

las, las propiedades mecánicas son afectadas por la proporción de grafito y por el tamaño y distribución de las capas. La resistencia a la tensión varía de 1,350 a 3,850 Kgs./cm². Resistencia a la compresión de 4,500 a 11,000 kgs./cm². Resistencia al corte de 1,900 a 4,000 Kgs./cm². Su peso específico disminuye con el contenido de carbón, por la tendencia del grafito y de la cementita de ocupar mayor volumen, varía de 6.8 a 7.2 Kgs./cm³. La tenacidad y la resistencia al impacto son mayores en las variedades de grano fino. Presenta una dureza moderada que le permite ser trabajada por herramientas (Pulido, cepillado, fresado, etc.). Su dureza Brinell varía de 150 a 270.

b.- FUNDICION BLANCA.- Contiene prácticamente todo el carbón en forma combinada, como carburo de hierro (Fe₃C) o Cementita. Se llama así por su fractura metálica característica, por la presencia de Perlita y Cementita. Se produce a baja concentración de silicio y alta velocidad de enfriamiento, tiene un punto de fusión menor que la gris, presenta menor fluidez al estado líquido y se contrae casi dos veces más. Su densidad es mayor, 7.6 Kgs./cm³. Tiene poca importancia en Ingeniería por su gran dureza y fragilidad y porque es prácticamente intrabajable, sólo utilizándose como producto intermedio para la obtención de los hierros de fundición Maleable. -- Tiene tres variedades: Una Mate no cristalina, de aspecto poco brillante. La Radiolar, con una serie de rayos centrales y la variedad Especular, cristalina y muy brillante.

c.- FUNDICION AIRUCHADA.- Se llama también Moteada o Matizada, representa un estado intermedio de las variedades anteriores, tanto en su aspecto como en sus propiedades, con el grafito sólo parcialmente separado (partes oscuras) y una masa blanquecina de carburo de hierro, dependiendo sus propiedades de la proporción de ésta.

d.- HIERROS DE FUNDICION MALEABLE.- Se fabrican por la Maleabilización del hierro de Fundición Blanca, su composición varía según las propiedades deseadas, de: 2 a 2.5C, 0.6 - 1.2 Si, 0.4-0.6 Mn, menos de 0.2% S y menos de 0.1% de Fósforo. La Maleabilización consiste en un "Recocido" del material apropiadamente empaquetado con un material adecuado. Se calienta por varios días a la temperatura de 850°C por 6 a 7 días en América, pero en Europa se calienta a temperaturas más altas y por mayor número de días, penetrando más profundamente la descarburización. La microestructura de esta clase de hierros consiste de una matriz de Ferrita, en la cual las partículas de grafito, más finas y más redondeadas se hallan dispersas más uniformemente que en el hierro gris; llamándosele "Carbón de Temple". Cuando la estructura final consiste esencialmente de Ferrita, se obtienen los hierros de corazón blanco. Se producen en Europa, a una alta temperatura de maleabilización por largo tiempo, con lo cual se descarboniza notablemente el hierro, por oxidación del carbón. Cuando la apariencia de la superficie fracturada es negra, se llaman hierros maleables de centro negro, que son los producidos comúnmente en América, en condiciones no oxidantes, aislando el vaciado con escoria de silicato ferroso.

Los hierros maleables combinan las ventajas de los hierros de fundición con las propiedades de maquinado de los aceros de alto carbón y con las propiedades físicas de los aceros de bajo y medio carbón, a los cuales se asemejan. Se utilizan en la manufactura de artículos o formas demasiado complicadas para un forjado económico, que tengan propiedades de resistencia y tenacidad que no se obtengan con la gris. También para partes de maquinaria, implementos de

agricultura, herramientas, ruedas de ferrocarril, palancas, etc.

Capítulo VII.

PIEDRAS DE CONSTRUCCION.

GENERALIDADES.- Se comprende con este nombre todas aquellas rocas que en una u otra forma pueden intervenir directamente en la construcción, ya sea como material ornamental (Granito, Mármol, etc.), para construcción de paredes, puentes edificios o como material para cimientos, pavimentos, etc. o material quebrado para fabricación del Concreto.

COMPOSICION.- Las rocas están formadas por gran número de compuestos, de los cuales algunos son "Esenciales", característicos o primordiales y otros "accesorios" o secundarios o bien se presentan solo como impurezas. Según que contengan uno o varios minerales esenciales pueden llamarse Simples o Compuestos. Aún dentro de un tipo de roca definido, las propiedades dependen de la clase y proporción de dichos constituyentes. Se pueden reconocer éstos algunas veces a simple vista y otras con ayuda de una lente o examinando los cristales individuales o capas delgadas del material al microscopio, a menudo se examinan a la luz polarizada, en la cual presentan colores y aspecto bastante vivos, a menudo característicos. Cada constituyente tiene una serie de propiedades características que pueden servir para su identificación y que comunican en mayor o menor grado a las rocas, de acuerdo con su composición. Cuando el examen óptico no es suficiente, se determinan la dureza, fractura, estructura, color del polvo, etc., desintegrando la roca y separando los constituyentes por medios mecánicos. También puede probarse su comportamiento con determinados reactivos (ácidos, bases, sales, etc.), a la acción del soplete, o a la formación de las perlas de Bórax, etc.

PROPIEDADES.- Las propiedades varían según la clase y proporción de los constituyentes que las forman, predominando las de aquellos que existen en mayor cantidad, aunque la presencia de ciertas impurezas, aún en pequeña cantidad puede alterar sus cualidades. Se describirán algunas de las propiedades sobresalientes de los constituyentes y rocas que forman y su influencia en el comportamiento de las mismas.

Dureza.- Se fija por la conocida escala de Moh (Talco, yeso, calcita, fluorita, espatito, ortoclasa, cuarzo, topacio, zafiro o corindón y diamante). De los constituyentes comunes, el cuarzo es el de mayor dureza, no es rayado por el acero y en cambio raya al vidrio. El talco y el Yeso son los más blandos, fácilmente rayados por la uña. Los intermedios pueden ser cortados con la navaja, con dificultad progresiva del 3 al 6. La dureza de los constituyentes afecta en las rocas la resistencia a la abrasión, aumentando para las que contienen constituyentes duros en mayor cantidad, por ejemplo en las rocas Graníticas, cuarzosas, etc.

Fractura.- Presentan una fractura definida, que puede indicarse con los términos: Fácil, Distinta o Indistinta, Perfecta o Imperfecta, o indicando el ángulo de corte o su dirección. Cuando es en forma de láminas, laminar, etc.

Estructura.- Puede servir para clasificar las rocas, se pueden considerar: Compacta, de partículas muy finas, bastante juntas. Sacaroides, de cristales pequeños como los de azúcar. Esquistosa, con hendiduras en la misma dirección, a veces poco notadas, Gránulosa, de granos más o menos grandes. Fibrosa o en forma de fibras. Escamosa

en forma de escamas. Hojosa o foliácea, de hojas mas o menos delgadas, Tabular cuando son gruesas. Vitrea cuando se asemeja al cristal. Estratificada, formada por capas o estratos de composición diversa. La estructura tiene gran importancia en la resistencia de las rocas a los agentes físicos exteriores o Durabilidad; así, las rocas estratificadas deben de colocarse a lo largo de los estratos, las pizarras, micas, etc. de estructura hojosa, son facilmente separables, por lo cual son poco resistentes, en cambio las Compactas o las de grano fino resisten muy bien, aún a la destrucción por el fuego.

Color.- Sirve a veces para reconocer un constituyente o roca determinada, pero a menudo se ve alterado por la presencia de impurezas coloreadas y por su composición química. A veces es mas representativo el color del mineral pulverizado.

Lustre.- Puede ser Vitreo o Vidrioso, Grasoso, Perlítico, Resinoso, Sedoso, Metálico, etc., según su apariencia a la luz reflejada.

Cristalización.- No es condición normal en todos los constituyentes pero cuando existe puede servir para la identificación.

Densidad.- En los constituyentes se considera el Peso específico (P.e), en las rocas varía con la Porosidad, de tal manera que en la práctica se expresa mejor la densidad aparente (D.a). Las rocas densas sufren menos ataque que las porosas (congelación, fuego, etc.). Las demasiado porosas no deben ser colocadas húmedas en la obra.

Absorción.- Depende de la porosidad y es importante en el ataque de las rocas, sin embargo, si los poros son grandes y rectos, la roca es menos afectada por la congelación, que si son chicos y tortuosos, aún cuando su absorción sea la misma.

Resistencia al calentamiento y al fuego.- Al calentarse una roca, sus diferentes constituyentes se dilatan de un grado diverso, provocando esfuerzos internos que las debilitan paulatinamente (Pag. 79). Si el calentamiento continúa pierden su agua de adsorción (secado) y mas tarde la de combinación y cristalización, deteriorandose algunas, finalmente se descomponen los carbonatos, a temperaturas mayores de 650°C, desintegramándose las calizas, dolomitas, etc. Las areniscas y granitos densos sufren menos la acción del calor, pero aunque tardan en desintegrarse se rompen facilmente. En general las rocas de construcción no soportan temperaturas mayores de 850°C.

Durabilidad.- Indica la resistencia a los agentes exteriores (véase productos de desintegración), depende de la composición, porosidad, densidad, etc. ya mencionadas y además del método de extracción, corte, acabado, etc. Por ejemplo, las obtenidas con cargas fuertes de dinamita resultan mas afectadas y por lo tanto menos resistentes, así mismo las acabadas por labrado a golpes son menos resistentes que las aserradas. También las pulidas son menos atacables que las rugosas. Para aumentar la durabilidad es conveniente recubrirlas de una capa protectora (Pág.) tal como cera o parafina disueltas o fundidas, aceite de linaza, creosota (evita desarrollo de los hongos), etc.

CONSTITUYENTES MINERALES MAS COMUNES.

GENERALIDADES.- Las rocas se encuentran formadas por dos tipos de minerales: 1.- Los originalmente formados o primarios, los cuales

son esencialmente silicatos complejos de aluminio, hierro, calcio, magnesio, potasio y sodio, distribuidos según Clarke en la siguiente forma: Feldespatos 57.8%, Cuarzo 12.7, Mica 3.6. 2o.- Minerales Ferromagnesianos (Hornblenda, Olivino, etc.).- Minerales formados por destrucción de los anteriores y que se llaman por esto secundarios.

CUARZO.- Anhidrido Silícico (SiO2) ó cristal de roca. No tiene fractura, es incoloro, blanco o gris y aún negro. Su polvo es blanco, lustre vidrioso, insoluble en ácido clorhídrico. Dureza 7, P. -2.6. Se halla en grandes masas o vetas y en fragmentos de todos tamaños en rocas de tipo ígneo (Pág. 71.) y en las areniscas. La sílice se encuentra algo en el agua como resultado de la descomposición de los feldespatos. Amorfa (pedernal) se halla en algunas rocas facilmente triturables, de color negro translúcido o amarillo castaño cuando se han erosionado.

FELDESPATOS.- Son grupos de silicatos dobles de aluminio y potasio (Ortoclasa (KAlSi3O8), de sodio (Oligoclasa, Albita,) o de calcio (Anortita, Labradorita), Dureza 6, P.e, 2.62 á 2.75. Polvo blanco, lustre vidrioso a perlítico, varían en color, de rosa débil a rosa profundo (Ortoclasa), o de blanco a gris (Plagioclasa). Son menos durables que el cuarzo. La ortoclasa predomina en las rocas ígneas ácidas, en las intermedias los sódico-potásicos y sódico-cálcicos y en las básicas la Anortita. Sufren la Caolinización (Pág. 80).

FELDESPAROIDES.- Silicatos aluminicos con sodio, potasio o calcio o 2 á 3 de éstos. Atacables por el ácido clorhídrico en frío, lo que los distingue de los anteriores, entre ellos se encuentran:- Nefelina, Leucita y Sodalita.

MICAS.- Silicatos dobles de aluminio y potasio (H2KAl3(SiO4) (Moscovita), o con fierro ferroso, potasio y magnesio (HK2(MgFe)2. (AlFe)2(SiO4)3) (Biotita). Dureza 2 á 3, P.e, 2.7 á 3.2. Estructura foliácea, lustre vitreo a perlítico, polvo incoloro o gris. La Moscovita es clara, a menudo gris, amarillenta, verdosa o rosada. La biotita varía de color café a negro o verde obscuro. No resisten bien las condiciones atmosféricas, al erosionarse se dividen en pequeñas laminillas que resisten fuertemente los cambios químicos, por lo cual se hallan como constituyentes de las arenas y areniscas. A veces se hallan en forma hidratada (Illita) como constituyentes de las arcillas. Una variedad de mica con litio en lugar de magnesio se llama Lepidolita.

MINERALES FERROMAGNESIANOS.- Son silicatos complejos de hierro y manganeso, los más comunes son:

1.- Anfiboles.- El principal es la hornblenda, con calcio y aluminio. Dureza, 5.6, P.e, 2.9 á 3.6, fractura perfecta en dos planos separados 124°. Lustre vitreo, polvo incoloro. gris o café. La Hornblenda varía de verde obscuro á negro. Otros anfíboles son: La Tremolita, silicato doble de Magnesio y Calcio (poco fierro), de color blanco a gris y el Actinoto, semejante al anterior, pero con mayor contenido de óxido ferroso.

2.- Piroxenos. Silicatos de calcio y magnesio, mezclados con alúmina (Ca (FeMg) Si2 O6) con poco fierro (Diópsida) y aluminio, con mayor proporción (Diáloga); con gran contenido (Augita).

3.- Olivinos.- (2 MgO . SiO2), Silicatos de Magnesio en los cuales éste puede estar parcial o totalmente sustituido por el fierro. P.e. 3.3. Fractura concoida, color que varía del verde al pardo.

4.- Cloritas.- Silicatos hidratados de aluminio y magnesio, a menudo ferríferos (Penina, Mg7Al2Si4P18.5H2O), a veces con algo de

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO I"
Buenos Aires

crumo (Clinocloro). Minerale blandos y ligeros. P.e, 2.7 á 3.0, de textura escamosa, a menudo verdoşos.

5.- Talco.- Silicato hidratado de megnesio, con algo de hierro y aluminio (3MgO . 4 SiO2. H2O) semejante al anterior, muy blando, presenta una variedad compacta llamada Lardita.

6.- Glauconita.- Silicato hidratado de aluminio, hierro y potasio, con algo de calcio y magnesio. Forma granos verde obscuro o claro verdoso en las areniscas verdes, se erosina dando oxígeno hidratado de hierro.

CALCITA.----- Carbonato de calcio (Ca CO3) casi puro, soluble en ácidos diluidos con desprendimiento de CO2 (efervesce) y por lo tanto parcialmente atacable por los agentes atmosféricos y por el agua con CO2. Cristalizado es incoloro o blanco, P.e, 2.72, fractura en 3 direcciones. Lustre entre vítreo y nacarado, dureza 3.

DOLOMITA.---- Carbonato doble de calcio y magnesio, semejante a la anterior, pero menos soluble y por lo tanto mas resistente, P.e. 2.9, color blanco o rosado en cristales opacos y a veces manchados. Dureza 2.5 a 4.

APATITO.----- Fosfato cálcico cristalino, generalmente con Fluor, a veces cloro o yodo (Ca10 X2 (PO4)6) , incoloro, pero puede ser verde, amarillo ó azul. Se halla en muchas rocas eruptivas, basaltos y lavas.

YESO.----- Sulfato cálcico hidratado (CaSO4. 2H2O), de apariencia variable (cristalino, hojoso ó fibroso), transparente, claro o incoloro, muy blando, se encuentra en forma de yeso espático (cristalino), alabastro, (finamente cristalino), y como yeso a morfo.

COMPUESTOS DE FIERRO.- Son los diferentes óxidos de hierro (Pág. 43.) y las piritas, las cuales le dan el color característico a muchas de ellas. La Piritita (FeS2) o sulfuro de hierro, se halla en pequeños cristales cúbicos de color amarillo latón, sobre todo en las rocas arcillosas, con un intenso brillo metálico.- A veces en forma de masa fibrosa (marcasita). Son facilmente oxidables, por lo cual son constituyentes muy perjudiciales al estado de fina división, le dan color verde a ciertas arcillas.

CLASIFICACION DE LAS ROCAS.

Según su origen geológico se dividen en: A.- ROCAS IGNEAS B.- ROCAS SEDIMENTARIAS y C.- ROCAS METAMORFICAS. Según el carácter estructural de las grandes masas en: Estratificadas y No Estratificadas. Respecto a su composición química ya se dijo pueden dividirse en Simples y Compuestas. También hay que considerar los productos de disgregación de las rocas que algunos llaman Rocas clásticas disgregadas y que cuando forman rocas compactas se les llama Rocas aglomeradas.

A.- ROCAS IGNEAS.-

GENERALIDADES.- Se llama así a las rocas formadas por el enfriamiento y la solidificación de materiales fundidos o semifundidos, ya sea en el interior de la tierra, en cuyo caso se llaman Plutónicas (De Plutón, Dios del Fuego) o también rocas intrusivas o en el exterior, constituyendo las rocas Eruptivas, volcánicas o extrusivas, algunos incluyen las Filonianas o rocas formadas en filones o diques. En una u otra forma representan rocas complejas, por la gran diversidad de materiales que forman el Magma, y la forma como se ha producido la solidificación. Respecto a los Materiales, es-

tán formadas principalmente por silicatos complejos, conteniendo de un 36 a 80 % de Sílice y alúmina como 2o. componente; si predomina sílice se llaman Ácidas y si es baja Básicas. Durante la solidificación del Magma se efectúan una serie de cambios físicos y químicos que dependen de la presión, temperatura, velocidad de solidificación y de su carácter ácido o básico, dando origen a gran número de rocas a partir de un mismo magma, las cuales pueden agruparse en tres tipos: Cristalinas, Hipocristalinas (algo de masa amorfa) y Vitreas (amorfas, apariencia de vidrio). Las rocas ígneas se hallan en lugares en donde se presentan plegamientos o fracturas. Las plutónicas forman masas cónicas, abovedadas é irregulares, con numerosas salientes, variando su tamaño desde el de pequeños lacolitos (Lagos de piedra), hasta el de grandes macizos llamados Batolitos. Las volcánicas se hallan en grandes montes (lava) cubriendo las formaciones sedimentarias anteriores a la erupción (Basaltos) o en forma de cúpulas o agujas (rocas ácidas).

ESTRUCTURA.- Ya hemos visto como varía la solidificación y por consiguiente la estructura de las rocas, pudiendo considerarse dos tipos principales. Granitoidea, de cristales irregulares, principalmente característica de la solidificación no interrumpida a gran profundidad, Porfidoide o porfídica, de cristales gruesos semejantes (fenocristales) empastados por una masa compacta cristalina (holocristalina) o vítrea (vitrofídica) o de ambas (Hipo -- cristalinas), característica de rocas solidificadas por partes con un período intermedio de reposo. Estas últimas en las rocas volcánicas pueden ser: Traquíticas, formadas por cristales de feldespato en pasta microlítica de los mismos, mica, anfíbolo o piroxeno (traquitas y andesitas), Felsítica, pequeños cristales individuales en una masa amorfa, Perlítica, rocas vítreas formadas por pequeñas esferitas (perlititas), Cristalínicas, rocas vítreas con pequeños -- cristalitas (Obsidiana).

Otras estructuras son: La Pegmatítica con un mineral base (feldespato), en el que se encuentran como incrustados fragmentos de los demás (cuarzo) en formas ramificadas o dibujos caprichosos. La Aplítica, semejante a la granítica y la Ofítica, formada por el cruzamiento de cristales alargados de feldespato con espacios rellenos por otro mineral (augita o diálaga). Por último puede considerarse la estructura compacta o porosa.

1.- ROCAS PLUTONICAS O INTRUSIVAS.

PRINCIPALES TIPOS:

GRANITOS.- Rocas cristalinas, variando de granos finos a gruesos, formadas principalmente por Feldespatos (Ortoclasa y plagioclasa), cuarzo y mica (Biotita), como elementos esenciales. Algunas contienen moscovita o mica blanca (granulita), hornblenda, piroxeno, etc., denominándose con el nombre del mineral que los acompaña p. ej. Granito hornbléndico. Se presentan en grandes masas (Batolitos), sumamente repartidas, aunque poco frecuentes en nuestro país, facilitándose su extracción por la existencia de planos de debilitamiento (verticales ú horizontales), a veces se presentan en bloques aislados. El granito forma rocas compactas, con porosidad menor de 1%, difíciles de trabajar, por su gran dureza y tenacidad, propiedades que por otra parte son muy apreciadas, porque le dan resistencia a la abrasión. Resisten alrededor de 1,500 Kgs./cm2, su densidad aproximada es 2.66 y su % de absorción de 0.6. Es susceptible de adquirir pulimento, de gran duración, no es particularmente resistente al fuego y al agua aunque mantiene su forma después de quemado, sin desmoronarse. Su color varía del gris al rojo, pudien-