

fuerzas producidos por el enfriamiento rápido y homogenizar la estructura obtenida. El enfriamiento en agua helada produce "Martensita", en aceite se forma la llamada "Troosita", y al aire (Normalización) o por el enfriamiento lento en el horno se forma "Sorbita". La dureza de estas estructuras disminuye desde la Austenita, que es sumamente dura, hasta la Sorbita que es suave y dúctil, esta última es la estructura típica de los productos estructurales (rieles, vigas, canales, etc.). La perlita sometida a un recocido (Pág. 37) a temperaturas cercanas al grado crítico (Esferización) se transforma en Cementita Globular o esferoidal, dando un acero que tiene excelentes propiedades de maquinado. Todos estos cambios experimentales dependen fundamentalmente del contenido de carbón, siendo casi nulos cuando éste es bajo y aumentando cuando éste aumenta. Cuando no contienen elementos de aleación, los aceros se llaman "Aceros al Carbón", y contienen generalmente de 0.30 - 0.90 % de Manganeso, de 0.15 - 0.30% de Silicio y un máximo de 0.04% de Azufre y Fósforo, pueden dividirse en: Aceros de Bajo Carbón ó aceros dulces, de 0.06 á 0.20% C; Aceros de carbón medio ó semiduros, de 0.20 á 0.50% C y Aceros de alto carbón o Duros, de 0.50 á 1.5%.- También los que contienen 0.83% se llaman Eutectoides o Perlíticos. Según su aplicación pueden ser: Aceros para Estructuras (más de 0.30% de carbón), Acero para maquinaria (0.20 á 0.50% C.), Acero para resorte y herramientas (de 0.45 á 1.0% C. á veces hasta 1.20- y 1.40% de C). Aceros vaciados, que pueden ser de los 3 tipos, etc. Cuando los aceros contienen otros elementos en cantidad suficiente para considerarse de aleación se llaman "Aceros de Aleación" y pueden ser también de Aleación Baja, media, semi elevada y elevada. Reciben el nombre de él ó los elementos que predominan, por. ej. Acero Cromo, Acero cromo-níquel, Acero Manganeso, etc. También pueden recibir nombres especiales según su uso ó sus propiedades, por ej. Acero Inoxidable, Acero para herramientas de alta velocidad, etc.

Las propiedades de los Aceros al carbón son también afectadas por los tratamientos mecánicos y por el tamaño del grano, siendo mejores las variedades de grano fino, por lo que las piezas vaciadas se someten a un recocido para uniformar el grano y hacerlo más fino, sirviendo además éste para eliminar los esfuerzos internos.

En general la dureza de los aceros aumenta con el % de carbón y con la velocidad de enfriamiento, de 100 Brinell (0.12 C) á 271 (0.7% C), disminuyendo por el contrario la ductilidad y el alargamiento, de 40 á 15%.

Presentan una resistencia a la compresión mayor que la del fierrogris, pudiendo llegar a 13,000 Kgs./cm². La resistencia a la tensión aumenta de 3,600 Kgs./cm² para los aceros dulces á 8,500 Kgs/cm² para los aceros Eutectoides. Sus propiedades magnéticas disminuyen con el aumento de carbón, siendo mayores en los aceros dulces de 0.10% C., afectándose también por los cambios de temperatura, pudiendo decirse de una manera aproximada que aumenta hasta los 200° C y disminuye a la temperatura crítica, acentuándose estos cambios con el aumento del carbón.

Son fuertemente afectados por la corrosión, por lo cual deben protegerse con pinturas anticorrosivas.

C A P I T U L O VII

(PIEDRAS DE CONSTRUCCION Y ROCAS DISGREGADAS.)

(GENERALIDADES.- Se comprenden con este nombre todos los materiales sólidos (rocas) que existiendo en la naturaleza puedan intervenir directamente en la construcción, las primeras como piedras de tamaño regular que permita usarlas como bloques en construcción de edificios, puentes, presas, etc., y las segundas como material para fabricación de concreto o relleno de caminos, ya sea en forma natural (Piedra Bola, Grava y Arenas) o como Piedras Trituradas artificialmente.)

COMPOSICION.- Ambos productos provienen de las rocas naturales, es tán formadas por uno o varios compuestos llamados Minerales, los cuales poseen propiedades características que les comunican y que les diferencian entre sí, permitiendo su reconocimiento, principalmente cuando están cristalizados. Cuando su identificación es difícil, puede hacerse por medio de una lente o de un microscopio llamado petrográfico, examinando capas delgadas de la roca, ya sea con luz ordinaria o con luz polarizada, con la cual presentan colores bastante vivos, a menudo característicos. Estos exámenes sirven para identificar el color, el sistema cristalino, etc. de los minerales y muchas veces son complementados con pruebas hechas para determinar la dureza, fractura, estructura, color del polvo, etc., tanto de los minerales individuales como de la roca que los contiene. También puede probarse su comportamiento con determinado reactivo, por ej: Las calizas son atacadas por los ácidos, produciendo efervescencia. El reconocimiento de los minerales y su proporción permite identificar la clase de roca que los contiene, lo cual es de gran importancia en Ingeniería, por esta razón los estudiaremos a continuación.

(PRINCIPALES CONSTITUYENTES MINERALES DE LAS ROCAS.)

SILICE.- Principal constituyente de las rocas ácidas y de gran número de areniscas, generalmente se halla cristalizado como Cuarzo o Cristal de Roca. Es insoluble en los ácidos, solo lo ataca el Fluorhídrico, de aquí que sea resistente a la intemperie. Es de gran dureza (7), de p.e - 2.6. Se halla en grandes masas o vetas (cuarcitas). Las rocas que la contienen en gran cantidad se llaman rocas silíceas. Es generalmente de color blanco o ligeramente amarillento.

SILICATOS DE ALUMINIO.- Entre los silicatos de aluminio complejos, los de mayor importancia son:

FELDESPATOS.- Constituyentes de las rocas ígneas de gran dureza (6)

p.e - 2.62 - 2.75, de estructura hojosa o laminar y fractura de brillo nacarado; se presentan en cristales tabulares o planos. -- Son fácilmente atacados por el agua cargada de anhídrido carbónico, descomponiéndose en caolín, sílice y carbonatos solubles, proceso llamado "Caolinización". Los principales son: Ortoclasa o feldespatos potásico, de fractura (cruce) en dos direcciones en ángulo recto, de color rosado a rojo, componente de las rocas ígneas ácidas, junto con micas y cuarzo. La Plagioclasa o feldespatosódico, de cruce casi a 90°, componente de las rocas ígneas básicas, junto con compuestos ferro-magnesianos y la Anortita o feldespatos cálcico.

FELDESPATOIDES.-- o falsos feldespatos, solubles en ácido clorhídrico, de color blanco agrisado, fractura concoidea y hendibles con dificultad (Nefelina, sodalita, etc.).

MICAS.-- Silicatos dobles de aluminio y potasio, con Hidrógeno (Muscovita) o con fierro y magnesio (Biotita), muy suaves, fácilmente exfoliables en láminas, la Biotita es fácilmente atacada, por alteración forman Vermiculita. La 1ª es de colores claros, mientras que la 2ª es negra, parda o verde oscura. Son componentes de las rocas ígneas, pudiendo hallarse la Biotita en las metamórficas y la Muscovita en las sedimentarias.

CAOLINITA.-- Silicato de Aluminio hidratado, producto de la desintegración de los feldespatos, componente de las Arcillas junto con la Montmorillonita y otros semejantes. La presencia de ellas en las rocas para construcción es perjudicial porque se hinchan con el agua, desintegrándose la roca. Presenta olor a tierra mojada cuando se humedece.

SILICATOS FERROMAGNESIANOS.-- Silicatos complejos de fierro y magnesio, de carácter neutro, pesados (p.e. 2.9 a 3.3), en general de color oscuro, sobre todo los que contienen alúmina, como: los Anfiboles (Hornablenda), de color verde oscuro a negro y los Piroxenos (Augita), semejantes a los anteriores. Los que no contienen alúmina son más claros y no tan complejos, son silicatos hidratados con Magnesio y Fierro, a éstos pertenecen: El Olivino, de color verde a pardo, granular, componente de algunas rocas básicas y a veces de ciertas metamórficas, se intemperizando Serpentininas. Las Cloritas, de textura escamosa, verdosas, parecidas a las micas, de las cuales provienen (Biotita), son blandas y ligeras. La Glaucónita, silicato hidratado de Al, Fe y K con algo de Ca y Mg forma granos verde oscuro o claro verdoso en las areniscas verdes.

TALCO.-- Silicato hidratado de Magnesio con algo de fierro y aluminio, muy blando, untuoso al tacto, se raya con la uña.

CALCITA.-- Carbonato de Calcio, a menudo cristalizado, incoloro, blanco o amarillento, constituyente de las calizas y los mármoles. Efervesce con los ácidos diluidos desprendiendo anhídrido carbónico (CO₂), se ataca fácilmente por el agua cargada de CO₂, por lo cual es indeseable su presencia en muchas rocas, sobre todo en las areniscas, en las que actúa como material cementante.

COMPUESTOS DE FIERRO.-- Se encuentran como impurezas en muchas rocas, coloreándolas de amarillo o pardo, su presencia es indeseable, sobre todo en forma de piritas o sulfuros, por su fácil oxidación.

CLASIFICACION DE LAS ROCAS

A.- Según su origen geológico las rocas se dividen en:

I.- ROCAS IGNEAS.-- Formadas por la solidificación de una masa fundida.

II.- ROCAS SEDIMENTARIAS.-- Formadas por la acumulación de sedimentos.

III.- ROCAS METAMORFICAS.-- De la metamorfosis de las anteriores.

IV.- PRODUCTOS DE DISGREGACION.-- Componentes de los suelos.

B.- Según el carácter estructural de las grandes masas se dividen en: ESTRATIFICADAS, en forma de estratos o capas (Rocas Sedimentarias) y No ESTRATIFICADAS.

C.- Por su composición química se dividen en: SIMPLES.-- Las formadas por un solo mineral (Calizas, etc.) y COMPUESTAS.-- Las formadas por varios.

D.- Según su grado de compacidad en: ROCAS COMPACTAS o AGLOMERADAS y en ROCAS SUELTAS o DISGREGADAS.

I.- ROCAS IGNEAS

GENERALIDADES.-- La solidificación del magma pudo haberse desarrollado a profundidades desconocidas bajo la superficie terrestre, constituyendo las rocas PLUTONICAS (de Plutón Dios del fuego) o INTRUSIVAS, de carácter comúnmente cristalino, por su lenta solidificación o bien en la superficie, correspondiendo a las rocas ERUPTIVAS, VOLCANICAS o EXTRUSIVAS, de carácter generalmente amorfo, por su rápida solidificación, pudiendo tener apariencia vítrea. Algunos incluyen también las FILONIANAS o HIPOABISALES, que han solidificado en filones o diques cerca de la superficie, considerándose de carácter intermedio entre las dos anteriores. Es decir son rocas hipocristalinas, con cristales y algo de masa amorfa, pueden considerarse comprendidas dentro de las primeras. En una u otra forma son rocas formadas por silicatos complejos, cuarzo, compuestos ferro magnesianos, micas, etc. pudiendo dividirse según su composición en: ACIDAS, las que tienen de 60%-80% de Sílice, se caracterizan por su color claro. INTERMEDIAS.-- Si tienen de 40 a 60% de Sílice y BASICAS si es menor de 40% y ha sido sustituido por compuestos ferromagnesianos.

A.- ROCAS INTRUSIVAS

GENERALIDADES.-- Son como ya se dijo las que se han solidificado en el interior de la tierra, a partir de magmas que han penetrado en otras rocas formando intrusiones que varían desde pequeños trozos hasta masas de varios miles de kilómetros. Pueden presentarse en forma de Batolitos, lentes entre rocas. Batolitos, masas enormes que alcanzan profundidades desconocidas y Mantos o Diques, intrusiones entre los estratos o grietas, los primeros horizontales y los segundos verticales. Muchas rocas intrusivas tienen tendencia a romperse más fácilmente en dos direcciones: Una que es la más fácil llamada Hendedura (vertical u horizontal), otra que le sigue llamada Grano y una dirección en la cual son difíciles de romperse llamada Lado Duro, esta propiedad es de importancia para su extrac-

ción. Se hallan en lugares en donde se presentan plegamientos o -- fracturas, es frecuente encontrarlas al exterior en forma de láminas transversales en las laderas de los cerros. Según su cristalización, pueden ser: Granitoideas o de cristales irregulares, Porfídicas, con cristales de gran tamaño en pasta fina y Pegmatítica de estructura gruesa, irregular, con cristales desde muy pequeños a -- muy grandes, a veces dando formas ramificadas o dibujos capricho -- sos.

✓ PRINCIPALES TIPOS.- (GRANITOS).- Rocas cristalinas de cristales irregulares, producto de la solidificación no interrumpida, están formados por feldespato Ortoclasa y cuarzo como constituyentes -- primarios, teniendo la mica negra o Biotita como principal constituyente secundario. Algunos contienen Moscovita o Mica Blanca y -- otros las dos (Granito de dos Micas), pueden contener otros minerales, como hornablenda, etc., recibiendo la roca el nombre del mineral que contiene, así, el anterior se llamaría Hornbléndico. Son rocas muy ácidas, por su gran contenido de cuarzo, pueden tener más de 60% de Sílice. Se presentan en forma de Batolitos, facilitándose su extracción por la existencia de Diaclasas, que los dividen en bloques paralelepípedicos que por efecto de las acciones atmosféricas se caolinizan y se convierten en bolas dispuestas unas encima de otras, típicas del paisaje granítico. Los granitos de textura gruesa se intemperizan más rápidamente que los de textura fina, -- por lo cual se prefieren estos últimos para construcción. Son rocas compactas, de gran dureza y tenacidad, resistentes a la abrasión; a la compresión resisten 1,500 Kgs/cm², su densidad aproximada es de 2.60 y tienen 80% de absorción, con porosidad de 0.6. -- Su color varía del gris al rojo, a menudo presenta manchas redondeadas de color oscuro y textura más fina llamadas gabarras o nudos, debidas a la Biotita o Augita; a veces presentan vetas de distinto color. Cuando contiene grandes cristales de feldespato se asemeja a los pórfidos y se llama granito porfiroide o glandular. Es frecuente encontrar junto con los granitos rocas de estructura pegmatítica o pegmatitas graníticas, de composición semejante, alojadas en Diques o Vetas de tamaño variable, algunas contienen grandes masas de feldespatos o micas que se explotan comercialmente. -- Algunas zonas contienen gemas. También, asociadas con el granito, en los frentes marginales de sus intrusiones, se encuentran las -- Sienitas y las Dioritas. En la práctica se consideran todas estas rocas como granitos, por su estructura granitoide.

(Los granitos se emplean como piedra de cantera y como material de ornamentación, por su fácil pulido y el brillo tan intenso que adquieren, para monumentos, escalinatas, columnas, etc., o bien como material de relleno para cimientos o en empedrado o adoquinado y en construcción de caminos. En nuestro país se encuentran en poca escala en los estados de la costa del pacífico, Guerrero, Colima, Sonora y Baja California, además en Michoacán y Oaxaca.

✓ SIENITAS.- Rocas con gran contenido de Feldespato ortoclasa (80 a 85%), con poco o nada de cuarzo, algo de Biotita y hornablenda, se hallan a veces en diques o masas irregulares de propiedades semejantes al granito, (son de poca utilidad comercial por su rareza). -- Son de color verde oscuro, gris negruzco o rojo agrisado.

✓ DIORITAS.- Rocas granuladas formadas por plagioclasa (+ de 50%), -- con hornablenda y Biotita. Pueden encontrarse en grandes masas intrusivas, a veces en diques o vetas. Son de color gris a negro, -- mas pesadas que los granitos y más difíciles de explotar por la -- falta de grietas, por lo cual solo se usan como material triturado y como piedra ornamental.

✓ GABROS.- Contienen menos feldespatos que los anteriores y más minerales Ferromagnesianos (oscuros), sobre todo Augita (más de -- 50%). (Se usan como piedra ornamental, presentan manchas blancas y verdes. Son las más densas de las intrusivas (2.83 a 3.2) se confunden con las dioritas, que son más oscuras. En nuestro país, -- además de existir en los estados del pacífico, hay una variedad -- verde oscura en Jalisco.

B.- ROCAS VOLCANICAS O EXTRUSIVAS

GENERALIDADES.- Son el producto de la solidificación de las lavas volcánicas, en su mayor parte de textura fina, densa o vítrea, -- son básicas, de color oscuro, mientras que las de color más claro son más ácidas y más duras. Las lavas líquidas, de acuerdo con su fluidez, pueden solidificarse en grandes masas más o menos compactas, a menudo en forma escalonada, llamándose a estas rocas TRAPAS que quiere decir escalones, por la apariencia de la roca en la -- cantera (Basaltos y Diabasas). La lava que continúa escurriendo -- en la superficie se solidifica en forma de una masa espumosa que contiene gran cantidad de poros debido al escape de los gases, -- llamándosele por esto escoria. A veces, durante el enfriamiento, se forma una estructura de grietas regulares llamada estructura columnar (Basalto). La mayoría de los escurrimientos volcánicos, sobre todo los ácidos, presentan muchas grietas bastante próximas -- unas de otras rompiéndose la roca en fragmentos angulares pequeños.

✓ PRINCIPALES TIPOS.- (PIEDRA POMEZ).- Roca ácida de composición semejante a la del granito, se llama también pumita, es espumosa, de color blanco, gris o amarillento, de brillo sedoso recién cortada, formada por finas agujas entrecortadas que le dan estructura celular, a menudo con grandes cavernas, por lo cual presenta gran ligereza, usándose junto con los basaltos celulares o escoriformes para fabricar bloques de peso ligero, muy útiles como aislantes -- al calor y al sonido, que son además de gran resistencia mecánica y resistencia al fuego y la humedad. También se emplea para esmerilar. En nuestro país se encuentra en Coahuila, Colima, Hidalgo-Puebla, Nayarit, etc.

✓ TRAQUITAS Y ANDESITAS.- Rocas de estructura Sacaroides o granitoide, compuestas de feldespato potásico (Traquita) o sódico (Andesita) con hornablenda, mica o augita, en forma de fenocristales, en un magma poroso, áspero y de color claro. Las de grano fino son -- más resistentes. Son de color variable según sus componentes, a menudo grisáceas, amarillentas o rojizas las traquitas y de color pardo, gris o negro las andesitas. (Se adhieren bien a los morteros, por lo que las resistentes se prestan bien para la construcción, en México la variedad principal de este tipo se llama Chiluca y es una roca dura, de color gris, difícil de labrar.