedros, dodecaedros, hexaedros, a menudo maclas o cristales con desarrollo unidireccional. Conductividad: buen conductor de la electricidad. Composición química teórica: Au 100%, variedad electrum con contenido de Ag (más del 20%), variedad cuproaurita con contenido en Cu, variedad porpezita con contenido en Pd, variedad rodita con contenido en Rh, variedad iraurita con contenido en Ir, oro platinado con contenido en Pt. También puede presentar cantidades variables de Te, Se, Bi. Propiedades: soluble en agua regia y KCN, reacciona rápidamente con Hg, funde al soplete produciendo pequeñas bolas brillantes. Diferencias: color, menor dureza, mayor densidad, maleabilidad; la calcopirita y la piritita son solubles en HNO_3 . Las inclusiones presente en este cuarzo pertenecen a oro.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a un Oro Au elemento nativo de los metales. Génesis: hidrotermal, en aluviones metalíferos, supergénica. Paragénesis: estibina, calcopirita, arsenopirita, piritita, cuarzo, telurio, minerales de plata.

Manipulaciones: limpiar mecánicamente, con agua o ácidos. Minerales parecidos: calcopirita, piritita.

5.2.2 Muestra mineral 2

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.5.



Figura 5.5 Muestra mineral 2.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 1,5 a 2. Raya: blanca a veces amarilla clara. Color: amarillo azufre, amarillo miel, pardo amarillento o amarillo verdoso (según las impurezas), las películas pulverulentas son blanquecinas. Transparencia: translucido. Brillo: adamantino en las superficies cristalinas, mate en fractura. Exfoliación: imperfecta. Fractura: concoidea, desigual. Morfología: cristales, agregados granulares, terrosos y pulverulentos; rellenos, estalactitas, recubrimientos. Densidad: 2,05 a 2,08. Sistema cristalino: ortorrómbico a temperatura normal (S alfa), por encima de 95,6 °C monoclinico (S – beta), amorfo (sulfurita). Forma de los cristales: bipiramidales, disfenoidales y en tablillas gruesas. Se encuentran, en ocasiones cristales con numerosas facetas. A veces forma maclas. Composición química teórica: S 100%, pequeñas cantidades de Se, Te, As y Ti. Propiedades químicas: se disuelve ligeramente en sulfuro de carbono, Benzol y ácido nítrico concentrado.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a un Azufre S CLase elemento nativo de los no metales.

Génesis: sedimentaria y orgánica en solfataras y mofetas, fuentes calientes y zonas de oxidación de yacimientos sulfurados. Paragénesis: yeso, calcita, dolomita, estroncianita, celestina, aragonito, salmiac, etc.

Manipulaciones: limpiar con agua, HCl y H₂SO₄ es muy frágil y se desmenuza fácilmente. Los cristales de azufre pueden disgregarse con el calor de la mano.

5.2.3 Muestra mineral 3

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.6.



Figura 5.6 Muestra mineral 3.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 2 a 2,5. Raya: roja. Color: rojo pardo rojizo. Transparencia: translucido. Brillo: adamantino sobre las caras cristalinas y los planos de exfoliación, mate en el resto. Exfoliación: perfecta. Fractura: desigual, se desmenuza. Morfología: raramente en cristales, agregados granulares, masivos o pulverulentos, pseudomorfos. Densidad:

8,1 (muy variable según las impurezas). Sistema cristalino: hexagonal. Forma de los cristales: tabulares, romboédricos, trapezoédricos, maclas. Composición química: HG 86,21%, S 13,79%, pequeñas cantidades de Se, Te, Sb, impurezas bituminosas. Propiedades: se evapora al soplete, insoluble en HNO_3 y H_2SO_4 .

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a un Cinabrio Hgs Clase sulfuros. Paragénesis: estibina, pirita, marcasita, calcedonia, cuarzo.

Manipulaciones: limpiar con agua o ácidos. Génesis: hidrotermal, raramente secundaria.ç

5.2.4 Muestra de los minerales 4 y 5

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.7 y 5.8.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: superior a 2,5. Raya: gris oscura con un reflejo azulado. Color: gris plomo claro u oscuro, con un tono azulado sobre fractura fresca. Transparencia: opaco. Brillo: metálico, muy fuerte sobre los planos de exfoliación. Exfoliación: muy buena. Otros caracteres de cohesión: maleable. Morfología: cristales, agregados granulares, gruesos o compactos, esqueléticos o en estalactitas. A veces en intercrecimientos con la esfalerita o como pseudomorfos de piromorfita la superficie de los cristales suelen aparecer melladas a veces está recubierta por una capa de cuarzo y calcita otras veces por cristales de calcopirita. Densidad: 7,2 a 7,6. Sistema cristalino: cubico. Forma de los cristales: hexaedro, octaedro y sus combinaciones, raramente tablillas y maclas. Composición química: Pb, Zn, Au. Propiedad: funde

muy fácilmente sobre carbón vegetal, produciendo vapores sulfurosos y pequeños globos maleables; solubles HNO_3 y HCl .

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a una Galena Pbs Clase Sulfuros. Génesis: hidrotermal, raramente secundaria, sedimentaria y metasomática. Paragénesis: esfalerita, calcita, barita, fluorita, pirita, cuarzo.

Manipulaciones: limpiar con agua, cuidar la exfoliación mediante una limpieza mecánica; los revestimientos de calcita pueden ser eliminados con ácido acético.



Figura 5.7 Muestra mineral 4.

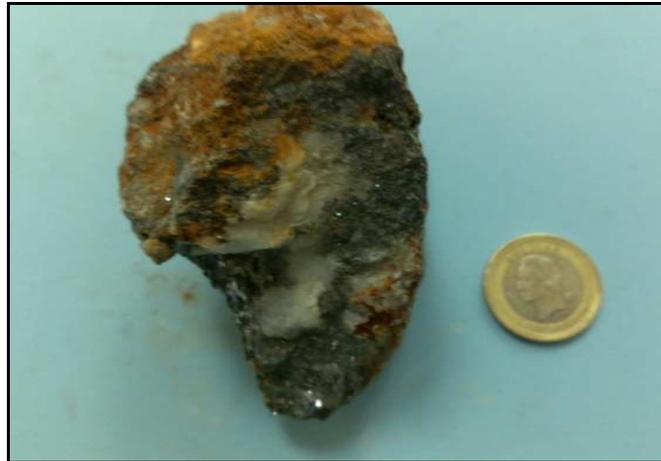


Figura 5.8 Muestra mineral 5

5.2.5 Muestra de los minerales 6, 7, 8, 9 y 10

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.9, 5.10, 5.11, 5.12 y 5.13.



Figura 5.9 Muestra mineral 6.



Figura 5.10 Muestra mineral 7.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 6 a 6,5. Raya: verde negruzca. Color: amarillo, amarillo latón, reflejos multicolores

Transparencia: opaco. Brillo: metálico. Exfoliación: muy imperfecta. Fractura: concoidea, desigual. Morfología: cristales, agregados masivos y granulares, concreciones, impregnaciones, revestimientos, dendritas, pseudomorfos, polvo (melmikovita). Otras propiedades: golpeada con acero, desprende un olor azufrado y produce chispa (pentagocododecaedros), maclas. Magnetismo: a veces débilmente magnética. Conductividad: medianamente conductor de la electricidad. Composición química: Fe 46,6 %, S 53,40%, pequeñas cantidades de Ni, Co, As, Cu, Zn, Ag, Au, Ti. Propiedades químicas: débilmente soluble en HNO_3 , funde dando un glóbulo magnético, da llama azul sobre el carbón.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a una pirita FeS_2 . Clase sulfuros. Paragénesis: galena,

esfalerita, pirrotina, arsenopirita, marcasita, etc. Génesis: magmática, metasomática de contacto, hidrotermal, sedimentaria.

Manipulaciones: limpiar con agua, secar bien, eliminar las manchas de oxido con HCl.



Figura 5.11 Muestra mineral 8.



Figura 5.12 Muestra mineral 9.



Figura 5.13 Muestra mineral 10.

5.2.6 Muestra mineral 11

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.14.



Figura 5.14 Muestra mineral 11.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 3,5 a 4. Raya: negra verdosa. Color: amarillo latón con reflejos verdes, amarillo oro, frecuentes irisaciones. Transparencias: opaco. Brillo: metálico. Exfoliación: muy imperfecta. Fractura: concoidea, desigual. Morfología: cristales, agregados granulares, masivos, a veces reniformes o botrioidales, impregnaciones, recubrimientos sobre cristales de otros minerales, pseudomorfos. Densidad: 4,2 a 4,3. Sistema cristalino: tetragonal. Forma de los cristales: pseudotetraédricos y pseudooctaédricos, a menudo maclas o uniones múltiples. Magnetismo: no tiene. Conductividad: buen conductor de la electricidad. Composición química: Cu 34,5%, Fe 30,5%, S 35%, pequeñas cantidades de Ag, Au, Ti, Se, Te. Propiedades: soluble en HNO₃ concentrado, da una solución verde, funde a la llama y da una perla magnética, con sosa sobre carbón da una perla de cobre.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a una Calcopirita CuFeS₂ clase sulfuros. Génesis: magmática, metasomática de contacto, hidrotermal y sedimentaria. Paragénesis: esfalerita, pirita, marcasita, calcita, cuarzo, etc.

Manipulaciones limpiar con agua (¡cuidado! Secar bien para evitar las irisaciones) y con ácidos, a excepción de HNO₃.

5.2.7 Muestra mineral 12

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.15



Figura 5.15 Muestra mineral 12.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 3,5 a 4. Raya: blanca cuando es de color claro; parda clara cuando es más oscura. Color: pardo claro a pardo oscuro, también amarillo, rojo, pardo rojizo, verde, amarillo verdoso, blanco y negro. Transparencia: transparente, translucido y opaco. Brillo: adamantino en los planos de exfoliación, vítreo en las caras cristalinas, así como grasoso y mate. Exfoliación: excelente. Morfología: cristales, agregados granulares, terrosos y masivos. Densidad: 3,9 a 4,2. Sistema cristalino: cúbico. Forma de los cristales: tetraedro, dodecaedros, a menudo maclas. Luminiscencia: naranja o azul. Magnetismo: diamagnético. Composición química: Zn 67,06%, S 32,94%, pequeñas cantidades de Fe (hasta un 26% variedad marmática y cristofita), Cd (hasta un 2,5%, variedad pribramita), Sn, Pb, Ag, Hg, Mn, In, Ti, Ga, Ge, la esfalerita con bajo contenido en Fe y Mn se llama cleofana, la esfalerita blanca, terrosa, brunckita, la esfalerita rojo frambuesa, gumucionita, etc. Propiedades: solubles en HCl y HNO₃, da una aureola blanca de ZnO sobre carbón, crepita al soplete pero no funde.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a una Blenda ZnS Clase Sulfuro. Génesis: hidrotermal, magmática, pegmatitas, neumatolíticas y sedimentarias. Paragénesis: galena, calcopirita, tetraedrita, piritita y otros sulfuros, calcita, cuarzo, wurtzita, etc.

Manipulaciones: limpiar con agua o con ácidos, a excepción de HCl y HNO₃.

5.2.8 Muestra mineral 13

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.16.



Figura 5.16 Muestra mineral 13.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 5 a 6. Raya: negra parda. Color: negro. Transparencia: opaco. Brillo: metálico, graso Exfoliación: no tiene. Fractura: concoidea, desigual. Morfología: cristales, agregados masivos, granulares, en roseta. Densidad: 4,5 a 5,0. Sistema cristalino: romboédrico. Magnetismo: débilmente magnético. Radiactividad:

presentes a veces, según las impurezas. Composición química: FeO 47,34%, TiO₂ 52,66%. Propiedades: insolubles en ácidos.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a una Ilmenita FeTiO₃, Clase Óxidos, grupo de Hematites. Génesis: magmática, pegmatitas, betas de tipo alpino, aluviones. Paragénesis: magnetita, apatito, titanita, hematites, rutilo, etc.

Manipulaciones: limpiar con ácidos diluidos o con agua.

5.2.9 Muestra de los minerales 14,15 y 16

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.17, 5.18 y 5.19.



Figura 5.17 Muestra mineral 14.



Figura 5.18 Muestra mineral 15.



Figura 5.19 Muestra mineral 16.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 6,5 (forma terrosa, dureza: 1). Raya: rojo cereza. Color: pardo – rojo, gris – negro, negro. Transparencia: translucido, opaco. Brillo: metálico, mate. Exfoliación: no tiene, existe únicamente una divisibilidad dependiendo de la estructura en maclas. Fractura: concoidea. Morfología: cristales, agregados en rosetas,

en escamas, granulares, masivos, nodulosos y radiales, oolitos, pseudomorfos. La variedad escamosa se denomina especularita. Densidad: de 5,2 a 5,3. Sistema cristalino: romboédrico. Forma de los cristales: tablillas, escamas, romboedros, maclas. Magnetismo: débil. Composición química: Fe 69,94%, O 30,06%, pequeñas cantidades de Ti, Al, Mn. Propiedades: soluble en HCl concentrado, no funde.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a una Hematita Fe_2O_3 Clase Óxidos, grupo de Hematites. Génesis: magmática, hidrotermal, metamórfica, sedimentaria. Paragénesis: siderita, limonita, magnetita, pirita, cuarzo, etc.

Manipulaciones: limpiar con agua y HCl diluido.

5.2.10 Muestra mineral 17

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.20.



Figura 5.20 Muestra mineral 17.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 6 a 6,5. Raya: parda amarillenta, parda rojiza. Color: amarillo, rojo, pardo rojizo, pardo negruzco y negro (variedad nigrina). Transparencia: translucido, no transparente. Brillo: adamantino, semimetálico, graso. Exfoliación: perfecta. Fractura: irregular, concoidea. Morfología: cristales, agregados granulares y fibrosos, impregnaciones, granos, pseudomorfos. Densidad: 4,2 a 4,3. Sistema cristalino: tetragonal. Forma de los cristales: prismas (a menudos estriados), agujas, cabellos llamados cabellos de Venus, maclas frecuentes en forma de rodillas. Composición química: Ti 59,95%, O 40,05%, pequeñas cantidades de Fe, Sn, V, Cr, Nb, Ta. Propiedades: no funde, insolubles en ácidos.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a un Rutilo TiO_2 , Clase Óxidos, Grupo del Rutilo. Génesis: magmática, pegmatitas, metamórficas (vetas de tipo alpino), aluvial. Paragénesis: anatasa, brookita, apatito, titanita, cuarzo, etc.

Manipulaciones: limpiar con agua y ácidos diluidos.

5.2.11 Muestra mineral 18

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.21.



Figura 5.21 Muestra mineral 18.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 6. Raya: parda, parda oscura. Color: pardo oscuro negro. Transparencia: no transparente. Brillo: vítreo, graso, semimetálico. Exfoliación: buena. Fractura: desigual, concoidea. Morfología: cristales, agregados granulares, masas, cantos. Densidad: 5,2 a 6,0. Sistema cristalino: ortorrómbico. Forma de los cristales: prismas, tablillas. Radiactividad: a veces según sus impurezas. Composición química: termino central de la serie isomorfica niobita-tantalia. Propiedades: como la niobita.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a una Columbita MgO , Clase Óxidos, Grupo de la Espinela. Génesis: pegmatitas, aluviones. Paragénesis: espodumena, casiterita, berilo, topacio, etc.

Manipulaciones: limpiar con agua y acido diluidos.

5.2.12 Muestra de los minerales 19 y 20

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.22 y 5.23.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 5,5. Raya: negra. Color: negro. Transparencia: opaco. Brillo: metálico, graso, mate. Exfoliación: imperfecta. Fractura: concoidea. Morfología: cristales, agregados masivos y granulares, impregnaciones. Densidad: 5,2. Sistema cristalino: cúbico. Forma de los cristales: octaedros, dodecaedros, maclas. Magnetismo: fuerte. Composición química: FeO 31,03%, Fe₂O₃ 68,97%, pequeñas cantidades de Ti, V, Mn, Mg, Al, Cr; la variedad con mezclas de ilmenita recibe el nombre de titanomagnetita. Propiedades: difícilmente soluble e HCl, no funde a la llama.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a unas Magnetitas Fe₃O₄, Clase Óxidos, Grupo de las Espinelas. Génesis: magmática, metamórfica, metasomática de contacto, hidrotermal, raramente en pegmatitas, sedimentaria, en aluviones. Paragénesis: ilmenita, apatito, augita, hematites, anfíboles, etc.

Manipulaciones: limpiar con ácidos diluidos o agua, secar cuidadosamente.



Figura 5.22 Muestra mineral 19.



Figura 5.23 Muestra mineral 20.

5.2.13 Muestra mineral 21

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.24.



Figura 5.24 Muestra mineral 21.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 6 a 7. Raya: blanca. Color: gris-azul, gris-verde, gris-blanco, a menudo coloreada por diversos óxidos. Transparencia: translúcido. Brillo: vítreo, mate, graso, sedoso. Exfoliación: no tiene. Fractura: desigual, en esquirlas, concoidea. Morfología: agregados reniformes, estalactitas, costras, pseudomorfos, geodas, masas, venillas. Densidad: 2,59 a 2,61. Sistema cristalino: romboédrico. Forma de los cristales: criptocristalinos, finamente fibrosos. Luminiscencia: amarilla-verde, amarilla-blanca. Composición química: SiO_2 100%, pequeñas cantidades de Fe, Al, Mg, Ca, Ni, Cr, etc. Propiedades: fácilmente soluble en las bases, en particular KOH. Minerales parecidos: evansita, smithsonita, hemimorfita, ópalo. Diferencias: dureza, densidad, propiedades ópticas, solubilidad en ácidos, rayos X.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a una Calcedonia SiO_2 Clase Óxidos, Grupo de Espinelas. Génesis: postvolcánica, fuentes termales, costras de alteración, sedimentaria. Paragénesis: calcita, cuarzo, zeolitas, etc.

Manipulaciones: limpiar con ácidos diluidos o con agua.

5.2.14 Muestra de los minerales 22, 23, 24 y 25

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.25, 5.26, 5.27 y 5.28.



Figura 5.25 Muestra mineral 22.



Figura 5.26 Muestra mineral 23.



Figura 5.27 Muestra mineral 24.



Figura 5.28 Muestra mineral 25.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Las propiedades físicas y químicas son las de la calcedonia, son frecuentes las inclusiones de cuarzo y de ópalo. El color es variado (amarillo, pardo, rojo, verde), debido a la presencia de clorita, hematites, etc. En general, no es transparente, y más raramente, translúcido.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a unos Jaspes variedad de la calcedonia. Génesis: postvolcánica, sedimentaria, metamórfica. Paragénesis: calcedonia, ágata, cuarzo, etc.

5.2.15 Muestra de los minerales 26, 27 y 28

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.29, 5.30 y 5.31.



Figura 5.29 Muestra mineral 26.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 5 a 5,5. Raya: amarilla. Color: pardo, negro. Transparencia: translucido, opaco. Brillo: adamantino, semimetálico, sedoso. Exfoliación: perfecta. Fractura: desigual. Morfología: cristales, estalactitas, agregados masivos y terrosos de estructura radial, oolitos, concreciones, pseudomorfos. Densidad: 4,3. Sistema cristalino: ortorrómbico. Forma de los cristales: prismas, fibras. Magnetismo: paramagnético. Composición química: Fe_2O_3 89,86%, H_2O 10,14%. Propiedades: se disuelve lentamente en HCl , no funde a la llama.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a una Goethita α -FeOOH, Clase Hidroxidos. Génesis: secundaria. Paragénesis: siderita, pirita, hematites, etc.

Manipulación: limpiar con agua.



Figura 5.30 Muestra mineral 27.



Figura 5.31 Muestra mineral 28.

5.2.16 Muestra de los minerales 29, 30 y 31

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.32, 5.33 y 5.34.



Figura 5.32 Muestra mineral 29.



Figura 5.33 Muestra mineral 30.



Figura 5.34 Muestra mineral 31.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 5 a 5,5. Raya: parda, parda amarillenta. Color: amarillo, pardo a negro abigarrado al empañarse. Transparencia: opaco. Brillo: semivítreo, mate, sedoso, terroso. Exfoliación: no tiene. Fractura: concoidea, fibrosa. Morfología: agregados criptocristalinos, fibrosos, terrosos, en estalactitas, oolíticos y masivos, frecuentes pseudomorfos. Densidad: 3,6 a 3,7. Sistema cristalino: ortorrómbico. Forma de los cristales: criptocristalinos. Composición química: Fe_2O 389,86%, H_2O 10,14%. Propiedades: lentamente soluble en HCl.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a una Limonita. $n\text{H}_2\text{O}$, Clase Hidróxidos. Génesis: secundaria. Paragénesis: hematites, pirolusita.

Manipulaciones: limpiar con agua o HCl diluido. Minerales parecidos: hematites. Diferencias: densidad, dureza, raya.

5.2.17 Muestra mineral 32

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.35.



Figura 5.35 Muestra mineral 32.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 2. Raya: blanca. Color: blanco, grisáceo, rosado, azulado, violeta, naranja, etc. Transparencia: translucido. Brillo: vítreo, graso. Exfoliación: perfecta. Fractura: concoidea. Morfología: cristales, agregados granulares o fibrosos, costras, estalactitas. Solubilidad: fácil en agua. Otras propiedades: gusto salado. Densidad: 2,1 a 2,2. Sistema cristalino: cubico. Forma de los cristales: hexaedros, raramente octaedros, esqueletos, maclas. Luminiscencia: roja a rosa. Composición química: Na 39,34%, Cl 60,66%, pequeñas cantidades I, Br. Propiedades: salta al ser calentado al soplete y colorea la llama de amarillo intenso.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a una Halita NaCl Clase Haluros. Génesis: yacimientos de sal marina, lagos salados, agua de mar, emanaciones volcánicas. Paragénesis: yeso, carnalita, silvina, anhidrita.

Manipulaciones: limpiar con alcohol, conservar en un lugar seco (ligeramente higroscópico).

5.2.18 Muestra de los minerales 33, 34 y 35

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.36, 5.37 y 5.38.



Figura 5.36 Muestra mineral 33.



Figura 5.37 Muestra mineral 34.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 3. Raya: blanca. Color: incoloro, blanco, amarillo, pardo, rojizo, azulado a negro. Transparencia: transparente a translucido. Brillo: vítreo a nacarado. Exfoliación: excelente. Fractura: concoidea. Morfología: cristales, agregados granulares en estalactitas, masivos y terrosos, concreciones, geodas. Densidad: 2,6 a 2,8. Sistema cristalino: romboédrico. Forma de los cristales: romboedros (más de 80 formas), escalenoedros (más de 200 formas), tablillas, maclas, crecimientos paralelos. Luminiscencia: blanca, amarillenta, azulada, rojiza, naranja y verdosa. Composición química: Ca 56%, CO₂ 44%, pequeñas cantidades de Mg, Fe, Mn, Ba, Sr, Pb, Zn. Propiedades: el CaO naciente colorea la llama de naranja desprendiéndose al mismo tiempo CO₂, produce gran efervescencia en HCl.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a una Calcita CaCO₃ Clase Carbonato, Grupo de la

Calcita. Génesis: hidrotermal, sedimentaria, hipergénica, así como metamórfica y magmática. Paragénesis: dolomita, cuarzo, arcillas, galena, esfarelita, etc.

Manipulaciones: limpiar con agua.



Figura 5.38 Muestra mineral 35.

5.2.19 Muestra de los minerales 36, 37, 38 y 39

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.39, 5.40, 5.41 y 5.42.



Figura 5.39 Muestra mineral 36.



Figura 5.40 Muestra mineral 37.



Figura 5.41 Muestra mineral 38.



Figura 5.42 Muestra mineral 39.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 4 a 4,5. Raya: blanca. Color: blanco, gris, amarillo, pardo, negro. Transparencia: transparente, translucido. Brillo: vítreo. Exfoliación: perfecta. Fractura: concoidea. Morfología: cristales, agregados masivos, granulares. Densidad: 3,0. Sistema cristalino: romboédrico. Forma de los cristales: romboedros,

escalenoedros. Luminiscencia: a veces amarilla clara, verde clara, azul clara; se conocen fenómenos de triboluminiscencia. Composición química: MgO 47,81%, CO₂ 52,19%, pequeñas cantidades de Ca, Mn, Fe. Propiedades: se agrieta, pero no funde al soplete, soluble en ácidos calientes.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a una Magnesita MgCO₃ Clase Carbonato, Grupo de la Calcita. Génesis: metamórfica, hidrotermal, sedimentaria. Paragénesis: talco, calcita, dolomita, etc.

Manipulaciones: limpiar con agua.

5.2.20 Muestra de los minerales 40 y 41

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.43, 5.44.



Figura 5.43 Muestra mineral 40.



Figura 5.44 Muestra mineral 41.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 3,5 a 4. Raya: blanca. Color: blanco, gris, rojizo, pardusco. Transparencia: transparente a translucido. Brillo: vítreo, nacarado. Exfoliación: excelente. Fractura: concoidea. Morfología: cristales, drusas, agregados masivos, granulares, oolíticos, pseudomorfos. Densidad: 2,85 a 2,95. Sistema cristalino: romboédrico. Forma de los cristales: romboédricos, prismas con caras romboédricas. Luminiscencia: naranja, amarilla, blanca, crema, verde clara, pardusca. Algunas dolomitas son triboluminiscentes. Composición química: CaO 30,41%, MgO 21,86%, CO₂ 47,73%, pequeñas cantidades de Fe, Mn, CO, Pb, Zn. Propiedades: en ácido frío, se disuelve muy lentamente, colorea la llama naranja. Manipulaciones: limpiar con agua. Génesis: hidrotermal, sedimentaria, metasomática. Propiedades: soluble en HNO₃ concentrado, da una solución verde, funde a la llama y da una perla magnética, con sosa sobre carbón da una perla de cobre.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a una Dolomita CaMg(CO₃)₂ Clase Carbonato, Grupo de

la Dolomita. Génesis: magmática, metasomática de contacto, hidrotermal y sedimentaria. Paragénesis: galena, esfarelita, calcita, pirita, cuarzo, etc.

Manipulaciones limpiar con agua (¡cuidado! Secar bien para evitar las irisaciones) y con ácidos, a excepción de HNO_3 .

5.2.21 Muestra de los minerales 42, 43, 44 y 45

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.45, 5.46, 5.47 y 5.48.



Figura 5.45 Muestra mineral 42.



Figura 5.46 Muestra mineral 43.



Figura 5.47 Muestra mineral 44.



Figura 5.48 Muestra mineral 45.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 4. Raya: verde clara. Color: verde, verde oscuro. Transparencia: translucido. Brillo: vítreo, sedoso, graso. Exfoliación: buena. Fractura: concoidea. Morfología: cristales, agregados granulares, masivos, fibrosos y terrosos, masas botrioidales y estaláticas, costras, impregnaciones, pseudomorfos. Densidad: 4,0. Sistema cristalino: monoclinico. Forma de los cristales: prismas. Composición química: CuO 71,91%, CO_2 19,90%, H_2O 8,15%. Propiedades: soluble en HCl (hace efervescencia), humedecido con HCl colorea la llama de verde.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a una Malaquita $\text{Cu}_2[(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ Clase Carbonato, Grupo de la Dolomita. Génesis: secundaria. Paragénesis: cobre, cuprita, calcopirita, azurita, etc.

Manipulaciones: limpiar con agua.

5.2.22 Muestra de los minerales 46 y 47

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.49, 5.50.



Figura 5.49 Muestra mineral 46.



Figura 5.50 Muestra mineral 47.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 3,5 a 4. Raya: azul clara. Color: azul lapislázuli. Transparencia: transparente, opaco. Brillo: vítreo. Exfoliación: imperfecta. Fractura: concoidea, desigual. Morfología: cristales, agregados granulares, terrosos, radiales, pseudomorfos. Densidad: 3,7 a 3,9. Sistema cristalino: monoclinico. Forma de los cristales: tablillas, prismas. Composición química: CuO 69,24%, CO₂ 25,53%, H₂O 5,23%. Propiedades: solubles en ácidos y amoniacos, funde a la llama.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a una Azurita Cu₃[OH CO₃]₂ Clase Carbonato, Grupo de la Dolomita. Génesis: secundaria. Paragénesis: calcosina, cuprita, malaquita, limonita, etc.

Manipulaciones: limpiar con agua.

5.2.23 Muestra de los minerales 48, 49 y 50

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.51, 5.52 y 5.53.



Figura 5.51 Muestra mineral 48.



Figura 5.52 Muestra mineral 49.



Figura 5.53 Muestra mineral 50.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 3 a 3,5. Raya: blanca. Color: incoloro, blanco, gris, amarillo, azul, rojo, pardo. Transparencia: transparente, translucido. Brillo: vítreo, nacarado. Exfoliación: excelente. Fractura: concoidea. Morfología: cristales, agregados granulares, masivos, terrosos, estalatitis, pseudomorfos, agregados radiales, concreciones. Densidad: 4,48.

Sistema cristalino: ortorrómbico. Forma de los cristales: tablillas, raramente prismas. Luminiscencia: blanca, blanca verdosa, amarilla verdosa, azul verdosa. Composición química: BaO 65,7%, SO₃ 34,3%, pequeñas cantidades de Sr. Propiedades: débilmente soluble en H₂CO₄, crepita al soplete, colorea de llama amarillo verdoso.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a una Barita BaSO₄ Clase Sulfato. Génesis: hidrotermal, sedimentaria, secundaria. Paragénesis: calcita, fluorite, cuarzo y minerales metálicos. Manipulaciones: limpiar con agua.

5.2.24 Muestra de los minerales 51, 52, 53, 54, 55, 56 y 57

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.54, 5.55, 5.56, 5.57, 5.58, 5.59 y 5.60.



Figura 5.54 Muestra mineral 51.



Figura 5.55 Muestra mineral 52.



Figura 5.56 Muestra mineral 53.



Figura 5.57 Muestra mineral 54.



Figura 5.58 Muestra mineral cincuenta y cinco (55).



Figura 5.59 Muestra mineral 56.



Figura 5.60 Muestra mineral 57.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 1,5 a 2. Raya: blanca. Color: incoloro y, según las impurezas, blanco, gris, amarillo, pardo, azulado. Transparencia: transparente o translucido. Brillo: vítreo, nacarado. Exfoliación: perfecta. Otras características de cohesión: flexible. Morfología: cristales en placas (grandes tablillas transparentes), agregados fibrosos

(variedad selenita), rosetas, agregados con fibras finas pardas y rosadas, concreciones en arena (rosa del desierto), masas de cristales finos o compactas (variedad alabastro). Solubilidad: se disuelve ligeramente en agua caliente. Densidad: 2,3 a 4. Sistema cristalino: monoclinico. Forma de los cristales: se conocen unas 70 formas; las más corrientes son las tablillas, los prismas, las agujas, las formas lenticulares y, a menudo, las maclas (punta de flecha). Luminiscencia: a veces amarilla y verde. Composición química: CaO 32,57%, SO₃ 46,50%, H₂O 29,93%. Propiedades: durante la calcinación se desprenden unas hojillas que funden liberando agua; a menudo presentan impurezas de feldespato y arcilla. Se disuelve en HCl caliente.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a un Yeso CaCO₄-2H₂O Clase Sulfato. Génesis: sedimentaria, secundaria, hidrotermal. Paragénesis: azufre, halita, aragonito, anhidrita, celestina, etc.

Manipulaciones: limpiar con agua fría o alcohol.

5.2.25 Muestra mineral 58

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.61.



Figura 5.61 Muestra mineral 58.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 3,5. Raya: blanca. Color: blanco, azulado, gris, rojizo o violeta. Transparencia: translucido. Brillo: vítreo a nacarado. Exfoliación: excelente. Morfología: cristales, agregados granulares, fibrosos, pseudomorfos. Solubilidad: baja en agua. Densidad: 2,9 a 3. Sistema cristalino: ortorrómbico. Forma de los cristales: tablillas, prismas semejantes a hexaedros, maclas. Caras fuertemente estriadas en los cristales prismáticos.

Luminiscencia: a veces roja con onda larga. Composición química: CaO 41,2%, SO₃ 58,8%. Propiedades: funde a la llama y da un esmalte blanco, colorea la llama de rojo amarillento, débilmente soluble en HCl y H₂SO₄.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a una Anhidrita CaSO₄ Clase Sulfato. Génesis: hidrotermal, sedimentaria, postvolcánica, magmática. Paragénesis: yeso, halita, polihalita.

Manipulaciones: limpiar con alcohol.

5.2.26 Muestra mineral 59

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.62.



Figura 5.62 Muestra mineral 59.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 4,5 a 5. Raya: blanca. Color: blanco, amarillo, pardo verdoso, rojizo, gris claro. Transparencia: transparente, translucido. Brillo: adamantino, graso. Exfoliación: imperfecta. Fractura: concoidea. Morfología: cristales, agregados granulares y masivos, costras, impregnaciones, pseudomorfos. Densidad: 5,9 a 6,1. Sistema cristalino: tetragonal. Forma de los cristales: pirámides, tablillas. Luminiscencia: fuerte, azul clara (onda larga). Composición química: CaO 19,47%, WO₃ 80,53%. Propiedades: funde con dificultad, soluble en HCl y HNO₃.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a una Scheelita CaWO_4 Clase Wolframatos. Génesis: pegmatito-neumatolítica, hidrotermal, metamórfica de contacto. Paragénesis: molibdenita, fluorita, wolframita, cuarzo, etc.

Manipulaciones: limpiar con agua.

5.2.27 Muestra de los minerales 60 y 61

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.63 y 5.64.



Figura 5.63 Muestra mineral 60.



Figura 5.64 Muestra mineral 61.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 6,5 a 7,5. Raya: blanca o de tonos claros. Color: incoloro, blanco, rosa, verde claro, rojo Jacinto, rojo violeta, rojo oscuro, verde oscuro a verde esmeralda, pardo, pardo amarillento, pardo rojizo, negro. Transparencia: translucido a no transparente. Brillo: vítreo, graso, sedoso. Exfoliación: muy imperfecta. Fractura: desigual, concoidea, astillosa. Morfología: cristales, agregados granulares, compactos, pequeños cantos, granos en aluviones. Densidad: 3,4 a 4,6. Sistema cristalino: cubico. Forma de los cristales: rombododecaedro, hexaoctaedros. Composición química: variable formando amplias series isomorfas entre los elementos Mg, Fe, Ca, Al, Cr, V, Mn, Ti, Zr, Y. Propiedades: funden con facilidad.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a un Granate $Mg_3Al_2[SiO_4]_3$ Clase Silicatos, Sub-Clase Neosilicatos, Grupo del Granate. Génesis: magmática, pegmatitas, metamórficas, metasomática de contacto, aluviones. Paragénesis: cloritas, biotita, feldespatos, cuarzo, etc.

Manipulaciones: limpiar con agua o ácidos diluidos.

5.2.28 Muestra de los minerales 62 y 63

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.65 y 5.66.



Figura 5.65 Muestra mineral 62.



Figura 5.66 Muestra mineral 63.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: sobre la superficie prismática de 4 a 4,5, a través de ellas 6 a 7. Raya: blanca. Color: blanco, azul, verdoso, gris, amarillento. Transparencia: transparente, translucido. Brillo: vítreo, nacarado. Exfoliación: perfecta. Morfología: cristales, agregados en haces, radiales y masivos. Densidad: 3,6 a 3,7. Sistema cristalino: triclinico. Forma de los cristales: prismas, tablillas, maclas. Luminiscencia: a veces débilmente roja. Composición química: Al_2O_3 62,93%, SiO_2 37,07%, pequeñas cantidades de Se, Cr. Propiedades: no funde y no se disuelve en los ácidos.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a una Cianita $\text{Al}_2[\text{O SiO}_4]$ Clase Silicatos, Sub-Clase Neosilicatos, Grupo del Nesoaluminicilicatos. Génesis: metamórfica, pegmatitas. Paragénesis: sillimanita, andalucita, almandino, estaurolita, corindón.

Manipulaciones: limpiar con agua o con ácidos diluidos.

5.2.29 Muestra mineral 64

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.67.



Figura 5.67 Muestra mineral 64.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 7. Raya: blanco azulada, blanca. Color: rojo, violáceo, azul, verde. Transparencia: translucido. Brillo: sedoso. Exfoliación: buena. Morfología: cristales, agregados fibrosos, en abanico y radiales. Densidad: 3,3 a 4. Sistema cristalino: ortorrómbico. Forma de los cristales: prismáticos, aciculares. Luminiscencia: a veces blanca azulada, violácea. Composición química: Al_2O_3 62,39%, B_2O_3 6,09%, SiO_2 31,52%. Propiedades: no funde al soplete pero toma color blanco.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a una Dumortierita $\text{Al}_7[\text{O}_3\text{BO}_3(\text{SiO}_4)_3]$ Clase Silicatos, Sub-Clase Nesoaluminosilicatos, Grupo del Granate. Génesis: pegmatita, neumatolítica, metamórfica. Paragénesis: cianita, cordierita, andalucita, turmalina.

Manipulaciones: limpiar con agua o ácidos diluidos, excepto Hf.

5.2.30 Muestra mineral 65

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.68.



Figura 5.68 Muestra mineral 65.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 7 a 7,5. Raya: blanca. Color: negro, pardo a pardo verdoso y pardo negruzco, rosa a rojo vivo, azul a verde azulado, verde. Transparencia: transparente, translucido, no transparente. Brillo: vítreo. Exfoliación: imperfecta. Fractura: desigual, concoidea. Morfología: cristales, agregados granulares, compactos, radiales y fibrosos, agregados en estrellas característicos. Otras propiedades: los extremos de los cristales se cargan eléctricamente por calentamiento o fricción. Densidad: 2,9 a 3,2. Sistema cristalino: romboédrico. Forma de los cristales: prismáticos, aciculares. Luminiscencia: amarilla, verde. Propiedades eléctricas: son piroeléctricas y piezoeléctricas. Composición química: muy variable, cantidades importantes de Mg, Fe³⁺, Mn, Ca, a veces Ti, Cr, V, Li. Propiedades: la fusibilidad varía con la composición, siendo la variedad ferríferas difícilmente fusible; insolubles en ácidos.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a una Turmalina $\text{NaFe}_3\text{Al}_6[(\text{OH})_4]$ Clase Silicatos, Sub-Clase Sorosilicatos. Génesis: magmática, pegmatitas, metamórficas, vetas de tipo alpino, hidrotermal. Paragénesis: apatito, ortosa, cuarzo, berilo, topacio.

Manipulaciones: limpiar con agua o ácidos diluidos.

5.2.31 Muestra mineral 66

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.69.



Figura 5.69 Muestra mineral 66.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Las propiedades físicas y químicas son las de la turmalina. Es negra, a veces parda en pequeños fragmentos, negra verdosa o azulada. Es opaca y semejante a la dravita.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a un Chorlo Silicatos $\text{NaFe}_3^{2+} (\text{Al}, \text{Fe}^{3+})_6 [(\text{OH})_4 (\text{BO}_3)_3 \text{Si}_6\text{O}_{16}]$.

5.2.32 Muestra mineral 67

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.70.



Figura 5.70 Muestra mineral 67.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 5 a 6. Raya: blanca. Color: verde, gris-verde, verde, verde oscuro, verde esmeralda. Transparencia: no transparente, translucido. Exfoliación: perfecta. Morfología: cristales, agregados radiales, de fibras paralelas y granulares. Densidad: 3,0 a 3,2. Sistema cristalino: monoclinico. Forma de los cristales: prismas largos, aciculares, capilares. Composición química: CaO 12,59%, MgO 11,31%, FeO 20,15%, SiO₂ 53,93%, H₂O 2,02% Propiedades: funde difícilmente y da un vidrio gris-verde a verde-negro, insolubles en ácidos.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a una Actinolita $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_5[\text{OH Si}_4\text{O}_{11}]_2$ Clase Silicatos, Sub-Clase Ciclosilicatos, Grupo de Anfiboles. Génesis: metamórfica, metamórfica de contacto. Paragénesis: talco, clorita, serpentina, epidota.

Manipulaciones: limpiar con agua y ácidos diluidos.

5.2.33 Muestra mineral 68

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.71.



Figura 5.71 Muestra mineral 68.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 5 a 6. Raya: blanca. Color: blanco, gris, verdoso. Transparencia: translucido, no transparente. Brillo: vítreo, sedoso. Exfoliación: perfecta. Otros caracteres de cohesión: finas agujas quebradizas. Morfología: cristales, agregados granulares, masivos, en gavillas, radiales y fibrosos. Densidad: 2,9 a 3,1. Sistema

crystalino: monoclinico. Forma de los cristales: prismas largos, fibrosos. Luminiscencia: a veces de roja a rosa (onda larga), amarillenta (onda corta). Composición química: CaO 13,80%, MgO 24,81%, SiO₂ 59,17%, H₂O 2,22%. Propiedades: funde con dificultad y da un vidrio incoloro; insoluble en ácidos.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a una Tremolita Ca₂Mg₅[OH Si₄ O₁₁]₂ Clase Silicatos, Sub-Clase Ciclosilicatos, Grupo de Anfíboles. Génesis: metamórfica, metamórfica de contacto. Paragénesis: calcita, dolomita, talco, etc.

Manipulaciones: limpiar con ácidos diluidos.

5.2.34 Muestra mineral 69

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.72.



Figura 5.72 Muestra mineral 69.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 3 a 4. Raya: blanca, gris. Color: gris azulado, gris amarillento, amarillo, verdoso. Transparencia: translucido. Brillo: sedoso. Exfoliación: en fibras. Morfología: agregados fibrosos. Densidad: 2,5 a 2,6. Sistema cristalino: monoclinico. Forma de los cristales: fibras. Luminiscencia: crema (onda larga). Composición química: MgO 43,0%, SiO₂ 44,1%, H₂O 12,9%. Propiedades: no funde al soplete pero adquiere color blanco, soluble en HCl dejando un esqueleto fibroso de SiO₂.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a un Crisotilo Silicato Mg₆[(OH)₈ Si₄ O₁₀]. Clase Silicatos, Sub-Clase Filosilicatos, Grupo de la Serpentina. Génesis: hidrotermal por transformación de rocas ultra básicas. Paragénesis: serpentina, tremolita, olivino.

Manipulaciones: limpiar con agua y ultrasonidos.

5.2.35 Muestra mineral 70

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.73.



Figura 5.73 Muestra mineral 70.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 1. Raya: blanca. Color: verde claro, blanco, parduzco, amarillento. Transparencia: translucido. Brillo: vítreo, nacarado. Exfoliación: perfecta. Otros caracteres de cohesión: las hojillas de talco son flexibles pero no elásticas. Morfología: escamas, pequeños cristales, masas compactas, escamosas o granulares. Otras propiedades: mal conductor del calor, graso al tacto. Densidad: 2,7 a 2,8. Sistema cristalino: monoclinico. Forma de los cristales: tabulares. Luminiscencia: a veces blanca, blanca verdosa, amarilla, crema, parda, verde, azul. Composición química: MgO 31,7%, SiO₂ 63,5%, H₂O 4,8%. Propiedades: insolubles en ácidos, no funde bajo el soplete.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a un Talco Mg₃[(OH)₂ Si₄O₁₀] Clase Silicatos, Sub-Clase Filosilicatos, Grupo de la Arcilla. Génesis: hidrotermal, metasomática de contacto. Paragénesis: clorita, dolomita, serpentina, magnesita, etc.

Manipulaciones: limpiar con agua o ácidos.

5.2.36 Muestra de los minerales 71 y 72

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.74 y 5.75.



Figura 5.74 Muestra mineral 71.



Figura 5.75 Muestra mineral 72.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 2 a 2,5. Raya: blanca. Color: blanco, gris, blanco plateado, parduzco, verdoso, verde-amarillo. Transparencia: transparente, translucido. Brillo: nacarado, vítreo, sedoso. Exfoliación: excelente. Otros caracteres de cohesión: escamas fibrosas

y elásticas. Morfología: cristales, agregados escamosos, granulares, masivos, criptocristalinos. Densidad: 2,7 a 2,8. Sistema cristalino: monoclinico. Forma de los cristales: tablillas, prismas piramidales. Composición química: completa y variable. Propiedades: insolubles en ácidos.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a una Moscovita $KaL_2 [(OH, F)_2 AlSi_3O_{10}]$ Clase Silicatos, Sub-Clase Filosilicatos, Grupo de las Micas. Génesis: magmática, pegmática, metamórfica, hidrotermal. Paragénesis: feldespatos, biotita, cuarzo, etc.

Manipulaciones: limpiar con agua en ácidos diluidos.

5.2.37 Muestra mineral 73

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.76.



Figura 5.76 Muestra mineral 73.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 2,5 a 3. Raya: blanca, gris. Color: pardo oscuro, pardo-verde, negro. Transparencia: transparente a translúcido. Brillo: vítreo, nacarado, opaco. Exfoliación: excelente. Otros caracteres de cohesión: escamas flexibles pero frágiles. Morfología: cristales, agregados escamosos, masivos, granulosos. Densidad: 2,8 a 3,2. Sistema cristalino: monoclinico. Forma de los cristales: tablillas, prismas cortos. Composición química: compleja y variable, pequeñas cantidades de Ti, Na, Li, Ba, Cs, Cr, Mn. Propiedades: funde difícilmente para dar un vidrio magnético negro, soluble en H₂SO₄ concentrado (da un esqueleto de SiO₂).

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a una Biotita $K(Mg, Fe^{2+})_3[(OH)_2 (Al, Fe^{3+})Si_3O_{10}]$ Clase Silicatos, Sub-Clase Filosilicatos, Grupo de las Micas. Génesis: magmática, pegmatítica, metamórfica. Paragénesis: feldespatos, moscovita, cuarzo.

Manipulaciones: limpiar con ácidos diluidos (salvo H₂SO₄).

5.2.38 Muestra de los minerales 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82 y 83

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.77, 5.78, 5.79, 5.80, 5.81, 5.82, 5.83, 5.84, 5.85 y 5.86.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 7. Raya: blanca. Color: blanco, gris, pardo, negro, violeta, verde, azulado, amarillo, rosa. Transparencia: transparente, translúcido, no transparente. Brillo: vítreo, graso. Exfoliación: imperfecta. Fractura: concoidea, astillosa. Morfología: cristales, agregados granulares y masivos. Densidad: 2,65. Sistema

cristalino: hexagonal (por debajo de 573 °C). Forma de los cristales: prismáticos, bipiramidales, pseudocúbicos, maclas frecuentes. Luminiscencia: a veces amarilla, crema anaranjada, verde. Conductividad: piro y piezoeléctrico. Composición química: SiO₂ 100%, pequeñas cantidades de Al, Li, B, Fe, Mg, Ca, Ti, A, Rb. Propiedades: no funde pero crepita, soluble en Hf.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a un Cuarzo SiO₂ Clase Silicatos, Sub-Clase Tectosilicatos, Grupo del Cuarzo. Génesis: magmática (abundante en rocas magmáticas ácidas: granitos, granodioritas, dioritas, cuarcitas, etc.), pegmatitas, hidrotermal, metamórfica, vetas del tipo alpino, costras de alteración, sedimentarias. Paragénesis: feldespatos, micas, anfíboles, piroxenos, etc. Manipulaciones: limpiar con agua y ácidos diluidos, excepto Hf.



Figura 5.77 Muestra mineral 74.



Figura 5.78 Muestra mineral 75.



Figura 5.79 Muestra mineral 76.



Figura 5.80 Muestra mineral 77.



Figura 5.81 Muestra mineral 78.



Figura 5.82 Muestra mineral 79.



Figura 5.83 Muestra mineral 80.



Figura 5.84 Muestra mineral 81.



Figura 5.85 Muestra mineral 82.



Figura 5.86 Muestra mineral 83.

5.2.39 Muestra de los minerales 84, 85 y 86

La muestra analizada son las que se observan en las figuras 5.87, 5.88, 5.89.



Figura 5.87 Muestra mineral 84.



Figura 5.88 Muestra mineral 85.



Figura 5.89 Muestra mineral 86.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 5,5 a 6,6 (variable). Raya: blanca. Color: blanco, amarillo, rojo, pardo, verde, azul, negro, a veces opalescente. Transparencia: transparente, translucido y no transparente. Brillo: vítreo, graso, mate, céreo. Exfoliación: no tiene. Fractura:

concoidea, desigual. Morfología: estalactitas, concreciones, costras, pseudomorfos, agregados botrioidales, reniformes, esféricos y terrosos, ooides. Densidad: 2,1 a 2,2. Sistema cristalino: amorfo. Luminiscencia: blanca, amarilla, amarilla verdosa y verde. Composición química: variable (el porcentaje de agua varia del 1 al 27%), pequeñas cantidades de Mg, Ca, Al, Fe, As. Propiedades: soluble en HF y KOH, no funde a la llama, pero se torna mate y crepita.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que las muestras pertenecen a un Opalo $\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ Clase Silicatos, Sub-Clase Tectosilicatos, Grupo del Cuarzo. Génesis: volcánica, sedimentarias, costras de alteración, biogénica. Paragénesis: calcedonia, cristobalita, etc.

Manipulaciones: limpiar con agua.

5.2.40 Muestra mineral 87

La muestra analizada es la que se observa en la figura 5.90.



Figura 5.90 Muestra mineral 87.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron los siguientes:

Dureza: 1 a 2. Raya: blanca. Color: blanco, gris amarillento, gris. Ennegrece con el aire. Transparencia: transparente o translúcido. Brillo: adamantino. Exfoliación: imperfecta. Morfología: cristales con numerosas facetas, costras, masas terrosas, gavillas. Densidad: 6,4 a 6,5. Sistema cristalino: triclínico. Forma de los cristales: prismáticos, bipiramidales, tabulares, maclas. Luminiscencia: a veces anaranjada, roja, rosa. Composición química: Hg 84,98%, Ci 15,02%. Propiedades: ennegrece con KOH, difícilmente soluble en ácidos, se sublima en tubo cerrado.

Por las características que observamos anteriormente llegamos a la conclusión que la muestra pertenece a una Calomelano, Clase Halogenuros HgCl. Génesis: secundaria. Paragénesis: mercurio, cinabrio.

Manipulaciones: limpiar con agua.

En la tabla 5.1 y 5.2 se muestran los resultados de la clasificación sistemática realizada a las muestras de minerales pertenecientes al pabellón de Geos- Venezuela.

Tabla 5.1 Clasificación Sistemática

Numero de Muestra	Clase	Sub- Clase	Grupo o Variedad	Sistema Cristalino	Nombre de Muestra	Formula Química
1	Elemento Nativo	Metales Nativos	Grupo del oro	Cubico	Oro (cuarzo Aurífero)	Au
2	Elemento Nativo	No Metales Nativos	-----	Amorfo	Azufre	S
3	Sulfuros	-----	-----	Hexagonal	Cinabrio	Hgs
4	Sulfuros	-----	-----	Cubico	Galena	Pbs
5	Sulfuros	-----	-----	Cubico	Galena	Pbs
6	Sulfuros	-----	-----	Tetragonal	Pirita Masiva	
7	Sulfuros	-----	-----	Tetragonal	Pirita Cristalizada	FeS ₂
8	Sulfuros	-----	-----	Tetragonal	Cristal Pseudomorfo de pirita	FeS ₂

9	Sulfuros	-----	-----	Tetragonal	Concreción de Pirita y Goethita	FeS ₂
10	Sulfuros	-----	-----	Tetragonal	Macla Pseudomorfa de Pirita	FeS ₂
11	Sulfuros	-----	-----	Tetragonal	calcopirita	CuFeS ₂
12	Sulfuros	-----	-----	Cubico	Blenda	ZnS
13	Óxidos	-----	Grupo de Hematites	Romboédrico	Ilmenita	FeTiO ₃
14	Óxidos	-----	Grupo de Hematites	Romboédrico	Hematites	Fe ₂ O ₃
15	Óxidos	-----	Grupo de Hematites	Romboédrico	Hematites (Grano fino)	Fe ₂ O ₃

Continuación de la tabla 5.1

Numero de	Clase	Sub- Clase	Grupo o Variedad	Sistema Cristalino	Nombre de Muestra	Formula Química
-----------	-------	------------	------------------	--------------------	-------------------	-----------------

Muestra						
16	Óxidos	-----	Grupo de Hematites	Romboédrico	Hematitas (Grano Fino)	Fe ₂ O ₃
17	Óxidos	-----	Grupo del Rutilo	Tetragonal	Rutilo (agujas de Rutilo en Cuarzo)	TiO ₂
18	Óxidos	-----	Grupo de las espinelas	Ortorrómbico	Columbita	MgO
19	Óxidos	-----	Grupo de las espinelas	Cúbico	Magnetita	Fe ₃ O ₄
20	Óxidos	-----	Grupo de las espinelas	Cúbico	Magnetita vanadifera	Fe ₃ O ₄
21	Óxidos	-----	Variedad de Calcedonia	-----	Jaspe Verde	SiO ₂ .

22	Óxidos		Varied ad de Calcedonia	-----	Jaspe Rojo	SiO ₂ .
23	Óxidos	-----	Varied ad de Calcedonia	-----	Jaspe Morado	SiO ₂ .
24	Óxidos	-----	Varied ad de Calcedonia	-----	Jaspe Gris	SiO ₂ .
25	Óxidos	-----	Varied ad de Calcedonia	-----	Jaspe	SiO ₂
26	Hidróxidos	-----	-----	Ortorrómb ico	Goethita	FeOOH
27	Hidróxidos	-----	-----	Ortorrómb ico	Goethita (con Limonita)	FeOOH
28	Hidróxidos	-----	-----	Ortorrómb ico	Goethita (radioactiva)	FeOOH
29	Hidróxidos	-----	-----		Limonita	FeOOH

						nH ₂ O
--	--	--	--	--	--	-------------------

Continuación de la tabla 5.1

Numero de Muestra	Clase	Sub- Clase	Grupo o Variedad	Sistema Cristalino	Nombre de Muestra	Formula Química
30	Hidróxidos	-----	-----		Limonita	FeOOH nH ₂ O
31	Hidróxidos	-----	-----		Limonita	FeOOH nH ₂ O
32	Haluros	-----	-----	Cubico	Halita	NaCl
33	Carbonatos	-----	Grupo de la Calcita	Romboédrico.	Calcita	CaCO ₃
34	Carbonatos	-----	Grupo de la Calcita	Romboédrico.	Calcita (plegada)	CaCO ₃
35	Carbonatos	-----	Grupo de la Calcita	Romboédrico.	Calcita (drusa)	CaCO ₃
36	Carbonatos	-----	-----	Romboédrico	Magnesita	MgCO ₃
37	Carbonatos	-----	-----	Romboédrico	Magnesita	MgCO ₃

				ico	ta	
38	Carbonatos	-----	-----	Romboédrico	Magnesi ta	$MgCO_3$
39	Carbonatos	-----	-----	Romboédrico	Magnesi ta (alterada)	$MgCO_3$
40	Carbonatos	-----	Grupo de la Dolomita	Romboédrico	Dolomit a	$CaMg(CO_3)_2$
41	Carbonatos	-----	Grupo de la Dolomita	Romboédrico	Dolomit a	$CaMg(CO_3)_2$
42	Carbonatos	-----	Grupo de la Dolomita	Romboédrico	Malaquit a	$Cu_2[(OH)_2CO_3]$
43	Carbonatos	-----	Grupo de la Dolomita	Romboédrico	Malaquit a	$Cu_2[(OH)_2CO_3]$
44	Carbonatos	-----	Grupo de la	Romboédrico	Malaquit a	$Cu_2[(OH)_2CO_3]$

			Dolomita			
45	Carbonatos	-----	Grupo de la Dolomita	Romboédrico	Malaquita	$\text{Cu}_2[(\text{OH})_2\text{CO}_3]$

Continuación de la tabla 5.1

Numero de Muestra	Clase	Sub- Clase	Grupo o Variedad	Sistema Cristalino	Nombre de Muestra	Formula Química
46	Carbonatos	-----	Grupo de la Dolomita	Monoclínico	Azurita	$\text{Cu}_3[\text{OHCO}_3]_2$
47	Carbonatos	-----	Grupo de la Dolomita	Monoclínico	Azurita (con Malaquita)	$\text{Cu}_3[\text{OHCO}_3]_2$
48	Sulfatos	-----	-----	Monoclínico	Barita	BaSO_4
49	Sulfatos	-----	-----	Monoclínico	Barita	BaSO_4

50	Sulfatos	-----	-----	Monoclíni co	Barita	BaSO ₄
51	Sulfatos	-----	-----	Monoclíni co	Yeso	CaCO ₄ - 2H ₂ O
52	Sulfatos	-----	-----	Monoclíni co	Yeso Cristalizado	CaCO ₄ - 2H ₂ O
53	Sulfatos	-----	-----	Monoclíni co	Yeso sacaroideo	CaCO ₄ - 2H ₂ O
54	Sulfatos	-----	-----	Monoclíni co	Yeso (flor)	CaCO ₄ - 2H ₂ O
55	Sulfatos	-----	-----	Monoclíni co	Yeso (Cristales Tabulares)	CaCO ₄ - 2H ₂ O
56	Sulfatos	-----	-----	Monoclíni co	Yeso sacaroideo	CaCO ₄ - 2H ₂ O
57	Sulfatos	-----	Varier dad Selenita	Monoclíni co	Yeso	CaCO ₄ - 2H ₂ O
58	Sulfatos	-----	-----	Ortorrómb ico	Anhidrit a	CaSO ₄

59	Wolframatos	-----	-----	Tetragonal	Scheelita	CaWO_4
60	Silicatos	Neosilicatos	Grupo del Granate	Cubico	Granate (Almadino)	$\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$
61	Silicatos	Neosilicatos	Grupo del Granate	Cubico	Granate (Andradita)	$\text{Ca}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3$
62	Silicatos	Neosilicatos	Grupo de Nesoaluminosilicatos	Triclínico	Cianita	$\text{Al}_2[\text{O SiO}_4]$.

Continuación de la tabla 5.1

Número de Muestra	Clase	Sub-Clase	Grupo o Variedad	Sistema Cristalino	Nombre de Muestra	Formula Química
63	Silicatos	Neosilicatos	Grupo de Nesoaluminosilicatos	Triclínico	Cianita	$\text{Al}_2[\text{O SiO}_4]$.

64	Silicatos	Neosilicatos	Grupo de Nesosilicatos de aluminio	Ortorrómico	Dumortierita	Al ₇ [O ₃ BO ₃ (SiO ₄) ₃]
65	Silicatos	Sorosilicatos	Grupo de la Humita	romboédrico	Turmalina (Chorlo en Cuarzo)	(Na)(Fe)(Mg) ₆ (BO ₃) ₃ (Si ₆ O ₁₈)(OH,F) ₄ .
66	Silicatos	Sorosilicatos	Grupo de la Humita	romboédrico	Chorlo	NaFe ₃ ²⁺ (Al, Fe ³⁺) ₆ [(OH) ₄ (BO ₃) ₃ Si ₆ O ₁₆].
67	Silicatos	Inosilicatos	Grupo de Anfíboles	monoclínico	Actinolit	Ca ₂ (Mg, Fe ²⁺) ₅ [OH Si ₄ O ₁₁] ₂
68	Silicatos	Inosilicatos	Grupo de Anfíboles	monoclínico	Tremolit	Ca ₂ Mg ₅ [OH Si ₄ O ₁₁] ₂
69	Silicatos	Filosilicatos	Grupo de la Serpentinita	monoclínico	Crisotil	Mg ₆ [(OH) ₈ Si ₄ O ₁₀].
70	Silicatos	Filosilicatos	Grupo de la arcilla	monoclínico	Talco	Mg ₃ [(OH) ₂ Si ₄ O ₁₀].

71	Silicatos	Filosilicatos	Grupo de las Micas	monoclínico	Mica Biotita	$KaL_2 [(OH, F)_2 AlSi_3O_{10}]$
72	Silicatos	Filosilicatos	Grupo de las Micas	monoclínico	Mica Biotita	$KaL_2 [(OH, F)_2 AlSi_3O_{10}]$

Continuación de la tabla 5.1

Numero de Muestra	Clase	Sub- Clase	Grupo o Variedad	Sistema Cristalino	Nombre de Muestra	Formula Química
73	Silicatos	Filosilicatos	Grupo de las Micas	monoclínico	Mica Muscovita	$K(Mg, Fe^{2+})_3[(OH)_2 (Al, Fe^{3+})Si_3O_{10}]$.
74	Silicatos	Tectosilicatos	Grupo del Cuarzo	Hexagonal	Cuarzo	SiO_2
75	Silicatos	Tectosilicatos	Grupo del Cuarzo	Hexagonal	Cuarzo	SiO_2
76	Silicatos	Tectosilicatos	Grupo del Cuarzo	Hexagonal	Cuarzo	SiO_2

77	Silicatos	Tectosilicatos	Grupo del Cuarzo	Hexagonal	Cuarzo	SiO ₂
78	Silicatos	Tectosilicatos	Grupo del Cuarzo	Hexagonal	Cuarzo	SiO ₂
79	Silicatos	Tectosilicatos	Grupo del Cuarzo	Hexagonal	Cuarzo	SiO ₂
80	Silicatos	Tectosilicatos	Grupo del Cuarzo	Hexagonal	Cuarzo	SiO ₂
81	Silicatos	Tectosilicatos	Grupo del Cuarzo	Hexagonal	Cuarzo	SiO ₂
82	Silicatos	Tectosilicatos	Grupo del Cuarzo	Hexagonal	Cuarzo	SiO ₂
83	Silicatos	Tectosilicatos	Grupo del Cuarzo	Hexagonal	Cuarzo	SiO ₂
84	Silicatos	Tectosilicatos	Grupo del Cuarzo	Amorfo	Opalo	SiO ₂ -n H ₂ O
85	Silicatos	Tectosilicatos	Grupo del Cuarzo	Amorfo	Opalo	SiO ₂ -n H ₂ O

Continuación de la tabla 5.1

Numero de Muestra	Clase	Sub- Clase	Grupo o Variedad	Sistema Cristalino	Nombre de Muestra	Formula Química
86	Silicatos	Tectosilicatos	Grupo del Cuarzo	Amorfo	Opalo	SiO ₂ -n H ₂ O
87	Haluros	-----	-----	Triclínico	Calomelano	HgCl

Tabla 5.2 Resumen de muestras analizadas.

Clase	Cantidad de muestra
Elemento Nativo	2
Sulfuros	10
Óxidos	13
Hidróxidos	6
Haluros	2
Carbonatos	15
Sulfatos	11
Wolframatos	1
Silicatos	27
TOTAL DE MUESTRAS	87

5.3 Fichas técnicas

Una vez finalizado el proceso de acondicionamiento del área de exposición; análisis, identificación y clasificación de las muestras, se procede a realizar fichas técnicas para su denominación en la exhibición.

Para el diseño de las fichas técnicas, se toma como modelo las anteriormente utilizadas en el museo y se mejora con características que las institucionalice, como el logo de la universidad y el logo del museo; y que además sean más llamativas al público.

En tal sentido, los elementos que contienen las fichas son las siguientes:

1. Logo de la Universidad de Oriente.
2. Logo del Museo Geológico y Minero José Baptista Gomes.

3. Nombre del mineral.
4. Origen de la muestra.

Las dimensiones de cada ficha son de 9cm de ancho por 5cm de alto, de manera que pueda observarse claramente todos los elementos descritos en ellas por parte de los visitantes del museo.

En la figura 5.91 se observa el modelo de las fichas técnicas implementadas, donde Mica Biotita es el nombre de la muestra mineral y pertenece al rio Marhuanta Ciudad Bolívar Estado Bolívar. También contiene en su esquina superior izquierda el logo de la universidad y en su esquina superior derecha el logo del museo.



Figura 5.91 Modelo de ficha técnica.

El objetivo de la incorporación de estas fichas técnicas es identificar cada muestra de mineral con su nombre y su respectivo origen es, así como también indicar características relevantes presentes en la muestra, entre otros aspectos de considerable importancia que se pueda indicar.

5.4 Base de datos

Luego de haber finalizado con el diseño y elaboración de las fichas técnicas construyo una base de datos que consta con una parte virtual que comprende toda la información referente a las muestras existentes en el pabellón de Geos-Venezuela, además como el cuidado necesario para cada una de las muestras para poder preservarlas con sus principales características y una parte física la cual comprende la información y principales características de cada una de las muestras minerales.

Todo esto es con la finalidad de convertir el museo en un lugar óptimo de enseñanza que brinda amplia información enriquecida, detallada y precisa con la que puede contar el estudiantado y visitantes en general en cualquier momento, fortaleciendo el compromiso que tiene la Universidad de Oriente de formar profesionales de excelencia, críticos e integrales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La Mineralogía es de mucha importancia en el trabajo, porque a través de ella evidenciamos las transformaciones que han sufrido distintos minerales, desde su formación hasta su transformación en rocas, lo cual nos permite como futuros geólogos descubrir, analizar e interpretar cualquier evento geológico.

1. Macroscópicamente se identificaron en diferentes minerales los siguientes agregados cristalinos como maclas, concreciones, drusas, acicular y micáceo. También se encontraron cristales euédrico y sudbédrico.

2. Se aplicó la mineralogía sistemática o determinativa a una población de 87 muestras minerales obteniendo los siguientes resultados: elementos nativos 2 muestras, sulfuros 10 muestras, óxidos 13 muestras, hidróxidos 6 muestras, haluros 2 muestras; carbonatos 15 muestras, sulfatos 11 muestras, wolframatos 1 muestras, y silicatos 27 muestras.

3. Las fichas técnicas nos permite ubicar y clasificar sistemáticamente dichas muestras y a la vez sus principales características.

4. La base de datos le permite al estudiantado, profesores y al público en general, el reconocimiento sistemático de la colección de muestras minerales, mientras que al personal que labora en el Museo Geológico y Minero Profesor José Baptista Gómez, le permite tener un control de las muestras existentes.

Recomendaciones

1. Motivar al estudiantado conjuntamente con los profesores, para seguir realizando este tipo de proyectos que permitan mejorar la calidad de información contenida en el Museo Geológico y Minero Prof. José Baptista Gomes.

2. Respetar y mantener de manera estricta, las mejoras ya realizadas por medio de este proyecto.

3. Contratar personal especializado que sirvan como guía a los visitantes de dicho museo, y este pueda ofrecer toda la información necesario que estos soliciten.

4. Brindar material didáctico o de apoyo a los visitantes.

5. Terminar la reorganización del Museo lo más pronto posible, para que este pueda abrir sus puertas y ofrecer los diferentes servicios al estudiantado y público en general.

REFERENCIAS

Balestrini (2001) **CÓMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Sexto edición. BL Consultores Asociados. Caracas, Venezuela, pp 220.

Cornelius S., Hurlbut Jr., y Cornelis Klein (1.986-1.988). **MANUAL DE MINERALOGÍA DE DANA** Tercera Edición. Editorial Reverte, S,A Barcelona. España pp 229- 466.

Gisper, Carlos (1.998). **MINERALES Y ROCAS**. Editorial Océano Grupo Editorial, S,A Barcelona. España. pp 2-88

Melcarejo J., Soler A., y Ayora C. (1990). **MINERALOGÍA**. Enciclopedia Maravilla de la Ciencia. Oeiris Editore, S.A. Bogota. Colombia pp 51-95.

Navarro, Joaquín (1.998). **ATLAS VISUALES OCÉANO: MINERALES**. Editorial Océano Grupo Editorial, S,A Barcelona. España. pp 2-70

Sabino, Carlos (2006). **EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN**. El Cid Editor, Tercera Edicion. Caracas, Venezuela. pp 98

APÉNDICES

APÉNDICE A

FOTOGRAFÍAS EN LAS CONDICIONES EN LAS QUE FUE ENCONTRADOS LOS ESTANTES DEL MUSEO DE GEOS- VENEZUELA



Figura A.1 Estado en que se encontraban las muestras y los muebles.



Figura A.2 Estado en que se encontraban las muestras y los muebles.



Figura A.3 Estado en que se encontraban las muestras y los muebles.

APÉNDICE B

FOTOGRAFÍAS EN LAS CONDICIONES EN LAS QUE FUE ACONDICIONADO LOS ESTANTES DEL MUSEO DE GEOS- VENEZUELA



Figura B.1 Restauración de las muebles que contenían las muestras minerales.



Figura B.2 Clasificación de las muestras minerales.



Figura B.3 Acondicionamiento de los muebles que contenían las muestras.



Figura B.4 Acondicionamiento de los muebles que contenían las muestras

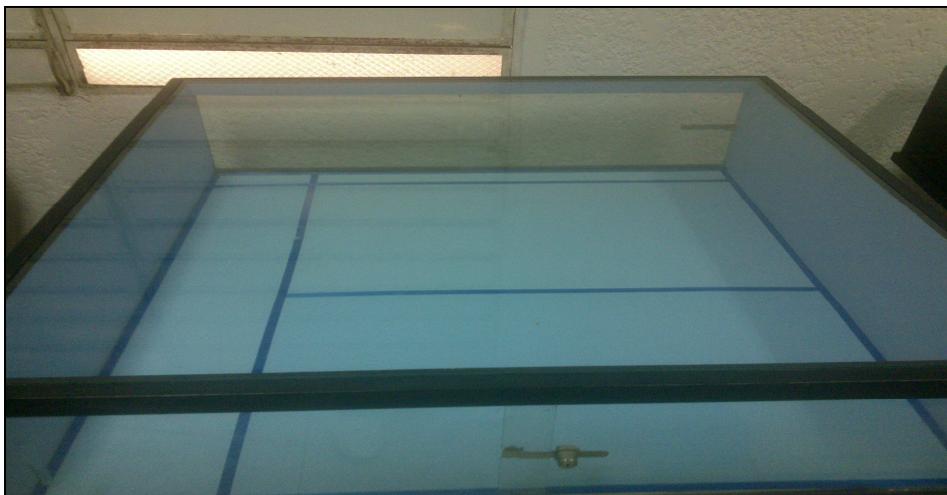


Figura B.5 Acondicionamiento de los muebles que contenían las muestras



Figura B.6 Acondicionamiento de los muebles que contenían las muestras



Figura B.7 Muestras minerales en sus respectivos muebles.



Figura B.8 Muestras minerales en sus respectivos muebles.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

Título	CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA DE LOS MINERALES EXISTENTES EN EL PABELLÓN DE GEOSVENEZUELA DEL MUSEO GEOLÓGICO Y MINERO JOSÉ BAPTISTA GOMES DE LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA UNIVERSIDAD DE ORIENTE NÚCLEO BOLÍVAR – ESTADO BOLÍVAR.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Saavedra León Said Hernán	CVLAC	15618475
	e-mail	Said_saavedra@hotmail.com
	e-mail	
Lizardi Lizardi Eric Ramón	CVLAC	14884973
	e-mail	ericlizardi@hotmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Sistemática
Muestras
Minerales
Mineralogía
Clasificación
Museo Geológico

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Geología	Mineralogía
Geología	Petrología

Resumen (abstract): El objeto del presente trabajo especial de grado es clasificar sistemáticamente las muestras minerales pertenecientes a Geos-Venezuela colección existente en el Museo Geológico y Minero José Baptista Gomes de la Universidad de Oriente Núcleo Bolívar. Para ello se utilizaron libros, atlas de mineralogía y una gran cantidad de información obtenida de páginas web, utilizando diferentes buscadores como Google, Yahoo, Altavista; bases teóricas del área donde se realizaron los estudios de recolección de muestras, así como la situación del área y sus alrededores. La fase I está comprendida por el planteamiento del problema, objetivo de la investigación; objetivos generales y específicos, justificación, alcances y limitaciones de la investigación, utilizando para ello la metodología de Hurtado, J., la fase II que corresponde a las generalidades, identificación de los tipos de clases de minerales, se consultaron páginas de internet y biografías extraídas de la biblioteca de la Universidad de Oriente (UDO), fase III clasificación sistemática de las muestras minerales de Geos-Venezuela que se encuentran en el museo, fase IV generación de una base de datos de dichas muestras Minerales, fase V elaboración de fichas técnicas clasificándolas por clase, sub-clase, grupo y sistema cristalino al cual pertenece cada muestra y la fase VI que es la descripción sistemáticamente de las muestras minerales. Mediante la elaboración de este trabajo de grado se lograron los objetivos propuestos donde se clasificaron las muestras minerales de Geos-Venezuela que se encuentran en el museo, se aplicó la mineralogía sistemática o determinativa a una población de 87 muestras minerales obteniendo los siguientes resultados: elementos nativos 2 muestras, sulfuros 10 muestras, óxidos 13 muestras, hidróxidos 6 muestras, haluros 2 muestras; carbonatos 15 muestras, sulfatos 11 muestras, wolframatos 1 muestras, y silicatos 27 muestras, para así brindar al público en general una amplia gama de información importante para el reconocimiento y estudio de dichos minerales

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Yockling Lima	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	8860462
	e-mail	
	e-mail	
Iris Marcano	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	5990907
	e-mail	Irismar_58@hotmail.com
	e-mail	
Jacques Edlibi	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	12789882
	e-mail	Adlibi.jacq@hotmail.com
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2010	12	08
-------------	-----------	-----------

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
TESIS-Clasificación Sistemática DE LOS Minerales Existentes.doc	Application/msword

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T
U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: Museo Geológico y Minero José Baptista Gomes (Opcional)

Temporal: 10 años (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Geólogo

Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado

Área de Estudio: Departamento de Geología

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

Derechos:

De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado

“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la
Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros
fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo,
quien lo participara al Consejo Universitario”

Condiciones bajo las cuales los autores aceptan que el trabajo sea distribuido. La idea es dar la máxima distribución posible a las ideas contenidas en el trabajo, salvaguardando al mismo tiempo los derechos de propiedad intelectual de los realizadores del trabajo, y los beneficios para los autores y/o la Universidad de Oriente que pudieran derivarse de patentes comerciales o industriales.

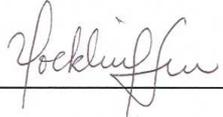


AUTOR 1



AUTOR 2

AUTOR 3

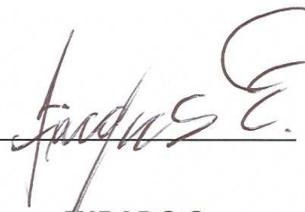


TUTOR

AUTOR 4



JURADO 1



JURADO 2

POR LA SUBCOMISION DE TESIS:

