

# Rocas Industriales y Ornamentales

## Tema 1. Definición de minerales industriales. Criterios de clasificación. Génesis



**Gema Fernández Maroto**

Departamento de Ciencias de la Tierra y  
Física de la Materia Condensada

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## Minerales industriales: introducción

Históricamente, los asentamientos humanos más primitivos y numerosos se concentraban sobre todo en los deltas de los ríos, por la fertilidad de la tierra, pesca, etc. En esas zonas, la carencia de rocas consolidadas y la abundancia de arcillas de arrastre posibilitó que la primera industria humana fuera la cerámica, para la construcción de viviendas y la fabricación de utensilios. Por otro lado, existen documentos que demuestran que los egipcios utilizaban la sepiolita para momificar a sus difuntos.

A su vez, se dispone de datos que demuestran la utilización de las arcillas en medicina. Varios siglos antes de nuestra Era, los chinos utilizaron también arcillas para la decoloración de aceites. La utilización de los minerales industriales era muy rudimentaria; apenas sufrían transformación para su uso y los que se dedicaban a su fabricación eran puramente artesanales.

## Minerales industriales: introducción

Los primeros usos más elaborados de minerales industriales aparecieron con la fabricación de arcilla cocida, para ladrillería y cerámica, que posteriormente se perfeccionaría con la aparición de la industria de la cerámica.

Con la entrada del siglo XX y la Revolución Industrial se fueron desarrollando nuevos usos de los minerales industriales, siendo utilizados como cargas en pinturas y detergentes, materiales de construcción más refinados (tabiques y placas de yeso) absorbentes y decolorantes (sepiolita y bentonita) y filtración (carbón activo y zeolita). En los últimos 40 años se ha experimentado el mayor desarrollo en las aplicaciones de estos minerales, mediante nuevas técnicas de producción y modificación, con la introducción en la industria química y electrónica, como sustitutivo de metales, etc.

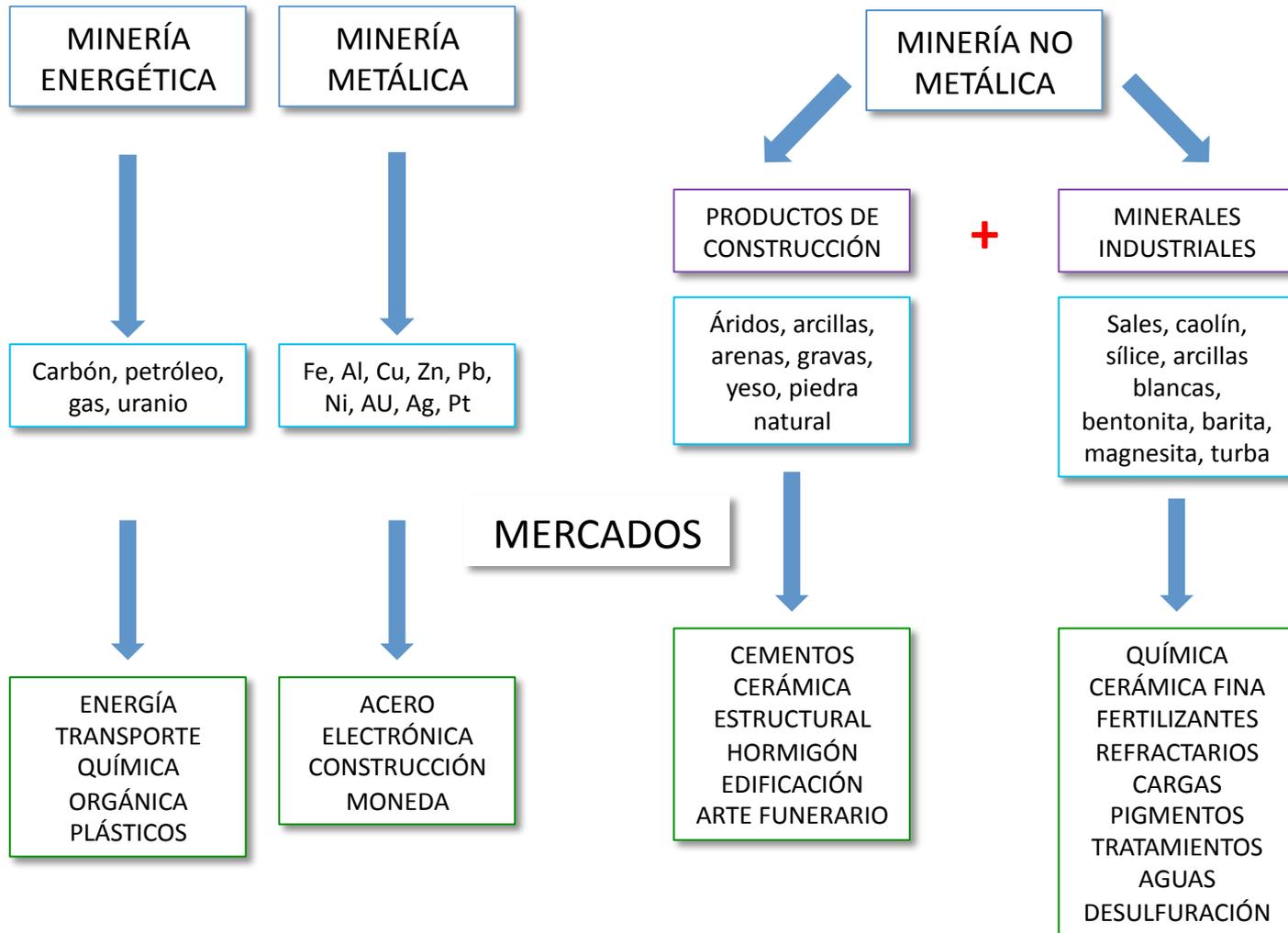
Desde las **hachas de sílex** hasta los **revestimientos cerámicos** de las naves espaciales han pasado más de **400.000 años** y durante todo este tiempo el hombre ha venido utilizando las rocas y minerales industriales.

## Minerales industriales en el uso cotidiano

Los **estropajos** se fabrican con fibras de plásticos pero para que puedan limpiar también llevan entrelazados entre las fibras partículas de **cuarzo o caliza**, según la capacidad abrasiva que se desee.



## Industria minera



## ¿Por qué los minerales industriales son tan importantes?

Arcillas  
Arenas  
Alabastro  
Barita  
Bentonita  
Boratos  
Caliza  
Caolín  
Celestina  
Cuarzo  
Diatomita  
Dolomía  
Espato Flúor  
Feldespato  
Fosfatos  
Glauberita  
Grafito

**NUUESTRO MUNDO ESTÁ  
HECHO DE ELLOS**

Granito  
Leonardita  
Magnesita  
Mármol  
Mica  
Ocres  
Pizarra  
Potasas  
Sal  
Sílice  
Sepiolita  
Talco  
Thenardita  
Turba  
Tierras raras  
Vermiculita  
Yeso

## Los minerales industriales

### En la salud y la higiene:

- **Bombilla:** arenas de sílice, sosa y feldespato.
- **Limpiadores de cocina:** sílice, feldespato, diatomita.
- **Pasta de dientes:** carbonato cálcico, diatomita.
- **Cama de gato:** sepiolita.

### En el trabajo y en la escuela

- **Lápiz:** grafito y arcilla.
- **Revistas:** caolín estucado.
- **Tizas:** carbonato cálcico y yeso.
- **Ordenador:** lantánidos, celestina.

### En la vivienda

- **Lavabo, sanitarios:** porcelana (cuarzo, feldespato y cajolín).
- **Tejado:** teja cerámica, pizarra.
- **Edificios:** hormigón, piedra, ladrillos.
- **Hormigón ligero:** arcillas expandidas, perlitas.

## Los minerales industriales

### Automóviles

- **Pinturas:** mica, titanio, caolín.
- **Plásticos:** sílice, wollastonita, talco.

### En los momentos críticos

- **Industria farmacéutica:**
- **Filosilicatos:** caolinita, esmectitas.
- **Sales solubles:** halita, silvina, epsomita.
- **Compuestos insolubles:** óxidos e hidróxidos de Zn, Mg y Al.

### Actividades de ocio

- **Material de recreo (palos de golf, raquetas de tenis...):** grafito, fibra de vidrio, titanio.
- **Plato de aluminio:** bauxita.

### Las rocas y los minerales incluso al final

- **Lápidas.**
- **Urnas.**

## Definición de mineral industrial

Los minerales industriales son aquellos que, en **función de sus características físicas** principalmente, se utilizan en **la fabricación de productos**, ya sea directamente o con un tratamiento previo.

A diferencia de las menas minerales, de estos minerales **no se extraen metales** como único fin, tampoco se aprovechan por su contenido energético, ni tienen valor estético u ornamental, ni siquiera son áridos para la construcción.

## Minerales industriales



CALCOPIRITA



YESO



FLUORITA

## Propiedades y características de los MI

La gran variedad de minerales industriales existente en el mercado hace que sus propiedades y características sean, asimismo, muy variadas.

Aunque las **propiedades de los minerales industriales son intrínsecas**, antes del tratamiento, en la mayoría de los casos estos minerales son utilizados aprovechando las propiedades que les aporta el citado proceso de transformación.

Por ejemplo, la sepiolita, mineral que en la Tierra se presenta saturado de agua y muy blando (valor 3 en la escala de Mohs), una vez tratado adquiere una capacidad absorbente y una dureza muy elevadas.

## Propiedades

- **Absorbentes:** arcillas, caolines y diatomitas.
- **Refractarias:** aumentan el punto de fusión, de productos que tengan como componentes magnesita y arcillas refractarias.
- **Tixotrópicas:** caolines, arcillas especiales y talco.
- **Soporte inerte de productos:** sulfato sódico y bentonitas.
- **Ópticas:** sílice, wollastonita y circonio.
- **Fundentes:** feldespatos, boratos y litio.
- **Blancura:** titanio, caolines y carbonatos cálcicos.
- **Dureza:** cuarzo, diamantes e ilmenitas.
- **Colorantes:** óxidos de hierro, óxidos de titanio y cobre.
- **Abrasivas:** diamantes, corindón y cuarzo.
- **Cerámicas:** caolines, arcillas y circonio.
- **Farmacéuticas:** litio, magnesio, caolines y arcillas.
- **Eléctricas:** conductores, aislantes, cuarzo, micas, etc.
- **Agrícolas y alimenticias:** fosfatos, nitratos y turba.
- **Mecánicas (dureza y tenacidad):** diamantes y corindón.

## Características principales

- Sólidos.
- Se pueden dar solos o asociados.
- Inertes.
- En general, necesitan tratamientos, no complicados, para su utilización.
- Los hay que son abundantes en la naturaleza, pero otros como la sepiolita o la zeolita, sólo se dan en condiciones muy especiales y, por lo tanto, son escasos.



## No se consideran MI

- Minerales de los que se extraen **metales** como único fin.
- Minerales que se aprovechan en función de su **contenido energético**.
- Minerales que no tienen, normalmente, **valor estético** u ornamental.
- Minerales que no son **áridos** que se utilizan en la construcción o en la obra pública.



## Por ejemplo, se consideran MI

- **Arenas silíceas** para la fabricación de vidrio.
- **Arcillas rojas** para la industria cerámica.
- **El caolín**, que se utiliza como aditivo en la industria del papel.
- **La caliza** explotada para la fabricación de cal y de cemento.
- **Los fosfatos** para fertilizantes.
- **El talco, el yeso**, productos refractarios como la **magnesia**, conservantes como la **sal** e incluso el **diamante** utilizado como herramienta de corte.



## Cómo se emplean los MI

La mayoría de los minerales industriales se emplean en su **estado natural**, adaptando sus características físicas (tamaño de grano, humedad...) a las exigencias de la industria pero **sin variar su composición química original**.

Así ocurre con las **arcillas** en sus distintas variedades (arcilla roja o común, arcillas plásticas, refractarias, absorbentes), las **arenas silíceas**, el **caolín**, el **grafito**, las **micas**, el **talco**, la **turba**, etc.



## Usos de las arenas silíceas

- **Moldes de fundición.**
- **Vidrio.**
- **Procesos de filtración de agua:** filtros arena.
- **Abrasivos.**
- **Granalla:** impurezas de las superficies metálicas. Chorro de arena.
- **Lechos fluidos de calderas de combustible sólido:** silíceas y feldespáticas.
- **Procesos de filtración de agua:** filtros arena.

## Los minerales industriales

El **grafito expandido** es una de las mejores alternativas libres de amianto para la **estanqueidad de gases y fluidos**. Ofrece un alto rendimiento de **sellado en altas y bajas temperaturas**, incluso en contacto con los agentes químicos más corrosivos. **Conserva todas sus propiedades en altas temperaturas de hasta 450°C y posee una especial resistencia a los cambios de temperatura.**

La **lámina de grafito** se aplica para la estanqueidad de gases y fluidos donde se requiere alta conductividad térmica y eléctrica y una buena resistencia química.

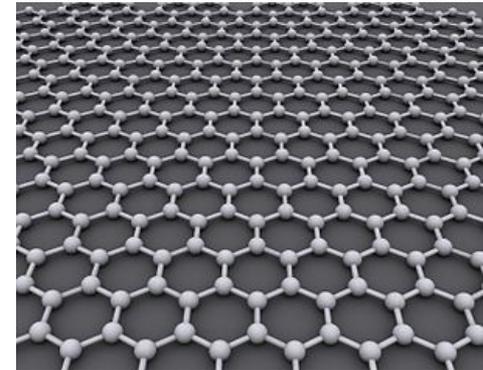
La **cinta de grafito** se aplica para la fabricación de anillos matrizados, para la fabricación de juntas de sellado. Es un material ideal para todas las bombas y válvulas que operen **entre temperaturas criogénicas y altas temperaturas** dentro de una amplia variedad de industrias.

## El grafeno

Se trata de una sustancia compuesta por C puro, con átomos dispuestos en patrón regular hexagonal, similar al grafito, pero en una hoja de un átomo 100 veces más fuerte que el acero. Densidad aproximada a la de la fibra de carbono y unas 5 veces más ligero que el Al.

Una lámina de 1 m<sup>2</sup> pesa tan solo 0,77 miligramos:

- Extremadamente duro.
- Muy flexible y elástico.
- Conductividad eléctrica y térmica altas.
- Gran ligereza.
- Genera electricidad al ser alcanzado por la luz.
- Se autorrepara; cuando una lámina de grafeno sufre daño y se quiebra su estructura, se genera un 'agujero' que 'atrae' átomos de carbono vecinos para así tapar los huecos.



## Los minerales industriales

Otros minerales se emplean como **fuentes de sustancias** que no se encuentran en la naturaleza, o al menos en concentraciones explotables. Estas sustancias se obtienen mediante procesos industriales que varían la composición química del mineral original. De este modo se producen sustancias tan comunes como la **cal (por calcinación de caliza)**, el **silicio (a partir del cuarzo)**, el **yeso calcinado**. El número y tipo de minerales industriales que se utilizan en la industria es amplísimo:

**Arcillas, arenas, alabastro, barita, bentonita, boratos, caliza, caolín, celestina, cuarzo, diatomita, dolomía, fluorita, feldespato, fosfatos, glauberita, grafito, granito, leonardita, magnesita, mármol, mica, ocre, pizarra, potasas, sal, sílice, sepiolita, talco, thenardita, turba, tierras raras, vermiculita y yeso.**

## Diatomitas

- La diatomita es una roca silícica, sedimentaria de origen biogénico, compuesta por esqueletos fosilizados de las frústulas de las diatomeas.
- Se forma por la acumulación sedimentaria de los esqueletos microscópicos de algas unicelulares y acuáticas. Está compuesta de esqueletos opalinos fosilizados de la diatomea; los esqueletos se componen de la sílice amorfa.
- La diatomita se forma por la acumulación sedimentaria hasta formar grandes depósitos con un grosor suficiente para tener un potencial comercial.
- **Aspecto macroscópico:** roca purulenta, fina y porosa con aspecto margoso.
- **Color:** por lo regular blanco brillante (en el caso de alta pureza).

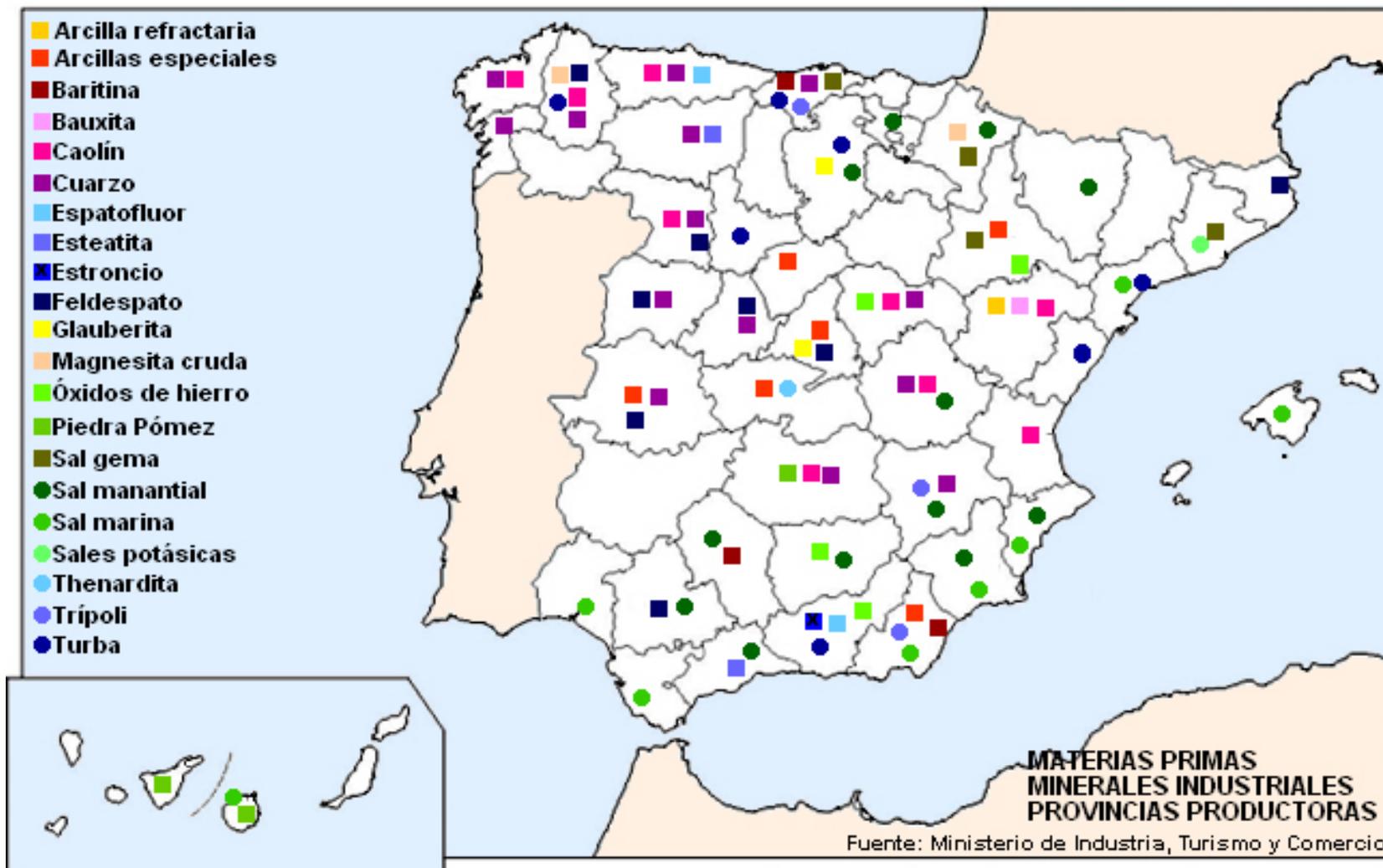
## Geología de las diatomitas

- Las paredes celulares de las diatomeas mantienen su estructura individual incluso en los filtros procesados comercialmente.
- Porque la **diatomita** se forma de los restos flotantes de las diatomeas, se encuentra **cerca de las aguas superficiales actuales o anteriores**. Se divide generalmente en dos categorías basadas según la fuente de procedencia: **de agua dulce y agua salada**.
- La tierra de **diatomeas de agua dulce** se recoge en minas de lechos de **lagos secos** y es característico su **bajo contenido de sílice cristalina**.
- La tierra de **diatomeas del agua salada** contiene un **alto contenido de la sílice cristalina**, material **útil para los filtros**, debido a las características tamizantes de los cristales.

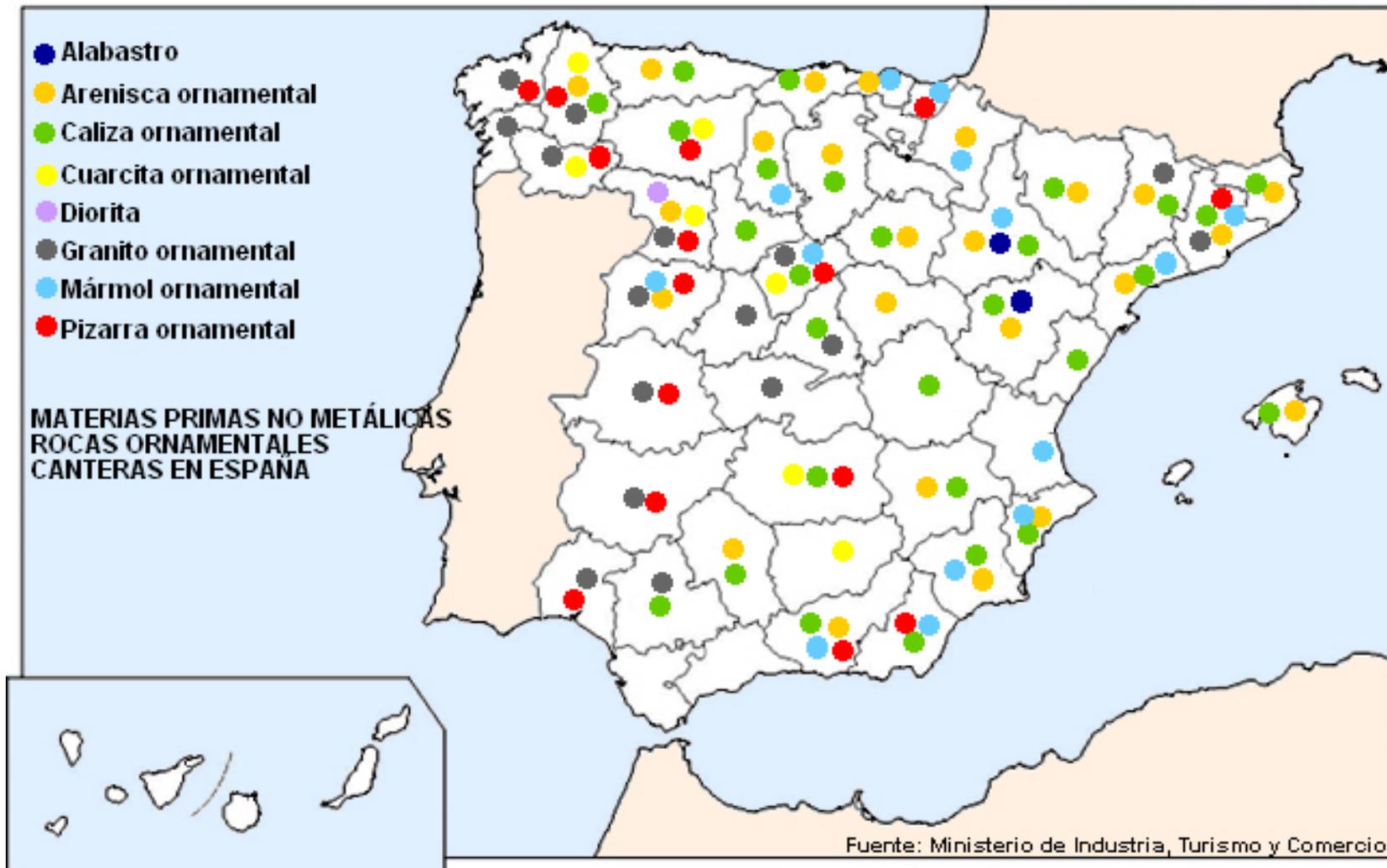
## Distribución de MI en España

- Los minerales industriales tienen un **amplio reparto**, aunque, como es lógico, está **condicionado por la litología**.
- Aquellos que tienen un alto contenido en sílice se localizan en las zonas más antiguas del territorio español y en los afloramientos de rocas antiguas que se producen en las cadenas montañosas.
- Las provincias con mayores producciones de:
  - **Cuarzo** se localizan en La Coruña, Asturias y León.
  - **Feldespatos**, en Segovia, Gerona y Cáceres.
  - **Halita**, en zonas en las que hubo enterramientos masivos de horizontes ricos en sal porque estuvieron cubiertos por aguas marinas largas etapas de finales de la era secundaria y la terciaria. Son ejemplos, Zaragoza y Cantabria.
  - **Piedra pómez**, en zonas en las que ha habido actividad volcánica reciente, como las islas Canarias o Ciudad Real.

## Distribución de MI en España



## Distribución de MI en España





## Clasificación de los MI

Dos grupos básicos: **minerales químicos y minerales físicos:**

- Los **minerales químicos** son utilizados principalmente como **fuentes de algún elemento químico** específico. Se venden basándose en su "**contenido**".
- Estos productos **reaccionan químicamente durante el proceso de utilización y no aparecen en el material vendible en su forma original**. Así, la **composición química** es determinante, quedando para un segundo lugar sus propiedades físicas o mineralógicas. Estos minerales van destinados fundamentalmente a las **industrias químicas, de fertilizantes, cerámica y metalúrgica**.



## Minerales químicos

- La **industria química** es un importante consumidor de minerales tales como: **boratos, bromatos, caliza, cromita, fluorita, ilmenita y rutilo, minerales de litio, fosfatos, azufre en todas sus formas, sulfato sódico, yeso, etc.**
- La **industria de los fertilizantes** consume grandes cantidades de **fosfatos, potasas, azufre, caliza, dolomía, turba, yeso**, etc.
- La **industria cerámica** necesita grandes toneladas de una amplia variedad de minerales para producir: abrasivos, vidrio, refractarios, porcelana cerámica, ladrillos, etc. Los materiales más importantes utilizados son: **arcillas, bauxita, boratos, cromita, dolomía, feldespatos, caolines, andalucitas, caliza, talco, magnesita, sílice, wollastonita y otros.**
- La **industria metalúrgica** consume importantes cantidades de materiales fundentes. Así, por ejemplo: **fluorita, dolomía**, etc., son ampliamente utilizados dentro de este sector.

## Minerales físicos

- Aquellos que **no requieren de un proceso industrial sofisticado para su utilización** y, en consecuencia, estos productos se venden por las **prestaciones que los mismos aportan a cada uso específico.**
- Estos materiales pueden ser comercializados y distribuidos basándose en factores tales como: **blancura, propiedades reológicas, tamaño máximo de partículas, curva de distribución de partículas y otras propiedades físicas, como resistencia, dureza, etc.**

## Minerales físicos

- **Desde el punto de vista práctico, los minerales físicos se dividen en siete clases, cada una con una diferente utilización:**
  1. Minerales estructurales.
  2. Materiales para carga.
  3. Pigmentos.
  4. Abrasivos.
  5. Materiales para fundición.
  6. Minerales para la industria eléctrica.
  7. Materiales auxiliares en los procesos como filtros, catalizadores, etc.

## Minerales físicos

- **Minerales estructurales** son aquellos usados principalmente por la industria de la construcción.
- En este grupo se incluyen: **yeso, caliza, margas, agregados ligeros, arena y grava, perlita, puzolanas, áridos de machaqueo, vermiculita, etc.**
- Los **materiales para carga, y pigmentos**, son el segundo grupo más importante, abastece a **industrias tales como pintura, papel, plásticos y caucho**. Suelen ser consumidos en función de propiedades tales como: blancura, dispersión –en agua o en aceite–, tamaño, forma y distribución de las partículas. Los principales minerales de este grupo son: **calizas y calcitas, caolines, talcos, óxidos de hierro, baritas, dolomías y muchísimos otros.**

## El papel

- La mayoría de los papeles están hechos de **celulosa, caolín y/o carbonato cálcico**.
- El consumo de papel en España asciende a 6.0 millones de toneladas en el 2014 (ASPAPPEL).
- En China, se considera tradicionalmente a Ts'ai Lun, un eunuco y consejero de la corte de la dinastía Han, como el inventor del papel; según esta tradición, la fabricación del **primer papel** se habría **producido en el año 105 dC**, en tiempo de los romanos en Europa, con una mezcla de fibras vegetales bastas, redes y tejidos.
- En España los **primeros indicios de producción de papel se detectan en el año 1036**, con una producción de papel en Córdoba.

## Minerales físicos

- Los **abrasivos** cada día son más sustituidos por productos sintéticos, pero todavía tiene importancia la demanda de granates, esmeriles, trípoli y piedra pómez.
- Los **materiales para fundición** son aquellos usados en la fabricación de los moldes y los machos. Aquí se consumen: arena silíceo, bentonita, cromita, andalucita, olivino, circón, etc.
- Las micas, las pizarras, etc., son utilizadas por la **industria eléctrica** y las diatomitas, **baritas, bentonitas...**, etc., se utilizan como auxiliares en numerosos procesos.

## Los minerales industriales

- Las aplicaciones de los minerales industriales se han ido creando por los propios productores, con un esfuerzo de sus departamentos de investigación y marketing con el fin de combatir el hecho, muy conocido, de que **sin aplicaciones el mineral no se vende y por consiguiente el mineral es una curiosidad geológica o de museo.**
- Son diversos los minerales industriales que se aplican a cada sector de utilización y numerosos los sectores a los que se puede aplicar cada mineral.

## Génesis de los minerales industriales

- **PROCESOS IGNEOS:** relacionados con el magma y la diferenciación magmática.
- **PROCESOS METAMÓRFICOS:** relacionados con el procesos de metamorfismo.
- **PROCESOS SEDIMENTARIOS:** relacionados con procesos de precipitación en soluciones saturadas.