

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE QUIMICA

INFORME FINAL

MODULO II

CERÁMICA

CARACTERIZACION FISICA – FISICOQUIMICA DE ARCILLAS EN GRAL. DE USO INDUSTRIAL

INDICE

<i>INTRODUCCION.....</i>	<i>1</i>
<i>MARCO TEORICO.....</i>	<i>1</i>
<i>DESCRIPCION DE LAS TÉCNICAS.....</i>	<i>3</i>
<i>MATERIALES</i>	<i>9</i>
<i>REACTIVOS.....</i>	<i>9</i>
<i>DATOS.....</i>	<i>9</i>
<i>CÁLCULOS Y RESULTADOS.....</i>	<i>17</i>
<i>OBSERVACIONES.....</i>	<i>26</i>
<i>CONCLUSIONES.....</i>	<i>28</i>
<i>BIBLIOGRAFIA.....</i>	<i>29</i>

CERÁMICA

CARACTERIZACION FISICA–FISICOQUIMICA DE LAS ARCILLAS EN GRAL. DE USO INDUSTRIAL

ðððððððððððððððð

A R C I L L A S

La arcilla es roca, roca ígnea descompuesta que se ha formado bajo el calor y la presión tremenda de la acción volcánica, más tarde expuesta a centurias de intemperie. La arcilla tiene su origen en rocas feldespáticas, es decir que contienen feldespato. La acción del sol, viento, la lluvia, el aire y el agua, rompen esas rocas en partículas cada vez más pequeñas que son transportadas por inundaciones y depositadas en lagos, campos, pantanos y lagunas. Los cambios de la corteza terrestre, en el transcurso de los años, exponen

depósitos de estas arcillas que se encuentran con frecuencia en las márgenes empinadas de los ríos y en las laderas de las montañas.

Se han formulado varias teorías acerca de la formula constitucional del caolín

Composición Química de al arcilla

Caolín: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

HOSiOAlOH

O O

HOSiOAlOH

O

Feldespatos: $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$

Las arcillas residuales son aquellas que se encuentran en el sitio o cerca del sitio de la roca madre. Como no han sido llevadas lejos de su lugar de origen, contienen menos impurezas. Las arcillas sedimentarias han sido transportadas de su lugar de origen por el agua y se han mezclado en el proceso con otros ingredientes. Con frecuencia esta clase de arcillas son mas plásticas que las residuales debido a sus impurezas y granos más finos.

Hay muchas clases de arcillas usadas en cerámica. Cada una tiene sus propias características de plasticidad, porosidad y vitrificación, y se presta a clases especiales de utensilios de barro.

§§§§§ §§§§§§§§§§

COMPOSICIÓN DE LA ARCILLA. La arcilla es un compuesto de los elementos Silicio (Si) y Aluminio (Al) con agua químicamente combinada. Puesto que el silicio y el aluminio se encuentran generalmente en combinación con el oxígeno, como óxidos, se les llama Sílice (SiO_2) y Alúmina (Al_2O_3). La arcilla es conocida en química como un Silicato hidratado de Alúmina. La arcilla pura es una combinación de una molécula de alúmina, dos moléculas de sílice y dos de agua: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Esta agua no es la que se añade para hacer plástico el material. La arcilla totalmente seca a perdido el agua que le da plasticidad pero tiene aun su agua química.

Por lo general la arcilla pura no se usa para la manufactura de utensilios. Se le combina con otros materiales cerámicos para darles las cualidades necesarias para ciertos productos.

CUALIDADES DE LAS ARCILLAS CERAMICAS. Hay 3 cualidades esenciales en una arcilla, adecuada para la producción de cerámica.

La primera es la *plasticidad*. Esta es la cualidad natural que tienen todas las arcillas, pero algunas no tienen suficiente plasticidad para poderlas trabajar y otras en cambio son demasiado plásticas. Se sabe que las partículas individuales de la arcilla son aplanadas y por ello pueden deslizarse las unas sobre las otras, especialmente cuando están mojadas. Esta característica hace que la arcilla se estire y sea más fácil de moldear. Cuando una arcilla es demasiado plástica, se le llama *larga* y cuando no es plástica se la llama *corta*.

La segunda cualidad de una arcilla es su *porosidad*. la arcilla debe ser suficientemente porosa para poderse secarse uniformemente sin agrietarse o torcerse. Las arcillas que son demasiado son tan burdas que generalmente

son inútiles para ciertos productos. sin embargo, cuanto mas gruesa sea la capa de arcilla mas porosa será. Cuando una arcilla no es suficientemente porosa para secar uniformemente en todo su grueso, la parte exterior se seca primero. A esto se le llama contracción diferencial. La parte interior, como esta mojada, resiste la contracción exterior y la tensión resultante solo puede descargarse mediante el agrietado.

La tercera cualidad de una buena arcilla es su *vitrificación*. Esta es la cualidad de hacerse dura y resistente con el calor. Cuando una arcilla es vidriosa, es como de vidrio y se fractura en forma limpia, lisa, en que se rompe el vidrio. En este estado es totalmente densa y no absorbente. Cada arcilla tiene una temperatura de madurez a la cual puede realizarse la mejor combinación de las cualidades de fuerza, contracción y resistencia al choque. Este punto es un poco menor que el de la vitrificación y se le encuentra haciendo pruebas in situ.

CAOLIN. También se lo llama arcilla china. El caolín es la más pura de las arcillas, lo que explica su blancura después del quemado. Su composición química es aproximadamente: 39.5% Alúmina (Al_2O_3), 46.56 % sílice (SiO_2), y 13.95 agua (H_2O). El caolín se encuentra en varias partes del mundo, a diferentes grados de pureza. Debido a su relativa pureza es más refractario que otras arcillas, tiene un punto de fusión de aproximadamente 3259^a Fahrenheit. En su forma cruda el caolín es generalmente blanco o de una tonalidad muy pálida, casi blanca. Usado solo no es lo suficientemente plástico para la producción de utensilios blancos, sin embargo en un cuerpo se lo considera como un ingrediente plástico.

FELDESPATO SEMIDESCOMPUESTO O GRANITO. Esta roca no es considerada comúnmente como arcilla, puesto que su plasticidad es cero. Sin embargo, cuando a sido molida adecuadamente y mezclada con arcilla plástica, produce buenos utensilios. En su estado natural esta roca es generalmente blanca y puede conservar este color después de la cocción, pero lo más probable es que se vuelva roja o de color de rosa debido a impurezas de Hierro.

Su punto de vitrificación es bajo, de 2000 a 2200 ° Fahrenheit, debido al excesivo álcali que contiene.

ARCILLAS COLOR ANTE. Las arcillas color ante natural son más numerosas que las arcillas que permanecen blancas e incluyen lo que se llama comúnmente barro y arcilla refractaria. Los colores ya quemados son de varios tonos de ante natural o de ocre.

Los depósitos contienen generalmente arena de cuarzo y algo de galena(sulfito de plomo). Estas arcillas son muy refractarias y se prestan para hacer productos para resistir altas temperaturas como tabiques contra incendio, tabiques aislantes, y jarros y cazuelas de barro.

ARCILLAS SUPERFICIALES. La arcilla que más abunda en el mundo es la que aparece en la superficie o muy cerca de ella. En su estado natural puede ser roja, café, amarilla, verde, azul o negra. Después de la cocción estas arcillas son rojas o café-rojizas. Mientras mas elevado el fuego más oscuro será el color, típicamente es muy plástica, de hecho con frecuencia puede resultar demasiado plástica para usarla sin tener que añadirle arena, lodo o arcillas gruesas. Las arcillas superficiales se endurecen a una temperatura aproximada de 1350 a 1650 ° Fahrenheit, ósea el punto mas alto que el fuego puede alcanzar. Estas arcillas fueron las que usaron los primeros alfareros y todavía se usan para hacer ollas de cocina, macetas, estufas, hornos, tabiques, azulejos y alfarería artística.

ARCILLAS DE ALUVION. Las arcillas de aluvión son arcillas sedimentarias depositadas en la desembocadura de un río, usualmente en una llanura o un lago o lagos o estanques. Son muy plásticas y dan diferentes colores al quemarse. Con estas arcillas se pueden hacer utensilios de cocina, jardineras, objetos artísticos, tabiques y azulejos estos depósitos deben buscarse después de que suben las aguas.

LECHOS DE ARCILLA. Los lechos de arcillase encuentra comúnmente en los ríos en los lugares en que el agua a gastado mucho los márgenes de este. Desde la parte superior hasta el fondo de la orilla se verán capas de arcillas superficiales, arena, grava, roca, y casi al final los lechos de arcilla. Aparecen en estratos formados

debido a las diferentes capas en que se han depositado. Bajo el calor y la presión se han comprimido fuertemente. Las arcillas de estos lechos son muy plásticas por que están compuestas de granos finos. Se vitrifican a unos 2000° Fahrenheit y se hacen muy resistentes

ARCILLAS APIZARRADAS. Cuando los lechos de arcilla han sido sometidos a presión y temperaturas muy altas, se ponen como roca y se llaman entonces arcillas apizarradas. Las hendiduras se encuentran en capas apizarradas perfectamente definidas. Estas arcillas se encuentran por lo común cerca de los lechos de arcilla tan dura como la roca, esta pizarra se desintegra difícilmente en el agua. Forma una arcilla no plástica capaz de resistir altas temperaturas.

ARCILLAS DE BOLA. La arcilla de bola es la mas plástica de todas las arcillas y se usa para añadir ea cualidad a arcillas que son menos plásticas. La arcilla de bola es un ingrediente esencial de porcelana, pero no se usa sola.

oooooooooooo oo ooo ooooooooooooo

ANÁLISIS DE ARCILLA

Para poder saber si una arcilla puede ser empleada para fines cerámicos, una serie de muestras nos pueden procurar datos a cerca de sus propiedades físicas y químicas de la muestra.

Se inicia el análisis:

- **Extracción.** Se procede a localizar el lugar indicado, como operación previa a la investigación ya sea de arcilla o de otro material, se toman pequeñas muestras de diferentes lugares del mismo barrizal, las muestrillas se mezclan cuidadosamente, como la muestra total es demasiado grande se procede a su división en cuatro partes, eliminando 2 de ellas y volviendo a mezclar las 2 restantes, y formar otras cuatros secciones, eliminando 2 de nuevo, etc.

Se observo que de las arcillas ya se tenían muestras en laboratorio, lo cual nos lleva a iniciar las pruebas descritas a continuación.

Las pruebas que se realizaron son las siguientes:

- **DENSIDAD (PESO ESPECIFICO)**
- **GRANULOMETRIA (FINURA DE GRANO)**
- **FINURA DE GRANO (GRANULOMETRIA)**
- **PLASTICIDAD**
- **LIMITE PLÁSTICO**
- **MERMA DE COCHURA (CONTRACCIÓN)**
- **HIGROSCOPICIDAD DE LA ARCILLA SECA**
- **HUMEDAD**
- **PRESIÓN**
- **COLOR DE COCCION**
- **PRUEBA ANEXA..... MOLIENDA DE ARCILLA**

a continuación pasamos a describir las pruebas:

- **Densidad (Peso específico).** Primeramente se realiza una prueba con el densímetro para verificar los datos de temperatura, volumen, del mismo. Esto se lo realiza con agua destilada. Luego se toma la arcilla finamente molida y se pesa 1,25–1,50 gr. de la misma y se lo coloca dentro del densímetro que se encuentra con agua previamente tarada, paso siguiente se realiza la agitación de el densímetro para

homogeneizar la mezcla (arcilla-agua), seguidamente se pesa y se verifica la temperatura del agua.

Después se emplea la formula siguiente para sacar su peso especifico.

Masa arcilla x " agua

"s= (masa arcilla + tara – masa total)

Masa total = masa arcilla + masa densimetro + agua

" agua = densidad del agua destilada

– Tamizado

• **Finura de Grano** – Lavado en agua Corriente

– Sedimentación en agua quieta

El tamizado se realizo gracias a ciertos pasos que precedieron a esta prueba

Primeramente se realiza la disolución de las arcillas, con la ayuda de recipientes, en los cuales se pondrá cierta cantidad de la arcilla, paso seguido se alinearan los tamices en forma descendente de 800 – 250 – 125 – 80 – recipiente de colado.

Seguidamente se hace pasar la arcilla por los tamices, se tendrá un porcentaje de retención en los tamices y también una cantidad de arcilla que se perderá. esta cantidad de arcilla que se pierde se la obtendrá por diferencia al calcular los 5 de retención de los tamices.

El lavado en agua corriente se lo realiza con la ayuda de agua de la pila, que nos ayuda a eliminar la masa que se desprecia

- **Finura especifica.** En las investigaciones geológicas de la arcilla, se determina un factor; la finura especifica, que es el contenido acuoso de una arcilla a una consistencia dada, por finura especificase entiende el contenido acuoso de la arcilla amasada, en tanto por ciento de materia seca cuando tiene una consistencia tal que el cono por su peso se hunde 10 mm en la arcilla.
- **Plasticidad.** Una de las propiedades mas marcada de la arcilla es la propiedad, la materia mezclada con agua, puede amasarse en una pasta que puede adoptar toda clase de formas mediante presión y moldeado.

La plasticidad de la arcilla aumenta con el almacenaje, y con el amansamiento. Las especies arcillosas muy plásticas se secan lentamente y sufren mucha merma

La plasticidad de la arcilla es máxima si el amansamiento se hace con agua potable limpia. Las adiciones alcalinas hacen fluida a la arcilla con menor adición de agua (arcilla de fundición).

La prueba.– la muestra, de unos 250 gr. se moltura hasta que pase por un tamiz de 0,75 mm de luz de malla o en caso de tener una arcilla que se disuelve bien en agua se la realiza directamente.

Se realiza la deshidratación de la barbotina con la ayuda de un molde de yeso previamente seco, y se lo deja secar hasta que se produzca una cantidad suficiente de pasta.

Acá se hace uso del aparato llamado Cuchara de Casagrande, en el cual se realizara la prueba. se siguen la siguientes instrucciones:

- Se moldea una parte de la pasta en la cuchara del aparato
- Luego se acanala el centro de la misma con la ayuda del acanalador del aparato.
- Paso siguiente se verifica que la arcilla este separada en el momento de iniciar la prueba
- Se hace girar la manivela con un ritmo de 2 golpes por segundo, hasta que la arcilla se una en el centro de la misma por lo menos de 1 cm.
- A continuación de toma una pequeña muestra de cada uno de los lados, para llevarlo a la determinación de su humedad a la estufa.

- **Limite plástico.**

Prueba.– esta prueba se la realiza de la forma siguiente:

- Se toma una pequeña porción de la pasta preparada y se hace rodar en la palma de la mano y con la ayuda de una placa de yeso se hace rodar hasta que sea de mas o menos 2 cm de espesor, dando a la masa forma de pequeños cilindros.
- Si dichos cilindros llegan a tener un diámetro menor a 3mm sin desmenuzarse se considera que hay exceso de agua, se lo lleva a deshidratar y se empieza con la operación de nuevo.
- Si los cilindros se parten antes de tener un diámetro de 3mm, se los lleva a pesada, y luego a la estufa para determinar su limite plástico
- La formula que se utiliza en estos casos es la siguiente:

$$LP=[(M1- M2)/M2] \times 100$$

LP = limite plástico

M1 = peso masa húmeda

M2 = peso masa seca

- **Moldeabilidad.** La Moldeabilidad no se toma como prueba pero es indispensable describirla, debido a que sin esta condición no se podría haber hecho varias pruebas. Como las especies arcillosas grasas requieren mas agua que las magras y la devuelven mas difícilmente a los moldes absorbentes, se podrá mejorar adicionalmente la moldeabilidad substituyendo en mayor o menor grado las arcillas grasas por las clases magras, de grano grueso.

También la adición de cuarzo, chamota, y otros medios desgrasantes aumentara la Moldeabilidad, pero también hay aquí un limite, que lo determina la resistencia que ha de tener la pieza cocida.

En la Moldeabilidad de las diversas arcillas se, verifica los estados que resultan al disolverlas en agua, y se observan los diversos cambios físicos de las mismas.

- **Merma de cochura.** Las pruebas se realizan con la ayuda de diversos moldes, de madera, cemento y un molde de hierro, los cuales se utilizan de la siguiente forma.
- Los diversos moldes se los utiliza para sacar planchas de la diversas arcillas en numero de 5, con cada molde, teniendo en cuenta que las arcillas, previamente se realiza la molienda de esta en el molinos de bolas, si es que la arcilla tiene algunos problemas de finura de grano.
- Paso seguido con las planchas listas se realiza la medición de los mismos

- Las referidas planchas de prueba de los experimentos de secado se cuecen a la temperatura indicada para la arcilla, después de la cochura se miden la distancia entre las marcas, y la contracción lineal que se encuentre será la suma de la merma de secado mas la merma de cochura.
- La merma de volumen va acompañada de perdida de peso. Esta es relativamente grande para las arcillas calcáreas. Y a ella contribuye la perdida de ácido carbónico. Para la arcilla roja la perdida de peso es menor, y se reduce especialmente al agua ligada químicamente con la substancia.

Molde de madera molde de yeso molde de Hierro

Pruebas de Cochura. Esta se la realiza en la mufla a temperaturas superiores a los 1000°, paso seguido se verifican los datos de áreas.

- **Merma de Secado (Contracción).** Todos los objetos hechos de arcilla húmeda, se contraen al secarse.
- Se determina la contracción lineal en porcentaje, midiendo, antes y después del secado, la distancia entre 2 puntos marcados.
- La Merma es más grande para las arcillas grasas, y menor para las magras.
- Suele ir acompañada de curvatura y proyecciones (deformaciones).
- La arcilla seca se tritura y se amasa, se aplana la masa sobre una plancha llana de yeso, suavizando la superficie y procurando que la muestra, tenga un grueso uniforme, de unos 5–7mm. La arcilla de fundición puede verse en planchas de yeso y se espera que la superficie quede mate.
- Las deformaciones de los ladrillos se determinan por observación de las características de estos

Ladrillo(molde de madera) ladrillo (molde de yeso) ladrillo (molde de Hierro)

- **Higroscopicidad de la arcilla seca.** La arcilla seca al pasar el aire húmedo, tiene la propiedad de absorber de nuevo el agua de la atmósfera, para la higroscopicidad, se pone la arcilla en un secador, con una solución de ácido sulfúrico 10% preferiblemente al vacío y se pesa luego.
- Las arcillas que se tienen se hace la pesada de la misma para determinar la higroscopicidad de la arcilla
- Luego esta arcilla se lleva a pesada, para luego colocar en un desecador para verificar la masa perdida.
- **Humedad.** Esta prueba se lo realiza, una vez hecha la cocción de los ladrillos
 - Esta prueba se la puede hacer de 2 maneras
 - Una de ellas es:
 - A 2 ladrillos del molde de madera se los lleva a un recipiente con agua, este recipiente se lo hace hervir durante 2 horas.
 - Para luego sacar los mismos y llevarlos a pesada
 - La diferencia de esta pesada será la humedad absorbida.
 - El otro método se refiere a que los ladrillos se los sumerjan en agua durante 2 días para luego llevarlos a pesada.
- **Resistencia a la presión.** La arcilla grasa de un material mas fuerte y más compacto que la magra. Su fortaleza crece con la temperatura de cocción, pero si esta es conocida, solo hay que proceder según la composición de la mezcla.

- Se puede medir la resistencia sometiendo a una carga determinada unas baritas iguales de diámetro conocido, hasta que se quiebren. Para los ladrillos y otros materiales de construcción, la resistencia tiene importancia especial, el ladrillo cuyo tamaño es de 5.5 – 11 – 23 cm. se sierra por la mitad, formando así 2 cubos de prueba , que se juntan con mortero.
- Al endurecerse el mortero se lo lleva a una prueba con una prensa hidráulica, hasta que se rompan.
- La fortaleza o resistencia a la presión, tienen aproximadamente los siguientes valores en kilos por centímetro cuadrado.

Tierra diatomacea, arcilla refractaria de gran porosidad.....	30
y ladrillo medio cocido.....	100 – 150
Ladrillo cocido	150
Ladrillo muy cocido.....	225
Ladrillos duros de magra.....	300
muy duros de magra.....	850 – 1450
Losas a presión seca, de Hasle.....	1500 – 2200
Porcelana	5000

- **Color de cocción.** Esta prueba se la realiza después de la cocción de las diversas arcillas
- Primeramente se observa la coloración de las arcillas en el momento de meter al horno de cocimiento.
- Luego se observa estas a una hora de iniciar el cocimiento.
- Verificar si las arcillas cambian de color a 2 horas de cocimiento
- En el momento de sacar las arcillas verificar las diversas tonalidades de color de las arcillas.
- Una vez secas las muestras un ultimo reconocimiento de estas.
- Anotar los datos en una tabla de datos

En la realización de las diversas pruebas, sé observan 2 puntos importantes:

- Primero las diversas arcillas sobre las cuales se realizaron las pruebas son de diversos lugares de Bolivia, los cuales son los siguientes.
- Paria (ORURO)
- Itos (ORURO)
- Obrajes (ORURO)
- Uspha–Uspha (COCHABAMBA)
- Segundo que se añadieron 2 tipos de arcillas de diferentes características a las que tenemos
- Huallany (COCHABAMBA)
- Pagcha pata (COCHABAMBA)

PARIA ITOS OBRAJES USPHA–USPHA

HUAYLLANY PAJCHA PATA

ðððððððððð

- 4 vasos de precipitado
- 4 varillas de vidrio
- probeta de 100 ml
- 1 piseta
- 1 desecador
- Cuchara de casagrande
- Mortero
- Molino de Bolas
- Balanza analítica (Metler)
- Balanza de plato
- Horno (mufla)
- Moldes de madera, de yeso, hierro
- 3 recipientes de distintas capacidades
- 7 vidrios de reloj
- Espátula
- Cuchillas
- Azulejos varios

- Bolsas plásticas

ðððððððððð

- Arcillas 4(total) + 2 muestras añadidas
- Agua
- Agua destilada

ðððððð

DENSIDAD(PESO ESPECIFICO)

- *MUESTRA # 1(PARIA)*

- *MUESTRA # 2(ITOS)*
- *MUESTRA # 3(OBRAJES)*
- *MUESTRA # 4(USPHA–USPHA)*

$$T^{\circ} = 20.9^{\circ}\text{C}$$

$${}^{20^{\circ}} = 0,998234 \text{ gr/cm}^3$$

$${}^{21^{\circ}} = 0,998022 \text{ gr/cm}^3$$

MUESTRA Mvidrio reloj Mpic Mpic+ agua Magua Marcilla Mtotal

PARIA 48.1867 35.1844 58.2662 23.0818 1.5015 59.0615

1.5056 59.1082

OBRAJES 48.1867 1.0161 58.8534

1.5702 59.2032

ITOS 48.1867 1.0057 58.8326

1.5026 59.1404

USPHA–USPHA 48.1867 1.6773 59.0149

1.5005 58.8661

- **Los datos se expresan en gramos**
- Se realizan pruebas con 2 muestras de cada arcilla

Masa arcilla x " agua

"s= (masa arcilla + tara – masa total)

Masa total = masa arcilla + masa densimetro + agua

" agua = densidad del agua destilada

GRANULOMETRIA

TAMICES DE LUZ DE MALLA (800 – 250 – 125 – 80)

Muestra Mvaso Marcilla Masa final Masa arcilla perdida Marc+v)

PARIA 178.23 100 42.5913 57.4081 278.23

OBRAJES 179.00 100 26.5749 73.4251 279.00

ITOS 181.00 100 89.3191 10..6809 281.00

USPHA–USPHA 181.00 100 28.4700 71.5302 281.00

Los datos se expresan en gramos

PLASTICIDAD:

1) PARIA

MUESTRA Mvidrio Mv+pasta Mseca #golpes

1 27.0394 33.7200 32.3007 24

2 24.6941 35.3113 33.0480 25

3 27.7130 40.3873 37.7130 26

4 38.8469 50.1611 47.7471 24

5 38.3613 51.1200 48.4600 26

Los datos se expresan en gramos

FIG #1

2) OBRAJES

MUESTRA Mvidrio Mv+pasta Mseca #golpes

1 27.0394 40.9870 38.1255 25

2 24.6841 42.2860 38.8395 26

3 27.7130 46.0461 42.4354 26

4 38.8469 51.0390 48.6870 27

5 38.3613 63.9390 59.0134 28

Los datos se expresan en gramos

FIG #2

3) ITOS

MUESTRA Mvidrio Mv+pasta Mseca #golpes

1 M1 46.9153 42.8665 8

2 M2 44.2060 40.3082 10

3 M3 46.4530 42.7035 10

4 M4 54.3500 51.3014 11

5 M5 54.3070 51.2683 13

Los datos se expresan en gramos

FIG #3

4) USPHA – USPHA

MUESTRA Mvidrio Mv+pasta Mseca #golpes

1 M1 43.0385 39.6735 26

2 M2 35.2200 32.8044 26

3 M3 42.7452 39.7384 25

4 M4 50.8580 48.1235 26

5 M5 55.0350 51.6715 27

Los datos se expresan en gramos

FIG # 4

FORMULA PARA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (PLASTICIDAD)

Masa total – Masa seca

% Humedad = $\frac{\text{Masa total} - \text{Masa seca}}{\text{Masa seca}} \times 100$

(masa seca – tara)

masa total = masa tara + arcilla + agua

masa seca = masa arcilla (después de secado)

tara = masa de vidrio de reloj

LIMITE PLÁSTICO:

MUESTRA Mtotal[g.] Mvidrio[g.] Mpasta[g.] Mseca*[g.] Mseca **[g.]

PARIA 51.9316 48.0068 3.9248 3.2421 3.2418

50.9434 48.2485 2.6949 2.2359 2.2355

OBRAJES 50.6750 48.0068 2.6682 2.2078 2.2050

52.0110 48.2485 3.7625 3.1365 3.1352

ITOS 49.6616 48.0068 1.6548 0.9534 0.9528

49.6650 48.2485 1.4165 1.1624 1.1615

USPHA–USPHA 49.1100 48.0068 1.1032 0.9185 0.9025

49.3207 48.2485 1.0722 0.8868 0.8847

Los datos se expresan en gramos

La determinación se la formula de la siguiente forma.

Masa pasta masa seca

LP = $\frac{\text{Masa pasta} - \text{Masa seca}}{\text{Masa seca}} \times 100$

Masa seca

MERMA DE COCHURA (CONTRACCION)

• PARIA

antes del cocido (1ª--1º) después del cocido

• MOLDE DE MADERA

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 4.754.70 4.754.70 4.754.70 4.764.70 4.754.70

Largo 3.63.40 3.63.35 3.63.45 3.53.35 3.53.4

Altura 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9

Los datos están en unidades de cm.

• MOLDE DE YESO

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 65.9 5.75.7 65.9 65.9 5.45.3

Largo 3.33.2 2.92.85 3.353.25 3.23.15 2.82.65

Altura 1.31.2 1.11.0 1.31.25 1.31.25 1.21.15

Los datos están en unidades de cm.

• MOLDE DE HIERRO

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Largo 11.610.9 11.610.9 11.6--11 11.7--11 11.7--11

Ancho 21.6 21.8 1.91.8 21.8 21.8

Altura 1.6 1.61.55 1.61.55 1.61.55 1.61.55

Los datos están en unidades de cm.

2)OBRAJES

antes del cocido (1ª--1º) después del cocido

• MOLDE DE MADERA

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 4.804.6 4.754.6 4.804.7 4.754.7 4.84.7

Largo 3.63.4 3.83.3 3.73.2 3.73.2 3.73.3

Altura 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9

Los datos están en unidades de cm.

antes del cocido (1^a--1^o) después del cocido

- MOLDE DE YESO

MUESTRA (1^a--1^o) (2^a--2^o) (3^a--3^o) (4^a--4^o) (5^a--5^o)

Ancho 65.95 5.75.6 5.75.7 5.65.6 65.9

Largo 3.23.1 3.23.1 3.23.0 3.12.95 3.12.95

Altura 1.41.3 1.31.3 1.31.1 1.451.40 1.31.2

Los datos están en unidades de cm.

antes del cocido (1^a--1^o) después del cocido

- MOLDE DE HIERRO

MUESTRA (1^a--1^o) (2^a--2^o) (3^a--3^o) (4^a--4^o) (5^a--5^o)

Ancho 11.611.0 11.611.1 11.611.3 11.611.3 11.711.1

Largo 21.65 21.7 21.65 1.91.8 1.91.7

Altura 1.71.6 1.61.55 1.61.5 1.71.6 1.71.5

Los datos están en unidades de cm.

3)ITOS

- MOLDE DE MADERA

MUESTRA (1^a--1^o) (2^a--2^o) (3^a--3^o) (4^a--4^o) (5^a--5^o)

Ancho 4.754.65 4.804.6 4.804.7 4.804.7 4.754.7

Largo 3.53.3 3.63.4 3.553.4 3.63.4 3.73.4

Altura 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9

Los datos están en unidades de cm.

antes del cocido (1^a--1^o) después del cocido

- MOLDE DE YESO

MUESTRA (1^a--1^o) (2^a--2^o) (3^a--3^o) (4^a--4^o) (5^a--5^o)

Ancho 5.75.6 5.85.7 5.85.7 5.755.6 5.75.6

Largo 2.82.75 32.9 32.9 2.92.7 2.852.6

Altura 1.1 1.21.0 1.11.05 1.21.1 1.31.2

Los datos están en unidades de cm.

antes del cocido (1^a--1^o) después del cocido

- MOLDE DE HIERRO

MUESTRA (1^a--1^o) (2^a--2^o) (3^a--3^o) (4^a--4^o) (5^a--5^o)

Ancho 11.610.85 11.610.85 11.510.95 11.610.80 11.710.7

Largo 21.85 1.91.8 1.91.8 1.91.7 21.8

Altura 1.6155 1.71.55 1.61.55 1.6155 1.61.5

Los datos están en unidades de cm.

4)USPHA--USPHA

- MOLDE DE MADERA

MUESTRA (1^a--1^o) (2^a--2^o) (3^a--3^o) (4^a--4^o) (5^a--5^o)

Ancho 4.80455 4.84.5 4.804.6 4.84.5 4.84.6

Largo 3.53.3 3.63.3 3.53.3 3.53.3 3.53.3

Altura 0.9 0.9 0.9 1--0.9 1--0.9

Los datos están en unidades de cm.

antes del cocido (1^a--1^o) después del cocido

- MOLDE DE YESO

MUESTRA (1^a--1^o) (2^a--2^o) (3^a--3^o) (4^a--4^o) (5^a--5^o)

Ancho 6.35.7 6.25.6 6.25.6 6.35.7 6.35.7

Largo 3.23.1 3.23.1 3.23.0 3.12.95 3.12.95

Altura 1.41.3 1.31.3 1.31.1 1.451.40 1.31.2

Los datos están en unidades de cm.

- MOLDE DE HIERRO

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 11.610.8 11.710 11.610.7 11.610.7 11.710.8

Largo 1.91.7 21.7 21.7 21.5 1.91.7

Altura 1.61.55 1.61.55 1.71.55 1.61.55 1.61.5

Los datos están en unidades de cm.

En este punto de las pruebas se añadieron 2 muestras recogidas in situ.

Las muestras recogidas se diferencian a las actuales debido a varias características físicas y químicas por eso fueron elegidas

5) HUAKHULY

antes del cocido (1ª--1º) después del cocido

- MOLDE DE MADERA

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 4.754.4 4.804.4 4.804.4 4.754.4 4.804.4

Largo 3.53 3.63.1 3.63.2 3.53.2 3.53.1

Altura 0.90.8 0.90.8 0.90.8 0.90.8 0.90.8

Los datos están en unidades de cm.

- MOLDE DE YESO

No se hicieron moldes en la placa de yeso debido a que los moldes se encontraban muy húmedos, y el tiempo que se tiene que esperar para que sequen es de 2 días

- MOLDE DE HIERRO

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 11.611 11.611 11.711 11.611 no se realizo

Largo 1.91.8 1.91.7 21.7 21.7

Altura 1.71.55 1.61.55 1.61.5 1.61.5

Los datos están en unidades de cm.

6) PAGCHA PATA

antes del cocido (1^a--1^o) después del cocido

- MOLDE DE MADERA

MUESTRA (1^a--1^o) (2^a--2^o) (3^a--3^o) (4^a--4^o) (5^a--5^o)

Ancho 4.804.4 4.804.35 4.804.3 4.804.15 4.804.2

Largo 3.53.1 3.62.9 3.63.0 3.653.05 3.63.0

Altura 0.90.8 0.90.7 0.90.8 0.90.8 0.90.8

Los datos están en unidades de cm.

antes del cocido = (1^a--1^o) = después del cocido

- MOLDE DE YESO

MUESTRA (1^a--1^o) (2^a--2^o) (3^a--3^o) (4^a--4^o) (5^a--5^o)

Ancho 6.45.8 6.05.6 6.25.6 6.25.7 NO SE REALIZO

Largo 3.53.1 3.13.0 3.53.0 3.52.8

Altura 1.3 1.3 1.3 1.3

Los datos están en unidades de cm.

No se efectuó el moldeado en el molde de hierro

antes del cocido (1^a--1^o) después del cocido

HIGROSCOPICIDAD DE LA ARCILLA SECA

MUESTRA Mtotal Mvidrio reloj Marc+hmd Mseca* Mseca**

PARIA 57.5583 38.3613 19.197 19.0663 19.0583

OBRAJES 57.8278 27.0394 30.7884 30.7384 30.7309

ITOS 45.8618 27.5684 18.2934 18.141 18.1359

USPHA-USPHA 57.5753 24.6941 32.8812 32.7338 32.7239

HUAYPUJLLY 48.4775 24.6941 23.7834 23.5101 23.4782

PAGCHA PATA 32.2056 24.6941 7.5115 7.2302 7.1815

LOS DATOS ESTÁN EN UNIDADES DE GRAMOS

FORMULA

Masa pasta – Masa seca

% Humedad = $\frac{\text{masa total} - \text{Mseca}^*}{\text{masa total}} \times 100$

(masa total)

Marc+hmd= arcilla + humedad del aire

Mseca* = se refiere a la arcilla en la primera secada

Mseca** = mas de arcilla a peso constante

HUMEDAD

MUESTRA # ladrillo Mtotal Mladrillo Magua absorbida

PARIA 1 29.6901 25.5154 4.1744

2 29.7553 25.4674 4.2879

OBRAJES 1 30.1502 25.2660 4.8842

2 29.7565 25.2625 4.4940

ITOS 4 32.0260 26.8400 5.1860

5 29.8196 24.5454 5.2742

USPHA–USPHA 1 26.7034 23.2757 3.4277

2 26.8837 23.4244 3.4593

HUAYPUJLLY 1 21.8552 19.3456 2.5127

2 23.8340 21.4356 2.3984

la unidades están en gramos

FORMULA

Masa Total – Masa ladrillo

% Humedad = $\frac{\text{masa total} - \text{Mladrillo}}{\text{masa total}} \times 100$

(masa total)

masa total = arcilla + agua

Mladrillo = Masa seca

RESISTENCIA A LA PRESIÓN

MUESTRA #ladrillo Volumen^o[cm3] Volumen^a[cm3] Área[cm2] Presión[ton]

PARIA 5 37.44 30.59 79.28 1.25

3 35.264 30.69 79.28 1.20

OBRAJES 2 37.12 29.2485 77.42 1.15

5 37.791 29.31 77.42 1.1

ITOS 1 37.12 31.112 79.515 1.25

3 34.96 30.5505 78.945 1.25

USPHA–USPHA 4 37.12 24.8775 69.92 1.4

5 35.264 27.54 73.62 1.35

HUAYPUJLLY 2 35.264 28.985 76.77 1.20

4 37.44 28.05 76.77 1.20

FORMULA PARA CALCULAR LA PRESIÓN:

Masa[Kg.]

P =

Área [cm2]

COLOR DE COCCIÓN

- Esta prueba se la realiza de las observaciones de los cambios de coloración de los ladrillos, debido al cocimiento.
- Solo los cambios de color se han de anotar y las roturas de los mismos en el horno , para verificar el color interno de los ladrillos.

ðððððððð ð ððððððððððððð

DENSIDAD

- **Los datos se expresan en gramos**
- Se realizan pruebas con 2 muestras de cada arcilla

Masa arcilla x " agua

"s= (masa arcilla + tara – masa total)

T° = 20.9 °C

"20° = 0,998234 gr/cm3

$$21^\circ = 0,998022 \text{ gr/cm}^3$$

MUESTRA Mvidrio reloj Mpic Mpic+ agua Magua Marcilla Mtotal

PARIA 48.1867 35.1844 58.2662 23.0818 1.5015 59.0615

1.5056 59.1082

OBRAJES 48.1867 1.0161 58.8534

1.5702 59.2032

ITOS 48.1867 1.0057 58.8326

1.5026 59.1404

USPHA–USPHA 48.1867 1.6773 59.0149

1.5005 58.8661

Los datos en esta tabla se tienen en unidades de gr/cm^3

GRANULOMETRIA:

Muestra Ret(800) %(800) Ret(250) %(250) Ret(125) %(125) Ret(80) %(80)

PARIA 0.8241 0.82 0.8380 0.83 21.6627 21.66 28.2480 28.24

OBRAJES 13.2832 13.28 2.1986 2.19 4.0579 4.05 6.4864 6.48

ITOS 85.4204 85.42 1.8275 1.82 0.5819 0.58 1.4893 1.49

USPHA 17.2814 17.28 4.4250 4.42 3.3927 3.39 3.4209 3.42

Los datos representados de Ret(n) se encuentran en gramos

Los datos %(n) son datos de porcentaje de retención por tamiz

PLASTICIDAD:

FORMULA PARA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (PLASTICIDAD)

Masa total – Masa seca

% Humedad = $\frac{\text{masa total} - \text{masa seca}}{\text{masa seca}} \times 100$

(masa seca – tara)

masa total = masa tara + arcilla + agua

masa seca = masa arcilla (después de secado)

tara = masa de vidrio de reloj

PARIA OBRAJES

Gráfico #1 gráfico #2

ITOS USPHA-USPHA

gráfico #3 gráfico #4

LIMITE PLÁSTICO:

La determinación se la formula de la siguiente forma.

Masa pasta masa seca

$LP = \frac{M_{pasta}}{M_{seca}} \times 100$

Masa seca

MUESTRA Mvr Mpasta Mseca LP (%humedad) Promedio

PARIA 48.0068 3.9248 3.2421 21.83

48.2485 2.6949 2.2359 20.52 21.175

OBRAJES 48.0068 2.6682 2.2078 20.85

48.2485 3.7625 3.1365 19.95 20.4

ITOS 48.0068 1.6548 1.364 21.31

48.2485 1.4165 1.1624 21.86 21.585

USPHA-USPHA 48.0068 1.1032 0.9182 20.14

48.2485 1.0722 0.8868 20.90 20.52

Los datos se encuentran en unidades de gramos

MERMA DE COCHURA (CONTRACCIÓN)

antes de cocido después de cocido

PARIA

antes del cocido (1^a--1^o) después del cocido

- MOLDE DE MADERA

MUESTRA (1^a--1^o) (2^a--2^o) (3^a--3^o) (4^a--4^o) (5^a--5^o)

Ancho 4.754.70 4.754.70 4.754.70 4.764.70 4.754.70

Largo 3.63.40 3.63.35 3.63.45 3.53.35 3.53.4

Altura 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9

Volumen 15.3913.58 15.3914.17 16.914.59 15.014.17 14.9614.38

• MOLDE DE YESO

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 65.9 5.75.7 65.9 65.9 5.45.3

Largo 3.33.2 2.92.85 3.353.25 3.23.15 2.82.65

Altura 1.31.2 1.11.0 1.31.25 1.31.25 1.21.15

Volumen 25.7422.65 18.1816.24 26.1323.97 24.9623.23 18.1416.15

• MOLDE DE HIERRO

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Largo 11.610.9 11.610.9 11.6--11 11.7--11 11.7--11

Ancho 21.6 21.8 1.91.8 21.8 21.8

Altura 1.6 1.61.55 1.61.55 1.61.55 1.61.55

Volumen 37.1227.90 37.1230.41 35.2630.69 37.4430.69 37.4430.69

Los datos están en unidades de cm.

Los datos de Volumen están en unidades de cm³

2)OBRAJES

• MOLDE DE MADERA

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 4.804.6 4.754.6 4.804.7 4.754.7 4.84.7

Largo 3.63.4 3.83.3 3.73.2 3.73.2 3.73.3

Altura 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9

Volumen 15.5514.07 16.2413.66 15.9813.53 15.8113.53 15.9813.95

Los datos están en unidades de cm.

antes del cocido (1ª--1º) después del cocido

- MOLDE DE YESO

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 65.95 5.75.6 5.75.7 5.65.6 65.9

Largo 3.23.1 3.23.1 3.23.0 3.12.95 3.12.95

Altura 1.41.3 1.31.3 1.31.1 1.451.40 1.31.2

Volumen 26.8823.97 23.7122.56 23.7119.77 25.1723.13 24.1820.88

Los datos están en unidades de cm.

antes del cocido (1ª--1º) después del cocido

- MOLDE DE HIERRO

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 11.611.0 11.611.1 11.611.3 11.611.3 11.711.1

Largo 21.65 21.7 21.65 1.91.8 1.91.7

Altura 1.71.6 1.61.55 1.61.5 1.71.6 1.71.5

Volumen 39.4429.04 37.122924 37.1227.96 37.4632.54 37.79129.31

Los datos están en unidades de cm.

3)ITOS

- MOLDE DE MADERA

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 4.754.65 4.804.6 4.804.7 4.804.7 4.754.7

Largo 3.53.3 3.63.4 3.553.4 3.63.4 3.73.4

Altura 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9

Volumen 14.9613.81 15.5514.07 15.3314.38 15.5514.38 15.8114.38

Los datos están en unidades de cm.

antes del cocido (1ª--1º) después del cocido

- MOLDE DE YESO

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 5.75.6 5.85.7 5.85.7 5.755.6 5.75.6

Largo 2.82.75 32.9 32.9 2.92.7 2.852.6

Altura 1.1 1.21.0 1.11.05 1.21.1 1.31.2

Volumen 17.5516.94 20.8816.53 19.1417.35 20.0116.63 21.1117.16

Los datos están en unidades de cm.

antes del cocido (1ª--1º) después del cocido

• MOLDE DE HIERRO

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 11.610.85 11.610.85 11.510.95 11.610.80 11.710.7

Largo 21.85 1.91.8 1.91.8 1.91.7 21.8

Altura 1.6155 1.71.55 1.61.55 1.6155 1.61.5

Volumen 37.1231.12 37.4630.27 34.9630.55 35.2628.45 37.4429.34

Los datos están en unidades de cm.

4)USPHA-USPHA

• MOLDE DE MADERA

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 4.80455 4.84.5 4.804.6 4.84.5 4.84.6

Largo 3.53.3 3.63.3 3.53.3 3.53.3 3.53.3

Altura 0.9 0.9 0.9 10.9 1--0.9

Volumen 15.1212.76 15.5512.62 15.1212.90 16.813.36 16.813.66

Los datos están en unidades de cm.

antes del cocido (1ª--1º) después del cocido

• MOLDE DE YESO

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 6.35.7 6.25.6 6.25.6 6.35.7 6.35.7

Largo 3.23.1 3.23.1 3.23.0 3.12.95 3.12.95

Altura 1.41.3 1.31.3 1.31.1 1.451.40 1.31.2

Volumen 28.2222.97 25.7922.56 25.7918.48 28.3223.54 25.4020.17

Los datos están en unidades de cm.

antes del cocido (1ª--1º) después del cocido

- MOLDE DE HIERRO

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 11.610.8 11.710 11.610.7 11.610.7 11.710.8

Largo 1.91.7 21.7 21.7 21.5 1.91.7

Altura 1.61.55 1.61.55 1.71.55 1.61.55 1.61.5

Volumen 35.2628.45 37.4426.35 39.4428.19 37.1224.87 35.5627.54

Los datos están en unidades de cm.

En este punto de las pruebas se añadieron 2 muestras recogidas in situ.

Las muestras recogidas se diferencian a las actuales debido a varias características físicas y químicas por eso fueron elegidas

5)HUA KHULY

antes del cocido (1ª--1º) después del cocido

- MOLDE DE MADERA

MUESTRA (1ª--1º) (2ª--2º) (3ª--3º) (4ª--4º) (5ª--5º)

Ancho 4.754.4 4.804.4 4.804.4 4.754.4 4.804.4

Largo 3.53 3.63.1 3.63.2 3.53.2 3.53.1

Altura 0.90.8 0.90.8 0.90.8 0.90.8 0.90.8

Volumen 14.9610.56 15.5510.91 15.5511.26 14.9611.26 15.1210.91

Los datos están en unidades de cm.

- MOLDE DE YESO

No se hicieron moldes en la placa de yeso debido a que los moldes se encontraban muy húmedos, y el tiempo que se tiene que esperar para que sequen es de 2 días

antes del cocido (1^a--1^o) después del cocido

• MOLDE DE HIERRO

MUESTRA (1^a--1^o) (2^a--2^o) (3^a--3^o) (4^a--4^o) (5^a--5^o)

Ancho 11.611 11.611 11.711 11.611 no se realizo

Largo 1.91.8 1.91.7 21.7 21.7

Altura 1.71.55 1.61.55 1.61.5 1.61.5

Volumen 37.1231.11 37.4630.27 34.9630.55 35.2628.458 37.4429.34

Los datos están en unidades de cm.

6) PAGCHA PATA

antes del cocido (1^a--1^o) después del cocido

• MOLDE DE MADERA

MUESTRA (1^a--1^o) (2^a--2^o) (3^a--3^o) (4^a--4^o) (5^a--5^o)

Ancho 4.804.4 4.804.35 4.804.3 4.804.15 4.804.2

Largo 3.53.1 3.62.9 3.63.0 3.653.05 3.63.0

Altura 0.90.8 0.90.7 0.90.8 0.90.8 0.90.8

Volumen 15.1210.91 15.558.83 15.5510.32 15.7610.12 15.5510.08

Los datos están en unidades de cm.

antes del cocido = (1^a--1^o) = después del cocido

• MOLDE DE YESO

MUESTRA (1^a--1^o) (2^a--2^o) (3^a--3^o) (4^a--4^o) (5^a--5^o)

Ancho 6.45.8 6.05.6 6.25.6 6.25.7 NO SE REALIZO

Largo 3.53.1 3.13.0 3.53.0 3.52.8

Altura 1.3 1.3 1.3 1.3

Volumen 29.1223.37 24.1821.84 28.2121.84 28.2120.74

Los datos están en unidades de cm.

No se efectuó el moldeado en el molde de hierro

antes del cocido (1ª--1º) después del cocido

HIGROSCOPICIDAD DE LA ARCILLA SECA

LOS DATOS ESTÁN EN UNIDADES DE GRAMOS

FORMULA

$$[(\text{Marc} + \text{hmd}) - \text{Masa seca}]$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Masa total} - \text{Masa seca}}{\text{Masa seca}} \times 100$$

$$(\text{Marc} + \text{hmd})$$

$$\text{Marc} + \text{hmd} = \text{arcilla} + \text{humedad del aire}$$

Mseca* = se refiere a la arcilla en la primera secada

Mseca** = mas de arcilla a peso constante

MUESTRA Marc+hmd Mseca* Mseca** % Humedad

PARIA 19.197 19.0663 19.0583 0.0419

OBRAJES 30.7884 30.7384 30.7309 0.0243

ITOS 18.2934 18.141 18.1359 0.0281

USPHA-USPHA 32.8812 32.7338 32.7239 0.0302

HUAYPUJLLY 23.7834 23.5101 23.4782 0.1356

PAGCHA PATA 7.5115 7.2302 7.1815 0.6735

Los datos de esta tabla están en unidades de gramos

HUMEDAD

FORMULA

$$\text{Masa Total} - \text{Masa ladrillo}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Masa total} - \text{Masa ladrillo}}{\text{Masa ladrillo}} \times 100$$

$$(\text{masa total})$$

$$\text{masa total} = \text{arcilla} + \text{agua}$$

$$\text{Mladrillo} = \text{Masa seca}$$

MUESTRA # ladrillo Mtotal Mladrillo Mabsorvida %HUMEDAD

PARIA 1 29.6901 25.5154 4.1744 11.4

2 29.7553 25.4674 4.2879 14.41

OBRAJES 1 30.1502 25.2660 4.8842 16.20

2 29.7565 25.2625 4.4940 15.10

ITOS 4 32.0260 26.8400 5.1860 16.19

5 29.8196 24.5454 5.2742 17.68

USPHA–USPHA 1 26.7034 23.2757 3.4277 12.83

2 26.8837 23.4244 3.4593 12.86

HUAYPUJLLY 1 21.8552 19.3456 2.5127 11.48

2 23.8340 21.4356 2.3984 10.06

la unidades están en gramos

PRESIÓN

FORMULA PARA CALCULAR LA PRESIÓN:

Carga[Kg.]

P =

Área [cm²]

MUESTRA #ladrillo Volumen^a[cm³] Área[cm²] Carga[Kg.] Presión[Kg/cm²]

PARIA 5 30.59 79.28 1250 15.76

3 30.69 79.28 1250 15.76

OBRAJES 2 29.2485 77.42 1150 14.85

5 29.31 77.42 1100 14.20

ITOS 1 31.112 79.515 1250 15.09

3 30.5505 78.945 1250 15.25

USPHA–USPHA 4 24.8775 69.92 1400 20.02

5 27.54 73.62 1350 18.33

HUAYPUJLLY 2 28.985 76.77 1200 15.65

COLOR DE COCCIÓN

- **PARIA:** Los ladrillos de este tipo de arcilla, tienen una característica muy especial debido a que esta arcilla no tiene un cambio de color notable, de un **blanco impalpable a un color blanco rojizo**, esto debido a que algunas partículas de otros ladrillos se juntaron al momento de quemar las arcillas

Este horno se encuentra un poco sucio se encontraba un poco sucio.

En el momento de quemar las arcillas, se noto que la temperatura no era la adecuada, lo cual impidió que los componentes orgánicos de las arcillas no se volatilicen en su totalidad.

- **OBRAJES:** Se noto un gran cambio en esta arcilla ya que se torno a un **color café claro-rojizo**, esto demuestra que se tiene una cantidad de Fe.

Una de las causas de este color se debe a que el horno no llego a una temperatura de cocción adecuada.

La falta de cocimiento en algunos casos debe ser una causa de error

El horno se encontraba a baja temperatura, y no se tuvo mucho tiempo de cocción.

- **ITOS:** esta arcilla no sufrió cambios de color notables, solo se noto la contaminación de este debido a que el horno se encontraba algo sucio

Se observo que el **color blanco inicial** se torna a un **blanco mas limpio**, esto se debe en cierto punto debido a la molienda que se realizo en el molino de bolas

Acá se observo una compactación grande en la arcilla

El cambio de color no existió solo se aclaro un poco

La granulometria ósea la molienda hizo desaparecer los pequeños cristales

- **USPHA-USPHA:** acá se tuvo otro cambio significativo debido a que su color inicial un **plomo granizo** paso a ser un **café claro – rojizo** que demuestra que en esta arcilla los residuos orgánicos son en gran cantidad

Los residuos orgánicos que contenía la arcilla fueron volatilizados en el quemado de esta

También se debe este color inicial al contenido de pequeñas cantidades de plomo.

La falta de cocimiento fue un aspecto de decoloración de la arcilla

Se noto que un par de los ladrillos de esta arcilla quedaron de un color mas oscuro que los demás, esto se debe a que fueron cocidos en quemadas diferentes, la temperatura de quemado en este caso no fue la misma.

- **HUAYPUJLLY:** En esta arcilla no se noto mucho cambio de color solo un pequeño aumento de color **café claro a café – rojizo**, esto se a que esta arcilla tiene una pequeña cantidad de óxidos de Fe, lo cual enrojece a la arcilla
- **PAGCHA PATA:** en este se observo que se oscurece la arcilla, y que se vuelve mas oscuro.

Se torna mas oscura la arcilla, los pequeños componentes de esta arcilla se disuelven en el momento de la cocción y se tuvo una masa de color entero

Café(tierra)-----café oscuro (tierra)

ðððððððððððððððð

Las diversas arcillas en el momento de realizar la Granulometria, se colocan en recipientes con una cantidad de agua suficiente, esta se dejo reposar durante un tiempo para que la arcilla pueda madurar y disolverse.

En estos casos en las arcillas se tienen una serie de características que se diferencian entre si y algunas se asemejan.

Las arcillas blancas en este caso (PARIA,ITOS) sus características son muy marcadas

PARIA. Paria, en este tipo de arcilla se observa que en la prueba de granulometria, no se tiene que moler debido a que esta arcilla esta en gran media granulada, y simplemente se necesita agregar agua para disolverla.

La arcilla de PARIA retiene mucho liquido ósea una vez echado en los moldes tarda demasiado tiempo en deshidratar. Se tiene la observación de los porcentajes de retención ya que la mayoría de la masa se perdió por colado logrando recuperar un pequeño porcentaje de la misma

Se observa que tiene una densidad en el rango de 2,0 – 2,5 [gr/cm³], al igual que las otras arcillas.

La arcilla de PARIA al entrar en contacto con el agua empieza a disolverse, esta se torna de consistencia lechosa, en la agitación se observa que el liquido es mas denso, se torna en una emulsión.

La arcilla de PARIA La coloración de esta arcilla después de quemar solo varia un poco, los ladrillos presentan características de dureza y consistencia, esta arcilla tiene un comportamiento bueno especialmente en el moldeado.

La prueba de plasticidad para PARIA fue casi ideal entrando al rango de 25 golpes y 2 menores a este, este tipo de arcilla en el momento del quemado solo se observa la contaminación de la misma con residuos de quemadas anteriores, las pruebas de esta arcilla se realizaron con escasa o ninguna interferencia. Esta arcilla no tiene ningún problema al ser molida en un mortero, lo que no ocurre con la arcilla de ITOS que tiene que ser molida con el molino de bolas.

La prueba de presión de Paria se lo realizo con la ayuda de una prensa hidráulica, esta ejercía una fuerza sobre el área d cada ladrillo. En esta prueba se tuvo un resultado parecido con ambas muestras.

El color de cocción de PARIA varia según el horno en donde se realice el quemado en nuestro caso tenemos un problema esencial, de que el horno no tiene un rango de temperatura adecuada para el quemado de estos tipos de arcillas

OBRAJES. En el momento de la granulometria para OBRAJES se tiene una granulometria de diversas proporciones ya que esta arcilla es medianamente soluble en agua, y debido a esto se tiene un mediano porcentaje de retención de esta en los tamices.

Solo la disolución es medianamente lenta y se necesita mas tiempo para que esta arcilla, se disuelva.

Los datos de plasticidad con la Cuchara de Casa-grande, en esta se tuvieron datos medianamente exactos ya

que varios de estos valores se dispararon del intervalo de referencia.

Limite plástico para este tipo de arcillas se dio con normalidad, ya que los resultados se asemejan en mucho a los anteriores y a los de los diversos tipos de arcillas entrando en un rango de [20,0–25,0] % de Humedad.

La contracción de la arcilla de OBRAJES, tiene una característica especial al momento del cocimiento ya que su color inicial varia un poco de color plomo clarocolor café-rojizo.

El molido de esta arcilla se lo realiza en mortero o en molino de bolas ya que no es demasiado compacto como la arcilla de ITOS.

Higroscopicidad de estas arcillas se verifican que solo llegan a un maximo de 0,01 de % de Humedad(las arcillas recolectadas en Cochabamba Huaypujly, Pagcha pata, Uspha–Uspha) mientras las arcillas de la Región de Oruro (Itos, Obrajes, Paria) que tienen un rango de 0.020.04 como maximo.

En el momento de sacar las arcillas del horno un par de muestras se vieron que rompieron, en la observación inicial se observo que ambas muestras se encontraban con un exceso de agua grande

%Humedad se realiza con la arcilla de OBRAJES, se observa que al igual que las demás arcillas varían entre 10.0017.06 de % de Humedad, la cantidad de agua absorbida por los ladrillos varia según el tipo de molienda que se dio a las arcillas.

ITOS La arcilla de ITOS es la más consistente y la mas granulada, debido a que tiene granos de cuarzo en su composición.

La arcilla de ITOS es la más insoluble en agua debido a que tienen un tamaño de granos excesivos y por la existencia de excesiva y en la muestra se observaron pequeños cristales de cuarzo que impedían la disolución de la arcilla en agua.

Esta arcilla en especial, se la llevo a molienda en molino de bolas para mejorar su granulometria y hacer más fácil su manipuleo.

En el momento después de la molienda se observo que la arcilla de ITOS mejora sus características de asimilación de agua, higroscopicidad, humedad.

En el momento de vaciar en moldes sin haber hecho la molienda en el molino de bolas, solamente manualmente se observo que los ladrillos

Se vieron los resultados de la molienda manual que se hizo de la arcilla de ITOS.

Debido al gran tamaño de los granos no se puede quedar unido, debido a que no tenia buena compactación

La contracción de los diferentes ladrillos no se verifico ningún cambio físico.

Se vio que estos bloques que se hicieron en el molde de yeso grande se observo que tampoco se mantenían unidos.

Debido a esto se reemplazo el molde de yeso grande por el de moldeado en molde de Hierro para obtención de ladrillos más compactos.

La higroscopicidad de esta arcilla no se diferencia en mucho con la demás muestras.

El % de humedad absorbida por esta arcilla tampoco se diferencia de las otras.

El color de cocción de esta arcilla en particular no fue afectada por el quemado ya que su color inicial se conserva como después de la molienda en el molino de bolas

USPHA–USPHA. Sus características se asemejan a las demás arcillas debido a que tienen gran asimilación de agua, esta arcilla se puede moler en mortero o en molino de bolas

Los diversos ladrillos que se realizaron de este tipo de arcilla cambio de forma definida a un principio a un ladrillo de características ópticas diferentes, y físicas también, el cambio de color es su principal característica ya que paso de un color plomo oscuro a un café rojizo.

El color de las arcillas a final del quemado varia según el tiempo y la temperatura que se hace cocer los ladrillos.

En el segundo quemado se vio que a la 1ª hora el horno calienta pero no a un calor extremo, las arcillas cambian de color a un color café(tierra) .

A partir de las 3 horas el horno se torna de un color rojizo –amarillo intenso, y las arcillas se observan que su color es también un rojo intenso.

Observamos que la temperatura es muy elevada. y que en la prueba de la presión es una de las mas resistentes a la presión.

HUAYPUJLLY. En este tipo de arcilla en general no se tuvo ningún problema para la disolución en agua, sus características en el momento del cocimiento se verificaron y se vieron que eran las mismas a las anteriores muestras.

El color inicial de esta arcilla es un color café rojizo, lo que comúnmente llamamos color ladrillo, y no varia en nada en el momento de la cocción.

En la prueba de la presión se observa que es la segunda más resistente de las arcillas de muestra.

Es una de las arcillas que absorbe una cantidad elevada de humedad del aire y moderada de Humedad del medio líquido.

La contracción de esta arcilla es normal según observación.

PAGCHA PATA. Esta arcilla es una de las que más humedad en medio líquido absorbe.

A esta arcilla en especial se tiene un poco de problemas ya que es demasiado plástica, en la arte de deshidratación en los moldes se la realiza 2 veces sin embargo seguía estando con mucha cantidad de agua.

En la parte de la prueba de contracción se observa que los ladrillos hechos con esta arcilla se contraen en gran cantidad y los volúmenes iniciales son muy superiores a los finales. Y solo en la observación se notaba esto ya que los ladrillos se relucieron en extremo.

Los pequeños componentes que se observaban a un principio en la arcilla como ser feldespatos, caolín, residuos orgánicos, etc. en el momento del cocimiento desaparecen de los ladrillos y solo se observa unos pequeños granos que tienen cierto resplandor.

Esta arcilla fue la que mas humedad del aire absorbió, mientras que en la prueba de humedad en medio líquido

se mantuvo en los rangos de la demás arcillas

La molienda de esta arcilla se puede hacer manualmente o en molino de bolas, ya que esta arcilla es muy granulada.

Las moliendas que se hicieron de las arcillas en el molino de bolas se realizaron de 2 formas en seco y húmedo.

ðððððððððððð

Las diversas pruebas realizadas en este laboratorio lanzaron conclusiones importantes:

Las arcillas se manipulan mucho mejor para las diversas pruebas cuando se realiza la molienda de las mismas, en el Molino de bolas o manualmente.

En su mayoría estas arcillas comparten cierto tipo de características iguales como ser Densidad, Merma de cochura, Humedad, Higroscopicidad de la arcilla.

Mientras que en otras pruebas se diferencian mucho, como ser Color de Cocción, Presión, Plasticidad, Limite plástico, Granulometría

La arcilla que mas se identifica con esto es la de ITOS ya que su comportamiento cambia radicalmente con la molienda de esta en el molino de bolas, ya que se vuelve de muy corta a plástica, y cambia su comportamiento en las pruebas, lo que no era en las anteriores a la molienda.

La arcilla de PARIA es una de la mas regulares en sus resultados

La arcilla de OBRAJES se caracteriza por su cambio de color en el momento de cocerla y por ser una de las que es medianamente soluble en agua.

Mientras que la de ITOS por su escasa granulometría y su gran cambio al molerla

La de USPHA-USPHA es una de las arcillas mas resistentes en la prueba de la presión, y también por su coloración inicial y final al cocerla.

La de HUAYPUJLLY es una de las mas conocidas por sus características de color y resistencia a la presión que aumenta con añadir un esmalte a esta en el momento de cocerlas, su gran plasticidad (arcilla larga) y moldeado.

La arcilla de PAGCHA PATA, esta arcilla en especial es una arcilla de gran plasticidad y muy larga debido a que su granulometría es muy buena es también una de las que mas agua absorbe en la prueba de Humedad en medio líquido.

BIBLIOGRAFIA:

- TÉCNICA DE LA CERAMICA PEDER HALD

Cerámica Docente Academia de arte

Ed. Omega, S.A. Ingeniero civil

BARCELONA – ESPAÑA

• CERÁMICA INDUSTRIAL FELIX SINGER (Dr. Ing. Dr. Phil.)

M. I. Chem. E. F. I. Ceram

SONJA S. SINGER(M A. B. Sc.)

TOMO I, II, III

Cerámica (Primera Edición)

Ed. URMO. S.A.. DE EDICIONES

BILBAO – ESPAÑA

1976

• CERÁMICA (Para escuelas y pequeñas industrias) FEDERICO F. COSTALES

Instructor de oficios y cerámica técnica

Escuela de artes y oficios de Iloilo

DELMAR W. OLSON

Miembro del Grupo de Stanford

Escuela de artes y oficios de Iloilo

Compañía Editorial Continental, S.A.

MEXICO-ESPAÑA-ARGENTINA-CHILE.

Decimasegunda impresión en español

Agosto 1973.

40

30