

# MINAS Y GEOLOGÍA



[www.inversiones.misiones.gov.ar](http://www.inversiones.misiones.gov.ar)



**Dirección General de Minas y Geología**  
**Subsecretaría de Industria**  
**MINISTERIO DE INDUSTRIA**

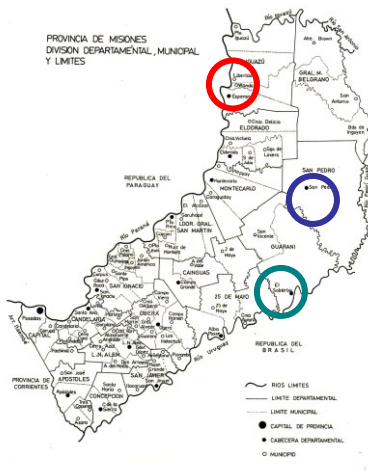
- Piedras preciosas
- Harina de basalto
- Lana de basalto
- Rocas ornamentales

Julio de 2017  
Provincia de Misiones

# Piedras Preciosas

## Introducción

La explotación de piedras preciosas en la provincia de Misiones comenzó a mediados de la década del 70<sup>1</sup> y siempre su desarrollo y crecimiento estuvo supeditado a las asimetrías con el Brasil, principal competidor.



El área de mayor número de afloramientos ocupa una franja costera entre las localidades de Wanda, Puerto Libertad y la desembocadura del arroyo Urugua-í al río Paraná, allí se concentran los yacimientos de piedras preciosas de mayor interés provincial.

Cabe consignar que la zona de El Soberbio, muy próximo a la costa del río Uruguay y el Departamento de San Pedro poseen minas de piedras preciosas con características similares a las de Wanda-Libertad y sus productores están comenzando su explotación.

Dentro de las numerosas variedades comercializables de minerales compuestos por sílice ( $\text{SiO}_2$ ), los basaltos del Paraná<sup>2</sup> albergan las variedades denominadas ágata, amatista y jaspe.

○ Zona Wanda – Puerto Libertad.

○ El ágata es un tipo de calcedonia que presenta un bandeado paralelo o no a las paredes de la cavidad de origen. Su uso puede ser *ornamental* e *industrial* y los colores varían entre grises y celestes claros (Foto N°1).

La amatista (Foto N°2) es una variedad de cuarzo que presenta hábito cristalino prismático hexagonal, de dimensiones variables, que culmina con una pirámide. El color violeta o púrpura lo obtiene a partir de impurezas por la presencia de hierro férrico y manganeso. Las amatistas aparecen como relleno parcial de geodas en las coladas basálticas (Foto N°3) y representan el atractivo minero principal de las explotaciones.

El jaspe, otra variedad de calcedonia (similar a las ágatas) se encuentra en Wanda en forma muy abundante pero en zonas concentradas. Desarrollan colores intensos, como el rojo “tinto” o verde “musgo”, siendo localizadas las mejores muestras en las Minas Santa Catalina I y Don José.

<sup>1</sup> La primer denuncia fue realizada por el Señor Huberto Mayherofer en marzo de 1976, su mina se llamó Selva Irupé.

<sup>2</sup> Los basaltos del Paraná reciben diferentes nombres según el país en que se los halla estudiado. Así por ejemplo se llaman Formación Arapey (Uruguay), Formación Alto Paraná (Paraguay), Formación Serra Giráís (Brasil) o Miembro Posadas de la Formación Curuzú Cuatiá (Argentina).



FOTO N°1. Ágatas misioneras



FOTO N°2. Cristales de *amatista*.



FOTO N°3. Geoda de amatista.

### ¿Cómo se extraen?

El laboreo minero efectuado hasta el presente en los diferentes yacimientos consiste en la extracción a cielo abierto de la cubierta de materiales sueltos, recuperando mediante un procedimiento manual los cristales sueltos detectados en el horizonte de suelos rojos (cuarzo diseminado). Del manto saprolitizado (tosca) se extraen fragmentos de geodas, ágatas y cristales levemente intemperizados mediante una labor de remoción sencilla.

Las excavaciones avanzan manteniendo un mismo nivel de explotación, lo que permite continuar dentro del manto mineralizado subhorizontal, con un mínimo de destape y facilitando el drenaje hacia las zonas mas deprimidas.

Últimamente, en algunas minas se han realizado trabajos de tunelería para la apertura de pequeñas galerías, siguiendo el horizonte mineralizado, con el objeto de extraer geodas de gran tamaño. Este aspecto, además presenta un mayor atractivo turístico, ya que el visitante ocasional tiene la oportunidad de ver la mineralización de la roca "in situ".



Apertura nuevo frente. Mina Selva Irupé.



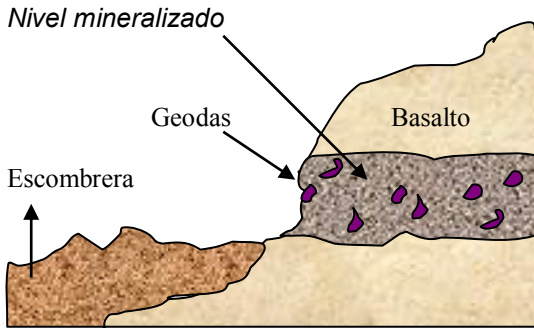
Frete limpio para el inicio de la explotación



Vista galerías de la Mina Selva Irupé.

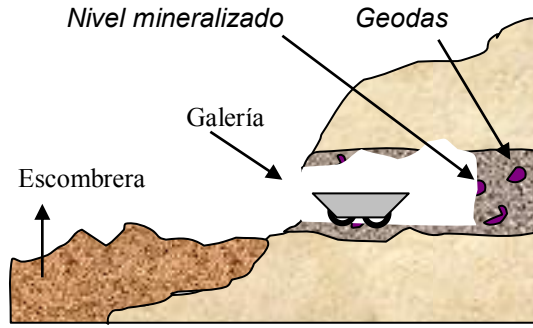
## Técnicas de explotación

### A cielo abierto



Basalto

### En galerías



Basalto

## Los Yacimientos

Bosse y Caggiano (1974) distinguen según su génesis varios tipos de yacimientos, como ser: Guanajuato, Alpino, filones de cuarzo, pegmatítico y el tipo "geodas en basalto". Este último, es el que suministra la amatista de mejor calidad y mayor volumen que registra el mercado mundial.

La mineralización silícica consiste en geodas de forma subesférica o elipsoidal a cilíndricas, con su eje mayor dispuesto verticalmente y el desarrollo de una delgada pátina de celadonita verde que recubre exteriormente dicha estructura.

En su interior un bandeamiento de calcedonia de espesor variable entre pocos milímetros a centímetros conforma la primera capa, desarrollándose a partir de ella los cristales de hábito prismático dispuestos radialmente.

Los minerales más frecuentes detectados son: cuarzo blanco, amatistas, ágatas y cristal de roca. Con menor frecuencia citrino y cuarzo ahumado, siendo muy variable su calidad. Las geodas aparecen agrupadas en bolsones mineralizados, los que alternan con zonas totalmente estériles de roca.



Galería Selva Irupé.



Minero en el proceso de extracción mediante martillo neumático.



Minero en el proceso de extracción manual con martillo y cincel.

### **Colada Portadora**

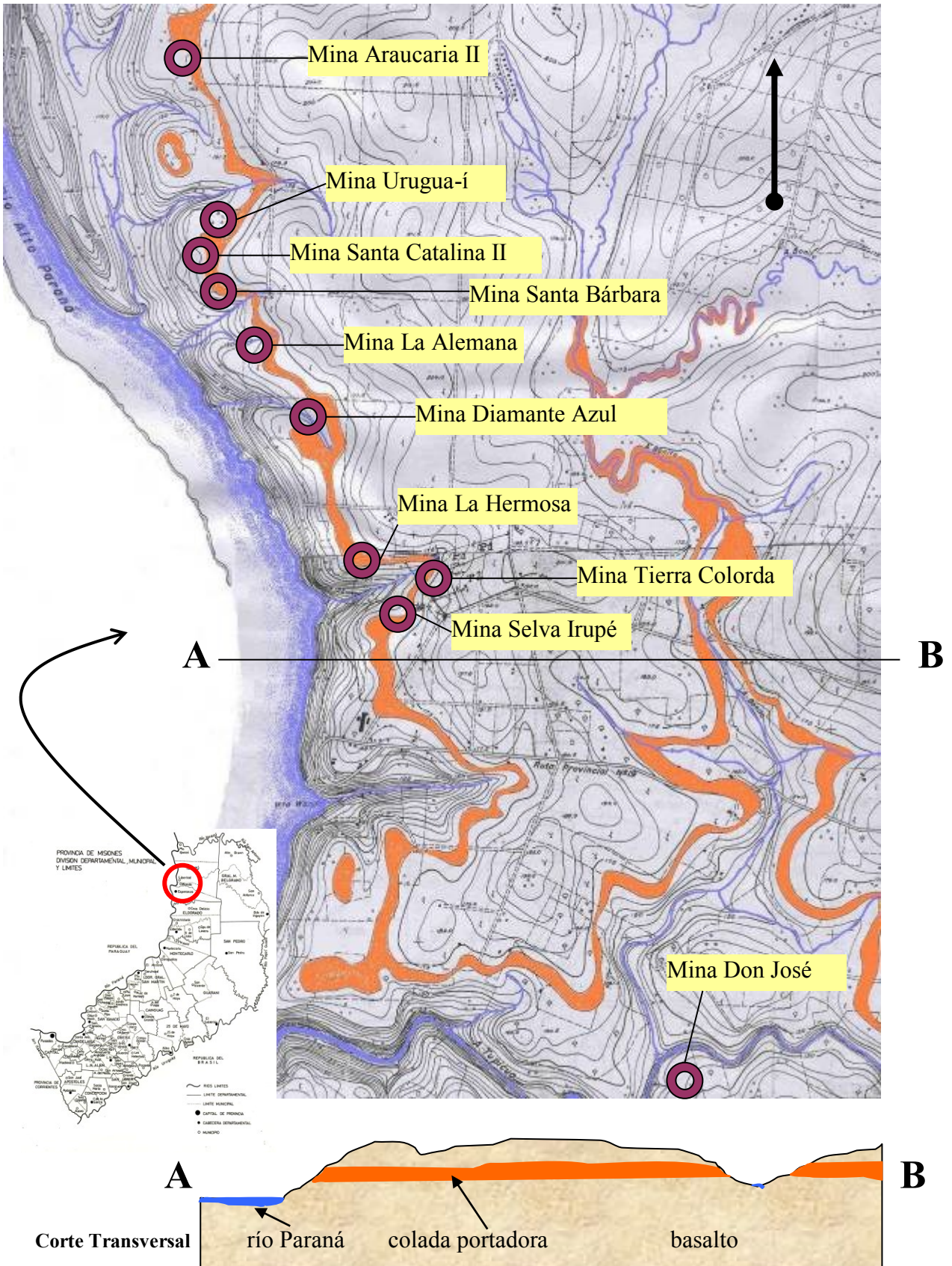
Si imaginamos el momento en que la lava, asciende a partir de grandes fracturas o fallas y comienza a escurrir libremente sobre la superficie del terreno, ésta se caracteriza por una gran horizontalidad en su deposición.

Al ubicar los yacimientos en las hojas topográficas se observa que todos los descubrimientos se encuentran ubicados entre cota 165 y 175 s.n.m. como se aprecia en el MAPA 1. Más aún, si repetimos este proceso en los yacimientos manifestados sobre la costa del Río Uruguay, en la zona de El Soberbio, distante unos 150 Km en línea recta, se repiten los mismos niveles de cota de Wanda-Libertad.

La exactitud de sus potencias (espesores mineralizados), calidad, reservas y la magnitud de sus extensiones están sujetas a estudios más profundos que a la fecha no han sido realizados.

Los registros de manifestaciones no se limitan a las zonas mencionadas con anterioridad, hay presencia de piedras preciosas en San Pedro, Cerro Corá, Santa Inés, Pozo Azul, San Pedro, entre otros. No se descarta que las coladas enriquecidas por las mineralizaciones silícicas deban ser más de una.

**Mapa N°1.** Localización de las minas y colada portadora de Piedras Preciosas



## Producto final

La extracción de las ágatas y geodas de amatista en el frente de explotación debe ser realizado con sumo cuidado para evitar su rotura. Para ello se trabaja con martillos neumáticos, compresores, pólvora negra, martillo y cincel. Luego son transportadas a los talleres donde se practican diferentes procesos para su embellecimiento.

El aserrado, se realiza mediante sierras diamantadas; el desbaste y pulido sobre disco de hierro fundido mediante abrasivos de granulometría decreciente, en húmedo. El pulido final o abrillantado se obtiene sobre disco de paño, mediante el empleo, siempre en húmedo, de alúmina o verde de cromo.

Una vez finalizado los trabajos de taller, el producto final será comercializado de diferentes formas como ser: geodas cortadas; cuarzo y amatista tamboreadas; gemas para joyería y bijouterie; amatistas de colores poco pronunciados son tratadas térmicamente, tomando un color amarillo anaranjado, semejante al topacio.

Las ágatas pueden ser:

*Industriales.* Se usan las más homogéneas para asegurar su mayor resistencia mecánica, empleándose en cuchillas para balanzas, morteros de laboratorio y molinos diversos.

*Ornamentales.* Son aserradas en rodajas para adornos, ceniceros, campanillas, bijouterie, apoya libros, alhajeros, jarrones, copas, llaveros, frutas, etc.

Taller de trabajo de Productores Mineros



Geodas de la Mina Tierra Colorada.



Geodas de amatista. Mina Santa Catalina.



## HARINA DE BASALTO

*Una mineralización natural para las plantas*

Las harinas de roca son un conjunto de minerales con un alto poder para remineralizar y nutrir suelo. En el Basalto de Misiones se pueden encontrar mas de 45 elementos, entre ellos: Silicio, Hierro, Magnesio, Manganeso, Calcio, Sodio, Potasio, Fosforo, Zinc, Cobre, Cobalto, etc.

### Beneficios

Aporta nutrientes, regula pH, aumenta el valor nutritivo y sabor de los cultivos, aumenta la resistencia ante insectos, enfermedades, heladas y sequías.

### Usos y aplicaciones

- Fertilización directa en cultivos
- Mineralización de compost y abonos fermentados
- Enriquecimiento de biofertilizantes
- Empanizado o pelletización de semillas
- En cama de pollos o cerdos retiene la urea y disminuye los olores
- En el tratamiento de parásitos externos de animales

### Características del basalto

La experiencia muestra que esta roca reducida a polvo, actúa favorablemente sobre el suelo y sobre las plantas por diversas razones:

1º- **El basalto es excepcionalmente rico en magnesio** (el polvo de basalto contiene en forma natural más de un 8% de magnesio). Este elemento es esencial para las plantas y para la fotosíntesis ya que es el principal constituyente de la clorofila.

Los análisis muestran que la mayoría de los suelos tienen carencias en magnesio. Esta carencia es muy inquietante ya que se vuelve a encontrar en la alimentación humana (el magnesio es indispensable en el hombre para su equilibrio fisiológico, para su salud nerviosa, para combatir el cansancio; es la razón por la cual numerosas medicinas, basándose en el magnesio, están actualmente en venta). Antes de atiborrarse con píldoras, es preferible tratar el problema en su base y enriquecer los suelos en magnesio mediante el basalto.

2º- **El basalto es rico en oligoelementos.** El papel fundamental de los oligoelementos y su importancia para la salud son ahora conocidos por todo el mundo. Igual que con el magnesio, es esencial que el hombre los encuentre en su alimentación. Para ello hace falta que las plantas se desarrollen en un suelo rico en estos oligoelementos, indispensable por otra parte para su propia vitalidad. El basalto es aquí también un valioso recurso.

Se llama oligoelementos a los elementos esenciales para la vida que intervienen en muy baja dosis en los organismos vivos. Un ejemplo entre tantos de la importancia de los oligoelementos nos lo da el Cobalto en la vida de la tierra: existen en el suelo bacterias capaces de fijar el nitrógeno del aire; estas bacterias deben para eso absorber ínfimas dosis de vitamina B12 fabricada por otras bacterias

igualmente presentes en el suelo. Para sintetizar esta vitamina B12, estas bacterias necesitan cobalto. La vida es muy compleja y esta complejidad no la respetan los productos químicos.

3°- **El basalto facilita la absorción por las plantas de los elementos nutritivos contenidos en el suelo.** Esta propiedad se debe a intercambios iónicos cuya descripción sale del marco de este documento. Recordemos solamente que el basalto se combina con las partículas nutritivas para alimentar a las raíces. Este fenómeno impide el empobrecimiento del suelo por las lluvias al llevar los elementos nutritivos en profundidad, en zonas inaccesibles al sistema radicular.

4°- **El basalto es un potente regenerador de los suelos, participa en la formación del complejo arcilla-humus, base de la fertilidad de la tierra.** Revitaliza por lo tanto, los suelos agotados por los tratamientos químicos y los monocultivos.

El complejo arcilla-humus resulta de la combinación de sustancias orgánicas, de partículas minerales y de micro-organismos. La micro fauna, la micro flora y las lombrices participan en su formación por su acción sobre el basalto.

5°- **El basalto**, bajo el efecto de diversos factores físico-químicos, se transforma lentamente en una **arcilla de muy alta calidad** desde el punto de vista agronómico.

6°- Los animales que viven en el suelo y en particular las lombrices digieren el basalto y lo expulsan en forma de excrementos que generan un **humus muy valioso**. El basalto a su vez estimula su actividad así como la vida microbiana.

7°- **El basalto es un estructurante del suelo.** En los suelos arenosos, el aporte de basalto permite retener el agua y por lo tanto obtener una tierra menos seca. Esta propiedad se debe a las características higroscópicas del basalto micronizado y al desarrollo del humus.

El basalto es también eficaz en las tierras apelmazadas que airea cuando se emplea en forma de arena, contribuye al calentamiento de los suelos.

8°- **El basalto contiene más del 40% de sílice**, elemento que refuerza los tejidos de los vegetales y estimula su resistencia natural a las enfermedades y a los ataques parasitarios. (El preparado 501 de sílice biodinámico, es un ejemplo claro, de la gran importancia del sílice para las plantas).

9°- **El basalto es una roca equilibrada** que contiene no solo sílice sino también calcio. Conviene a todos los terrenos sean ácidos o básicos.

10°- **El basalto utilizado en espolvoreado foliar**, con una granulometría muy fina, permite combatir algunos insectos que asolan los cultivos. Por su finura las partículas de basalto colman los orificios respiratorios de los insectos, perturbando su vista y sus terminaciones nerviosas. Esta acción que es de orden físico y no químico, es repulsiva para los insectos. La ausencia de toxicidad es una garantía de la no contaminación de los depredadores útiles para el equilibrio ecológico.

11°- El basalto con fina granulometría **fija los olores**. Esta propiedad se aprecia en el tratamiento de los purines y de las camas de paja de los animales. **Por su poder de fijación de las materias nitrogenadas, volátiles, el basalto contribuye al enriquecimiento de los estiércoles.**

12°- **Por su capacidad de fijar el oxígeno** y de aumentar la aireación del suelo el basalto **estimula la vida microbiana**. Crea condiciones de desarrollo ideales para las bacterias aerobias útiles a una buena descomposición de los desechos vegetales y orgánicos; limita, por lo tanto el número de bacterias anaerobias perjudiciales para la buena calidad de las fermentaciones. Esta propiedad es



particularmente interesante en las técnicas de compostaje, para potenciar los estiércoles y los purines.

13°- **El basalto es un producto enteramente natural y no tóxico**; no contiene ninguna molécula de síntesis. Su empleo, incluso en dosis masivas, nunca es nocivo (un error en las cantidades no tiene consecuencias, a diferencia de otros productos).

14°- **El basalto actúa mediante procesos de vida que tienen lugar en la tierra**; no cortocircuita los mecanismos naturales como lo hacen numerosos abonos. Por lo tanto, el empleo de basalto mantiene el equilibrio biológico de los suelos.

Por otro lado, la conservación del basalto no plantea ningún problema; no se altera con el tiempo.



Basalto de la provincia de Misiones.

### ¿Qué granulometría utilizar?

La elección de la granulometría depende de la utilización y del efecto buscado. Cuanto más finos los polvos, más grande es su superficie de contacto (un solo gramo de polvo micronizado puede cubrir varios metros cuadrados); la acción de los microorganismos es así más rápida. Por otra parte, las propiedades estructurantes son diferentes según la granulometría. Por lo que en el mercado podemos encontrar varios tamaños:

- **El 0/2 triturado**, obtenido por molturación de las rocas, posee una granulometría semejante a la de una arena fina. El diámetro de las partículas va de 80 micrones a 2 mm. Este polvo es más barato. Su acción es lenta y conviene para un tratamiento de fondo y duradero o cuando la activación microbiana es intensa (tierra cultivada en biodinámica por ejemplo). También se utiliza para airear tierras apelmazadas y su uso en arboricultura es muy eficaz.
- **El basalto micronizado** se obtiene mediante una molturación que reduce la roca a harina. Su granulometría está en un 90% entre 1 micrón y 80 micrones. Su superficie de contacto muy grande le permite descomponerse rápidamente por los microorganismos y los factores físico-químicos. Se utiliza para estructurar los suelos arenosos y allí donde se desea una acción rápida. Esta granulometría es la adecuada para el espolvoreado foliar, el tratamiento de las camas animales y de los purines. El 0/2 y el micronizado pueden utilizarse juntos para acumular los efectos. El precio aumenta también con la finura pero el costo más elevado del micronizado se compensa con una reducción de dosis. (Las dosis de empleo del micronizado son 2 a 3 veces más bajas que las del 0/2).



Cantera Nedel. Puerto Rico, Misiones.

### **¿Cómo y dónde utilizar el basalto?**

Existen 5 grandes ámbitos de utilización del basalto, aunque no son los únicos:

- Jardinería, floricultura, plantas de interior, ornamentales, césped
- La huerta
- Los cultivos
- La fruticultura y la selvicultura
- La ganadería

## El preparado

Nos extenderíamos demasiado si describiéramos los detalles de la elaboración de este preparado. Tan solo vamos a describir de que modo, pequeñas cantidades de polvo de basalto pueden ser muy eficaces.

Se mezclan 500 gr de basalto micronizado con cinco cubos de excremento fresco de vaca y se añaden los preparados biodinámicos del compost, se madura en un barril medio enterrado durante unos meses y luego está listo para ser usado.



Planta de trituración. Cantera Nedel.

## Composición del basalto

Siendo el basalto un producto natural, los porcentajes siguientes son valores medios sujetos a ligeras variaciones.

Sílice (SiO <sub>2</sub> )	42,60%	Titanio (TiO <sub>2</sub> )	2,80%
Alúmina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	14,18%	Potasio (K <sub>2</sub> O)	0,96%
Hierro ferroso (FeO)	6,40%	Anhidrido fosfórico (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,19%
Hierro férrico (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	5,00%	Manganeso (MnO)	0,19%
Calcio (CaO)	10,39%	Sodio (Na <sub>2</sub> O)	3,80%
Magnesio (MgO)	8,79%	Sulfatos (SO <sub>3</sub> )	No tiene
Pérdidas al fuego	3,42%		

## **Lana de basalto**

### *Introducción*

La provincia de Misiones es la mayor productora de basalto del país según las estadísticas de Minería Nacional, con un valor de 500.000 toneladas al año. Existen aproximadamente 40 canteras de basalto distribuidas en toda la provincia.

Estas rocas constituyen un recurso de amplias reservas en la provincia y se utilizan principalmente en la construcción civil como agregado pétreo para la fabricación de hormigones y mezclas asfálticas, y en menor medida, en empedrados de calles y como material de revestimiento rústico. Actualmente, a la totalidad del basalto extraído de las canteras misioneras no se le otorga valor agregado.

La demanda mundial de lana de basalto ha crecido en los últimos años y se espera que continúe con esta tendencia debido a las presiones cada vez más altas que genera el cambio climático sobre el equilibrio ambiental y el ser humano.

La lana de basalto o de roca es un producto aislante constituido por entrelazamientos de filamentos de rocas del tipo basáltica que forman un fieltro que mantiene aire en estado casi inmóvil. Esta estructura permite obtener productos muy ligeros con excelentes propiedades térmicas, acústicas e ignífugas.

La roca basáltica está compuesta fundamentalmente por  $\text{SiO}_2$  en porcentajes que llegan hasta 55% en peso. En menor medida contienen  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{FeO}$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . La temperatura de fusión del basalto se encuentra entre 1100 y 1200°C. Su densidad se encuentra entre 2,8 y 2,9  $\text{g/cm}^3$ , estos valores dependen de la composición mineral de la roca.

## **Demanda mundial**

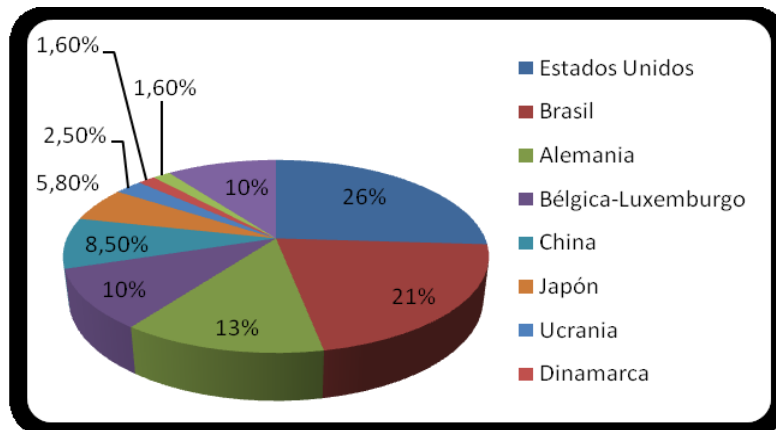
La demanda mundial de la lana de basalto creció en los últimos años, se espera que este mercado crezca en los próximos años debido a los esfuerzos mundiales de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y mayores legislaciones respecto al ahorro energético, éste producto es clave para el desarrollo de la arquitectura sustentable, y por ello cada vez la demanda crece más.

Se proyecta un crecimiento de la demanda de las lanas minerales (de vidrio y de basalto) a nivel mundial de un 7% anual en los próximos dos años.

## **Demanda nacional**

Como se puede ver en el gráfico, hubo un crecimiento la demanda nacional de lana de basalto importada, en el período 1995-2014, la demanda paso de 743 a 3264 toneladas anuales, es decir de 1.800.000 a 7.900.000 USD, las importaciones crecieron un 338,88% en dicho periodo, con altibajos provocados por las crisis, las que repercutieron en el consumo.

El principal proveedor de lana de basalto a Argentina en el año 2014 fue Estados Unidos, seguido de Brasil. Los porcentajes de importaciones se pueden observar en la figura .



Importaciones Argentinas de lana de basalto en el 2014.

Las lanas de vidrio y de basalto constituyen actualmente más del 50% de la demanda de los aislantes, el resto de los aislantes son poliuretanos, poliestirenos y en menor medida otros productos como celulosa, vermiculita, etc.

La única empresa de origen nacional productora de lanas de basalto es Térmica San Luis S.A cuya planta está ubicada en la provincia de San Luis, ésta cubre la totalidad de las exportaciones de la Argentina.

### Análisis de mercado

Podemos concluir basándonos en lo expuesto anteriormente que las cantidades importadas y exportadas han venido aumentando desde la década de los 90, aunque el mercado de las lanas de vidrio es mayor que las de las lanas de basalto, por el hecho de que tienen menores precios de venta, la lana de basalto ha incrementado su demanda y se espera que continúe haciéndolo, a pesar de los altibajos de demanda y oferta que ha sufrido en el tiempo.

El basalto con mayor calidad para su fibrado es aquel que al ser procesado se obtienen mayor cantidad de fibras y de menor diámetro. Hay basaltos que se pueden fibrar directamente, sin aditivos, aunque la cantidad de fibra obtenida es escasa y su diámetro es elevado, estos aspectos se ven notablemente mejorados usando aditivos como el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) y el carbonato de calcio y magnesio ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), con esto se consiguen fibras más finas y en mayor cantidad. El basalto con mejor aptitud para su fibrado es también el que necesita menor porcentaje de aditivos.

## Basalto como roca ornamental

### Introducción

Los afloramientos con mayor calidad pétreo se localizan en la zona centro y oeste de la provincia en donde se ubican más de una veintena de canteras. El material extraído puede ser utilizado para la construcción de empedrados (balasto) o bien triturado en diferentes medidas para su comercialización. Se lo emplea como material de revestimiento, en la construcción de asfalto para rutas o en la realización del hormigón armado de los edificios.



Cantera Ave María.

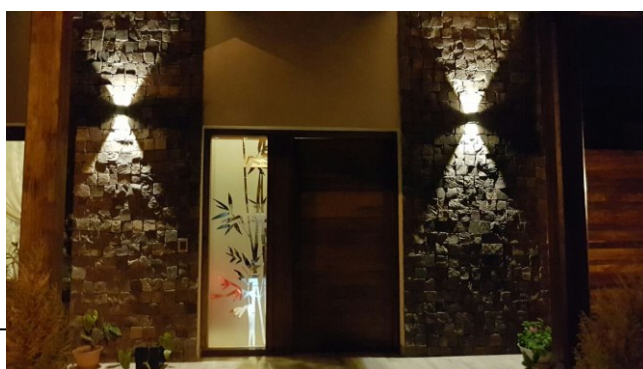
### Descripción de los procesos de tratamiento de la roca

La forma de explotación y extracción del basalto debe ser modificada mediante técnicas adecuadas para obtener bloques relativamente grandes para abastecer a talleres de corte y pulido.

Actualmente los cortes de la roca generan las medidas: 30x30 cm, 20x20 cm, 10x10 cm, 10x20 cm, etc. previéndose además formas rectangulares de 30 cm de ancho por lo que permita el largo del bloque y según demanda. El espesor puede variar en función de la demanda y el uso que se le quiera dar.



Proceso de corte

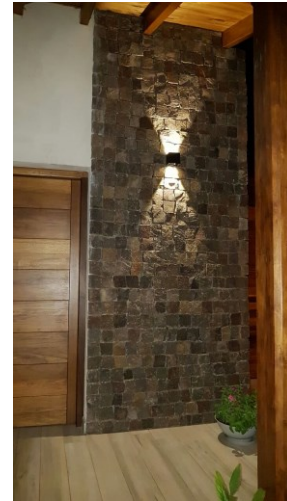
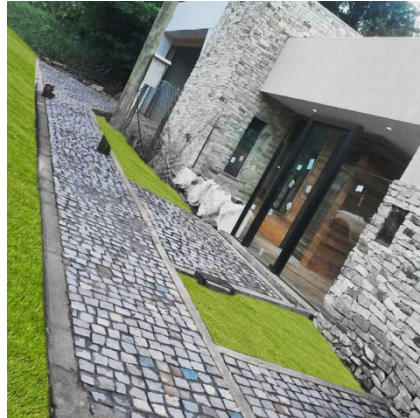




Detalle de pared interior realizada en basalto.

### Descripción de la producción.

El equipamiento utilizado para generar este tipo de productos consiste en una máquina de corte de los módulos con motor eléctrico y/o a explosión, prensa de diamantado de discos, lijadora y pulidora generando una producción mensual de 500 m<sup>2</sup> por unidad o productor.



Basalto utilizado como revestimiento de paredes y pisos.

POSADAS, 04 de julio de 2017.