



Facultad de Tecnología y Cs Aplicadas
Licenciatura en Geología

CUADERNO DOCENTE 2012

**CURSO: YACIMIENTOS NO METALIFEROS E
HIDROCARBUROS**



**RECURSOS MINERALES, ROCAS Y ENERGETICOS
DE USO INDUSTRIAL**

Profesor Mgtr. Lic. Ana Ingrid Ovejero

Referencia del manuscrito

Dr. Eduardo Hugo Peralta

Editorial Científica Universidad Nacional de Catamarca.

ISBN-13. 978-987-661-133-6



PROLOGO

Los Recursos Minerales, Rocas y Energeticos de uso Industrial, es un compendio educativo correspondiente a la asignatura Yacimientos No Metalíferos e Hidrocarburos, en el area de las Geológicas Aplicadas, dentro del plan de estudio vigente de la Licenciatura en Geologia.

Es una asignatura de carácter obligatoria que se imparte en el grado de Geología en el segundo cuatrimestre del cuarto curso. Los contenidos del descriptor de la asignatura son muy amplios ya que abarcan el estudio, la génesis y las aplicaciones de cualquier mineral, sea no metálica y de cualquier roca que tengan un uso industrial. Por otra parte, tiene carácter técnico en la titulación y se centran fundamentalmente en los recursos geológicos industriales.

Tiene como objetivo proporcionar al alumno los conocimientos y herramientas para que pueda afrontar en su vida profesional, en la resolución de problemas relacionados al estudio de los recursos minerales, rocas industriales, materiales energeticos, procesos, beneficios y utilizacion por las sociedades. Son importantes pues están en relación directa con la vida misma de cada persona y que muchas veces como se utilizan, se desconocen. Por ello se ha escrito este texto a los educandos, el estudio de los recursos y el manejo del léxico técnico, poniendo énfasis la mineralogía, ambientes geológicos e industrialización a los situados en la Provincia de Catamarca.

Se estructura en doce capítulos que serán tratados como materiales geológicos a los materiales cerámicos, materiales para construcciones y estructuras, materiales metalúrgicos y refractarios, minerales químicos,



minerales fertilizantes, materiales abrasivos, piedras preciosas y los recursos de carbón, petróleo y uranio. Se describen de cada uno, los caracteres, clasificación, tipos, requisitos para el procesamiento e industrialización de la materia prima mineral, forma de yacer, localización. Al final de cada capítulo incluyen actividades independientes para la resolución de problemas prácticos.

Los mapas, gráficos, apartados que se detallan en cada capítulo, fueron bajados de páginas Web, u otros materiales de bibliografías recomendados de consulta directa.

El compilado metodológico ha seguido al apunte de cátedra del Prof. Dr. Eduardo Peralta (1980) y constituye la base de este trabajo. Existen consultas de otros autores de los temas tratados y un anexo de aportes de alumnos que se incluyen a modo de lectura. En el año 2009 surge una etapa de acomodamiento de la enseñanza-aprendizaje con requerimientos en la resolución de competencias de la investigación y sociabilización del conocimiento y abarcaron hasta el año 2011.

Se menciona a los alumnos Agustina Lencina y Romina Nieto el aporte de trabajos sobre carbón y materiales de arcillas para cerámicas respectivamente (2009). Las contribuciones acerca los recursos de gemas, áridos, rocas de aplicación y ornamental, materiales fundentes y aislantes, realizadas por los alumnos Estrella Márquez, Eugenia García, Eugenia Nieva, Jorgelina Segovia, Gonzalo Martínez, José Artaza, Patricia Morales, Anita Moya, Mario Zaradnik, Romina Nieva, Florencia Vega, Miguel Figueroa, Erika Pereira, Noelia Carrizo y Noé Figueroa.



En el año 2011 se realizan investigaciones sobre intervenciones de materiales pétreos en edificaciones y sus beneficios en la sociedad local, participaron los alumnos Rafael Furque, Luis segura, Susan Córdoba, Carolina Márquez Ibáñez, Carla De La Rosa, Jessica Ramallo, Franco Francile, Yamila Salim, Marcelo Costello, Laura Reales, Exequiel Coronel y Ramiro Vargas

Mgtr. Lic. Ana Ingrid Ovejero
Prof. Asociado Exclusivo



CAPITULO 1. INTRODUCCION

1.1 Definición. 1.2. Importancia de los recursos minerales en la sociedad. 1.3. Clasificación de los minerales con rendimiento económico. 1.4. Concepto de Reservas y Recursos. 1.5. Situación de los recursos en Argentina y Catamarca.

1.1 Definición Yacimiento Mineral, Minerales No Metalíferos.

Geológicamente, un yacimiento se define como una concentración de una determinada sustancia mineral y/o rocas, susceptible de ser aprovechada con algún beneficio económico.

Las rocas superficiales contienen minerales, y muchas de ellas poseen aluminio en promedio de un 8%, sin embargo, no alcanzan para ser un yacimiento de aluminio porque para ser explotable tienen que presentarse en forma de óxidos, contener más del 30% de metal en una cantidad suficiente para justificar una inversión y una forma que permita su explotación económica. Otro ejemplo es la arena como materia prima



es fundamental para fabricar vidrio y se encuentra en todas partes, pero para que sirva en esta industria no metalífera tiene que tener más de un 97% de cuarzo (SiO_2), y este contenido no es común.

Hay minerales de uso industrial que también son menas metálicas, por ejemplo la bauxita, ya que el 90% de la bauxita usada en el mundo sirve para obtener aluminio pero el 10% restante se emplea en refractarios, abrasivos y productos químicos; la cromita, por ejemplo, antes se consideraba un mineral no-metálico pero a partir del desarrollo del acero inoxidable se emplea como mena metálica.

El rutilo se emplea tanto para la obtención de titanio metal como para la fabricación de pigmentos en pinturas y papel; los minerales de manganeso se emplean en la obtención de manganeso metal o en la fabricación de compuestos de manganeso en baterías y productos químicos y los minerales de litio, que se emplean para la obtención de litio metal pero también en la manufactura de compuestos de litio en farmacia, cerámica, vitrocerámica o en el tratamiento de la reactividad árido-álcali (Regueiro, 1997).

Existen muchos ejemplos de minerales, de hecho un uso específico industrial, por lo que es necesario siempre aclarar que son, porque se llama así y adonde se encuentran los minerales.

La definición más corriente, hace referencia a "roca, mineral o producto natural susceptible de adquirir mediante tratamiento un valor añadido en el mercado donde son usados como materia prima o aditivos en un amplio rango de manufacturas u otras industrias" (IMA, Asociación Europea de Productores de Minerales Industriales)



El Instituto Geológico y Minero de España IGME, acuerda la denominación de "sustancias minerales utilizadas en procesos industriales, directamente o mediante una preparación adecuada en función de sus propiedades físicas y/o químicas, más que por las sustancias, elementos o energía que se puedan extraer de ellas".

Los recursos minerales y rocas se encuentran en el subsuelo, algunos son visibles en parte y otros están totalmente ocultos, por ejemplo la mayoría de las rocas ornamentales (granitos, mármoles) y los materiales de construcción se encuentran en yacimientos superficiales (canteras). Los yacimientos más profundos como el petróleo se extraen con perforaciones y no exceden los 10.000 metros de profundidad.

1.2. Clasificación

Desde un punto de *vista práctico*, y *atendiendo* al destino que se le da a los minerales, se acostumbra a dividirlos en cuatro grupos:

1. Minerales metalíferos: se utilizan para obtener un determinado metal. Son pocos abundantes en la corteza y están irregularmente distribuidos. Requieren de un procesado para la extracción del metal del mineral que lo contiene. El coste de la extracción y procesado es muy alto en relación con el coste de transporte. Se pueden reciclar.
2. Minerales industriales: se usan como insumos o materias primas para obtener sustancias o productos industriales.
3. Sustancias combustibles y minerales energéticos: sirven para producir energía.
4. Rocas de aplicación y materiales de construcción: como base para la construcción de edificios, para la ornamentación y revestimiento de edificios (mármol, granito, arenas, gravas, etc.). Son muy abundantes y están regularmente distribuidos. Se utilizan frecuentemente sin



necesidad de procesado, excepto en el caso de las rocas ornamentales. Los costes de transporte son bastante importantes

1.3. Importancia de los Recursos Minerales en la Sociedad

En la medida que el ser humano fue desarrollando la inteligencia que lo caracteriza, llegó a la industrialización de estas sustancias, en forma cada vez más variada y compleja.

El progreso del hombre y de la sociedad se ha vinculado al uso de los minerales y las rocas. Tal vez lo primero que haya hecho el hombre primitivo es usar las rocas como proyectiles, para cazar o para defenderse. Aprendió a desbastar las piedras produciendo bordes filosos, como el pedernal, la calcedonia, el ágata, para confeccionar sus primeras herramientas y armas de caza, como puntas de flechas y lanzas, hachas y cuchillos. Posteriormente se debe haber dado cuenta que apilando una piedra sobre otra podía construir una pared. Con otras piedras duras y coherentes como los pórfidos y los granitoides confecciono masas y primitivos morteros, y otros dispositivos para la trituración y molienda. El pedernal y otras rocas silíceas que producen chispas al rozarse, le permitieron encender fuego.

El manejo del fuego tuvo una gran importancia y puede considerarse el comienzo de la industrialización, que permitió entre otras cosas el desarrollo de la alfarería, fabricando recipientes y otros elementos muy útiles. El mismo fuego sirvió para descubrir que calentando cierto tipo de minerales se podían obtener metales como oro, la plata, el cobre y el estaño.

Con la mezcla de estos dos últimos se obtuvo el bronce, una aleación que revoluciono el mundo y permitió desarrollar la industria metalúrgica, fabricando gran variedad de manufacturas. Después se desarrollo la



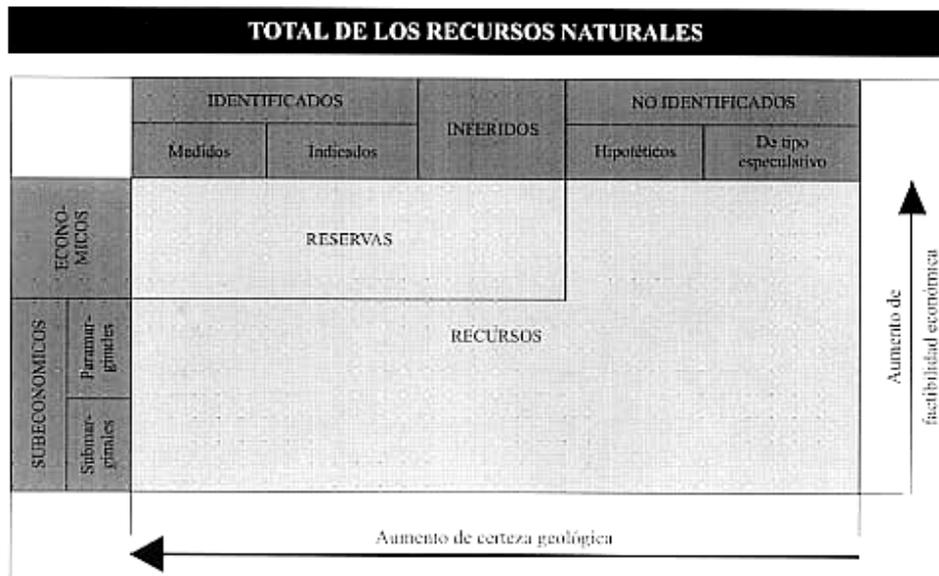
industria del acero, una aleación mucho más dura y resistente que el bronce, hecha con minerales de hierro y carbón mineral. Entre otras cosas, la industria del acero, junto con la metalurgia del cobre y otros metales posibilitó la fabricación de las diversas máquinas y vehículos. El primer combustible usado para las máquinas y vehículos fue el carbón mineral. Luego sobrevino el aprovechamiento de los hidrocarburos, y se generalizó la fabricación de materiales plásticos hechos a base de petróleo o gas. No puede dejar de mencionarse el desarrollo de otras industrias como las del vidrio, la cal, el cemento, el aluminio, la cerámica, y muchísimas sustancias más, producidas a partir de materias primas minerales.

Casi todos los objetos que tenemos y usamos se hacen con minerales. Por ejemplo, la fabricación de vidrio requiere minerales de cuarzo, bórax, calcita, dolomita y feldespato y la elaboración de cemento portland calcita, caolinita, montmorillonita, yeso y hematita.

En la sociedad actual, los recursos minerales constituyen el principal motor para el desarrollo, y el grado de utilización de recursos están relacionados con la riqueza del país, Lavandaio (2008).

1.4. Concepto de Reservas y Recursos.

Los términos recursos y reservas a veces se usan como sinónimos (por ej. recursos minerales y reservas minerales), sin embargo poseen significados distintos (cuadro 1).



Fuente: Mc Kelvey, *op. cit.*

Cuadro 1. Reservas y Recursos.

Recursos depósitos que existen y que aún no han sido descubiertos o identificados, independientemente de que sean o no extraíbles y/o rentables.

Reservas son aquellos depósitos que ya han sido identificados y que son explotables en las condiciones actuales del mercado.

Entre ambos conceptos existe la variable *técnico-económica* que se indica en el cuadro en forma de dimensión horizontal que permite distinguir dos áreas: la superior, que se define como de recursos económicos, y la inferior, como subeconómica. Podrá apreciarse que la sección izquierda superior del cuadro ha quedado perfectamente delimitada por una línea que separa los recursos identificados de aquellos no identificados, y por un límite inferior que separa aquellos recursos identificados, susceptibles de ser extraídos -y utilizados con la tecnología disponible en condiciones económicamente aceptables- de

otros recursos cuya explotación no es factible por razones de índole técnica o económica.

Estos recursos identificados y susceptibles de ser extraídos, procesados y utilizados en condiciones económicas convenientes con la tecnología disponible, reciben el nombre de reservas. Por debajo de la línea de factibilidad técnico-económica tenemos los recursos sub-económicos. Siempre siguiendo el esquema propuesto por McKelvey, estos últimos pueden, a su vez, clasificarse en paramarginales aquellos identificados y susceptibles de ser explotados con la tecnología existente, pero a costos mayores y los recursos submarginales son los que pueden ser explotados, pero a costos superiores a los anteriores.

1.5. Situación Minera en Catamarca



Figura. 1 Mapa de Localización Minera.



Los recursos No Metalíferos se localizan en la Región de la Puna y la región Oeste de Catamarca. Las rocas de aplicación predominantemente en la Región Este de la provincia, con yacimientos de caliza, yeso y laja. Del total de la producción minera corresponde: el 90% a las rocas de aplicación (cantos rodados, arena, arcilla, piedras lajas, etc.), el 7% a minerales no metalíferos (amiantos, boratos, caolín, fluorita, mica, yeso), el porcentaje restante para completar el ciento por ciento está compuesto por minerales metalíferos (berilo, cobre, molibdeno, estaño, hierro, plata, etc.).

En el Departamento de Antofagasta de la Sierra con importante presencia de boratos y sales portadoras de litio y potasio. En el salar del Hombre Muerto se explotan a la fecha sales de litio, con leyes de 700 a 800 ppm Li; el contenido en potasio es entre 7 y 8 g/l. Las reservas (648.000.000 m³) permiten su explotación durante 70 años a profundidades recuperables entre 40 y 70 metros.

Entre otros recursos se destaca pegmatitas portadoras de cuarzo, feldespato y mica de los distritos La Puerta y Capital, como así también las calizas de la Sierra de Ancasti, El Alto y en la zona de Esquiú, que superan los 12 millones de toneladas (reservas totales).

Son conocidas las piedras preciosas de rodocrosita en el Departamento Andalgala. Otra de las regiones se localiza entre la Sierra de Hualfín de las áreas de Papachacra y Cerro Alto de las Minas en Belén con minerales metalíferos como wolframita, scheelita, columbita, casiterita, galena argentífera y no metalíferos como fluorita, topacio, cuarzo, feldespato y otros.



La provincia de Catamarca tiene una producción del 100 por ciento del cobre, litio y rodocrosita de la Argentina. La totalidad del valor de las exportaciones se concentra en el sector minero, el material exportado es cobre, litio, bórax, cemento y piedras preciosas, con un total de U\$S 146.053.135 (Ministerio de Producción y Desarrollo, 2002)

1.6. Los recursos mineros en Argentina

La actividad minera se encuentra aun en una etapa de producción incipiente. Su participación dentro de la producción total de la republica argentina siempre ha sido de poco valor alrededor del 3%. Dentro de este guarismo, entre el 80% y el 85 % lo componen los combustibles, le siguen en importancia los minerales No Metalíferos y por último los Metalíferos

Las cuencas sedimentarias continentales cenozoicas se destacan por los depósitos evaporíticos asociados a sal de roca, boratos, se agregan el potencial de sulfatos y sales de litio, potasio y sodio. Otros minerales industriales de significación son perlita, diatomita, mica, caliza, fluorita, etc. De importancia regional son los yacimientos de petróleo y gas de Campo Durán (Salta).

Los recursos de caliza y dolomita se extraen de San Juan, Córdoba, Mendoza, Neuquén, Catamarca y Jujuy. El yeso y otros sulfatos se sacan principalmente de Río Negro, Entre Ríos, La Pampa y San Juan.

En el sur argentino hay depósitos de fosforo por acumulación de guanos, generalmente pingüíneros. Están en explotación pero son siempre recursos pequeños de buena ley, con importancia local para centros



agrícolas como en el valle de Río Negro, con producción anual de 300 a 500 toneladas.

La producción de carbón mineral se concentra en Río Turbio, Santa Cruz, desde donde se envía por ferrocarril al puerto de Río Gallegos; representa unas 200.000 toneladas anuales. La producción de hidrocarburos se encuentra en las provincias de Neuquén y Salta. Vaca Muerta una formación de petróleo en esquistos bituminoso y gas de lutita situado en la cuenca neuquina en las provincias de Neuquén, Río Negro y Mendoza.

Referencias Bibliográficas:

- Lavadaio Eddy O. (2009). Elementos de Geología, Mineralogía y materias primas minerales. Segunda Edición. Mendoza
- Lavandaio E. (2008) Conozcamos más sobre la minería. Buenos Aires. ISSN 0328-2317
- Regueiro, M. (1997). Los minerales industriales en la vida cotidiana. *Tierra y Tecnología*. 16-17, 2 Trimestre, 112-113. Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España. ISSN 11-31-5016
- Regueiro, M; Lombardero, M. (1997). Innovaciones y avances técnicos en el sector de las racas y minerales industriales. Ilustre Colegio Oficial de Geólogos. ISBN 84-920097-2-1. Madrid. España
- Regueiro, M. (2005). Minerales y Rocas: ¿De qué está hecho este planeta? *Muy Especial*. Abril, 62- 67. Editorial Muy Interesante. España. ISSN 1885.5 180
- Zappettini E. (editor) (1999) Recursos Minerales de la República Argentina. Anales 35, IGRM — SEGEMAR, Bs. As.

Páginas web

- Un interesante recorrido por todos los minerales que hay en una casa se puede realizar en la página web de la Asociación Europea de Minerales Industriales IMA Europe. www.ima-eu.org
http://materias.fi.uba.ar/7202/MaterialAlumnos/03_Apunte%20Minerales.pdf



http://www.dav.sceu.frba.utn.edu.ar/homovidens/cmем_generico/arganaraz/Trabajo.Final/produccion.html

http://www.jica.org.ar/images/archivos/4-Inf_Okita_Res_Ejecutivo-Mineria_No_Metal.pdf

<http://www.slideshare.net/ioelda/monografia-de-metodos-y-tecnicas>

<http://www.catamarcaguia.com.ar>

ACTIVIDAD INDEPENDIENTE 1

- 1.-Analice los conceptos de yacimientos, minerales y rocas de aplicación industrial. Indique ejemplos de cada uno
- 2.- Realice un fichado técnico de los recursos minerales y rocas utilizados en la Industria No Metálica con muestras de mano.
- 3.-Construya un esquema de la provincia de Catamarca con los recursos no metalíferos y relacione el ambiente geológico.
- 4.-Analice los distintos distritos mineros en Argentina "Conozcamos más sobre la minería" de Lavandaio E. (2008). Escriba brevemente ejemplos de los materiales geológicos industriales, ambiente de formación, caracteres y principales de usos.



CAPITULO 2. FERTILIZANTES.

2.1 Introducción 2.2 Clasificación 2.3. Recursos fosforados. 2.3.1. Productos preparados. 2.4. Nitrogenados. 2.4.1. Productos Preparados. 2.5. Potásicos. 2.5.1. Productos preparados. Yacimientos y Distribución de los recursos.

2.1. Introducción. Mejoradores y Abonos

El suelo presenta características físicas-químicas que requieren del agregado de sustancias para elevar el potencial productivo del suelo. Si acondicionan las propiedades físicas se denominan mejoradores y si beneficia a las propiedades químicas, se llaman abonos

Los mejoradores optimizan la estructura física de los suelos, siendo el catión deseable el ion calcio que tiene la función de conservación de la fracción arcillosa-orgánica y como factor de permeabilidad y porosidad. Así es, en suelos ricos en Ca^{+2} , las arcillas adoptan estructuras granulares que le permite mantener una alta porosidad, permeables y son más bien aireados.



En cambio, el catión Na^+ en las arcillas permite adoptar una disposición planar, formando capas delgadas horizontales o en estructura de hojaldre que hacen un suelo se vuelva impermeable perdiendo su fertilidad natural.

Los suelos con contenido de calcio no tienen problemas, pero los suelos salinos donde predominan el sodio se los mejora agregando CO_3Ca (caliza) o SO_4Ca (yeso) molidos. Ambos son abundantes en la naturaleza. Otros recursos volcánicos se usan como activos nutrientes, la harina de lava/ harina de basalto / grano de lava /perlita. Peralta E.H (2000)

2.2. Abonos. Clasificación de Recursos

Se clasifican en fosforados, nitrogenados y potásicos. Otras sustancias similares pero menos importantes pueden ser derivadas de Mn, S, Cu.

2. 3 Recursos Naturales fosforados

El fósforo es uno de los elementos vitales para la agricultura y para la vida en general, ya que es parte de todas las cadenas alimenticias. Los compuestos de fosforo principalmente se extraen del mineral apatita, $[(\text{PO}_4)_3 (\text{F}, \text{Cl})] \text{Ca}_5$. La apatita no es asimilable por las plantas, las plantas absorben el fosforo que está en la solución del suelo en forma de HPO_4^{2-} (ion fosfato monoacido) y $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$ (ion fosfato diacido), por lo que el recurso mineral debe transformarse primero en esas especies (formas químicas) antes de ser utilizado en los suelos.

Los principales minerales que pertenecen al grupo de la apatita son:

Fluorapatita- $(\text{Ca}_{10} (\text{PO}_4)_6\text{F}_2)$, principalmente asociado a rocas ígneas, por ejemplo, carbonatitas y piroxenitas biotititas.

Hidroxiapatita- $(Ca_{10-x-y}Na_xMg_y (PO_4)_6-z (CO_3)_z F_0. 4zF_2)$, encontradas principalmente en depósitos biogénicos de huesos, pero también en ambientes ígneos y metamórficos.

Carbonato-hidroxiapatita- $(Ca_{10} (PO_4)_6(OH)_2)$, comúnmente encontrada en islas y cuevas, como parte del guano de pájaros y murciélagos.

Francolita- $(Ca_{10-x-y}Na_x (PO_4)_6z (CO_3)_z F_0. 4F_2)$, predomina en ambientes marinos.

Los recursos de fósforo o fosforados afortunadamente son muy grandes y se reconocen cuatro más importantes:

- Rocas fosfáticas o fosforitas
- Carbonatitas
- Pegmatitas Básicas
- Guano

Otros productos adicionales pueden ser el polvo de huesos vacunos, escorias, etc.

- Rocas fosfáticas o fosfóricas

Origen: Sedimentario

Los fosfatos son minerales con alto contenido de fósforo, un elemento fundamental para los organismos vivos. Los fosfatos se encuentran



en la naturaleza concentrados en las "rocas fosfáticas", de las cuales pueden extraerse para su utilización industrial. Rocas fosfáticas es el nombre comercial para rocas que contienen uno o más minerales

fosfáticos, generalmente del grupo del apatito, cuya base es el fosfato de calcio. Estas rocas pueden utilizarse en forma directa como fertilizantes o como fuente de fosfatos y de fósforo, para lo cual son

sometidas a tratamientos de concentración y depuración, expendiéndose finalmente como productos comerciales. Son recursos no renovables, proveen la materia prima para producir fertilizantes químicos fosforados y fosfáticos.

Las zonas favorables para la fosfatogenesis son las regiones costeras, de grandes extensiones situadas en latitudes intermedias, entre las polares (gran redisolución de carbonatos pero escasez de moluscos) y las ecuatoriales (abundancia de vida pero gran precipitación espontanea de carbonatos).

El agua continental es rica en CO_3H^- y PO_4^{-3} al llegar al mar se encuentran con un buen cambio del ambiente geoquímico, un gran aporte de materiales areno-limosos que diluye el contenido de P de la fosforita en formación y el resultado será un tenor de P_2O_5 demasiado escaso. Se formaran areniscas fosfáticas pero no fosforitas.

En el caso que el rio forma un estuario, entonces será más fácil porque hay menor cantidad de aporte terrígeno y con ello mayor formación de fosforo.

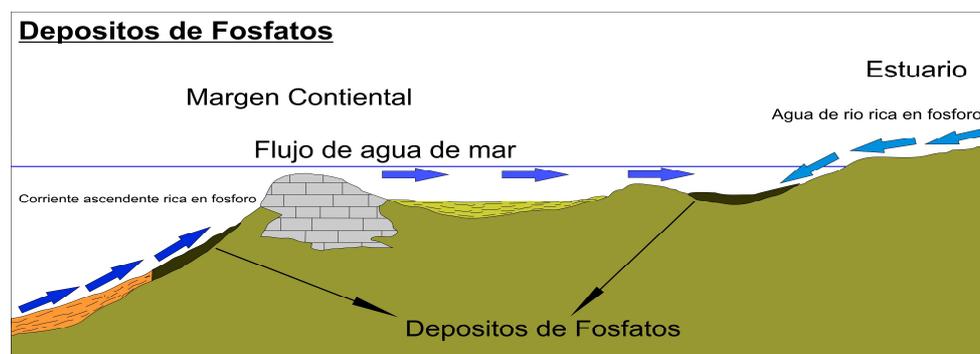
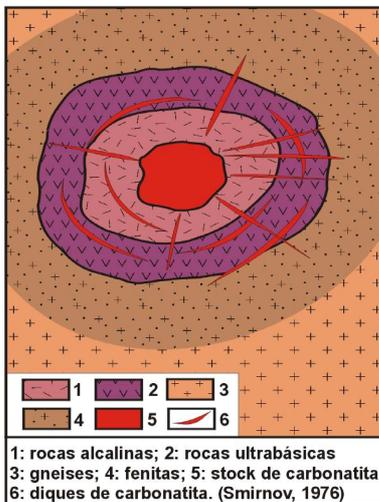


Figura 3: Ambiente de depósitos de estuario y margen Continental

o Las Carbonatitas

Origen: Ígneo

Son rocas intrusivas de la serie alcalina, origen ígneo y metasomático.



Las carbonatitas se encuentran principalmente a lo largo de zonas de rift o zonas de fallas repetidamente activadas, son yacimientos producidos por procesos químicos de concentración de carbonatos a temperaturas de 700 a 500 °C a altas presiones. Las rocas carbonatitas, se relacionan con las kimberlitas, algunas son cilíndricas, aunque de sección muy irregular, a manera de chimeneas con zoneamiento concéntrico muy bien desarrollado.

Todas las carbonatitas, están compuestas de carbonatos, entre los que predominan la calcita, dolomita y la siderita.

La terminología de las carbonatitas es difícil y compleja, depende de su composición química, y no solo del carbonato predominante, sino de los elementos accesorios que contenga y de sus asociaciones. Algunas carbonatitas son ricas en magnetita, apatito, otras en tierras raras, flúor y bario. También se les clasifica en alcalinas y ricas en hierro, circonio, calcio y magnesio. Las carbonatitas son explotadas para la obtención de minerales metálicos y no metálicos, incluyendo a las valiosas tierras raras, niobio, tantalio, zirconio, apatito, titanio, vanadio, uranio, torio, vermiculita y barita.

Las más jóvenes se relacionan a rifts en el interior de zonas cratónicas, lo que sugiere procesos corticales profundos o del manto superior. Los carbonatos ígneos, son relativamente raros. Debido a su característica de meteorización, no son fáciles de detectar.

Muchos de los grandes depósitos de fosfatos de origen ígneo en países tropicales, como Brasil, Uganda, Mozambique aparecen en ambientes de meteorización.



En la Argentina se detectaron varios complejos alcalinos en el macizo nord-patagónico, aun no fueron estudiados y se ignora si tienen recursos minerales asociados, Peralta E.H (2000)

o Pegmatitas Básicas

Origen: Ígneo:

Tienen un parentesco evidente con las carbonatitas pero, son cuerpos invariablemente tabulares. Se asocian con rocas básicas, alcalinas o ambas. Generalmente están enriquecidas en U, Th, Cs, magnetita, acompañadas en ocasiones por fluorita y vestigios de Be y Sr. Fueron importantes fuentes de P₂O₅ en el siglo pasado sobre todo en Madagascar, Noruega, Suecia y Rusia. Forman bolsadas puras y muy ricas en P₂O₅ pero han sido totalmente desplazadas por las fosforitas. No se han detectado pegmatitas de este tipo en Argentina, aunque en Novillo Muerto, Mendoza hay rocas similares pero sin importancia económica. Están en decadencia como recursos mineros.

Comparándolas con las pegmatitas graníticas se observa también una zonación en sentido de acidez creciente centrípeta, pero esta vez el núcleo es carbonático más que cuarzoso. En las pegmatitas graníticas es común la presencia de apatita pero raramente se encuentran bolsones ricos. Otro fosfato común que en la triplita (con Fe y Mg).

Guano

Origen: Sedimentario.

Esta materia orgánica es rica en P, también en N y álcalis. Pero la mayor parte de la materia orgánica se oxida y el nitrógeno aporta poco como fuente de nitratos, los álcalis son lixiviados y el P queda enriquecido en forma residual. Pueden contener el 50% de P₂O₅, en mayor parte asimilable, lo cual los hace fosfáticamente buenos y valiosos. Son casi



siempre depósitos pequeños. Excepcionalmente grandes pueden ser los depósitos de islas como los de Perú y Ecuador, donde abundan margas y calizas, la lixiviación de álcalis sirve para movilizar parte del P₂O₅ como fosfatos alcalinos, los que producen fosfatización de la parte superficial de los calcáreos subyacentes. Este reemplazo es muy irregular y el frente de avance asemeja caries formando un material similar a las fosforitas menos importantes que el guano mismo, pero de todos modos valiosos y explotables. En el caso de los murcielaguines, si la cueva es calcárea (ej.: ambientes cársticos) sucede más o menos lo mismo.

En el sur Argentino hay depósitos de este tipo, generalmente pinguineros. Están en explotación pero son siempre recursos pequeños de buena ley, con importancia local para centros agrícolas como en el Valle de Rio Negro, con producción anual de 300 a 500 toneladas (Peralta E. 2008).

- o Otros: Sustitutos de importancia local.

Las escorias obtenidas de la siderurgia del hierro y el acero a partir de mineral con impurezas de P₂O₅ son escorificadas con calizas en estado de fusión y separadas de la mata de hierro. Se las enfría rápidamente, el material estalla y se desgrana fácilmente. Estos fosfatos son fácilmente asimilables y se pueden usar directamente. Generalmente tienen calcio en exceso (mejoradores) y entre 15 y 20% de P₂O₅.

El polvo de huesos fue sin duda el primer abono fosfatado que uso la humanidad y en el ciclo natural el medio principal para que el fosforo vuelva al suelo. Estos huesos son cocidos con vapor a presión en autoclaves. Se eliminan así las fibras colagenas (usadas en diversas industrias) y el hueso se vuelve quebradizo y fácil de moler. Dicho sea de paso, aumenta bastante la proporción de P₂O₅ asimilable que llega al



25-30% de P_2O_5 , sin embargo solo tienen importancia local, cerca de grandes mataderos y frigoríficos.

2.3.1. Productos preparados

La apatita no es asimilable directamente por los vegetales, la presencia de flúor en su molécula es el factor que lo impide. Por eso necesita un ataque previo y se embebe en ácido sulfúrico.

El producto que se obtiene es un superfosfato, para el cual se concentra al 40-45 % de P_2O_5 (llamado fosfato de rocas). Así se elimina el flúor, pero al mismo tiempo se forma yeso (sulfato de calcio). La ley disminuye aproximadamente 30% de Ca (H_2PO_4). H_2O , aproximadamente 45% de yeso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), alrededor de 10% de bifosfato de calcio ($CaHPO_4$), 10% de óxido de hierro, sílice y silicato de aluminio, y aproximadamente 5% de agua. El yeso sirve en este caso como un mejorador.

Con mayor agregado de ácido sulfúrico se sigue formando yeso más ácido fosfórico (PO_4H_3), que es líquido y separable por filtrado para su uso en la industria química.

En años recientes, hay una tendencia a producir fertilizantes de P y N combinados, por ejemplo el fosfato mono-amónico (MAP) y el di-amónico (DAP), ambos productos de la reacción de amoníaco con ácido fosfórico.

Los principales países productores en función del porcentaje de la producción total son: USA (26%), China (18%), Marruecos y Sahara Occidental (17%), Rusia (8%), Túnez (6%), Jordania (5%), Brasil (4%) e Israel (2%).

La estimación de reservas y recursos de rocas fosfóricas son altamente variables. Las reservas globales (depósitos que pueden ser extraídos con ganancias bajo las condiciones económicas y técnicas actuales) se



estiman según US Geological Survey (2005) en 18 billones de toneladas de rocas fosfóricas.

Los recursos globales, reservan probadas mas todos los demás recursos minerales que podrían estar disponibles están en los 50 billones de toneladas (US Geological Survey, 2005). Esto significa que bajo las actuales condiciones técnicas y económicas, y con la actual cantidad de producción de rocas fosfóricas, las reservas durarían 130 años aproximadamente. Se anticipa que en función del aumento de los precios de la roca fosfórica, algunos de los recursos conocidos se convertirían en reservas y el tiempo de vida de las rocas fosfóricas se incrementaría tremendamente.

2.4. Recursos naturales Nitrogenados:

La fuente principal de nitrógeno es la atmosfera, que está formada por 80% de nitrógeno, el resto de oxígeno y dióxido de carbono y otros gases residuales. El nitrógeno no es asimilable por las plantas en esa forma, es esencial para formar sustancias proteínicas y para ser útil necesita estar ionizado.

En el ciclo natural esa ionización la producen las descargas eléctricas de la atmosfera formando óxidos (NO y NO₂) solubles en las gotas de lluvias que los arrastran a la superficie terrestre, una vez allí situadas, las bacterias nitrificantes las transforman en nitrato (NO₃) o amonio (NH₄).

Los depósitos de nitratos de Chile del Desierto de Atacama, en el norte de Chile, son actualmente la única fuente comercial de nitrógeno a partir de un recurso geológico. Una configuración morfológica originada por el proceso de subducción de la placa de Nazca (oceánica) bajo el continente. El paso del tiempo elevó los Andes iniciando un proceso de erosión de estas nuevas montañas, pero a su vez se conformó la



denominada cordillera de la costa, una barrera infranqueable para los ríos provenientes desde la cordillera, configurando el valle central, donde los salares comenzaron a formarse.

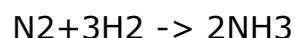
Las acumulaciones de nitratos de Chile se encuentran en cuencas cerradas de alrededor de 30 km de ancho y 700 km de largo entre la cordillera costera del este y los Andes del este. Los depósitos de nitratos económicamente explotables aparecen en capas de "caliche" (depósitos de gravas o arcilla mezclados con sales cristalinas como nitratos de sodio) de 1 a 5 metros con una sobrecarga 2 a 4 metros.

El contenido de nitrato del caliche varía pero el promedio de los yacimientos es de 6-9% NaNO_3 , 2-3% KNO_3 , 4-10% NaCl y 10-30% NaSO_4 , junto con concentraciones variables de Mg, Ca, K, B, y I.

2.4.1. Productos preparados

La mayoría de los fertilizantes nitrogenados de síntesis química disponible en el mercado derivan de la aplicación del proceso Haber-Bosch, un proceso químico estudiado por el químico Fritz Haber y el ingeniero químico Carl Bosch, ambos de origen alemán.

En este proceso, el nitrógeno atmosférico es fijado industrialmente del aire y combinado con el hidrogeno para producir el amoniaco, de acuerdo a la simplificada ecuación:



El amoniaco producido por el proceso Haber-Bosch representa la base para aproximadamente el 97% de todos los fertilizantes nitrogenados producidos en el mundo.

Hay nuevos recursos que se pueden utilizar para sintetizar amoniaco, por ejemplo metano de carbón e hidrato de gas natural. Se considera que el metano encontrado en la mayoría de las cuencas carboníferas del



mundo, se convertirá en una fuente significativa de provisión de metano.

Otra fuente potencial para la producción de fertilizantes sintéticos de N es el metano de los hidratos de gas, localizado en sedimentos marinos y en sedimentos continentales debajo de la zona permafrost del Ártico. En estas zonas implica barreras tanto técnicas como ambientales, que necesitan ser consideradas antes de que estos recursos puedan ser desarrollados.

2.5 Recursos Naturales Potásicos

Las sales de uso industrial más importantes son el KCl (silvina) y el cloruro de K y Mg hidratado (carnalita), lo que hace que se puedan dividir en dos grandes grupos: sales sódicas o sal común, y sales potásicas o potasa

Generalmente, se usan como abonos los SO_4K_2 o ClK. El nitrato de Chile tiene $\frac{1}{4}$ de NO_3K , por lo cual como abono es ideal porque a la vez soluciona el problema del nitrato. La sal soluble de K más común es la silvina, que también se conoce en las comunidades agrícolas como "muriato de potasa" (MOP). Las plantas obtienen el K del suelo que proviene de la meteorización de los minerales (biotita, muscovita, ortosa, microclino, etc.) o de los abonos y fertilizantes.

Origen: Casi todos los recursos de potasio se derivan de recursos evaporíticos, es decir originados por la evaporación de agua de mar o en salmueras continentales.

Evaporitas marinas

El agua de mar es rica en sodio y magnesio En menor proporción contiene K, Br, I, etc. circunstancias locales pueden favorecer la

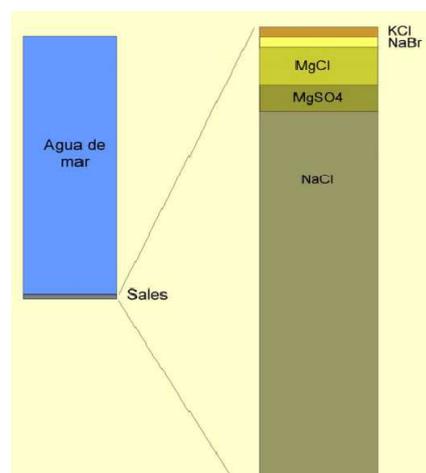
precipitación de estas sales una vez que se llega al respectivo punto de saturación. Estas pueden ser:

- Afluencia permanente de nuevos aportes de agua marina, compensando las pérdidas por evaporación.
- Obstáculos naturales que impidan el retorno de las soluciones concentradas al mar abierto.

En muy pocos lugares se ha podido observar estos fenómenos, se presentan en el Mar Rojo y costas de Arabia. Se diría que las condiciones climáticas actuales no se prestan para este proceso y existe sin duda una condición paleoclimática, pues la mayoría de los depósitos son del mesozoico.

En una secuencia sedimentaria evaporítica, las primeras sales que alcanzan su punto límite de solubilidad son los carbonatos (formación de calizas basales) seguidas por yeso y/o anhidrita y por último los cloruros. De estos el más común es el ClNa, que aunque es muy soluble también es muy abundante, por esa razón alcanza antes su punto de saturación mientras que los demás cloruros y muchos sulfatos todavía permanecen en solución en las aguas residuales.

Sus productos son una parte ínfima del total, se observa una zonación vertical tanto en cationes como en aniones.





La evaporación normal de una columna de agua de mar de unos 300 m puede producir depósitos evaporíticos con una potencia poco mayor de 4 m. Por lo tanto, la formación de importantes espesores de sales requiere la existencia de condiciones geológicas especiales, más complejas que la simple evaporación de una masa de agua de mar, y que perduren por largos períodos de tiempo. A medida que se avanza la evaporación (o se concentra la salmuera) se produce una precipitación con tendencia ordenada de las sales: halita y finalmente sales anhidrita, halita y finalmente sales higroscópicas de potasio y magnesio, tales como silvina (KCl), carnalita ($\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), polihalita ($\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y kieserita ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Los boratos marinos son generalmente magnesiano-sódicos. Estas cuencas salinas marinas son de gran extensión, en general miles de km^2 .

Evaporitas continentales

Se forman por acumulación de aguas en cuencas cerradas en regiones áridas, donde la evaporación es mayor que las precipitaciones, las sales lavadas por los taludes de volcanes llega al salar o a una laguna. Por falta de un afluente normal, la única salida es la evaporación. Las sales tienen quedarse en la laguna y poco a poco se aumenta la saturación, hasta que precipitan. Además de su complejidad, las evaporitas continentales pueden estar constituidas por minerales que no son comunes en las marinas. Por tanto, además de halita, yeso y anhidrita se pueden encontrar especies tales como trona ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), thenardita (Na_2SO_4), mirabilita ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), glauberita ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$), epsomita ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), Na_2SO_4 ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), y bórax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$). La halita es por lejos la evaporita más común en estos ambientes continentales, de bajos topográficos y zonas desérticas.



Los salitrales, son suelos salobres de tipos diversos con un nivel freático relativamente cercano a la superficie, donde se forma una costra enriquecida por evapotranspiración.

Es el caso de los salitrales chilenos, fuente del nitrato principal conocida. Existen también sulfatos, boratos, "copisas" (salitrales de coipa, soda solvay natural), etc. Suelen asociarse a salinas o salares.

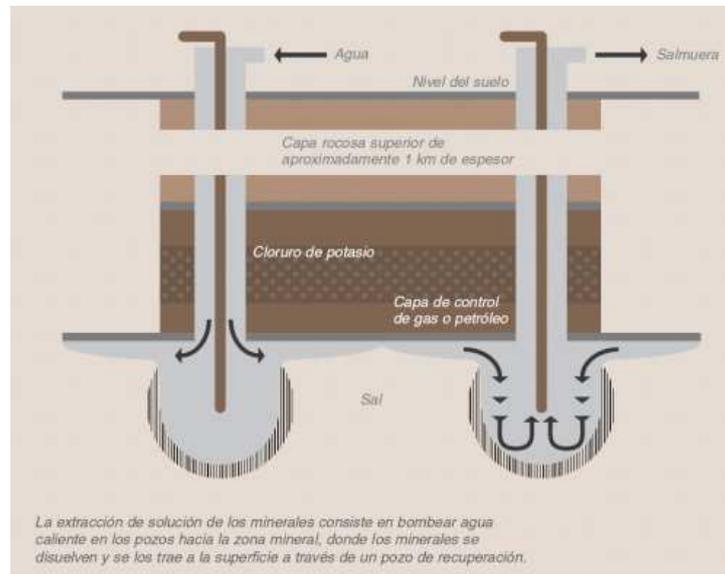
Salinas: similar a la anterior, pero en zonas llanas extensas donde anualmente se produce un ascenso del nivel freático en época estival y el agua salada llega a sobrenadar el suelo. En la época de sequía queda un residuo salino que se renueva anualmente (cosecha). Predominan los movimientos verticales de evapotranspiración, influye también sobre todo en las márgenes de las salinas, por eso estas se rodean de una franja salitral.

Salares: Los salares corresponden a cortezas salinas cuyo espesor varía desde pocos centímetros hasta varios metros formadas sobre sedimentos clásticos presentes en cuencas endorreicas (con drenaje hacia su interior) que en épocas geológicas pasadas fue fondo marino, sobre el cual se ha depositado una costra de sal, al evaporarse el mar que lo cubría.

En ese componente salino (y por lo tanto en la costra) se observa una zonación de tipo $\text{CO}_3\text{Ca}-\text{SO}_4\text{Ca}-\text{ClNa}$, es decir una zonación de cationes y otra de aniones. Queda una salmuera residual enriquecida en sales menores que a veces por evapotranspiración pueden formar "sulfateras" (sulfato de sodio), "coipasas" (carbonato de sodio) o bien boratos, sales magnesianas, etc, pero con más frecuencia aún quedan enriquecidas en sales de K, Li, Cs, Rb, Mg, boratos, nitratos, soda solvay natural, etc.

2.5.1. Productos preparados o Industriales

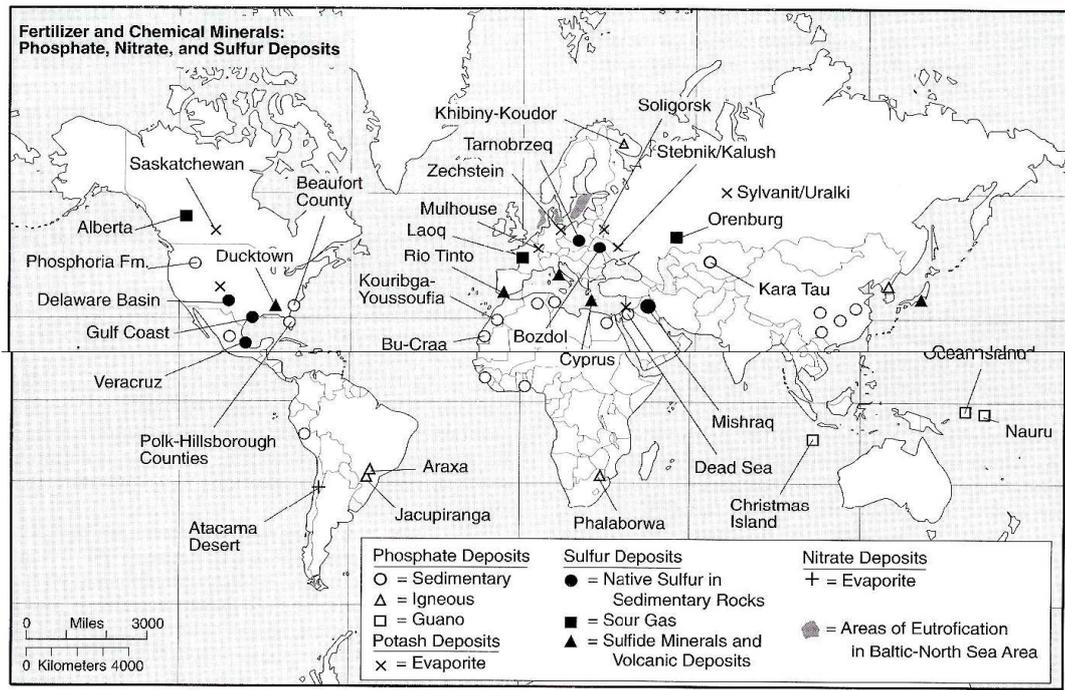
El material extraído se disgrega y disuelve mediante agitadores comunes y se somete la lejía o solución a cristalización fraccionada.



En los estratos de potasio, se inyecta agua caliente a presión por tuberías hasta alcanzar el nivel de la salmuera con potasio, ese material disuelto se lo bombea a superficie y se lo almacena en piletas de evaporación. De esa manera, precipita en un principio la halita que luego cristaliza por efecto de evaporación solar, en la salmuera restante se hallan las sales de potasio. El potasio cosechado es llevado a plantas de procesamiento donde se utiliza el método de flotación para alcanzar su concentración final mediante secado, tamizado y compactación.

Perspectivas en el mundo y Argentina

Los principales productores son Canadá, Rusia y Alemania, seguidos por Israel, Jordania y los EEUU. Según el US Geological Survey, los recursos globales son de aproximadamente 250 billones de toneladas de K₂O (US Geological Survey 2005).



Los Salares de la Puna con el tiempo al igual que el caso de Chile, pueden resultar recursos importantes. Una posibilidad no despreciable son los depósitos de evaporitas en el terciario continental del NOA, pues son depósitos de antiguos salares y son de gran interés para boratos, yeso y sal gema, también K, Mg, Li, etc. Es un tema poco explorado, es razonable pensar que la Argentina pueda autoabastecerse cómodamente de recursos propios pues tiene P y K posiblemente también nitratos aunque estos están en menor proporción.

Referencias Bibliográficas

- Peralta E. H (2000). Apuntes de Yacimientos No Metalíferos.
- Spalletti uis A. Cátedra de Sedimentología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. 2006-2009.

Páginas web

<http://www.cec.uchile.cl/~vmaksaev/NITRATOS%20Y%20SALARES.pdf>



<http://www.fortunecity.com/campus/hull/661/>

<http://www.unalmed.edu.co/rrodriguez/Earth%20Resources/Carbonatites.htm>

http://fosfatos.gl.fcen.uba.ar/yacimientos_tipos.php

<http://es.scribd.com/doc/145090045/11-CARBONATITAS>

<http://prezi.com/tw06njrc12ze/minerales-utilizados-en-la-agricultura/>

ACTIVIDAD INDEPENDIENTE 2

1. Nombre los principales elementos inorgánicos útiles en los suelos. Escriba las propiedades de mejoradores y abonos.
2. Investigue los recursos minerales aprovechables como abonos y el ambiente geológico. Explique los procesos de industrialización si lo hubiere.
3. Describa el ambiente de formación de fosforitas, carbonatitas, pegmatitas básicas y evaporitas. Ejemplos en cada caso.
4. Realice un esquema de formación de yacimientos de nitratos para el Desierto de Atacama (Chile) y Potasio de Rio Colorado, Mendoza (Argentina).



CAPITULO 3. ABRASIVOS

3.1. Concepto. 3.2. Requisitos y Características. 3.3. Clasificación. Recursos y usos. 3.4. Normas e industrialización

3.1 Concepto

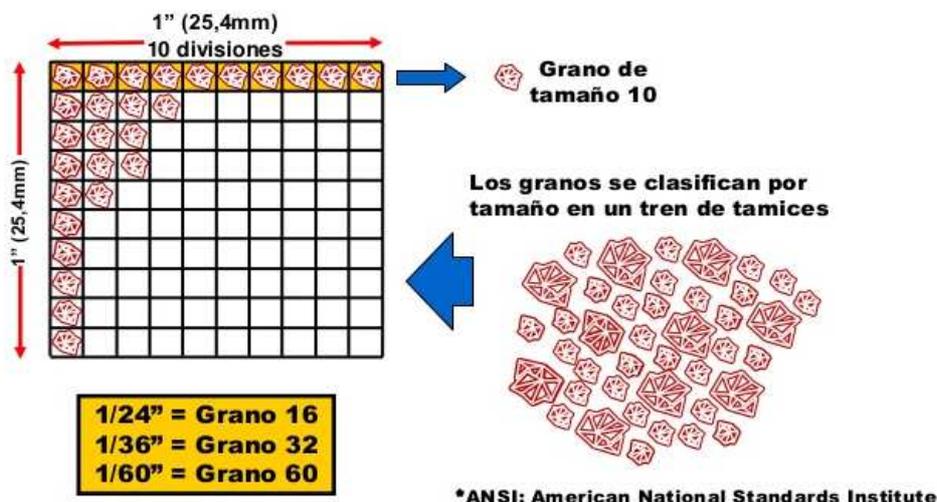
Son sustancias que se usan para producir desgaste. Tienen múltiples aplicaciones ante diferentes clases de esfuerzos mecánico - triturado, molienda, corte y pulido-. Se emplea en todo tipo de procesos industriales y artesanales.

3.2. Requisitos y Características

Las características principales de uso industrial es el grano del abrasivo, y condiciona al tamaño, durabilidad, friabilidad, y tenacidad.

El grano de abrasivo es el elemento que efectúa el trabajo de corte y desbaste. Los abrasivos naturales como el diamante, esmeril, arenisca, corindón, cuarzo generalmente contienen porcentajes grandes de impurezas las cuales hacen difícil la acción de corte y desbaste, por ello aventajan los granos manufacturados o artificiales. Se preparan en hornos de arco eléctrico y deben cumplir ciertos requerimientos. En esta categoría entran el óxido de aluminio, carburo de silicio, zirconio y materiales cerámicos.

El tamaño del grano está determinado por el número de granos que recibe por pulgada lineal que tiene el tamiz a través del cual pasa el grano en cuestión, (ANSI). Los más gruesos sirven para materiales suaves de desbaste rápido con un acabado no importante y puede abarcar grandes áreas de contacto. Un grano fino sirve para materiales duros, frágiles y quebradizos como aceros, carburos cementados y vidrio, lo que requiere acabados finos, con pequeñas áreas de contacto.



La dureza del material, Se define como la oposición que ofrecen los materiales a alteraciones como la penetración, la abrasión, el rayado, etc. por otro material. Por ejemplo, la madera puede rayarse con



facilidad y esto significa que no tiene mucha dureza, mientras que el vidrio es mucho más difícil de rayar. A lo largo de la historia durante el estudio y clasificación de los minerales hubo un momento en que se hacía pertinente distinguir los diferentes grados de dureza de los minerales y rocas. El primer intento de establecer un método a tal fin, más amateur que profesional se debió a Mohs. La escala de Mohs es una relación de 10 minerales ordenados por su dureza, de mayor a menor. Con dureza 10 sitúa el diamante, 9,6 el carburo de silicio, 9,2 el corindón (Óxido de Aluminio), a los que siguen el esmeril, granate, etc hasta llegar al Talco con dureza 0. Se basa en el principio que una sustancia dura puede rayar a otra más blanda y nunca al contrario. La escala Rosiwal determina la dureza en valores absolutos a diferencia de la escala de Mohs que son relativos y la mide en base a la pérdida de peso del material tras una abrasión realizada en unas condiciones normalizadas. La escala Knoop al igual que la escala Rosiwal nos da su medición de la dureza en valores absolutos y está basada en la profundidad de la señal grabada en los minerales con una punta de diamante de forma piramidal rómbica a una fuerza standard. He aquí la comparación de algunos materiales abrasivos en la escala de dureza de Mohs

Dureza	Mineral	Se raya con / raya a	Composición química
1	Talco	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	Se puede rayar con una moneda de cobre	$CaCO_3$
4	Fluorita	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	Ortosa	Se puede rayar con una lija para el acero	$KAlSi_3O_8$
7	Cuarzo	Raya el vidrio	SiO_2
8	Topacio	Rayado por herramientas de carburo de wolframio	$Al_2SiO_4(OH, F)_2$
9	Corindón	Rayado por herramientas de carburo de Silicio	Al_2O_3
10	Diamante	El más duro, no se altera con nada excepto otro diamante.	C

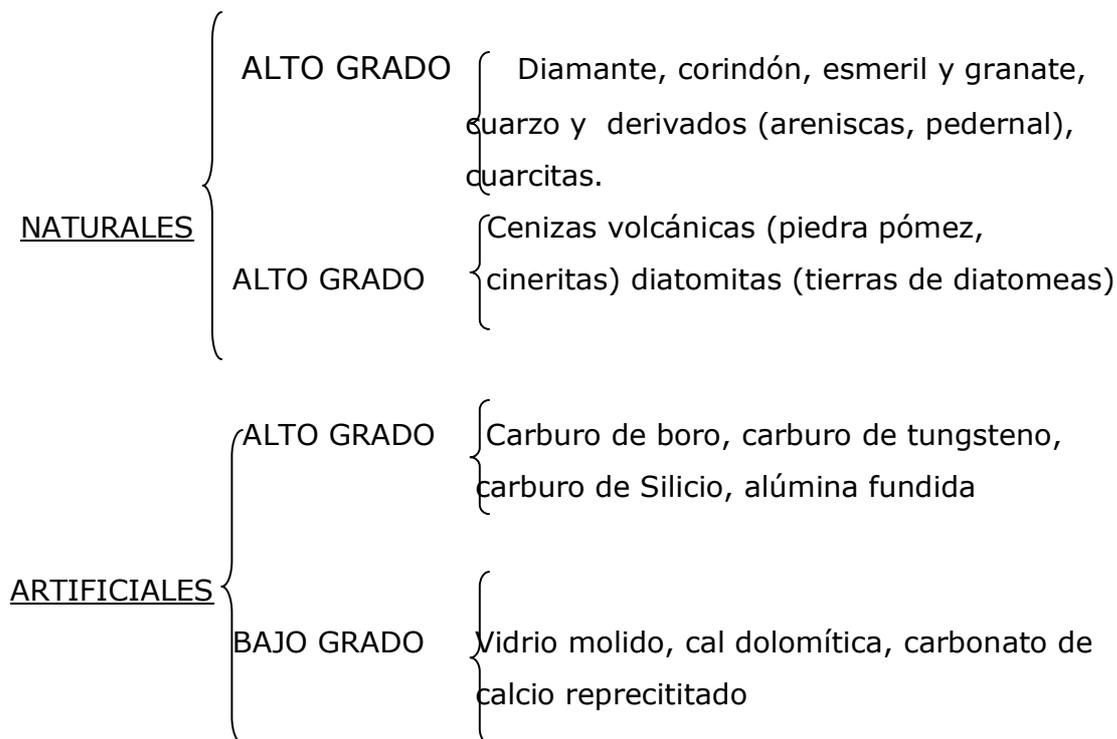


La friabilidad. Es la capacidad de los granos abrasivos para romperse y auto-afilarse bajo tensión. Es un factor muy importante en su funcionamiento ya que a una mayor friabilidad, una mayor capacidad de producir nuevas aristas cortantes.

La tenacidad. Mide la capacidad de los abrasivos para resistir al desgaste. La capacidad de corte Las rayas producidas por el mineral sobre una superficie dependen, en gran medida, de lo afiladas que sean las aristas del mineral

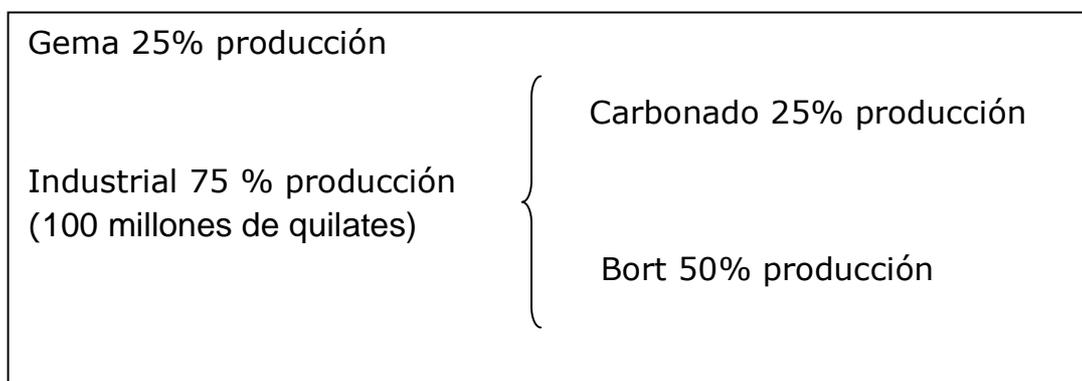
3.3. Clasificación de los Materiales Abrasivos

Los abrasivos, que pueden ser naturales o artificiales Se puede dividir en dos grupos, según sus propiedades mecánicas: de alto grado y de bajo grado de resistencia mecánica.





Diamante Es carbono elemental cristalizado en el sistema cúbico. Su dureza se debe a sus enlaces carbono-carbono muy estable en química, y a su disposición en la estructura: forma una pirámide perfecta. Su densidad es de aprox. 3,52 g/cm³. Semiconductores de alto rendimiento, debido a que tienen características de conductividad tanto de calor como de electrones muy superiores a las del silicio. En la escala de Mohs 10, el diamante es el más duro y se usa en la industria el carbonado y bort.



Más o menos el 49% de los diamantes provienen de África, aunque se han descubierto fuentes significativas del mineral en Canadá, India, Rusia, Brasil y Australia. Se encuentra en materiales fragmentados de roca kimberlita y lamproíta originadas en el manto.

Corindón Su fórmula es Al₂O₃, en cristales hexagonales, hay distintos tipos (blanco, rosa, marrón) según su porcentaje en AL₂O₃. Es frágil de fractura concoidea y ocupa el segundo lugar en la escala de Mohs. Con agua, puede cortar metales la a alta presión. Ha sido desplazado por la alúmina fundida, químicamente idéntica. Se encuentra en pegmatitas, gneis , mármoles, anfibolitas menos comunes en rocas volcánicas



Esmeril: Esta compuesta mayormente de corindón (óxido de aluminio), mezclado con otras variedades como espinelas, hercinita, magnetita y también rutilo. Es una roca muy dura usada para hacer polvo abrasivo. El esmeril industrial puede contener una variedad de otros minerales y compuestos sintéticos como la magnesia, mullita y sílice. Se usa en piedras de afilar (esmeriladoras) Se forma en ambientes similares al anterior, pero sobre todo en rocas ultrabásicas, deficitarias en sílice. También puede formarse en calizas por metamorfismo de contacto.

Granate Hay por lo menos 7 tipos diferentes por sus composiciones químicas. Las variedades opacas son usadas con propósitos industriales como abrasivos. El brillo de los granates puede ser vítreo o resinoso. Debido a que la composición química de los granates varía, los enlaces atómicos en algunas especies son más fuertes que en otras. Como resultado, este grupo de minerales presenta un rango de dureza que va desde 6,5 a 7,5 aproximadamente.

Cuarzo común molido y cernido, clasificado por granulometría, es usado para papel de lija. Las areniscas y cuarcitas se usan molidas para el mismo fin o para piedras de afilar o ruedas amoladoras, cada vez menos. El pedernal se usa para moler arcillas en la industria cerámica blanca en vez de bolas de fierros de los molinos rotatorios.

Cenizas Volcánicas La forma más común es la piedra pómez (pumicita, compuestas por vidrio, silicatos amorfos recristalizados o microcristalinos). Es una espuma volcánica ácida de material vítreo muy liviano, es necesario molerla y se usa en polvo. La cinerita es ceniza volcánica ácida retransportada por agua y acumulada en bancos con



muy buena selección y homogeneidad granulométrica, es el puloíl natural.

Diatomita Depósitos de conchas silíceas microscópicas. Son gredas silíceas porosas y livianas (flotan en el agua), pueden absorber casi la mitad de su peso de agua. Tienen propiedades filtrantes que le confieren aplicación, se usan en la industria química y como abrasivo liviano para usos cada vez más diversos.

Carburo de Boro se encuentra dentro de la categoría de artificiales, más duro conocido. Se hace con anhídrido bórico, carbono y agua a 2700° C en hornos eléctricos. Su fórmula es CB_4 .

Carburo de Tungsteno. Formado por wolframio y carbono con composición química de W_3C hasta W_6C . Recibe el nombre de widia, como abreviatura del alemán *wie Diamant* Se lo fabrica reduciendo el óxido de wolfram (WO_3) con carbón en hornos eléctricos a más de 3000° C. Debido a su elevada dureza y escasa ductilidad, se elaboran piezas de este material en forma de polvo, añadiendo entre un 6 y un 10% de cobalto. Los granos del carburo de wolframio empleados en el proceso suelen tener diámetros de aproximadamente 0,5 a 1 micras. El polvo se prensa, y las piezas obtenidas se calientan aproximadamente 1600 °C, en hornos eléctricos algo por debajo del punto de fusión del carburo. En estas condiciones, la masa se compacta por sinterización, actuando el cobalto como pegamento entre los granos del carburo. Se utiliza fundamentalmente, en la fabricación de maquinarias y utensilios para trabajar el acero.



Carburo de Silicio. Se produce reduciendo sílice con carbón en hornos eléctricos a temperatura entre 2200° C y 2600° C. Es muy refractario y duro pero muy frágil por eso se usa para pulir metales blandos o no metalíferos. Su uso es ideal cuando se requiere un corte fino, pero profundo, al igual que para remover residuos tratados con calor de partes endurecidas. Este abrasivo se reutiliza, ya que cuando las partículas se estrellan sobre la superficie y se fragmentan en partículas más pequeñas no pierden su filo, por lo que siguen teniendo una buena acción de corte a pesar de reducir su tamaño.

Alúmina Fundida Se obtiene a partir de bauxita en hornos eléctricos de arco, en este caso las impurezas de Fe o Ti son favorables. El enfriamiento debe ser lento para favorecer la formación de cristales grandes. Funde a 2100° C. Es el abrasivo más común para hierros y aceros duros, se usa en forma de discos o ruedas. Prácticamente ha reemplazado al corindón y al esmeril hasta en el nombre.

Los artificiales de bajo grado son muchos, el más común es el vidrio molido que se usa para papel de lija. La cal magnesiana sirve para pulir aceros cromados. El carbonato de calcio reprecipitado para lustrar bronce o cobre, también se usa en pastas dentífricas.

3.4 Normas e Industrialización

Los abrasivos se suelen usar en tres formas: como herramientas, revestimientos o sueltos (pastas o polvos).

- *Herramientas abrasivas*: coronas, ruedas, discos o brocas.



Las coronas son las herramientas más comunes, son las coronas de perforación o brocas huecas giratorias. Esta es una herramienta con corte anular, trabaja por abrasión giratoria. Estas herramientas son de acero duro y engloban al diamante por lo menos hasta la mitad de su longitud. Se usan aproximadamente 10 diamantes por cm^2 de superficie cortante. El diamante se presta para este uso por su dureza y su resistencia al desgaste, a la presión y a la tracción. Tiene un módulo de elasticidad apenas aceptable pues es muy frágil a los golpes.

- *Revestimientos abrasivos:* papel de lija y tela esmeril.

Ambos requieren buena homogeneidad granulométrica en el grano utilizado (sea grueso, medio, fino, etc). La base es papel o tela, una capa aglutinante, generalmente cola, y el grano abrasivo previamente seleccionado. Los más usados para papel de lija son el cuarzo y el vidrio molido, especialmente para ser usados para pulir maderas o metales blandos. Los abrasivos de tipo granate o carborundum se usan para maderas duras o para desgastar aceros.

En materiales blandos no se usan abrasivos duros porque se empasta el grano y no hay ventaja alguna. Se usan entonces vidrio y arena, son más baratos y colas suaves para que el grano salte con facilidad.

En la tela esmeril, se usa con materiales muy duros, abrasivos de mayor dureza y colas de mayor poder aglutinante. En este caso la base no puede ser papel porque se rompe, entonces se usa tela.

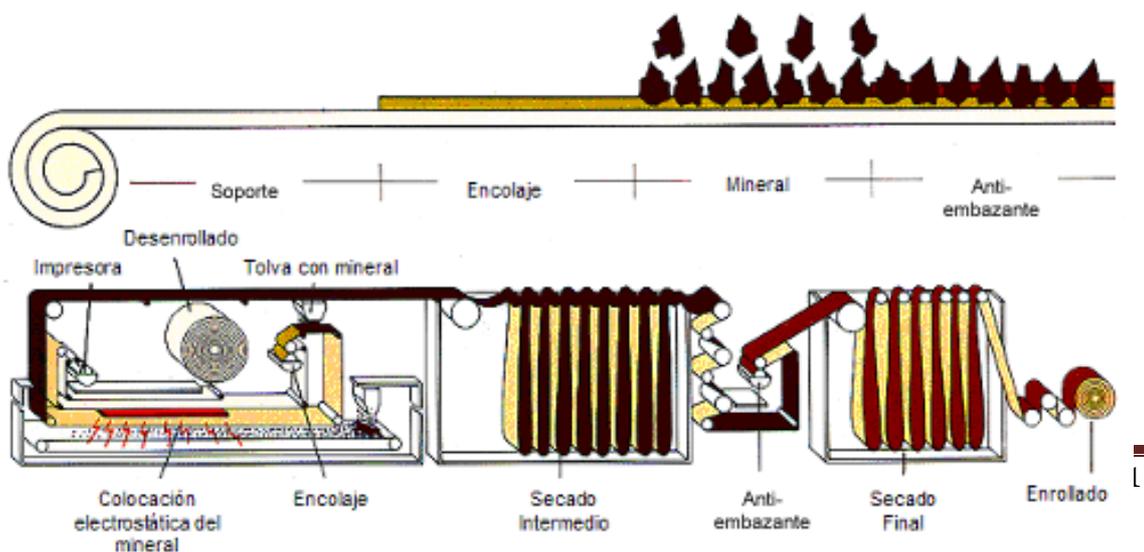
- *Abrasivos sueltos:* polvo o pasta

El diamante en polvo o pasta solo sirve para el pulido de otras piedras preciosas o dar el brillo a metales. El cuarzo molido con aire a presión (chorros de arena) sirve para pulir metales muy duros, para limpieza de

bujías, etc. Los carbonatos, especialmente de calcio reprecipitados se usan en pastas de pulir pinturas, mediante glicerina o algún lubricante. Las cenizas volcánicas se usan para lustre de cerámicas o vajillas, por ejemplo, el puloil. La cal magnesiana sirve para pulir cromados y darles el brillo característico. La diatomita, se usa sobre todo como abrasivo filtrante, pero por ser sílice y de grano fino sirve también para pulir metales blandos como el bronce o preciosos como objetos de plata u oro.

La perla de vidrio, también conocido como microesfera de vidrio es particularmente útil para proporcionar acabado sobre superficies metálicas como aluminio y acero inoxidable dejando un acabado satinado. Cuando los requerimientos de mantenimiento exijan la limpieza de las piezas sin atacar violentamente la superficie, se recomienda emplear perla de vidrio ya que el impacto de la microesfera sobre la superficie no desgasta significativamente el material, cualidad que la hace inadecuada si se va a pintar la pieza posteriormente. La generación de polvo es baja, al igual que su velocidad de limpieza y puede reciclarse de 10 a 15 veces.

Industrialización. Proceso de fabricación del abrasivo





Actualmente la fabricación de abrasivos consiste en un proceso totalmente automatizado. Se fija el soporte en una bobina, para encolado con colas naturales como aglutinante adecuado para el lijado a mano. En el caso de lijado al agua y a máquina el aglutinante es una resina sintética. En la superficie encolada se anclan los granos de material abrasivo, dejándolos adheridos a la superficie.

Una vez dispuesta la capa de mineral sobre el soporte y aplicado el adhesivo se pasa por un horno donde se da un secado del adhesivo. Tras esta etapa se aplica una capa de material antiembazante, que se seca a continuación en un horno. Tras acabar el curado de la capa de estereato de Zn (agente adsorbente), se enrolla el producto con troquelado.

Referencia Bibliográfica

Peralta E. H (2000). Apuntes de Yacimientos No Metalíferos.

Páginas web

http://www.blasting.com.ar/granallaabrasivos.php?gclid=COK2j6iY_7MCFQU5nAod0XYAHA

http://www.todoabrasivos.es/Folletos/Manual_Basico_Discos_de_Corte_y_Desbaste_KLINGSPOR.pdf

<http://www.es.wikipedia.org/wiki/>

http://www.tecnoabrasivosdelnorte.com/index.php?option=com_content&view=article&id=87:carburo-de-silicio&catid=46:productos-para-sand-blast&Itemid=117

<http://www.asociacion-anfa.es/post/nociones-sobre-abrasivos.pdf>



<https://www.youtube.com/watch?v=1hSv-hEiGvs>

ACTIVIDAD INDEPENDIENTE 3

1. Caracterice los recursos naturales y artificiales, mineralogía, ambiente de formación y usos específicos para abrasivos-.
2. Investigue con detalle los requisitos óptimos de uso industrial.
3. Bosqueje la situación actual de los materiales abrasivos en Argentina.
4. Nombre, descripción de la materia prima e imágenes de productos abrasivos de uso cotidiano.



CAPITULO 4 PIEDRAS PRECIOSAS

4.1 Concepto. 4.2. Tipos y Clasificación. 4.3. Recursos gemológicos en Catamarca. 4.4 Ambientes de formación. a) Diamantes b) Esmeralda y c) Rubí-zafiro 4.5. Producción e Industrialización. 4.6. Control de Calidad. 4.7. Antecedentes en Argentina.

4.1. Conceptos Generales

Una gema o piedra preciosa es cualquier mineral, roca o sustancia orgánica se encuentra natural, tallada o pulida con suficiente atractivo para ser usada como adorno personal u objeto decorativo.

Los requisitos principales son la dureza, rareza y belleza. Existen una diversidad de especies minerales encontradas y descritas como gema, solo unas 300 aproximadamente (incluidas sus variedades), han merecido la calificación de piedras preciosas. De ellas, algunas son abundantes, como la familia del cuarzo, a la que pertenecen las



variedades de amatista, ágata y jaspe, otras lo son menos, como es el caso del berilo y sus piedras preciosas la esmeralda y aguamarina, el corindón con las variedades de rubí y zafiro a muy raros como el diamante.

Muchas, por su dureza (6 a 10 en la escala de dureza de Mohs) son usadas en joyería y para la elaboración de ornamentos personales; otras, de menor dureza, son adecuadas para producir objetos decorativos que no se manipulan con frecuencia y las muy raras, son en su mayoría requeridas por los coleccionistas de gemas y los museos.

La belleza del resplandor se debe a que posee un alto índice de refracción de la luz y un gran poder dispersivo. Al penetrar, los rayos de la luz sufren innumerables reflexiones interiores y la luz blanca se dispersa, regresando al exterior convertida en un abanico de múltiples colores.

4.2. Tipos y clasificación

En la clasificación económica de las gemas, se discute si introducir en las piedras preciosas dentro del grupo de los minerales industriales, o si son un grupo aparte pues comparten su carácter no metálico y que se emplean en estado natural casi sin transformaciones. Las diferencias son por las producciones y los precios por unidad de volumen, que en las gemas es muy alto y en los demás minerales industriales es muy bajo. Por otro lado, la particularidad que muchas gemas naturales o sintéticas puedan tener más usos además del gemológico.



Los minerales preciosos, en la actualidad siguen una clasificación química por aniones, usada para todas las sustancias químicas. Esta clasificación fue propuesta por Dana en el siglo XIX y fue modificándose a mediados del siglo XX por Strunz y Povarennikh.

Elementos nativos: diamante

Sulfuros: pirita, blenda, marcasita

Óxidos: corindón (rubí y zafiro), hematites, espinela, rutilo, casiterita, crisoberilo (alejandrita).

Haluros: fluorita.

Carbonatos: calcita, smithsonita, rodocrosita, aragonito, malaquita, azurita.

Boratos: sinhalitas

Sulfatos: alabastro (variedad de yeso)

Wolframatos: scheelita

Fosfatos: apatito, amblygonita, lazulita, turquesa

Nesosilicatos: olivino, granates (almandino, piropo, espadartina, uvarovita, grosularia, andradita), fenaquita, circón, andalucita, sillimanita, cianita, topacio, estaurolita, titanita

Sorosilicatos: zoisita, clinzoisita, epidota, vesubiana.

Ciclosilicatos: Grupo del berilo (esmeralda, aguamarina, heliodoro, morganita, cordierita), turmalina (verdelita, indigolita, rubelita, acroita).

Inosilicatos: piroxenos (enstatita, diópsido, jadeíta, espodumeno), rodonita, anfíboles (nefrita).

Filosilicatos: serpentina, crisocola, prehnita.

Tectosilicatos: cuarzo (cristal de roca, amatista, cuarzo rosa, ahumado, citrino, lechoso, ojo de tigre, rutilado, calcedonia, cornalina, crisoprasa), opalo, feldespatos (ortosa, sanidina, albita, oligoclasa, labradorita, microclina, amazonita), feldespatoides (sodalita, lazurita, petalita), escapolitas.

Materiales Orgánicos: ámbar, coral, azabache, perla, nácar, marfil.

Productos artificiales: vidrios, plásticos.

Rocas y meteoritos: obsidiana, mármol ónix y tectitas (moldavita).

4.3. Recursos gemológicos. Características mineralógicas y localización.

Variedades de silicatos

Topacio: Composición química: $Al_2 (F, OH)_2 SiO_4$ fluorsilicato de



aluminio.- Nesosilicatos-

Color: Amarillo dorado (topacio de fuego)

Sistema Cristalino: (ortorrómbico)

Pe: 3,5 a 3,6

Dureza: 8

Índice de refracción: 1.61-1.638

Ambiente pegmatítico-neumatolítico, greisen y filones hidrotermales de elevada temperatura. Se encuentra asociados a cuarzo, casiterita, fluorita y muscovita (greisen), en diferentes minas de la Sierra de Fiambala, Papachacra. El color es variado en esta región aparte de incoloros, los más abundantes son anaranjados-castaños de la formación Papachacra y cercanías de Corral Quemado.

Fenaquita: Composición química: Be_2SiO_4



Color: Incoloro, amarillo claro y rosado a rosado anaranjado claro, rosado a rosado anaranjado.

Sistema cristalino: Trigonal

Pe: 3

Dureza: 7.5 a 8

Es un mineral raro en la naturaleza, sus aplicaciones son únicamente coleccionísticas y gemológicas Para el primer caso, se requieren cristales bien formados insertos en matriz; para el segundo deben ser piedras transparentes que

permitan el tallado. El hallazgo más importante, corresponde a Kuck, Saadi (1995), en la formación Papachacra, Dpto Belén- Provincia de Catamarca. Allí se presentan como cristales idiomorficos prismáticos de hasta 5 cm de largo y 2,5 cm de ancho, la mayoría de las veces asociados a microclina, albita y cuarzo ahumado.

Granate: Composición química: $A_3B_2(SiO_4)_3$ Formula general A: Ca, Fe,



Mg, Mn; B:Al, Cr, Fe,Mn,Si,Ti,V,Zr

Color: Alocromático, incoloros y todos los colores, excepto el azul.

Sistema cristalino: Cúbico

Pe: 3,6 a 4,2

Dureza: 6,5 a 7,5

Índice de refracción: 1,74 a 1,88

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

Pueden formar parte como minerales accesorios de rocas metamórficas y magmáticos en esquistos micáceos y gneises, y en pegmatitas; algunos de ellos son además integrantes de importantes depósitos sedimentarios aluviales; otros, son muy abundantes en interesantes asociaciones con epidota, wollastomita, diópsidos, etc., resultantes de metamorfismo de contacto de rocas calcáreas con granitos y pegmatitas. En Catamarca, en el cordón del Ambato, se encontraron cristales de hasta 10cm de diámetro de posible origen pegmatítico.

Aguamarina: Composición química: $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$. -Ciclosilicatos-



Color: alocromático, incoloro, verde, azul, amarillo, rosado-violáceo, rojo

Sistema Cristalino: Hexagonal

Pe: 2.65 a 2.68

Dureza a escala: 7.8

Índice de refracción: 1.57 -1.6

Se trata de una gema muy apreciada en joyería, a menudo considerada por los diseñadores modernos como favorita por su dureza, permitiendo una gran diversidad de cortes.

El tono azulado se debe a la presencia de Fe^{2+} mientras que el verdoso se debe a las inclusiones de Fe^{3+} más valiosa cuanto más oscura sea el color azul. Es un mineral de origen magmático asociado a rocas graníticas. Este mineral se origina en la fase pegmatita normalmente a temperaturas entre 1000°C y 600°C . También se puede formar en yacimientos hidrotermales. En particular, el mineral suele encontrarse asociado a berilos ordinarios, en cristales de todos los tamaños.

En la provincia de Catamarca en el Dpto. Paclín, Localidad de Balcozna se extrajeron ejemplares de aguamarina, emplazada en una pegmatita zonada de cuarzo, feldespato y mica, en afloramientos de la mina Piedras Blancas, ubicada en Las Lajas. Se encuentra junto a berilo lechoso en bancos de feldespato potásico.

Variedad de sílice -Tectosilicatos-

Cuarzo:

Composición química: SiO_2

Sistema cristalino: Trigonal

Pe: 2,6 a 2,7

Dureza: 7 (las variedades macrocristalinas), 6,5 (las microcristalinas)

Índice de refracción: 1,544 -1,553

Color: alocromático; Incoloro y todos los colores.

Amatista es una variedad macrocristalina del cuarzo de color violeta característico puede ser mas o menos intenso, según la cantidad de hierro (Fe^{+3}) que contenga. La amatista es un mineral de origen magmatico e hidrotermal. Se forma en filones con soluciones ricas en óxidos de hierro, le dan su color morado característico a temperaturas inferiores a los 300°C . Lo más habitual es encontrar la amatista tapizando el interior de ágatas en forma de geodas, a veces gigantescas. También se pueden encontrar en formas de drusas o en filones, acompañadas de otros minerales. Las amatistas de Papachacra, se destacan por sus características morfológicas más que por las gemológicas.



Citrino y cuarzo ahumado El citrino es una gema de color amarillo. El



nombre proviene del latín Citrus "limón". Su color puede variar del amarillo pálido al anaranjado. Notablemente contrapuesta a la escasez de citrino es la abundancia del

cuarzo ahumado. Se encuentra en Papachacra y alrededores al Cerro León Muerto al norte, hasta la sierra de Zapata al sur, comprendiendo localidades como Corral Quemado y Londres.

Cuarzo Hialino: conocido como cristal de roca, de color incoloro y



cuanto más puro es absolutamente transparente. Es la menos valorada como gema del conjunto de variedades macrocristalinas del cuarzo, sin embargo en estado natural (sin tallado ni pulido), ciertos tipos de cristales conocidos como "Diamante de Herkimer", "Diamante de carrera" o "Diamante de Tromen" son más hermosos que el mismo diamante.

Calcedonia: variedades microcristalinas del cuarzo, cuya fórmula



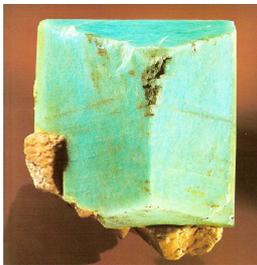
química es SiO_2 (al igual que el resto de minerales que tienen relación con el cuarzo). Cristaliza en sistema trigonal, tiene una dureza de 7 en la escala de Mohs, fractura concoidea, exfoliación ausente, brillo vítreo y raya blanca tradicionalmente considerada una variedad de cuarzo, más recientemente se ha visto que en

realidad es una mezcla de cuarzo con morganita, de igual fórmula química pero monoclinico, produciendo la mezcla los bandeados típicos de algunas de las variedades de calcedonia.

Jaspe: Es una variedad opaca, generalmente de color rojo amarillo o marrón, es una mezcla de calcedonia y cuarzo. En las provincias cordilleranas sumándose Entre Ríos y Misiones, tienen importantes yacimientos de calcedonia y jaspe.



Amazonita: Composición química: KAlSi_4O_8



Color: Verde claro, verde-azulado.

Sistema Cristalino: Triclínico

Pe: 2,54 a 2,57

Dureza: 6 a 6,5

Índice de refracción: 1,52 a 1,53

En la variedad verde de la microlina, un mineral del grupo de los feldspatos (potásicos). Se pensó que su color se debía a la presencia de cobre, ya que los compuestos de este metal suelen ser verdes o azules. Sin embargo, estudios más recientes sugieren que su color se debe a pequeñas cantidades de plomo y agua que contiene. Cuando la amazonita se pule, adquiere un color verde claro. Por esa razón, se usa en joyería o como adorno. Proceden de los alrededores de Chumbicha, ubicado en el límite provincial con el límite de la Rioja.

Verdelita: Composición química: Borosilicatos



Color: verde

Sistema Cristalino: Trigonal

Pe: 3,02 a 3,26

Dureza: de 7 a 7,5

Índice de refracción: 1,616 a 1,652

Birrefringencia: 0,014 a 0,044

Es una subvariedad de turmalina, llegan a alcanzar los 2 cm. Se encuentra en Papachacra, en la Provincia de Catamarca, asociadas a topacio, microclina, cuarzo ahumado, etc,. Allí los cristales son de hábito prismático, alargados y aciculares, y por su elevado de saturación cromática aparecen como negros con luz reflejada pero se revelan su color verde con fuerte luz transmitida, por esto no admiten el valor de gema

Casiterita: Composición química: SnO_2 -Óxidos-



Color: Incolora (muy rara), amarillo castaño, castaño verdoso, castaño rojizo y negro.

Sistema cristalino: Tetragonal

Pe: 6,8 y 7,1

Dureza: 6 a 7

Clivaje: imperfecto

Es un mineral con múltiples aplicaciones industriales, en la obtención de estaño y cuando aparecen cristalizados constituyen valiosos ejemplares para coleccionistas, por escasez de calidades no es muy usada en joyería. Una importante característica en gemología es su elevada capacidad de dispersar la luz blanca (superior a la del diamante). Se extraen en el extremo norte de la formación Papachacra y suelen estar insertos en matriz de microclina y cuarzo, alcanzando de 6 a 8 cm.

Marcasita y pirita: Composición química: FeS_2 -Sulfuros-

Color: Amarillo oro o amarillo verdosa.



Opacos al paso de la luz y muestran fuerte brillo metálico a la reflexión. Sistema cristalino: Marcasita ortorrómbico; Pirita cubico
Pe: Marcasita 4,85; Pirita 4,95
Dureza: 6 a 6,5

Frágil. Paramagnética. Puede contener cobalto y bastante níquel y antimonio, muy poco cobre y oro. La pirita es fosilizante. Se usan talladas para elaborar joyas de fantasía de bajo precio y para elaborar imitaciones de joyas antiguas. La pirita cuando se presenta en cristales perfectos aislados, o en grupos sanos se engarza natural. Las muestras de yacimientos polimetálicos de Minas Capillitas es la más interesante.

Turquesa: Composición química: $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)(\text{OH}) \cdot 8.4\text{H}_2\text{O}$ –Fosfatos-



Color: Azul-Celeste
Sistema Cristalino: Triclínico
Pe: 2,6 a 2,8
Dureza: 5 a 6

Es un fosfato hidratado de cobre de aluminio y cobre, es una de las piedras preciosas opacas más hermosas, apreciadas y valiosas. En Catamarca, los yacimientos de cobre diseminado como el Bajo de La Alumbraera y Agua Rica, forma parte de su mineralogía, pero ante el valioso metal de oro y cobre hacen que esta piedra preciosa pase inadvertida.

Scheelita Composición química: CaWO_4 -wolframatos-

Sistema Cristalino: Tetragonal

Pe: 5,9 a 6,1



Dureza: 4,5 a 5

Color: Incolora, amarillo, anaranjado, castaño, castaño anaranjado a grisáceo.

Es un wolframato de calcio, es raro en la naturaleza. Su aplicación en la industria para la obtención de Tungsteno.

Se encuentra calidades de ser facetadas y cuando ello ocurre, se destina exclusivamente a coleccionistas de gemas. En Catamarca, fue explotado en pequeña escala junto a wolframita en la década del 50 del siglo pasado con fines industriales de la zona de Papachacra de todas las scheelitas Argentinas conocidas son las únicas que pueden ser consideradas de interés gemológico

Obsidiana

Tiene la composición de silicatos aluminicos con contenido de óxidos silicio. Llamada a veces vidrio volcánico, por no tener estructura interna es considerada roca. Su dureza en la escala de Mohs es de 5 a 5,5. Su peso específico es de 2,6. La superficie de rotura es concoidea



Mármol Ónix

Compuesto por calcita, travertino y aragonito en capas o bandas de diferentes capas, matices e intensidades. En la zona de Antofagasta, se explota informalmente mármol ónix de color castaño rojizo con alternancia de bandas mas claras, masiva, con buena calidad para el tallado. Se presenta en bancos de 12 a 20



cm de potencia. También al noroeste de Fiambalá, Camino al Paso San Francisco se ubican otros yacimientos de mármol ónix de color verde oliva masiva y bandeado.

Malaquita: Composición: $\text{Cu}_2 (\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ -Carbonatos-



Color: verde

Sistema Cristalino: Monoclínico

Pe: 3,75 a 3,95

Dureza: 3,5 a 4

Las mejores calidades lapidables son las que se obtienen en Mina Capillita Departamento Andalgalá.

Azurita: Composición: $\text{Cu}_2 (\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$



Color: Azul, Azul violáceo

Sistema Cristalino: Monoclínico

Pe: 3,7 a 3,9

Dureza: 3,5 a 4

Frecuentemente se encuentra asociada normalmente con malaquita. Tanto la azurita como la malaquita son compuestas de Cu^{2+} , el cobre de la malaquita se encuentra en un estado más oxidado debido a las proporciones de los demás elementos de la fórmula. La azurita se usa como piedra ornamental, en joyería y para coleccionismo. En la Mina Ortiz, del yacimiento en Minas Capillitas, se pueden encontrar cristales de importancia gemológica.

Rodocrosita: Composición: MnCO_3



Color: Mineral idiocromático rojo y rosado de diferentes intensidades.

Sistema Cristalino: Trigonal

Pe: 3,3 a 3,7

Dureza: 4 a 4,5

Índice de refracción: 1,59 a 1,82

La rodocrosita de la mina Capillita, Dpto. Andalgalá, Provincia de Catamarca, es un yacimiento de tipo vetiforme; el mineral se caracteriza por presentar textura fibrosa, estructura bandeada y coloración rojo-rosado en varias tonalidades.

Fluorita Composición: F_2Ca



Color: Mineral alocromático: Incoloro y todos los colores

Sistema cristalino: Cúbico

Pe: 3,1 a 3,2

Dureza: 4

Índice de refracción: 1,434

Como gema, tiene poco interés, ya que su índice de refracción es bajo, es muy blanda y exfoliable, solo sirven para colección por su escasa durabilidad. En Catamarca son notables los perfectos octaedros morados, casi negros, asociados a microclino, albita y cuarzo ahumados en las pegmatitas de Papachacra. Al este de esta provincia en la zona del Portezuelo, Departamento Ancasti, de vetas hidrotermales emplazadas en rocas graníticas.



Las Piedras preciosas reconocidas a nivel mundial son el diamante y las variedades de rubí, zafiro y esmeralda

A) Diamante:

Es la principal piedra preciosa, carbono elemental cristalizado en el sistema cúbico. Sus colores son muy variados mientras más hialino y más blanco es más valioso. Su dureza se debe a sus enlaces carbono-carbono, muy estables en química, y a su disposición en la estructura: forma una pirámide perfecta. Es el mineral más difícil de fundir, y el mejor conductor del calor. Si tiene más de dos quilates (0.4gr) puede ser tallado y entonces se lo llama brillante.

Distribución: Las regiones ricas en diamantes son la India, Brasil y Sudáfrica pero las características en donde estos se hallan son distintas en cada zona. En la India, por ejemplo, se encuentran principalmente en areniscas y conglomerados antiguos, probablemente silúricos y en aluviones. En Brasil en los estados de Bahía, Goiás y Mato Grosso se hallan en depósitos sueltos de aluviones en las arenas de los ríos. En el Sur de África se encuentra en las arenas de los ríos y en depresiones crateriformes del suelo.

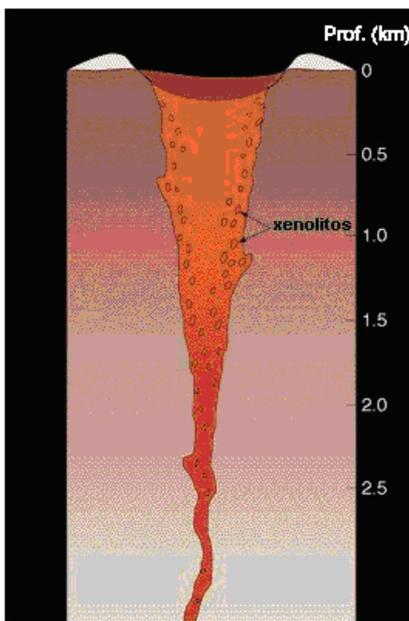
Del total de diamantes que se producen en el mundo unos 3500 kg, solo 1 de cada 5 pesa más de dos quilates (del total de producción).

En general pueden ser yacimientos primarios de las celebres chimeneas de kimberlitas y los secundarios más conocidos como aluvionales.

Yacimientos primarios: Las Kimberlitas son peridotitas alcalinas, muy brechadas. En general no se asocian a rocas carbonosas o grafitosas,

sus diámetros varían en 10 m a más de 1000m (aunque estas últimas son excepcionales).

En las kimberlitas sudafricanas tienen dos características: la forma de embudo vertical, y los movimientos de ascenso y descenso (de clastos de rocas graníticas profundas ascendidos y mezclados con rocas metamórficas que indudablemente descendieron). La zona de contacto se encuentra totalmente triturada bajo forma de un fino polvo azul. La zona central contiene grandes clastos de roca de caja cementados por polvo de Kimberlita, los diamantes aparecen diseminados en el barro azul.



Esquema de una Kimberlita, intrusión de origen volcánico en forma de tubo de roca. Los fragmentos minerales que contiene, procedentes de capas internas de la Tierra se llaman xenolitos.

Estos cuerpos aparecen en grupos, de 10 a 20, nunca aislados, son asociados a magmatismo básico-alcalino. Son rocas muy reductoras, contienen incluso hierro nativo, por eso se ha estimado que posiblemente han reducido el CO₂ a partir de las calizas, formando el carbono elemental que cristaliza como diamantes. De 20 chimeneas solo 2 o 3 contienen diamantes y solo una es explotable. Suelen asociarse a cruceros de diques kimberlíticos, por eso el mapeo estructural en estos distritos es indispensable. Una Kimberlita

económicamente explotable contiene 1 kilate por tonelada de roca.

En la Argentina se detectaron en dos lugares: Novillo Muerto (Mendoza) y en una zona llamada Chanahuas, en Sierras Subandinas de la



provincia de Salta. En ambos casos son diques y en el caso salteño son portadores de diamantes carbonados microscópicos.

Yacimientos Secundarios La destrucción de las rocas kimberlíticas libera los diamantes. Estos son lavados por el agua y acumulados en aluviones. Este proceso disgrega mucho las piedras defectuosas y como resultado de la proporción de gemas es mayor. Son diamantes de excelente calidad. Muchas veces ocurre que el aluvión es nuevamente erosionado, entonces cuando han sido retransportados varias veces, pueden llegar a ser muy ricos variando entre 0,1 y 1 kilate/m³, de los cuales 8 a 9 piedras de cada 10 tienen calidad gema.

La mayoría de los diamantes perfectos más famosos son aluvionales, por ejemplo: Placer El culliman de más de 300 kilates (600 gramos tonelada), es el más grande que se ha detectado. En Brasil prácticamente toda la producción proviene de aluviones y se han detectado diamantes negros muy grandes.

B) Esmeralda

Variedad de berilo, son alocromático, que junto al cromo y vanadio le dan su característico verde. Es un silicato de berilo y aluminio con fórmula química $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$.

Es valorada por su rareza, además de su color verde y cristalina. Está formada por un mineral, el berilo y pequeña cantidad de cromo le da a el color verde. Las impurezas de manganeso pueden llegar a producir gemas de color de rosa o rojas, como la morganita. Mención especial merece la esmeralda *trapiche*, que se encuentra en algunas minas de Colombia, por su extraña forma de estrella debido al crecimiento del



cristal en varias direcciones. Se encuentra en ambiente de metasomatismo de contacto, vetas de calcita- adularia- esmeralda, alojadas en skarn (calizas intruidas por granito y pegmatitas con berilo). También existen yacimientos secundarios aluvionales

C) Rubí y zafiro

Son las variedades rojas y azul del corindón (con óxidos de cromo y de Ti-Fe respectivamente). No tienen alto índice de refracción, por lo tanto el brillo o fulgor es bajo, pero valen por su tamaño, color transparencia. Aparecen en depósitos de contacto metasomático donde granitos y pegmatitas intruyen calizas o rocas básicas. Los depósitos más importantes están en Birmania.

Los zafiros son los más comunes (3 o 4 veces más abundantes) y por eso son menos valiosos. Ambos pueden ser sintéticos donde el color puede darse y graduarse casi a pedido.

4.4 Ambientes de formación

Aproximadamente un 25% de todas las gemas tienen un origen ígneo, principalmente pegmatítico. Un 30% pueden encontrarse en rocas encajantes metamórficas, sean éstas calcáreas o no calcáreas. Otro 30% corresponde a yacimientos de origen acuoso (hidrotermales, de aguas circulantes superficiales, etc.). Un 15% a gemas de origen orgánico (ámbar, coral, marfil, etc.).

4. 5. Industrialización



El procedimiento de industrialización es el mismo y muy parecido en todas las piedras preciosas. Se muele la roca y/o se la zarandea, para luego con agua, agitarlas formando un lodo liviano. Este lodo luego circula por una cancha de madera cubierta por una capa de grasa en la que los diamantes y/o piedras en general quedan atrapados. Luego se raspa la grasa y se coloca en tanques en donde se disuelve con soda cáustica liberando las piedras. Estas son seleccionadas y clasificadas a mano por especialistas bajo lupa binocular.

Por lo general, extensos kilómetros de terreno son excavados para obtener una gema de tamaño apreciable. Esto explica porque el diamante tiene tan alto precio en el mercado.

El rubí y zafiro sintéticos se obtienen a partir de alúmina fundida en hornos de arco eléctrico. Se les coloca las impurezas necesarias según el color que se desea obtener y se dejan cristalizar muy lentamente. Todas las piedras sintéticas se conocen por la presencia de burbujas.

4.6 Controles de calidad

Un especialista en gemas tiene que determinar origen, color, brillo, tamaño, inclusiones (o burbujas en las artificiales) y otras imperfecciones, como clivajes visibles, maclas. Se han desarrollado procedimientos ópticos para estos materiales tan valiosos. Los más comunes son la fluorescencia con luz ultravioleta, trabajada con dos longitudes de ondas diferentes (2500 y 3600 armstrong). Así, el diamante hialino con luz ultravioleta de 2500 Armstrong obtiene fluorescencia amarilla y naranja con 3600 Armstrong, lo cual lo distingue al zircón. Esta prueba es más útil en piedras artificiales como

el zafiro da fluorescencia amarilla y el sintético es rojo. El filtro de Chelsea es un cristal especial adaptado al objetivo del microscopio o lupa binocular, donde las esmeraldas toman color rojo mientras que cualquier imitación da color verde, azul claro e incoloro.

4.7. Recursos en Argentina. Saadi Jorge (2006).



Región A

- Aragonita
- Amatista
- Aguamarina
- Otros berilos
- Corindón
- Feldespatos
- Granates
- Gemas pegmatíticas (berilos, espodumenos, topacios, turmalinas, etc.)
- Otros cuarzos (macro y microcristalinos)
- Zafiros
- Espinelo
- Topacio
- Turmalinas
- Zircón
- Gemas de colección (apatito, epidota, escapolita, scheelita, cordierita, dioplasa, fenaquita, kurnakovita, brasilianita, casiterita)
- Malaquita, Fluorita, Rodocrosita, Lapislázuli, Hematita y Turquesa

Región B

- Amatista
- Otros cuarzos

Región C

- Amatista
- Peridoto
- Ópalo
- Otros cuarzos
- Fluorita



Referencias Bibliográficas:

- Saadi Jorge (2006).Las Piedras Preciosas de la Republica Argentina-Córdoba.
- Jesús Runio Conde (2009) Gemas en España-Madrid

ACTIVIDAD INDEPENDIENTE 4

1. -Realice un cuadro descriptivo de propiedades con imágenes, ambiente de formación, yacimiento y uso.
2. -Describa el proceso de industrialización y comercialización.
3. -Investigue los métodos de control de calidad.



CAPITULO 5 REFRACTARIOS Y AISLANTES

5.1 Refractarios. Concepto. 5.2 Propiedades. 5.3 Tipos 5.4 Clasificación. 5.5 Recursos. 5.6 Aislantes. Concepto. 5.7 Clasificación. Mica. Vermiculita. Amianto. Perlita. Talco. Esteatita. 5.8 Tipos. 5.9 Recursos. 5.10. Requisitos e industrialización de cada uno.

5.1 Refractarios. Concepto

Pueden existir diversas maneras de definir un material refractario. Así, según la Real Academia de la Lengua se define material refractario como *aquel cuerpo que resiste la acción del fuego sin cambiar de estado ni descomponerse.*

Por tanto, se considera como material refractario, a todo aquel compuesto o elemento que es capaz de conservar sus propiedades físicas, químicas y mecánicas a temperaturas superiores de $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ *sin fundirse.*



Además de resistir esta combinación de severas condiciones, los materiales refractarios deben poder fabricarse en piezas de ciertas dimensiones, manteniendo una constancia de características y propiedades y, naturalmente, lo más barato posibles y partiendo de materias primas fáciles de obtener.

En su mayor parte los materiales refractarios están constituidos por silicatos, óxidos, carburos, nitruros, boruros, siliciuros, carbono, grafito, etc. Se emplean en crisoles y recubrimientos de hornos e incineradores.

5.2 Propiedades

Los materiales refractarios se engloban dentro de los materiales cerámicos, definidos como: materiales policristalinos, no metálicos, inorgánicos, de alto punto de fusión por tanto de enlaces interatómicos fuertes, iónicos y covalente.

Se fabrican, en general, a partir de un polvo que se conforma mediante prensado u otro procedimiento y que se somete a continuación a una cocción a alta temperatura.

La resistencia mecánica del material, dependen del tamaño y forma de los cristales individuales, la naturaleza de la unión entre cristales y la distribución de la fase líquida. En general, la resistencia aumenta con la disminución del tamaño de grano y la disminución de la porosidad.

5.3 Clasificación

Los ladrillos refractarios en *general* son de dos tipos, *según su contenido de sílice o alúmina*. Ambas se comportan de diferente manera.



Ladrillos Refractarios con alto contenido de sílice

Se los emplea en aquellos sitios donde las temperaturas son altas, continuas o constantes. Son ladrillos de bajo costo y bien utilizado.

Ladrillos Refractarios con alto contenido en alúmina

Están preparados para soportar altas temperaturas, no presentan dilataciones o deformaciones significativas que lo afecten. Son ladrillos de alto costo y escasos.

5.4. Refractarios

5.4.1 Naturales Los refractarios más antiguos fueron piedras naturales (granitos, areniscas, cuarcitas, piedra pómez, calizas etcétera) las cuales eran cortadas en bloques de dimensiones apropiadas, con un acabado un tanto grosero, utilizado para revestimiento del horno. La piedra pómez se utilizó para las paredes de los hornos de cocción, la cuarcita tienen un uso similar a los silíceos artificiales. La esteatita o piedra de sapo es una roca básica, una peridotita o serpentinita enriquecida en talco, relativamente blanda, de modo que se puede aserrar en bloques o ladrillos y se usa como revestimiento interno de hornos caleros.

5.4.2 Artificiales Son superiores en consumo y calidad a los refractarios naturales. Se los puede clasificar en:

- Silicios
- Aluminosos
- Carbonosos
- Básicos
- Especiales



Silicios

Propiedades: También llamados refractarios ácidos, *resisten casi 1700° C.* Son bastante baratos y casi indispensables en altos hornos donde se trabaja con mineral de ganga silíceo (procedimientos ácidos) o fundiciones de metales con ganga cuarzo (cobre, plomo, etc).

Se fabrican con cuarzo molido fino, no más de 2 - 3 % de arcilla y cal para no bajarle mucho el punto de fusión.

No resisten mucho los cambios bruscos de temperatura y se agrietan con facilidad porque el cuarzo sufre transformaciones alotrópicas y se producen en este orden: cuarzo a los 870° C, tridimita a los 1410 °C, cristobalita a los 1723 °C. El pasaje entre ambos cambios de estructura cristalina se produce con un considerable aumento de volumen. Por esta razón en la cocción de los ladrillos preparados con cuarzo, deben ser atravesadas lentamente. De lo contrario podrían producirse fisuras o roturas.

Aplicación: revestimientos en la industria del vidrio y siderurgia.

Aluminosos

Hay dos tipos, los de arcilla y los de alta alúmina. Los de arcillas son los más comunes, tienen buena resistencia mecánica.

Se usan mezclas que tengan 30-35% de alúmina. Se preparan en moldes, igual que los ladrillos comunes y se cocinan a 1400 - 1600° C, similares a las cerámicas. Se usan en hornos fijos de tipo calero, metalúrgico y cerámico.

Los de alta alúmina son mejores resisten a más de 2000° C son muy refractarios y tienen más de 45 % de alúmina. Son resistentes a la



carga y al desgaste. Se fabrican usando silicatos de alta alúmina (sillimanita, andalucita, disteno) o con mayor frecuencia enriqueciendo arcillas refractarias con bauxita hasta que supera el 45% de alúmina.

Se hacen mezclas especiales con 60 - 70% de Al_2O_3 formándose ladrillos aluminosos, se moldean y cocinan como los demás refractarios, tienen gran resistencia mecánica y las impurezas de hierro o titanio son muy perjudiciales.

Aplicaciones: Revestimientos de altos hornos, rotativas de fábricas de cemento Portland.

Carbonosos o Reductores

Es de estructura compacta, conductor de electricidad y calor. No se funde al soplete ni a los ácidos. Al arder deja aproximadamente 20% de cenizas. Este material es infusible. La temperatura de disociación del carbono es superior a los 3700 °C por ello se usa como refractario, en estado amorfo o cristalino, o sea como carbono o grafito.

Se fabrican con arcilla refractaria virgen o trozos de refractarios viejos pulverizados y coque o grafito molido en cantidad mayor al 25% por lo menos.

Aplicación: En crisoles de los altos hornos. También se lo utiliza como electrodos en hornos eléctricos. Suele mezclarse el grafito natural con arcillas plásticas, para ser usados en crisoles.

Básicos



En 1877 aparecieron los primeros ladrillos de dolomía sinterizada ligados con alquitrán para el revestimiento de los convertidores. La resistencia mecánica no es muy buena, soportan temperaturas de hasta 2500 – 3000 °C Los ladrillos de *magnesita* calcinada son los más usados, los de dolomita son más baratos Se hacen también refractarios con Mg - Al (llamados de espinelo) y de Mg-Cr en hornos reverberos para la fundición de metales de cobre y de aluminio

Los carbonatos (magnesita o dolomita) se calcinan para eliminar el CO₂, luego se los granula o muele y se los amasa con agua conteniendo Cl₂Mg. La pasta se inserta en moldes a presión.

Aplicación: Revestimientos de convertidores para acero.

Refractarios de uso especiales

Se hacen una gran variedad de mezclas que resisten muy altas temperaturas. Son duros e inatacables por los ácidos. Por ejemplo de *chromo* resisten más de 2000° C, se usan en canales de descarga de mata fundida o escorias de acero, cobre o níquel.

Los ladrillos a base de *zircón* soportan hasta 2500° C, se fabrican con zircón y arcilla de alta alúmina para ser usados en hornos eléctricos.

El *carborundum* (CSi) con un uso parecido resiste además casi 2300° C

Por último algunos compuestos con *torio* resisten más de 3000° C, son demasiado caros y su uso es restringido.

5.5 Recursos

La industria de los materiales refractarios ha experimentado una extraordinaria evolución en los últimos 20 años, como consecuencia de las nuevas y exigentes especificaciones impuestas por la industria



consumidora de la Industria de la Siderurgia (65%) Cerámica, y el Vidrio (16 %) y Cemento (8%). Esto se ha traducido, no solo en un más estricto control de las materias primas y en los procesos de fabricación, la influencia de las impurezas presentes, a la temperatura y condiciones reales de trabajo de cada tipo de material.

Igualmente el avance en los estudios microestructurales ha permitido prever, tanto el comportamiento ante el ataque químico o erosión de las escorias y gases presentes como una mejor evaluación de las propiedades termo-mecánicas requeridas a los revestimientos refractarios.

En Argentina hay abundante dolomía, de la que puede obtenerse el magnesio mediante calcinado diferencial a 600 °C (que se descompone la molécula CO_3Mg de la dolomita). En Córdoba se producen refractarios naturales y se fabrican los de alta alúmina.

En general hay un buen autoabastecimiento, por lo menos en los refractarios de uso masivo (metalurgia, cemento, industria calera). Los tipos especiales generalmente se importan, en San Nicolás, los convertidores trabajan con dolomita de Córdoba y San Luis. No hay recursos de bauxita adecuada en Argentina y escasean el cromo y la magnesita.



Materiales Aislantes

5.6 Concepto. 5.7 Clasificación. Mica. Vermiculita. Amianto. Perlita. Talco. Esteatita. 5.8 Tipos. 5.9 Recursos. 5.10. Requisitos e industrialización de cada uno.

5.6 Concepto. Se denominan materiales aislantes a aquellos materiales que por sus propiedades pueden servir para proteger del frío o calor, el sonido, el agua o el fuego y la electricidad.

Las propiedades más importantes son la resistencia química, térmica, hidrófuga, acústica, ígnea y eléctrica. Los materiales mas usados son mica, amianto, vermiculita, arcilla refractaria, magnesia por citar algunos.

5.7 Recursos minerales:

Micas



Propiedades La mica funde a 1145-1400 °C. La muscovita y la flogopita son más valiosas que la biotita. La muscovita es muy aislante, se exfolia mejor pero pierde agua a 500 °C. En cambio la flogopita resiste más de 1000 °C y por contener abundante magnesio es ideal para corrientes de alta frecuencia.

La resistencia al calor de las láminas, hacen que constituyan un material aislantes eléctricos y térmicos. La mica mantiene sus propiedades eléctricas cuando se calienta hasta varios centenares de grados, se le considera un material de clase térmica alta. A temperaturas muy altas, la mica pierde el agua que contiene y pierde transparencia, su espesor aumenta y sus propiedades mecánicas y eléctricas empeoran.

Requisitos e Industrialización

En minería de pegmatitas lo primero que se hace una vez sacado el "paquete" es separarla en libros. Este se abre con cuchillo separando las micas en librillos menos de 2 mm de espesor, los bordes se cortan con tijeras o guillotinas a mano para que desaparezcan las roturas y ondulaciones. No deben presentar aristas entrantes, se tratan de lograr figuras rectangulares y cuadrangulares en los que los ángulos sean rectos en lo posible. Se clasifica por calidad, dependiendo del color y el tamaño.

En Argentina se usa la misma norma de clasificación basada en la superficie de la plancha recortada, medida en pulgadas cuadradas (aproximadamente 6,2 cm²). Esta escala va de 1 a 36 pulgadas. Los tamaños mayores se denominan AA



Grado AA	Mayor a 48 pulg2
Grado A	36-48
Grado 1	24-36
Grado 2	15-24
Grado 3	10-15
Grado 4	6-10
Grado 5	3-6
Grado 6	1-3

Dentro de cada grado hay calidades, esto significa que para el caso de la muscovita se rige por normas ASTM, cuyos equivalente argentinos son: clara, semiclara, semimanchada, manchada liviana, manchada roja y negra. Se descartan las que tienen maclas tipo cola de pescado ya que solo sirven para molienda o punch. Esto es valido para la mica cortada en librillos que es la más valiosa, los recortes o desgastes denominados micas molidas se clasifican en punch (inferior al grado 6). La broza o chala son recortes y residuos pequeños. Estos tipos pueden separarse por medios mecánicos de selección.

Aplicación: Industria eléctrica para condensadores, transistores, aisladores, reguladores térmicos, industria química en pigmentos, desinfectantes, explosivos, industria de pinturas, del plástico y el caucho. Papeles de revestimientos.

Producción Se encuentran en las provincias de San Luis (49%) Córdoba (42%) San Juan (8%) y Tucumán (1%). De la mica cortada se producen en Argentina más de 100 tn al año, de los cuales el 70% se usa en electrónica y el resto en papeles aislantes.



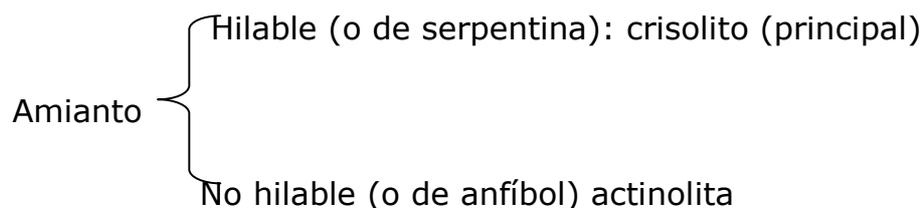
De la mica molida (punch y chala) se producen más de 1000 Tn al año de las cuales más del 80 % se usa para pisos y techos y el resto para gomas y pinturas.

Amianto

Se considera como amianto al conjunto de minerales metamórficos fibrosos constituidos por silicatos de hierro, aluminio, magnesio y calcio. También llamado asbesto cuando puede ser hilado. Son minerales de hábito fibroso, asociados a rocas básicas o ultrabásicas, aunque en ocasiones pueden formarse por metasomatismo de calizas muy magnésicas.

Propiedades: Resistentes al fuego y al esfuerzo.

Aplicación: Se utiliza en la industria de la construcción y en la industria automotriz para el aislamiento térmico y la protección contra incendios. Del punto de vista industrial se caracteriza



Existen varios tipos de amianto, en nuestros días se utiliza solo un tipo muy particular de amianto que es el crisotilo, este es el más utilizado, produce menos polvo y se elimina más fácilmente del cuerpo humano que los anfíboles. El amianto a nivel de la construcción se utiliza para diferentes aplicaciones, por ejemplo, se utiliza para aislar tuberías a través del trenzado, utiliza fibras puras, como aislante techos, paredes y



puertas, también canaliza el agua en la tuberías de alta presión de fibrocemento, es útil en placas acústicas, ya que realiza un aislamiento sonoro, se utiliza como protección ignífuga de estructuras metálicas.

Los amiantos de anfíbol son los más comunes y valen menos aunque tienen también sus aplicaciones. Se asocian con rocas básicas, generalmente anfibólicas. Sus fibras son largas y duras, no se pueden hilar pero sirven para hacer placas (conglomeradas) y cartones ignífugos, por ejemplo, chapas de fibrocemento.

Producción: en Catamarca en la sierra de Fiambalá hay serpentinitas con 1 a 2 % de crisotilo fibra corta de primera y segunda, ocasionalmente de mas de 10 mm. También se encontró amianto al No de Antofagasta de la Sierra.

El amianto se ha dejado de utilizar en muchos países como Alemania, Italia, Dinamarca, Holanda, Austria, Francia, entre otros, pues este material se ha considerado dañino, ya que esta clasificado como toxico y puede generar cáncer.

Talco (esteatita):

El talco (hidróxido de silicato de magnesio) de composición química $[Mg_3(OH)_2(Si_2O_5)_2]$ forma parte de los filosilicatos y tiene una dureza de 1 Mohs.

Propiedades. Es un componente importante en materiales resistentes al fuego.

Aplicación. Industria del papel, pinturas, también en la goma, los plásticos. El mineral se usa incluso en la industria farmacéutica, como base para polvos.



Producción: La región de Nuevo Cuyo es la principal productora del talco con el 95 %. Dentro de esta región la principal provincia productora es Mendoza la cual aporta en promedio el 79% de la producción, seguida por San Juan producción de minerales no metalíferos de la provincia con el 15 %, Córdoba con el 5% y en el ultimo lugar La Rioja con el 1% restante. El consumo interno del talco ronda en las 17000 tn. Si bien se registra un aumento durante 1997/98 en nuestro país dadas las cualidades del talco, este mineral es reemplazado principalmente por el carbonato de calcio.

Vermiculita

Es una variedad de biotita frecuente en pegmatitas o micacitas con alteración hidrotermal, de color pardo y estructura laminar, conteniendo agua interlaminada. La biotita original sufre un proceso de alteración hidrotermal por el cual incorpora agua absorbiéndola entre las láminas. También aparece en intrusiones básicas.

Propiedades: es un mineral incombustible y químicamente muy estable a altas temperaturas lo que lo convierte en un material idóneo para la protección contra el fuego. Mineral liviano térmico-acústico e ignifugo. Buena resistencia al choque térmico. Baja capacidad calorífica. Peso muy liviano.

Aplicación. Sirve también como árido en hormigones livianos, pero por su tendencia a flotar en el agua se usa mas que nada en capas intermedias para techos. Esta siendo suplantada en gran parte por la perlita expandida.

Industrialización: al calentarla una temperatura determinada, su capacidad de exfoliación o expansión produce que aumente de 8 a 20



veces su volumen original. Esta exfoliación se debe a la presencia de agua en el mineral crudo. Cuando se calienta con rapidez por encima de 870°C a medida que el agua se evapora se va transformando cada partícula laminar del mineral en un gran número de laminas pequeñas con reflejos metálicos, de color pardo, con baja densidad aparente y elevada porosidad. La vermiculita expandida mantiene su capacidad de aislamiento entre -200 y 1200 °C. Las paredes brillantes de la laminillas de vermiculita forman una multitud de pantallas que reflejan y dispersan la energía calorífica transmitida por radiación, y convierten a dicho material en el aislante ideal para altas temperaturas. El punto de fusión de la vermiculita es 1370 °C.

Producción: la única provincia que produce actualmente este importante mineral es Córdoba, con un total de 1879 tn anuales de producción. El resto de los yacimientos de vermiculita que se encuentran dispersos en las provincias de San Luis, Mendoza y San Juan, no se encuentran en explotación. La explotación de vermiculita en la provincia de Córdoba se realiza casi de manera artesanal, ya que este mineral se encuentra por lo general contenido en mica (explotación muy selectiva)

Perlita

Es un vidrio volcánico ácido muy poroso, incorpora agua de hidratación y pasa a llamarse obsidiana. Este vidrio tiende a cristalizar por un proceso natural y se transforma en perlita.

Propiedades y usos: resistencia al fuego, reduce la transmisión de ruidos y es resistente al óxido, a las termitas. Cuando se usa la perlita como añadido del hormigón, se obtiene un hormigón de peso ligero, resistente al fuego y aislante, ideal para la cubierta de los tejados entre otras



aplicaciones. La perlita también puede usarse como un agregado del cemento Portland y yeso para aplicaciones exteriores y para la protección antifuego de vigas y columnas, propiedad de resistencia al calor es aprovechada cuando la perlita se utiliza en la fabricación de aislantes de tuberías, morteros y ladrillos.

Industrialización: es una mezcla de minerales microcristalinos y/o amorfos muy hidratados, porosa y muy disgregable se la muele y calcina al igual que a la vermiculita en hornos rotativos donde el material es inyectado con aire a presión. El material recibe un golpe de calor de aproximadamente 1000 °C en dicho lapso muy breve. Un metro cubico de ese material expandido (que revienta como pochoclo) pesa entre 150 y 200 Kg, además flota en el agua. Es inalterable, no absorbe el agua (son vesículas vítreas cerradas o burbujas) y se puede mezclar con el hormigón (supera a la vermiculita).

La principal fábrica del norte del país es Tucumán, allí se usa gas natural y el material es extraído del Salar de Pocitos, provincia de Salta, por ferrocarril. Hay grandes reservas en la Puna Argentina. También es abundante en la parte sur de la cordillera mendocina y sobre todo en Neuquén y Rio Negro.

Referencia Bibliográfica

- Peralta Eduardo Hugo. Apuntes de Cátedra. UNCa
- Javier Alarcón. Química de materiales cerámicos. España.
- Crabiffosse S.; Ferrero, A.; Monge, C. Aportación al conocimiento del cuarzo en Galicia.

Referencias Páginas Web



<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion1.Refractarios.Introduccion.pdf>
www.uv.es/uimcv/Castellano/ModuloMatCericos/Unidad_10_.pdf
www.aprendemasonline.com/refractarios/files/refractarios.pdf
<http://ocw.uc3m.es/ciencia-e-oin/ceramicas-y-vidrios/bloque-iii/Refractarios.pdf>
[Http://www.youtube.com/watch?v=Uv9nDYbpNAg&feature=fvwrel](http://www.youtube.com/watch?v=Uv9nDYbpNAg&feature=fvwrel)
<http://www.refractariosfara.com.ar/fara.swf>
http://es.wikipedia.org/wiki/Material_refractario

ACTIVIDAD INDEPENDIENTE 5

1. -Investigue características generales de minerales refractarios y aislantes según la mineralogía, propiedades, ambiente de formación.
2. -Describa las propiedades, particularidades de usos e industrialización de cada uno.
3. -Ubique en un mapa los recursos de la provincia.



CAPITULO 6 FUNDENTES

6.1 Fundentes Definición. 6.2. Clasificación. 6.2.1. Metalúrgicos. Recursos: Calizas. Fluorita 6.2.2. Cerámicos. Feldespatos. Espodumeno 6.2.3. Vitrificantes. Boratos. Fundentes alcalinos 6.2.4. Dispersantes. Criolita 6.3. Funciones. Calidades. Requisitos. Panorama en Argentina.

6.1. Definición

Se llama así a toda sustancia que facilita el proceso de fusión de otras por un proceso físico, químico o combinado.

Esto implica la fusión del metal para extraerlo de la mena. La mayoría de las menas minerales son compuestos adonde el metal está combinado con el oxígeno (en los óxidos), el azufre (en los sulfuros) o el carbono y el oxígeno (en los carbonatos), entre otros. Para obtener el metal en su forma elemental se debe producir una reacción química de reducción que descomponga estos compuestos. Por ello en la fundición, se requiere el uso de sustancias reductoras que al reaccionar con los elementos metálicos oxidados los transformen en sus formas metálicas.



En su gran mayoría derivan del mundo mineral, pero algunos de ellos no admiten uso directo y requieren preparación previa.

6.2 Clasificación

Todos los fundentes son productos industrializados, se los clasifica de acuerdo a sus respectivas utilidades.

- Metalúrgicos (o escorificantes)
- Cerámicos (o disgregantes)
- Vitrificantes (o fluidificantes)
- Dispersantes (o desoxidantes)

6.2.1. Fundentes metalúrgicos (o escorificantes)

Se utilizan recursos de calizas, dolomitas y/o cuarzo. La acción principal es separar la escoria en el proceso de fusión.

La utilización del tipo de recurso va a depender si la ganga es silíceo o ganga carbonática. En el primer caso se usa caliza como escorificante y en el segundo arena o cuarzo molido. El objeto en ambos casos, es formar una escoria líquida porosa y liviana, que flota sobre la mata de hierro y que esencialmente está constituida por silicatos cálcicos, estas incluyen en gran parte impurezas como por ejemplo fosfatos, azufre, alúmina, etc.

La función principal del fundente, formado por piedra caliza, es la siguiente:

- ✓ Bajar el punto de fusión de la ganga haciendo que la escoria se mantenga líquida.
- ✓ Reaccionar químicamente con las impurezas (ganga) que contiene la mena, en el momento en que se encuentre en estado líquido en el alto horno, para arrastrar a la parte superior y formar lo que se denomina escoria.



Requisitos del fundente

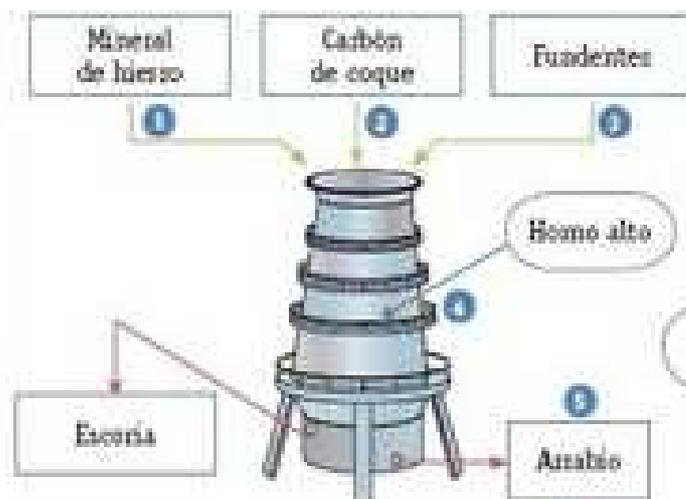
- ✓ Debe contener más del 90% de $\text{CO}_3 \text{Ca}$ o más del 85% CO_3 (Ca, Mg).
- ✓ Cuando se muele debe tener un grano medio a fino $< 5 \text{ mm}$, ya que los granos gruesos al calentarse estallan formando un polvo que entorpece el funcionamiento del horno.
- ✓ Su transporte no debe ser mayor a los 500-600 Km, por ferrocarril.

La caliza se extrae solamente a cielo abierto en forma selectiva y se la somete a chancado, los trozos resultantes deben tener un tamaño mínimo de 9 mm (normas ASTM) y máximo de 40 mm. Se acepta hasta un 5% de sílice contenido y hasta un 2% de Al_2O_3 , en las calizas magnesianas. Si son cálcicas hay más tolerancia.

El 10% de la producción de calizas se usa en industria siderúrgica, procede de Córdoba (Alta Gracia) y Sierra Bayas (Buenos Aires). Pero las mayores reservas están en San Juan.

El funcionamiento de un alto Horno la mena de hierro se reduce a metal, está construido de acero y recubierto con ladrillos refractarios de sílice.

Se introduce una mezcla de la mena molida, caliza y coque, en la parte superior del horno. El aire caliente, aproximadamente a 6000°C se inyecta desde el fondo del alto horno. El aire oxida el coque, que pasa a monóxido de carbono. La temperatura en la parte superior (por donde se introduce la caliza y el coque) se mantiene a 2500°C . A esta temperatura ocurre la reducción directa de la mena de hierro. El hierro se saca del fondo del horno. La escoria se retira por un conducto separado y se deja enfriar, dejando un mineral cristalino, de silicato de calcio que se utiliza en la fabricación de cemento Portland.



Todos los yacimientos argentinos de hierro tienen ganga silíceo, por lo tanto se escorifican con calizas. Una vez obtenido el arrabio, este en su mayor parte es transformado en acero. Para ello se lo funde nuevamente en hornos eléctricos, agregándole carbón molido en exceso y se lo pasa a convertidores donde se le inyecta aire a presión.

El exceso de carbono se quema y se gradúa el proceso de oxidación del carbono para llevarlo al contenido que se desea. En este proceso se eliminan muchas impurezas residuales, sobre todo fósforo y azufre que lo hacen quebradizo. El convertidor usa refractarios cálcicos o magnésicos, formándose de nuevo cierta cantidad de escoria.

Esta escoria es bastante densa, para fluidificarla y que se separe bien se usa fluorita.

El contenido de SiO_2 en la fluorita debe ser $<$ al 10%, para evitar su concentración. El tamaño del grano debe ser de medio a fino 9-40mm. La fluorita en metalurgia se usa casi el 40%.

En Argentina se encuentran yacimientos en Catamarca (Mina Dal), Mendoza (Hierro Indio), Córdoba (Los Guindos), pero los principales depósitos se encuentran en Río Negro (Los Menucos).



6.2.2. Fundentes cerámicos (o disgregantes)

En la industria cerámica los fundentes tienen dos funciones: mejorar la resistencia y compacidad de las pastas y producir un vidriado externo, es decir que actúa en las operaciones de cocido y esmaltado respectivamente. La cerámica industrial que es el gran consumo, se hace con arcilla roja.

Feldespatos potásico

La cerámica blanca, se hace con arcillas blancas seleccionadas. Utiliza cuarzo, arcilla y feldespato, este último es el fundente casi universal en estas pastas.

Una vez moldeadas se cocinan a más de 1000° C. A esa temperatura los feldespatos se funden, en un proceso de fusión incongruente. La ortosa se funde formando leucita y sílice y aumentando la temperatura de la mezcla se obtiene una masa líquida hasta 1530 °C. Estos compuestos reaccionan con las arcillas disgregándolas y actuando como iniciadores del proceso de fusión. Se forman nuevos compuestos silico-aluminosos-alcalinos, parte de ellos en estado amorfo, otros microcristalinos.

La mezcla de feldespato sódico y potásico es la que interesa en cerámica. La función del feldespato es de bajar el punto de fusión, es fundamental en las cerámicas finas (blancas) y sobre todo en la porcelana. En cuanto a las arcillas pierden su agua de hidratación y se transforman en silicatos aluminosos anhidros recristalizados en un proceso irreversible en el que se forma una red de cristales soldados. Se pueden alcanzar distintos grados en este proceso de cocción, fusión y recristalización:

- a) El primer estado incipiente, la pasta es sólida y porosa, se le llama bizcocho (cerámica blanca) o terracota (cerámica roja).

- b) En un segundo estado con temperaturas más altas se logra la llamada loza (cerámica blanca) o terracota o ladrillo vidriado (cerámica roja). En ambos casos prácticamente el material es embebido por el fundido, pero la recristalización no es todavía total, si importante. Es dura pero frágil.
- c) La porcelana es un proceso posterior, se logra a temperaturas muy altas, casi 1800° C. Es una masa compacta impermeable, donde el fundido vítreo-microcristalino impregnó todos los poros sellándolos por completo. La recristalización es total, los silicatos aluminosos forman una red intrincada de microcristales intercrecidos y soldados. Es una masa muy dura pero muy frágil ante los golpes.

En este proceso los fundentes esenciales forman parte de la pasta cerámica y actúan como agentes activos del proceso de cocción.

Se usan fundentes en los revestimientos o vidriado externo. La función es impermeabilizar y preservar la pasta cocida formando un barniz vítreo transparente sobre la superficie a exponer.

La composición de estos barnices se asemeja bastante a la de los vidrios comunes pero generalmente es más aluminosa, funden entre 900 y 1400° C. Además de impermeabilizar puede ser también portador de un pigmento en dispersión, por eso puede muy bien usarse para el esmaltado y la decoración.

Espodumeno

El mineral de espodumeno es un buen fundente alcalino, contiene cerca de un 56% de litio. Mezclado con feldespatos en pastas cerámicas con punto de fusión a 1420°C, produce cerámicas muy compactas y resistentes a los golpes.

Los feldespatos al calentarse tienden a dilatarse, en cambio el espodumeno se contrae compensando esa dilatación, por eso se usa



en pastas que necesitan baja dilatación al calentarse, por ejemplo los aisladores y transformadores eléctricos, para trabajar a altas temperaturas.

El otro gran uso es en la industria del vidrio, donde no solo baja el punto de fusión y para eliminar burbujas del fluido. Estos vidrios también son de poca dilatación a altas temperaturas. Se usa también para esmaltados cerámicos.

Los recursos son un subproducto de pegmatitas de Sierras Pampeanas. En Catamarca son importantes, el problema es más bien de calidad pues con frecuencia el espodumeno tiene abundante sodio y no llega al mínimo exigible 4% de Li_2O o bien está muy meteorizado. El mineral lepidolita y amblygonita son insignificantes o escasos en estos ambientes.

Boratos

El radical B_2O_3 es buen fundente que limita mucho los índices de contracción o dilatación de los esmaltes o vidrios que lo contienen, por lo cual los hace muy resistentes a los cambios de temperatura bruscos, además de dar un muy buen brillo. Son conocidos como "vidrios especiales" o de borosilicatos.

Este elemento puede reemplazar en gran parte al silicio (de allí lo de borosilicatos). Los más usados tienen entre un 10 y 15 % de B_2O_3 y son los que pertenecen a la patente PYREX. Su principal característica es el muy bajo índice de dilatación, además es uno de los vidrios con menor temperatura de licuefacción, lo cual significa que permanece líquido a una temperatura muy inferior a aquella en la que los demás vidrios se vuelven pastosos. Esto le permite eliminar mejor las burbujas.

Esto último es esencial en óptica, pues resultan vidrios de gran transparencia (así como en el esmaltado cerámico resultan de gran



brillo). Otra propiedad es que resultan ser resistentes a casi cualquier ataque químico, excepto el FH. Se usan también para hacer aisladores eléctricos.

Los boratos usados en estos casos son naturales. Los minerales más comunes son:

- Ulexita O Boronatrocalcita: $B_5O_9NaCa_8H_2O$
- Borax O Tinkal: $B_4O_7Na_2O$
- Kernita O Boracita: $B_4O_7Na_2.7H_2O$
- Colemanita: $B_6O_{11}Ca_2.5H_2O$
- Inyoita: similar a la anterior pero con 13 moléculas de agua.
- Hidroboracita: $B_6O_{11}(Mg Ca)_2. 7H_2O$

La mayoría de los depósitos de boratos se presentan en estratos o evaporitas continentales. Los boratos asociados con evaporitas marinas contienen Mg, como la hidroboracita.

El óxido se obtiene partir de estos compuestos por diversos métodos hidrometalúrgicos. En nuestro país los depósitos son de dos tipos: depósitos de evaporitas terciarias y modernas continentales

Evaporitas Terciarias

Forman depósitos limosos con bancos yesíferos y de cloruros intercalados. El borato aparece como nódulos o papas diseminadas en ciertos niveles. Estos generalmente son de ulexita y a veces tinkal. En superficie el tinkal se lixivia y desaparece, pero la ulexita por ser cálcica y casi insoluble resiste meteorizada formando papas deleznales como ceniza o bien bancos pulvulentos que semejan a yeso putrefacto, en profundidad pasa a los boratos buenos, compactos de alta ley.

Este es el caso de Tinkalayu, la principal manifestación de boratos de Argentina. Este yacimiento situado en la Puna, en el límite entre las provincias de Salta y Catamarca es una de las minas más rentables



del mundo. Se cubicaron un millón y medio de tn además de 4 millones inferidos que se explotan a cielo abierto.

El depósito de Sijes, en Salta es más grande que Tincalayu pero es sobre todo ulexita y colemanita, necesita otro tipo de planta de beneficio. Siempre se habló del bórax de los salares de la Puna, las reservas más grandes, son del terciario. Hay muchas manifestaciones no exploradas en Catamarca, casi inaccesibles.

Evaporitas Modernas

Depósitos de cuencas de salinas del tipo salares, son las más clásicas. Se explotan las papas de ulexita que se forman en la zona de transición entre la playa marginal y la zona de sulfatos y cloruros. Las salmueras contienen tinkal que es más soluble, pero raramente llega a concentrarse en concreciones para su explotación aunque en ocasiones si sucede, por ejemplo, Salinas Grandes de Salta, la explotación de esas salmueras para obtener abonos potásicos, litio, carbonatos de sodio, se obtendrán importantes volúmenes de boratos.

6.2.3. Vitrificantes (fluidificantes)

Se utilizan en la fabricación del vidrio. El cuarzo (SiO_2) fundido es el vidrio ideal, pero al ser muy refractario es necesario bajar su punto de fusión (1700°C) para ellos puede agregar Na_2O y el CaO combinados, que producen una mezcla fundida solo a 700°C .

$-\text{SiO}_2 + \text{CaO} =$ vidrios duros y frágiles.

$-\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{O} =$ vidrios flexibles y solubles en agua.

Si se le agrega ortosa (feldespato) se obtienen las opalinas semitransparentes; en cambio si se le añade litargirio (PbO) se obtienen vidrios para moldeo (copas y cristales finos) o bien B_2O_3



logrando la potente PYREX que resiste bruscos cambios de temperatura.

Se clasifican en: A) ácidos (boratos) y B) alcalinos (soda solvay y sulfato de sodio).

A) *Compuesto ácidos* (B_2O_3) es un excelente fundente y de gran valor económico. Se obtiene a partir de minerales de bórax o tinkal siendo el más valioso por ser soluble en agua; también de ulexita, colemanita e hidroboracita (reservas en Sijes, Salta).

B) *Compuestos alcalinos*. El CO_3Na_2 es la soda solvay, un producto industrial pero que existe también en la naturaleza; se obtiene por la cristalización fraccionada de aguas marginales de salares. El SO_4Na_2 (mirabilita) se obtiene igualmente de salinas y salares, solo más abundantes El SO_4Na_2 se utiliza para vidrios de mala calidad (botellas de vino común).

6.2.4. Dispersantes o desoxidantes

Cumplen una función parecida a un solubilizante, el más usado es la criolita (F_4AlNa) en la industria del aluminio, para dispersar la bauxita evitando se oxide el aluminio fundido, aislándolo del contacto con el aire. Solo se encuentra en Groenlandia, un sustituto de uso creciente es el FLi que es fabricado sintéticamente.

Panorama Argentino.

Argentina está bien dotada de la mayoría de los fundentes industriales. Se autoabastece y exporta de los principales centros de explotación de Tincalayu, Campo Quijano, Sijes, San Antonio de los Cobres, todos de la Puna.

Todos estos productos luchan contra el problema de la calidad industrial (sobre todo el beneficio del mineral) y la infraestructura,



siendo las perspectivas buenas, se necesita un mercado consumidor con una demanda razonable y permanente. Otros usos menores son en industria textil, papelería, farmacopea, plaguicidas, entre otros.

Referencia pagina web

-<http://es.scribd.com/doc/58509671/Fundentes#scribd>

-<http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/01/alto-horno.pdf>

-http://www.youtube.com/watch?v=-tYQ_qd4Lt4

-http://www.youtube.com/watch?v=V_bhPfvJDo

ACTIVIDAD INDEPENDIENTE 6

- ✓ Según el concepto de fundentes, caracterice los recursos según su función y requisitos industriales, beneficios y problemas de cada uno.
- ✓ Investigue los recursos localizados en Argentina y la correspondiente mineralogía del recurso.
- ✓ Localice los recursos en un mapa de Catamarca y en Argentina describa el contexto geológico.



CAPITULO 7 ARCILLAS

7.1. Concepto 7.2. Componentes. 7.3. Clasificación: Caolín. Bentonitas. Paligorskitas. Sepiolita. Propiedades y usos. 7.4 Yacimientos. 7.5 Arcillas para cerámica. Requisitos y Procesado 7.6. Panorama en Argentina y Catamarca.

7.1 Concepto

Es una roca compuesta por una mezcla de silicatos aluminosos naturales, de granulometría media inferior a 2 micrones. Tiene una mineralogía compleja con fórmula química de $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$ e impurezas de sílice, trióxido férrico y óxidos de titanio, entre otros.

Proceden de la descomposición de rocas que contienen feldespatos, y las diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el color rojo anaranjado hasta el blanco cuando es pura.

Las aplicaciones industriales de este grupo de minerales radican en sus propiedades físico-químicas que derivan, principalmente del tamaño de partícula, la morfología laminar (filosilicatos), y sustituciones isomórficas de los componentes.

7.2 Clasificación

Pueden clasificarse en cuatro grupos:

-Grupo de la caolinita ($2 \text{ SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$) relacionadas a rocas feldespáticas alteradas hidrotermalmente o meteorizadas. La roca original puede ser una sienita o monzonita, cuyos contenidos de cuarzo son muy escasos. Se distingue por la blancura, fácil dispersión en líquidos, baja dureza y abrasividad.

-Grupo de la montmorillonita o esmectitas de fórmulas más complejas son hidroxisilicatos alumínicos de magnesio y calcio como cationes intercambiables y más silicios. Se forman a partir de tobas ácidas ricas en vidrios volcánicos. Se caracterizan por el hinchamiento varias veces su volumen en el contacto con el agua, el nombre comercial es bentonitas.

-Grupo de la illita o mica hidratada. La fórmula química es $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Si}, \text{Al})_4 \text{O}_{10} [(\text{OH})_2, (\text{H}_2\text{O})]$, similar a la muscovita y la sericita, con algo más de silicio, magnesio, hierro y agua. No expandible. Se forma como producto de la alteración o meteorización de la muscovita y el feldespato.

-Grupo de la atapulgita o paligorskita. Son silicatos aluminicos-magnésicos, es un absorbente natural, con hábito de aspecto asbestiforme. No debe ser confundido con la *sepiolita*, ambas podrían tener la misma composición y suele contener impurezas de hierro y potasio. Poseen minerales diferentes a las sepiolitas, $\text{Mg}_4\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, cristaliza en el sistema ortorrómbico y posee una dureza de 2 en la Escala de Mohs. El sistema que cristaliza es responsable de la enorme porosidad.

En general cada grupo mencionado tiene diversas aplicaciones industriales los caolines en las industrias del papel y en cerámica (porcelanas), las bentonitas en la industria del petróleo, y finalmente las sepiolitas y paligorskitas en el campo de los absorbentes domésticos.

La composición y naturaleza de las arcillas determinan el valor de uso Si posee:

- Un elevado contenido de cuarzo, disminuye la plasticidad.
- El contenido de alúmina la hace refractaria.
- El óxido de hierro y el feldespato actúa como fundente y también es un poderoso agente colorante.

7.3. Arcillas comerciales y especiales

Un 90 % de la producción son arcillas comerciales y se utilizan para la fabricación de materiales de construcción y agregados y un 10 % restante son arcillas especiales y se destina a la fabricación del papel, caucho, pinturas, absorbentes, decolorantes, productos químicos y farmacéuticos, agricultura.

7.3.1 Arcillas Comunes o de construcción

Prácticamente todas las arcillas son aptas para estos usos, primando las consideraciones económicas. El principal uso de estos materiales arcillosos se da en el campo de la cerámica de construcción (tejas, ladrillos, tubos, baldosas), alfarería tradicional, lozas, azulejos. Son utilizadas en la manufactura de cementos, como fuente de alúmina y sílice y en la producción de áridos ligeros (arcillas expandidas).

7.3.2 Arcillas especiales

a) *Caolines y arcillas caoliníferas*: El caolín o caolinita, es una arcilla blanca muy pura que se utiliza para la fabricación de porcelanas y refractarios.

También es utilizada en ciertos medicamentos como agente absorbente y aprestos para almidonar. En la Industria papelera, requiere propiedades de pureza y tamaño de grano. Se usa para rellenar los poros de la pasta celulósica transformándolo en papel (aumenta la resistencia mecánica y disminuye la porosidad), en

cobertera o en la superficie del papel para formar una película fina, satinado, moderadamente absorbente, que permite escribir sobre ella sin borrar la tinta, especialmente en imprenta.

En la industria del caucho: Se usa como carga y acelerador de fraguado, lo esencial es que esté libre de humedad (menos de 1% de agua) y exento de Cu y Mn pues envejecen la goma sobre todo en cubiertas para automóviles.

b) Bentonitas: Son arcillas de tipo montmorillonita, se clasifica en dos tipos de bentonitas en función de su capacidad de hinchamiento: *Bentonitas cálcicas o poco hinchables:* también esmectitas y tierra de batán. Son rocas compactas aunque blandas, antiguamente se usaban para lavar lanas y tejidos, absorbiendo la lanolina (bataneo). Esta propiedad se usa actualmente para filtros de la industria del aceite y el petróleo. Una vez saturada su capacidad de absorción de grasas se las reactiva hirviéndolas en HCL y se las satura con NaOH, reutilizándose de 10 a 20 veces.

Las Bentonitas sódicas o altamente hinchables: naturalmente es un material "terroso" muy activo y más ávido de agua. No pueden ser reactivadas pero hirviéndolas con soda cáustica desde el principio su capacidad de absorción de agua aumenta de 1000 a 2000%.

Los usos para inyecciones en perforaciones, gracias a su tixotropía (propiedad que permite a una suspensión en agua depositarse como un lodo espeso cuando está quieta para dispersarse de inmediato con algo de agitación, formando otra vez un fluido homogéneo).

Se usa en sellado en depósitos de residuos tanto tóxicos y peligrosos, como radiactivos. Para cementar fisuras y grietas de rocas, absorbiendo la humedad para impedir que esta produzca derrumbamiento de túneles o excavaciones, etc. Para que puedan ser utilizadas han de estar dotadas de un marcado carácter



tixotropico, viscosidad, alta capacidad de hinchamiento y buena dispersabilidad.

También tiene la función de ligante en la fabricación de alimentos pelletizados para animales como atrapador de toxinas. Esto se debe a que el alimento mezclado con bentonita, debido a su gran capacidad de absorción, permanece más tiempo en el estómago, siendo mayor su rendimiento. Además, hace que los excrementos sean menos húmedos, así los lechos permanecen limpios por más tiempo y se reduce la probabilidad de epidemias y la proliferación de moscas y parásitos.

En la industria farmacéutica, para la elaboración de preparaciones tanto de uso tópico como oral, puede enmascarar el sabor de otros ingredientes, o puede relentizar la liberación de ciertos fármacos cationicos (la atapulgica y la sepiolita se utilizan como fármacos o drogas retardantes).

En cosmética las propiedades de absorción de las bentonitas producen que las impurezas contenidas en los tejidos de la piel sean captadas, neutralizadas y drenadas, como las mascarillas de arcilla que se emplean como producto de belleza, precisamente porque limpia y absorbe la grasa de los tejidos.

Otros usos: En la industria de detergentes, como emulsionante y por su poder ablandador del agua, debido a su elevada capacidad de intercambio catiónico. Para la fabricación de pinturas, grasas, lubricantes, plásticos, se utilizan arcillas organofílicas. En agricultura, para mejorar las propiedades de suelos arenosos o ácidos. Así mismo se utilizan bentonitas sódicas para recubrir ciertos tipos de semillas, de forma que su tamaño aumente, y resulte más fácil su distribución mecánica, a la vez que mejora la germinación.

c) Paligorskitas-Sepiolita Son raros y con hábito fibroso, su peculiar estructura les confiere una serie de propiedades, entre ellas las de

formar suspensiones. Los usos de estas dos sustancias son consecuencia de sus propiedades reológicas, tixotropía, alta superficie específica, baja capacidad de cambio y, sobre todo su elevado poder absorbente. Por ello se utilizan:

- Como absorbentes para lechos de animales, suelos.
- Como soporte en aerosoles y aerogeles para pesticidas y fertilizantes.
- Por sus propiedades absorbentes en la purificación de productos de petróleo, azúcar.
- En procesos de filtración, floculación y clarificación.
- Por sus propiedades reológicas en lodos de perforación con base de agua salada, farmacia, pinturas, resinas, cosmética.
- En cerámica y aislantes.
- En nutrición animal.

7.4 Yacimientos de arcillas

Casi todas las rocas arcillosas reconocen de orígenes exógenos y endógenos.



Riodeva. Vetas de caolín y arcilla



7.4.1 Yacimientos Endógenos (Asociados a procesos de alteración de tipo ácido).

a) Neumatolíticos y de greisenización (mayor de 400° C). Generalmente son profundos, desarrollados en rocas ígneas feldespáticas encajonantes de vetas de W y Sn. El caso típico es Cornwall, Inglaterra.

Generalmente tienen abundante topacio, fluorita e impurezas de sulfuros. Salvo estos dos últimos, los demás se eliminan fácilmente. Son casos raros en Argentina.

b) Solfatárico-hidrotermales: suelen asociarse a procesos metasomáticos ácidos en rocas feldespáticas pobres en cuarzo (sienita, monzonita). En ambiente de tipo subvolcánico, es común su desarrollo aunque perjudicados por la abundancia de pirita. Esas mismas condiciones en ambiente superficial desarrollan depósitos solfatáricos, casi libres de sulfuros con frecuencia de buena calidad. Las impurezas son de alunita, que es solubilizable o de azufre el cual sublima. Se ha estimado que se forman soluciones ácidas actuando sobre rocas aluminosas entre la superficie y un máximo de 1000 metros de profundidad.

Forman grandes zonas de alteración (o de blanqueo) parecidas por su aspecto él las típicas zonas de alteración de los yacimientos de sulfuros. La zona más rica en caolín es la transición entre alteración sílicea y argílica.

Depósitos de este tipo hay muchos y grandes en la Patagonia, de buena, mediana y mala calidad, pero con grandes reservas.

7.4. 2. Yacimientos Exógenos

a) Residuales de superficie: son el resultado de laterización



incompleta de rocas aluminosas, sin llegar a formar bauxita. La roca ideal es una sienita o monzonita (libre de cuarzo), requiere un largo tiempo para su formación. Puede aparecer asociado también a capas de carbón, pero con mayor frecuencia esas arcillas son de tipo refractario.

b) Residuales no superficiales: se asocian a aguas freáticas libres, circulantes o acuíferos confinados bajo una capa impermeable. Este último caso es menos frecuente, pero también muy importante por ser más intenso el proceso.

Se han detectado de los dos tipos en el norte patagónico afectando a riolitas permotriásicas.

c) Sedimentarios: si los materiales caolínicos son erosionados pueden acumularse formando depósitos sedimentarios. Raramente son grandes pero resultan bancos de caolín lavado muy puro y de buena calidad.

Industrialización

El procesado industrial del producto de cantera viene fijado por la naturaleza y uso a que se destine, es generalmente sencillo, reduciéndose a un machaqueo previo y eliminación de la humedad y una molienda hasta los tamaños de partícula deseados. La temperatura de secado depende de la utilización posterior de la arcilla.

7.5 Arcillas para Cerámicas (en griego keramos, 'arcilla')

Es un término general que se aplica a la fabricación de objetos con materiales terrosos, blandos, endurecidos mediante tratamientos a



altas temperaturas.

La arcilla tiene propiedades plásticas, lo que significa que al humedecerla puede ser modelada fácilmente. Al secarse se torna firme y cuándo se somete a altas temperaturas suceden reacciones químicas que, entre otros cambios, causan que la arcilla se convierta en un material permanentemente rígido, denominado cerámica. Luego de cocida, el material puede presenta distintas características de color; de acuerdo a eso será su clasificación:

- a) Cuando tiene un color rojo o amarillento y su textura es porosa, recibe el nombre de terracota o de *alfarería*
- b) cuando el color tiende al blanco y su textura es porosa recibe el nombre de *loza*
- c) Cuando presenta un color entre el amarillento y el gris, habiéndose vitrificado algunos elementos de su composición, presentando una textura poco porosa, recibe el nombre de *gres*.
- d) Cuando presenta un color blanco semitransparente, mostrando una textura impermeable, recibe el nombre de *porcelana*.

Los requisitos de usos es ser *moldeables* y resistir el manipuleo necesario para estilarla y someterla al secado (que se pueda trabajar con las manos).

Buen secado: es decir sin rajaduras, ni grietas o roturas.

Buena cocción: dar un bizcocho duro, compacto, resistente. Varias arcillas son autofundentes a demasiada baja temperatura (por exceso de sodio) y se chorrean en el horno.

Buenas propiedades finales. Por ejemplo, quemar "blanco", admitir el decorado y el vidriado según el destino del material.

La cerámica incluye los trabajos de alfarería, porcelana, ladrillos, baldosas y azulejos. Estos productos no sólo se utilizan con fines decorativos o para servicio de mesa, también se utilizan en los materiales de construcción, como aislantes cerámicos tienen una amplia variedad de propiedades eléctricas como superconductividad,



En la tecnología espacial se utilizan unos materiales cerámicos llamados *cermets* para fabricar la parte delantera de los cohetes (son aleaciones de alta resistencia al calor que se obtienen mediante mezcla, prensado y cocción de óxidos y carburos con metales en polvo).

7. 6. Panorama Argentino

En Argentina las reservas de arcillas refractarias son importantes y están en la Patagonia y hay depósitos interesantes en La Rioja y San Juan en el Grupo Paganzo. La provincia de Buenos Aires es también principal productor de arcillas refractarias.

Los yacimientos de arcillas plásticas están más distribuidos y son abundantes (Santa Cruz está la mina principal), existen también allí refractarias y caolines, se extrae el 80% de la producción argentina, luego sigue Río Negro, con el 8 %, el resto se reparte entre San Juan y otras provincias. La Rioja y Catamarca dejaron de producir caolines a partir del año 1966, existiendo en la actualidad zonas de interés para la explotación de este recurso.

Las bentonitas de Río Negro: se encuentran ubicados en el extremo noroeste de la Provincia, son materiales adecuados a los requerimientos del mercado actual y están destinadas a la industria petrolera (lodos de inyección), para fundición (arenas de moldeo), en pelletización, fundaciones civiles (represas de tierra), alimentación balanceada, jabones, clarificación, decolorante, solventes, pinturas y lacas, productos cerámicos, cosmética y farmacia, etc.

En Río Negro los yacimientos explotados destinan su producción a la industria cerámica, realizando la trituración primaria en la localidad de Los Menucos.

Referencia Bibliográfica

-Doval Montoya, M. (1990). Bentonitas. En: Recursos Minerales de España.



Coord. J. García Guinea y J. Martínez Frías. Textos Universitarios (C.S.I.c.)
15. pp 45-69.

-Galán Huertos, E. (1990). Arcillas En: Recursos Minerales de España.
Coord. J. García Guinea y J. Martínez Frías. Textos Universitarios (C.S.I.e.)
15. pp. 23-25.

-Galán Huertos, E. (1990). "Palygorskita y Sepiolita". Recursos Minerales de
España. Coord. J. García Guinea y J. Martínez Frías. Textos Universitarios
(C.S.I.C.) 15. pp. 71-94. -González, I. (1990). "Arcillas comunes" Recursos
Minerales de España. Coord. J. -

-García Romero Emilia, Suárez Barrios Mercedes, Universidad Complutense
de Madrid, Universidad De Salamanca Las Arcillas: Propiedades y Usos

-Mesa López-Colmenar J., (1990) "Caolín y arcillas caolínferas" En:
Recursos Minerales de España. Coord. J. García Guinea y J. Martínez Frías.
Textos Universitarios (C.S.I.c.) 15. pp. 27-44.

Páginas web

http://www.ucm.es/info/crismine/Minerales_Industriales/Bentonitas_1.pdf

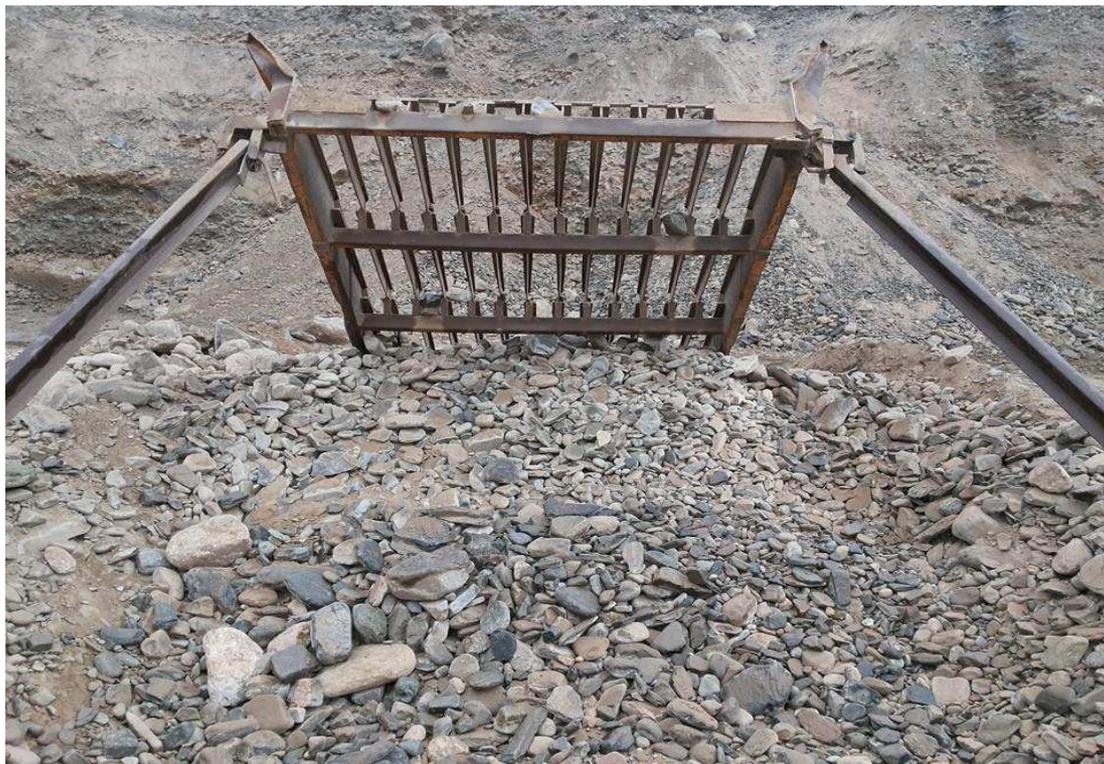
<http://www.uclm.es/users/higueras/yymm/arcillas.htm>

http://www.ehu.es/sem/seminario_pdf/SEMINARIO_SEM_2_031.pdf

ACTIVIDAD INDEPENDIENTE 7

1. -Analice los distintos tipos de arcillas, caracterice su composición, origen, ambiente de formación y usos industriales.
2. -Elabore brevemente requisitos y calidades en cada caso
3. -Indique en los distintos tipos de arcillas la relación al tipo de yacimiento, localización y distribución de los recursos en Argentina y Catamarca.

<http://www.ceramicaycristal.com/cc138pdf/mineria.pdf>



CAPITULO 8 ARIDOS

Áridos. 8.1. Introducción. 8.2. Concepto. 8.3. Clasificación, 8.3.1. Áridos Naturales. 8.3.2 Áridos artificiales 8.4. Función y propiedades. 8.5 Yacimientos. 8.6 Tipos de canteras. 8.7. Procesos de Transformación y Reciclado 8.8. Aplicaciones. 8.9. Rocas de aplicación. Concepto. Clasificación 8.10 Requisitos. 8.11. Procesamiento. 8.12 Industrialización.

8.1. Introducción

Desde la antigüedad, los áridos han acompañado al desarrollo de la civilización humana y el hombre utilizando materiales pétreos para la construcción y el desarrollo de ciudades.

A principio del siglo XIX, la producción de áridos se realizaba artesanalmente recurriendo a medios manuales, rompiendo y triturando las rocas con herramientas rudimentarias- mazas o martillos- para evitar transporte y costos. Se producía en las proximidades del lugar donde se utilizaba. Una persona podía llegar a producir 125 toneladas al año.



Al final del siglo XIX se desarrolla la revolución en el arte de la construcción, gracias a la aparición del cemento industrial y del hormigón. Las edificaciones de redes de ferrocarril, infraestructura de carreteras y las obras públicas requirieron el uso de grandes cantidades de materiales nuevos y económicos, generando un verdadero auge para el sector productivo dependiente en gran medida de la actividad constructora.

A lo largo del siglo XX, debido a las nuevas tecnologías, permitieron incrementar las producciones con la incorporación al proceso de extracción de maquinaria de mayor capacidad. Hoy en día, la utilización de áridos ha ido en aumento, de este modo una explotación moderna puede llegar a producir más de un millón de toneladas al año.

8.2. Concepto

Comúnmente se designa a una roca que permite un proceso de tratamiento industrial y admite una clasificación de granos rocosos de muy diversos tamaños que en su uso normal, pueden estar comprendidos entre el polvo casi impalpable de 60 micras y dimensión máxima de varios metros.

La norma IRAM 1502 define como árido al material pétreo subdividido natural o artificialmente en trozos de forma y tamaño estable que actúa como material inerte en morteros y hormigón.

Se caracteriza por su estabilidad química y su resistencia mecánica.

8.3. Clasificación

Los áridos pueden clasificarse por tamaños en naturales y los que son productos industrializados

Naturales	Arena: 1 a 5 mm	Fina Mediana Gruesa	Menor a 1 mm 1- 2.5 mm 2,5 - 5 mm
	Grava o ripio: 5 a 20 mm	Fina Gruesa	5 - 10 10 - 20 mm
	Canto rodado: mayor a 20 mm	Fino Grueso Muy grueso	20 - 50 mm 50 - 100 mm mayor de 100 mm
Artificiales	Triturados pétreos	Fino (filler) Medio (blonder) Grueso (granza) balasto	1 - 2.5 mm 2.5 - 5 mm 5 - 50 mm mayor de 50 mm
	Expandidos	Vermiculita Perlita Arcilla expandida	
	Otros	Triturados de ladrillos Escorias, etc	

8.3.1 Naturales:

Son recursos que proceden de la meteorización y erosión de las rocas. En ese proceso se obtienen materiales arcillo-limosos y materiales clásticos. Estos últimos son los áridos por excelencia y el hecho de estar acompañados por arcillas, limos y materia orgánica es un factor muy desfavorable para la calidad. En general se prefieren aquellos depósitos mejor seleccionados donde el material fino ha sido arrastrado y eliminado.

Los mejores áridos provienen de rocas ígneas cuarzosas, especialmente granitos. Algunas metamórficas también y en general las que son pobres en minerales laminares como las micas. Lo ideal



es que estén constituidos por cuarzo predominantemente, pocas micas, anfíboles y minerales meteorizables. Pueden ser empleados tal y como se encuentran en la naturaleza únicamente es necesario someterlos a un proceso de selección, refinado y clasificación por tamaño. En cuanto al tamaño, se distinguen tres grandes grupos de áridos.

Arenas: (árido fino)

Compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 1 y 5 mm. El componente más común de la arena es la sílice, generalmente en forma de cuarzo. Las arenas de médanos son ideales por su homogeneidad y son generalmente de cuarzo puro, pero en general demasiado finas para hormigón, son ideales para revoques finos. Las arenas calcáreas, raramente provienen de calizas, tiene un origen marino. Las silíceas son las mejores, sirven para uso en cales hidráulicas.

Gravas (árido medio)

Son partículas comprendido entre 5 y 20 mm, aunque no existe homogeneidad de criterio para el límite superior. Generalmente se prefieren los clastos irregulares y angulosos, por su agarre superior (roce interno y trabazón), lo mismo que la arena, es preferible sin arcilla o materia orgánica, por esa razón, el ripio suele recibir un lavado artificial. Generalmente se separa solamente la arena y el canto rodado de fracción intermedia se lo vende como ripio común o ripio bruto. Es esencial se usa para hacer hormigones.

Canto rodados (árido grueso)

Es un fragmento de roca suelto, mayor a 20 mm susceptible de ser transportado adquiere una morfología más o menos redondeada, sub-redondeada, y con la superficie lisa, debido al desgaste sufrido

por los procesos erosivos. La única diferencia con los anteriores es la granulometría. También es importante eliminar arcillas y materia orgánica. Es preferible que no sea demasiado redondeado, un requisito difícil de cumplir.

8.3.2. Artificiales o de machaqueo

Los triturados pétreos

Son los más comunes, de mayor consumo y más elaborados son los expandidos, se usan para hormigones livianos y aislantes. Se obtienen de la disgregación de un macizo rocoso, empleando generalmente procedimientos de voladuras con explosivos. Necesitan un mayor tratamiento que los anteriores por lo que es necesario procesarlos en planta de machaqueo, en ella el material es limpiado, machacado, clasificado y almacenado en acopios.

Generalmente son subproductos de la explotación de canteras de mármol o de la fabricación de cemento o cal. Se usa escalla de poco valor en esos casos y se selecciona, comúnmente se tritura y zarandea. La roca debe ser lo menos meteorizada posible, pues de lo contrario se pierde la ventaja de la tenacidad y resistencia. No debe haber bloques de más de 0.5 m^3 , pues no podría pasar por las chancadoras. Las trituradoras deben moler sin pulverizar la roca, de hecho, el polvo tiene poca aplicación o no sirve. Se somete a chancados sucesivos según se quiera lograr filler o binder.

Filler

Su tamaño varía de 1 a 2,5 mm, es una especie de polvillo fino que se obtiene como producto residual procedente del lavado de los áridos machacados, desempeñan un papel esencial en las mezclas bituminosas.

Binder: su tamaño varía de 2,5 a 5 mm.



Granza: de 5 a 50 mm. Es un material partido que aparece como residuo tras procesos de clasificación.

Balasto: su tamaño de mayor de 50 mm o menor a 100 mm

Expandidos

Son de vermiculita y perlita, cuya finalidad es dar un árido liviano y con buenas propiedades mecánicas. Los hormigones construidos por ellos pesan de un 40 a 50 % menos que los áridos naturales. Por su costo se usan en ocasiones indispensables. Admiten mezclas con áridos más pesados. Por lo general se extraen de materiales loessoides, se amasan con agua y un espumante y se clinkerizan en cilindros rotativos similares a los usados para perlita o vermiculita y las bolitas arcillosas estallan como pochoclo dando un material liviano que al estar calcinado actúa como cerámica y no perjudica al cemento ni al agarre interno del hormigón.

El árido reciclado

Resulta del reciclaje de residuos de demoliciones o construcciones y de escombros. Los más comunes son los ladrillos molidos, retazos de la industria cerámica (tejas rotas por ejemplo). El único requisito es que no lleven mucha mezcla con la argamasa original de la pared, en caso de las de demoliciones. No sirven escombros en los que abunde el yeso, pues este retarda el fraguado del cemento. Estos son materiales de escasa calidad y se usan cuando no hay posibilidades de mejores materiales, o para aplicaciones de poca importancia. Las escorias de fundición tampoco son muy recomendables, sin embargo también se pueden utilizar.

CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS POR TIPO DE ROCA		
<p>Árido reciclado cerámico</p>		
<p>Árido fino artificial</p>		
<p>ÁRIDOS NATURALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procedentes de la corteza terrestre. • Suponen el 99% del consumo. 		
<p>ÁRIDOS RECICLADOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procedentes del tratamiento de residuos de construcción y demolición. • Actualmente representan menos del 1%. 		
<p>ÁRIDOS SECUNDARIOS (ARTIFICIALES)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procedentes de escorias de otras industrias generadas en procesos térmicos. • Actualmente su uso es escaso. 		
<p>ROCAS ÍGNEAS</p> <p>Plutónicas Granitos Dioritas Gabros</p> <p>Hipoabisales Diabasas Pórfidos</p> <p>Volcánicas Basaltos Riolitas Traquitas Andesitas</p>	<p>ROCAS SEDIMENTARIAS</p> <p>Calcáreas Calizas Dolomías</p> <p>Arenosas Arenas Arenas silíceas Gravas Conglomerados Areniscas Grauvascas</p>	<p>ROCAS METAMÓRFICAS</p> <p>Gneises Cuarcitas Mármoles</p> <p>Hormigones Ladrillos Tejas Carreteras Mezclas</p> <p>Escorias de horno alto Escorias de acería Otras escorias</p>

8.4. Función y propiedades

La función es diferente según el destino, deben reunir características asociadas a su naturaleza petrográfica entre las que cabe destacar:

Propiedades geométricas: para las obras requieren especial resistencia (puentes, autopistas, aeropuertos etc.) se usan los triturados pétreos por su mayor *coeficiente de fricción interna*. Conviene que los clastos sean rugosos, ásperos o irregulares para aumentar el roce interno de la mezcla

Propiedades mecánicas y físicas: resistencia al desgaste (por ejemplo, para que los coches no se deslicen en las carreteras), resistencia a la fragmentación, resistencia al pulimento, densidad, porosidad, contenido en agua.

Propiedades térmicas: resistencia a los ciclos de hielo y deshielo.

Propiedades químicas: contenido en azufre, cloruros, arcillas (dificultan el contacto con el cemento aglomerante), las micas (son inestables y de poca resistencia mecánica).

8.5. Yacimientos

Las características geológicas y litológicas de los yacimientos de áridos son muy variables, lo que implica técnicas de explotación y procesos de transformación muy diversos. Requiere solicitudes de homogeneidad y calidad del producto final a poner en la obra, como así también sea un material barato y abundante, precisando además que los yacimientos estén situados cerca de los centros de consumo. Pueden ser yacimientos de rocas duras (áridos artificiales) o de roca blandas (áridos naturales)

Benjamín Calvo Pérez, describe geológicamente a yacimientos de áridos naturales como sigue:

Eluviales: Suelos de alteración, heterométricos y con finos /Malos yacimientos.

Coluviales: Depósitos de ladera, a veces con muchas reservas, heterométricos y con finos / Yacimientos malos a regulares.



Aluviales: Depósitos fluviales de cauce lineal, de meandros o de cauces anastomosados. Buena clasificación granulométrica, alta madurez mineralógica y textura / Buenos yacimientos



Eólicos: Depósitos a veces muy grandes de material fino arrastrado por el viento. Muy buena clasificación mineral y granulométrica. /Excelentes yacimientos para ciertos usos

Marinos: Depósitos de plataforma continental o de playa, con materiales generalmente muy maduros y bien clasificados /Buenos yacimientos, aunque con problemas medio ambientales

8.6.1. Clasificación de canteras

Las canteras se pueden clasificar de dos tipos:

Canteras húmedas: se encuentran dentro del cauce de un río. Pueden ser privadas o fiscales.

Privadas: son aquellas que nacen y mueren dentro de una misma propiedad.

Fiscales: son aquellas que nacen y mueren en distintas propiedades.



Cantera húmeda. Rio Ongoli

Canteras secas: son las que se encuentran ubicadas fuera del cauce. Por ejemplo abanicos y conos de deyección, dunas, deslizamientos etc.



Cantera seca. Explotada en un abanico (sur de la capital)

8.7 Procesos de Transformación y Reciclado

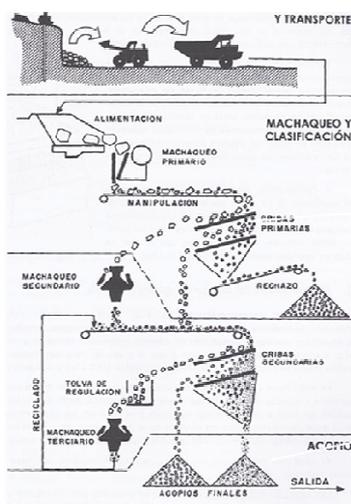
El proceso de tratamiento de los áridos permite obtener productos terminados aptos para el consumo. Se trata de un proceso muy automatizado y tecnológicamente complejo. Sin embargo, en cuanto a su principio básico, puede decirse que es sencillo, ya que consiste en triturar el todo-uno procedente de la explotación para obtener tamaños menores y clasificarlos con el fin de almacenar por separado cada granulometría. En algunos casos, es necesario lavar el material para mejorar sus características.



Esquema de una cantera de árido

Las etapas básicas son:

1. La trituración y la molienda



La trituración y la molienda permiten disminuir, en sucesivas fases, el tamaño de las partículas, empleando para ello equipos de trituración de características diferentes como los de mandíbulas, los de percusión, los giratorios o los molinos de bolas o de barras. En las arenas y gravas de origen aluvial, únicamente se trituran los tamaños superiores y, por lo tanto, el número de etapas de trituración suele ser inferior.

2. La clasificación

Entre las etapas de trituración, aparecen intercalados los equipos de clasificación, las cribas, que permiten seleccionar el tamaño de las partículas



separándolas entre las que pasan y las que no pasan por las mallas. De este modo, se logran áridos de todos los tamaños posibles, en función de la demanda del mercado.

3. El lavado

Las operaciones de lavado del material se realizan cuando el yacimiento presenta lodos, arcillas u otras sustancias que afecten en la calidad de los áridos, y permiten obtener áridos limpios con el fin de responder a las necesidades de determinadas aplicaciones de la industria, evitando así la alteración de la adherencia con los ligantes (cemento, cal, compuestos bituminosos u otros).

4. El almacenamiento

En el proceso de fabricación, se dispone de productos clasificados según su granulometría, que se almacenan en silos o en apilamientos a la intemperie o cubiertos, llamados acopios.



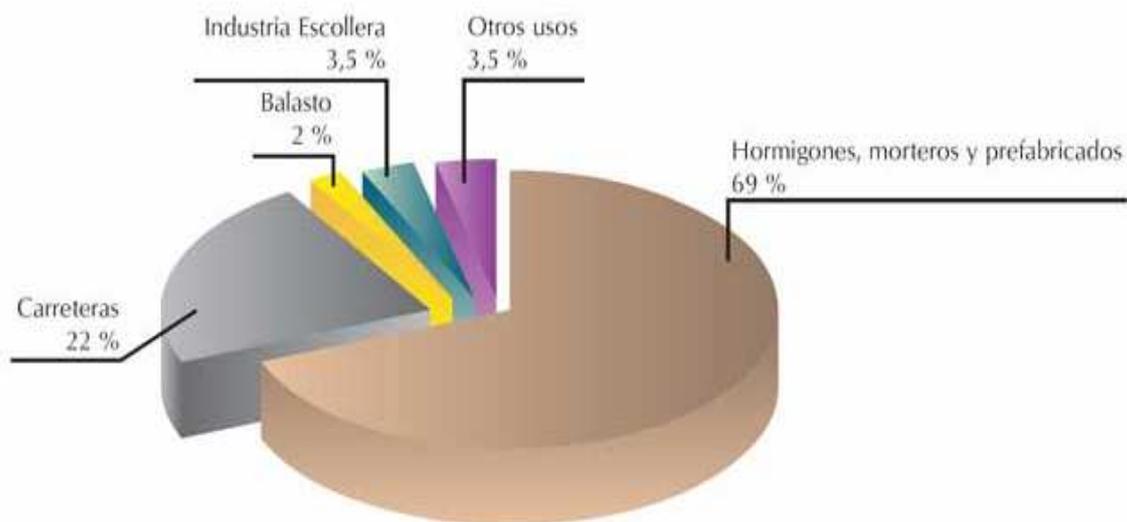
8.8. Usos

Los áridos se emplean en cantidades considerables en todos los ámbitos de la construcción, ya sea en viviendas, obras de infraestructura, vías de comunicación, equipamientos o industria. Sin embargo, esta materia prima no es nada conocida por el gran público, quien normalmente lo utiliza o adquiere los bienes ya

terminados donde esta materia prima ya está integrada y no en su estado natural.

8.8. 1. Árido en la construcción

Los áridos son la primera materia prima consumida por el hombre en distintas obras, ya sea en una autopista, aeropuerto, o vía de ferrocarril, las técnicas constructivas requieren cantidades de áridos. El balasto para las vías férreas, los cimientos de las edificaciones, las distintas capas, -ligadas o no ligadas-, que forman las carreteras son esencialmente áridos.



Las principales aplicaciones en construcción son:

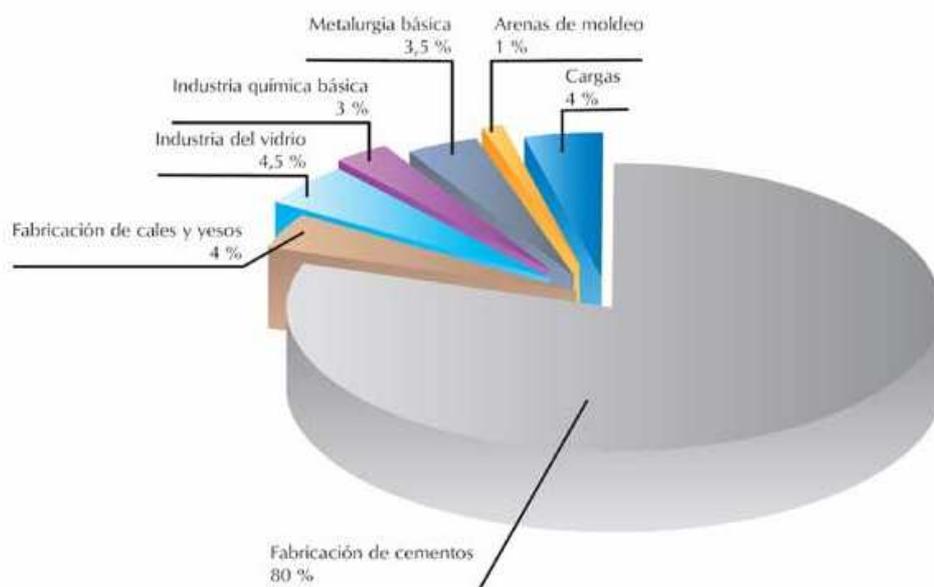
- Morteros; empleados para unir ladrillos o revestir paredes
- Hormigones; que pueden ser estructurales (cimientos, vigas y pilares) o en masa (pavimentos, etc.).
- Prefabricados; como ladrillos, bloques, vigas, bordillos, aceras y tuberías, entre otros.
- Bases, sub bases y aglomerados asfálticos; que son los elementos que componen las carreteras, autovías, calles, aparcamientos o pistas.

- Balasto; para construcción de vías férreas, y sobre el que se apoyan las traviesas y los rieles. 1 kilómetros de vías de ferrocarril requiere unas 10.000 toneladas de áridos.
- Piedras y bloques de escollera para diques, puentes, aeropuertos, calles, centros comerciales, parques de ocio, viviendas, recintos feriales, edificios singulares, rascacielos, túneles y universidades.

8.2 Las Aplicaciones Industriales

Además de estar presentes en la construcción, los áridos también se encuentran en innumerables elementos de la vida cotidiana. Asimismo, tienen diversas aplicaciones para mejorar el medio ambiente: reducción de las emisiones de azufre y de la acidez de los suelos y filtros para la depuración de aguas, entre otros.

Los áridos destinados a usos industriales requieren unas propiedades muy específicas, como una mayor pureza en cuanto a su composición química, y un tamaño muy pequeño (micronizado), obtenido a través de la molienda fina de los materiales.



- Fabricación del cemento. El 80 % del cemento es caliza.



- Industria de la cerámica y vidrio. 1 tonelada de vidrio requiere 700 kilos de arena de sílice muy pura, 300 kilos de dolomía y caliza, y 130 kilos de sosa.
- Fabricación del acero. La caliza se emplea como fundente.
- Materiales abrasivos.
- Industria papelera. 1 tonelada de papel contiene unos 300 kilos de carga mineral.
- Industria de los plásticos.
- Industrias de pintura y detergentes. La caliza se emplea como carga en pinturas e incluso como pigmento. En la fabricación de detergentes, interviene la arena silícea.
- Industria informática. La arena silícea permite la fabricación de componentes de los ordenadores.
- Industrias químicas y farmacéuticas. La caliza finamente molida interviene en la composición de numerosos productos químicos como la pasta de dientes, cosméticos o medicamentos.
- Tratamiento de aguas. Filtración de aguas de consumo humano, depuración de aguas residuales y neutralización de aguas ácidas.
- Producción de energía eléctrica. Cargas para centrales térmicas, desulfuración de gases y presas para energía hidroeléctrica.
- Alimentación. Para fabricar 100 kilos de azúcar, son necesarios 20 kilos de caliza. También se emplea en el proceso de fabricación del pan, del vino y de la cerveza.
- Otras aplicaciones industriales. Usos agrícolas, corrección de suelos, fertilizantes, aditivos para piensos, lechos filtrantes, revestimientos aislantes y refractarios.

Referencia Bibliográfica

-Peralta E. H. 2001. Apunte Yacimiento No Metalífero. Facultad de Tecnología y Ciencias aplicadas. Universidad Nacional de Catamarca

[http://www.interempresas.net/construccion/Articulos/37082-Los-arldos.htm!](http://www.interempresas.net/construccion/Articulos/37082-Los-arldos.htm)

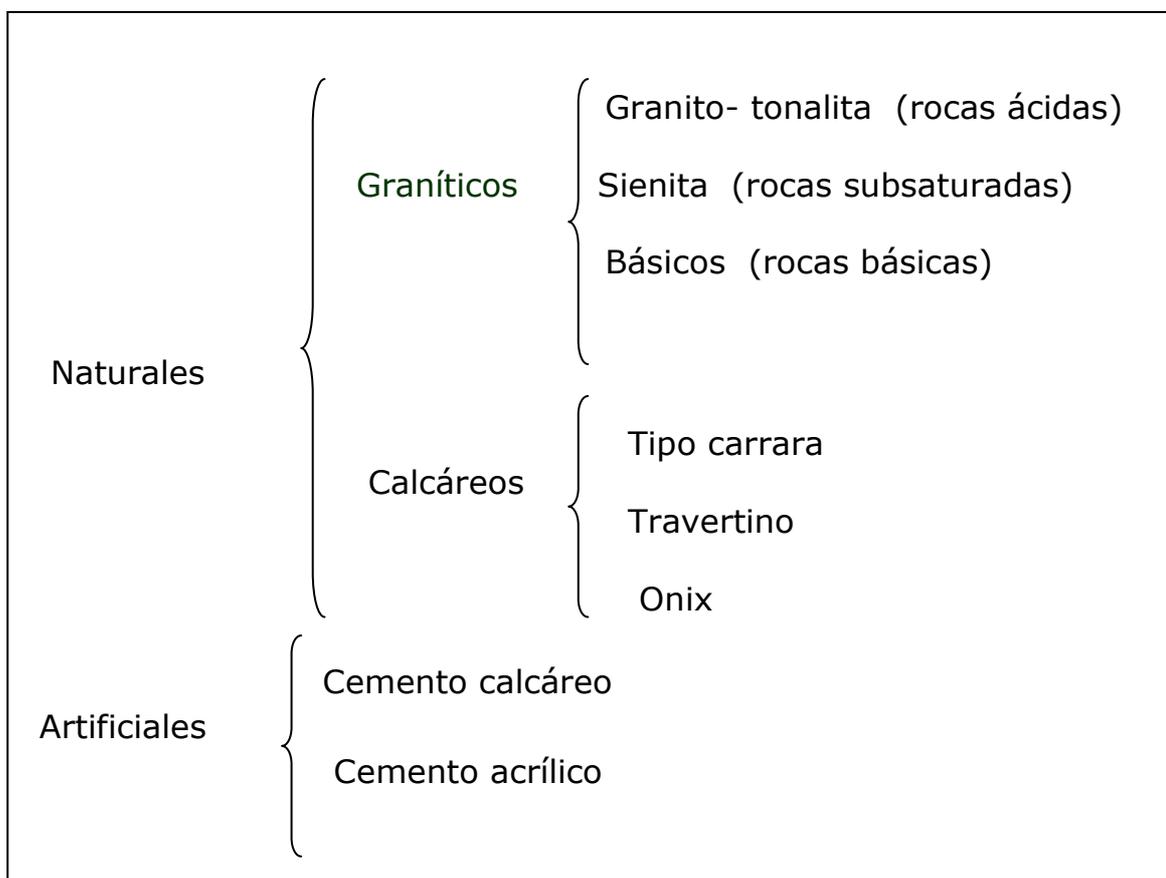
http://www.14dg.com/site/index.php?option=com_content&view=article&id=6&Itemid=3&lang=es

8.9. ROCAS DE APLICACIÓN.



En sentido geológico, mármol es una caliza metamórfica, sin embargo en sentido Industrial, es una roca que se puede aserrar en planchas y admite pulido.

Una clasificación define en naturales y artificiales. Los requisitos son belleza, resistencia y capacidad de pulimento.



8.10 Recursos

Granito: Se entiende con este nombre al granito rojo común, sea de grano medio o fino, incluyendo también los pórfidos, los tipos porfíricos y porfiroides con grandes feldespatos, cuales permiten obtener lindos efectos, especialmente si son zonales. En lo posible deben ser libres de micas y hornblenda, la primera se salta, la segunda se altera y es difícil pulirla.

Las rocas tonalíticas se denominan en general granitos negros. Son rocas excelentes para aserrado y pulido virtualmente indestructible en usos comunes, tienen gran estabilidad física y química. Generalmente son poco micáceos, los feldespatos son mejores si son de grano fino.



Sienita: Hay varios tipos, está el rojo caracterizado por grandes feldespatos rojos o rosados, zonales sobre una pasta fina oscura, con un buen pulimento. El sienítico sedoso o "lunar" se caracteriza por los grandes feldespatoides (nefelina) blancos con sus clivajes internos produce iridiscencias progresivas al observarlo desde ángulos diferentes. Estas rocas son poco comunes en Argentina, son más bien típicas del escudo Báltico (Suecia y Noruega). Muchos bloques de este tipo eran traídos a principio de siglo en barcos cargueros para no venir vacíos. Por eso muchos edificios antiguos tienen fachadas de este mármol. En la actualidad son muy difíciles de conseguir.

Básicos: Estas son generalmente rocas básicas metamorflizadas como por ejemplo serpentinitas o anfibolitas. Los gabros son rocas muy duras y difíciles de cortar porque suelen estar muy fracturadas. Las serpentinitas o peridotitas negras o gris oscuras pueden ser cortadas y dar excelentes mármoles pero el problema es cuando hay venas de crisotilo o antigorita. Estas son más blandas que la roca que las incluye y en el pulido se saltan y no tienen buena terminación. Un caso similar es el llamado verde alpe que generalmente está constituido por anfibolitas serpentínicas difíciles de cortar en planchas y de pulir, por lo cual se las usa más bien para mármoles reconstituidos.

Mármol tipo Carrara: Es el verdadero mármol. Caliza cristalina (metamorflizada), generalmente más resistente y factible de pulir cuando es homogénea de grano fino o a lo sumo de grano medio. Los de grano grueso son peligrosos especialmente cuando el grano no es homogéneo, porque de los cristales más grandes saltan trozos con facilidad dado el clivaje perfecto de la calcita, dificultando el pulido.

Los mármoles dolomíticos según sea el grano tienen un uso similar. Hay una gran variedad de nombres comerciales dados por el color, el bandeo, las inclusiones de serpentina (mármol limón).

Las brechas calcáreas también llamadas brocateles cuando están bien cristalizadas con clastos de diferentes colores, si se pueden aserrar sin que se desarmen son realmente hermosas y de gran valor. A veces los clastos de estas brechas no son calcáreos, sino que son serpentínicos o de anfibolita. En caso de que admita pulimento homogéneo son muy valiosos para hacer mesadas y revestimientos. Estos últimos son mármoles no homogéneos y presentan casi siempre problemas de aserrado o pulido. En Sierras Pampeanas hay grandes reservas especialmente en la provincia de Córdoba.

Ónix: Químicamente es carbonato de calcio, igual a la caliza, compuesta por calcita, pero en el caso del ónix no es calcita sino aragonito micro cristalina. Como el aragonito es inestable tiende a cristalizar pasando a calcita. Por esa razón el mármol ónix es siempre moderno (cuartario), al cristalizar a calcita de grano grueso se hace muy difícil de pulir además pierde esa belleza especial. El más valioso y buscado es el ónix verde, una rareza apreciada es el ónix azul y el rojo. Estos dos últimos se extraen de canteras en San Luis.

Travertino: Siempre aparece asociado al ónix aunque a veces puede aparecer solo. Es aserrable fácilmente, pero es muy poroso y se necesita sellar los poros con pastinas de cemento coloreado antes de pulir. Es muy bonito pero de malos resultados en exteriores, sufre desgaste, es difícil de limpiar y en climas húmedos es muy meteorizable.



Se forman ambos en ambientes de aguas juveniles aflorando en zonas volcánicas. Muchas veces los depósitos de travertino bandeado pasan a contener niveles con ónix en profundidad. Sin embargo la relación travertino/ ónix es siempre mayor de 10 a 1. Es muy difícil obtener bloques de este material, porque no suelen darse volúmenes importantes. Se usan más bien para reconstituidos.

Calizas: Estas rocas sedimentarias cuando son oolíticas u organógenas quedan muy bien una vez pulidas, pero para eso deben estar bien cementadas, de lo contrario presentan los mismos problemas que el travertino,

Reconstituidos de Cemento Calcáreo: Se usan para revestimientos, mesadas y pisos. En realidad es un hormigón hecho con un árido bonito para darle vistosidad y un aglutinante cemento fuerte que lo mantiene unido. No debe haber demasiada diferencia de dureza entre el material y el aglutinante para que se pueda pulir. Los más comunes se hacen simplemente con escallas de canteras de todos los anteriores excepto los graníticos.

Las anfibolitas verde alpe resultan muy bien, los más finos se pueden hacer con mármol ónix incluso con rodocrosita. Esta raramente permite aserrado directo pues son fragmentos pequeños. Se les puede dar un aspecto parecido a los brocateles.

En general son muy malos para mesadas de cocina porque los ataca el vinagre y el limón entre otros ácidos. El cemento es siempre el punto débil de estos mármoles.

opacos, a pesar de que estos resisten mejor el ataque químico, especialmente en mesadas y exteriores.

Reconstituidos de Cemento Acrílico

En vez de un cemento calcáreo puede usarse materiales sintéticos, generalmente acrílico, los cuales son más duros y resistentes. No son muy comunes por su alto costo y porque se prefieren los aglutinantes

8.10. Requisitos

Todos los anteriores excepto el ónix son recursos abundantes. Como son productos que deben ser aserrados, lo ideal es que no estén demasiado fracturados, ni que tengan líneas de debilidad para que se puedan extraer en grandes bloques

Escalla	<10 cm de Diámetro
Bochones chicos	10- 30 cm de Diámetro
Bochones grandes	30 cm de Diámetro o 25 cm ³
Bloques chicos	25 - 50 cm ³
Bloques medianos	50 cm ³ -1 m ³
Bloques grandes	> 1 m ³

Normalmente existe siempre un diaclasado superficial que tiende a desaparecer en profundidad, por lo cual la calidad de los bloques tiende a mejorar al pasar la zona de meteorización. En la extracción se producen además muchos fragmentos menores, mientras más chico y más roto, menos vale el material. Este se clasifica según el tamaño por la escala siguiente: A su vez, la relación de precios es tal que si la escalla vale 1, los bochones chicos valen 5 y los bloques 1000 y más aún.

8.11. Industrialización y procesamiento

Existen cuatro etapas: arranque - labrado - corte - pulido.

Una vez reducido a un bloque más o menos regular se hace el labrado, del que hay dos formas: por plantillas o por escuadra.

En el primero se usan martillo y cincel y el bloque realiza un labrado



usando plantillas para conservar el ángulo recto.

El método de escuadra consiste en alizar las caras una por una. Para eso se labra con esmero una cinta de 1 o 2 cm que será la arista del futuro bloque, el resto se saca sin tanta precisión.

El corte se hace con telares, o sea, un marco metálico o de madera que sostiene las sierras (dentadas o lisas si se trabaja con arena).

Las medidas estandarizadas son: espesor 1.5, 2 y 3 cm Estos telares se refrigeran con agua permanentemente Se están usando también ahora discos de acero con diamantes o biria. Como método es superior al de los telares.

Para el pulido, se usan casi exclusivamente discos rotativos. Las planchas obtenidas se ponen sobre una mesa o soporte y se alisan con el disco, a veces con una guía si es muy grande y usando carborundum cada vez más fino. El lustrado se hace con el disco cubierto por una franela o mejor usando un paño de billar y esmeril muy fino para suavizar.

Mármoles Artificiales

El material y el aglutinante se echan en moldes de madera de la forma y tamaño necesario y luego se cortan y pulen del mismo modo que los anteriores. Para pisos se pueden hacer directamente planchas delgadas en marcos de madera con la forma del mosaico (mosaicos graníticos), igualmente en muchas mesadas, umbrales, dinteles se puede usar el mismo procedimiento.

Referencia Bibliográfica

Peralta E. H. Apuntes de Yacimientos No Metalíferos (1988)



ACTIVIDAD INDEPENDIENTE 8

- 1.-Diferencie y caracterice áridos, rocas de aplicación y ornamentales. Investigue propiedades, requisitos, yacimientos y aplicaciones.
- 2.- Resuma el proceso de industrialización para áridos y rocas de aplicación
- 3.- Localice en un mapa las canteras de la región centro-este de la provincia de Catamarca.



CAPITULO 9 AGLOMERANTES

9.1 Aglomerantes. Definición. 9.2 Clasificación. Yeso. Cal. Cemento. Descripción. Tipos. Obtención e Industrialización. Aplicaciones. Requisitos de calidad.

9.1. Definición

Los aglomerantes son aquellos materiales que, en estado pastoso y con consistencia variable, tienen la propiedad de poderse moldear, de adherirse fácilmente a otros materiales, de unirlos entre sí, protegerlos, endurecerse y alcanzar resistencias mecánicas considerables. Son materiales activos, susceptibles de fraguar solos o uniendo o cementando los áridos inertes en un mortero

9.2. Clasificación

Los materiales aglomerantes se clasifican en materiales aglomerantes hidráulicos: yeso, cal, cemento y hormigón

9. 2.1. Yeso. Descripción.



Es cristalino, monoclinico, densidad 1,2 – 1,7 dureza 2. Forma rocas mono-minerales llamadas “gipsitas” o directamente “yeso piedra”.

El yeso o algez y la anhidrita natural están ampliamente distribuidos en la corteza terrestre, se trata de dos minerales que contienen en su composición sulfato cálcico. El yeso es sulfato

cálcico dihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y su nombre proviene del griego “gyps” que significa “mineral calcinado”. En cuanto a la anhidrita, se trata de sulfato cálcico anhidro (CaSO_4) y su nombre proviene del griego “sin agua” por contraposición al yeso hidratado.

Este material al calentarse va perdiendo su agua de hidratación, luego al amasarlo con agua lo recupera y cristaliza otra vez, endureciéndose al formarse una pasta intercrecida de cristales soldados entre sí, que es lo que se conoce como fraguado.

Se obtienen durante el proceso diferentes yesos empleados en construcción, que de acuerdo con las temperaturas crecientes de deshidratación pueden ser

A temperatura ordinaria: piedra de yeso, o sulfato de calcio bihidrato: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

- 107 – 170°C. Formación de sulfato de calcio hemihidrato: $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$. Pierde una molécula y media de agua, formando un “hemihidrato”, llamado yeso común o de moldeado que es el más usado y conocido, amasado con agua endurece aproximadamente en unos 10 minutos, dependiendo de cuál fue la temperatura de cocción (a

mayor temperatura fraguado, más lento), la cantidad de agua usada (menor cantidad de agua, mayor rapidez) y sustancias presentes con impurezas. Ejemplo: alumbre (retarda), Sal común (acelera).

- 170 – 300 °C: la deshidratación es casi total y se obtiene el llamado, yeso para estuco, que en realidad es una mezcla de anhídrita artificial y una pequeñísima proporción de hemihidrato. Es muy ávido de agua, pero tiene fraguado lento, produciendo un material muy duro. Era muy usado antes para revestir paredes. A más de 300°C, el yeso no tiene ninguna utilidad.
- 900 – 1200 °C: calentado al rojo, el yeso no solo pierde el agua por completo, sino que comienza a disociarse en trióxido de azufre (SO₃) y óxido de calcio (CaO). Este material amasado con agua forma un verdadero “cemento” de gran dureza y resistencia, pero con fraguado muy lento (casi cuarenta días), para una capa de 10 cm. de espesor. Esto ha limitado su uso, pero fue muy importante hasta 1950 – 1955, especialmente en Europa, servía de contrapiso de viviendas e incluso pavimento para caminos.

Otra forma de preparar yeso es calentándolo en Autoclaves, se forma entonces “hemihidrato alfa”, que se amasa y se usa como el yeso común, pero es tan resistente como el cemento y más liviano. Ha desplazado al yeso hidráulico y tiene un gran futuro, en la construcción.

Tipos.

**Yeso gris o negro.* Se obtiene calcinando la piedra algez en contacto con los combustibles. Los humos y las impurezas (cenizas, carbón, etcétera) y lo que lleva consigo la piedra de yeso, ennegrecen el producto. La finura de molido es muy deficiente. Resulta el yeso de peor calidad, por lo que solo se emplea en obras no vistas.

**Yeso blanco.* Se obtiene a partir de un algez con pequeñas proporciones de impurezas, después de calcinado y vitrificado es

finamente molido. Es muy blanco se utiliza para el enlucido de paredes y techos de interiores.

**Yeso escayola*. Es un yeso blanco de la mejor calidad, tanto en purezas como en fineza del grano. Se emplea en la fabricación de molduras y placas para la formación de cielos rasos, que a su vez suelen ir decoradas.

**Yeso hidráulico*. Si, en la operación de cocción, se calienta la piedra de yeso hasta una temperatura entre 800° y 1000° C, se producirá una disociación del sulfato cálcico, y aparecerá cierta cantidad de cal que actúa como acelerador de fraguado. Se tiene un yeso que fragua debajo del agua, llamado yeso hidráulico.

Industrialización: Consta de cuatro fases importantes:

1º Extracción o arranque de piedra. Se extrae fácilmente con la ayuda de barrenos de pólvora de mina. Según la situación del filón, la cantera puede ser a cielo abierto o en galerías.

2º Fragmentación y trituración de la piedra de yeso. Para esto, se emplean molinos de martillos. Se introducen en ellos la roca fragmentada y es triturada al golpeo de los martillos. Se emplean también las machacadoras de mandíbula con lo que se consigue una granulometría diferente de la roca triturada.

3º Deshidratación y cocción de la piedra. Actualmente existen procedimientos para conseguir una perfecta cocción del aljez, sin riesgo de que se mezclen impurezas.

Se lleva a un horno giratorio en cuyo interior se deshidrata, calcina y cristaliza entre 400° y 500° C, con posterioridad el producto obtenido se enfría y se reduce a polvo en molinos de bolas. Este polvo amasado con agua fragua y endurece con extraordinaria rapidez (mortero de yeso).



Aplicaciones: El yeso, es utilizado profusamente en construcción como pasta para enlucidos y revoques; como pasta de agarre y de juntas. También es utilizado para obtener estucados y en la preparación de superficies de soporte para la pintura artística al fresco. En Odontología. Para usos quirúrgicos en la regeneración ósea. En los moldes utilizados para preparación y reproducción de esculturas. En Aplicaciones agrícolas se lo utiliza como mejorador y corrector de suelos. EL alabastro es una variedad de yeso compacto y de grano muy fino, que puede ser trabajado en esculturas y artesanías

Yacimientos: Son yacimientos sedimentarios; marinos o continentales. Los marinos son enormes por sus reservas, se depositan en cuencas de evaporitas. En el clásico perfil ya conocido ocupa una sección intermedia de la columna entre la caliza y la sal. Ejm. La Formación Yeso Principal, de la Cordillera de Mendoza y Neuquén. Son reservas inagotables de muchos miles de millones de toneladas.

Los depósitos continentales del terciario continental del centro y norte argentino, contienen bancos de yeso y a veces calizas oolíticas, intercaladas entre capas de areniscas y tobas. Sus reservas son muchos menores que los depósitos marinos, pero también importantes. Estos depósitos indican condiciones de aridez y posiblemente se parezcan en su origen a los actuales salares, yeseras, sulfateras y salinas o salitrales. Es decir lagunas temporarias de aguas salobres. En general, estos bancos o son yeseras o son calcáreas, pero es raro que aparezcan casos intermedios, por las condiciones fisicoquímicas necesarias para la deposición de uno son diferentes que las del otro.

Depósitos continentales reciente, se encuentran especialmente en la Puna, Ejm. Salar de Arizano, Antofalla y Cauchari en la Provincias de

Salta y Catamarca. Serían de muy fácil explotación, pero están muy lejos, todo depósito de yeso para ser explotable, sea grande o pequeña debe estar cerca de las áreas de consumo, porque es un material muy barato y abundante o bien estar a menos de 50 km. Tampoco debe tener mucha cubierta de suelos, porque la relación estéril / yeso debe ser menos de 2 metros cúbicos por toneladas. Evidentemente no admite explotación subterránea y naturalmente esta se hace a cielo abierto.

Referencia fabricación yeso

<http://iq.ua.es/Yeso/secundaria.htm>

<https://www.youtube.com/watch?v=6zZsQJCGSdA>

<https://www.youtube.com/watch?v=pBH217m1Fls>

9.2.2 Cal. Descripción



Es un producto resultante de la descomposición de las rocas calizas calentadas a más de 900° C. Se obtiene el óxido de calcio, conocido con el nombre de cal viva. Producto sólido de color blanco y peso específico de 3.4 kg. /dm. Esta cal viva puesta en contacto con el agua se hidrata con desprendimiento de calor, obteniéndose una pasta blanda que amasada con agua y arena se confecciona el mortero de cal.

Tipos: Las rocas calizas casi nunca se encuentran puras (CO_3Ca) en la naturaleza, sino que van acompañadas de materias orgánicas, arcilla u óxidos, impurezas que, al no volatilizarse en el proceso de

calcinación, comunican a la cal distintas propiedades. La proporción de estas impurezas produce distintos tipos de cal.

- Cal aérea o grasa. Si la piedra caliza es pura o tiene un contenido máximo en arcilla de un 5%, produce una clase de cal muy blanca, que forma una pasta muy fina y untuosa cuando se apaga.
- Cal magra o ácida. Si la cal no supera el 5% de la arcilla, pero contiene más de un 10% de magnesia (óxido de magnesio, sustancia terrosa, etcétera), se tiene una cal de características ácidas. La pasta que se forma al mezclarla con agua es de color grisáceo. Esta cal no se emplea en construcción, porque la pasta se disgrega al secarse.

Industrialización: Se puede obtener mediante las fases siguientes:

1º. - Extracción de la roca. El arranque de la piedra caliza puede realizarse a cielo abierto o en galería y por distintos medios, según la disposición del frente. Los bloques obtenidos se fragmentan para facilitar la cocción.

2º. - Cocción o calcinación en horno rotativo. El carbonato de calcio (CO_2Ca), componente principal de las calizas, al someterlo a la acción del calor se descompone en anhídrido carbónico y óxido de calcio o cal viva, produciéndose la reacción química a la temperatura del horno superior a 900°C .



3º. - Apagado de la cal. El óxido cálcico, o cal viva, no se puede emplear en la construcción de forma directa. Es necesario hidratarla. Para ello, se la pone en contacto con el agua, operación que se llama apagado de la cal.

Aplicaciones: El siguiente listado enumera algunas de ellas:

Propiedad	Uso
Fundente	Industria del acero y del vidrio
Regulador de Ph	Industria minera, procesos de flotación y



	cianuración
Neutralizante	Neutralización de aguas y suelos ácidos
Caustificante	Industria del papel, fabricación de soda y potasa
Floculador, coagulador	Tratamiento para potabilizar agua
Depilatorio	Industria del cuero
Absorbente	Purifica gases en procesos industriales
Fungicida, esterilizador	Destructor de hongos, bacterias y organismos vivos
Preservante	Postes, estructuras de maderas, troncos de árboles
Desinfectante	Aguas contaminadas restos orgánicos
Estabilizador	Suelos arcillosos en construcciones viales
Reactivo	Base para la elaboración de mas de 100 sales de calcio
Pigmento	Pintura de casas, edificios y estructuras
Adhesivo, lubricante	Morteros para albañilería y estucos

Referencias paginas web

<http://www.horcalsa.com/>

<http://www.emison.com/hornos%20para%20cal.htm>

<https://www.youtube.com/watch?v=eSzX3i1TpFM>

<https://www.youtube.com/watch?v=JdSWpDrFb5I>

<https://www.youtube.com/watch?v=7baSuFJDjzM>

9.2.3 Cemento: Descripción. Obtención



Desde el punto de vista químico se trata en general de una mezcla de silicatos y aluminatos de calcio, obtenidos a través del cocido de calcáreo, arcilla y arena. El material obtenido, molido muy finamente una vez que se mezcla

con agua se hidrata y solidifica progresivamente Se presenta en estado de polvo obtenido por cocción a 1550° C

Para la obtención del cemento, se trata la piedra caliza en una proporción del 75% en peso, triturada y desecada, junto a la arcilla se muele y mezclan homogéneamente en molinos giratorios de bolas. El polvo así obtenido es almacenado en silos a la espera de ser introducidos en un horno cilíndrico con el eje ligeramente inclinado, calentado a 1600° C por ignición de carbón pulverizado, donde la mezcla de caliza y arcilla, sufre sucesivamente un proceso de deshidratación, otro de calcinación y por ultimo el de vitrificación. El producto vitrificado es conducido, a la salida del horno a un molino-refrigerador en el que se obtiene un producto sólido y pétreo conocido con el nombre de clinker, que junto a una pequeña proporción o pequeña cantidad de yeso blanco o escayola es reducido a un polvo muy fino, homogéneo y de tacto muy suave en molinos de bolas giratorias, como es el cemento, el cual es almacenado en silos para su posterior envasado en bolsas y transporte.

Tipos: Existen diversos tipos de cemento, por su composición, propiedades de resistencia y durabilidad, y por lo tanto por sus destinos y usos.

Se pueden establecer dos tipos básicos de cementos:

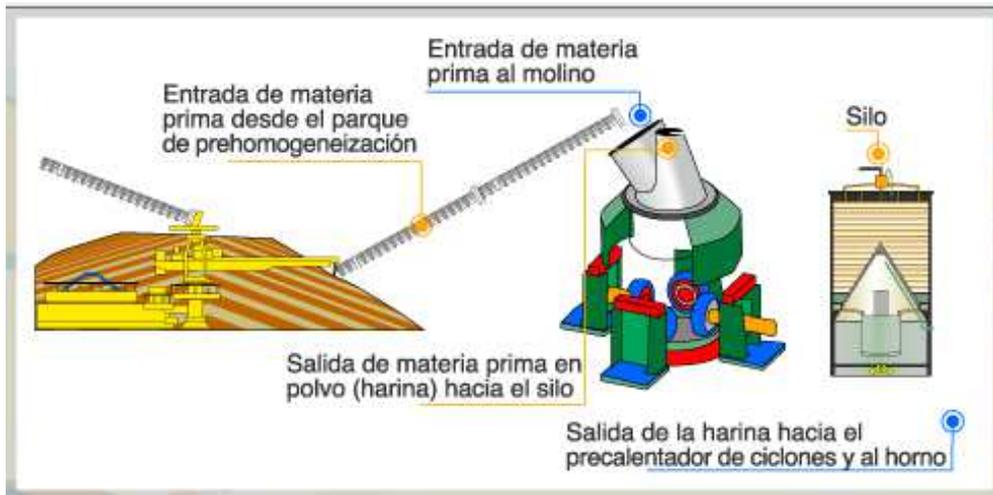
1. De origen arcilloso: obtenidos a partir de arcilla y piedra caliza en proporción 1 a 4 aproximadamente.
2. De origen puzolánico: la puzolana del cemento puede ser de origen orgánico o volcánico.

Cemento Pórtland. Llamado así por el color semejante al de la piedra de las canteras inglesas de Pórtland. Es un aglomerante hidráulico, obtenido por la pulverización del clinker, y sin más adición que la piedra de yeso natural, en un porcentaje no superior al 5%, para retrasar el fraguado de los silicatos y aluminatos anhidros, que forman el clinker. Su color es gris, más o menos oscuro, según la cantidad de óxido férrico.

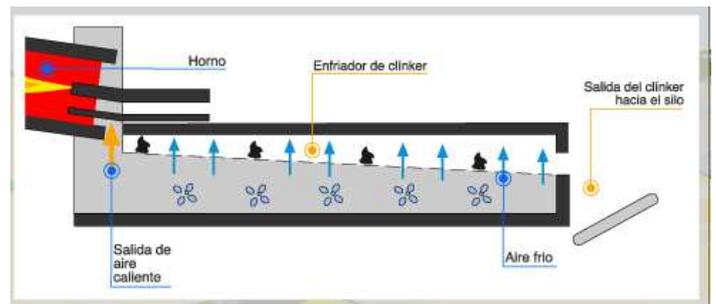
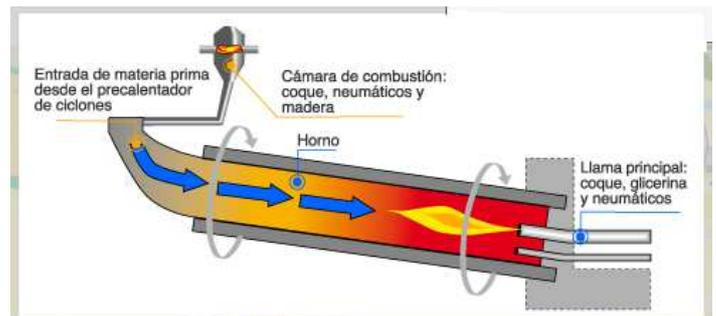
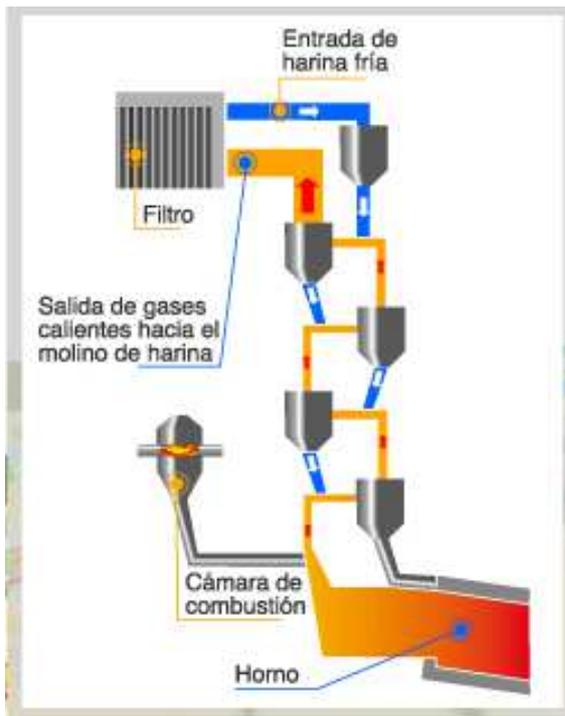
Industrialización del cemento: Comienza con la extracción de la materia prima que se encuentra en yacimientos, normalmente canteras a cielo abierto. Luego se procede a la trituración hasta obtener la granulometría deseada y se la traslada hacia el parque de prehomogeneización



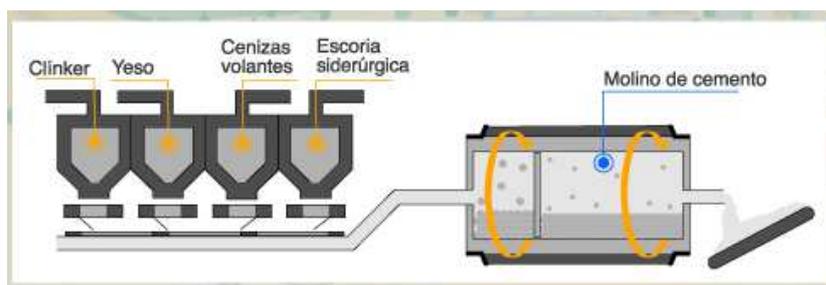
La prehomogeneización permite preparar la dosificación adecuada de los distintos componentes. El material se muele en molinos para favorecer su cocción al horno y se almacena en un silo



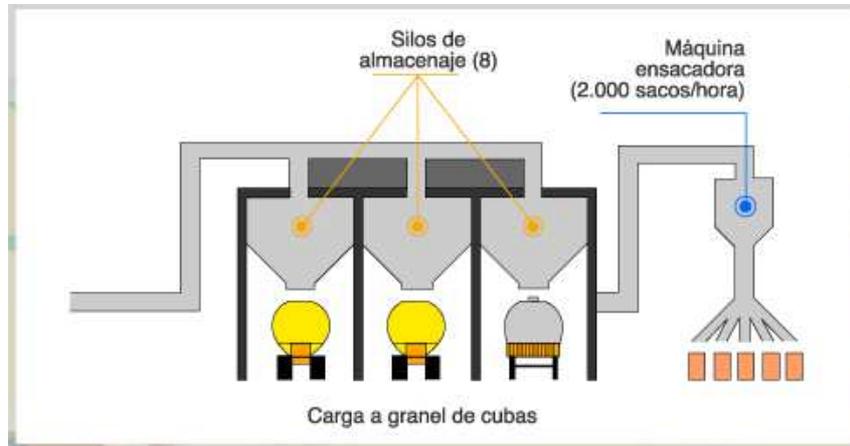
El material entra al horno y se produce la fabricación del clinker



El clinker me mezcla con yeso y otras adiciones dentro de un molino



Se almacena nuevamente en Silos, hasta que sea transportado y luego llegue al mercado



Referencias páginas web

<http://www.lomanegra.com.ar/elaboracion-del-cemento-lomanegra.asp>

http://www.ieca.es/vanima.asp?id_rep=293

<http://es.scribd.com/doc/30143476/Materiales-Cementosos-Cal-Cemento-y-Yeso>

ACTIVIDAD INDEPENDIENTE 9

1. -Describa los distintos recursos definidos como aglomerantes, según la mineralogía, propiedades y ambiente de formación.
2. -Compare los tres procesos de obtención/fabricación y escriba un resumen de cada uno.
3. -Investigue los tipos de yacimientos y su comercialización en Argentina.



CAPITULO 10 INDUSTRIA QUÍMICA.

Concepto 10.1. Minerales de Uso Químico-Industrial. 10.2 Tipos. 10.1.1 Grafito. 10.1.2 Pirita. 10.1.3 Azufre. 10.1.4. Alumbre. 10.1.5. Pigmentos minerales. 10.1.6. Baritina. 10.1.7 Sal común. Industrialización. Usos principales. Panorama general de cada uno. Producción y consumo.

10.1. La Industria Química

Es el sector que se ocupa de las transformaciones químicas en otras sustancias, con características diferentes de las que tenían originariamente.

Se pueden clasificar en industrias químicas de base y químicas de transformación. Las primeras trabajan con materias primas naturales, y fabrican productos sencillos semielaborados que son la base de las segundas y están localizadas en lugares próximos a las fuentes de suministros. Las industrias de transformación convierten los productos semielaborados en nuevos productos que pueden salir directamente al mercado o ser susceptibles de utilización por otros sectores.



En la actualidad, todo proceso químico se estudia cuidadosamente en un laboratorio antes de convertirse en un proceso industrial y se desarrolla gradualmente en instalaciones piloto, no implantándose a gran escala hasta que no queda demostrada su rentabilidad.

10.2. Tipos

En la industria química, la materia prima tiene diferentes usos para satisfacer las necesidades de los seres humanos como son, la producción primaria o industria primaria, corresponde al cultivo o explotación de los recursos naturales, tales como la agricultura, la ganadería o la minería. La producción secundaria es aquella que convierte los productos de la industria primaria en bienes de consumo que corresponden a este rubro los productos manufacturados, la construcción, la generación de energía, etcétera. Las industrias químicas de productos inorgánicos más importantes son la de fabricación del ácido sulfúrico, la industria del vidrio, adhesivos, masillas, pinturas, barnices y sellantes, cosméticos, detergentes, jabones, fertilizante, retardantes, ignífugos, lubricantes, usos farmacéuticos y médicos.

Los minerales químicos, que se explotan para beneficiar algunas de sus propiedades, ya sean físicas o químicas, o ambas son:

1. Grafito.
2. Pirita.
3. Azufre.
4. Alumbre.
5. Pigmentos minerales.
6. Baritina.
7. Sal común.

1. Grafito.

Propiedades: Blando, inatacable por ácidos Funde a 3000°C (refractario) y se exfolia con facilidad. Es conductor de la electricidad y anisótropo. En la dirección perpendicular a las capas presenta una conductividad baja y mayor en el sentido del eje c, comportándose como un semiconductor y conductor semimetálico respectivamente. La mayoría de los grafitos naturales, contienen además sílice cristalina y silicatos.

El grafito flexible es un material distinto con excelentes propiedades, ampliamente usado en la industria del petróleo, química, metalúrgica, farmacéutica, etc. Sus principales aplicaciones son como juntas ó empaques químicos, juntas automotrices, protectores de calor, etc.

Puede combinarse con alambres metálicos y fibras no-metálicas para fabricar hilo de grafito reforzado. También, puede fabricarse hojas ó laminas de grafito reforzados con insertos de acero inoxidable ó acero al carbón perforado ó malla.

Para lápiz y elaboración de puntillas. Se utiliza la variedad hojosa para la fabricación de crisoles industriales, para el revestimiento de hornos de fundición y como lubricante. La variedad terrosa, de textura microcristalina, se emplea en pinturas antioxidables y para la fabricación de minas de lápices.

Usos; mina de lápices, refractarios, se usa para fabricar electrodos. Se emplea en reactores nucleares, es un buen lubricante sólido. Se puede crear grafeno, material de alta conductividad eléctrica y térmica, futuro sustituto del silicio en la fabricación de chips.

Producción: El grafito se encuentra en yacimientos naturales, pero también se produce artificialmente. El principal productor mundial de grafito es China, mina Lu Tong con producción de 245.000 tn anuales, también India y Brasil En Argentina en San Juan y La Rioja.

Yacimientos: Aparece en rocas metamórficas, producto de la transformación de la materia orgánica por metamorfismo regional o de contacto. Se presenta como disseminaciones o como capas

concordantes con la foliación de la roca de caja. Se han depositado como fluidos que contienen carbono.

2. Pirita

Propiedades: es metálico, duro, insoluble en agua.

Usos: La industria de ácido sulfúrico, refinación del petróleo, producción de pigmentos, manufactura de explosivos, detergentes, plásticos y fibras.

Yacimientos: Se originan por metasomatismo de contacto, hidrotermal y sedimentarios. Los yacimientos de Riotinto, en Huelva, España es quizás el más importante del mundo, se asocia a la llamada Faja Piritica, Tharsis (Huelva) o Aznalcollar (Sevilla). En Perú, Bolivia, Estados Unidos, México, Rumania y España

La obtención del ácido se produce mediante el «tueste» del mineral, es decir, se calienta hasta altas temperaturas en presencia de oxígeno, ya que así emana dióxido de azufre (SO_2) y posteriormente este se transforma artificialmente a trióxido de azufre (SO_3) al que se añade agua para transformarlo en ácido.

3. Azufre.

Propiedades: Es un no metal, arde con facilidad (270°C), mal conductor.

Usos: Abono e insecticida, para la fabricación de ácido sulfúrico para baterías, fabricación de pólvora y vulcanizado de caucho. En la producción de jabón, textiles, papel, piel, tintes y en el refinado de petróleo.

Yacimientos: se origina en yacimientos sedimentarios y volcánicos (del primero, por reducción de sulfatos por actividad bacteriana, origina ácido sulfúrico que será el que se transforme en azufre puro) y del segundo en fumarolas, se conocen como solfataras. La mina

Casualidad (Salta) y El Sosneado (Mendoza). No hay casi producción actual, salvo como subproducto del zinc de la Mina Aguilar (Jujuy).

4. Alumbre y sulfatos de Aluminio

Alumbre de potasio (alumbre común) $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ o calinita y Sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$)

Propiedades. Muy soluble en agua de ligero sabor entre dulce y astringente. El sulfato de aluminio puede obtenerse disolviendo hidróxido de aluminio en ácido sulfúrico: $2 Al(OH)_3 + 3 H_2SO_4 + 10 H_2O \rightarrow Al_2(SO_4)_3 \cdot 16 H_2O$

Usos: como floculante en la purificación de aguas (para aclarar), como mordiente en industrias del cuero (curtido), papel, en la industria del papel, el alumbre se usa también medicina (astringente, utilizado para las irritaciones de la piel y el mal olor corporal). Endurecedor de gelatina de las películas fotográficas.

Yacimientos: Se obtiene de una roca magmática, de origen volcánico, denominada traquita alunífera, que una vez procesada se convierte en alumbre potásico. Los depósitos minerales de alumbre se originan en distintas fases del largo proceso geológico que sufren las rocas volcánicas, puede tener un origen primario: zonas de alteración hidrotermal acidas, en rocas volcánicas en general enriquecidas en caolín, alunita (alumbre natural). En la Patagonia. Secundarios: zonas ricas en pirita que al oxidarse forma el H_2SO_4 y este ataca los silicoaluminatos para formar "alumbreras". San Juan (región de Calingasta).

5. Pigmentos minerales

Los pigmentos son útiles para teñir. La mayoría de los pigmentos utilizados en la manufactura y en las artes visuales son colorantes secos, usualmente en forma de polvo.

Propiedades de manufactura; poder de teñido, resistencia a la exposición a la luz, resistencia a álcalis y ácido, reacciones e interacciones entre pigmentos.

Minerales de colores Hematites (rojo, ocre), malaquita (compuesto verde), azurita (azul real), cinabrio (rojo bermellón), lapislázuli (azul marino), Pigmentos de arsénico: verde de París.

Pigmentos de carbono: Negro de carbón, negro marfil, negro de humo. Pigmentos de cadmio: verde cadmio, rojo cadmio, amarillo cadmio, naranja cadmio. Pigmentos de óxidos de hierro: rojo óxido, ocre rojo. Pigmentos de cromo: óxidos de cromo verde, amarillo cromo. Pigmentos de cobalto: azul cobalto, violeta de cobalto, amarillo cobalto.

6. Baritina

Propiedades: El metal es lo bastante activo químicamente para reaccionar con la mayor parte de los no metales. Densidad 4.47 (semiduro, se raya con púa de acero). Es dúctil, maleable.

Usos: como materia prima para preparar los lodos de inyección de los pozos petrolíferos. Esos lodos tienen como función sellar las capas de rocas de las distintas unidades geológicas que se atraviesan, lubricar y a la vez recuperar el material triturado por los trépanos y arrastrarlo a la superficie, requiere normas especiales de calidad como el tamaño de molienda, una densidad de 4,20 gramos por centímetro cúbico como mínimo, bajos valores de hierro y sílice, 85% de contenido de sulfato de bario, entre otros.

La industria petrolera consume el 85% de la producción mundial de baritina. El 15% restante está distribuido en la industria química,



industria del vidrio, pinturas y usos misceláneos. La industria química aprovecha la baritina para la fabricación de agua oxigenada, en compuesto químicos el de dar carga, suavidad y brillo a las pinturas; para distintas clases de vidrios blancos, especialmente tubos fluorescentes, pantallas y bulbos de lámparas; en cristalería y cerámica fina. Es interesante destacar el uso que recibe como carga en la fabricación de papeles especiales de ilustración y fotografía. Su función es dar peso al papel de ilustración de libros finos o de uso fotográfico. Otro uso interesante es en la industria farmacéutica para la elaboración un batido pesado con gusto a frutilla que se usa para beberlo y contrastarlo en los rayos X para estudiar problemas gastrointestinales.

Yacimientos: Es un mineral muy común. Aparece frecuentemente en los filones de minerales metálicos. Es una de las gangas filonianas junto con la calcita y el cuarzo, que aparecen junto a ella.

Son recursos importantes en Estados Unidos, Alemania, Gran Bretaña, Canadá, Francia, India, Italia, Grecia, Corea, Cuba, España, Irlanda.

En Argentina en Neuquén y Jujuy. Se exporta a Brasil y Bolivia. En Catamarca el Distrito Quebrada Honda en Antofagasta de la Sierra. Las vetas de Farallón Negro presentan pequeñas láminas de baritina.

7. Sal común

La sal posee entre sus propiedades químicas es la solubilidad de 35.7 gr/100 ml, conservante.

Usos sales de bicarbonato sódico, sosa caustica. Fabricas de conservas, jabones, tintes, emulsiones, curtidos, purificación de agua, lacas, blanqueo de algodón, quitamanchas y papel. Alimentos para el ganado, fertilizantes, desyerbadores, insecticidas, correctores



de tierras vegetales, Medicamentos, conservación de alimentos, refrigerantes

Yacimientos: Asociado a depósitos estratificados sedimentarios; en areniscas de salmueras superficiales, otras rocas porosas y a domos de sal Las fuentes mundiales de sal son prácticamente inagotables. La sal contenida en los océanos es muy grande. El mayor productor mundial de sal es China, seguido por Estados Unidos (incluyendo Puerto Rico).

En Argentina durante el año 1997, la producción estuvo concentrada en La Pampa (65%), y Buenos Aires (17%), con el 82% sobre el total. El 18% restante se distribuye entre Tucumán, Jujuy, Salta, Mendoza y Córdoba.

Páginas web de consulta

[http://www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/Geo20%20\(7\)/Art29.pdf](http://www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/Geo20%20(7)/Art29.pdf)

[www.segemar.gov.ar/P_Oferta_Regiones/Oferta/Sal/Oferta_y_dem - 117k -](http://www.segemar.gov.ar/P_Oferta_Regiones/Oferta/Sal/Oferta_y_dem_-_117k_-)

www.igme.es/internet/PanoramaMinero/actual/SAL2010.pdf

<http://es.wikipedia.org/wiki/Grafito>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Pirita>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Azufre>

ACTIVIDAD INDENDIENTE 10

1. Analice las propiedades y respectivas aplicaciones de los minerales en la Industria Química. Construya un mapa de recursos y productos.
2. Realice una lectura y desarrolle un resumen de carbonatos, productos derivados y consumos para uso en la Industria Química. Recomendado: Las Rocas Carbonáticas de María Beatriz Ponce y Sebastián P. Gambaudo. Instituto de Tecnología Minera- SEGEMAR- INTA EEA Rafaela.



CAPITULO 11 CARBÓN MINERAL.

Concepto 11.1 Componentes esenciales 11.2. Características y propiedades
11.3 Origen. 11.4 Yacimientos. 11.5 Clasificación, reservas y usos. 11.6.
Aplicaciones. 11.7. Situación Argentina

11.1. Carbón Mineral

Es una roca sedimentaria de naturaleza orgánica muy rica en carbono utilizada como combustible fósil.

Se compone de una sustancia carbonosa unida a componentes inorgánicos y una cantidad variable de materias terrosas en estado libre. La distribución de componentes inorgánicos, no es visible a simple vista, se localizan por medio de rayos X, pues el carbón como materia



orgánica, resulta transparente a estos rayos, mientras la materia inorgánica (ceniza) resulta opaca.

Estos componentes de la sustancia carbonosa se pueden encontrar en varias formas:

- ✓ Carbono fijo: el componente mayor
- ✓ Cenizas: arcillas y sílice coloidal (actúa como antifundente durante la coquificación, elevando el punto de fusión).
- ✓ Volátiles: hidrocarburos, S, NH₃, CO, CO₂, etc. (actúan como "fundentes" durante la coquificación).
- ✓ Humedad: agua absorbida o higroscópica (abundante en lignitos).

Los componentes minerales del carbón macroscópico en la nomenclatura de Stopes se llaman litotipos:

- Vitreno Es la parte negra, brillante y quebradiza del carbón.
- Clareno: Es negro y brillante, pero en menor cantidad que el vitreno.
- Dureno: Es el componente mate, gris oscuro, duro y resistente.
- Fuseno: Es la parte negra, blanda y polvorosa que tiende a romperse. No es coquizable, por lo cual perjudica el poder aglomerante del carbón.

11.2 Características y propiedades

Uno de los principales componentes que restan valor al carbón y que obligan a su posterior tratamiento, lo constituye el contenido de cenizas. La ceniza es el material inorgánico, su presencia en el carbón rebaja el poder calorífico, afectando el funcionamiento de los hornos.

Otros elementos del carbón son el oxígeno, nitrógeno, azufre y gases. Aunque cada elemento interviene en distintas formas, en la práctica es



importante controlar el contenido de azufre. Cuando se quema carbón, las emisiones de azufre corroen los tubos de las calderas y eventualmente escapan al medio ambiente. Por este motivo, la normativa ambiental, es el control de los porcentajes de azufre, contenidos en el carbón.

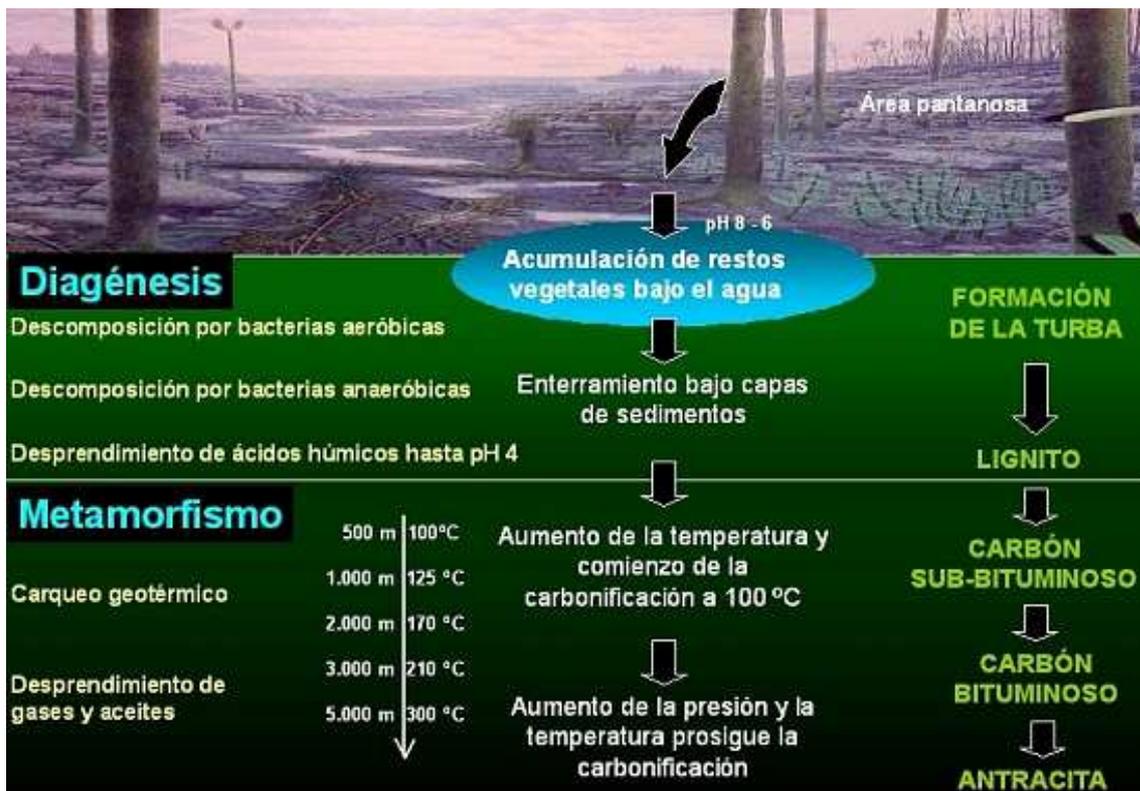
Las propiedades que se van a estudiar en el carbón son *mecánicas, térmicas, eléctricas y físicas*. Estas propiedades, unas más que otras, van a ser importantes desde el punto de vista de la maquinaria y tecnología. Cuando sometemos al carbón a un quemado en ausencia de aire, se obtiene un sólido coherente que recibe el nombre de coque. El mejor carbón para la obtención de coque es la hulla. El denominado coque metalúrgico es un carbón coquizado y que se emplea especialmente en la industria metalúrgica.

11.3 Origen

El carbón tiene sus origen en restos vegetales depositados hace millones de años, debido a los movimientos tectónicos de la corteza terrestre y a las altas presiones y temperaturas sometidas, los restos vegetales sufren transformaciones físicas y químicas, que con el transcurso del tiempo, forman al carbón.

Originalmente se acumularon como plantas en pantanos o fueron depositados en lagunas. La acumulación de limos y otros sedimentos, junto con movimientos de la corteza terrestre (movimientos tectónicos) enterraron estos pantanos y turberas, en algunos casos a una gran profundidad. A medida que iban quedando sepultadas los vegetales

fueron sometidos a elevadas temperaturas y presiones, las cuales causaron cambios físicos y químicos en la vegetación transformándolas, con el correr de los tiempos en carbón. Inicialmente la turba, fue convertida en lignito ó carbón pardo, que son tipos de carbón con "madurez" orgánica baja.



Luego de muchos millones de años, la continuidad de los efectos de la temperatura y presión produjo cambios adicionales en el lignito, incrementando progresivamente su madurez y transformándolo al rango conocido como carbones sub-bituminosos.

A medida que este proceso fue ocurriendo, una serie de cambios químicos y físicos provocan que el carbón se vuelva más duro y maduro,



punto en el cual se le clasifica como bituminoso o carbón duro. Bajo las condiciones adecuadas, el incremento progresivo en la madurez orgánica continua, para finalmente formar la antracita.

Los grandes depósitos de carbón sólo comenzaron a formarse después de la evolución de las plantas en el período Devónico, hace 400 millones de años. Durante el período Carbonífero (345 a 280 millones de años) ocurrieron acumulaciones en el Hemisferio Norte; durante el período Permiano–Carbonífero (345 a 225 millones de años) en el Hemisferio Sur y más recientemente, al final del período Cretáceo y principios de la era Terciaria (100 a 15 millones de años) en áreas tan diversas como EEUU, América del Sur, Indonesia y Nueva Zelanda.

Cuanto más antiguos son estos depósitos y mayor su recubrimiento, la transformación se encuentra más avanzada y la potencia será menor que al comienzo, esto a raíz de la compresión y de las pérdidas en materias volátiles. Aunque las características y riquezas dependen de muchas otras circunstancias, que no competen a este trabajo, se comprende el papel fundamental que juegan los procesos de formación en las características de los yacimientos y, por lo tanto, en las calidades de los distintos mantos de este recurso valioso, el carbón.

Los medios en los que pueden darse estos procesos de acumulación son:

- Marismas, saladas o salobres.
- Zonas pantanosas, ciénagas, canales, lagos intracontinentales.
- Ambientes fluviales y deltaicos.

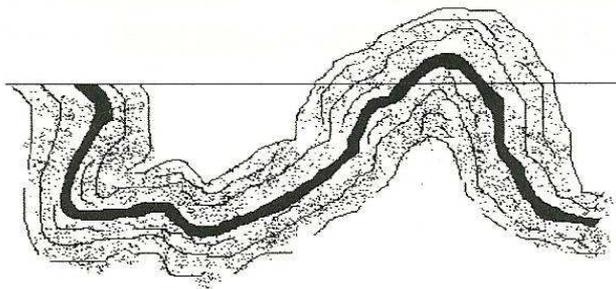
Uno de los más favorables para la acumulación son *los deltas*, cuyas secuencias estratigráficas, están constituidas por alternancias de capas

de carbón con material arcilloso o arenoso, con otras capas de rocas sedimentarias como conglomerados y, en algunos casos, rocas metamórficas como esquistos y pizarras.

El paleoclima, o sea el clima imperante en la época de formación del carbón, más favorable es el tropical, generador de vegetaciones exuberantes.

1.4 Yacimientos

Los yacimientos pueden ser tanto vetas como en mantos. Es común que estén plegados o constituidos por múltiples capas, no todas explotables; estas pueden ser continuas o lenticulares.

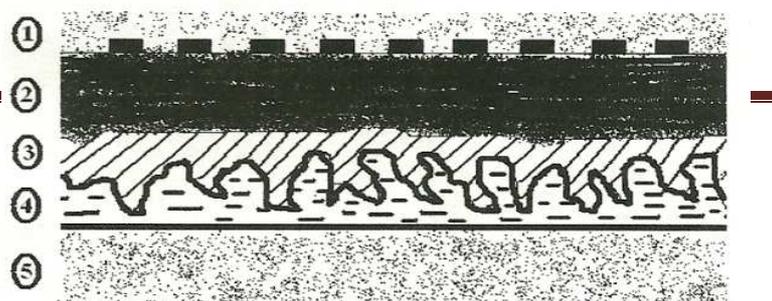


Carbón autóctono:

Se dan cuando el material vegetal se deposita in-situ. Es el tipo de yacimientos extenso y continuo, pero también más irregular porque hay sectores ricos en ceniza. Gran parte del carbón suele ser de mala calidad. Se pueden reconocer 5 unidades típicas en un perfil.

- 1) Techo
- 2) Carbón principal

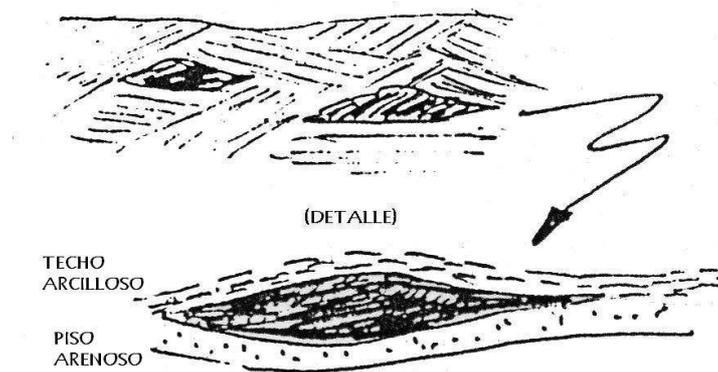
Mgtr. Ovejero Ana Ingrid



- 3) Carbón pobre
- 4) Arcilla refractaria
- 5) Piso

Carbón Alóctono:

Son cuerpos lenticulares pequeños, casi siempre con carbón de muy buena calidad. En general son formaciones sedimentarias de tipo arenoso-limoso, con estratificación entrecruzada. Sus límites son muy netos, pero el piso tiende a ser más arenoso que el techo arcilloso.

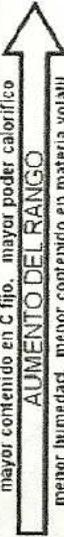


Tanto uno como el otro, están muy lajados o esquistoso, con poca sustentación mecánica, que dificulta la explotación. En estos casos el carbón puede estar muy molido. Estos materiales han sufrido un extenso transporte, de tal modo que la sedimentación se produce en zonas de baja energía.

11.5 Clasificaciones

Las normas ASTM fijan un estándar en la clasificación de carbones. Define carbones de bajo rango a aquellos cuyo poder calorífico, con humedad sea menor a 6.390 Kcal/Kg. En este rango están los carbones denominados sub-bituminosos y los lignitos. En los carbones de alto rango, con un poder calorífico mayor a 6.390Kcal/Kg, se incluyen los carbones bituminosos y antracitas. El rango de los carbones minerales está en función del grado de carbonificación que haya experimentado la materia vegetal, el grado de "metamorfismo" o "carbonificación" a la que

RANGO		C fijo (%)	Humedad (%)	Materia Volátil (%)	Poder calorífico (MJ/kg)
Antracita		86 - 98	< 3	< 5	23 - 33
Bituminoso (Hulla) (bajo, medio y alto en volátiles)		45 - 86	5 - 10	10 - 30	24-35
Sub-bituminoso		35 - 45	15 - 30	30 - 40	20-21
Lignito		25 - 42	40 - 60	40 - 50	10-20
Turba		< 25			



 mayor contenido en C fijo. mayor poder calorífico
AUMENTO DEL RANGO
 menor humedad. menor contenido en materia volátil

fue sometido el carbón, desde turba a antracita, tiene una importante relación con sus propiedades físicas y químicas. Estos van desde la turba, que es el menos evolucionado y en que la materia vegetal muestra poca alteración, hasta la antracita que es el carbón mineral con una mayor

evolución. Esta evolución depende de la edad del carbón, así como de la profundidad y condiciones de presión, temperatura, entorno, etc.

El incremento en el rango está acompañado por un aumento en los contenidos de carbono y de energía del carbón, así como de una disminución en el nivel de humedad. La antracita está en el tope del rango y por tanto, tiene los más altos contenidos de carbono y energía, y los menores niveles de humedad, son duros y resistentes.

El rango de un carbón mineral se determina en función de criterios tales como el contenido en materia volátil, carbono fijo, humedad, poder calorífico, etc. Existen varias clasificaciones de carbones según su rango. Una de las más utilizadas divide a los carbones de mayor a menor rango en:

- Antracita
- Bituminoso bajo en volátiles
- Bituminoso medio en volátiles
- Bituminoso alto en volátiles
- Sub-bituminoso
- Lignito

Antracita: Es el carbón mineral de más alto rango y el que presenta mayor contenido de carbono y mayor poder calorífico.



Carbón Bituminoso: Es un carbón mineral denso, de color negro o marrón oscuro, se utiliza para su combustión en centrales térmicas y para la producción de coque metalúrgico. La hulla pertenece a este tipo de carbón bituminoso con contenidos altos y medios en volátiles.



Carbón Sub-Bituminoso: Estos carbones presentan propiedades intermedias entre el lignito y los carbones bituminosos. Normalmente se utilizan en centrales térmicas para la producción de energía.



sub-bituminosos, y un color marrón denomina a veces

Lignito: Es el rango inferior al de los carbones por lo general, presenta un color oscuro por lo que se les denomina lignito pardo.



Turba: Es un material orgánico compacto, de color pardo oscuro y rico en carbono. En estado fresco alcanza hasta un 98% de humedad, pero una vez desecada puede usarse como combustible. La turba también se usa en jardinería para mejorar suelos por su capacidad de retención de agua.



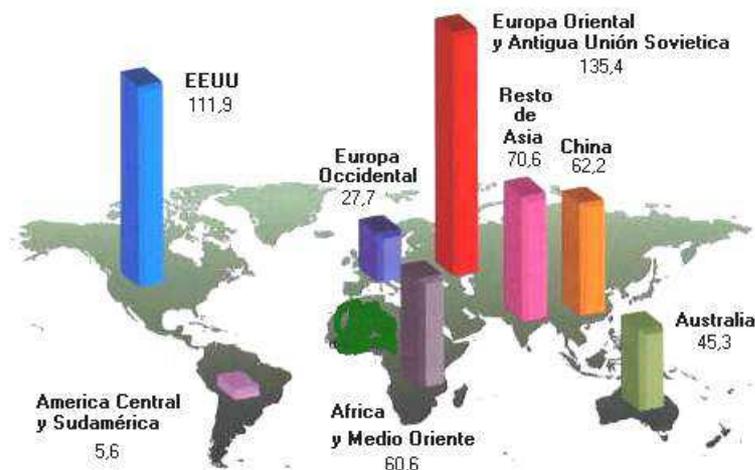
11.5.1 Recursos y Reservas

De todos los combustibles fósiles, el carbón es por mucho el más abundante en el mundo. No solamente existen grandes reservas, sino que también están geográficamente esparcidas en más de 100 países en todos los continentes.

La abundancia de las reservas constituye una disponibilidad de suministro durante mucho tiempo. A los niveles de producción de 1998, las reservas de carbón son suficientes para los próximos 250 años.

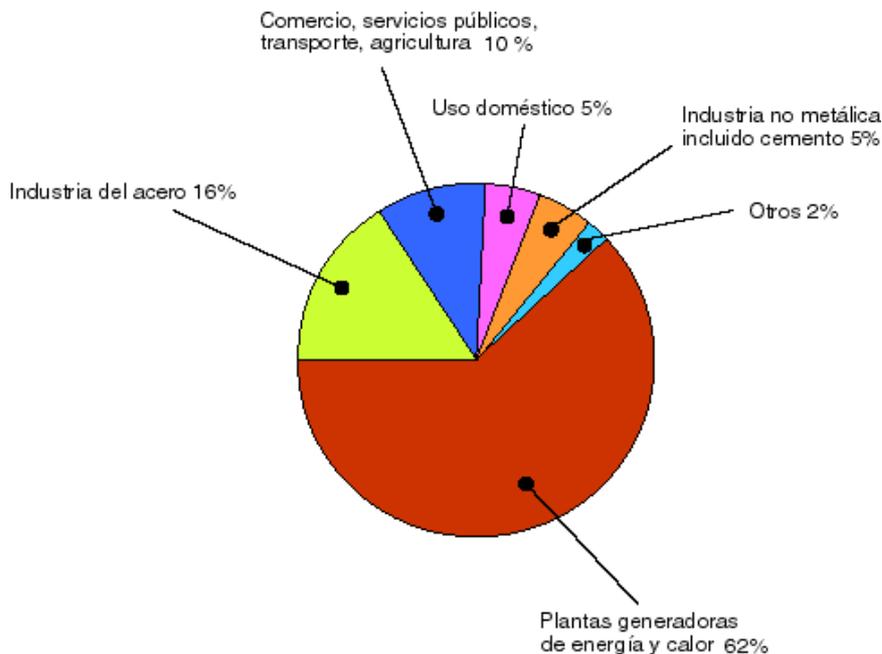
La cifra anterior considera los recursos carboníferos que pueden probarse durante las exploraciones en curso, aquellos recursos que se vuelvan accesibles a medida que se hagan mejoras en las tecnologías de explotación o se vuelvan comerciales por el incremento en el uso de carbones de bajo rango, cuya utilización no es actualmente rentable.

Las relaciones actuales de reservas de carbón son aproximadamente 4 veces las reservas de petróleo La siguiente figura muestra la distribución mundial de las reservas de carbón.



11.6. Aplicaciones

El carbón suministra el 25% de la energía primaria consumida en el mundo, sólo por detrás del petróleo. Además es de las primeras fuentes de energía eléctrica, con 40% de la producción mundial (datos de 2006). Las aplicaciones principales del carbón son:



Coque.

Es utilizado como combustible y reductor en distintas industrias, principalmente en los altos hornos (coque siderúrgico). Dos tercios del acero mundial se producen utilizando coque de carbón

-Siderurgia. Mezclando minerales de hierro con carbón se obtiene una aleación en la que el hierro se enriquece en carbono, obteniendo mayor resistencia y elasticidad. Dependiendo de la cantidad de carbono, se obtiene:

- Hierro dulce: menos del 0,2 % de carbono.
- Acero: entre 0,2 % y 1,2 % de carbono.



-
- Fundición: más del 1,2 % de carbono.
 - Industrias varias. Se utiliza en las fábricas que necesitan mucha energía en sus procesos, como las fábricas de cemento y de ladrillos.
 - Uso doméstico: Aún hoy sigue siendo usado para calefacción, principalmente en los países en vías de desarrollo, mientras que en los países desarrollados ha sido desplazados por otras fuentes más limpias de calor (gas natural, energía eléctrica) para rebajar el índice de contaminación.
 - Carboquímica: Obtiene un gas llamado gas de síntesis, compuesto principalmente de hidrógeno y monóxido de carbono. El gas de síntesis es una materia prima básica que puede transformarse en numerosos productos químicos de interés como, por ejemplo: amoníaco, metanol, gasolina y gasoleo de automoción a través del proceso Fischer-Tropsch (proceso químico para la producción de hidrocarburos líquidos a partir de gas de síntesis, CO y H₂)
 - Petróleo sintético: Mediante el proceso de licuefacción directa, el carbón puede ser transformado en un crudo similar al petróleo. La licuefacción directa fue practicada ampliamente en Alemania durante la Segunda Guerra Mundial pero en la actualidad no existe ninguna planta de escala industrial en el mundo.

Estas dos últimas aplicaciones antiguas son muy contaminantes y requieren mucha energía, desperdiciando así un tercio del balance energético global. Debido a la crisis del petróleo se han vuelto a utilizar.

11.6. Situación en Argentina



Referencia página web

<http://www.catamutun.com/product/carbon/clasi.html>

newton.cnice.mec.es/newton2/Newton.../carbon.php

<http://www.catamutun.com/produccion/carbon/compo.html>

www.slideshare.net/.../carbnpetroleo-y-gas-natural



<http://www.bp.com/sectiongenericarticle.do?categoryId=9026015&contentId=7048013#7297714>

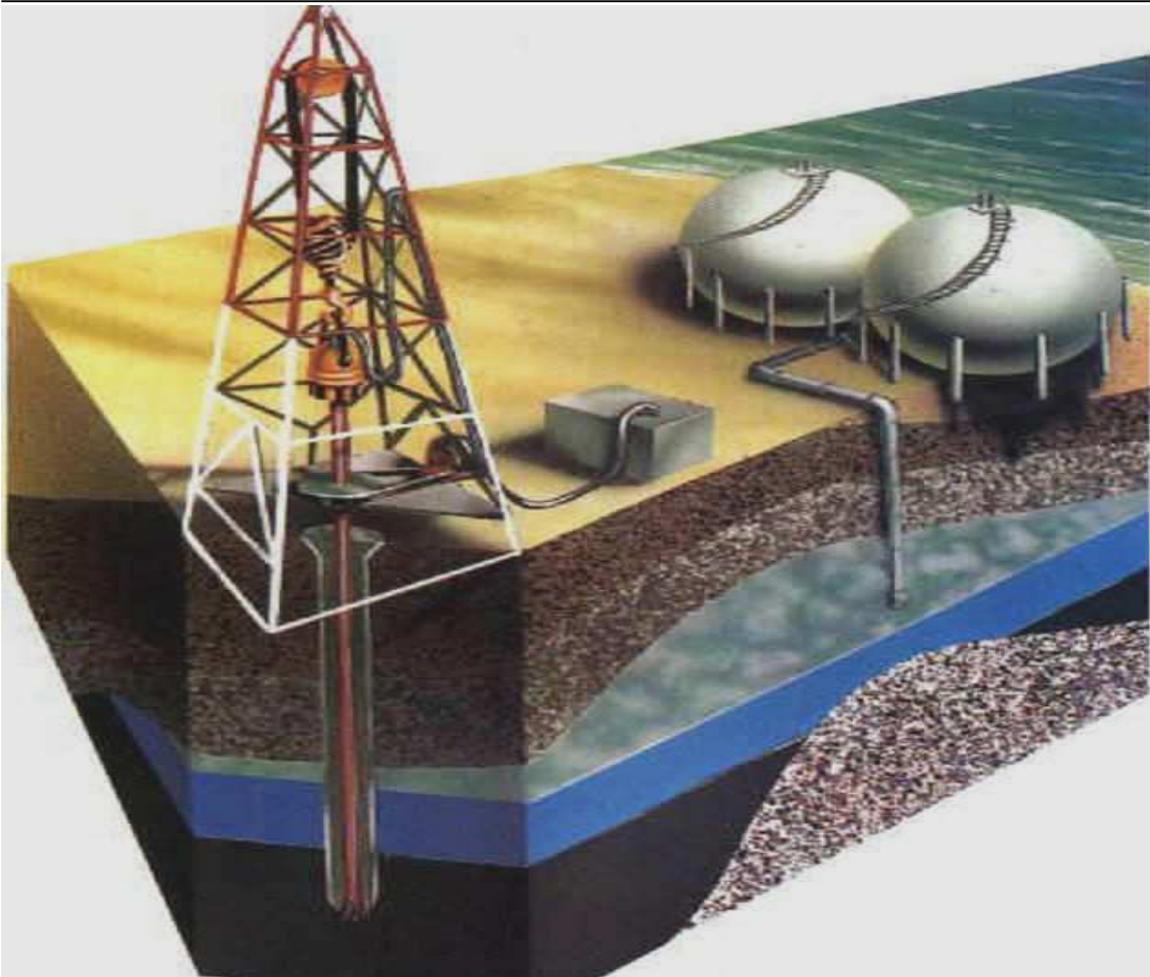
http://www.endesa.com/es/conoceendesa/lineasnegocio/Electricidad/Centrales_termoel%C3%A9ctricas

<http://es.wikipedia.org/wiki/Carb%C3%B3n>

<http://www.efn.uncor.edu/departamentos/GeoBas/GeoGral/23-%20Combustibles%20F%C3%B3siles.pdf>

ACTIVIDAD INDEPENDIENTE 11

1. Realice un cuadro que reúna los componentes, origen, yacimientos, localización y utilidades.
2. Lea las características geológicas del yacimiento de Rio Turbio. Realice un resumen.



CAPITULO 12 PETRÓLEO

12.1. Definición, 12.2. Origen. 12.3. Generación, migración y entrapamiento. Reservorio 12.4. Yacimientos. 12.5. Recursos 12.6 Cuencas sedimentarias hidrocarburíferas. 12.7. Reservas. 12.8. Aplicaciones. 12.9. Uranio. Composición, formación. Aplicaciones Situación en Argentina

12.1. Definición. Generalidades

El petróleo es una mezcla de hidrocarburos lo forman átomos de carbono e hidrógeno y pequeñas proporciones de nitrógeno, azufre, oxígeno y algunos metales.



En condiciones normales es un líquido bituminoso que puede presentar gran variación de color y viscosidad (desde amarillentos y poco viscosos como la gasolina hasta líquidos negros tan viscosos que apenas fluyen), densidad (entre 0,75 g/ml y 0,95 g/ml), capacidad calorífica, etc. Estas variaciones se deben a la diversidad de concentraciones que componen la mezcla.

En la industria petrolera, la palabra "crudo" se refiere al petróleo en su forma natural no refinado, tal como se obtiene del subsuelo.

La alta dependencia que el mundo tiene del petróleo, la inestabilidad del mercado internacional y las fluctuaciones de los precios de este producto, ha llevado a que se investiguen energías alternativas y renovables como la energía solar, eólica, hidroeléctrica, hasta ahora no se ha logrado una opción que realmente lo sustituya.

12.2. Origen

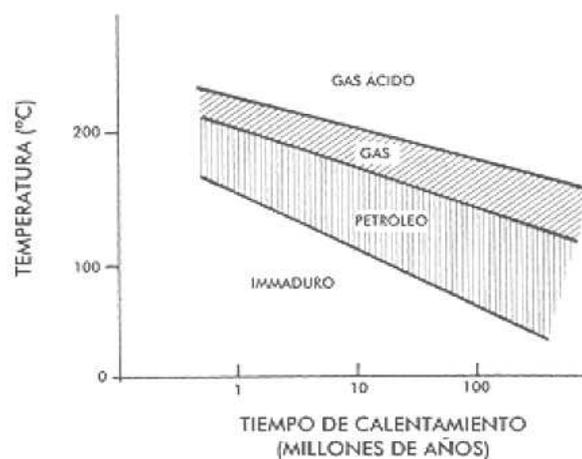
El petróleo se origina de una materia prima formada principalmente por detritos de organismos vivos acuáticos, vegetales y animales, que vivían en los mares, lagunas o desembocaduras de los ríos o en las cercanías del mar. Se encuentra únicamente en los medios de origen sedimentario. La materia orgánica se deposita y se va cubriendo por sedimentos al quedar cada vez a mayor profundidad, se transforma en hidrocarburos, proceso que, según las recientes teorías, es una degradación producida por bacterias aeróbicas primero y anaeróbicas después. Estas reacciones desprenden oxígeno, nitrógeno y azufre, que forman parte de los compuestos volátiles de los hidrocarburos.

En términos generales, el petróleo se produce a lo largo de millones de años en profundidades de alrededor de 5 Km. a una temperatura de 150 °C. A profundidades mayores a los 5 Km. a temperaturas de 200 °C darán lugar a la conversión del petróleo en gas. El gas se tornará incluso



en gas ácido sulfuroso si la temperatura es aún mayor. Si por el contrario, el material orgánico no es lo suficientemente calentado, en profundidades por encima de los 4-5 Km., la formación de petróleo no tendrá lugar, ya que estos quedarán en un estado inmaduro y consecuentemente, inútiles para el hombre.

A medida que los sedimentos se hacen compactos por efectos de la presión, se forma la "roca madre". Posteriormente, por fenómenos de "migración", el petróleo pasa a impregnar rocas más porosas permeables (arenas o y más calizas fisuradas, dolomías), llamadas "rocas almacén" o recipiente, y en las cuales el petróleo se concentra y permanece en ellas si encuentra alguna trampa que impida la migración





hasta la superficie, donde se oxida y volatiliza perdiendo todo interés como fuente de energía.

El gas natural se halla en yacimientos aislados y, en ocasiones, junto al petróleo. Contiene volátiles de bajo peso molecular (hasta ocho átomos de carbono) y, en líneas generales tiene la siguiente composición: metano: 80%; etano: 13%; propano: 3%; butano: 1 %; alcanos C5 a C8: 0,5%; nitrógeno: 2,5%; CO₂, H₂, He: el resto. De esa mezcla de gases se suelen separar, por licuación, los hidrocarburos de tres carbonos en adelante, que son envasados a presión y empleados como combustible, como el propano o el butano. La fracción gaseosa del metano y el etano es distribuida a través de gasoductos y es lo que se conoce en la práctica como el gas natural, utilizado, por ejemplo, en las calefacciones.

12.3. Generación, migración y entrapamiento

Como se ha mencionado, el petróleo se forma bajo la superficie terrestre por la descomposición de organismos marinos.

Estos depósitos, ricos en materiales orgánicos, se convierten en rocas generadoras de crudo.

Existen factores para su formación:

- ✓ Ausencia de aire
- ✓ Restos plantas y animales (sobre todo, plancton marino)
- ✓ Gran presión de las capas de tierra
- ✓ Altas temperaturas
- ✓ Acción de bacterias

La conversión del material orgánico al petróleo se llama catagénesis, y está asistida por la presión, la temperatura, la alteración termal y la degradación causada por el enterramiento. Estos factores resultan de la profundidad y la acción bacteriana en un ambiente químico no oxidante

(reductor) y cerrado, la radioactividad y la catálisis (procesos de transformación de los componentes de la matriz mineral de la roca origen).

En la grafica puede observarse como se genera el petróleo. Inicialmente existen:

a) Materiales ricos en carbono, formados en las aguas superficiales, se acumulan en aguas profundas donde no pueden ser consumidas por otros organismos.



b) Acumulaciones posteriores de sedimentos sellan los materiales ricos en carbono; las altas temperaturas y presiones transforman este material en petróleo y gas.



c) Acumulaciones de sedimentos adicionales comprimen los depósitos originales, empujando el petróleo y gas, los cuales emigran hacia rocas más permeables, generalmente arenas y areniscas



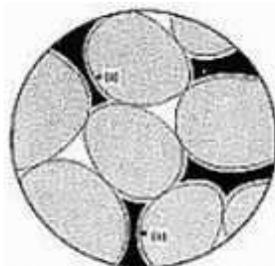
En consecuencia, la presencia de petróleo en las rocas arenas y areniscas recipientes, se ha producido un movimiento de fluidos desde la roca madre. Este movimiento es llamado *migración del petróleo*.

Es migración primaria como el movimiento de hidrocarburos desde la roca madre hasta la roca recipiente, arrastrados por el agua, y/o en partículas minúsculas, tal vez de tamaño coloidal o microscópicas, y que algunas de ellas incluso pueden haber estado disueltas en agua. A medida que el agua se mueve a través de la roca recipiente, las partículas de petróleo arrastradas en ella se concentrarían formando acumulaciones.

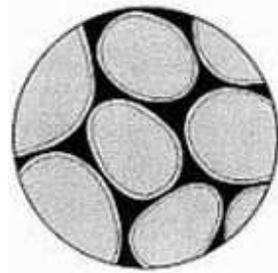
La migración secundaria es cuando se produce la concentración y acumulación del petróleo y el gas en el yacimiento. Si en el yacimiento se logra una acumulación de petróleo y gas suficiente para formar una fase continua y desarrollar flotabilidad, esta fuerza superará la resistencia capilar en los poros saturados de agua, el petróleo y el gas se moverán hacia arriba a lo largo de la red de poros interconectados de mayor tamaño recogiendo partículas dispersas de hidrocarburos en su camino, aumentando su flotabilidad hasta llegar al punto más alto del yacimiento.

Existen varios tipos de porosidad según la conexión de sus poros:

Conectada: poros conectados por un solo lado.



Interconectada: poros conectados por varios lados. Las corrientes de agua pueden desalojar el gas y el petróleo



Los poros conectados e interconectados constituyen la porosidad efectiva.

Permeabilidad: Es el segundo factor importante para la existencia de un almacén. La permeabilidad (k) es la capacidad de una roca para que un fluido fluya a través de ella

Las trampas son sitios del subsuelo donde existen condiciones adecuadas para que se acumulen los hidrocarburos. Estas se caracterizan por la presencia de rocas porosas y permeables conocidas como rocas almacén o reservorios, donde se acumulan o almacenan los hidrocarburos bordeados de capas de rocas impermeables o rocas sello que impiden su migración.

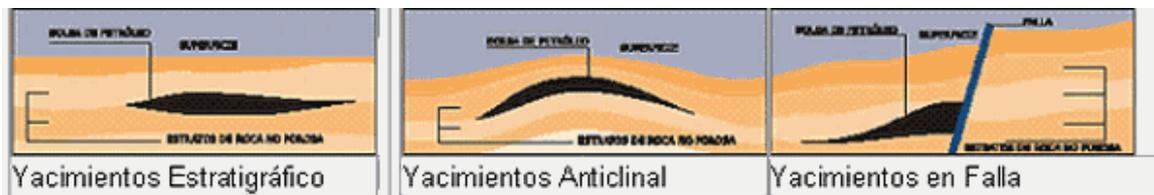
12.4. Tipos de Yacimiento

Al ser un compuesto en estado líquido o gaseoso, su presencia no se localiza habitualmente en el lugar en el que se generó, sino que ha sufrido previamente como se ha mencionado anteriormente un movimiento vertical o lateral, filtrándose a través de rocas porosas, a veces una distancia considerable, hasta encontrar una salida al exterior (En este caso se evapora y parte se oxida al contactar con el aire, con lo cual el petróleo en sí desaparece) o hasta encontrar una roca impermeable que le impide la salida. Entonces se habla de yacimiento y se pueden encontrar:

Estratigráficos: En forma de cuña alargada que se inserta entre dos estratos.

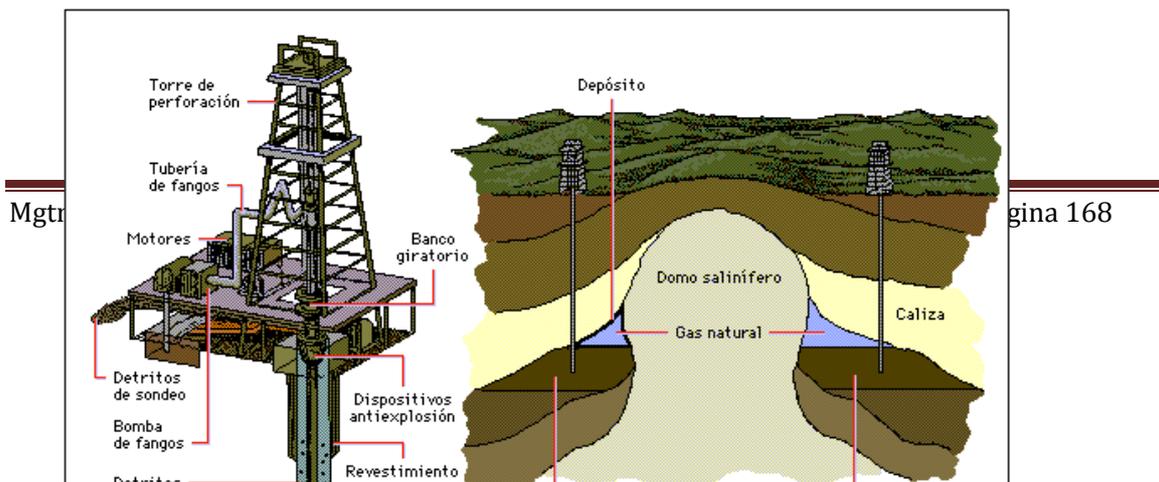
Anticlinal: En un repliegue del subsuelo, que almacena el petróleo en el arqueamiento del terreno.

Falla: Cuando el terreno se fractura, los estratos que antes coincidían se separan. Si el estrato que contenía petróleo encuentra entonces una roca no porosa, se forma la bolsa o yacimiento.



Cuando las partículas de petróleo y gas arrastrados por el agua llegan a una zona anticlinal, *las fuerzas gravitacionales* tienden a impedir la continuación del movimiento del agua al alcanzar la cresta del anticlinal. Este proceso conlleva a que el petróleo y el gas son retenidos en la zona más alta de la estructura. Al llegar los fluidos a la trampa se produce un nuevo movimiento de separación de los fluidos y los gases capturados en esas trampas geológicas suelen estar separados en tres capas: agua (densidad más alta, capa inferior), petróleo (capa media) y gas natural (densidad baja, capa superior).

La situación es algo diferente en el caso de una *trampa estratigráfica*, en el cual la permeabilidad decrece buzamiento arriba (hasta el punto donde dicha fuerza de flotabilidad o la presión capilar ya no pueden superar la presión de desplazamiento de las rocas de granos más fino).





Cuando se perfora un pozo que llega hasta una acumulación de petróleo a presión, el petróleo se expande hacia la zona de baja presión creada por el pozo en comunicación con la superficie terrestre. A medida que se continúa retirando líquido del yacimiento, la presión del mismo va disminuyendo poco a poco, así como la cantidad de gas natural disuelto. Esto hace que la velocidad de flujo del líquido hacia el pozo se haga menor y se libere menos gas. Cuando el petróleo ya no llega a la superficie se hace necesario instalar una bomba en el pozo para continuar extrayendo el crudo.

12.5. Recursos

Las llamadas lutitas pirobituminosas, son rocas sedimentarias que contienen en su matriz mineral materia orgánica de tipo querógeno, compuesta principalmente por asfaltitas

Su origen es debido a la metamorfosis de un petróleo asfáltico, debido a cambios de temperatura y presión creciente, seguiría los pasos siguientes de petróleo asfáltico, asfalto blando, asfalto duro, asfaltitas, Pirobitúmenes asfálticos.

Esta materia orgánica asociada a la roca, es la responsable de que el mineral pueda ser utilizado como combustible o como fuente de



compuestos de interés industrial. El mayor yacimiento en la actualidad se encuentra en Queensland (Australia).

Se utiliza como material de mezcla en la pavimentación; impermeabilizantes en la fabricación de encerados, lacas, barnices, material aislante para uso en la electrónica; material filtrante de acueducto; fabricación de cajas de batería, tintas de impresión, accesorios eléctricos; en la industria del caucho y de pinturas resistentes al ácido, entre otros

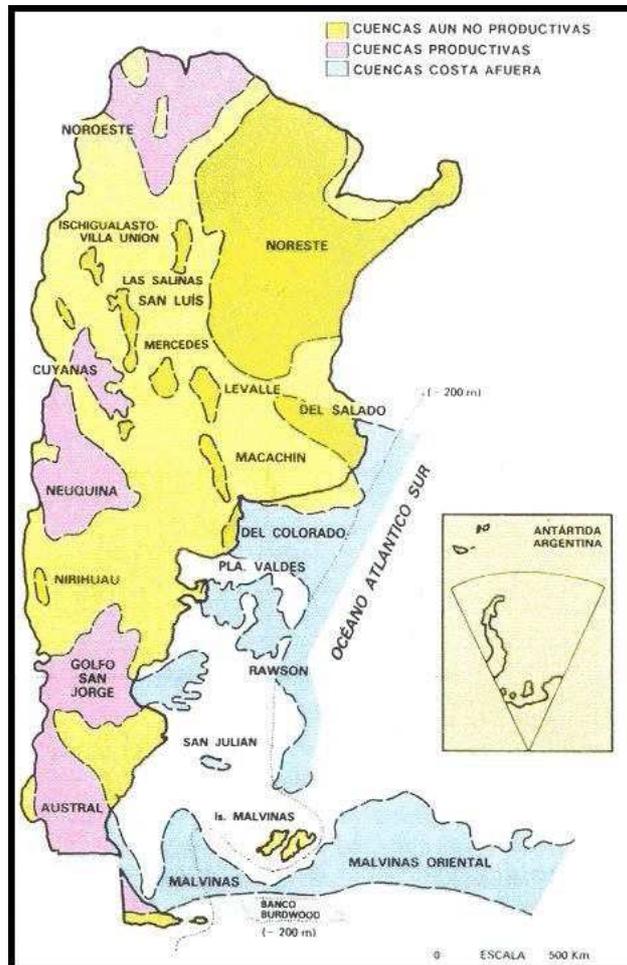
Las ozoqueritas u ozokerita: es un mineral natural de cera o parafina, químicamente, consiste en una mezcla de varios hidrocarburos, que contiene 85-87 % en peso de carbono y 14.3% de hidrógeno. Algunas de sus propiedades son el rango de peso específico 0,85 a 0,95. Punto de fusión 85 a 100 °C. Soluble en éter de petróleo, benceno, aguarrás, cloroformo, disulfato de carbono, etc. Tiene una alta capacidad calorífica y una baja conductividad térmica. Las densidades varían desde 0.85 hasta 0.95. Su punto de fusión se encuentra entre los 58° a 100° C La consistencia varía de viscosa a sólida, a veces como aceite. Tiene el olor de queroseno. Se disuelve mal en el alcohol y es insoluble en agua.

La evaporación lenta y la oxidación del aceite dieron lugar a la deposición de su parafina que se fue infiltrando por las grietas de las rocas. En la naturaleza, ozoquerita varía de una cera blanda a un cuerpo negro tan duro como el yeso.

Existen depósitos de ozoquerita en una treintena de países, en las regiones que rodea los Cárpatos con los yacimientos históricos de Galitzia (Rumania y Polonia) otra en Utah, en los EE.UU., en la península Cheleken, cerca de Türkmenbaşyen Turkmenistán y en Farg'ona, Uzbekistán y por último en China en la provincia de Guizhou.

13.6. Cuencas petroleras

Las
cubetas
las
se
teoría de
se han
cuencas
una
cinco de



"cuencas sedimentarias" son rellenas de sedimentos, que son únicas rocas donde pueden generar hidrocarburos (conforme a la Engler) En la República Argentina identificado 19 sedimentarias, con superficie total de aproximadamente 1.750.000 km², estas cuencas tienen continuidad sobre la plataforma

continental, mientras que otras tres se extienden bajo las aguas del mar. Las cuencas productivas de hidrocarburos son Noroeste, Cuyana, Neuquina, Golfo de San Jorge y Austral o de Magallanes.

Considerando solamente la porción emergida, su superficie abarca un 40% de lo que en la actualidad se conoce como cuencas útiles a los fines petroleros.



Cuencas sedimentarias argentinas son lugares favorables que se acumula el petróleo, en pocos casos se dan en rocas graníticas. El tamaño de estas cubetas varía en decenas de miles de kilómetros cuadrados, y el espesor generalmente es de miles de metros, alcanzando hasta 7.000 metros. Estas cubetas se encuentran rodeadas por zonas de basamento (que rara vez contienen petróleo).

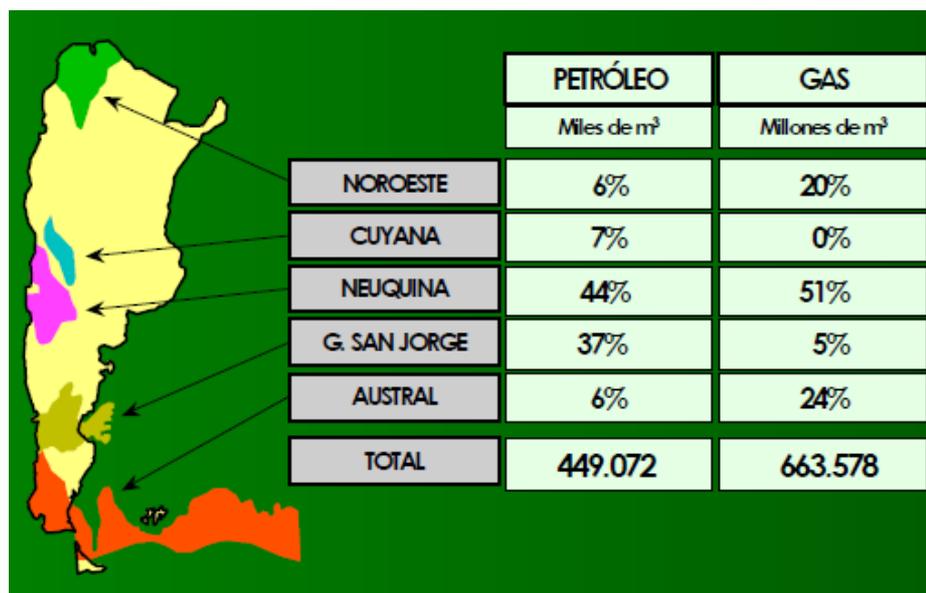
12.7. Reservas

El 77% de las reservas se encuentran en los 11 países pertenecientes a la Organización de Países productores de petróleo (OPEP)-Arabia Saudita, Argelia, Emiratos Árabes Unidos, Indonesia, Irak, Irán, Kuwait, Libia, Nigeria, Qatar y Venezuela.

El 7,5% del total mundial se encuentra en países pertenecientes a la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), formada por 30 países entre los que se encuentran los económicamente más potentes del mundo. El resto, un 15,6%, está repartido en los

demás países del mundo (entre éstos destacan, por sus reservas, Rusia y China).

Hoy en día el petróleo y gas le provén a Argentina el 90% de los recursos energéticos y un 10 % restante corresponde la consumo de carbón, hidroeléctrica, energía nuclear y otros.



Cuadro de reservas recursos energéticos de petróleo y gas probadas, cuencas sedimentarias. Argentina 2002, Fuente de Dicco (2002

En resumen cualquier faltante en los recursos de petróleo y gas generara una crisis energética. Los estudios recientes definen que el petróleo comenzara a escasear en el 20140 ya los países del medio oriente comenzaron trazar un horizonte que busca sostenerse en el tiempo. Venezuela con el 7,5 de las reservas mundiales, México con el 2,5 y Brasil con el 0,8 han reafirmado como a este recurso como estratégico. Sin hidrocarburos no existirán inversiones por lo que el petróleo o gas no convencional son riquezas poco explotadas por tratarse de hidrocarburos contenidos en zonas de baja permeabilidad.



Últimamente, se piensa en el desarrollo de la industria de hidrocarburos no convencionales en lutitas, que son rocas sedimentarias provenientes de elementos ricos en materia orgánica. El shale es una formación sedimentaria que contiene gas y petróleo y Argentina tiene un gran potencial de este tipo de recursos. La característica definitoria del shale es que no tiene la suficiente permeabilidad para que el petróleo y el gas puedan ser extraídos con los métodos convencionales, lo cual hace necesario la aplicación de nuevas tecnologías. Los acuíferos de agua dulce y las formaciones se protegen aislando el pozo con una cañería de gran espesor llamado "casing" y con la cementación de las paredes del pozo. De esta manera, los acuíferos y la columna litológica quedan completamente aislados y seguros durante todos los años de producción. La Formación Vaca Muerta desde donde se extrae el shale se encuentra entre los 2.500 a 3.000 metros.

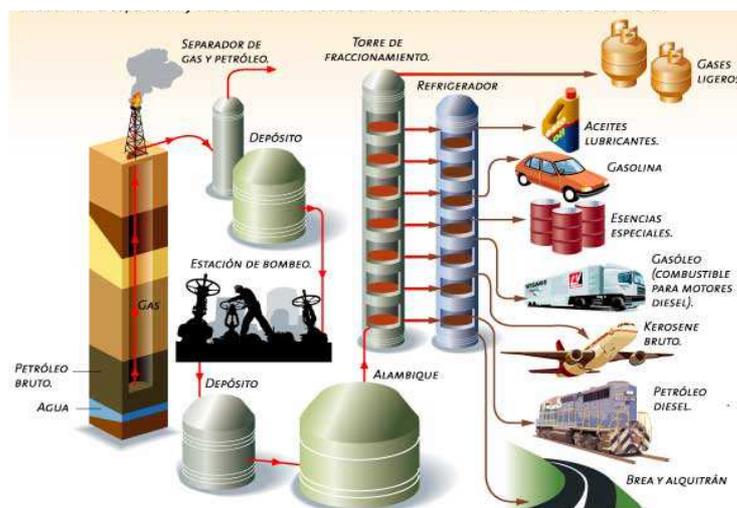
El hidrocarburo está acumulado en los poros y fisuras de ciertas rocas sedimentarias estratificadas de grano fino o muy fino, arcillosas o pizarra, tienen poros muy pequeños y son muy poco permeables por lo que impiden la liberación del combustible. Para obtenerlo, se practica una perforación vertical (en realidad cientos de ellas) hasta alcanzar el objetivo y luego continúa en forma horizontal y profunda, perforando la roca e inyectándole millones de litros de agua con químico y un sólido poroso, como la arena, para que mantenga abierta la fractura y permita el escape de los hidrocarburos. Eso es el fracking, o fractura hidráulica. El producto obtenido, tight gas sands, de arenas compactas y Shale gas y shale oil de roca de esquisto/pizarra bituminosas.

El petróleo de esquistos bituminosos o shale oil, es un petróleo no convencional producido a partir de esquistos bituminosos. Los esquistos bituminosos (lutitas bituminosas) son rocas sedimentarias arcillosas, generalmente negruzcas, que contienen materiales inorgánicos y

orgánicos, procedentes de la fauna y la flora acuáticas (el lenguaje común serían rocas empapadas de petróleo). Mediante pirólisis, hidrogenación, o disolución térmica el petróleo es extraído de estas rocas. Estos procesos convierten a la materia orgánica contenida dentro de la roca (querógeno) en petróleo sintético y gas.

12.8 Aplicaciones

El petróleo crudo no tiene aplicación comercial, por lo que es necesario someterlo a un proceso de destilación fraccionada en refinerías, de las diversas fracciones de petróleo, las que tienen aplicación como combustible son las que se visualiza en la imagen:



Gracias a los conocimientos generados por la química, se pueden obtener petróleo numerosos y variados elementos, fundamentalmente combustible, que usan a diario y que han revolucionado al mundo moderno.

12.9. Combustible Nuclear: Uranio



El uranio, generalmente bajo la forma de dióxido de uranio (UO_2), es la materia prima con la que se fabrica el combustible nuclear.

Es un elemento químico de aspecto metálico, blanco plateado, tiene peso atómico 92, es de mayor peso de todos los elementos que se encuentran en la naturaleza. El uranio es aproximadamente un 70% más denso que el plomo, aunque menos denso que el oro o el wolframio.

El uranio natural, está formado por una mezcla de U^{238} y U^{235} . Este último, se utiliza en los reactores nucleares, ya que es el isótopo que fisiona y produce neutrones.

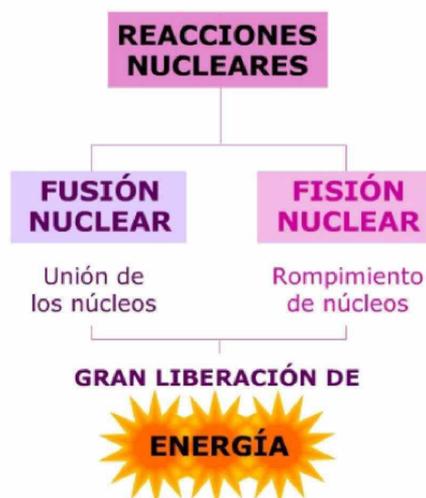
Para producir combustible, el uranio natural es separado en dos porciones. La porción combustible tiene más ^{235}U que lo normal, denominándose uranio enriquecido, mientras que la porción sobrante, con menos U^{235} que lo normal, se llama uranio empobrecido.

Origen: generalmente bajo la forma de dióxido de uranio (UO_2), tiene el mayor peso atómico entre todos los elementos que se encuentran en la naturaleza.

El ^{235}U se utiliza como combustible en centrales nucleares y en algunos diseños de armamento nuclear.

Es blanco, metálico un poco más blando que el acero Es radiactivo fue descubierto como oxido pechblenda UO_2 -Uraninita UO_2 , entre otros

Industrialización: Sabemos que el Uranio es el elemento clave para el



desarrollo de la Energía Nuclear. Esta se genera mediante la fisión de átomos de uranio. El calor que produce este proceso de fisión se emplea para impulsar una turbina que genera electricidad. El reactor nuclear y el equipo de generación eléctrica son sólo parte de un conjunto de actividades interrelacionadas. La producción de un suministro fiable de electricidad a partir de la fisión nuclear exige extraer, procesar y transportar el

uranio; enriquecerlo y empaquetarlo en la forma adecuada; construir y conservar el reactor y el equipo generador, y procesar y retirar el combustible gastado. Estas actividades requieren unos procesos industriales muy complejos e interactivos y conocimientos especializados.

Cabe señalar que en un principio, el uranio estaba prácticamente restringido a la producción de armas nucleares hasta que luego se empezó a utilizar uranio enriquecido para el desarrollo de plantas nucleares. Esto no significa que esta materia no se siga utilizando con



finés bélicos. Luego de los atentados sucedidos a nivel mundial en los últimos años, se realizó una investigación que afirma que la Argentina ha estado vendiendo núcleos de uranio a países como Irán, Argelia y Egipto. Esto confirma que nuestro país ha exportado grandes cantidades de uranio, lo que da a suponer que posee una gran reserva del mismo que sirve no solo para el propio abastecimiento de sus centrales nucleares, sino que también contamos con un exceso del mismo para exportar.

Las centrales nucleares que posee nuestro país son tres: una llamada Atucha I, localizada en la provincia de Buenos Aires que utiliza uranio natural como combustible y agua pesada como moderador y refrigerante, posee una potencia neta de 346 MW y desde el mes de junio de 1974 entrega energía al Sistema Interconectado Nacional.

Otra central nuclear es la llamada Embalse que está situada en la provincia de Córdoba y posee una potencia eléctrica neta de 600 MW y desde 1983 entrega la energía que produce al Sistema Interconectado Nacional, con esta central y Atucha I en operación la Argentina integra la lista de naciones técnicamente adelantadas en las que el núcleo eléctrico tiene una importante participación en el parque de generación.

La tercera y última central nuclear que posee nuestro país es la llamada Atucha II que está localizada junto a Atucha I, es la tercera planta nuclear Argentina y en la actualidad se encuentra en construcción avanzada, tendrá una potencia neta de 692 MW y representará por sí sola el 10% de la potencia total instalada hasta el presente, en nuestro país.

Desde 1994, las tres centrales nucleares están bajo la dirección de Núcleo eléctrica Argentina S.A.

Las actividades que realizan estas plantas nucleares con el uranio son llamadas "ciclos de combustible nuclear" (que comprenden todas las



tareas y procesos que deben realizarse con el uranio) este ciclo se inicia con la prospección y extracción del mineral de los yacimientos en explotación, el que posteriormente es tratado en plantas de concentración cercanas geográficamente. La producción de concentrado de uranio se realiza principalmente en la provincia de Mendoza, y su purificación y conversión a dióxido de uranio de calidad nuclear en la ciudad de Córdoba.

Confinado en tubos de aleaciones de circonio, el dióxido de uranio forma los elementos combustibles nucleares. Por otra parte, se ha llevado a cabo en la provincia de Río Negro el enriquecimiento isotópico del uranio, avance tecnológico que permitirá reducir el gasto de combustible y el costo de la energía generada. Los procedimientos por los cuales se puede extraer el uranio son tres; el método de extracción con disolventes, el intercambio iónico y el método de volatilidad.

Reservas: Argentina posee grandes reservas de uranio en relación con otros países del mundo. Las plantas de elaboración de concentrado de uranio se localizan en Don Otto (Salta), en Córdoba, en Malargue (Mendoza) y en Los Adobes (Chubut). En la provincia de Mendoza se encuentran los más valiosos yacimientos, como la mina Sierra Pintada, con reservas uraníferas de 20.000 toneladas. La mina Huemul, en la misma provincia, justificó la instalación de la planta de concentrados en Malargue. Allí, como en las otras plantas del país se produce el concentrado al 80% de U3O8 (yellow cake), y nitrato de uranio, con recuperación de cobre y óxido. También se construyen plantas de concentrados en San Luis y en los Gigantes, en Córdoba.

Al mismo tiempo, se desarrollará la tecnología para el logro de los elementos combustibles centrales, a partir del yellow cake, y se pondrá en marcha la planta de agua pesada en Neuquén.



Países Productores

Los principales países productores de uranio a nivel mundial es Canadá, Australia, Nigeria, Namibia y Estados Unidos que producen anualmente unas 33.800 toneladas.

Referencias Biográficas

- Petróleo, *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 98* © 1993-1997 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos
- Sánchez J.- Zárate A., Las materias primas. Fuentes de energía, El mundo en que vivimos, Madrid, SM, 1989, págs. 186 a 191.
- La energía del subsuelo", en, Atlas EL PAIS Aguilar, Madrid, Aguilar, 1988, págs. 90-VV.AA., "Petróleo", en, Nueva Enciclopedia Larousse, Barcelona, Planeta, 1984, tomo 15, págs. 7728 a 7732.

Referencias páginas web

- <http://www.barinas.net.ve/index.php?p=news&id=2489#sthash.2baEvpfs.dpuf>
- http://ar.yhs4.search.yahoo.com/yhs/search;_ylt=A0oG7pnjwV9Su2AAZEzX9wt.?p=energia%20nuclear%20video%20&fr2=sb-top&hspart=avg&hsimp=yhs-h_lsonsw¶m1=rVBNT8QgEP01cKPho5Ry4LDYXWNijNFVz1Cgu8m2Vtth9N873UTPHkzI8BjevJI5_TEyPHwrt3TLmq3RO9aSmnYNsW0rSddZbYWQrbU
- http://ar.yhs4.search.yahoo.com/yhs/search;_ylt=A0oG7qduxV9ScwMAiPDX9wt.?p=uranio%20235%20video&fr2=sb-top&hspart=avg&hsimp=yhs-fh_lsonsw¶m1=rVBNT8QgEP01cKPho5Ry4LDYXWNijNFVz1Cgu8m2Vtth9N873UTPHkzI8BjevJI5_TEyPH
- http://www.endesa.com/es/conoceendesa/lineasnegocio/Electricidad/Centrales_termoel%C3%A9ctricas



ACTIVIDAD INDENDIENTE 12

- Realice un análisis los recursos energéticos. Describa las características minerales, composición, propiedades, ambiente de formación, yacimientos y aplicaciones. Situación en Argentina y en el mundo