

# Investigaciones de Materias Primas Minerales No Metálicas en el Ecuador

Uribe R.\*

*\*Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica, SENESCYT-Prometeo. Quito, Ecuador  
e-mail:ruribe32@gmail.com, rafael.uribe@epn.edu.ec*

**Resumen:** Este artículo contiene la síntesis de los resultados alcanzados durante la realización del inventario de materias primas No metálicas, realizado por la Cooperación Alemán-Ecuatoriana, durante la década de los ochenta y los noventa, a objeto de coadyuvar en la divulgación y socialización de la información disponible en minería no metálica del Ecuador; en lo específico, la síntesis del inventario disponible de minerales arcillosos. El proyecto inició con la realización sistemática de un "inventario de los indicios conocidos de materias primas No-metálicas", en las distintas provincias del país, el Ecuador fue dividido en diecinueve (19) provincias, numeradas por orden alfabético. La falta para la época de sistemas automatizados de almacenamiento, distribución y divulgación de la información, contribuyó al hecho de que los inventarios recopilados sólo se encuentren disponible en físico (papel) en el Centro de Documentación del INEGEMM, lo que dificulta el acceso a todos los interesados, y lo más importante a la socialización de la información en el sector cerámico artesanal e industrial del Ecuador. Este trabajo complementa el Proyecto SENESCYT-Prometeo: "Caracterización de Materias Primas Arcillosas Nacionales para uso del Sector Cerámico Artesanal y/o Industrial del Ecuador", el cual tiene por objetivo que una vez realizada la evaluación físico-química y cerámica de las materias primas arcillosas, generar una base de datos que le permita disponer de esta información técnica a todos los sectores académicos y productivos del país.

**Palabras claves:** Minerales No Metálicos, Minerales Arcillosos, Inventario de Materias Primas

**Abstract:** This article contains a summary of the results achieved during the inventory of non-metallic raw materials, made by the German-Ecuadorian cooperation during the eighties and nineties, in order to assist in the dissemination and socialization of information available in non-metallic mining of Ecuador, in the specific synthesis of clay minerals available inventory. The project began with the systematic implementation of an "inventory of known evidence of non-metallic raw materials" in the various provinces, Ecuador was divided into nineteen (19) provinces, numbered alphabetically. The time needed for the automated storage, distribution and dissemination of information, contributed to the fact that inventories are compiled only find available in physical (paper) in the Documentation Centre INIGEMM, hindering access to all stakeholders, and most importantly the socialization of information in the traditional and industrial ceramics sector of Ecuador. This work complements the SENESCYT Project: "Characterization of clay raw materials for use by National Ceramic Craft Sector and / or Industrial of Ecuador". Which it aims to once the physicochemical and evaluation of ceramic clay raw materials generate a database that allows this technical information available to all academic and productive sectors of the country.

**Keywords:** Non-metallic Mineral, clay minerals, raw materials inventory

## 1. INTRODUCCIÓN

La Revolución del Conocimiento propone la innovación, la ciencia y la tecnología, como fundamentos para el cambio de la matriz productiva, concebida como una forma distinta de producir y consumir. Esta transición llevará al país de una fase de dependencia de los recursos limitados a una de recursos ilimitados, como son la ciencia, la tecnología y el conocimiento. El Programa de Gobierno 2013-2017 del Ecuador define cambios en la estructura productiva para diversificar la economía, dinamizar la productividad, garantizar la soberanía nacional en la producción y el consumo

interno, y salir de la dependencia primario-exportadora. Así como también la conformación de nuevas industrias y el fortalecimiento de sectores productivos con inclusión económica en sus encadenamientos, apoyados desde la inversión pública, nueva inversión privada, las compras públicas, los estímulos a la producción (CEPAL, 2012b), y la biodiversidad y su aprovechamiento (SENPLADES, 2009). Esto promoverá la sustitución de importaciones, la desagregación y transferencia tecnológica, el conocimiento endógeno, y priorizará la producción nacional diversificada, con visión de largo plazo en el contexto internacional. [19]

Todos los fabricantes de piezas cerámicas, ya sean artesanales, utilitarias o estructurales, parten de un origen común que es el consumo de minerales arcillosos (No metálicos), y se diferencian por los procesos de producción, que pueden ser de carácter artesanal o industrial, donde se emplean tecnologías modernas de fabricación. Ofertando así al mercado una gama muy diversificada de productos, tanto de consumo doméstico, como para el sector de la construcción o industrial, tales como: Cerámica plana, piezas de baño, productos de vidrio, cemento, refractarios y piezas de arcilla cocida, entre otros.

Se conoce a la minería como a toda actividad productiva en la que se extraen, explotan o benefician los minerales depositados en el suelo y en el subsuelo. De acuerdo con sus características físicas y químicas, los minerales se clasifican en metálicos, no metálicos y energéticos. La minería es una fuente de ingresos muy importante en regiones rurales del país, ocupa a obreros calificados o no, operarios de maquinaria, profesionales de diversas ramas, así como entes gubernamentales. Cabe mencionar que en la rama de minerales No metálicos se clasifican tanto agregados pétreos como minerales de uso industrial tales como: calizas, yeso, arcillas, feldespato, caolín, arena/grava, grafito, baritina, entre otros.

Durante finales de la década de los ochenta y en los noventa, se realizaron en el Ecuador algunos esfuerzos para la obtención de estadísticas e inventarios relativos a la disponibilidad de minerales No metálicos, entre los que destacan el trabajo realizado por el extinto INEMIN, actual INIGEMM. No obstante, la falta para la época de sistemas automatizados de almacenamiento, distribución y divulgación de la información, contribuyó al hecho de que los inventarios recopilados sólo se encuentren disponible en físico (papel) en el Centro de Documentación del INEGEMM, lo que dificulta el acceso a todos los interesados, y lo más importante a la socialización de la información dentro del sector cerámico del Ecuador.

El objetivo de este documento es presentar una síntesis del inventario realizado por la Cooperación Alemán-Ecuatoriana, durante las décadas de los ochenta y los noventa, a objeto de coadyuvar en la divulgación y socialización de la información disponible en minería No metálica del Ecuador; en lo específico el inventario disponible de minerales arcillosos. Asimismo, se pretende contribuir con la normativa en materia de exploración minera, Ley de Minería del Ecuador 2009, Capítulo II: De la formulación, ejecución y administración de la política minera, artículo 7: Competencias del Ministerio Sectorial, en cuanto le corresponde, conforme el literal (e): “Promover en coordinación con instituciones públicas y/o privadas, universidades y escuelas politécnicas, la investigación científica y tecnológica en el sector minero”.

Este trabajo complementa el Proyecto SENESCYT, Prometeo: “Caracterización de Materias Primas Arcillosas Nacionales para uso del Sector Cerámico Artesanal y/o Industrial del Ecuador”, el cual, de acuerdo con la Ley de Minería del Ecuador 2009, Capítulo VII, artículo 27, armoniza con el desarrollo de las fases de la actividad minera de *Prospección*, que consiste en la búsqueda de indicios de áreas mineralizadas y, *Exploración* que consiste en la determinación del tamaño y

forma del yacimiento, así como del contenido y calidad del mineral en él existente.

## 2. MARCO DE REFERENCIA

En este documento se presenta la síntesis del trabajo de cooperación técnica realizada entre los años 1985 y 1990, entre la República del Ecuador y la República Federal Alemana, proyecto: “Investigación de materias primas no metálicas”, realizado por Bundesanstalt fuer Geowissenschaften und Rohstoffe (Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales Alemán), BGR, en cooperación con el Instituto Ecuatoriano de Minería, INEMIN, actual Instituto Nacional de Investigación Geológica Minero Metalúrgico, INIGEMM.

El proyecto inició con la realización sistemática de un “inventario de los indicios conocidos de materias primas No-metálicas”, en las distintas provincias del país, iniciándose en Loja, en vista de que esta provincia tenía mayor necesidad de desarrollo para la época; posteriormente el inventario fue extendido a todas las provincias del sur del país. El Ecuador fue dividido en diecinueve (19) provincias, numeradas por orden alfabético (ver Tabla 1, Fig. 1), en las provincias señaladas (letras cursivas), el inventario fue concluido en el marco del proyecto de cooperación Alemania-Ecuador, el resto del inventario, total (21) provincias, fue terminado por la contraparte ecuatoriana, entre los años 1990-2001:

**Tabla 1:** Orden correlativo de provincias inventariadas del Ecuador

|             |                    |               |
|-------------|--------------------|---------------|
| 01 Azuay    | 02 Bolívar         | 03 Cañar      |
| 04 Carchi   | 05 Cotopaxi        | 06 Chimborazo |
| 07 El Oro   | 08 Esmeraldas      | 09 Guayas     |
| 10 Imbabura | 11 Loja            | 12 Los Ríos   |
| 13 Manabí   | 14 Morona Santiago | 15 Napo       |
| 16 Pastaza  | 17 Pichincha       | 18 Tungurahua |
| 19 Zamora   | 20 Galápagos       | 21 Sucumbíos  |



**Figura 1.** Mapa político del Ecuador.

Fuente: <http://www.inverpal.com/wp-content/uploads/2014/06/Mapa-politico-Ecuador.jpg>

En los siguientes apartados presentaremos un resumen de la geología del Ecuador descrita en el Informe Técnico

“Introducción al Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador” [20]. Para mayores detalles recomendamos la lectura de los informes referenciados [1-18, 20-21].

### 2.1 Geología y Morfología del Ecuador

En la imagen de la Fig. 2 se puede apreciar una vista geológica general simplificada del Ecuador. En la parte central y oriental del Ecuador se depositaron, sobre todo en el cretáceo y en el cenozoico, sedimentos espesos encima de una base precámbrica y paleozoica. Siguiendo la teoría de la tectónica de placas, la parte ubicada al occidente de las cordilleras actuales se formó mediante el levantamiento del fondo del océano y la siguiente sedimentación. El surgimiento de la costra oceánica debajo del cratón de Guyana motivó, a partir del mesozoico, la formación del volcanismo, gran proveedor de sedimentos conjuntamente con el cratón de Guyana.

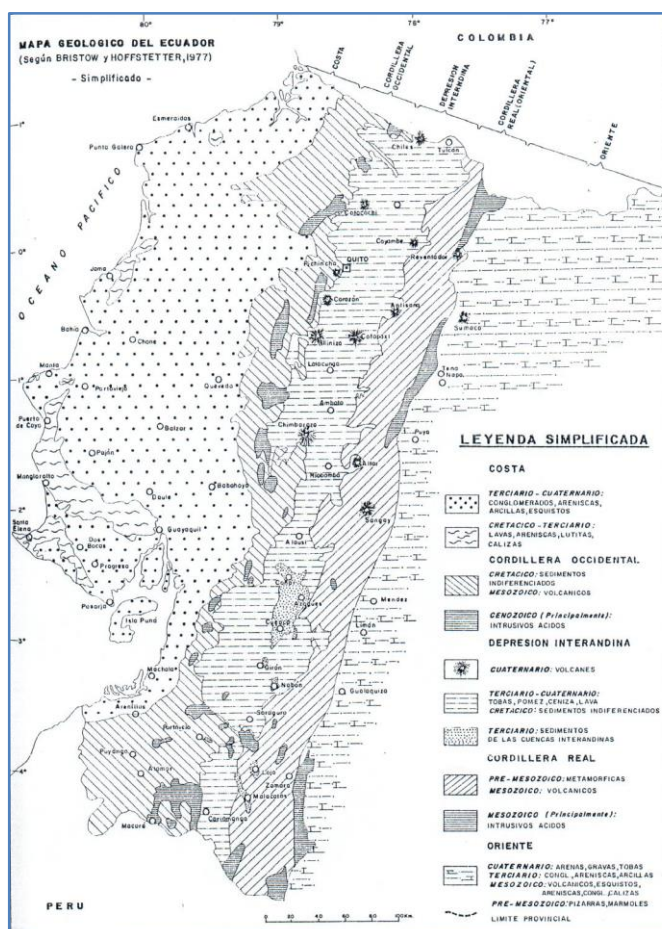


Figura 2. Vista geológica general simplificada del Ecuador. [20]

A finales del eoceno se produjo el plegamiento principal de la región andina. Las presiones y temperaturas correspondientes provocaron la metamorfosis de parte de los sedimentos anteriores. En ambos lados de la región andina, como también en las cuencas interandinas se produjeron nuevamente grandes sedimentaciones en el transcurso del terciario. En el mioplioceno se dio el levantamiento de la Cordillera Real en el Este y de la Cordillera Occidental en el Oeste. En el oriente se formaron anticlinales en dirección norte sur. El valle interandino longitudinal es el resultado de un hundimiento.

Simultáneamente se formaron estrato-volcanes, ubicados encima de las dos cordilleras o en el valle longitudinal interandino. La edad de estos volcanes oscila entre el pleistoceno y holoceno. Debido a la erupción de estos volcanes, la parte norte y central de los Andes ecuatorianos fue cubierta en una época geológica reciente con espesos sedimentos volcánicos (tobas, cenizas, piroclásticos). Debido a la evolución geológica se han formado en el Ecuador tres unidades morfológicas, todas casi orientadas en la dirección norte-sur:

- *La Costa*, es decir la parte plana del país. Que se extiende desde el Océano Pacífico en el oeste hasta el pie de la Cordillera de los Andes.
- *La Sierra*, parte central del país, conformada de dos cordilleras paralelas, la Cordillera Occidental y la Cordillera Real separadas por un valle central longitudinal, subdividido en cuencas. La mayor altitud es de 6.310 m, correspondiente al volcán Chimborazo.
- *El Oriente*, una parte de la cuenca amazónica, que comienza en la base oriental de la cordillera, bajando a niveles de menos de 300 m en el territorio ecuatoriano. Por su estructura geológica y la reducida altitud (menos de 2000 m) la Sierra Subandina pertenece igualmente a esta parte del país.

### 2.2 Conformación del Inventario

A fin de sistematizar el inventario de materias primas No metálicas del Ecuador se elaboró una tarjeta que toma en cuenta todos los datos administrativos, topográficos y geológico-mineros del Ecuador. En estas tarjetas las posiciones de las minas llevan índices de numeración continua, y se organizaron en un manual a fin de facilitar su correcto uso.

En la fase inicial de proyecto se revisaron, evaluaron y registraron todos los documentos disponibles en el Ecuador sobre las provincias del sur (Azuay, Cañar, El Oro, Loja, Morona Santiago y Zamora Chinchipe), los alrededores de Quito y Guayaquil. Posteriormente, los mencionados yacimientos fueron visitados, comprobándose su ubicación exacta y su situación geo-económica. Durante el trabajo de campo se tomaron muestras representativas, las cuales fueron analizadas en los laboratorios del INEMIN y en laboratorios instalados por el grupo alemán de cooperación técnica. En lo específico se realizaron determinaciones de composición química, granulometría y contenido mineralógico.

Los resultados de los trabajos realizados están descritos y resumidos en los tomos correspondientes a cada provincia. Éstos fueron elaborados siguiendo un esquema uniforme de contenido, en los anexos de cada tomo se añadieron solamente la copia de la primera página de las tarjetas. El apartado de la ficha (página dos) con los resultados de la caracterización, evaluación y análisis tecnológico de los minerales, fue considerado como confidencial y se encuentran bajo la

custodia de la Gerencia General, Sección de No-Metálicos del INEMIN, actual INEGEMM.

### 2.3 Contenido de la Tarjeta de Inventario

En la Fig. 3 se muestra una imagen de la tarjeta de inventario de materias primas no metálicas utilizadas en el proyecto. El área inventariada en cada provincia se identifica según se indica en el codificador: Tarjeta N

Los dos primeros campos corresponden al número de provincia asignado, del 01 al 21, los siguientes campos al correlativo de identificación iniciando por el 001 y los dos campos finales indican el tipo de materia prima, así por ejemplo: Arcilla: Ar, Arena/Grava: AG, Sílice: Si, Caliza: Ca, Caolín: Cn, Feldespato: Fs, etc. De acuerdo con el correlativo de los ítems dispuestos en la tarjeta tenemos: [20]

1) **Nombre de la mina, afloramiento, área:** Corresponde al nombre de la mina o del área de prospección solicitada y bajo el cual constará en el archivo minero del INEMIN, actual INEGEMM. Puede referirse a algún afloramiento de importancia en el cual consta el nombre del sitio más importante o el nombre de la persona que realiza la explotación a la fecha.

a. **Material:** Se refiere al tipo de mineral o materia prima solicitado para alguna de las fases de investigación, o que se haya encontrado en algún afloramiento.

2) **Fase:** Estado en el que se encuentra la solicitud en el archivo minero del INEMIN.

3) **Referencia catastro minero:** Fecha en la que se ha presentado la solicitud al INEMIN para iniciar los trabajos en la fase respectiva. Tomada del expediente que existe en el catastro minero, de ser el caso.

4) **Ubicación:** Indica que el área cuenta con hojas topográficas o planimétricas, la escala en la que ha sido elaborada, la provincia a la que pertenece. La parroquia y el sector dan una ubicación aproximada de la jurisdicción en que se encuentra el área de afloramiento.

5) **Coordenadas:** Indican la posición exacta del área o afloramiento. Tomadas de la hoja topográfica (UTM) o planimétrica (geográficas) indicadas en el numeral 4.

6) **Situación actual:** Indica el estado en el que se encuentran las actividades de la mina o el área.

7) **Empresa:** Se refiere a la persona natural o jurídica que se encuentra investigando o explotando el mineral.

8) **Uso y mercado:** Indica cual es el uso que se le está dando actualmente al material extraído y, de ser el caso, a qué mercado se está entregando la producción.

9) **Visitado por:** Indica la persona que ha visitado el área, ha realizado el muestreo y el reconocimiento, con la fecha correspondiente.

10) **Geología:** Se hace una descripción resumida de la geología regional y la geología local de la mina, área o afloramiento, por ejemplo describe el perfil litológico.

11) **Drenaje de la mina:** Se refiere al drenaje del agua en la mina, área o afloramiento; si es natural o requiere bombeo.

12) **Sobrecarga:** Se refiere al material sin valor económico que cubre el yacimiento o afloramiento, indicando su espesor en metros.

13) **Parámetros geoeconómicos:** En ellos se indican:

- Superficie del área en concesión.
- Acceso al área: carretera asfaltada o camino vecinal usable únicamente en época seca.
- Disponibilidad de servicio de energía eléctrica.
- Disponibilidad de servicio de combustible.
- Disponibilidad de mano de obra.
- Disponibilidad de agua.
- Población cercana.
- Parámetros climáticos.
- Valoración del yacimiento a la vista de la importancia local, regional y nacional.

14) **Reservas:** Se detallan las reservas probadas, probables y posibles.

15) **Consumo de energía:** Se indica la cantidad de energía eléctrica consumida, explosivos utilizados o agua.

16) **Método de explotación:** Se describen los métodos y equipos usados en la explotación, indicando si es a cielo abierto, subterránea. Extracción con pala hidráulica, manual, etc.

17) **Potencial de producción:** Se indica el número de trabajadores que laboran en el yacimiento, días o meses al año.

18) **Producción anual:** Se indica la cantidad de material extraído en toneladas o metros cúbicos durante el año.

| INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS   |  |  |  |   |  |  |  |
|--|--|--|--|---|--|--|--|
| INSTITUTO ECUATORIANO DE MINERÍA   |  |  |  |   |  |  |  |
| TARJETA N° <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |  |  |  |   |  |  |  |
| 1 NOMBRE (Mina-afloramiento-área)  |  | 2 FASE<br><input type="checkbox"/> Investigación<br><input type="checkbox"/> Prospección<br><input type="checkbox"/> Exploración<br><input type="checkbox"/> Explotación<br><input type="checkbox"/> Archivada   |  | 3 REFERENCIA CATASTRO MINERO  |  | 4 UBICACIÓN<br>Nombre: _____ Cantón: _____<br>Escala: _____ Parroquia: _____<br>Provincia: _____ Sector: _____<br><input type="checkbox"/> Hoja Topográfica <input type="checkbox"/> Planimétrica<br><input type="checkbox"/> Fotografía aérea |  |
| 5 COORDENADAS<br><input type="checkbox"/> UTM <input type="checkbox"/> Geográficas<br>X(y): _____<br>NVI: _____  |  | 6 SITUACIÓN ACTUAL<br><input type="checkbox"/> Trabajando <input type="checkbox"/> Trabajos esporádicos<br><input type="checkbox"/> No Trabaja <input type="checkbox"/> Importancia geológica<br><input type="checkbox"/> Agotada <input type="checkbox"/> |  | 7 EMPRESA<br>Nombre: _____<br>Representante: _____<br>Dimensión: _____<br>Teléfono: _____ |  | 8 USO<br>MERCADO   |  |
| 9 VISITADO POR:<br>Fecha: _____  |  | 10 DRENAJE EN LA MINA  |  | 11 SOBRECARGA   |  |  |  |
| 12 GEOLOGÍA  |  |  |  | 13 PARÁMETROS GEOECONÓMICOS   |  |  |  |
| 14 RESERVAS  |  | 15 CONSUMO DE ENERGÍA  |  | 16 MÉTODO DE EXPLOTACIÓN<br>Maquinaria: _____   |  | 17 POTENCIAL DE PRODUCCIÓN<br>N° Trabajadores: _____<br>Días a la semana: _____<br>Meses al año: _____   |  |
| 18 PRODUCCIÓN ANUAL  |  |  |  |   |  |  |  |

Figura 3. Imagen de la tarjeta de inventario de materias primas no metálicas

En la Fig. 4 se muestra una imagen de la hoja posterior (página 2) de la tarjeta de inventario de materias primas no metálicas utilizada en el proyecto. Todos los campos corresponden a los resultados de los análisis técnicos de caracterización y evaluación de materias primas. Estos datos no están disponibles al público para su socialización, se consideran confidenciales y se encuentran bajo la custodia de la Gerencia General, Sección de No-Metálicos del INEMIN, actual INEGEMM. De acuerdo con el correlativo de los campos dispuestos en la parte posterior de la tarjeta tenemos:

19) **Muestras tomadas:** Se refiere a las muestras tomadas durante la visita al yacimiento, por el personal del INEMIN o las tomadas por otras personas o empresas y, a los tipos de análisis realizados a cada una de ellas.

- 20) *Resultados de los análisis:* Indica la parte más importante de cada uno de los análisis realizados, de manera que reflejen rápidamente la calidad o inconveniencia del material.
- 21) *Aplicaciones:* Se indican los usos que podría tener este tipo de material y los que está realizando la industria privada.
- 22) *Informes elaborados:* Indica los trabajos realizados en base a los análisis y que han sido publicados.

### 3. TRABAJOS REALIZADOS

En este apartado se sintetiza el trabajo de investigación y los resultados alcanzados durante el levantamiento del inventario de materias primas No metálicas realizado en las provincias del Ecuador, mediante el Convenio de Cooperación Geológica Alemán-Ecuatoriano, durante la década de los ochenta y los noventa. Asimismo, se complementa la información con los trabajos realizados por el INIGEMM en las provincias faltantes, hasta finales del año 2001. Los resultados de los trabajos realizados están descritos y resumidos en los Tomos

*Fuentes de información:* Se refiere a los trabajos técnicos que pueden constar en las carpetas del Archivo Minero del INEMIN, a trabajos realizados en la zona por compañías, o a personas que contribuyan con información para las tarjetas y el conocimiento de la descripción de las áreas o minas. Publicaciones, libros, datos obtenidos en la mina, afloramiento, área, etc.

| 19      |      | MUESTRAS TOMADAS          |      |     |    |     |     |       |  | 20 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|------|---------------------------|------|-----|----|-----|-----|-------|--|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| MUESTRA | TIPO | ANÁLISIS REALIZADOS       |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      | A.Q.                      | DIF. | PL. | Q. | GR. | LD. | Otros |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      | 21 APLICACIONES           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      |                           |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      | 22 FUENTES DE INFORMACIÓN |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |      | 23 INFORMES ELABORADOS    |      |     |    |     |     |       |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Figura 4.** Imagen de la tarjeta de inventario de materias primas No metálicas. Parte posterior, datos técnicos de minerales.

**Tabla 2.** Ocurrencias de materias primas No metálicas del Ecuador

| PROVINCIA | No. de Ocurrencias Minerales no Metálicos |        |            |                       |             |                 |        |         |        |           |           |            |         |      |                      |           |       |               |                    |         |              |      |         | No. de Tarjetas Totales |              |      |
|-----------|---|--------|------------|-----------------------|-------------|-----------------|--------|---------|--------|-----------|-----------|------------|---------|------|----------------------|-----------|-------|---------------|--------------------|---------|--------------|------|---------|-------------------------|--------------|------|
|           | Arcillas                                  | Caolín | Feldespato | Total Min. Arcillosos | Arena Grava | Arena Silíceica | Azufre | Barrina | Caliza | Diatomita | Esmectita | Gleyserita | Grafito | Mica | Piedra Sempipreciosa | Perlitita | Pómez | Rocas Macizas | Rocas Ornamentales | Tripoli | Wollastonita | Yeso | Lapilli |                         | Arena Pesada |      |
| 1         | Azuay                                     | 13     | 8          | 0                     | 21          | 116             | 0      | 0       | 0      | 15        | 1         | 6          | 2       | 0    | 0                    | 0         | 0     | 11            | 0                  | 0       | 0            | 0    | 0       | 0                       | 172          |      |
| 2         | Bolívar                                   | 8      | 0          | 1                     | 9           | 17              | 0      | 0       | 0      | 1         | 0         | 0          | 0       | 0    | 0                    | 0         | 0     | 67            | 0                  | 0       | 0            | 0    | 3       | 0                       | 97           |      |
| 3         | Cañar                                     | 5      | 6          | 2                     | 13          | 41              | 0      | 0       | 0      | 8         | 0         | 1          | 0       | 0    | 0                    | 0         | 0     | 14            | 1                  | 0       | 0            | 0    | 0       | 0                       | 78           |      |
| 4         | Carchi                                    | 13     | 0          | 0                     | 13          | 1               | 0      | 4       | 0      | 7         | 0         | 0          | 0       | 0    | 0                    | 0         | 0     | 17            | 0                  | 0       | 0            | 0    | 2       | 0                       | 44           |      |
| 5         | Cotopaxi                                  | 6      | 0          | 0                     | 6           | 11              | 0      | 0       | 0      | 4         | 1         | 0          | 0       | 0    | 0                    | 0         | 14    | 9             | 0                  | 0       | 0            | 0    | 0       | 0                       | 45           |      |
| 6         | Chimborazo                                | 11     | 0          | 2                     | 13          | 15              | 0      | 1       | 0      | 19        | 3         | 3          | 2       | 0    | 0                    | 1         | 0     | 37            | 2                  | 0       | 0            | 0    | 4       | 0                       | 100          |      |
| 7         | El Oro                                    | 16     | 1          | 3                     | 20          | 19              | 27     | 0       | 0      | 0         | 0         | 0          | 0       | 0    | 0                    | 0         | 0     | 11            | 0                  | 0       | 0            | 0    | 0       | 0                       | 50           |      |
| 8         | Esmeraldas                                | 19     | 0          | 0                     | 19          | 27              | 0      | 0       | 0      | 4         | 0         | 0          | 0       | 0    | 0                    | 0         | 0     | 1             | 0                  | 0       | 0            | 0    | 0       | 1                       | 52           |      |
| 9         | Guayas                                    | 29     | 0          | 0                     | 29          | 56              | 3      | 0       | 0      | 35        | 1         | 0          | 0       | 0    | 0                    | 0         | 0     | 45            | 0                  | 0       | 0            | 5    | 0       | 3                       | 177          |      |
| 10        | Imbabura                                  | 10     | 0          | 0                     | 10          | 29              | 0      | 0       | 0      | 2         | 2         | 0          | 0       | 0    | 0                    | 0         | 0     | 2             | 5                  | 0       | 2            | 1    | 0       | 0                       | 53           |      |
| 11        | Loja                                      | 8      | 8          | 0                     | 16          | 20              | 0      | 0       | 0      | 7         | 1         | 7          | 0       | 3    | 0                    | 3         | 0     | 10            | 5                  | 1       | 0            | 14   | 0       | 0                       | 87           |      |
| 12        | Los Ríos                                  | 11     | 0          | 0                     | 11          | 15              | 5      | 0       | 0      | 0         | 0         | 0          | 0       | 0    | 0                    | 0         | 0     | 0             | 0                  | 0       | 0            | 0    | 0       | 0                       | 31           |      |
| 13        | Manabí                                    | 30     | 0          | 2                     | 32          | 1               | 0      | 0       | 0      | 11        | 1         | 2          | 0       | 0    | 0                    | 0         | 0     | 26            | 0                  | 0       | 0            | 2    | 0       | 1                       | 76           |      |
| 14        | Morona Santiago                           | 15     | 7          | 0                     | 22          | 2               | 9      | 0       | 1      | 14        | 0         | 0          | 0       | 0    | 0                    | 0         | 0     | 2             | 4                  | 0       | 0            | 3    | 0       | 0                       | 57           |      |
| 15        | Napo                                      | 2      | 2          | 2                     | 6           | 20              | 3      | 0       | 0      | 6         | 0         | 0          | 0       | 0    | 1                    | 0         | 0     | 8             | 0                  | 0       | 0            | 0    | 1       | 2                       | 47           |      |
| 16        | Pastaza                                   | 10     | 2          | 2                     | 14          | 13              | 1      | 0       | 0      | 2         | 0         | 0          | 0       | 0    | 0                    | 0         | 0     | 5             | 0                  | 0       | 0            | 0    | 0       | 0                       | 35           |      |
| 17        | Pichincha                                 | 53     | 0          | 0                     | 53          | 75              | 0      | 0       | 0      | 4         | 1         | 0          | 0       | 0    | 0                    | 1         | 8     | 87            | 6                  | 0       | 0            | 0    | 0       | 0                       | 235          |      |
| 18        | Tungurahua                                | 1      | 0          | 0                     | 1           | 23              | 1      | 0       | 0      | 2         | 1         | 0          | 0       | 0    | 0                    | 0         | 3     | 18            | 4                  | 0       | 0            | 0    | 0       | 0                       | 53           |      |
| 19        | Zamora                                    | 5      | 2          | 3                     | 10          | 6               | 5      | 0       | 0      | 2         | 0         | 0          | 0       | 1    | 1                    | 0         | 0     | 2             | 3                  | 0       | 0            | 0    | 0       | 0                       | 30           |      |
|           | Total por Mineral                         | 265    | 36         | 17                    | 318         | 507             | 27     | 5       | 1      | 143       | 12        | 19         | 4       | 4    | 2                    | 4         | 1     | 25            | 372                | 30      | 1            | 2    | 25      | 10                      | 7            | 1519 |

correspondientes a cada provincia de las señaladas en la Tabla 1. Para mayores detalles recomendamos la lectura de los informes referenciados [1-18, 20-21].

En los primeros capítulos de cada Tomo se incluyen aspectos generales de la geografía, clima, vegetación, infraestructura y población, así como la geología y situación económica de la provincia, relacionada con el contexto nacional. En la segunda parte se describen, en forma resumida, las ocurrencias y/o yacimientos de las materias primas No metálicas inventariadas en cada territorio provincial, con inherencia en la economía local, provincial y nacional. En cada uno de los Tomos se presentan anexas todas las tarjetas de inventario, con la descripción de cada una de las ocurrencias y/o explotaciones valuadas.

De la recapitulación de los trabajos sobre minerales No metálicos realizados por la Unidad de No Metálicos del INIGEMM, en la Tabla 2 se presenta una versión actualizada y complementada de la tabla de ocurrencias de materias primas No metálicas, presentada por el Ing. Salomón Brito (1.997) en el Tomo XV Provincia de Chimborazo [15].

Como se mencionó anteriormente, en este compendio se hará énfasis en lo específico del inventario disponible relacionado con los minerales arcillosos.

De esta manera, en la Tabla 2 se observa que las ocurrencias de minerales No metálicos de naturaleza arcillosa, donde se incluyen las arcillas, caolines y feldspatos, corresponde a un veintinueve (21) por ciento del total de las materias primas valoradas. El aprovechamiento de los minerales arcillosos en las provincias donde se evidencia predominancia de ocurrencias, está en relación directa con su desarrollo relativo, así por ejemplo la utilización de distintos tipos de arcillas para la elaboración artesanal de ladrillos y tejas en muchos casos abastecen en su totalidad la industria de la construcción de la provincia.

### 3.1 Ocurrencias de minerales arcillosos

Las materias primas minerales usadas en la obtención de piezas cerámicas son principalmente sólidos unas en relación a otras ocasionando propiedades físicas tales como suavidad, textura grasienta y clivaje fácil. cristalinos inorgánicos no metálicos los cuales han sido formados por procesos geológicos complejos. Las propiedades cerámicas están determinadas principalmente por la estructura cristalina y la composición química de sus constituyentes esenciales, y por la naturaleza y cantidad de los aditivos minerales presentes. Las características mineralógicas de tales materiales y por lo tanto sus propiedades cerámicas están sujetas a una gran variación entre las diferentes ocurrencias o aún entre la misma ocurrencia, dependiendo del ambiente geológico en el cual el depósito mineral se formó, así como también de las modificaciones físicas y químicas que hayan tenido lugar durante la historia geológica posterior.

Ya que los silicatos y los aluminosilicatos son los materiales que se encuentran ampliamente distribuidos en la corteza terrestre, son por lo tanto baratos y constituyen la base del gran porcentaje de productos de la industria cerámica determinando en gran parte su aspecto. Las arcillas de baja calidad se encuentran disponibles en casi cualquier parte; como resultado de esto, por ejemplo, la manufactura de ladrillos de construcción y de baldosas que no requieran propiedades especiales son de fabricación local, para las cuales la beneficiación intensa de la materia prima no es una prioridad. Por el contrario, para la cerámica fina que requiere el uso de materias primas mejor controladas, las materias primas normalmente se benefician mediante concentración mecánica, flotación con espumantes y otros procesos relativamente baratos. Para materiales cuyo valor añadido durante la manufactura es alto, tal como en las cerámicas magnéticas y en los refractarios especiales, la purificación química y aún la preparación química de las materias primas resulta esencial.

Las materias primas de mayor aplicación son los minerales arcillosos, partículas finas de aluminosilicatos hidratados, los cuales desarrollan plasticidad cuando se mezclan con agua. Las diferentes arcillas varían mucho en cuanto a características químicas, mineralógicas y físicas pero una característica común es su estructura laminar cristalina, la cual consiste de capas de aluminosilicatos eléctricamente neutras, lo que produce un tamaño de partícula pequeño y una morfología laminar permitiendo que las partículas se deslicen fácilmente

Las arcillas cumplen dos funciones importantes en los cuerpos cerámicos: Primero, su plasticidad característica es esencial en diferentes procesos de fabricación usados comúnmente; la capacidad única de las composiciones arcilla-agua les permiten ser moldeadas y mantener su forma y resistencia durante el secado y la quema. Segundo, las arcillas vitrifican en un rango de temperatura, el cual depende de la composición, donde se convierten en materiales densos y resistentes sin perder su forma, todo esto a temperaturas que se alcanzan económicamente. En relación con la naturaleza mineralógica de los minerales arcillosos inventariados, predominantes en las distintas provincias se hace notable la presencia de:

*Arcillas Caoliníticas:* Este tipo de arcillas poseen en su composición proporciones importantes de cuarzo libre y alta plasticidad. Mineralógicamente estas arcillas son una mezcla de minerales del grupo de la caolinita, con abundante cuarzo y trazas de illita y sustancias amorfas (alófono). Los yacimientos son el resultado de rocas meteorizadas, el caolín es residual o poco transportado. En el Ecuador algunas empresas las usan como sustituto del "ball clay" importado.

*Arcillas Comunes:* Bajo esta denominación están comprendidas todas las arcillas primarias, que en su mayoría están compuestas por arcilla impura o limo, que provienen de la meteorización de las rocas muy cerca de la superficie. No

son aptas para la fabricación de cerámica fina. Este tipo de arcillas se queman para la producción de ladrillos, lo que satisface las demandas provinciales locales. Por lo general son depósitos aluviales de arenas arcillosas, así como productos de meteorización de esquistos cristalinos de granitos. Estas materias primas son explotadas manualmente, paleando se mezcla y homogeniza la arcilla, que en muchos casos se mezcla con aserrín o cáscara de arroz. Posteriormente, se procede a darle forma manualmente a las piezas (ladrillos - tejas), y luego de un secado al aire y sol, las piezas son llevadas a los hornos de cocción de leña durante al menos 24 horas.

*Arcillas Esmectíticas:* Este tipo de arcillas se encuentra con preferencia en las formaciones sedimentarias, en las que se evidencian contenidos elevados de tobas ácidas y tufitas. Son arcillas de alta plasticidad que provienen de la alteración de lavas andesíticas, con presencia de clastos de las rocas estériles, de hematita y goethita. En algunos casos se encuentran afloramientos con trazas de cristobalita y mica. Estas arcillas presentan buenas posibilidades de ser usadas en cerámica roja.

*Arcillas Halloysíticas:* Este tipo de arcillas son producto de la meteorización de los depósitos volcánicos del grupo Altar, están caracterizadas por la presencia mineral de halloysita y probablemente alófono, como componentes mayoritarios y restos de feldespato, cuarzo, cristobalita y hematita.

*Caolines:* El caolín es una roca compuesta en su mayoría por caolinita, es una arcilla pura y blanca que procede de la descomposición de las rocas de feldespato. Es materia prima de un sinnúmero de industrias, sus aplicaciones son muy variadas y abarcan desde la industria cerámica hasta la industria del papel. En las ocurrencias de las provincias del Azuay, el Cañar, Morona Santiago, Zamora Chinchipe, y Loja, dada su naturaleza mineralógica se deben realizar varios ajustes en cuanto a su beneficiado como materia prima, para mejorar sus características tanto en crudo seco y luego de la cocción. Asimismo, se deben considerar las actitudes en cuanto al secado, pues el comportamiento es muy crítico.

*Feldespatos:* Importantes depósitos de esta materia prima existen en las Provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Chimborazo, El Oro y Zamora Chinchipe. Por lo general aflora una roca intrusiva ácida de textura granoblástica de color gris claro, que ha sufrido procesos de meteorización, formando interesantes acumulaciones de feldespato.

### 3.2 Contexto provincial

En este apartado se describe la ubicación del contexto provincial, así como, las principales ocurrencias de materias primas no metálicas, compiladas para el inventario de las provincias señaladas:

1. *Azuay:* La provincia del Azuay está ubicada en la región austral del país, está limitada al norte por las provincias del Cañar y parte del Guayas; al sur Morona Santiago, Zamora Chinchipe, Loja y el Oro; al este Morona Santiago y parte de Zamora Chinchipe y; al oeste Guayas y el Oro. En esta
2. *Bolívar:* La provincia del Bolívar se halla ubicada en el centro-oeste de la sierra ecuatoriana, en el flanco occidental de la Cordillera Occidental, limitando al norte con la provincia de Cotopaxi, al sur con las provincias del Guayas y Chimborazo, al este con las provincias de Tungurahua y Chimborazo y al oeste con los Ríos. El aprovechamiento de minerales No metálicos existentes en esta provincia está en relación directa con su relativo desarrollo. La utilización de arcillas en las cercanías de Guaranda para la elaboración de ladrillos, abastece la industria de la construcción de la provincia. De esta provincia son transportadas para su industrialización arcillas caoliníticas y feldespato a las ciudades de Riobamba y Guayaquil. [16]
3. *Cañar:* La provincia del Cañar está ubicada en la región austral del país, está limitada al norte por las provincias del Chimborazo y Guayas, al sur Azuay y Guayas, al este Morona Santiago y al oeste Guayas y Azuay. En esta provincia existen dos polos de producción de ladrillos Azogues (Sierra) y Pancho Negro (Costa). Para el primer caso se utilizan afloramientos de arcillas caoliníticas y feldespato. En el sector de Pancho Negro la materia prima se extrae de sedimentos cuaternarios, explotándose únicamente de 1 a 3 metros de profundidad, éstos poseen altos contenidos de cuarzo con bajas proporciones de mica, caolinita y feldespato. [2]
4. *Carchi:* El Carchi es la provincia más septentrional de la sierra ecuatoriana, limita al norte con la República de Colombia, al sur con la provincia de Imbabura, al este con la provincia de Sucumbíos y al oeste con la provincia de Esmeraldas. La industria cerámica está concentrada en las poblaciones del Tulcán, Chapuel y San Gabriel, se trata de talleres artesanales que fabrican ladrillos y tejas. [14]
5. *Cotopaxi:* La provincia de Cotopaxi se ubica en la Región Central del país, está limitada por las provincias de Pichincha, Napo, Tungurahua, Bolívar y los Ríos. La industria cerámica gruesa está concentrada en talleres artesanales ubicados en las ciudades de Latacunga, Pujilí y Salcedo, y la cerámica fina en la población de la Victoria, donde se elaboran figuras artesanales de barro y alfarería. En esta provincia se encuentran los yacimientos más importantes de pómez y lapilli del Ecuador. [3]
6. *Chimborazo:* La provincia de Chimborazo se halla ubicada en el centro de la sierra ecuatoriana, limita al norte con la provincia de Tungurahua, al sur con la provincia del Cañar y Azuay, al este con la provincia de Morona y Santiago y

- al oeste con las provincias de Bolívar y Guayas. La fuente de mineral No metálico utilizado en la industria ladrillera en la provincia está constituida por extensos depósitos de ceniza volcánica, con componentes feldespáticos y material amorfo, con color de quema en tono rojizo. [15]
7. *El Oro*: La provincia de el Oro se encuentra situada al suroeste del país, junto al Océano Pacífico. La parte oriental de la provincia pertenece a la cordillera occidental, el resto pertenece al sector costanero. Dentro del campo de las materias primas No metálicas tienen significado aquellas que son para la construcción (arcillas para la elaboración de ladrillos, gravas y rocas macizas) y para la cerámica fina (caolín y feldespato). El segundo producto de explotación después del oro en esta provincia es el feldespato. [21]
  8. *Esmeraldas*: La provincia de Esmeraldas se ubica en el noroccidente del Ecuador, limita al norte con la República de Colombia, al este con el Carchi e Imbabura, al sur con Manabí, Pichincha e Imbabura y al oeste el Océano Pacífico. En la provincia existen diversas industrias derivadas de la utilización de minerales no metálicos, así como ladrilleras artesanales que abastecen la provincia.[7]
  9. *Guayas*: La provincia del Guayas de encuentra ubicada en la parte sur-central de la costa ecuatoriana, limita al norte con las provincias de Manabí y los Ríos, al oeste y sur con el Océano Pacífico y en el este con las provincias del Oro, Azuay y Cañar, Chimborazo, Bolívar y los Ríos. De la producción minera la piedra caliza es la materia prima mineral más importante a nivel nacional. Existen abundantes reservas de arcillas en la cuenca del Guayas. Esta provincia agrupa la producción más alta de ladrillos de fabricación artesanal o mecanizada en el Ecuador. [6]
  10. *Imbabura*: La provincia de Imbabura pertenece a la región norte del Ecuador, conocida como al provincia de los lagos porque en ella se encuentran la mayoría de los lagos del país. Limita al norte y el oeste-este con las provincias de Esmeraldas y el Carchi, respectivamente, y al sur con las provincias de Pichincha y Sucumbíos. Imbabura cuenta con el mejor yacimiento de cobre del país que es Junín. En el aspecto minero No metálico, se destacan las minas de caliza, de donde se obtiene la materia prima utilizada en la elaboración del cemento. [13]
  11. *Loja*: La provincia de Loja se encuentra ubicada al sur del Ecuador, limítrofe con el Perú y pertenece a las provincias de la sierra. A parte de la minería concesionada, se explota una gran cantidad de materiales para la construcción por parte de instituciones públicas y empresas constructoras privadas, como arcilla para ladrilleras, arenas, gravas y rocas masivas para el mercado local. El centro de la industria ladrillera se encuentra en el Cantón Catamayo, asimismo, las ocurrencias conocidas de caolín están situadas en la parte este de la provincia, sector Salapa de la parroquia el Valle, dentro de la zona metamórfica de la Cordillera Real. [10]
  12. *Los Ríos*: Localizada en la región costa del país, también es conocida como la provincia bananera. Es uno de los más importantes centros agrícolas del Ecuador. Su territorio está ubicado en la parte central del litoral del país y limita con las provincias de Guayas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Manabí, Cotopaxi y Bolívar. [1]
  13. *Manabí*: La provincia de Manabí está ubicada en la región costanera del país. Se encuentra limitada por las provincias de Esmeraldas al norte, Pichincha y los Ríos al este, Guayas al sur y por el Océano Pacífico al oeste. La industria de minerales No metálicos no está muy desarrollada, no existe la producción mecanizada de ladrillos, sin embargo la demanda está satisfecha por la producción artesanal. Hay dos tipos de talleres de cerámica artística, los que trabajan con materia prima importada de quema blanca y, los que trabajan con arcillas de la zona en la elaboración de figuras con temas folclóricos y de animales. [4]
  14. *Morona Santiago*: La provincia de Morona Santiago está ubicada en la parte central-sur de la Región Oriental del Ecuador, es una de las zonas más extensas del país. El uso de ladrillos y tejas en esta provincia no está muy generalizado. Se encuentran depósitos de arcillas caolínicas de buena plasticidad, las cuales contienen como minerales principales cuarzo, caolinita y muscovita, los que tienen una creciente importancia para las empresas cerámicas ubicadas en la Sierra. Asimismo, se encuentran otros afloramientos de arcilla común, que tienen potencial aplicación para la fabricación de ladrillos y tejas. [11]
  15. *Napo*: Es una de las provincias de la región centro norte del Ecuador, situada en la región amazónica ecuatoriana incluye parte de las laderas de los Andes, hasta las llanuras amazónicas. En esta región existen afloramientos importantes de azufre y flúor, yacimientos de fosfatos con alto contenido de flúor y otros elementos, calizas y arcillas, carbonato de calcio, yeso, bentonita y diatomita. Se detectó la presencia de caolín de muy buena calidad y presencia de feldespatos. [17]
  16. *Pastaza*: Situada en la región amazónica del Ecuador, limita al norte con las provincias de Napo y Orellana, al sur con Morona Santiago, al este con el Perú y al oeste con la provincia de Tungurahua. La riqueza mineral No metálica se centra en importantes reservas de sílice, caolín, arcillas y calizas que posee, también deben mencionarse sus valles aluviales que en parte son lavaderos auríferos. [18]
  17. *Pichincha*: La provincia de Pichincha se ubica en la Región Central o Sierra, al norte del territorio ecuatoriano. Es andina por encontrarse entre las dos principales cordilleras, es también volcánica por albergar los macizos montañosos del Pichincha, Iliniza, Antisana, Cayambe y otros. La industria de ladrillos y tejas es una importante fuente de abastecimiento de material para el sector de la construcción de Quito y sus alrededores. La mayoría de los productos proviene de fábricas artesanales situadas en la periferia de la ciudad. Dentro de la industria cerámica, la fábrica de



piezas sanitarias EDESA, merece especial atención, dados los importantes volúmenes de producción. Asimismo, se debe indicar que en la ciudad de Quito existen numerosos talleres artesanales para la producción de figuras decorativas, la mayoría de ellos utilizan materia prima importada. Pichincha es una provincia no muy rica en minerales No metálicos, sin embargo, en la parte occidental (Santo Domingo de los Colorados) se encuentran importantes afloramientos de arcillas, limos y lutitas. [9]

18. *Tungurahua*: La provincia está limitada al norte con las provincias de Cotopaxi y Napo, al sur con la provincia de Chimborazo y Morona Santiago, al este con las provincias de Napo y Pastaza y al oeste con las provincias de Bolívar y Cotopaxi. Localmente la producción de ladrillos es escasa, con ladrilleras que trabajan esporádicamente, principalmente bajo pedido. En la ciudad de Ambato se encuentra la principal ladrillera mecanizada, que elabora ladrillos prensados vistos, para abastecer el sector de la construcción. [8]

19. *Zamora Chinchipe*: Ésta es principalmente una provincia montañosa que ocupa los declives y estribaciones orientales de la Cordillera Real y la Cordillera del Cóndor.

20. Merece destacarse la existencia de extensos depósitos de arena silíceo y feldespato. En Zamora afloran arcillas aptas para la fabricación de cerámica roja. [12]

### 3.1 Cuantificación de ocurrencias de minerales arcillosos

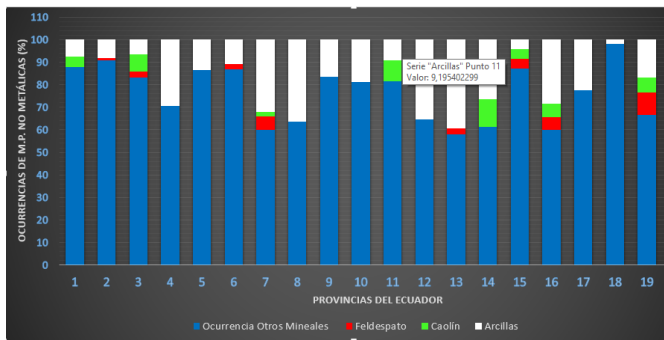
Los minerales arcillosos son la resultante de una variedad importante de procesos geológicos, ya mencionados, dados bajo extensos rangos de condiciones fisicoquímicas. Aunque difieren en su mineralogía y en otras propiedades tales como: tamaño de grano, componentes químicos, arreglos cristalinos, plasticidad, trabajabilidad, resistencia pirosclópica, etc., por diversas razones, las arcillas funcionan esencialmente de la misma manera, constituyéndose como el componente principal para la fabricación, tanto artesanal como industrial, de distintos productos y piezas cerámicas. En la Tabla 3 se presenta un resumen de las ocurrencias de minerales arcillosos inventariados en las provincias del Ecuador. En ésta se presenta adicionalmente, de acuerdo con los parámetros registrados en los ítems 2, 6 y 8 de las tarjetas de inventario, el estado en el que se encuentra la solicitud en el archivo minero, la situación operativa del afloramiento o mina y, los usos y mercados a los que se destina el mineral arcilloso. No metálicos, que el promedio de presencia de minerales arcillosos, incluidas las arcillas, feldespatos y caolines, en todas las provincias es del orden del veintiún (21) por ciento. Destacándose la determinación significativa de ocurrencias

**Tabla 3.** Ocurrencias de Minerales Arcillosos del Ecuador

| Provincia          | No. de Tarjetas Totales (M.P. no Metálicos) | No. de Tarjetas Min. Arcillosos |        |            |                       | Fase (2)      |             |             |             |           | Situación (6) |                    |            |         |                          | Uso y Mercado (8) |       |        |                   |            |          |                      |             |          |
|--------------------|---|---------------------------------|--------|------------|-----------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-----------|---------------|--------------------|------------|---------|--------------------------|-------------------|-------|--------|-------------------|------------|----------|----------------------|-------------|----------|
|                    |   | Arcillas                        | Caolín | Feldespato | Total Min. Arcillosos | Investigación | Prospección | Exploración | Explotación | Archivada | Trabajando    | Trabajo Esponádico | No Trabaja | Agotada | De Importancia Geológica | Ladrillos         | Tejas | Adobes | Traslado Nacional | Sanitarios | Vajillas | Importancia Cerámica | No Definida | Baldosas |
| 1 Azuay            | 172   | 13                              | 8      | 0          | 21                    | 5             | 1           | 4           | 10          | 1         | 4             | 7                  | 7          | 1       | 2                        | 4                 | 2     | 0      | 3                 | 1          | 1        | 4                    | 0           | 6        |
| 2 Bolívar          | 97  | 8                               | 0      | 1          | 9                     | 3             | 0           | 0           | 6           | 0         | 3             | 5                  | 0          | 0       | 1                        | 8                 | 0     | 0      | 1                 | 0          | 0        | 0                    | 0           | 0        |
| 3 Cañar            | 78  | 5                               | 6      | 2          | 13                    | 5             | 0           | 4           | 4           | 0         | 3             | 5                  | 3          | 0       | 2                        | 1                 | 0     | 0      | 6                 | 0          | 0        | 3                    | 0           | 3        |
| 4 Carchi           | 44  | 13                              | 0      | 0          | 13                    | 6             | 0           | 1           | 6           | 0         | 4             | 3                  | 0          | 0       | 6                        | 5                 | 2     | 0      | 0                 | 0          | 0        | 6                    | 0           | 0        |
| 5 Cotopaxi         | 45  | 6                               | 0      | 0          | 6                     | 2             | 0           | 0           | 4           | 0         | 3             | 1                  | 2          | 0       | 0                        | 2                 | 1     | 0      | 0                 | 0          | 0        | 3                    | 0           | 0        |
| 6 Chimborazo       | 100   | 11                              | 0      | 2          | 13                    | 1             | 0           | 0           | 12          | 0         | 7             | 4                  | 1          | 0       | 1                        | 5                 | 4     | 0      | 0                 | 0          | 0        | 4                    | 0           | 0        |
| 7 El Oro           | 50  | 16                              | 1      | 3          | 20                    | 14            | 0           | 1           | 5           | 0         | 13            | 7                  | 0          | 0       | 0                        | 16                | 2     | 1      | 1                 | 0          | 0        | 0                    | 0           | 0        |
| 8 Esmeraldas       | 52  | 19                              | 0      | 0          | 19                    | 7             | 7           | 1           | 4           | 0         | 1             | 4                  | 12         | 0       | 2                        | 1                 | 1     | 0      | 0                 | 0          | 0        | 0                    | 17          | 0        |
| 9 Guayas           | 177   | 29                              | 0      | 0          | 29                    | 3             | 0           | 0           | 26          | 0         | 19            | 6                  | 0          | 0       | 4                        | 16                | 2     | 0      | 3                 | 0          | 0        | 8                    | 0           | 0        |
| 10 Imbabura        | 53  | 10                              | 0      | 0          | 10                    | 4             | 0           | 3           | 3           | 0         | 1             | 5                  | 4          | 0       | 0                        | 4                 | 2     | 0      | 0                 | 0          | 0        | 2                    | 2           | 0        |
| 11 Loja            | 87  | 8                               | 8      | 0          | 16                    | 2             | 0           | 4           | 10          | 0         | 6             | 5                  | 3          | 0       | 2                        | 11                | 3     | 0      | 1                 | 0          | 0        | 1                    | 0           | 0        |
| 12 Los Ríos        | 31  | 11                              | 0      | 0          | 11                    | 9             | 0           | 1           | 1           | 0         | 0             | 5                  | 6          | 0       | 0                        | 3                 | 0     | 0      | 0                 | 0          | 0        | 8                    | 0           | 0        |
| 13 Manabí          | 76  | 30                              | 0      | 2          | 32                    | 10            | 0           | 10          | 12          | 0         | 4             | 7                  | 10         | 8       | 3                        | 14                | 3     | 0      | 3                 | 0          | 0        | 7                    | 5           | 0        |
| 14 Morona Santiago | 57  | 15                              | 7      | 0          | 22                    | 8             | 4           | 3           | 6           | 1         | 8             | 3                  | 7          | 0       | 4                        | 6                 | 6     | 0      | 4                 | 3          | 3        | 0                    | 0           | 0        |
| 15 Napo            | 47  | 2                               | 2      | 2          | 6                     | 3             | 0           | 0           | 3           | 0         | 0             | 3                  | 0          | 0       | 3                        | 2                 | 0     | 0      | 0                 | 0          | 0        | 4                    | 0           | 0        |
| 16 Pastaza         | 35  | 10                              | 2      | 2          | 14                    | 5             | 0           | 5           | 4           | 0         | 4             | 6                  | 0          | 0       | 4                        | 4                 | 0     | 0      | 0                 | 0          | 0        | 5                    | 5           | 0        |
| 17 Pichincha       | 235   | 53                              | 0      | 0          | 53                    | 6             | 0           | 4           | 23          | 20        | 18            | 0                  | 8          | 20      | 7                        | 5                 | 2     | 0      | 24                | 2          | 2        | 0                    | 16          | 2        |
| 18 Tungurahua      | 53  | 1                               | 0      | 0          | 1                     | 1             | 0           | 0           | 0           | 0         | 0             | 0                  | 1          | 0       | 0                        | 0                 | 0     | 0      | 0                 | 0          | 0        | 0                    | 1           | 0        |
| 19 Zamora          | 30  | 5                               | 2      | 3          | 10                    | 3             | 1           | 0           | 6           | 0         | 5             | 4                  | 1          | 0       | 0                        | 4                 | 3     | 0      | 0                 | 0          | 0        | 3                    | 0           | 0        |

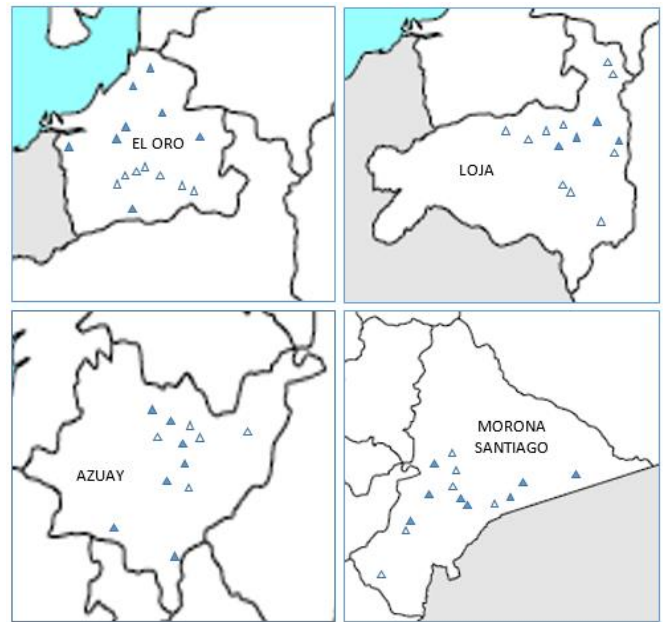
de feldspatos y caolines en provincias distintas a las de explotación tradicional.

observa que las zonas de ocurrencia corresponden por lo general a perfiles geológicos similares.

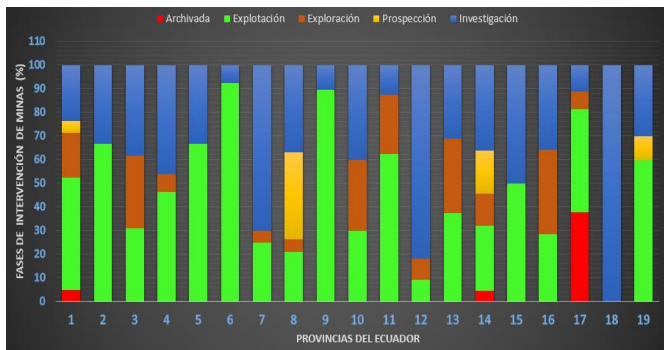


**Figura 5.** Proporción de ocurrencias de minerales No metálicos en provincias del Ecuador.

En la imagen de la Fig. 6 se pueden visualizar distintas zonas de afloramiento y/o yacimientos de minerales arcillosos, se

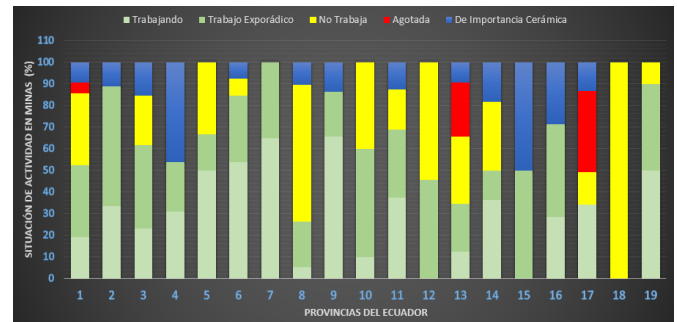


**Figura 6.** Imagen de zonas de afloramientos y/o yacimientos de minerales arcillosos en provincias del Ecuador. Δ: Un afloramiento/mina, ▲: Dos o más afloramientos/minas.



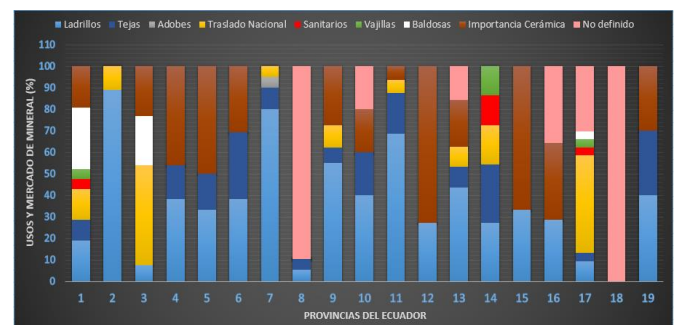
**Figura 7.** Proporción de fases de intervención de afloramientos y/o yacimientos de minerales arcillosos en provincias del Ecuador.

En la imagen de la Fig. 8 se puede observar, de la evaluación realizada a los distintos afloramientos y/o minas de minerales No metálicos, que en promedio el 59% de las ocurrencias de minerales arcillosos, incluidas las arcillas, feldspatos y caolines, se encuentran en situación de trabajo permanente y/o temporal, el resto se encuentran en fase por explotar y de determinación de factibilidad de aplicación en el sector cerámico del país.



**Figura 8.** Proporción de situación de actividad de afloramientos y/o yacimientos de minerales arcillosos en provincias del Ecuador.

En la imagen de la Fig. 9 se puede observar, de la evaluación realizada a los distintos afloramientos y/o minas de minerales No metálicos, que en promedio el 47% de las ocurrencias de minerales arcillosos, se encuentran dedicadas a la fabricación tradicional (artesanal) de ladrillos y tejas que satisfacen las demandas de las provincias, un 14% al sector industrial productor de cerámica fina y, el resto (39%) se encuentra en fase de determinación de factibilidad de aplicación en el sector cerámico del país.



**Figura 9.** Proporción de usos y mercados de afloramientos y/o yacimientos de minerales arcillosos en provincias del Ecuador.

#### 4. CONCLUSIONES

En la imagen de la Fig. 7 se puede observar, de la evaluación realizada a los distintos afloramientos y/o minas de minerales No metálicos, que en promedio el 44% de las ocurrencias de minerales arcillosos, incluidas las arcillas, feldspatos y caolines se encuentra en fase de explotación, un 54% en las fases previas de investigación, prospección y exploración; lo que señala el potencial minero arcilloso por explotar en el país

El inventario de materias primas No metálicas determinó la presencia de importantes depósitos minerales en todas las provincias del Ecuador. En relación con los minerales arcillosos, se determinó que la ocurrencia de éstos representa

en promedio alrededor de un 20% de la riqueza mineral No metálica del país.

En cuanto al uso de la riqueza mineral arcillosa valorada, se evidenció que cerca de un 50% de la misma se encuentra dedicada a la fabricación tradicional (artesanal) de ladrillos y tejas que satisfacen la demanda local de las provincias. Sólo aproximadamente un 15% de la riqueza mineral arcillosa es utilizadas por el sector industrial productor de cerámica fina; el resto se encuentran en fase de determinación de factibilidad de uso y aplicación en el sector cerámico, lo que señala el potencial minero arcilloso por explotar del país.

En resumen, se corrobora que el Ecuador dispone de importantes recursos No metálicos, que deben ser aprovechados para su desarrollo integral. Este trabajo aspira ser una contribución para tal propósito, a la par de coadyuvar en la divulgación y socialización de la información disponible en minería no metálica del Ecuador; en lo específico, del inventario disponible de minerales arcillosos.

Trabajos adicionales como el Proyecto SENESCYT-Prometeo: "Caracterización de Materias Primas Arcillosas Nacionales para uso del Sector Cerámico Artesanal y/o Industrial del Ecuador", permitirán complementar la información disponible, una vez realizada la evaluación tecnológica de las propiedades físico-químicas y cerámicas de las materias primas arcillosas; generándose el crecimiento y fortalecimiento de la base de datos, que le permita disponer de esta información a todos los sectores académicos y productivos cerámicos del país .

## RECONOCIMIENTOS

Este trabajo científico ha sido financiado por el Proyecto Prometeo de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Ecuador). El autor quiere agradecer la colaboración y aportes, para la realización de esta recapitulación, del Ingeniero Salomón Brito, Especialista en Geología, adscrito a la Dirección de Geología del INIGEMM; miembro del equipo técnico del proyecto de Cooperación Técnica Geológica Alemán-Ecuadoriano y, coautor principal de varios de los Tomos generados del "Inventario de Materias Primas Minerales No Metálicas en el Ecuador".

## REFERENCIAS

- [1] E. León, J. Gómez y S. Armas. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de los Ríos. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 2001.
- [2] G. Hunda. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia del Cañar, Tomo VI. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1990.
- [3] G. Hunda y F. Wolff. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de Cotopaxi, Tomo X. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1994.
- [4] G. Hunda y F. Wolff. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de Manabí, Tomo XII. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1995.
- [5] G. Hunda, W. Roth. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia del Azuay, Tomo VII. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1990.
- [6] H. Bosse, L. Arrata y H. Mylius. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia del Guayas, Tomo V. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1990.
- [7] J. Sosa y F. Wolff. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de Esmeraldas, Tomo XIII. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1995.
- [8] J. Sosa y S. Brito. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de Tungurahua, Tomo XIV. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1997.
- [9] L. Arrata, S. Brito, J. Sosa y F. Wolff. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de Pichincha, Tomo VIII. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1993.
- [10] S. Brito, H. Markwisch Sosa. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de Loja, Tomo II. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1990.
- [11] S. Brito, H. Markwisch Sosa. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de Morona Santiago, Tomo III. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1990.
- [12] S. Brito, H. Markwisch Sosa. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de Zamora Chinchipe, Tomo IV. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1990.
- [13] S. Brito y F. Wolff. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de Imbabura, Tomo IX. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1993.
- [14] S. Brito y F. Wolff. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia del Carchi, Tomo XI. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1995.
- [15] S. Brito, J. Sosa y E. León. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de Chimborazo, Tomo XV. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1997.
- [16] S. Brito. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de Bolívar, Tomo XVI. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1997.
- [17] S. Brito, E. León, y M. Tonato. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de Napo. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 2001.
- [18] S. Brito y E. León. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de Pastaza. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 2001.
- [19] Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Plan Nacional de Desarrollo/Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. ISBN 978-9942-07-691-5. Versión digital en [www.buenvivir.gob.ec](http://www.buenvivir.gob.ec). Consultado Mayo 2015.
- [20] W. Roth. Introducción al Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1990.
- [21] W. Roth, J. Sosa. Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de El Oro, Tomo I. INEMIN-BGR. Quito, Ecuador 1990.