



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)



06441-S



Distr.  
LIMITADA

ID/WG.119/16  
19 junio 1974

ORIGINAL: ESPAÑOL

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Curso práctico de capacitación en el trabajo  
sobre fabricación de productos refractarios

Pilsen (Checoslovaquia)

11-28 junio 1974

GENERALIDADES SOBRE LA  
INDUSTRIA DE REFRACTARIOS  
EN COLOMBIA<sup>1/</sup>

B. Altmann \*

\* Refractarios Especiales Ltda., Medellín, Colombia.

<sup>1/</sup> Las opiniones que el autor expresa en este documento no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI. El presente documento no ha pasado por los servicios de edición de la ONUDI.

id.74-4288

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.

Aunque los estudios geológicos realizados en Colombia por entidades oficiales y privadas sobre la existencia de minerales para la industria de refractarios son pocos, si dan una idea de las regiones donde pueden encontrarse yacimientos de importancia industrial, que orientan las prospecciones futuras.

Con base en explotaciones actuales y en estudios realizados, damos a continuación una descripción de los minerales para fabricación de refractarios que han sido localizados en Colombia.

- 1) Arcillas residuales, producto de caolinización de rocas con abundancia de feldespatos sódicos. Queman a blanco. Tienen de 34 a 36% de  $Al_2O_3$  y un P.C.E. de 33 a 34.

En la actualidad se usan en la fabricación de porcelana y refractarios.

#### ANALISIS TIPICO

|                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| $SiO_2$ . . . . .       | 46.00 - 48.00%    |
| $Al_2O_3$ . . . . .     | 34.00 - 36.00     |
| $Fe_2O_3$ . . . . .     | 0.30 - 0.40       |
| $TiO_2$ . . . . .       | 0.15 - 0.25       |
| CaO . . . . .           | 0.50 - 0.60       |
| MgO . . . . .           | 0.50 - 0.60       |
| Alkalis . . . . .       | Tr.               |
| P p C . . . . .         | 13.4              |
| POB . . . . .           | 34                |
| * Contracción . . . . . | 15 - 18%          |
| * Porosidad . . . . .   | 32 - 34%          |
| * Densidad . . . . .    | 1.7 - 1.8 Gram/cc |

\* Quemado a 1.350°C.

- 2) Arcillas aluviales originadas por descomposición de rocas plútonicas y metamórficas que luego fueron transportadas por corrientes. Tienen de 28 a 30% de  $Al_2O_3$ . Queman pardo y su P.C.E. es de 29 a 31. Son usadas al igual que las anteriores para la fabricación de porcelana y refractarios.

ANALISIS TIPICO

|                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| $SiO_2$ . . . . .       | 52.00 - 54.00%   |
| $Al_2O_3$ . . . . .     | 28.00 - 30.00    |
| $Fe_2O_3$ . . . . .     | 1.00 - 1.50      |
| $TiO_2$ . . . . .       | 0.40 - 0.60      |
| $CaO$ . . . . .         | 0.40 - 0.50      |
| Alcalis . . . . .       | 0.25 - 0.30      |
| P p C . . . . .         | 11.5% - 12%      |
| PCB . . . . .           | 31.5             |
| * Contracción . . . . . | 20%              |
| * Porosidad . . . . .   | 10%              |
| * Densidad . . . . .    | 2.0 - 2.4 Grm/cc |
| * Quemado a 1.350°C.    |                  |

- 3) Arcillas lacustres de grano fino que se usan como liga cerámica en la fabricación de refractarios. Poseen un P.C.E. de 20 a 23. Queman desde pardo oscuro hasta gris claro.

ANALISIS TIPICO

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| $SiO_2$ . . . . .   | 64.00 - 66.00% |
| $Al_2O_3$ . . . . . | 20.00 - 23.00  |
| $Fe_2O_3$ . . . . . | 0.35 - 0.40    |
| $TiO_2$ . . . . .   | 1.10 - 1.11    |
| $CaO$ . . . . .     | 0.50 - 0.60    |

|                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| MgO . . . . .           | 0.20 - 0.30       |
| Alkalís . . . . .       | Tr.               |
| P p C . . . . .         | 5.1 - 6.2         |
| PCE . . . . .           | 28                |
| * Contracción . . . . . | 8.1 - 9.6%        |
| * Porosidad . . . . .   | 4.2 - 5.3%        |
| * Densidad . . . . .    | 1.6 - 1.7 Grm/cc. |

\* Quemado a 1.350°C.

- 4) Caolines originados por la meteorización de rocas ígneas ricas en feldespatos sódicos. Su composición mineralógica es 50% Cuarzo, 40% caolinita y 10% mica (moscovita) parcialmente caolinizada. Después de un beneficio de lavado, se usan en la fabricación de porcelana y refractarios. Quema a Blanco. Existen reservas del orden de 500 millones de metros cúbicos.

ANÁLISIS TÍPICO (DESPUES DE LAVADO)

|  |                     |
|--|---------------------|
| SiO <sub>2</sub> . . . . .               | 41.00 - 43.00       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 39.00 - 40.00       |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 0.20 - 0.30         |
| CaO . . . . .                            | 0.50 - 0.60         |
| MgO . . . . .                            | 0.49 - 0.55         |
| Alkalís . . . . .                        | 0.09 - 0.10         |
| P p C . . . . .                          | 13.0 - 14.0         |
| PCE . . . . .                            | 35                  |
| * Contracción . . . . .                  | 12.0 - 14.0%        |
| * Porosidad . . . . .                    | 45.0 - 47.0%        |
| * Densidad . . . . .                     | 1.40 - 1.45 Grm/cc. |

\* Quemado a 1.350°C.

- 5) Diatomitas para fabricación de ladrillos aislantes. Existen varios yacimientos con propiedades físicas distintas. Son actualmente ex-

plotados en pequeña escala.

ANALISIS TIPICO

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| SiO <sub>2</sub> . . . . .               | 70.00 - 71.00%                |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 10.00 - 12.00                 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 1.60 - 1.70                   |
| CaO . . . . .                            | 1.10 - 1.19                   |
| MgO . . . . .                            | 2.00 - 2.10                   |
| P P O . . . . .                          | 14.00 - 15.00                 |
| POE. . . . .                             | 23                            |
| Contracción . . . . .                    | 9.0 - 9.6% (quemado a 950°C.) |

- 6) Cromitas que con un simple beneficio de concentración en mesas vibratorias, dan una composición aproximada de:

|  |     |
|--|-----|
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 40% |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 25% |
| MgO . . . . .                            | 17% |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 17% |
| SiO <sub>2</sub> . . . . .               | 2%  |

En la actualidad no se usan a escala industrial, pero si se estudia su aplicación en refractarios.

- 7) Bauxitas de buen grado ( hasta 56% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ) se encuentran en dos yacimientos de importancia sobre los cuales apenas se hacen los estudios exploratorios.

- 8) Dolomitas de gran pureza y buenas reservas. Son usadas hasta ahora solamente en el proceso de fabricación de vidrio. Algunos ensayos para aplicación de dolomita en las acerías mediante la sinterización, no han sido satisfactorios.

- 9) Magnesita, usada en la industria de fertilizantes, son provenientes de un yacimiento importante en cuanto a ubicación y reservas. Cuando se ensayó su aplicación en refractarios, no se obtuvo resultados satisfactorios debido a la calidad del mineral en ese entonces. Hoy esa calidad ha mejorado considerablemente porque con la explotación, el yacimiento ha mostrado vetas de mas pureza.

De otros minerales como Andalucita, Silimanita, Kianita, Oxidos de Zirconio, etc, no se han encontrado yacimientos que tengan interés industrial. Sin embargo, consideramos que nos ha faltado exploración y estudio para determinar la existencia y aplicación de algunos minerales para la industria de refractarios en Colombia.

Alúmina y Bauxita calcinada es necesario importar actualmente para la producción de ladrillos con un contenido de 40 hasta 70% de  $Al_2O_3$  prefiriéndose la Bauxita calcinada, que se trae de Guyana, por su mas bajo costo y por las mejores propiedades físicas que se obtienen, especialmente en lo relacionado con la porosidad. Se emplea tambien en la fabricación de masas de apisonado y morteros.

Para la fabricación de ladrillos y morteros especiales y especialidades, se emplean las siguientes materias primas importadas:

Bentonita

Cemento Aluminoso

Corindón Artificial

Grafito

Carburo de Silicio.

El problema inicial que se encontró para la fabricación de refractarios sílico aluminosos en Colombia, fueron las materias primas que presentaban las siguientes anomalías, luego de que sus análisis las declaraban como las más aptas:

- 1) Las arcillas calificadas por su alto contenido de  $Al_2O_3$ , después de quemadas tenían una porosidad demasiado alta, y lo mismo sucedía con la contracción.
- 2) Las arcillas de más alto contenido de alúmina, aún teniendo un PCE de 33 - 34 tenían bajo punto de ablandamiento.
- 3) Las arcillas se empleaban sin ninguna clasificación, tal como se explotaban de las minas.
- 4) Baja plasticidad de las arcillas, y en casos como las 34 a 36 % de  $Al_2O_3$  que no tenían ninguna plasticidad.

Estos cuatro problemas iniciales conducían lógicamente a una cantidad de tro-piezos en la fabricación de los productos. De estos los principales eran:

- 1) La necesidad de fabricar chamotes especiales, empleando varios tipos de arcillas, en casi todos los casos era necesario sacrificar parte del contenido de  $Al_2O_3$  introduciendo fundentes en pequeñas cantidades tales como arcillas de PCE 20 - 24 o feldespatos, para obtener un chamote con porosidad de 18 a 20%.
- 2) La alta contracción, necesariamente condujo al empleo de cantidades mayores de chamote. Actualmente el promedio de chamote empleado en una mezcla para prensar está entre 50 y 60% y mezclas para proceso húmedo entre 40 y 50%.

El alto contenido de chamote en las mezclas húmedas, las hace poco trabajables en la extrusión por baja plasticidad de esta lo cual condujo a la necesidad de envejecer o fermentar la mezcla con la ayuda de plastificantes tales como ácidos húmicos.

- 3) Las mezclas secas para prensar ( 4 a 6% de humedad) no homogenizan bien durante el proceso de mezclada por la gran cantidad de chamotes introducidos y la baja plasticidad de las arcillas de alto contenido de  $Al_2O_3$ , teniendo que emplear arcillas de bajo punto de fusión con buena plasticidad y fundentes. Nuevamente se sacrifica el contenido de  $Al_2O_3$  para hacer una mezcla homogénea, que durante la quema efectuó una liga cerámica ayudada por los agentes fundentes.
- 4) Para mejorar en algo las materias primas (arcillas) en las minas se emplearon las muestras de perforación, y se inició la explotación de áreas mas uniformes descartando partes con alto contenido en arenas y contaminadas con materiales orgánicos o de alto contenido de hierro.

En la planta se están almacenando las arcillas en lotes separados, cada lote se deposita en capas horizontales y se deja almacenada en la intemperie por períodos de 4 a 6 meses. Esto produce el efecto de meteorización (weathering). Ya para el uso se cortan ~~en pedruzcos~~ cales, garantizando una mayor homogeneidad de la materia prima.

- 5) El bajo punto de ablandamiento de las arcillas ha causado problemas para la quema de materiales de contenido menor de 40% de  $Al_2O_3$ , ya que los ladrillos no soportan demasiado peso en el horno, o sea que es necesario emplear combinaciones de carga en los hornos con materiales de mejor calidad en la parte inferior y los de menor calidad en la parte superior. Esto presenta bastantes problemas para una adecuada programación de la producción ya que para poder aprovechar el horno a su máxima capacidad es necesario tener distintas calidades en las proporciones requeridas, lo cual en la práctica es muy difícil.

En Colombia existen actualmente 3 fábricas de refractarios Silico-Aluminosos y de Alta Alúmina ( hasta 70% de  $Al_2O_3$ ) que abastecen las demandas del País en estas líneas.

La capacidad instalada de estas fábricas es de 24.000 toneladas/año, copada totalmente por la demanda nacional.

En el consumo por industrias ocupa el primer lugar la industria del Cemento. El segundo lugar corresponde a la Metalúrgica, que se encuentra en un bajo punto de desarrollo, siendo la producción de acero de unas 400.000 - toneladas/año y existiendo solo una siderúrgica integrada. El tercer lugar en el consumo de Silico-Aluminosos corresponde a la industria del Vidrio.

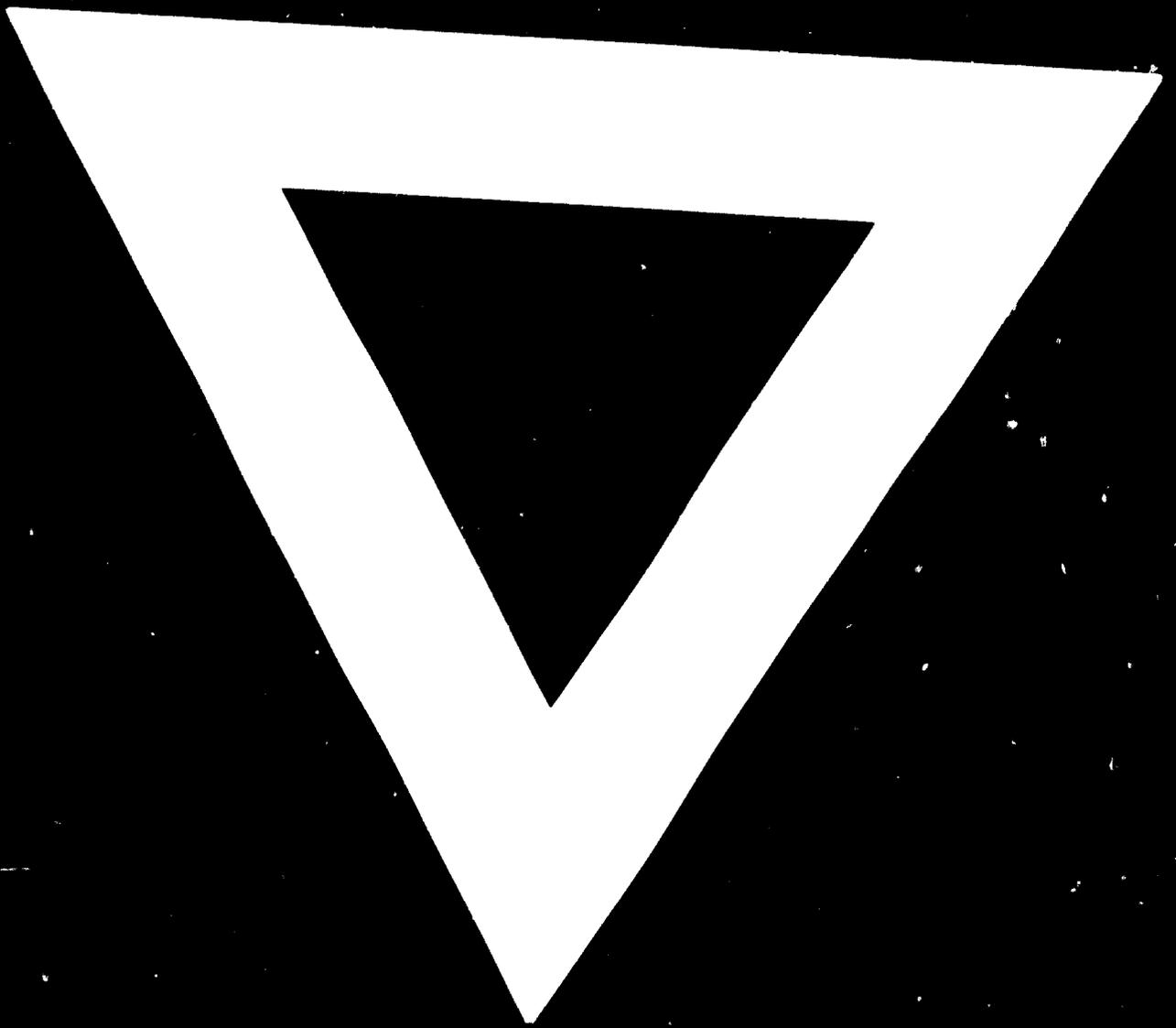
Los refractarios de Magnesita, Cromita y sus combinaciones, Sílice, Zircón, Electrofundidos, etc., son importados en su totalidad de Estados Unidos y Europa.

Actualmente se hacen ensayos para la fabricación de refractarios básicos a base de Magnesita y Cromita nacional.

Si se tiene en cuenta que las industrias consumidoras de refractarios en este momento están en continuo crecimiento, la demanda de los refractarios en Colombia es creciente; y si a esto agregamos las posibilidades en el Pacto Andino ( mercado común entre varios países Latinoamericanos) el futuro de la industria de los refractarios es de continuo aumento.

Este problema también se relaciona en la producción de mezclas con alto contenido de  $Al_2O_3$  especialmente en los fabricados con Bauxita calcinada ya que se hace una mezcla con material de alta refractariedad, ligado con material de menor calidad. O sea que el ablandamiento (deformación) del material ligante ocurre mucho antes del material base sacrificando por lo tanto parte de la alta refractariedad del material base. Esto se ha corregido en parte lavando caolines para introducirlos en la mezcla. Es de anotar que el lavado de los caolines hasta la fecha es el primer tratamiento adicional que se le hace a una materia prima nacional empleada en la producción de refractarios lo cual lógicamente afecta también los costos de producción.





**75.08.20**