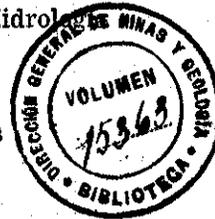


REPÚBLICA ARGENTINA  
MINISTERIO DE AGRICULTURA DE LA NACIÓN

Dirección General de Minas, Geología e Hidrología

MAIPÚ 1241 — BUENOS AIRES



Publicación N.º 22

(Clasificación bibliográfica decimal)

**Informe sobre el yacimiento de tierras arcillosas  
al oeste de San Juan  
y su aptitud para la industria cerámica**

POR

**ERIK LJUNGNER**



**Precio \$ 0.00**

BUENOS AIRES

4660 — Talleres Gráficos del Ministerio de Agricultura de la Nación

1930

## INDICE

	<u>Página</u>
Introducción .....	5
Examen topográfico .....	6
Examen geológico .....	6
Examen técnico en el campo .....	7
Examen técnico de laboratorio:	
Las muestra usadas .....	9
Procedimiento .....	10
Material N° 1, solo .....	11
»    » 1, en mezcla con arena .....	13
»    » 2 .....	14
»    » 3 .....	15
Efloescencias salinas .....	15
Posibles usos de las tierras .....	18
Sumario .....	20

## INTRODUCCIÓN

A raíz de una solicitud de parte de la Sociedad Anónima "La Constructora Sanjuanina", con objeto de extraer de un terreno de propiedad del Ejército de la Nación, cierta materia prima (Exp. S. 6748 - 27), el Ministerio de Guerra pidió, por intermedio del de Agricultura, un examen de las tierras que solicita dicha sociedad (Exp. 5250 - 28, Ministerio de Agricultura). La Dirección General de Minas, Geología e Hidrología ordenó al subscripto efectuar dicho examen.

El terreno de referencia forma parte del campo General Sarmiento, tocando su límite oeste, que es la cresta de la Sierra Chica de Zonda. En la extremidad este de dicho campo General Sarmiento se encuentran ubicados los cuarteles de la fuerza militar que actualmente usa el campo, como también la estación Marquesado. El bosquejo, lámina I, figura 1, aclara suficientemente lo relativo a su ubicación (1).

---

(1) El viaje dispuesto fué efectuado durante los días 16 hasta el 24 del mes de agosto de 1928. Como el mapa que forma la base para el plano del terreno de referencia — foja 3 del expediente — resultó, no solamente viejo, habiendo posteriormente cambiado de sitio los cuarteles, sino también deficiente en cuanto a la topografía, y privado de puntos de referencia bastante cerca del terreno para encontrar la ubicación del mismo, me vi obligado, por intermedio del jefe del regimiento 15 de infantería, a pedir un representante de la empresa, quien pudiese mostrarme los límites del terreno en el campo. En los primeros días no pudimos encontrar tal persona, perdiendo mucho tiempo buscándola en la ciudad, lo que redujo las excursiones geológicas en el campo a cortas horas.

Pero, la tarde anterior del día dispuesto para mi salida de San Juan, logramos encontrar al ingeniero que había determinado el perímetro del terreno e indicado el mismo en el plano. Sin embargo, como este señor sólo recordó uno de los puntos, a saber, C, (lámina I, figura 2) — por construcciones geométricas en el campo, a base de este punto y el dique nivelador — que buscar los límites en el mismo día de mi salida de San Juan. Una vez determinados los tres puntos D, A y B, encontré en B un mojoncito, y, cerca del mismo, otros que indican las direcciones hacia los puntos C y A, confirmando que mi determinación del punto B era exacto y la del punto A bastante exacto. En las dos horas que después quedaron a mi disposición, me dediqué a obtener los datos más importantes para el bosquejo geológico-topográfico. Sin embargo, como a mi juicio son suficientes para el fin del examen dispuesto, no consideré absolutamente necesario quedarme más tiempo en el campo, para cuyo caso tenía la autorización, según telegramas del 21 y 22 de agosto, agregados a este expediente.

### EXAMEN TOPOGRÁFICO

Como muestra el bosquejo adjunto, lámina I, figura 2, se divide el terreno de referencia topográficamente en tres zonas muy distintas.

La pendiente oriental de la Sierra Chica del Zonda forma la zona oeste. En el centro se halla una zona de terrazas cortada por quebradas y así dividida en lomas. Una parte de la llanura de San Juan forma la zona este del terreno.

El declive de todo el terreno es hacia el ESE; el de la sierra, escarpado, el de las terrazas suave y el de la llanura, muy suave. Las cifras del bosquejo, lámina I, figura 2, indican la altura en metros sobre el punto A, que es el más bajo.

La zona de las terrazas baja hacia la llanura por un escalón, pero dentro de la zona misma la pendiente general no presenta escalones. Los planos de la terraza tienen sus pendientes hacia el ESE. Los escalones de las terrazas se ven más hacia los viejos valles, transversales o irregulares dentro de la zona, es decir: cada nueva terraza formaba el fondo plano de un valle ancho, que fué cortado en el plano anterior.

El escalón que forma el borde oriental de la zona se destaca mucho por una cadena de lomas que, a manera de una balaustrada, sobresalen también sobre los planos de las terrazas. Estas lomas fueron marcadas en el bosquejo, lámina I, figura 2 (e-i).

En la llanura se ve un escalón (dibujado en el bosquejo, lámina I, figura 2) que generalmente es muy bajo y a veces casi se pierde, pero hacia el norte se destaca algo. Así se forma una terraza, baja pero ancha, fuera del escalón principal. Es posible que esta terraza baja se deba a acumulación, en contraposición a las de la zona central que, evidentemente, forman terrazas de erosión.

La zona central está cortada por quebradas jóvenes con ramificaciones irregulares, que hacen visibles y accesibles las varias capas de tierra que la componen. La base de estas quebradas es la llanura misma, cortando aquéllas, también, a la terraza baja de la llanura. No alcanzó el tiempo para el relevamiento del laberinto de estas quebradas. Sin embargo, las fotografías adjuntas, láminas II/IV, pueden dar una idea de esta topografía.

Cerca del punto C hay una quebrada en la pendiente de la sierra bien visible en lámina III, figura 1), que puede servir de partida para el reconocimiento de este terreno monótono, siendo ella la única dentro de varios kilómetros.

### EXAMEN GEOLÓGICO

La composición geológica resulta concordante con la de la quebrada de Ullún, descripta por GROEBER Y TAPIA en el año 1926 con motivo de un proyectado dique de embalse. (Publ. N° 25 y 26 de esta Dirección General).

Así, pues, la pendiente de la sierra está formada por caliza silúrica. Las capas que la componen son verticales (lám. V, fig. 1) y tienen el rumbo NNE-SSO.

La zona de las terrazas y lomas se compone de varias capas, unas semiduras, en las que predomina la arcilla, sobre la arena, y otras, en las que es mayor la proporción de arena, presentando, por lo tanto, poca coherencia. Tienen el mismo rumbo que la sierra, pero una inclinación de 70°, término medio, hacia el ESE.

Si bien se hallan en la parte oeste de esta zona central ciertas capas arenosas, reina, en general, una transición desde una arcilla muy fina y de fuerte color rojo en el oeste hasta una arena en el este, que en la parte más oriental contiene capas delgadas de un conglomerado con rodados de porfírita y dacita. Estos conglomerados corresponden sin duda a los de la transición entre los pisos inferior y medio de los estratos calchaqueños (pliocenos) a consecuencia de lo cual toda la zona de las terrazas y lomas debe pertenecer al piso inferior. La continuación de este piso hacia el norte ha sido indicada en el bosquejo, lámina I, figura 1, según GROEBER y TAPIA. Todas las terrazas tienen una cubierta de ripio de calidad, de un espesor de medio metro, término medio. Esta cubierta caracteriza también a la pequeña terraza de la llanura.

La composición geológica de la llanura no es visible y carece de interés para este trabajo.

#### EXAMEN TÉCNICO EN EL CAMPO

La zona de las terrazas y lomas, que es la que contiene la materia prima solicitada, es fácilmente accesible por las quebradas mencionadas, que en todas partes la cortan.

Antes de sacar la tierra es indispensable remover la cubierta de ripio, pues la caliza en trozos o en granos gruesos es perjudicial para el material. También deben ser separadas con cuidado las venillas de yeso, si es que se encuentran al hacer la excavación. Como estas últimas no exceden de unos dos centímetros, dicha operación no resultará costosa. La fuerte inclinación de las capas permite la explotación de cualesquiera de ellas con igual facilidad. Si fueran delgadas las que se han de explotar, sería necesario, a medida que el trabajo avance en profundidad, remover de las capas pendientes una cantidad de material inútil cada vez mayor, a fin de evitar derrumbes. Sin embargo, como aquéllas son gruesas y no existe la necesidad de aprovecharlas en todo su espesor, debe ser posible por un tiempo considerable explotar el yacimiento sin remover material inútil, salvo la cubierta de ripio para alcanzar el material útil. En efecto, existen dentro del terreno lomas grandes que se componen de materia prima buena (muestra N° 1), y cuyas capas pendientes ya han sido removidas por la erosión.

Los caminos para transportar el material hasta la ciudad son suavemente inclinados, hasta horizontales.

El corto lapso de tiempo de que pude disponer (1) no permitió una investigación bastante detallada para hacer un cálculo de las cantidades, lo que tampoco consideré de inmediata necesidad.

(1) Véase nota en página 5.

La falta general de límites marcados entre las capas constituye siempre una dificultad para el cálculo. Además, hay que considerar la utilización del material, pues unas capas son aptas para varios artículos y otras solamente para ladrillos baratos. Sin embargo, el conocimiento de las capas obtenido por la investigación abajo referida, permite formarse cierta idea también de las cantidades.

Cada capa adentro del terreno tiene una profundidad ilimitada y una longitud de 800 metros. Sin embargo, cerca de la superficie hay un déficit debido a la erosión, la cual ha excavado los valles y quebradas transversales. Por eso, para el primer descenso de las canteras hasta un plano situado unos 10 metros debajo de las terrazas superiores, correspondiente más o menos al fondo de las quebradas, hay que descontar el espacio ocupado por éstas, con lo que la longitud efectiva de cada capa quedaría reducida aproximadamente a 400 metros. Considerando una explotación para ladrillos y tejas y contando con un espesor de 50 y un descenso de 5 metros, medidas que parecen modestas, resultan 100.000 metros cúbicos. Suponiendo un aumento de la proporción de ladrillos y contando con 100 metros de espesor y un descenso de 10 metros, medidas que parecen posibles, resultarían 400.000 metros cúbicos. Sin embargo, especialmente en lo que se refiere a ladrillos comunes, como los gastos de transporte constituyen una parte muy grande de su precio, la escala en que puedan ser aprovechados con buen éxito económico las posibilidades de la materia prima de este yacimiento depende de circunstancias ajenas a él, como ser la situación más ventajosa de otros de la misma especie, etc.

Lo que ahora es imposible saber, es el grado en que la población de San Juan, hasta hoy acostumbrada a construir sus casas y murallas de adobe, cambiaría su gusto empleando tejas y ladrillos, lo que tal vez es el factor más importante para la determinación de la demanda y de la escala en que se podrían aprovechar los yacimientos existentes.

En la quebrada de Ullún atraviesa el río San Juan la larga zona que contiene las tierras aptas para la industria cerámica (lám. I, fig. 1). Pero la situación del terreno, de donde quiere extraer materia prima la Sociedad Anónima "La Constructora Sanjuanina", es muy inconveniente para aprovechar el agua del río. Más cerca y a mayor altura corre un arroyo, el "Desagüe del Estero", que sale por la quebrada de Zonda y brota al oeste de la sierra. En caso de necesidad podría aumentarse el caudal de este arroyo con el agua del Canal de Zonda, que más al oeste sale del río. El plano en azul del Campo General Sarmiento, adjunto al expediente, fué evidentemente a su tiempo hecho para ilustrar un proyecto de riego de la parte baja del campo, aprovechando el "Desagüe del Estero". Aunque la nivelación del plano no alcanza al terreno solicitado, parece imposible, según este plano, conducir agua por un canal hasta el terreno de referencia.

La calidad de esta agua no se conoce.

Sin agua no se puede edificar la fábrica dentro del terreno, si no se trata de aplicar totalmente el método seco, en cuyo caso serían bastante reducidas las cantidades utilizables. Sin embargo, como la tierra de referencia contiene una humedad de solamente 3 a 6 % y la pérdida durante la cocción es de 8 a 13 %, resulta la materia prima solamente de 12 a 24 % más pesada que el producto elaborado, calculando con el último como base, y refiriéndose la cifra primera al ma-

terial apto para ladrillos y la segunda al apto para tejas. Así, pues, el gasto para el transporte del material hasta la estación Marquesado (5 kilómetros), o hasta la ciudad de San Juan (14 kilómetros), que es el lugar principal de consumo, no puede diferir mucho, ya sea que se lleve en estado crudo o en estado elaborado. La poca diferencia existente tal vez pueda ser contrabalanceada por las ventajas que presentaría la instalación de la fábrica cerca de la ciudad.

### EXAMEN TÉCNICO DE LABORATORIO

#### LAS MUESTRAS USADAS

Para el ensayo de laboratorio he usado tres muestras, que saqué en el terreno en compañía del ingeniero de la Empresa Constructora. La número 1 fué sacada en el oeste, no lejos del pie de la sierra, en una loma colorada grande; la número 2 más al centro, y la número 3 más al este, pero todavía 100 ó 200 metros dentro del borde este de la zona. En vista de la gran homogeneidad de estos estratos terrestres deben ser representativas para una zona de 100 a 200 metros de ancho.

Muestra N° 1 es un material muy fino, intensamente colorado.

- » » 2 es un material más grueso, de color gris.
- » » 3 es un material arenoso, de grano desigual y color gris.

Además, he usado una arena, que poco al sur del terreno y en la parte oeste de la zona forma una pared aislada (lám. V, fig. 2), que debe ser fácil seguir dentro del terreno.

Según la suposición del representante de la empresa, las tierras de las muestras 1-3, en cuanto a su aptitud, se clasifican como sigue:

Número 1, muy buena; número 2, suficiente; número 3, dudosa.

La muestra N° 1 es la que corresponde a la "tierra colorada arcillosa" mencionada en el pedido de la empresa.

La composición química de las muestras 1 y 2 fué determinada por la Sección Química de esta Dirección General. Según la nota G-6726-28, los resultados son los siguientes:

	Muestra N° 1	Muestra N° 2
Pérdida a 105° C . . . . .	6,09 %	3,28 %
Pérdida al rojo . . . . .	13,95 »	8,23 »
SiO <sub>2</sub> . . . . .	52,88 »	60,20 »
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	16,17 »	15,93 »
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7,43 »	5,57 »
CaO . . . . .	5,34 »	4,34 »
MgO . . . . .	2,28 »	2,35 »
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,72 »	0,55 »
K <sub>2</sub> O (espectroscopio) . . . . .	vestigios	vestigios
(Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O) en Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,32 %	0,30 %

Además, durante el curso del análisis, se ha comprobado la presencia de Mn y de CO<sub>2</sub>.

Resulta del análisis, que se trata de tierras algo margosas, pero que principalmente provienen de rocas silíceas intermedias por una descomposición no solamente mecánica sino sobre todo química (debe observarse la escasez de álcalis).

### PROCEDIMIENTO

Las muestras 1-3 fueron pulverizadas en el mortero y pasadas por un tamiz, que para los N<sup>os</sup> 1 y 2 contaba 50 mallas por pulgada y para la N<sup>o</sup> 3, 40 mallas por pulgada.

Al hacer los objetos de prueba tomé en cuenta las tres maneras principales de fabricación, es decir: 1<sup>o</sup>, moldear arcilla húmeda, sea a mano o con máquina (manera apta para ladrillos y tejas); 2<sup>o</sup>, expeler arcilla húmeda por una máquina con boquilla de donde sale la pasta como el chorro de una bomba para ser cortada en pedazos con alambre (manera apta para ladrillos y caños); 3<sup>o</sup>, comprimir el polvo seco de la arcilla en molde (manera apta para ladrillos).

A este objeto hice: 1) briquetas a mano de arcilla humedecida; 2) cilindros de arcilla humedecida expelida por una bomba hecha de una botella desfondada; 3) briquetas de arcilla seca pulverizada (con humedad higroscópica), usando un molde de acero con pistón y un torno grande. El tamaño de las briquetas era de 6 por 2,5 por 1 a 2 centímetros. Los cilindros tenían un diámetro de 1,9 centímetros y un largo de 6 hasta 10 centímetros. Además, hice objetos aptos para pruebas de tensión y fusión.

Una vez secadas las briquetas y cilindros, fué determinada su contracción lineal y expresada en porcientos del tamaño secado.

Para las pruebas de cocción usé una mufla calentada con gas sin bomba de aire. Para las pruebas de fusión usé un horno calentado a gas con bomba de aire. La temperatura fué controlada por fusión de conos de Seger.

Todas las briquetas y cilindros fueron cocidos al cono 012 (855° C). Después fué determinada la porosidad expresada en la relación entre el peso del agua que pueden absorber los poros, y el peso de la briqueta seca recién cocida. También fué determinada la contracción lineal de cocción. Posteriormente varios objetos fueron recocidos a varias temperaturas más altas y repetidas las mismas determinaciones.

Cada cochura duraba 6 horas, más o menos. Primeramente usé la llama a toda fuerza desde un comienzo. Como de esta manera una parte del material resultó defectuoso por grietas, resolví dilatar el tiempo a 9 horas, empleando 6 horas para la cocción precedidas de 2 horas de fuego lento que se fué aumentando progresivamente y seguidas de una hora de fuego en lenta disminución. Como la arcilla, muestra 1, en ciertos sentidos no resultó bien a causa de su gran plasticidad, fueron repetidos los ensayos varias veces con mezclas de varias proporciones de ésta y la arena arriba mencionada. Las mezclas están numeradas 4-7.

Para comprobar la aptitud para tejas sometí varias briquetas cocidas a una prueba de permeabilidad.

Las cifras observadas durante todas estas pruebas pueden verse en las tablas adjuntas (1). Las briquetas se encuentran en el Museo de esta Dirección General.

#### Material N° 1 solo

La tierra N° 1 exige una cantidad de agua enorme para formar pasta, a saber, más de 50 % de su peso en estado completamente seco. Así, pues, presenta excelente plasticidad, pero, en cambio, es muy pegajosa y muestra grandes inconvenientes al secarse, por su gran contracción, siendo las briquetas recién formadas casi 13 % más largas que después de secas. Secadas rápidamente, se agrietan radialmente. Tienen que ser secadas lentamente para que no se agrieten. En una pieza cerrada se secan las briquetas en 6 días, sin mostrar grietas. Sin embargo, puestas en el horno, ya al principio se hicieron pedazos dos de las cuatro briquetas, debido a grietas interiores. Evidentemente es que la parte exterior, una vez secada y endurecida, forma una costra dura, que luego, no sin dificultades, puede seguir a la parte central al secarse y contraerse ésta, produciéndose entonces grietas interiores. Parece que estallan las briquetas al dilatarse el vapor que durante la calefacción se acumula en las grietas (briquetas 7 y 10). Puede reducirse o evitarse esta pérdida en la industria, donde la calefacción para cada cocción dura 6 días y se aumenta muy paulatinamente la temperatura, pero siempre constituirá una falla en sus interiores.

Las briquetas que no se rompen al principio y probablemente carecen de grietas —lo que en un caso comprobé (briqueta N° 8) — se conducen muy bien durante la cocción (briqueta N° 9), tomando colores hermosos y alcanzando la dureza del acero, ya al cono 012 (855° C). La contracción de cocción, aunque grande, es más normal y no se aumenta mucho hasta cerca del punto de fusión. En relación con esto, la porosidad se mantiene bastante hasta el cono 02 (1060° C), para descender a la mitad al cono 01 (1080° C); al cono 1 (1100° C) se funde el material. A pesar de su gran porosidad, las briquetas son casi impermeables al agua (véase tabla 2). Los cilindros hechos de la misma arcilla (tierra N° 1), mediante expulsión, no se rompen ni al secarse ni durante la cocción (las grietas chicas del cilindro N° 11 se deben a calefacción muy rápida). Este buen resultado se explica, sin duda, por las cavidades debidas al aire encerrado, las cuales se producen al efectuarse de esa manera la fabricación. Como son equidimensionales, estas cavidades no pueden ser perjudiciales para el material. Aumentan su porosidad en algo.

Al comprimir la arcilla pulverizada en estado seco se evitan los inconvenientes que presenta la arcilla húmeda al secarse. Sin embargo, las briquetas comprimidas de material seco se agrietan fácil y finamente en el horno, en especial cuando son cocidas con rapidez (briquetas I: 1, I: 2, I: 3). Al contrario de las grietas interiores que se producen al

(1) Ciertos vacíos en las tablas son debidos a la circunstancia de que la mufla durante unas pruebas aumentó su capacidad térmica por haberse rajado la misma, ocasionando este hecho la entrada de aire con el aumento consiguiente de temperatura, que sobrepasó los límites que yo había fijado para la experiencia. La falta de material me impidió repetir la operación.

secarse paulatinamente las briquetas húmedas, estas grietas son radiales, aumentándose hacia el exterior. Una investigación especial en estufa secante comprobó que estas grietas se producen ya a temperatura muy baja (de 60 a 80° C, después de una hora de calefacción), pero, manteniendo la temperatura así durante algunas horas, se cierran de nuevo hasta no ser más visibles. Evidentemente se deben a la pérdida de agua, que siempre contiene, higroscópicamente esta arcilla fina (originalmente de 6%, pero alcanzando a 7 % el día en que se hicieron las briquetas) y que rápidamente vuelve a tomar del aire, una vez secada. Esta pérdida se efectúa, primeramente, en la parte exterior, causando grietas por la contracción desigual, pero, después de ser secada toda la briqueta, ya no hay razón para que aquéllas subsistan o se produzcan otras.

La briqueta comprimida de arcilla seca y secada en estufa secante, volvió a conducirse de la misma manera al día siguiente, puesta en la misma estufa, debido al agua higroscópica absorbida durante la noche. Pero, encerrada herméticamente durante la noche, pudo ser cocida al día siguiente sin producirse grietas nuevas y quedando bien cerradas las viejas, visibles casi únicamente con la lupa (briqueta I: 4 cocida al cono 012).

Sin este trabajo previo, pero aumentando la temperatura poco a poco (durante 2½ horas) logré cocer una briqueta sin que se produjeran grietas dignas de mención (briqueta I:4 cocida primeramente al cono 012 y después al cono 02).

Al juzgar las posibilidades de obtener productos de esta arcilla por vía seca, sin grietas, hay que considerar: 1º, que el polvo de arcilla en el clima más seco de San Juan no absorbe tanta humedad higroscópica; 2º que la calefacción continuada en la industria da posibilidades casi ilimitadas a un aumento paulatino de la temperatura, pero, también, 3º, que son más grandes los objetos a cocer. Creo posible un buen éxito, pero no puedo garantizarlo, pues sólo me fundo en este ensayo de laboratorio.

Como siempre ocurre con objetos hechos por vía seca, estas briquetas (I:1, I:6) son más blandas, porosas y permeables que las hechas en pasta. Esta diferencia se manifiesta ya al estado crudo en la resistencia contra la tensión, siendo ésta muy grande para las briquetas hechas por vía húmeda, y poca, si bien suficiente, para las hechas por vía seca. Debiéndose esta resistencia solamente a la adhesión entre los granos, la prueba indica que no van a ser tan íntimamente unidos los granos al ser comprimido el material como cuando tiene oportunidad de contraerse por pérdida del agua de plasticidad.

Sin embargo, sometidos a cocción a temperaturas bastante altas, adquieren buenas condiciones. Ya al cono 07 tienen casi la dureza del acero. La porosidad se mantiene bastante alta — favorable en cuanto a la capacidad de aislación, y desfavorable en cuanto a la permeabilidad — pero, como consecuencia del grano fino, es poca la permeabilidad de dicho material después de cocción al cono 02 (véanse las tablas).

El color de los productos, sea cualquiera la manera de fabricación, es encarnado; al cono 012, pálido; a los conos 011 hasta 02, más fuerte; al cono 01, encarnado pardo - oscuro.

En resumen, pues, la arcilla pura (sin incorporación de arena) se dedica para la cerámica, aplicando el método de expulsión, puesto que el experimento bien corresponde a la industria; si se moldea como pasta, adquiere grietas — exteriores al secarse rápidamente e interiores al secarse lentamente — y, si se moldea seca, exige una calefacción muy lenta para no hendirse.

Para evitar estos inconvenientes hay tres maneras:

- a) Al calentar la arcilla molida a 250 hasta 300° C, disminuiría la plasticidad hasta la mitad, según experiencias hechas en Canadá, por J. Keele (1). Si bien esta manera se refiere a arcilla para ser trabajada como pasta, sea para moldear o comprimir, puede también tener ventajas para la fabricación seca, si es que para ésta no fuera suficiente limitar la humedad higroscópica o emplear el cocimiento lento.
- b) Una manera más conocida es la de recompresión de objetos semi-secados, anteriormente hechos por vía húmeda. Esta manera es apta para fabricación de objetos que ya por su forma exigen recompresión, como lo requieren varias clases de tejas.
- c) Un método viejo y muy conocido es el de la incorporación de arena en la arcilla. Lo he aplicado a la arcilla de referencia con los siguientes resultados.

#### Material N° 1 en mezcla con arena

Usé para estas pruebas cuatro muestras diferentes, numeradas 4, 5, 6 y 7, cada vez con mayor porcentaje de arena, como indica la tabla 1.

Usando la mezcla 4 (10 partes de arcilla y 5 de arena) no aparecen más las grietas largas en las briquetas hechas de material seco, sino fisuras sumamente chicas, radiales, alrededor de los granos de arena. No conviene agregar mayor cantidad de arena en la fabricación, porque resultaría un producto flojo.

Para las briquetas moldeadas por vía húmeda no es suficiente la proporción de arena de la mezcla 4. Pero las mezclas 5 hasta 7 resultan bien.

En cuanto a contracción, porosidad, etc., presenta la serie de mezclas un cambio regularmente continuado, como se puede observar en las tablas y, mejor aun en los diagramas, figuras 1 - 3.

Así, pues, al secarse el material, se disminuye la contracción, según el contenido de arena (figura 1, arriba), desde 12,7 % (correspondiente al material sin arena) hasta 5,7 % (correspondiente a la mezcla 7, que contiene 67 % de arena), sin disminuirse la resistencia bajo 5,6 Kg. cm<sup>2</sup>; y al ser cocido, la contracción, bastante grande en el material sin arena, desaparece ya en la mezcla 6, para cambiarse en la mezcla 7 en una ligera dilatación (figura 1, abajo).

(1) Canadá, Department of Mines, Geological Survey, Memoir 64, páginas 118 - 120.

La porosidad se aumenta con el contenido de arena, como lo demuestra el diagrama (figura 2). Además, en la manera de cambiar su porosidad cierto material al ser cocido hasta temperaturas cada vez más elevadas, se ve la influencia de la arena incorporada, mientras que en el material sin arena entonces se disminuye un poco la porosidad, ésta se mantiene en la mezcla 4 y aumenta en las mezclas 5 y 7 (Fig. 3).

En relación con ésta es grande la permeabilidad en los productos de las mezclas, y la dureza, si bien nunca menos que la de la uña, no alcanza la del acero en las temperaturas que se han usado, salvo los hechos de la mezcla 4, por vía húmeda y cocidos al cono 01. Como el punto de fusión se ha levantado desde el cono 1 (para la arcilla sola hasta el cono 3), los objetos pueden ser cocidos hasta temperaturas mayores, llegando a durezas mayores, pero entonces se cambia el color en castaño y gris. Los colores de los objetos cocidos a temperaturas inferiores a las del cono 1 son los mismos que los de la arcilla pura.

Al elegir un método para vencer la gran plasticidad de la arcilla número 1 hay que considerar lo siguiente:

El método a) (página . . .) tiene la ventaja, no solamente de reducir la plasticidad, sino también su condición pegajosa, que causa ciertas molestias para el trabajo, aunque aumenta la porosidad y, sin duda, también la permeabilidad.

El método b) no aumentaría esencialmente la porosidad y permeabilidad. Para objetos que en todo caso exigen recompresión, no produce mayores gastos; para otros debe ser costoso.

El método c) tiene a su favor el aumento de la temperatura de fusión, y por esto también cierto aumento de la zona térmica de vitrificación, calidad que vamos a tratar en otro capítulo (página . . .). Si cerea de la fábrica se halla arena apta para la mezcla, disminuye este método el gasto de transporte, pero aumenta la porosidad y permeabilidad de los productos cocidos a temperaturas que conviene aplicar, y no disminuye en mucho el carácter pegajoso de la arcilla.

## Material N° 2

En ningún sentido presenta inconvenientes para la fabricación el material gris N° 2. Exige solamente 28 % de agua para formar masa; su contracción en el aire es solamente 75 a 8,1 %; los objetos se secan en local cerrado, en tres días, sin grieta alguna, y al calcinarse en el horno tampoco aparecen grietas.

No sufren defectos en el horno, bajo condiciones comunes, los objetos de este material, tanto los hechos por vía húmeda como los hechos por vía seca, y los primeros hasta se pueden poner directamente en el piso del horno y someterlos a calefacción rápida (cosa que no permitirán los últimos, como muestran las briquetas II:8 y II:10).

La contracción de cocción es, más o menos, la mitad de la de la arcilla 1. La porosidad en los objetos hechos por vía húmeda es más alta, y considerable la permeabilidad.

Cocidos los productos a temperaturas suficientemente altas, resultan bastante duros (tabla 3). Sus colores son hermosos, tomando un tono más anaranjado comparado con la arcilla 1 (tabla 4).

### Material N° 3

La tierra N° 3 presenta buenas condiciones para ser trabajada según el método húmedo. La plasticidad y contracción al aire son las mismas que caracterizan la tierra N° 2; la resistencia contra la tensión es mucho mayor (tabla 1). Puede extrañar la última condición en una tierra tan gruesa, pero esto se debe, sin duda, al grano desigual, que hace adherir mejor los granos entre sí, comparando con otro caso de granos medianos de tamaño igual. No se producen grietas en el material ni al secarse ni al ser cocido. No hay contracción de cocción, sino algo de dilatación. La porosidad aumenta todavía al cono 01. Al cono 3 se funde el material.

Si bien las briquetas resultan bastante duras, cocidas al cono 01, no llegan a la dureza del acero. Las briquetas comprimidas secas son demasiado flojas. El color del producto es rosado.

No se han hecho análisis químicos de esta materia prima por no presentar mayor importancia. Tanto el color pálido como la gran porosidad de los productos cocidos, indican una proporción considerable de substancia calcárea. La abundancia de carbonato cálcico también fué comprobada por el ácido clorhídrico, y en los productos cocidos se ven granos blancos, huecos, por pérdida de anhídrido carbónico. Las sales solubles vamos a tratarlas en el punto siguiente.

### Eflorescencias salinas en los productos

No aparecen eflorescencias salinas en la superficie de los objetos, ni al secarse ni al ser cocidos. Sumergidos en agua, sea fría o hirviendo, tampoco presentan inconvenientes de esta índole al secarse de nuevo. Sin embargo, puestos por algunos días en agua, de tal manera que quede libre una pequeña parte, y después cocidos de nuevo en el horno, aparece en los objetos una cubierta blanca sobre la parte de la superficie que había sobresalido del agua. En un nuevo baño de agua (total) disminuye la cubierta blanca. En los objetos de la tierra 3, donde se destaca fuertemente esta cubierta, se puede verla un poquito después de pasada la primera cocción y sumergidos parcialmente en agua, pero en los objetos de las tierras 1 y 2, en estas mismas condiciones, a lo sumo se ve cierto brillo.

El agua en la cual fueron sumergidos los objetos, siempre pone de manifiesto la presencia de yeso, dando la reacción calcárea como sulfática (1).

Un contenido de yeso u otros sulfatos en productos cerámicos no comprueba el contenido de yeso en la materia prima, pues los sulfatos pueden proceder del agua usada para hacer pasta, o pueden formarse en el horno por reacción entre el gas sulfuroso del combustible y bases

(1) Dos muestras de sal extraídas: N° 1 de varios objetos en conjunto y N° 2 de un producto de la tierra 3, fueron entregadas a la Sección Química para determinación más exacta en cuanto a sulfatos de cal y magnesio. Según informe preliminar de esa sección, contienen las muestras entregadas, además de iones de sulfato y de calcio, muy poco de los de magnesio y vestigios de los de cloruro.

de la materia prima. Pero en este caso quedan excluidas estas últimas posibilidades; si las sales procediesen del agua, éstas no habrían afectado a las briquetas hechas por vía seca; si se formasen las sales en el horno, ya no habrían aparecido durante la primera cocción. Por otra parte, como las tierras 1 y 2, según los análisis, contienen calcio en abundancia y bastante azufre, y la tierra 3 muestra venillas de yeso, no hay duda que la eflorescencia se debe al yeso (con otras pocas sales) que contiene la materia prima, y no hay que esperar otras condiciones de las tierras sanjuaninas. El porcentaje de  $\text{SO}_3$  de las tierras 1 y 2 corresponde a 1,55 y 1,18 % de yeso.

La circunstancia de que la cubierta se pone más visible en el horno, se explica por su naturaleza de yeso (principalmente), pues el yeso recién cristalizado es transparente, pero cocido en el horno queda blando por pérdida del agua de cristalización.

En cuanto a las briquetas hechas por vía húmeda, extraña que no aparezca esa cubierta ya a la primera cocción. Sin embargo, para la extracción de la sal, el baño parcial a que antes nos hemos referido, es mucho más efectivo que la simple evaporación del agua de la pasta, dejando ésta totalmente expuesta al aire, pues en este caso el agua contenida en la masa es una cantidad limitada, y, en cambio, en el primero se somete la briqueta a una corriente de agua continuamente renovada a través de su masa. Además, en el primer caso se efectúa la evaporación por la superficie total, mientras que en el último lo hace por una parte reducida de la misma, dando mayor concentración a la sal extraída.

Claro es que en la práctica no tiene importancia ninguna la cubierta que aparece durante la segunda cocción, ya que no se cuecen los objetos dos veces. Lo que hay que considerar es la cubierta que puede aparecer cuando son sometidos al agua los objetos.

Son bastante contradictorios los juicios de los autores en el asunto. Seger y Cramer, al acentuar que ya 0,01 % de sales solubles — casi siempre sulfatos — puede ser perjudicial, hacen una excepción para el yeso, el cual nunca causaría eflorescencia (1). Collin considera el yeso como el más común de los causantes de eflorescencia, y dice que el 0,10 % de esta sal ha resultado suficiente para producirla (2).

Unos autores no se preocupan mucho por el riesgo de las eflorescencias. En Canadá, donde hay un laboratorio nacional cerámico con gran clientela, arcillas de 1,80 %  $\text{SO}_3$  (correspondiente a 3,87% de yeso), han sido aprobadas hasta para uso en fachadas, sin que se diga nada del riesgo de las eflorescencias (3). En varios manuales se encuentra el consejo de secar rápidamente los objetos predispuestos a cubrirse de cubierta blanca durante la cocción, para que el agua de plasticidad no tenga tiempo de disolver la sal, sin preocuparse por posibles eflorescencias posteriores a la cocción. Según estos autores, no tendría importancia la sal contenida en las tierras de que aquí estamos tratando.

(1) H. SEGER et E. CRAMER, Produits Ceramiques. En "Traité Complet d'Analyse Chimique Appliquée aux Essais Industriels" par Post et Neumann. Paris 1910, pág. 98.

(2) L. P. COLLIN, Causes and prevention of Scumming and efflorescence. Canadá, Department of Mines, Nines branch. Investigations in Ceramic and Road Materials 1925 (report 672), página 11.

(3) Canadá, Depart. of Mines, Geological Survey, Memoir 64, pág. 26.

Creo también que, generalmente, no debe ser inconveniente la tendencia a eflorescer de estas muestras, por lo menos en cuanto a las número 1 y 2, porque la cubierta, para aparecer, exigiría una extracción muy efectiva, y una vez aparecida sería poco visible. No obstante, podría darse el caso de que los ladrillos, al ser usados, quedaran colocados en una posición semejante a la del baño parcial, no teniendo oportunidad la superficie de evaporación de ser lavada por las lluvias. En vista de esta posibilidad, trataremos de encontrar los medios para evitar tal inconveniente.

En los manuales se habla de tres: a) usar llama reductora o alternar la llama reductora con la oxidante; b) exponer la arcilla cruda a la acción de la atmósfera; c) añadir una sal de bario, a fin de que ésta transforme las sales solubles de la arcilla en sales insolubles.

El método a) se aplica principalmente para evitar las eflorescencias que se producen en el horno.

En el clima de San Juan, donde prevalece la evaporación sobre la lluvia, no es posible aplicar el método b), pero podría ser substituído por lavado artificial de la materia prima. Al lavar el material hay que usar agua muy pobre en sales. En vista de la experiencia de que el agua usada para formar pasta, por su contenido de sales, ya puede causar eflorescencias (1), es preciso elegir con mucho mayor cuidado el agua para lavar, dado que en el material recién lavado queda para evaporizar una cantidad mucho mayor que en la pasta para moldear.

Por bien que se lave la arcilla, apenas será posible disminuir su porcentaje de sal a menos del doble del contenido en el agua usada. Si el 0,1% de yeso es perjudicial para los productos, entonces ya no sirven aguas con 0,05 % de yeso, correspondiente a 0,02% (ó 0,23‰) de  $SO_3$ . De las aguas procedentes de los alrededores de San Juan, analizadas en esta Dirección General (véase tabla 5), sólo 3 contienen menos  $SO_3$  (0,09/0,14‰); las del Canal Norte y la de la tercera napa del Canal Centenario, cerca de Pocitos (27 metros de profundidad). Las otras diez aguas analizadas, todas formando primera o segunda napa, contienen, en término medio, 0,94‰ de  $SO_3$ . Así, pues, si bien con todas las aguas conocidas de San Juan — probablemente también las del río — se podría disminuir la tendencia del material a eflorescer, sólo con esas tres mejores aguas — u otras de la misma calidad — se podría alejar todo riesgo de eflorescencias, aun sometido a condiciones desfavorables.

Pero no solamente el contenido de sales en el agua que se use para lavar constituye un límite para el lavado; para esto también debe considerarse la oclusión, que hace retener sales en las arcillas. Siendo la oclusión dependiente, no sólo de la clase de la sal, sino también de la naturaleza física y química de la arcilla, el experimento es en todo caso el único medio de determinar el límite de extracción de las sales solubles de una tierra por lavado.

El tercer método, c), tiene gran aplicación a fin de evitar la cubierta blanca que aparece durante la fabricación (al secarse o al calcinarse el material). Sin embargo, al tratar eflorescencias que aparecen en construcciones, Seger y Cramer recomiendan este método, sin mencionar ningún otro.

(1) L. COLLIN, Causes and prevention of Scumming and efflorescence, pág. 11.

Al aplicar este método es importante tener en cuenta en qué momento se ha de producir la reacción entre las sales solubles. Claro es que en los productos por vía seca la reacción puede ocurrir solamente después de la fabricación. Lo mismo sucede cuando, al usar el método húmedo, el agua con que se forma la pasta no alcanza para disolver la sal de la tierra. Así, pues — si en estos casos no se prefiere someter la materia prima a un baño previo y en éste añadir la sal — es preciso elegir una sal que, después de la cocción, posea la capacidad de anular el efecto del yeso. Entonces no sirven sales que se funden durante la cocción, como el cloruro; usando el método húmedo tampoco convienen sales muy solubles, como el fluoruro o el hidrato, que pueden causar eflorescencias antes de la cocción. Al contrario, el carbonato — que también es muy usado para evitar la cubierta blanca que aparece antes de la cocción — es poco saludable y conserva su poder aun después de la cocción (1). Sin embargo, el subscripto desconoce si este último uso del bario ha sido probado en la industria.

Si ocurrieran dificultades al usar uno u otro método de los mencionados, no cabe duda que, por combinación de dos de ellos, el inconveniente de las eflorescencias puede vencerse. Así, por ejemplo, al lavar la arcilla, se puede — por añadidura de carbonato de bario o cualquiera sal soluble de bario al último baño — anular el efecto del resto de la sal, que por la calidad del agua usada o por la oclusión esté pegada todavía a la arcilla.

### POSIBLES USOS DE LAS TIERRAS

Las tierras estudiadas no pertenecen a la categoría de materiales refractarios, pues funden ya a los conos 1, 2 y 3, correspondientes a temperaturas de 1100 a 1140° centígrados.

Tampoco pertenecen al grupo de materiales que se dedican a vitrificación. La disminución de la porosidad de una arcilla durante la cocción es, a la vez, la medida del progreso de su vitrificación. Como indican las cifras de porosidad de la tabla 1 y el diagrama figura 3, empieza muy tarde la vitrificación, manteniéndose la porosidad casi igual hasta una temperatura de solamente 1 ó 2 conos (20 a 40° C) por debajo de la temperatura de fusión. Con otras palabras, la zona térmica en que se produce la vitrificación es sumamente estrecha, de modo que en la práctica no es posible mantener la temperatura del horno dentro de ella para obtener objetos vitrificados, en mayor o menor grado, en toda su masa, como caños sanitarios, tinajas vidriadas, etc. Esto es característico para arcillas calcáreas.

Para comparación he puesto un diagrama (figura 4) que demuestra la porosidad de otras arcillas, de la misma fusibilidad pero menos cal-

(1) Si parte del carbonato durante la cocción se transforma al óxido, éste — disuelto en agua — actuará en forma de hidrato.

cáreas, provenientes de Québec, Canadá (1). En éstas ya empieza la vitrificación a temperaturas bajas, aumentándose poco a poco hasta ser completa a más o menos las mismas temperaturas en que vitrifica y funde el material de San Juan. Todavía, después de haber llegado a vitrificación completa (ausencia de porosidad) pueden unas ser sometidas a temperaturas aun más elevadas antes de fundirse, vale decir, de formarse. Así la arcilla A, que pierde toda porosidad ya al cono 03, no se funde hasta el cono 2 ó 3. Las arcillas del diagrama (figura 4) representan, pues, el tipo de zona térmica amplia de vitrificación.

Los experimentos con las arcillas de San Juan han demostrado que, incorporando arena fina, se puede ampliar la zona térmica de vitrificación. La arcilla 1 se funde al cono 1, pero la mezcla 7 (67 % arena) se funde al cono 3. Cocida al cono 1, debe la mezcla mencionada dar un producto en el cual los granos de arena se hallan en una pasta por completo vitrificada. Pero todavía es demasiado estrecha la zona térmica de vitrificación para tener valor práctico. Tal vez sería posible, añadiendo también fundentes — como ceniza de carbón — aumentarla hasta obtener un material utilizable para productos vitrificados. No obstante, experimentos para averiguar esta posibilidad, me llevarían más allá de los límites que debe tener este ensayo.

En cambio es muy apto este material para ciertas clases de objetos cerámicos porosos (los de la tierra 1 se podrían esmaltar). Así es apto para ladrillos, también los de clase superior, caños (porosos) de desagüe y macetas, en parte para tejas y ciertas clases de vasijas para el agua, en las cuales se aprovecha la permeabilidad (alcarrazas) o la suprime con esmalte. Para tejas, como para las vasijas últimamente mencionadas, sirve solamente la arcilla 1, siendo demasiado permeables los productos de las otras, y también de las mezclas. Los mejores productos de la arcilla 1, en cuanto a impermeabilidad, son los hechos por vía húmeda. Con la recompresión que se usa en la fabricación de tejas se evitan los inconvenientes que de otro modo presenta esta arcilla en la fabricación húmeda por su gran plasticidad. Para tejas, también la vía seca parece aplicable en cuanto a permeabilidad, suponiendo una cocción hasta temperaturas bastante altas.

Las arcillas 1 y 2 toman hermosos colores rojos, muy convenientes para materiales de construcción, como tejas y ladrillos de fachadas, no exigiendo añadidura de color, el cual, a menudo, se pierde para teñir, en cambio, la argamasa u otro material de construcción que pueda hallarse debajo.

En cuanto a ladrillos de fachadas el material puede satisfacer gustos muy diferentes. En los últimos tiempos han sido muy apreciados los ladrillos muy regulares y lisos, productos de la vía seca o la de recompresión. Sin embargo, por lo menos en América del Norte, ya se nota

(1) La arcilla A del diagrama tiene la composición siguiente:

Pérdida a 105°C .....	1,78
Pérdida al rojo .....	4,84
SiO <sub>2</sub> .....	63,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	18,58
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	5,57
CaO .....	1,61
MgO .....	2,46
SO <sub>3</sub> .....	0,10
K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O .....	2,60

una reacción en el gusto, siendo criticadas las paredes de "ladrillos de máquina" por falta de su expresión artística que presentan las paredes de los otros tipos más antiguos con sus superficies ásperas, dimensiones menos regulares y juntas más gruesas. La mezcla de la arcilla 1 con arena debe ser un material muy apto para satisfacer el gusto en este sentido.

La tierra N° 3, que da un color más pálido, debe ser usada para productos, en los cuales importa menos el color y la tendencia a eflorescer, condición que afecta especialmente a los productos de esta tierra.

Parece posible el aprovechamiento de la caliza de la sierra, conjuntamente con arena en la fabricación de ladrillos sílico - calcáreos. Siempre que la caliza no contenga demasiado sílice y magnesio, puede ser usada también conjuntamente con una de las arcillas en la fabricación de cemento. Como la solicitud de la empresa se limita a tierra arcillosa, no he probado estas posibilidades (1).

Debo manifestar que al tratar la aptitud de las varias tierras me he limitado a las posibilidades que tienen las mismas probadas solas o en combinación, pero no las posibilidades que pueden existir en cuanto a combinaciones entre ciertas tierras del terreno en estudio y otras fuera del mismo, desconocidas al subscripto.

Así, puede existir, en sitios favorables una tierra que no es apta para la industria cerámica, pero que mezclada con la arcilla 1, resulte mejor que ésta sola.

Las tierras 1 y 2 son aptas para vitrificar superficies de objetos de arcilla menos fusible. En California, por ejemplo, donde faltan arcillas aptas para verificar superficies, se las importa para usarlas en la industria cerámica del país.

## SUMARIO

El terreno de donde la Sociedad Anónima Sanjuanina ha solicitado retirar tierra arcillosa para hacer tejas, ladrillos, caños, etc., se divide topográficamente en tres zonas con rumbo NNE. - SSO., a saber, empezando en el oeste: 1°) La falda oriental de la Sierra Chica de Zonda. 2°) La zona de lomas y terrazas, y 3°) Parte de la llanura de San Juan, (lám. I, fig. 2 y fotografías).

La primera zona se compone de caliza en capas verticales con el rumbo recién mencionado; la segunda (central) es la que contiene la materia prima para la industria cerámica, estando constituida de capas fuertemente inclinadas de tierra arcillosa hasta arenosa con el mismo rumbo.

El mapa, lám. I, fig. 1, demuestra como estas dos zonas se prolongan un gran trecho, tanto hacia el NNE. como hacia el SSO., en parte fuera del campo General Sarmiento, de propiedad de la Nación — el cual, según parece desprenderse del mapa, foja 3 del expediente e informa-

(1) Las canteras que han provisto la cal para la construcción del dique nivelador están situadas mucho más al Norte, en el conglomerado basal que no aflora dentro del terreno de referencia (véase GROEBER, obra citada, pág. 5).

ciones recogidas en el campo, se extiende desde el río en el norte hasta unos kilómetros al sur del terreno solicitado, siempre limitado por la cresta de la sierra. Así, pues, el terreno de referencia forma una pequeña sección a través de dichas zonas — pequeña aunque no se consideren sino las partes de éstas, comprendidas solamente dentro del campo de propiedad de la Nación.

La tierra colorada arcillosa N° 1, a que se refiere el pedido, puede dar productos cerámicos porosos (también con esmalte) de alta calidad aunque generalmente después de ciertos trabajos previos a fin de disminuir la plasticidad enorme de este material. Como en la fabricación de tejas pueden dejarse de hacer dichos trabajos previos y como esta arcilla en cuanto a permeabilidad es la única que sirve para dichos productos, debe ser usada principalmente para ello.

Al este de aquella tierra colorada se hallan capas de una tierra gris (la N° 2), que puede dar productos de la misma calidad — salvo tejas — sin esos trabajos previos, pues tiene ya conveniente plasticidad. Es muy apto este material para ladrillos.

Más al este, pero todavía dentro de la zona central, se halla una tierra gris más gruesa (la N° 3). Presenta buenas condiciones para la fabricación (por vía húmeda), pero sin los colores fuertes de las primeras y con una tendencia algo marcada para eflorescencias salinas, siendo por eso su aplicación más limitada.

Ciertas arenas que se hallan dentro de la misma zona pueden ser aprovechadas para mezclas con la arcilla 1, como fué comprobado, y probablemente también en mezcla con la cal de la sierra para hacer ladrillos sílico-calcareos. La última posibilidad no ha sido probada, como tampoco la de hacer cemento de la cal y de la arcilla, pues la empresa no ha solicitado caliza ni mencionado otra industria que la cerámica.

Es fácil retirar la tierra, pero falta agua dentro del terreno para la fabricación. Sin embargo, siendo muy seca la tierra no puede ser mucho más caro transportar la tierra cruda a un lugar con agua situado más cerca del punto de consumo, que transportar el producto elaborado recorriendo el mismo camino. De esta manera hay también mayores posibilidades de hacer combinaciones con material de otros lugares.

Dentro del terreno de referencia no he encontrado otras materias de valor que las mencionadas en este sumario.

TABLA I

Tierra número	M E T O D O	Agua de plastificado en % del peso de la tierra completamente seca	Días a secarse en local cerrado	Contracción lineal al secarse, en % de la longitud de la muestra seca	Resistencia a la tracción antes de la cocción	Kilos en cm. <sup>2</sup>	Se funde al cono	Temperatura de fusión en grados centígrados	Contracción lineal durante la cocción, en % de la longitud cruda y secada				Porosidad (absorción sumergidas en agua las muestras) en % del peso recién cocidas											
									Cono 012		Cono 07		Cono 02		Cono 01		Cono 012		Cono 07		Cono 02		Cono 01	
									355° C	1090° C	96° C	1060° C	1090° C	1090° C	355° C	1090° C	355° C	1090° C	355° C	1090° C	355° C	1090° C	355° C	1090° C
1	Moldeada húmeda Expelida húmeda Comprimida seca	58	6	12,7 16	10,3	1	11,00	1,6 1,4 1,0	— 1,4 1,0	2,0 2,1 1,7	3,8	11,4	— 13,3 15,6	10,3 10,4 15,6	— — —	5,9								
2	Moldeada húmeda Expelida húmeda Comprimida seca	28	3	7,5 8,1	3,4 1,3	2	11,20	0,3 0,6 0,3	0,6 0,6 0,7	1,1 0,6 0,9	—	15,4	16,4 17,8 15,4	14,7 17,3 15,0	— — —	—								
3	Moldeada húmeda Comprimida seca	29	3	7,6	9,6	3	11,40	-0,1 0,2	— —	-0,3 0,1	-0,3	17,5	— —	17,5 16,3	— —	—								
4	Moldeada húmeda Comprimida seca	31	—	9,6	6,6	2	11,20	(0,9) 0,4	— —	— 0,4	4,7	14,7 14,7	— —	— 14,5	— —	8,0								
5	Moldeada húmeda	29	4	8,8	—	—	—	0,2	0,2	0,3	—	12,8	14,7	13,9	—	—								
6	Moldeada húmeda	25	3	8,0	—	—	—	0,1	—	-0,1	—	12,4	—	15,9	—	—								
7	Moldeada húmeda	22	2	5,7	5,6	3	11,40	-0,2	-0,4	-0,8	—	16,3	16,8	17,1	16,7	—								

x en parte cocida al cono 01  
 1 tierra pura muestra 1, análisis I  
 2 » » » 2  
 3 » » » 3  
 4 { a 10 partes de tierra, 1 con 4 partes de arena; 71 % y 29 % respectivamente en uso húmedo »  
 5 { b 10 » » » 5 » » » 33 » » seco  
 6 10 » » » 8 » » » 43 » »  
 7 10 » » » 12 » » » 55 » »  
 » » » » 20 » » » 67 » »

TABLA 2 — PERMEABILIDAD

TIERRA	Manera de fabricación	Cocido hasta cono	Tiempo hasta caer la primera gota		Cantidad de agua que pasa en gramos por cm <sup>2</sup> por hora	Espesor de la briqueta	La prueba duró horas	Número de la briqueta usada
			horas	minutos				
1	Húmeda	02	72	—	—	0,8	72	9
1	Seca	07	0	55	0,096	1,6	47	I:1
1	»	02	2	30	0,037	1,25	24	I:4
2	Húmeda	02	0	45	0,103	1,3	25	3
6	»	02	0	30	0,085	0,8	24	23

TABLA 3 — DUREZA APROXIMATIVA

Tierra	Manera de fabricación	COCIDOS AL CONO				
		012	011	07	02	01
1	Húmeda	—	—	—	—	—
1	Seca	—	—	—	—	—
2	Húmeda	—	—	—	—	—
2	Seca	—	—	—	—	—
3	Húmeda	—	—	—	—	—
3	Seca	—	—	—	—	—
4	Húmeda	—	n. d.	n. d.	n. d.	—
4	Seca	—	—	—	—	—
5	Húmeda	—	—	—	—	n. d.
6	»	—	—	—	—	n. d.
7	»	n. d.	n. d.	—	—	—

— indica dura como el acero.

— indica dura como la uña humana.

n. d. indica no determinada.

TABLA 4 — COLOR DE LOS PRODUCTOS

Cocido al cono	Tierra N.º 1,4-7	Tierra N.º 2	Tierra N.º 3
012	Encarnado pálido	Anaranjado pálido	Rosado
011	Encarnado	Rojo algo anaranjado	Rosado
07	Encarnado	Rojo	Rosado
02	Encarnado fuerte	Rojo obscuro	Rosado
01	Encarnado pardo obscuro	Rojo obscuro algo pardusco	Cárdeno
1	Pardo gris obscuro		
2		Grís	
3			Pardo verdusco

**TABLA 5**  
**AGUAS DE LOS ALREDEDORES DE LA CIUDAD DE SAN JUAN, ANALIZADAS EN LA SECCIÓN QUÍMICA**  
**DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MINAS, GEOLOGÍA E HIDROLOGÍA**  
 ANÁLISIS EN  $\frac{v}{100}$

Perf. N.º	Quebrada de Ullún	Mapa	Profundidad en metros	Residuo seco	SO <sub>2</sub>	Cloruros en NaCl	CO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Análisis número
1-6	Quebrada de Ullún	1	13,90 a 25,—	1,89	0,68	0,47	0,07	0,13	vest.	
1	Canal Centenario (Pocito)	1 freática	0,60 » 6,30	2,76	1,23	0,01	0,11	0,55	0,11	61
1	»	2 ascend.	8,47 » (?)	2,29	0,98	0,22	0,13	0,49	0,13	62
1	»	3 surgente	27,— » 29,—	0,45	0,14	0,05	0,07	0,06	0,03	64
2	»	1 freática	1,62 » 7,50 (?)	2,43	1,05	0,19	0,08	0,59	0,14	65
3	»	1 »	1,10 »	3,32	1,43	0,35	0,08	0,86	0,19	67
4	»	1 ascend.	1,86 » (?)	1,00	0,37	0,08	0,10	0,26	0,03	70
5	»	1 »	1,30 » 6,—	2,15	0,88	0,23	0,12	0,54	0,05	73
5	»	2 »	11,— » 12,—	1,05	0,40	0,14	0,07	0,24	0,03	72
6	»	1 »	1,30 » 7,65	3,09	1,44	0,21	0,12	0,86	0,07	85
6	»	2 »	15,30 » 25,—	2,33	0,95	0,45	0,09	0,35	0,07	84
—	Canal Norte	3 »	14,40 » 16,25	0,33	0,09	0,06	0,08	0,10	0,02	495
2	»	1 »	2,86	0,30	0,09	0,05	0,07	0,07	0,01	496

Fig. 1. -- Influencia de la arena incorporada en la tierra N° 1, sobre la contracción al secarse (arriba) y sobre la contracción de cocción al ser cocidos los productos al cono 012 y al cono 02 (abajo).

Fig. 2. -- Influencia de la arena incorporada en la tierra N° 1, sobre la porosidad de los productos cocidos al cono 02

Fig. 3. -- Influencia de la temperatura de cocción sobre la porosidad de los productos hechos del material 1 (vía seca y húmeda) del material 2 (vía seca) de las mezclas 4 (vía seca) y 7 (vía húmeda). *Tipo muy calcáreo*. También demuestra el diagrama la influencia de la arena incorporada. Los puntos indican la temperatura de fusión.

Fig. 4. -- Influencia de la temperatura de cocción sobre la porosidad de los productos hechos de ciertas tierras procedentes de Canadá. *Tipo poco calcáreo*. Los puntos representan la temperatura de fusión.

Fig. 1. -- La zona arcillosa (con rayas horizontales) y el terreno, dentro de la cual el solicitante quiere explotarla (con rayas verticales). Escala: 1 : 200.000.

Fig. 2. -- Plano y perfil general del terreno. Los límites están copiados del mapa foja 3 del expediente, como en él lo indican las rayas rojas. La topografía relevada con brújula y nivel inglés.