

Tesis de Posgrado

Basalto fundido, desvitrificación de basaltos nacionales

Weissbrod, Pedro

1961

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Químicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Weissbrod, Pedro. (1961). Basalto fundido, desvitrificación de basaltos nacionales. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1113_Weissbrod.pdf

Cita tipo Chicago:

Weissbrod, Pedro. "Basalto fundido, desvitrificación de basaltos nacionales". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1961.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1113_Weissbrod.pdf

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

BASALTO FUNDIDO
DESVITRIFICACION DE BASALTOS NACIONALES

1113
TESIS

Para optar al título de Doctor en Ciencias Químicas

PEDRO WEISSEROD

Año 1961

AGRADEZCO

A todos aquellos que han colaborado en la realización de éste trabajo.

Sr. Guillermo Pampillon, que me ha sugerido el tema y suministró el material de basalto utilizado.-

Ing. Victor Palmeri, quien con su probada experiencia me asesoró en los trabajos de fusión.

Dra. Carolina Lazzari de Pandolfi, de cuyo trabajo extracté la descripción petrográfica del basalto del Cerro La Leoncita.

Dr. Enrique Linares, quién hizo el estudio petrografico de los preparados microscopicos de las muestras obtenidas.

Sr. Edmundo Amato, que tuvo a su cargo la realización de los cortes microscopicos.

Profesora Alicia Ana Lombardo y Sres. Horacio Osvaldo Lombardo y Rolando Lamero, cuya inestimable colaboración hizo posible la presentación de éste trabajo.

Dr. Horacio Margheritis por haber aceptado el padrino de la presente Tesis.

y a quienes de una u otra manera están presentes espiritualmente en éste trabajo.

MI RECONOCIMIENTO

PEDRO WEISSBROD

A mi madre y hermana

CAPITULO I. GENERALIDADES

Los requerimientos de materiales que exige nuestra civilización moderna, ha obligado a buscar sustancias nuevas que se adapten a los usos a que deben ser destinados los objetos.

Esos nuevos materiales deben reunir entre otras condiciones importantes, la de una fácil obtención de la materia prima y procesos de industrialización adaptables a los recursos disponibles.

Ya a comienzos de siglo, en Francia se realizaron trabajos experimentales alentados especialmente por el Dr. Ribbe, tendientes a estudiar las propiedades de las rocas en estado de fusión.

El relativamente bajo punto de fusión de las rocas ígneas, especialmente basalto y diabazas y la facilidad de darles forma en el estado fundido, fueron razones importantísimas que estimularon la esperanza de lograr una aplicación útil a este nuevo material.

Los trabajos realizados en Francia a comienzos de siglo, se limitaron al aprovechamiento de las propiedades de la estructura vítrea del basalto fundido, sin que intentaran alterar la misma en busca de otras propiedades.

No obstante eso, la idea de que por medio de procesos de "devitrificación" se lograra una estructura cristalina semejante a la que tienen los basaltos en la naturaleza, dió motivo a nuevos trabajos experimentales, realizados esta vez en Alemania.

Mediante procesos térmicos de enfriamiento lento, se logró obtener, imitando las condiciones en que se formaron los basaltos y las rocas ígneas en la naturaleza (lavas de erupciones volcánicas que se han enfriado lentamente), una estructura cristalina con propiedades semejantes a las del basalto natural, pero con la ventaja de tener la forma adaptada al uso que se le quiere dar.

En el año 1930, la Unión Soviética comenzó también a realizar importantes trabajos experimentales con rocas fundidas. El hecho de disponer las reservas de basalto en lugares muy alejados de los centros industriales, motivó que realizaran los primeros trabajos con diabasa, cuya resistencia química es superior a la del basalto, pero que debido a su viscosidad es más difícil de moldear. Mucho tiempo después se comenzó a utilizar el basalto.

Después de la segunda guerra mundial algunos países que disponían de suficiente materia prima, especialmente basalto y diabasas, procedieron a reexaminar la aplicación de las rocas ígneas, dando origen en algunos de ellos como Yugoslavia y Checoslovaquia, a importantes industrias en la actualidad.

Nuestro país dispone de importantes cantidades de basalto y otras rocas ígneas.

Un estudio de las propiedades ^{de cristalización} del basalto de dos zonas de nuestro país, Chaján en la provincia de Córdoba y Nihuil en la provincia de Mendoza, como así también las posibilidades de su aplicación, consti-

tuyen el objeto de este trabajo de Tesis.

ORIGEN DE LA MATERIA PRIMA

El basalto es una roca volcánica muy difundida que se encuentra especialmente en la zona de Auvernia, los Vosgos y los Pirineos en Francia; a orillas del Rhin, Sajonia, Bohemia y Silesia (ahora polaca) en Alemania; en Escocia, Irlanda, África, América y generalmente en todas las regiones volcánicas.

Estas rocas aparecen en coladas y en napas, pudiendo alcanzar alturas de 20m. y aún hasta 150 m., extendiéndose algunos kilómetros de largo.

Durante la era terciaria, hace unos 40 a 60 millones de años, el contenido líquido del interior de la Tierra, aún antes de la época glacial, había roto la corteza terrestre y se asentó en forma de cumbres de montañas o planchas que cubrían grandes extensiones en la superficie de la Tierra. Los más reconocibles son los conos volcánicos.

La forma de columnas o planchas, o la lava basáltica provista de grandes orificios-poros, como se presenta el basalto, depende entre otras cosas del modo como se fue enfriando después de haber salido a la superficie terrestre, a través de los cráteres de los volcanes.

Debido a la retracción que se produce durante el enfriamiento, se forman hendiduras cortantes disponiéndose la masa en prismas

derechos o curvos de sección hexagonal , alargados, cuyo eje se halla siempre perpendicular a la superficie de enfriamiento.

NATURALEZA QUIMICA DE LA MATERIA PRIMA

El basalto es una roca negra o gris, verdosa o azulada de estructura muy fina, no siendo los cristales visibles a simple vista ni aún con ayuda de una lupa.

Son rocas llamadas básicas siendo la proporción de SiO_2 inferior al 50% y enteramente saturada por las bases.

La tabla nº 1 da ejemplos de análisis de basaltos de diversas procedencias. Se puede observar el complejo de la composición química en la que los compuestos más importantes son: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , OMg , OCa .

La constitución inmediata de la roca como así también su estructura, están dadas por el estudio petrográfico, que permite reconocerlas.

La olivina, peridoto o silicato ferromagnésico $\text{SiO}_2 \cdot 2(\text{MgFe})\text{O}$, son cristales amarillentos o verde oliva que presentan vivas coloraciones entre nicols cruzados en luz paralela para el espesor habitual de láminas delgadas.

La magnetita en pequeños granos opacos da a la roca su coloración negra.

El piroxeno augita, silicato $\text{SiO}_2 (\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ca})\text{O}$ y el feldespato calcosódico (Labrador) en microcristales, dan a la roca su textura

Fina.

El peridoto olivina, facilmente reconocible y casi siempre presente, es en cierto modo el elemento característico del basalto. Es de todo el resto, el único que se puede distinguir a simple vista.

En oportunidades se puede encontrar también incrustados en la roca, aglomerados o nódulos más o menos grandes de peridotita, que son eliminados ya sea en la selección después de la trituración o en la fusión.

UTILIZACION DEL BASALTO EN ESTADO NATURAL

El basalto es una roca compacta, pesada, dura, resistente al desgaste y muy abundante.

Se adapta perfectamente como material de construcción y de empedrado por ser entre las rocas naturales la más resistente a la rotura sobrepasando netamente al granito.

La tabla nº 2 nos indica la resistencia a la rotura de algunas rocas naturales expresado en kg/cm².

Al estado natural el basalto ha sido utilizado en Francia para la construcción de escalones de escaleras, para la Catedral de Clemon-Ferrand y las rutas de Auvergnia; en Alemania en los cimientos de la Catedral de Colonia; en nuestro país se lo utilizó en las obras de construcción del Dique El Nihuil sobre el río Atuel en la provincia de Mendoza

BASALTOS FRANCESES BASALTOS ITALIANOS BASALTOS A-LEMANN SO. BASALTOS A-TORU-SO. GÖESTL. BASALTOS ARGENTINOS. BASALTOS EHECOES-LOVAGO.-

	Salley rao.	Monty erdun Loire	Cler- mont Loire	Saone et Loire	Tepnri te du Puy Sa int-NI ppoly- te.	Prede glia	Menzo no	Linz	BASAL- TOS A- LEMAN SO.	BASAL- TO RU- SO. GÖESTL.	BASALTOS ARGEN- TINOS.	BASALTOS EHECOES- LOVAGO.-
02	42,80	40,58	43,18	46,18	43,28	47,53	47,51	44,70	42,06	44,41	47,3	43,5 - 47,0
03	11,02	9,05	9,86	11,29	9,80	12,36	12,53	11,92	15,99	17,63	15,8	11,0 - 13,0
03	6,26	5,41	7,31	3,92	7,37	7,15	8,08	18,40	6,40	4,44	10,6	4,0 - 7,0
0	7,04	6,68	6,00	8,30	6,48	8,32	7,05			4,35		0,5 - 8,0
0	10,04	7,17	11,56	14,14	10,79	7,18	8,40	8,47	10,15	7,77	15,3	8,0 - 11,0
0	11,12	10,82	11,32	9,52	12,18	11,54	10,05	10,45	11,08	12,80	12,5	10,0 - 12,0
0	2,57	3,30	2,24	-	2,27	3,60	3,85		3,47	1,92	-	2,0 - 3,0
0	1,79	0,89	1,19	-	1,45	-	-	5,06	1,56	0,28	-	1,0 - 2,0
02	3,63	2,78	3,58	2,38	3,46	0,04	2,03	2,40	-	1,42	2,5	2,0 - 3,0

Tabla Nº 1

ROCA NATURAL	kg./cm ²
LAVA	300 a 400
TRACHITA	600 a 900
SERPENTINA	750
PROTOGINA	1.200
DIORITA	1.100 a 1.450
GRANITOS DE GRANO FINO	1.200 a 1.500
ANDESITA	1.700 a 1.900
SIENITA	1.500 a 2.000
FONOLITA	1.700 a 2.300
DIABASA	2.000 a 2.600
OFITA	2.400 a 2.800
PORFIDOS CUARCIFEROS	2.000 a 3.000
GRAUWACKE	2.500 a 3.000
BASALTO	2.000 a 5.000

Tabla nº 2

y en la construcción de la usina hidroeléctrica ubicada en el mismo lugar.

A causa precisamente de estas cualidades del basalto, es que resulta muy penoso obtener aproximadamente la forma deseada utilizando cincel o martillo.

La talla del basalto es extremadamente difícil y onerosa, por esta razón no se ha generalizado su empleo fuera de las regiones donde se lo encuentra al estado natural.

PRINCIPIOS DE LA APLICACIÓN DEL BASALTO

Las cualidades antes mencionadas y la dificultad para dar formas deseadas a la roca fueron los motivos por los cuales en el año 1909 el Dr. Ribbe de Mauriac en Francia esbozó la idea de utilizar la fusión y el moldeo para obtener objetos con la forma prevista.

El hecho de que el basalto tenga un punto de fusión de alrededor de 1400°C ., permitió realizar las primeras experiencias.

En las experiencias iniciales, el basalto fundido a la temperatura indicada, dió piezas de vidrio negro y frágiles, no presentando la constitución ni la estructura ni las propiedades de resistencia de la roca original.

Para reproducir las propiedades de la roca original, se demostró el enfriamiento de las piezas coladas mediante tratamiento térmico de enfriamiento lento, obteniéndose así la cristalización o devitrificación

de la materia al acercarse a las condiciones naturales en que se originó la roca.

De esta manera se pueden obtener objetos de la forma y di mensiones deseadas de basalto reconstituido.

ANTECEDENTES INDUSTRIALES DEL BASALTO FUNDIDO

En el año 1913 se organizó e instaló en Francia la primera planta industrial "Compagnie General du basalte" (Paris), utilizando los resultados encontrados por Ribbe como así también las experiencias que sobre la fundición de basalto realizara paralelamente Le Drine.

La fábrica de fundición de basalto en Paris antes de la se gunda guerra mundial tenía cuatro hornos con una capacidad de 80 kg. ca da uno, mantenidos en continuo funcionamiento y alimentados con el gas de la ciudad de 3.600 calorías.

Los productos fundidos se templen en hornos separados de los que la fábrica poseía 35. La temperatura inicial de temple es de 700°C. El horno de temple se enfría y alisa cada 7 u 8 días.

Con anterioridad a dicho acontecimiento mundial existía ya en Alemania una sola firma dedicada a moldear basalto, la A.G. Linz que comenzó sustrabajos como cantera de basalto en 1888.

En 1938 la firma fue vendida a Schmelzbasalt-werk Kalenborn, firma que aún continúa sus actividades.

El basalto es puesto en una trituradora vertical de rodillos gemelos y reducido al tamaño de una nuez, luego es llevado hacia arriba por una cinta transportadora a una tolva, en la que es tamizado y preparado para ir al horno.

El horno empleado es del sistema recuperador similar al usado para la fundición de hierro; el aire es previamente calentado, pero no así el gas, que fluye continuamente en dirección opuesta a la del aire caliente para equilibrar la distribución del calor.

El basalto funde a una temperatura que varía entre 1200°C y 1500°C en un período que varía entre 4 y 6 horas según la composición del basalto crudo.

Cuando el basalto adquiere el estado líquido, se agrega carbonato de calcio u otras sustancias químicas. El basalto fundido es vertido en los moldes de hierro o de arena y cuando la colada es retirada del molde se la coloca por medio de tenazas en el horno de recocido.

El horno de recocido es un horno ancho y relativamente somero, con el calentador de gas a un costado.

Las coladas son colocadas del lado caliente donde la temperatura es de unos 900°C.

El piso del horno está construido según los lineamientos de una cinta transportadora, de modo que la colada pasa gradualmente del lado caliente al más frío. La cinta transportadora es movida por un mo

tor eléctrico que es apagado con frecuencia durante media hora aproximadamente por si la colada se mueve con demasiada rapidez. Todo el proceso de recocido lleva 60 horas; durante las dos o tres horas primeras la temperatura se mantiene a 900°C, luego desciende a la temperatura normal.

El período de enfriamiento es generalmente de treinta y seis horas, pero puede variar de acuerdo con la naturaleza del basalto.

El gas usado es fabricado por la misma planta.

Después del último conflicto bélico en Checoslovaquia, el Instituto de Vidriería de Hradec Kralove comenzó el estudio de la utilización de los grandes yacimientos de basalto del país.

El estudio de laboratorio fue seguido por el funcionamiento de una planta piloto existiendo en la actualidad dos fundiciones industriales de basalto en plena producción.

El procedimiento utilizado consiste en moler el basalto en trozos de 8-15 mm./malla. Luego es fundido a una temperatura de 1300-1350°C. en hornos de cuba calentados a gas, parecidos a los hornos Siemens-Martin, usados en las fábricas de acero.

El material fundido es llevado a un tambor homogenizador donde a temperatura un poco rebajada y mantenida cuidadosamente, se inicia la cristalización.

El proceso de templado que sigue es similar al utilizado en la industria metalúrgica con algunas diferencias debidas a la mayor viscosidad del material y la necesidad de impedir la solidificación vi-

trea.

Los moldes empleados que en un comienzo eran de arena, actualmente se los está reemplazando por moldes de metal que permiten obtener superficies más lisas.

Ultimamente se han introducido nuevos métodos, uno de ellos consiste en la fundición centrífuga en moldes de metal que giran a velocidades máximas de 900 revoluciones por minuto. Para el enfriamiento de los artículos producidos por este método se usan templadores y hornos de cuba. El enfriamiento se inicia a 800°C y se prolonga durante veinticuatro horas.

Además de las técnicas de fundición, se han estudiado recientemente técnicas de sinterización y de producción de fibras.

El proceso de sinterización es similar al utilizado en la metalurgia de polvos.

La mezcla basáltica fundida, hecha con material fundido es molida finamente hasta una malla 1600/cm², llenada con un plastizador, moldeada bajo una presión de 1000 kg/cm² y concretada a 1120° - 1140°C en hornos eléctricos.

Las fibras conocidas también como lana basáltica se producen mediante procesos similares a los usados en la fabricación de fibras de vidrio.

El espesor de las fibras varía entre 15-25 micrones.

La Unión Soviética inició experimentos con rocas fundidas

en el año 1930, pero debido a la relativa escasez de basalto en las zonas industriales de ese tiempo, comenzaron con la diabasa, cuya resistencia química es superior a la del basalto, pero que debido a su viscosidad, el moldeado es más difícil.

En el año 1939, la única fábrica existente era la Usina Diabazica de Moscú con una producción diaria de 25 toneladas.

Muchos años después la Moscow Rock Foundry inició el procesamiento del basalto.

CONSIDERACIONES SOBRE LA TECNOLOGIA DEL PROCESO DE FUSION DE PIEDRAS

a) DESMENUZAMIENTO

La capa que se emplea para la fusión debe caracterizarse por las dimensiones más o menos uniformes de los trozos, los que no deberán ser muy grandes con el fin de no perjudicar la mampostería del horno durante la carga. El tamaño de los trozos puede ser del orden de 5 a 15 cm.

La falta de esta condición estorba la uniformidad de la fusión y la gran cantidad de polvo provoca la formación de extractitas.

En las fábricas francesas los trozos de basalto se van seleccionando según las dimensiones y las partes menudas se desechan vendiéndose para hormigón y el polvo pequeño se aprovecha en calidad de abrasivo.

b) FUSION

El material desmenuzado y seleccionado se coloca en los

hornos de fusión para la realización de este proceso, pudiendo la masa fundida llenar los moldes.

Las temperaturas de fusión para la mayoría de las rocas volcánicas aplicables para la fusión, se hallan dentro de los límites de 1200-1500°C.

Sin embargo para una mayor movilidad y para facilitar la eliminación de los gases, es aconsejable cierto sobrecalentamiento.

La masa fundida puede ser recolectada en el espacio de trabajo del mismo horno o se puede dejar correr a recipientes especiales donde se deja estacionar cierto tiempo calentándosela para la eliminación final de las burbujas.

Los hornos de fusión pueden ser eléctricos de diferentes congstrucciones, lo mismo que a llama utilizando como combustible gas o distintos tipos de petróleo.

Para mayor comodidad durante el relleno de los moldes, los hornos de fusión o los recipientes que contienen la masa fundida han de ser oscilantes.

Los hornos eléctricos con electrodos comunes de carbón, presentan ciertas dificultades, pues provocan una fuerte regeneración de hierro en el basalto con formación de CO₂, lo cual significa una gran cantidad de burbujas en los productos fabricados.

Esto se puede solucionar con un horno eléctrico de tipo combinado con doble conmutación de la corriente eléctrica para dos pares de eleg

trodos, superiores y verticales de carbón para la obtención de la masa líquida inicial, y laterales, horizontales de hierro, de refrigeración a agua los que producen toda la fusión después de la conmutación de la corriente de los primeros. Los electrodos de carbón después de la conmutación se sacan del horno.

Las ventajas de este tipo de horno son las siguientes: 1º) los electrodos se ubican inmediatamente en la misma masa a fundirse, con lo cual se consigue una considerable economía en el gasto de la energía eléctrica por cada kg. de la masa fundida obtenida. 2º) el reemplazo del material de los electrodos compuesto de carbono y de grafito por el de hierro, disminuye notablemente tanto el desgaste como el costo de los mismos electrodos. 3º) no tiene lugar el ensuciamiento de la masa fundida y de la masa gaseosa en virtud de lo cual se obtiene una masa compacta y homogénea. 4º) se va estableciendo un trabajo estable tanto de los electrodos como de la mampostería del horno, los que se van enfriando en los puntos de mayor calentamiento. 5º) debido a la eliminación de los electrodos superiores de carbón, se crea la posibilidad de cerrar el horno mediante una bóveda continua, lo cual a su vez produce una mejor aislación térmica del horno.

De gran importancia es el material para la construcción del horno. Generalmente el chamote y otros materiales refractarios sufren la corrosión, alterando considerablemente la composición del recipiente, debido a que se producen dificultades en el temple además de atacarse el material refractario que recubre el horno, reduciéndose enormemente el térmi-

no de la capacidad para el trabajo del horno, requiriendo una frecuente reparación.

El material más adecuado para recubrir el horno, son los ladrillos de magnesita, los que se resienten muy poco por la acción del calor y aguantan toda una serie de fusiones.

c) MOLDEADO Y COLADA

Cuando la masa fundida está completamente lista, siendo compacta y desburbujada, se comienza la colada dentro de los moldes.

La colada puede llevarse a cabo: a) directamente desde el horno; b) desde el recipiente que contiene la colada; c) llenando previamente los crisoles desde los cuales se ejecuta la colada.

En Francia se utiliza un recipiente móvil, que es un horno eléctrico común sobre ruedas, que se hace llegar al taller de coladas.

Los moldes pueden ser metálicos o de arena. En el primer caso los productos adquieren una superficie uniforme, brillante, como si fuera esmaltada; en el segundo caso son asperos, de color mate y algo toscos.

Para disminuir la contracción y preservar el producto de las rajaduras, es aconsejable calentar previamente los moldes hasta unos 400° a 500°C.

La masa colada se debe enfriar en grado máximo pero conservando al mismo tiempo toda su movilidad con el fin de llenar completamen

te el molde, en virtud de lo cual se reduce la contracción.

Para la eliminación de las burbujas y para evitar la contracción, en los moldes se practican unas saliencias.

Las formas metálicas llenas de esta manera, se dejan cierto tiempo al aire, hasta el momento en que las paredes del producto se enfrien hasta el punto de haber adquirido cierta solidez mecánica, de modo que se pueda sacar del molde y llevar al horno de templar.

En este momento, las paredes del producto ya tienen aspecto negro con brillo vítreo, al mismo tiempo que desde el interior la masa trasluce aún cierto tinte rojo oscuro y se halla en estado semilíquido.

Un problema sumamente difícil es establecer el tiempo del enfriamiento de los productos, puesto que en el caso de sobreenfriamiento, se producen rajaduras, saltan los ángulos, etc. En el caso contrario, si se lleva al horno de calentamiento antes del tiempo, entonces bajo la influencia del calor interior, las paredes insuficientemente firmes, se van deformando.

El tiempo de enfriamiento varía en función de las dimensiones y de la forma del producto, del carácter y del espesor de las paredes de los moldes, etc.

d) TEMPLE Y ENFRIAMIENTO LENTO

Los objetos fundidos pueden obtenerse en forma de vidrio o en forma pétreo (devitrificada o cristalizada).

En ambos casos, a los fines de conservar la forma deseada del producto, es necesario someterlo a un tratamiento térmico pues de lo contrario al enfriarse al aire, el producto obtenido inmediatamente después del enfriamiento en el molde, se raja y se desintegra en pedazos debido a las tensiones interiores por la desigualdad en el enfriamiento interior y exterior.

Para conservar los productos en forma vítrea, lo mismo que en la industria del vidrio, se impone colocar los objetos fundidos en un horno con temperatura superior a la de la transformación del vidrio, e ir enfriando lentamente para equilibrar e igualar las tensiones.

Para el vidrio basáltico, la temperatura debe ser entre 650° y 700°C/

El producto obtenido de esta manera es generalmente de contornos geométricos sumamente regulares con una resistencia mecánica considerable, pero al igual que todo vidrio, es relativamente frágil, por cuyo motivo no puede ser aplicable dentro de las condiciones de trabajo, al choque.

Para comunicar al producto toda la consistencia de una piedra, es necesario tenerlo en forma cristalina. Para ello se lo coloca en un horno de temple, en cuyo interior se lo somete a un tratamiento térmico de temple bajo la temperatura de unos 850° a 950°C. durante cierto intervalo de tiempo, después de lo cual el horno se enfría.

De acuerdo con el carácter de la materia prima usada, de

las dimensiones del producto, de la temperatura de temple, de la uniformidad de calentamiento, del espacio de trabajo del horno, etc., el tiempo del temple oscila entre unas cuantas horas y unos cuantos días.

De esta manera se obtiene una estructura pétre_a con una masa compacta que recuerda los basaltos naturales.

El proceso de cristalización durante el temple, se halla vinculado con la variación del volumen, debido a lo cual la obtención de productos con la conservación de una superficie ideal y exacta corre paralelamente con grandes dificultades y es acompañada de un gran porcentaje de desperdicios, mayor que el que se obtiene durante la preparación de objetos vítreos.

Para corregir en parte ésto, se hacen agregados de sustancias mineralizadoras que facilitan la recristalización con lo que se reduce considerablemente la temperatura y el tiempo del temple.

Los hornos para el temple pueden ser de distinta construcción, ya sea en forma de hunflas calentadas a coque o petróleo, o en forma de hornos eléctricos.

e) PERFECCIONAMIENTO DE LOS PRODUCTOS

Los productos para los cuales se requiere una exactitud considerable en las dimensiones, el pulimento de las superficies, etc., son sometidos a un tratamiento mecánico. Las rebarbas se recortan, la superficie se iguala mediante círculos pulidores, para cuyo objeto en Francia se utiliza como abrasivo el polvo basáltico.

Cuando la colada se hace en moldes de tierra, los productos se limpian mediante aparatos que arrojan chorros de arena o mediante cepillos de alambre de hierro.

f) ASPECTO EXTERIOR

El basalto fundido no templado, por su aspecto hace acordar al vidrio y es caracterizado por la quebradura brillante, negra y frágil.

La piedra fundida cristalizada, de color gris oscuro, tiene una quebradura angulosa en el caso de estructura pétrea, y concoidal cuando la composición es porcelanoide.

En el primer caso se caracteriza por la viscosidad del basalto natural y en el segundo conserva su fragilidad.

El aspecto exterior de los productos fundidos listos depende del material del molde. Si el molde es de metal, el aspecto es liso, brillante y si es de tierra, es de color mate y de superficie áspera.

CAPITULO II. TRABAJOS EXPERIMENTALES

Las experiencias de este trabajo de tesis se realizaron con basaltos argentinos de dos zonas distintas, pero ambos con muy buen resultado.

Uno correspondía a la zona de Chaján, en la provincia de Córdoba, perteneciendo al cerro La Leoncita.

El otro corresponde a las formaciones basálticas que bordean ambas márgenes del río Atuel en la provincia de Mendoza a la altura del Dique El Nihuil donde se ha construido una importante usina hidroeléctrica. De esta última zona no se ha podido encontrar estudios petrográficos.

ESTUDIO PETROGRAFICO DE LOS BASALTOS DE LA ZONA DE CHAJAN Y EN ESPECIAL DEL CERRO LA LEONCITA

El cerro La Leoncita o de Chaján está situado en la orilla oriental del arroyo Chaján, a 250 m. al norte de la estación del mismo nombre (ahora Glorinaldo Fernández) del F.C.N.G.S.M., levantando su cima unos 60 metros sobre la llanura, que está a 500 metros sobre el nivel del mar.

Presenta todo su dorso formado exclusivamente de basalto, con interposiciones de tosca entre los fragmentos de destrucción marginal producidas por infiltración de aguas cargadas de carbonatos.

Debido a la existencia de una cantera en la que se hicieron explotaciones profundas, se pudo examinar debajo de la base del basalto, un corte vertical de unos 18 metros.

Comenzando por la parte inferior, se distinguen las siguientes unidades:

1) La aplita, que forma el basamento, roca de color gris rojizo y de grano fino, comprende casi toda la altura de la pared de la cantera.

2) Sobre la superficie irregular de la aplita, hay un relleno discontinuo que no pasa de un metro de espesor, de una arenisca de color pardo rojizo claro con estratificación, de grano fino, sin calcáreo y con abundantes laminitas de mica. En el análisis microscópico se nota junto a los dominantes granos de cuarzo, feldespatos más o menos caolinizados, biotita, zercón, apatita, pigmento de óxido de hierro, hematita y limonita. Esta composición y caracteres parecen corresponder a los de los estratos pliocenos, que son comunes más al oeste, en la provincia de San Luis.

3) Luego continúa completando los rellenos, con uno o dos metros, una arenisca más bien blanquecina y de grano más grueso, calcárea, conglomerádica, con cierta estratificación, más notable en su parte superior, mientras que en la base es un conglomerado grosero y mal cementado, en el cual hay rodados de aplita, aplita caolinizada, pegmatita, cuarzo, arenisca dura pardo rojiza, cuarcitas claras, esquistos sericíticos y también pórfido cuarcífero.

Este material más grueso y suelto presenta en su variada composición, semejanza con las acumulaciones de las terrazas postpliocenas del sur de la sierra de San Luis.

Los detalles señalados revisten importancia para explicar la posición geológica y edad del basalto, el cual formó sobre la aplita una pequeña cubierta, que la corta denudación no ha alcanzado a destruir.

La pequeña colada de basalto oculta la correspondiente chimenea, que no ha sido puesta a la vista por las excavaciones demasiado laterales, realizadas en la cantera.

Las lavas basálticas de la región de Chaján tienen la forma de mantos que cubren totalmente las pequeñas elevaciones y se extienden sobre el basamento cristalino. Se puede observar que estos mantos, extendidos hasta poco más de doscientos metros y suavemente cupuliformes, son de escaso espesor, tal vez unos 25 metros en el cerro La Leoncita.

Las efusiones de tan pequeña cantidad de lava viscosa parecen haberse producido en general por chimeneas.

Las rocas basálticas están generalmente en estado fresco y no presentan mayor alteración, aparte de la natural división en pequeños bloques, consecuente a su enfriamiento, los agentes atmosféricos han actuado en ellas durante corto tiempo.

Si estas erupciones fuesen antiguas, las rocas estarían más alteradas, tendrían un desteñido cortical de colores pardos y rellenamientos por minerales secundarios comunes en los procesos destructivos.

La antigüedad de estos basaltos es tan pequeña que sus insignificantes masas sólo demuestran algunas relaciones geológicas correspondientes a acontecimientos recientes.

Estas relaciones se presentan excepcionalmente con las rocas del basamento cristalino; de ellas parece deducirse que se produjeron fracturas por los más recientes movimientos del macizo cristalino, las cuales ocupó el basalto.

En todos los conos basálticos de la región de Chaján, la lava está mezclada en sus márgenes de expansión y destrucción con masas de tosca inherentes al terreno cuaternario, llegando a formar verdaderas brechas de basalto en tosca. Parece que el pequeño escorial periférico delgado y fragmentado fue englobado por el loes en proceso de acumulación. La abundante fijación concrecional de carbonato de calcio sólo se debe a la decalcificación del loes, pues el basalto no ha contribuido a proporcionar carbonato de calcio, ni existe ningún indicio de la salida de aguas volcánicas calcáreas.

Resultados útiles para la averiguación de la edad de las erupciones basálticas se lograron al estudiar el perfil de la cantera de roca aplítica de Chaján que está situada en la base del cerro La Leoncita por el lado sur. Entre la aplita y el basalto se interponen dos unidades estratigráficas. La primera, que llena los bajos de las superficies de erosión de la aplita, es una arenisca blanda, rojiza, muy micácea, estratificada, de cemento más arcilloso que calcáreo, comparable a los depósitos

pliocenos; la segunda se inicia con un acarreo de rodados de las rocas más diversas y pasa superlativamente, en un espesor de dos metros, a una arenisca grosera, conglomerádica, calcárea y caolínica, mal cementada, blanquecina rosada y presenta tanto en su composición como en su material cementante, marcada semejanza con las estratificaciones que coronan las terrazas postpliocenas de la región de San Luis.

De acuerdo con estas consideraciones, la antigüedad de las erupciones basálticas parece posterior al pleistoceno.

DESCRIPCION DE LA ROCA BASALTICA DEL CERRO LA LEONCITA

Aspecto macroscópico: Es una roca de grano fino, compacta de color gris negruzco con tonos ligeramente verdosos, algo pronunciados en algunos lugares. Se distinguen a simple vista los granos de una olivina clara encerrados en la pasta.

Aspecto microscópico: Componentes: olivina, piroxeno, nefelina, perowskita, magnetita, productos de alteración de la olivina, apatita. Por la carencia de feldespato y la presencia de nefelina y perowskita debe ser considerada, esta roca, como basalto alcalino.

Los fenocristales de olivina sembrados en la pasta son abundantes y casi siempre grandes, comunmente alargados, de color verde amarillento muy claro y en algunas secciones incoloros sin pleocroismo y con colores de interferencia e índices de refracción elevados.

Existe una variación en la composición de la olivina entre

un término rico en hierro y otro de porcentaje mucho menor.

Muchas veces la olivina está fresca y sólo se observa en ella un principio de alteración como un borde amarillento rojizo ferrífero; en otros casos la olivina está alterada en masas escamosas y fibrosas de serpentina, a veces sólo en zonas del cristal que se notan de color verdoso, aspecto fibroso y birrefringencia baja.

La alteración serpentinoso avanza por los clivajes y fisuras en los cristales de olivina o los sustituye totalmente formando áreas fibrosas; a veces se presenta mezclada con el óxido de hierro, apareciendo ambos minerales como restos de alteración de la olivina.

Se observa también que la alteración serpentinoso suele presentarse en los bordes con las fibras perpendiculares a las paredes del individuo y algunos cristales de olivina tienen un núcleo negro de óxido férrico en el centro, y alrededor, el material serpentinoso dispuesto en fibras que conservan cierta perpendicularidad a las paredes del cristal.

Otra alteración de la olivina da lugar a la formación de clorita, fácilmente confundible con la serpentina por haber moléculas de pasaje de la clorita a la serpentina.

La clorita se distingue por un color verde más intenso y por presentarse con cierto pleocroismo en asociaciones esferolíticas radiadas y con colores anómalos de interferencia.

El piroxeno se observa en barritas entrecruzadas de hábi

to prismático, carentes de pleocroismo y con colores de interferencia elevados. Es un componente esencial en la pasta y que escasamente se ha desarrollado como fenocristal.

La perowskita (Ca Ti O_3), relativamente abundante, se presenta en cristales con formas del sistema cúbico, pardo amarillentos, con índice de refracción muy elevado.

Los cristales más pequeños son isótropos, los más grandes sensiblemente anisótropos. La extrema refringencia, color y débil birrefringencia anómala son característicos. Por otra parte, la asociación en esta roca es bien compatible con el carácter alcalino de la misma.

Este mineral, sin ninguna alteración, abundante y uniformemente distribuido en la pasta, se observa en las preparaciones de todas las rocas basálticas de la región.

La nefelina tiene una composición más o menos cercana a un Na Al Si O_4 , con ligero exceso de SiO_2 y pequeña cantidad de K_2O en sustitución del Na_2O . Es un feldespatóide característico de las rocas eruptivas pobres en SiO_2 , hexagonal, uniaxial y negativo, con índices de refracción inferiores al del bálsamo y birrefringencia bajísima. Raramente presenta individuos bien visibles, y casi siempre los cristales que lo rodean determinan su forma, pero buscando, se pueden hallar algunas secciones rectangulares o casi cuadradas, otras hexagonales pequeñas, con sus características líneas de contornos finas, perfectamente rectas.

La nefelina en general es muy abundante. Existen también sec

ciones basales de nefelina que presentan el hexágono dividido en sectores de birrefringencia bien perceptible y con orientaciones ópticas diferentes en las áreas contiguas. Esta particularidad parece corresponder a la transformación triclínica de la nefelina llamada carnegicita.

Existen además, algunas cavidades ocupadas por analcima, originada por alteración de nefelina, en forma de relleno más o menos amigdaloides, reconocible por su baja birrefringencia, leves maclas y características líneas de fractura.

La biotita se presenta con pleocroismo marcado de amarillento claro a anaranjado rojizo; muchas veces está rodeando a la olivina o a la magnetita, como si se tratara de una asociación, o también formando pequeñas masas dentro de la pasta.

Algunas secciones permiten observar su clivaje perfecto de líneas nítidas. En algunas pequeñas secciones sin clivaje visible, es posible verificar el carácter de biaxial negativo y el pequeño ángulo de los ejes ópticos.

La presencia de biotita en rocas volcánicas básicas no es muy común, pero suele encontrarse como mineral accesorio en meláfiros, diabasas y basaltos, principalmente alcalinos, en algunos con amplia distribución.

La magnetita es un mineral opaco, con brillo metálico, isométrico, generalmente contenido en abundancia en las rocas basálticas del presente estudio.

Dicha abundancia influye en el terreno, ocasionando desviaciones en la brújula.

En la roca basáltica del cerro La Leoncita hay un mineral blanco relleno de pequeñas fisuras.

Este mineral es biáxico negativo, con índice de refracción $n = 1.505$, birrefringencia algo elevada, elongación indistintamente positiva o negativa. Forma asociaciones de cristales bacilares con maclas. Su peso específico es inferior a 2,8.

Por su aspecto y asociación, este mineral es una zeolita. La especie que más se acerca a estas cualidades ópticas, es el harmotomo (variedad de philipsita).

Estructura. La estructura de la roca basáltica del cerro La Leoncita es intersertal, pero no tan característica como en los típicos basaltos, a consecuencia de la carencia de feldespatos, el cual cuando está presente interviene en la constitución de la pasta, mientras en este caso la estructura intersertal está formada por el entrecruzamiento, más bien raro, de las barritas de piroxeno augítico.

Por la ausencia casi completa de feldespatos y la presencia de nefelina y perowskita, estas rocas deben colocarse en la familia de los basaltos nefelinicos.

DESCRIPCION DE LA ROCA BASALTICA DE EL NIHULL

Roca de estructura porfírica de color negro grisáceo consti

tuida por fenocristales y pasta.

Los fenocristales están representados por Olivina, en cristales euhedrales de hábito prismático y piramidal, la que se presenta fresca, mostrando sólo una incipiente alteración a iddingaita a lo largo de sus bordes o de líneas de clivaje. Los fenocristales de olivina son bastante frecuentes y oscilan en tamaños entre 0,06 x 0,17 mm. a 0,50 x 0,30 mm., siendo el tamaño promedio de 0,20 x 0,35 mm.

En la pasta se ha observado la presencia de plagioclasa, augita, olivina, y óxidos de hierro.

La plagioclasa (labradorita) aparece como delgadas tablillas de hábito tabular, constituidas generalmente por no más de 2-3 individuos maclados según la ley de Albita. Las tablitas de plagioclasa cuyo tamaño oscila entre 0,01 x 0,20 y 0,03 x 0,30 mm., se disponen sin ninguna orientación preferencial o sino rodeando a los fenocristales de olivina. Aparecen muy frescas y no se ha observado ningún indicio de alteración de este mineral.

La augita y la olivina presentes en la pasta, aparecen como granos subredondeados a irregulares, de tamaños entre 0,01 y 0,035 mm. dispuestos entre las microlitas de plagioclasa. Ambos minerales aparecen frescos y sólo algunos granos de olivina presentan indicios de una ligera alteración.

Los óxidos de hierro, opacos y que dado su hábito cristalográfico pueden identificarse como magnetita, aparecen en pequeños cristales de hábito cúbico, de tamaños comprendidos entre 0,02 y 0,04 mm. y se interca-

lan entre los otros minerales de la pasta.

La textura de la pasta es holocristalina, ofítica a intergranular, notándose en algunos sectores que las microlitas de plagioclasa presentan una estructura bostonítica.

Las características enunciadas precedentemente, permiten clasificar a esta roca como: **BASALTO OLIVINICO.**

PRUEBAS EXPERIMENTALES

Los trabajos experimentales se realizaron en la planta de cerámica de la Escuela Industrial de la Nación "Otto Krause".

Se utilizó un horno tipo mufla, cuyas medidas exteriores eran: 1,15m de ancho, 2,10m. de alto y 1,50m. de profundidad.

La mufla de material refractario es de 0,65m de ancho y 0,80m. de profundidad. La parte superior abovedada tiene 1m. de altura en los extremos y 1,20m. en el centro.

El calentamiento se efectúa con un quemador Hout Venturi N-2 cuyo consumo es de 30 litros/hora y está sincronizado con un ventilador accionado por un motor de 1 HP. El ventilador trabaja con una presión de 500 mm. de agua y un volumen de aire de 5 metros cúbicos por minuto.

La temperatura fue medida con un pirómetro Siemens graduado hasta 1.400°C. , con una vaina de 80 cm.

En algunos casos se utilizaron canos pirométricos.

Algunos calentamientos se realizaron en el hogar de una caldera, colocando el material en crisoles bajo la acción directa de la llama.

El molido del basalto se realizó en los talleres del Banco Industrial, utilizando a tal efecto molinos a bolas y molinos a rodillos.

Se utilizó el basalto molido en granos que corresponden a las siguientes mallas: 4, 12, 16, 28, 35, 48, 65 y 100.

Los análisis químicos fueron realizados en los laboratorios de Obras Sanitarias de la Nación.

ANALISIS QUIMICO DE LAS ROCAS BASALTICAS

	I	II
SiO ₂	41,1	47,3
Al ₂ O ₃	9,4	15,8
Fe ₂ O ₃	10,6	12,6
FeO		
MgO	15,3	8,8
CaO	12,5	10,1
TiO ₂	2,5	1,2

I - Cerro La Leoncita- Zona de Chaján (Pcia. de Córdoba)

II - Zona de El Nihuil (Pcia. de Mendoza)

PRIMERA SERIE DE EXPERIENCIAS

OBJETO: Determinar la temperatura de fusión del basalto molido en trozos gruesos y estudiar las condiciones óptimas de calentamiento del horno.

EXPERIENCIA nº 1.- Se introdujo en el horno un trozo de basalto de forma irregular cuyas dimensiones eran 10 cm. de largo x 5 cm. de ancho x 2 cm. de altura , apoyado sobre un ladrillo de material refractario.

A los cuarenta minutos se suspendió el calentamiento, habiéndose alcanzado una temperatura de 800°C.

Una vez enfriado el horno, se verificó que el trozo de basalto no había fundido.

EXPERIENCIA nº 2.- Se utilizó el mismo trozo de basalto. El calentamiento se efectuó durante tres horas y media, alcanzándose una temperatura de 1.060°C. con la siguiente progresión de tempe

raturas:

Tiempo (min.)	8	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Temp. (°C.)	70	100	150	190	225	250	280	330	365	400	430	475
	70	75	80	85	90	99	105	110	115	120	130	135
	500	540	570	600	750	800	825	850	875	900	925	950
	140	145	150	155	160							
	975	980	1000	1050	1060							

Una vez alcanzados los 1060°C se mantuvo el calentamiento por el término de una hora. Una vez enfriado el horno se comprobó que el basalto no había fundido.

EXPERIENCIA nº 3.- Se utilizó el mismo trozo de basalto que en las experiencias anteriores. Cuando se cumplían 25 minutos de calentamiento se detuvo el horno accidentalmente por haberse parado el motor del ventilador.

EXPERIENCIA nº 4.- Se utilizó el mismo trozo de basalto que en las experiencias anteriores.

Después de un calentamiento de cinco horas se logró una temperatura de 1230°C. de acuerdo a la siguiente progresión de temperaturas.

Tiempo (Min.)	30'	1h	1h30'	2h	2h30'	3h	3h30'	4h	4h30'	5h
Temp.(°C.)	300	650	800	940	1080	1100	1180	1210	1230	1230

Una vez enfriado el horno se verificó que el basalto no había fundido.

EXPERIENCIA nº 5.- Se utilizaron dos trozos de basalto de 4 cm. x 3 cm. x 2 cm. Se calentó el horno durante dos horas y media, al cabo de las cuales hubo que interrumpir el calentamiento por falta de gas oil.

Se había alcanzado una temperatura de 1100°C. y se comprobó que el basalto en pequeños trozos no había fundido.

EXPERIENCIA nº 6.- Se utilizaron los mismos trozos que en la experiencia anterior, pero esta vez colocados dentro de un crisol de ma-

berial refractario.

El calentamiento se realizó durante 1 hora y 15 minutos con la siguiente progresión de temperaturas:

Tiempo (min.)	12	20	25	30	35	40	45	50	60	65	70	75
Temp. (°C.)	300	520	630	680	790	860	970	1030	1100	1150	1230	1250

SEGUNDA SERIE DE EXPERIENCIAS

OBJETO: Determinar el punto de fusión del basalto molido en grano fino.

Exp. nº	Basalto	nº de crisoles	Temperatura Máxima (°C.)	Tiempo de calent. (min.)	Molido malla
7	I	1	900	85	4
8	I	2	950	125	4
9	I	1	700	90	28
10	I	3	1050	180	48
11	II	2	1000	210	4
12	II	2	830	120	4
13	II	2	900	110	4
14	II	3	1100	270	12
15	I	1	1100	270	65
16	I	3	1000	360	65
17	II	2	500	40	12
18	II	2	1050	320	4
19	II	3	1100	360	8
20	I	2	1080	360	8
21	I	2	950	260	4

En las últimas quince experiencias, el basalto estaba contenido en crisoles de material refractario.

En ninguna de las experiencias se logró fundir el basalto.

En los crisoles correspondientes a las experiencias 19 y 20 se pudo observar un principio de fusión.

TERCERA SERIE DE EXPERIENCIAS

OBJETO: Disminuir el punto de fusión del basalto por el agregado de fluorita.

Exp. nº	Tipo de Basalto	Cant. de Basalto (gr.)	Cant. de Fluorita (gr.)	nº de crisoles	Temperatura Máxima (°C.)	Tiempo calent. (min.)	Molido malla
22	I	50	1	2	900	100	48
23	II	50	1	2	1150	180	48
24	I	50	2,5	2	1200	270	48
25	I	50	3	1	1000	190	48
26	I	100	10	2	1080	200	48
27	I	100	12	2	1050	150	48
28	II	50	2	2	1080	95	48
29	II	50	2,5	2	1100	120	48
30	II	50	5	2	1100	150	48
31	II	20	1	2	1100	360	48
32	II	20	2	2	1200	180	48
33	II	50	5	1	1150	210	48
34	II	100	1	2	1100	120	48
35	II	100	2	1	700	40	48
36	II	100	2	1	1150	200	48
37	II	100	5	2	1200	150	48
38	II	100	10	3	1200	210	48
39	II	100	12	2	1150	120	48

La mezcla estaba contenida en crisoles de material refractario. El contenido de los crisoles de la experiencia 22 no fundió.

La experiencia 35 debió ser interrumpida a los 40 minutos por haberse descompuesto el ventilador del horno.

En todas las experiencias el enfriamiento se efectuó en forma rápida, apagando el horno y retirando los crisoles una vez que éste se había

enfriado.

En las experiencias 24, 30, 32, 37 y 38 se obtuvo dentro del crisol un vidrio de color negro muy brillante que al romperse por la acción del golpe presentaba zonas concoidales de intenso brillo negro.

En los restantes crisoles se obtuvo una masa gris a medio fundir con pequeñas incrustaciones de vidrio negro dentro del crisol.

En algunos crisoles se observaba la presencia de poros debidos a burbujas de gas que no alcanzaron a desprenderse.

CUARTA SERIE DE EXPERIENCIAS

OBJETO: Disminuir el punto de fusión del basalto por el agregado de CO_3Ca .

Exp. nº	Tipo de Basalto	Cant. de Basalto (gr.)	Cant. de CO_3Ca (gr.)	nº de crisoles	Temperatura Máxima (°C.)	Tiempo calent. (min.)	Molido malla
40	I	50	2	2	1120	120	48
41	II	50	2	2	1120	120	48
42	I	100	2	2	1200	150	48
43	I	100	5	2	1150	180	48
44	I	100	10	2	1080	180	48
45	I	100	12	2	1250	270	48
46	II	50	4	2	1160	320	48
47	II	50	10	2	1190	300	48
48	II	100	10	2	1200	320	48
49	II	100	12	2	1250	280	48

Una vez apagado el horno se retiraron los crisoles, los que se enfriaron rapidamente a la temperatura ambiente. Un crisol de la experiencia 42 se volcó posiblemente al ser colocado. Sobre el piso del horno se pudo observar la formación de un vidrio negro brillante, frágil, que

presentaba al ser golpeado fracturas concoidales del mismo color e igual brillantez.

En los dos crisoles de la experiencia 45 y en un crisol de la experiencia 49, se pudo observar que se habían formado incrustaciones de vidrio negro brillante en las paredes de los crisoles.

En los restantes crisoles se formó un vidrio negro brillante semejante por sus propiedades al obtenido en las mezclas con fluorita.

QUINTA SERIE DE EXPERIENCIAS

OBJETO: Disminuir el punto de fusión del basalto por el agregado de bórax.

Exp. nº	Tipo de Basalto	Cant.de Basalto (gr.)	Cant.de Bórax (gr.)	nº de crisoles	Temperatura Máxima (°C.)	Tiempo calent. (min.)	Molido malla
50	I	50	3	2	1250	210	48
51	I	100	10	2	1250	210	48
52	II	50	0,5	1	1250	360	65
53	II	50	3	2	1250	200	48
54	II	100	8	1	1200	210	48
55	II	100	10	1	1250	210	48

Una vez apagado el horno en todos los casos se retiró el crisol y se dejó enfriar a la temperatura ambiente.

En la experiencia 52 la mezcla no alcanzó a fundir habiéndose formado en la zona de contacto con la pared del crisol algunas incrustaciones de aspecto vítreo de color marrón oscuro.

Uno de los crisoles de la experiencia 51 fue atravesado por la masa fundida la que quedó adherida a la pared exterior con un aspecto ví

treo de color negro brillante.

En los restantes crisoles se obtuvo una masa vítrea homogénea de color negro brillante, frágil que presenta zonas de fractura concoidales de color negro brillante.

Con la muestra obtenida en la experiencia 55 se realizó un preparado microscópico. (Fig. 2)

En el mismo se observa un típico vidrio con estructura plumítica por lo general. En otras partes se dispone formando masas.

En partes se encuentra desvitrificado, por lo que su carácter isotrópico en ciertas zonas desaparece para dar lugar a una baja birrefringencia, lo que indica un principio de desvitrificación o recristalización.

SEXTA SERIE DE EXPERIENCIAS

OBJETO: Disminuir el punto de fusión del basalto por el agregado de óxido de cinc, Carbonato de bario y Fosfato de amonio.

Exp. nº	Basalto	Fundente	Cant. de Basalto (gr.)	Cant. de fundente (gr.)	nº de crisoles	Temp. Máx. (°C.)	Tiempo calent. (min.)	Molido malla
56	I	OZn	50	3	1	1200	210	48
57	I	OZn	100	10	1	1250	230	48
58	II	OZn	50	3	1	1200	210	48
59	II	OZn	100	10	1	1250	230	48
60	I	CO ₃ Ba	50	3	1	1180	210	48
61	I	CO ₃ Ba	100	10	1	1200	200	48
62	II	CO ₃ Ba	50	3	1	1200	200	48
63	II	CO ₃ Ba	100	10	1	1250	300	48
64	I	PO ₄ (NH ₄) ₃	50	2,5	1	1230	360	48
65	I	PO ₄ (NH ₄) ₃	100	10	1	1250	210	48
66	II	PO ₄ (NH ₄) ₃	50	3	1	1200	210	48
67	II	PO ₄ (NH ₄) ₃	100	10	1	1250	210	48

En la experiencia 64 se apagó el horno a los 30 minutos de calentamiento por falta de combustible, volviéndose a encender a los veinte minutos de haberse apagado.

Los crisoles se retiraron una vez apagado el horno y se dejaron enfriar a la temperatura ambiente.

Excepto en las experiencias 62 y 64 en que la fusión no fue completa, en las demás se obtuvo un vidrio de color negro brillante.

En la experiencia 58 se obtuvo un vidrio de color marrón (castaño oscuro).

SEPTIMA SERIE DE EXPERIENCIAS

OBJETO: Fundir basalto finamente molido y someterlo a un enfriamiento lento con el objeto de lograr su desvitrificación.

EXPERIENCIA nº 68.- Un crisol de material refractario conteniendo 70 gr. de basalto I, molido malla 65, fue introducido en el horno que fue calentado durante dos horas hasta alcanzar la temperatura de 1200°C.

Debido a una mala maniobra efectuada al colocar el crisol, éste se volcó. Una vez apagado el horno se lo cubrió con ladrillos refractarios calentados previamente. A las 24 horas se retiraron los ladrillos, encontrándose sobre el piso del horno una masa muy dura de color gris que fue rota a martillazos. En el borde del crisol se podían observar incrustaciones negras algo brillantes de basalto fundido.

EXPERIENCIA nº 69.- Se colocó un crisol conteniendo 100 gr. de basalto II molido malla 48, en una pieza de material refractario en forma de cubo, completamente abierta en la parte superior y aberturas en las restantes caras.

Esta pieza con el crisol fue colocada en el hogar de una caldera calentada por la acción de un quemador. Estuvo bajo la acción de la llama durante 3 horas.

Observado el crisol 48 horas después, pudo comprobarse que el basalto fundido había atravesado las paredes del crisol atacándolas.

Incrustado en las mismas paredes se podía observar el basalto fundido de un color negro brillante.

EXPERIENCIA nº 70.- Se colocaron en el hogar de la caldera tres crisoles de material refractario conteniendo:

- Crisol nº 1: 70 gr. basalto I molido malla 65
- Crisol nº 2: 70 gr. basalto I y 5 gr. fluorita.
- Crisol nº 3: 70 gr. basalto I y 5 gr. cuarzo

Se dispusieron los crisoles en el hogar de la caldera apoyados sobre una caja de refractario de las que se utilizan en cerámica, rota en la parte anterior para que la llama llegara directamente a los crisoles. Se realizó el calentamiento durante 2 horas y media habiéndose logrado una temperatura de 1200°C.

Una vez apagado el quemador, de inmediato se cubrieron los crisoles con chamote, con el objeto de conservar el calor y provocar un enfriamiento lento.

26 horas después, los crisoles tenían aún una temperatura superior a la ambiente.

En los crisoles nº 1 y nº 2 el basalto había fundido y atravesado las paredes de los crisoles y de la placa, quedando en las paredes de los crisoles incrustaciones de basalto fundido. En el crisol nº 2 con fluorita, se pudo observar incrustado en la base del crisol una porción de aspecto vítreo de un negro muy brillante.

OCTAVA SERIE DE EXPERIENCIAS

En esta serie se continuó con el estudio de los agregados al basalto con el objeto de facilitar la fusión, disminuyendo la temperatura de fusión y lograr una menor viscosidad en forma tal que se obtenga una masa fundida homogénea.

Hasta esta altura de los trabajos experimentales, el problema más importante era lograr, con los elementos disponibles y las condiciones óptimas para un enfriamiento lento, pues habiéndose obtenido en las experiencias anteriores el basalto en estado vítreo color negro brillante, era indudable que para obtener la forma cristalizada o desvitrificada debía cumplirse imprescindiblemente un proceso térmico de enfriamiento lento.

Para ello se dispuso el horno especialmente preparado con una base y pared de ladrillos refractarios, en forma tal que después del calentamiento se cubrieran todas las aberturas con ladrillos refractarios previamente calentados a los efectos de una más prolongada conserva-

ción del calor y por lo tanto, un enfriamiento más lento.

Agregado Fluorita

Exp. nº	Tipo de Basalto	Cant. de Basalto (gr.)	Cant. de Fluorita (gr.)	Temp. Máx. (°C.)	Tiempo calent. (min.)	Tiempo enfriam. (horas)	Molido malla
71	I	100	5	1200	180	18	48
72	I	100	10	1250	210	26	48
73	II	100	5	1200	180	18	48
74	II	100	10	1250	210	26	48
75	I	50	5	1180	130	12	48
76	II	50	5	1180	130	12	48
77	II	100	10	1250	900	28	48

Una vez retirados del horno, los crisoles se rompieron para examinar la masa fundida en su interior.

En los crisoles de las experiencias 71, 73, 74, 75 y 76, la mezcla fundió sin haberse eliminado completamente los gases, pues se advierten poros que corresponden a las burbujas de gas que no pudieron escapar y que están distribuidas en toda la masa. El color es gris y tienen una capa superior muy fina de color marrón.

En la experiencia 77, la mezcla fue sometida a un calentamiento de quince horas habiéndose efectuado un control de la progresión de las temperaturas en el calentamiento y en el enfriamiento.

CALENTAMIENTO

Tiempo (min.)	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Temperatura (°C.)	200	450	600	800	900	950	1120	1200	1250

ENFRIAMIENTO

Tiempo (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Temp. (°C.)	900	830	790	720	680	630	590	540	500	480	440	400	
Tiempo (horas)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Temp. (°C.)	360	330	300	260	220	200	170	150	150	120	100	80	50
Tiempo (horas)	26	27	28										
Temp. (°C.)	40	40	25										

Se obtuvo una masa de color gris, muy resistente al golpe, con dificultades para romper, con un aspecto macroscópico de carácter cristalino.

Se realizó un corte efectuándose la siguiente observación microscópica: recristalización de los componentes.

Los cristales que se han formado tienen por lo general hábito laminar o tabular, en partes fibrosos y se disponen en forma de agregados radiales, a veces entrecruzados o sino sin ninguna orientación preferencial marcada, notándose que en algunos sectores del corte, los cristales se disponen en bandas paralelas o subparalelas.

Con el material obtenido en la experiencia 72 se realizó también un preparado microscópico cuya observación mostró lo siguiente:

Recristalizado totalmente, con cristales fibrosos o tabulares, for

mando agregados radiales o confusos, sin ninguna orientación preferencial del conjunto.

Cruzando el conjunto se observan cristales esqueléticos de forma de H, de menor birrefringencia que los anteriores, dispuestos en una serie de bandas paralelas.

Se observa asimismo la presencia de numerosos granos oscuros, de pequeño tamaño, de un componente opaco no identificable, entre los cristales más birrefringentes.

NOVENA SERIE DE EXPERIENCIAS

OBJETO: recristalización por enfriamiento lento del basalto con agregado de CO_3Ca .

Exp. nº	Tipo de Basalto	Cant. de Basalto (g.)	Cant. de CO_3Ca (g.)	Temp. Máx. (°C.)	Tiempo calent. (min.)	Tiempo enfr. (hs.)	Molido malla
78	I	100	5	1250	240	15	48
79	II	100	10	1250	240	15	48
80	I	100	5	1230	190	26	65
81	II	100	10	1230	190	26	65
82	I	100	5	1200	210	12	24
83	II	100	10	1200	210	12	24
84	II	50	5	1180	120	30	100
85	II	70	12	1180	120	30	100

En todos los crisoles se produjo un proceso de fusión.

Al romper los crisoles se pudo observar, en la masa de los mismos que tenía un color marrón grisáceo, la presencia de poros correspondientes a burbujas de gas que no fue eliminado.

En el crisol correspondiente a la experiencia 79 se advierte en el interior de la masa fundida, algunos canales debidos presumiblemente

te a desplazamientos de gas.

DECIMA SERIE DE EXPERIENCIAS

OBJETO: El mismo que en la serie anterior, aumentando el tiempo de calentamiento con el objeto de lograr una total eliminación de los gases.

Exp. nº	Basalto tipo	Cant.de Basalto (gr.)	Cant.de CO ₂ Ca (gr.)	Temp. Máx. (°C.)	Tiempo calefn. (hs.)	Tiempo enfr. (hs.)	Molido malla
86	II	100	5	1250	10	28	48
87	II	100	10	1250	10	28	48
88	II	50	3	1200	9	24	48
89	II	50	5	1200	9	24	48
90	II	70	2	1250	12	20	48

En la experiencia 88 se observó una masa fundida de color gris con una fina capa superior de color marrón. En el interior se apreciaron muy pequeños poros correspondientes a restos de gas que no se desprendió.

En las experiencias 86, 88, 89 y 90 se obtuvo una masa fundida de color gris, de aspecto cristalizado por las fracturas observadas al romper la masa.

Con el material obtenido en la experiencia 86 se realizó un preparado microscópico en el que se efectuó la siguiente observación: Recristalización en individuos de hábitos muy diferentes, ya sea tabulares, cuadrangulares, laminares o fibrosos, estos últimos en disposición de agregados radiales.

Cristales de tamaños muy disímiles, desde muy pequeños hasta rela-

tivamente grandes (10-15 micrones hasta 0,4-0,6 mm.) .

Se observan restos no identificables de la roca original, como asimismo de componentes opacos en granos redondeados dispuestos entre los cristales.

UNDECIMA SERIE DE EXPERIENCIAS

OBJETO: Recristalización por enfriamiento lento con agregado de Bórax.

Exp. nº	Basalto tipo	Cant.de Basalto (gr.)	Cant.de Bórax (g)	Temp. Máx. (°C.)	Tiempo calent. (hs.)	Tiempo enfr. (hs.)	Molido malla
91	I	100	5	1250	4	18	48
92	II	100	10	1250	4	18	48
93	II	100	5	1200	11	32	48
94	II	100	10	1200	11	32	48
95	II	50	2	1200	8	20	48
96	II	70	3	1250	6	15	48

Masa de color gris con fina capa superior de color marrón en todos los crisoles. En las experiencias 91 y 92 se observaron algunos poros. En la experiencia 94 se obtuvo una masa sumamente dura y muy resistente al golpe. Se pudo romper solamente algunos pequeños trozos, los que se desprendieron paralelamente al eje vertical. Los trozos eran de espesor pequeño y más o menos iguales en su tamaño. Fue practicamente imposible romper el trozo con golpes de martillo. Se realizó un corte microscópico con el mismo material, efectuándose se la siguiente observación:

Recristalizado en cristales de tamaños muy similares, de hábito va-

riado y dispuestos por lo general sin orientación preferencial.

Se observan restos de roca original y la presencia de muchos granos de opacos redondeados.

En la experiencia 94 se efectuó un control de la curva de enfriamiento cuyos datos constan en la siguiente tabla:

Tiempo (hs)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Temp. (°C)	1000	980	950	940	920	890	860	820	800	770	730	700
Tiempo (hs)	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Temp. (°C)	650	630	600	580	540	520	490	460	420	400	370	340
Tiempo (hs)	24	25	26	27	28	29	30	31	32			
Temp. (°C)	320	290	250	190	170	130	100	50	30			

DUODECIMA SERIE DE EXPERIENCIAS

OBJETO: Recristalización por enfriamiento lento con Fosfato de amonio, óxido de Zinc y Carbonato de Bario.

Exp. nº	Basalto tipo	Cant. de Basalto (gr)	Agregado	Cant. de agregado (gr)	Temp. Mac. (°C)	Tiempo calent. (hs)	Tiempo enfr. (hs)	Molido malla
97	II	100	$PO_4(NH_4)_3$	5	1200	9	18	48
98	II	100	$PO_4(NH_4)_3$	10	1200	9	18	48
99	II	100	CO_3Ba	5	1250	10	22	48
100	II	100	CO_3Ba	10	1250	10	22	48
101	II	100	OZn	5	1250	12	20	48
102	II	100	OZn	10	1250	12	20	48

En las experiencias 97 y 98 se obtuvo una masa de color gris que presenta en su interior poros correspondientes a burbujas de gas ocluido. La capa superior es de color marrón.

Con la muestra obtenida en la experiencia 98 se hizo un corte microscópico, en el que se hizo la siguiente observación:

Parecería indicar que no se produjo la fusión. Se observa una masa de grano fino, junto a restos de cristales de una sustancia no identificable que corresponde posiblemente al fundente.

En las experiencias 99 y 100 se obtuvo una masa muy frágil de color gris que presentaba en su interior numerosos poros de distintos tamaños.

Con el material de la experiencia 100 se efectuó un preparado microscópico cuya observación mostró:

Recristalización de los componentes, con cristales de hábito y tamaños muy variados y en disposición muy irregular.

Se observa la presencia de numerosos poros, debidos a burbujas de aire como así también la existencia de opacos en granos por lo general redondeados y oblongos.

En las experiencias 101 y 102 se obtuvo una masa de color gris en cuyo interior también había poros correspondientes a gases ocluidos.

El preparado microscópico correspondiente a la experiencia 102 muestra que en partes se ha recristalizado en cristales muy peque-

ños y en otras zonas en las que parecería que no se produjo la fusión, se observan restos al parecer de la roca original y mucho material opaco.

EXPERIENCIA nº 103.- Se realizó el calentamiento de 100 gr. de basalto molido en grano grueso, durante tres horas, alcanzándose una temperatura máxima de 1250°C. Se advirtió en el contenido del crisol un principio de fusión, notándose perfectamente los granos más grandes del basalto molido. El color marrón es posiblemente debido a la oxidación del hierro.

EXPERIENCIA nº 104.- Se fundió 50 gr. de basalto puro finamente molido, en un crisol de grafito a una temperatura de 1500°C. en un horno eléctrico, durante 3 horas. Luego pasó el crisol a un horno de templado, eléctrico, donde estuvo durante 48 horas a una temperatura de 1000°C.

Después de ser sacado el crisol, se lo dejó enfriar a la temperatura ambiente.

Para separar la masa del crisol, fue preciso romper éste.

Se obtuvo una masa sólida, homogénea, de color gris oscuro con aspecto de finos cristales.

Sometido a la acción del golpe de martillo, la masa es frágil, rompiéndose con facilidad, presentando fracturas concoidales.

Estas características coinciden con la forma porcelanoide de la que solamente habla en sus trabajos A.S.Guinsberg.

El preparado microscópico muestra una masa de grano muy fino, color

castaño rojizo e isótropa.

No se nota en este caso indicios de recristalización.

EXPERIENCIA nº 105.— Corresponde a una serie de experiencias realizadas en la cámara de fuego de un horno túnel de cerámica de unos 20 m. de largo que alcanzaba en el máximo de la curva de temperatura 950°C.

a) Se utilizó un crisol de Silimanita de unos 10 cm. de altura, llenándolo con basalto puro. El calentamiento se hizo primero casi en la entrada de la cámara y dos horas después, como aún no se había fundido totalmente, sino que tenía un aspecto viscoso (pues se pretendió hacer una colada), se introdujo el crisol en la parte interior de la cámara donde llegaba la llama.

Después de 2 horas y media de calentamiento se coló el contenido del crisol sobre un molde de yeso. Se observó entonces que se formaban unas burbujas que al enfriarse rápidamente dejaban unos globos de vidrio de paredes sumamente delgadas y transparentes de un color marrón muy oscuro, casi negro.

El vidrio presentaba en su parte interior un intenso brillo.

b) Sobre una plaquita de bizcocho de cerámica, se esparció homogéneamente una fina capa de basalto finamente molido mezclado con minio. Se introdujo en la cámara de fuego del horno y una vez fundido se sacó para que se enfriara rápidamente. La placa quedó cubierta de una capa de aspecto vítreo que en algunas partes presentaba un intenso color habano muy brillante.

Evidentemente el minio disminuyó el punto de fusión del basalto y modificó el color, lo que hace pensar en la posibilidad de la aplicación del basalto como esmalte vitrificable.

CAPITULO III. CONCLUSIONES

De las experiencias realizadas y los resultados obtenidos se deducen importantes conclusiones que trascienden en cuanto pueden ser de utilidad para el estudio de las propiedades del Basalto fundido y recristalizado como así también para el estudio de sus aplicaciones.

Tal como lo expresara en el propósito de este trabajo, quedó demostrado que al fundir el basalto y someterlo a distintos tratamientos térmicos, se lo puede obtener al estado de vidrio o al estado cristalino o devitrificado, lo que quedó probado en el estudio de los preparados microscópicos correspondientes al material obtenido en las distintas experiencias.

Las conclusiones serán referidas a:

- 1º) MATERIA PRIMA
- 2º) MEZCLAS
- 3º) CONDICIONES DE CALENTAMIENTO
- 4º) CONDICIONES DE ENFRIAMIENTO
- 5º) VIDRIO
- 6º) CRISTALIZACION

1º) MATERIA PRIMA

Los basaltos estudiados, si bien son de composición química semejante como lo muestran los análisis químicos, petrográficamente corresponden a distintas composiciones tal como se puede apreciar en las descripciones que de cada uno de ellos se hizo en el Capítulo II.

Mientras el basalto del Cerro La Leoncita de Chaján, Córdoba, es más bien un basalto Nefelínico, el basalto de El Nihuil, Peña.

de Mendoza, es de carácter Olivínico.

En las experiencias efectuadas, los mejores resultados fueron obtenidos con los basaltos olivínicos de El Nihuil.

Posiblemente tal resultado obedezca al hecho de que la olivina actúa como germen para la formación de cristales.

2º) MEZCLAS

Los basaltos utilizados en las experiencias tienen un punto de fusión superior a 1250°C. ya que siendo ésta la máxima temperatura obtenida en los calentamientos, no logró fundir en ninguna de las experiencias al basalto solo.

Este hecho fue el que obligó a pensar, siguiendo los procedimientos metalúrgicos, en el empleo de fundentes.

Las sustancias utilizadas como fundente son: fluorita, carbonato de calcio, bórax, óxido de cinc, carbonato de bario.

De los fundentes utilizados los que mejor resultado han dado son el bórax, el carbonato de calcio y la fluorita.

En cuanto a los porcentajes de fundente, las cantidades de 5 a 10 por ciento han dado buen resultado.

La utilización de fosfato de amonio como fundente no logró disminuir el punto de fusión lo suficiente como para poder fundir.

En cuanto al molido, se utilizó generalmente el grano de malla 48, aunque en el material disponible había también malla 65 y malla 100.

3º CONDICIONES DE CALENTAMIENTO

Uno de los factores más importantes lo constituyen las condiciones de calentamiento.

De las experiencias realizadas surge que es imprescindible realizar un calentamiento lo suficientemente largo como para lograr la eliminación de los gases. Se ha comprobado que si éstos no son eliminados totalmente, aparecen después del enfriamiento en la masa como poros que contenían los gases ocluidos. En la naturaleza se pueden observar efectos semejantes. En El Nihuil aparecen los poros en algunas zonas de la montaña, tal como se ve en la correspondiente fotografía.

4º) CONDICIONES DE ENFRIAMIENTO

El enfriamiento tiene gran importancia, pues de acuerdo a como se realice el enfriamiento, o sea de acuerdo a como se efectúe el tratamiento térmico, dependerá que se obtenga un vidrio o la forma cristalizada.

De los resultados obtenidos, pareciera ser que cuanto más lenta es la disminución de la temperatura, es decir que cuanto más prolongado es el enfriamiento, mejores son los resultados de la recristalización.

La forma o los medios con los cuales se realiza el enfriamiento, parece no influir en los resultados obtenidos.

5º) VIDRIO

El vidrio se obtiene cuando el enfriamiento es rápido. Sus características tanto en su aspecto macroscópico como en su estructura microscópica son las de un vidrio verdadero.

Una de las características más dignas de destacar es que las fracturas que presenta son concoidales y de superficie brillante.

El ensayo efectuado en la experiencia 105 a) demuestra que el vidrio es a su vez moldeable y 105 b) hace pensar en la posibilidad de utilizarlos como esmalte vitrificable.

No se observaron diferencias en cuanto a la calidad del vidrio obtenido con ambos basaltos empleados.

6º) CRISTALIZACION

La estructura cristalina de acuerdo a las observaciones efectuadas en los respectivos preparados microscópicos parece depender del fundente empleado y del tiempo de enfriamiento a que fue sometida la mezcla.

Es de destacar la presencia en los preparados microscópicos de algunas muestras, de algún componente del basalto que no ha fundido o de fundente sin fundir.

El hecho fundamental es que sometiendo al basalto fundido a determinados procesos térmicos de enfriamiento se logra la recristalización del mismo.

Este hecho es importante porque puede significar que una roca tan dura como el basalto, difícil de cortar en formas determinadas al estado natural, podría obtenerse en la forma que se desee conservando sus propiedades cristalinas.



Basalto natural de El Nihuil. Prov. de Mendoza



Basalto natural del Cerro La Leoncita
Chaján. Pcia. de Córdoba.



Basalto natural molido grueso.



Basalto natural molido fino. Malla 28.



Basalto natural molido mediano.



Experiencia nº. 103.
Crisol conteniendo basalto que no fundió.

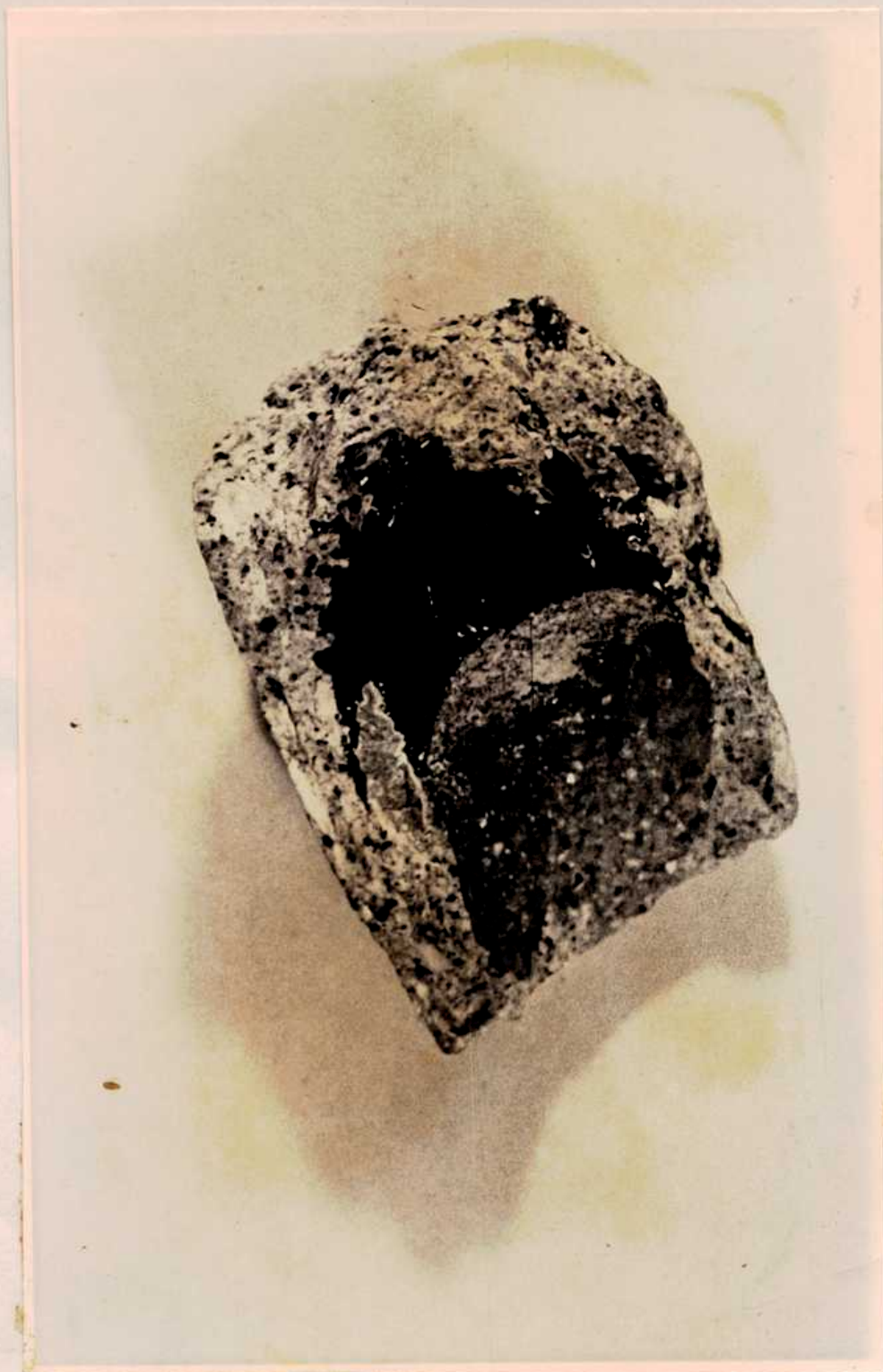


Crisoles en los que el material fundido atravesó las paredes.



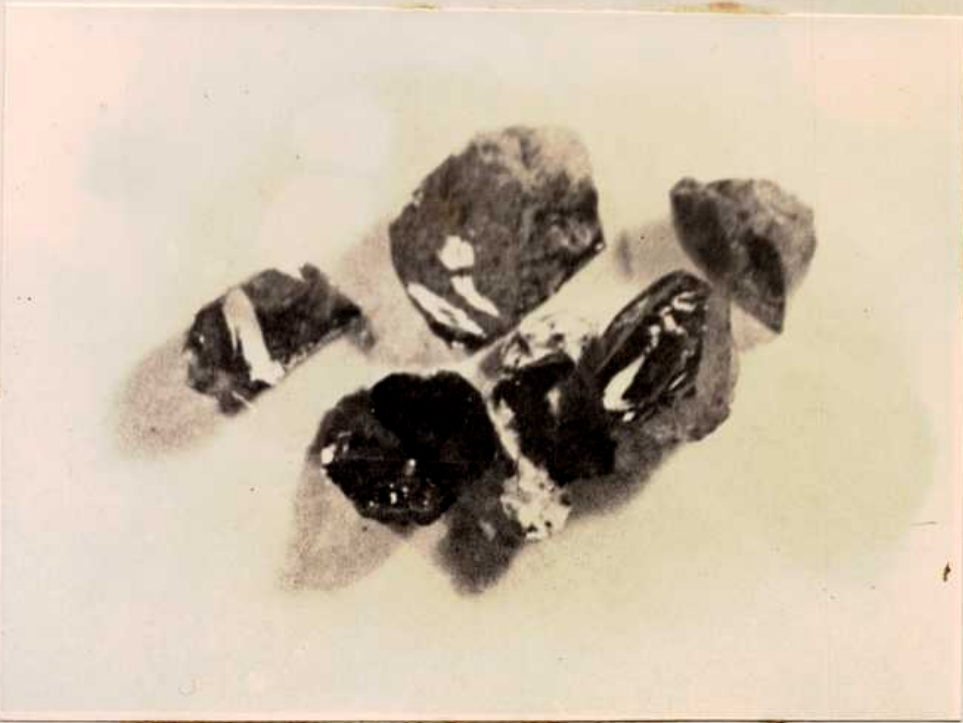
Experiencias nos. 32-44-53

Trozos de crisoles conteniendo vidrio basáltico
de color negro.



Experiencia nº 45

Trozo de crisol en el que se observa las
incrustaciones de vidrio basáltico en las
paredes.



Trozos de vidrio basáltico en los que se puede observar el reflejo que provoca el intenso brillo negro que los caracteriza.



Vidrio basáltico moldeado obtenido en la Exp.nº 105.



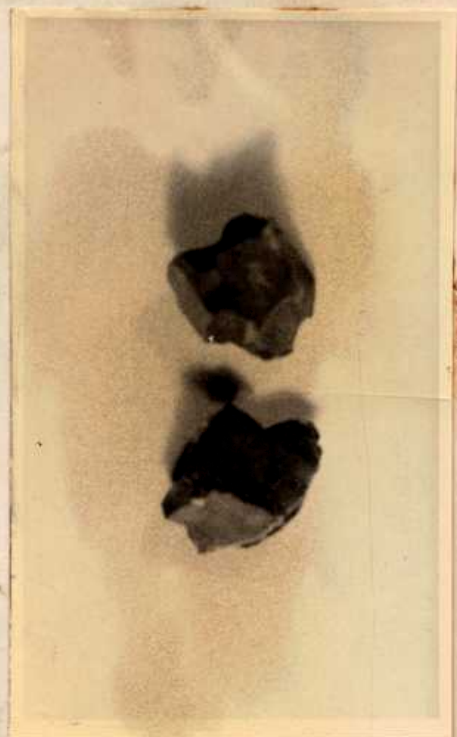
Vidrio basáltico obtenido
en la Exp.nº 44.
Fundente Carbonato de Calcio



Experiencia nº 55-Preparado microscópico
Vidrio negro de estructura plumílica en
partes desvitrificado. Nícoles cruzados
x 20.



Experiencia nº 77 - Preparado microscópico
Basalto desvitrificado por enfriamiento lento.
Nicols cruzados x 60.



Basalto desvitrificado.
Fundente Fluorita.



Experiencia nº 77
Masa de Basalto fundido y desvitrificado.
Fundente Fluorita.



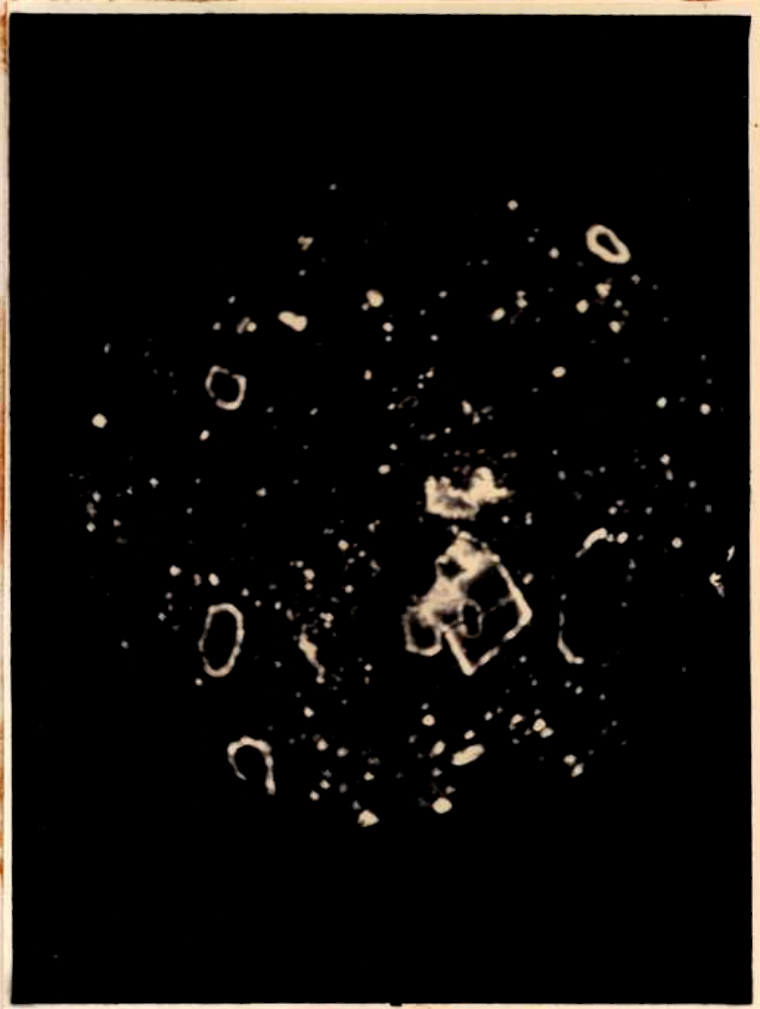
Experiencia nº 86
Basalto fundido y desvitrificado.
Fundente Carbonato de Calcio.



Experiencia nº 79
Basalto fundido.
Fundente Carbonato de Calcio
Se observa el canal provoca-
do por el desplazamiento de
gases.



Experiencia nº 86 -Preparado microscópico.
Basalto recristalizado.
Se observan restos no identificables de la
roca original. Nícoles cruzados x 60.



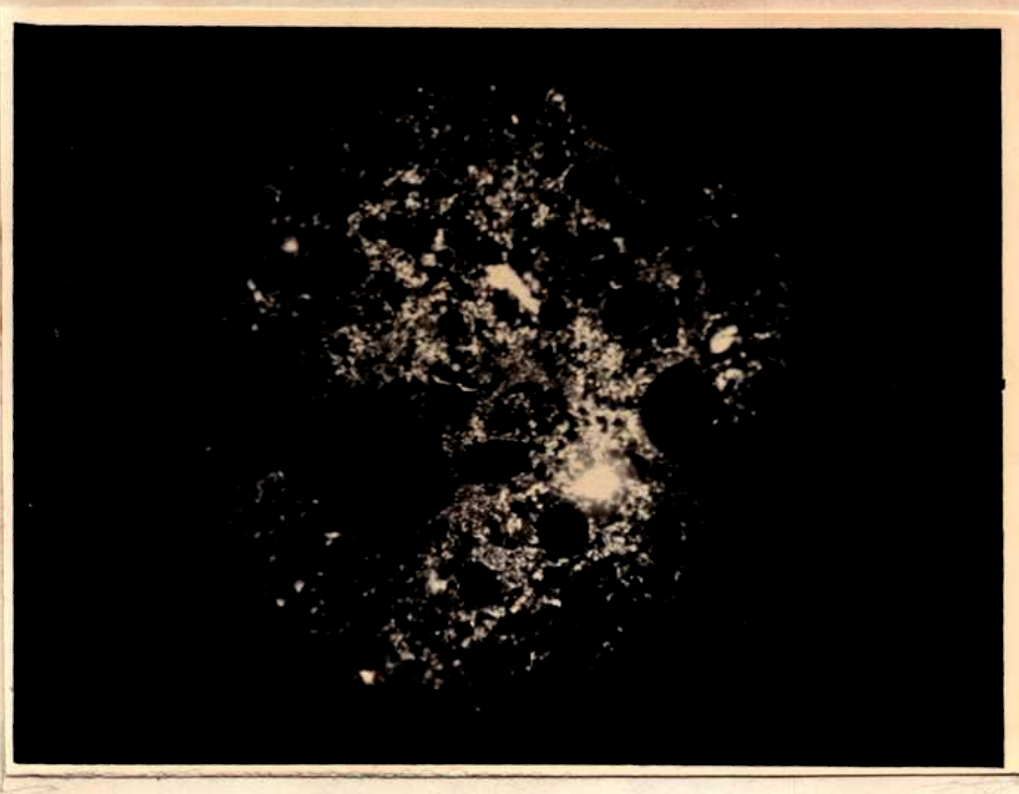
Experiencia nº 98- Preparado microscópico.
Masa de grano fino junto a restos de cristales no identificables. Nicoles cruzados x 60.



Basalto desvitrificado.
Fundente Bórax.



Experiencia nº 94
Basalto fundido y desvitrificado
Fundente Bórax.



Experiencia nº 100
Preparado microscó
pico.
Basalto recristali
zado. Se observan
poros debidos a
burbujas de gas.
Nicoles cruzados
x 20.



Experiencia nº 100
Basalto fundido y desvitrificado.
Fundente Carbonato de Bario.



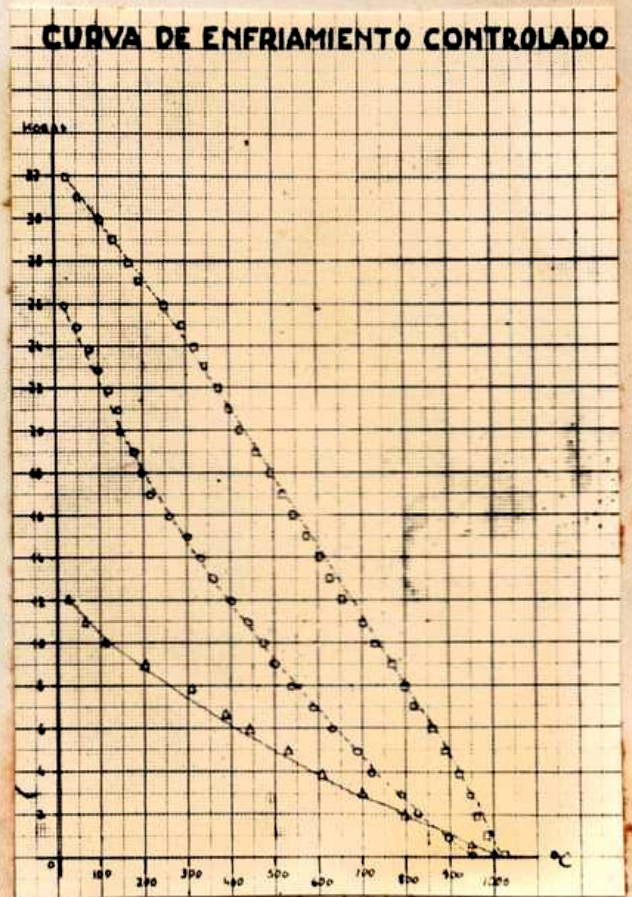
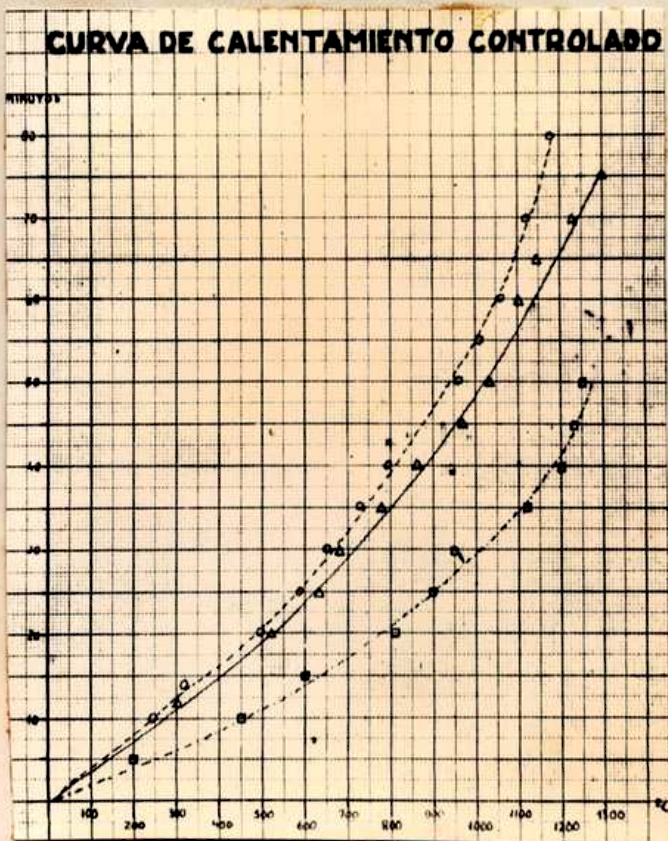
Basalto fundido, parcialmente desvitrifi
cado. Fundente: BaCO_3 .

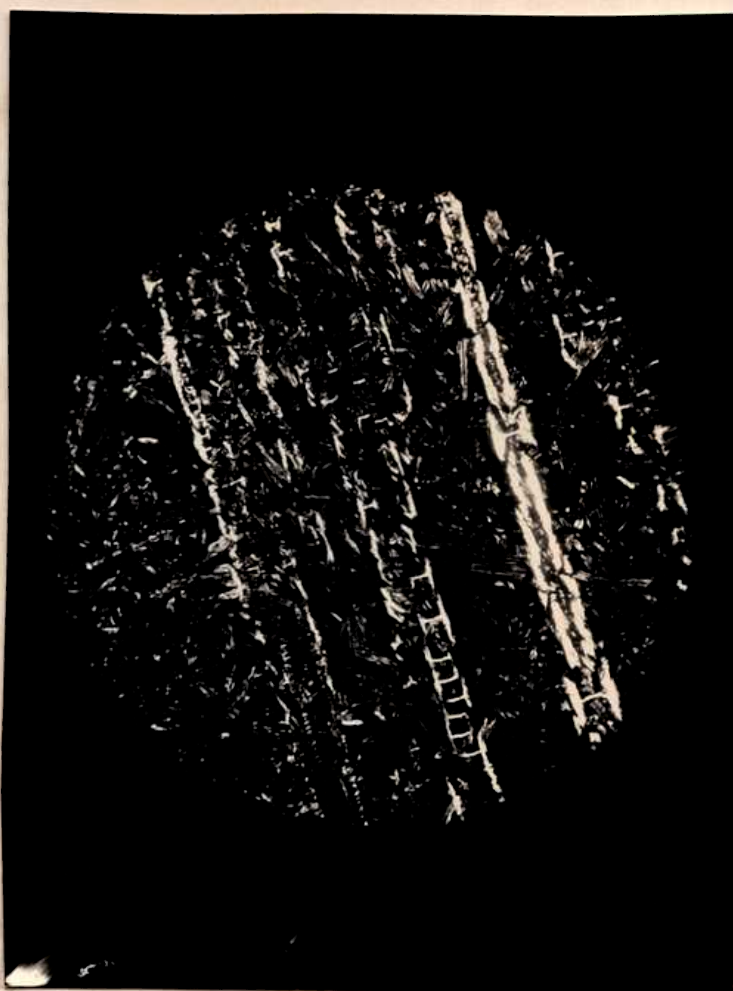


Basalto fundido y desvitrifi
cado.
Fundente CaF_2 de GINO.



Preparado microscópico
 Basalto de El Nihuil (Pcia. Mendoza)
 Nicoles cruzados x 60.





Experiencia nº 72 -Preparado microscópico
Basalto desvitrificado por enfriamiento
lento. Nícoles cruzados x 60.

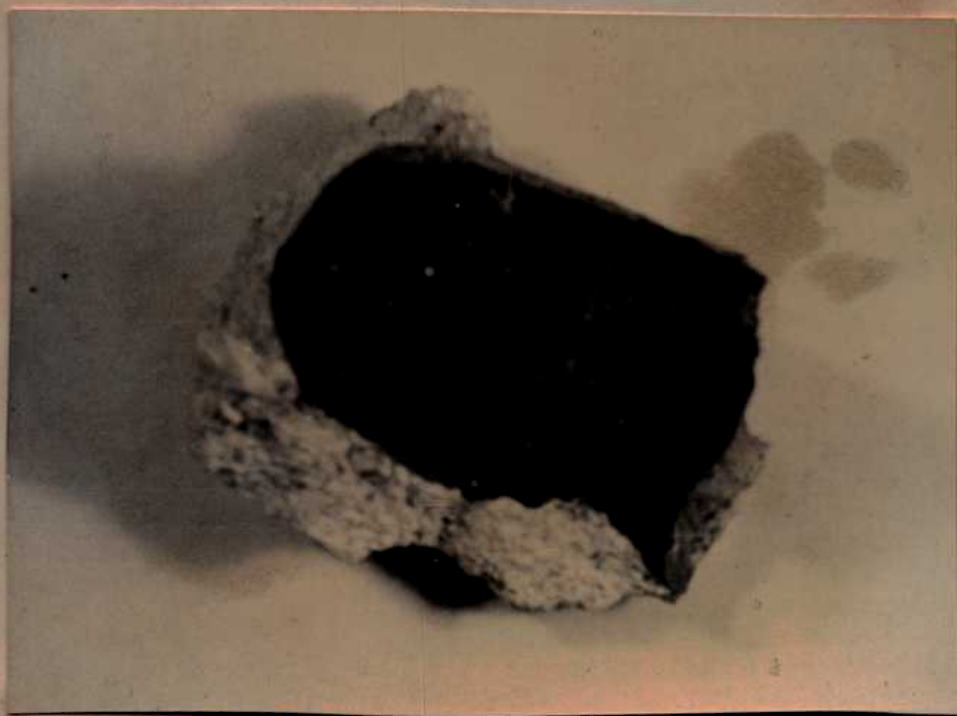


Muestra de la Exp. nº 105 b.
en la que se ensayó el ba-
salto fundido como esmalte
vitrificable.



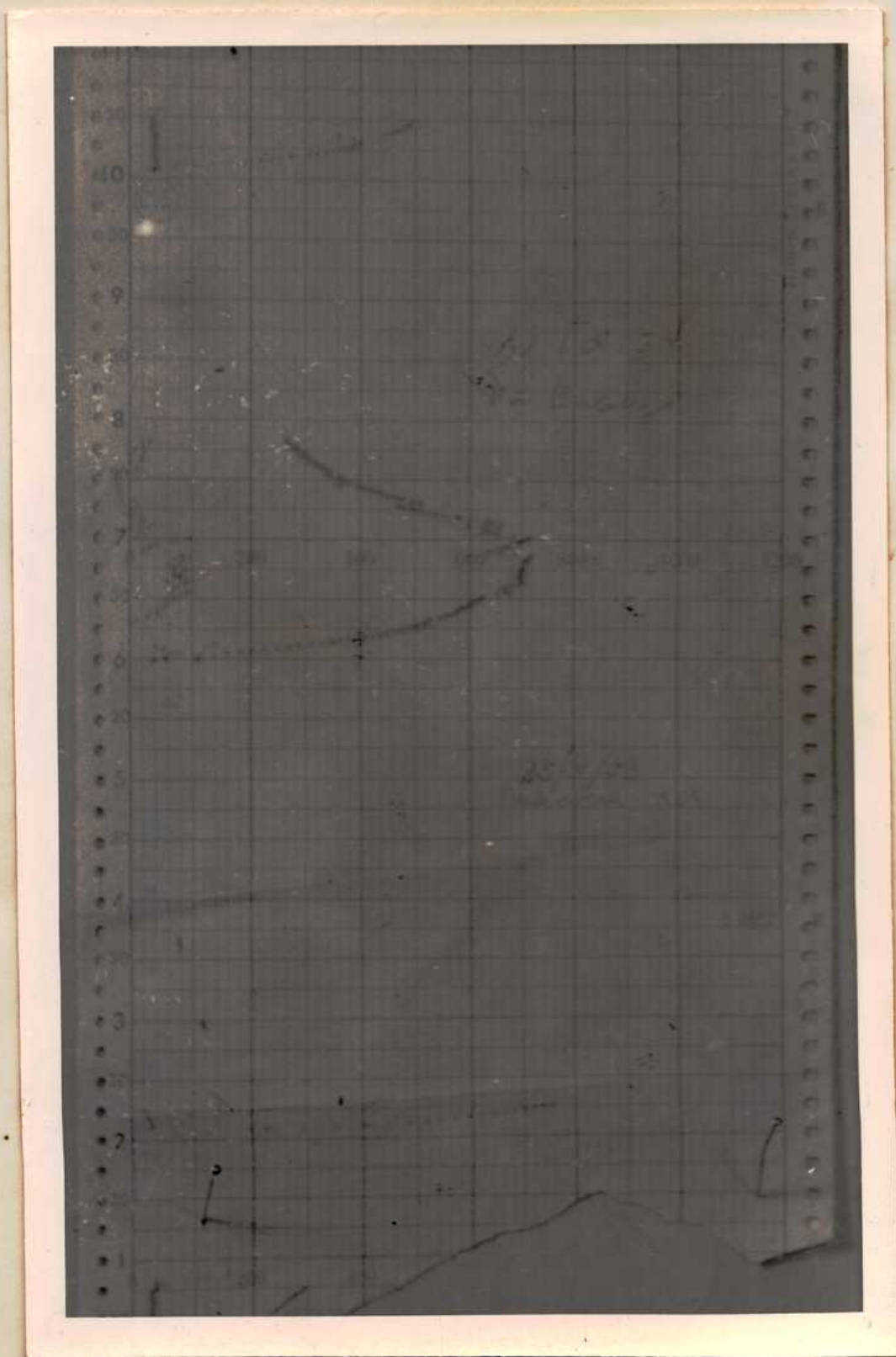
El Nihuil.

Vista del Basalto natural donde se observan poros semejantes a los obtenidos en los trabajos experimentales.



Experiencia nº 73.

Crisol en el que se observan los poros provocados por los gases ocluidos .



Registro gráfico de temperatura.

BIBLIOGRAFIA

- ALOISI P. J. - I minerali delle roccie e la loro determinazione per mezzo del microscopio. Milano, 1929.
- ANGELELLI VICTORIO - Los yacimientos de minerales y rocas de aplicación de la República Argentina, su geología y sus relaciones genéticas, Boletín nº 50 de la Dirección de Minas y Geología, (Buenos Aires), 1941.
- ARTINI E. - Lezione de mineralogía e materiali de costruzione. Milano, 1920.
- BABIC - Métodos de fabricación de aisladores de basalto natural fundido. (Petrurgija, Industrija prerade kamena taljenjem i izolacionjenniti), Kem.Industr. Zagreb, n.5, 1953, 133-7.
- BEDER R. - Breve recopilación de los yacimientos de materias explotables de la República Argentina, Boletín nº 26, sección B de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología (Buenos Aires), 1921.
- CORTEVIN M. ALBERT - Memoires et Compte Rendu de Travaux de la Société des Ingenieurs Civils de France. Paris, 1928, 266-300.
- GOLDMANN L. - El basalto fundido en calidad de protección contra el desgaste. (Vereine deutscher Ingenieure), Bd.82, Colonia, n.22, 1938, 679-680.
- GUINSBERG A.S. - Basalto. Minerales no metálicos de la U.R.S.S., Academia de Ciencias de la U.R.S.S., Sección Geológico-geográfica, (Moscu) tomo II, 1943.
- KITTL ERWIN - Contribución a la geología de la región de Sampacho., Rev. Minera, geológica y de Mineralogía, Sociedad Argentina de Minería y Geología, (director Erwin Kittl), Buenos Aires, tomo VI, 1934, 45-49.

- MAURITZ K. G. - Basalto fundido, Kalenborn, (iib Linz-Rhein), abril, 1941
8 p.
- MITTERER ING. - La aplicación del Basalto fundido, en calidad de protección
contra el desgaste en la Usina Eléctrica Central del Sur, de
la ciudad Feria del Estado, Leipzig, (Sächs, Ingenieur, Zeits
chrift), 1938, 212-213.
- PANDOLFI CAROLINA LAZZARI DE - Estudio Petrográfico y Bosquejo Geológico de
la Región de Chaján, Dirección de Minas y Geología. Córdoba,
Dirección de Minas, 1943.
- STAPPENBECK R. - Los yacimientos de minerales y rocas de aplicación de la
República Argentina, Boletín nº 19 Serie B de la Dirección
General de Minas, Geología e Hidrología, (Buenos Aires), 1918.
- VICEK OTA S. - Smelting Basalt a Czechoslovak Industry, Technical Digest
News, 1960.
- VON FRITZ SENFT - Basalto fundido y su aplicación en la minería, Werkzeitsch
rift der G.B.A.G., Gruppe Hamborn, 1938.
- S.B.I.O. - Informe final nº 949, Subcomisión Británica de Información de Ob
jetivos, (Apartado 21).

BIBLIOGRAFIA AMPLIATIVA

- ADCOCK B. - Diversas aplicaciones de basaltos y de otros productos análogos, Ingeniería Industrial. 1854, 3, Libro 7, 288.
- ANSHUR A.G. - Propiedades dieléctricas del Basalto fundido. Trav. Univ. etat Armenie, 1934, 1, 28-33.
- BOWEN N. L. - Datos sobre la viscosidad para silicatos fundidos, Transacciones de Geofísica Americana, 1934.
- CONWAY J. A. - Mining and crushing methods and cost at Monocacy quarry of John T. Dyer Co. Rock Prod. 1931, 34, nº 5, 54-65.
- CORNILLE ALISE - Basalto fundido y reconstituido. Cera et Verrerie, 1931 437-8
- DAY SOSMAN Y HOSTETTER - Determinación de la densidad de minerales y rocas a altas temperaturas, Amer. Journ. Sci. 1914, 37, 1-39.
- GUINSBERG A. S. - Basalto fundido. Compendio Fósiles no minerales, tomo 4, Leningrado, 1929, 125.
- KRÜGER CARL - Articles frau basalt and like materials. Ger, 1 july 1935, 615.
- RISSE KARL - Producción y propiedades del basalto fundido, Arch. Eisenhuttaw, 1930, 3, 437.
- RISSE KARL - Formación y propiedades de basalto fundido, Arch. Eisenhuttawesen, 1939, H. 7, 437-440.
- WATSON HAROLD L. - Articles from basalt, The British Thompson-Houston Co. Ltd. Brit, june 16, 1930, 291-363.

WOLAROWITSCH M. Y LEONTIEVA A. - Determinación del volumen específico de las fusiones a temperaturas hasta 1400°C. Zs. anorg.Chem. 1935, 225, H., 4, 327-332.

ZALESSKY A. M. Y RAVDOMIN V. S. - Investigación de las propiedades eléctricas y mecánicas del basalto, Trabajo del Instituto Industrial Leningradense, 1937, nº 5, 171-183.

L.A. Rotinyants y M.G. Manvelyan - Investigación sobre los procesos de cristalización de basaltos fundidos con agregados de cromita, Sgra. 1938, nº 1, 20-33. Referatkartei Silikatliteratur 5, (4) 5.175 1938, L.A. R.

M. A. Manvelyan

Jedro Weissbrod