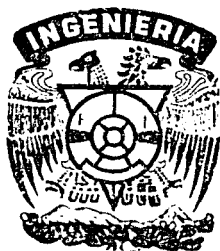


F-19

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



**PLANEACION Y DESARROLLO DE UN
LABORATORIO PARA EL CONTROL
DE ARENA DE FUNDICION**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N**

**LUIS ANTONIO BARROSO GOMEZ
FRANCISCO RAMIREZ GARCIA
MARCOS RENDON NEPOMUCENO**

México, D. F.

1979



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

P R O L O G O

Las pruebas de arena, como parte del control o metodización de este material, son de importancia vital para el fundidor. Aunque éste ejercite el mayor cuidado en la selección de chatarra y en las operaciones de fundición y colada de las aleaciones, no podrá producir piezas fundidas de calidad constante en moldes preparados con mezclas de arena carentes de control. Las pruebas de arena tienen en sí escaso valor, pero cuando los resultados de éstas se correlacionan con la calidad de las piezas fundidas, las pruebas de arena se convierten en un factor clave para la investigación y eliminación de las causas de los innumerables defectos de fundición.

Los ensayos ya efectuados en el desarrollo y perfeccionamiento de las pruebas de arena han demostrado que éste un material sensible. Pequeñas desviaciones en los procedimientos y técnicas de las pruebas pueden tener una influencia grande sobre los resultados obtenidos de éstas, y a su vez sobre las piezas fundidas.

**PLANEACION Y DESARROLLO DE UN LABORATORIO PARA EL
CONTROL DE ARENA DE FUNDICION.**

PLANEACION Y DESARROLLO DE UN LABORATORIO PARA EL
CONTROL DE ARENA DE FUNDICION.

I N D I C E

I.- INTRODUCCION.

- I.1 Objetivo.
- I.2 Literatura.

II.- NORMAS PARA ENSAYOS DE ARENAS.

- II.1 Arenas y Arcillas para fundición.
- II.2 Métodos para muestrear arenas y arcillas.
- II.3 Preparación de mezclas de arena para el ensayo.
- II.4 Métodos para determinar la finura de arenas.
- II.5 Métodos para determinar la humedad en mezclas - de arena.
- II.6 Permeabilidad de arenas.
- II.7 Métodos para determinar la resistencia de mezclas de arena.
- II.8 Normas para determinar la dureza de la superficie en verde.

III.- EQUIPOS Y MATERIALES.

- III.1 Equipo de laboratorio.
- III.2 Equipo que se comprará.
- III.3 Equipo que se construirá.

IV.- VISITAS A LABORATORIOS.

- IV.1 Visita al laboratorio del Instituto Politécnico - Nacional.
- IV.2 Visita a Básicos Siderúrgicos, S.A.

IV.3 Visita a Ford Motor Company, S.A.

V.- DISEÑO DEL EQUIPO.

VI.- PRACTICA PARA ENSAYOS DE ARENAS.

VI.1 Literatura.

VI.2 Ensayos de Arena.

VI.3 Toma de la muestra.

VI.4 Determinación del contenido de humedad por el --
Método de la lámpara infrarroja.

VI.5 Preparación de la probeta norma.

VI.6 Determinación de la permeabilidad norma.

VI.7 Determinación de la finura de arena.

VI.8 Determinación de la resistencia.

VI.9 Determinación de la dureza.

I.-

INTRODUCCION.

I.1 Objetivo.

Se determinó que la necesidad primordial era la de desarrollar métodos prácticos y precisos para el ensayo de las propiedades físicas de las arenas de fundición. Aunque eran de interés -- varias de las propiedades físicas de las mezclas de arenas de fundición, se decidió que las más importantes son:

- 1).- Contenido de humedad.
- 2).- Permeabilidad.
- 3).- Resistencia.
- 4).- Refratabilidad.
- 5).- Finura.
- 6).- Durabilidad o vida.

Actualmente, la importancia del control de arenas en operaciones de fundición es generalmente reconocida y se han instalado laboratorios para el control de las mismas, utilizando métodos de la AFS. La habilidad para mantener las propiedades deseadas de mezclas de arena ha aumentado a la par con el creciente empleo de unidades mecánicas para el manejo de la arena.

I.2 Literatura.

I.2.1 Bentonitas Sódicas y Cálcida.

Características.

Las bentonitas son arcillas que contienen principalmente montimorillonita, esta se encuentra constituida por silicatos de aluminio hidratadas con una estructura en hojuelas. Esta estructura, su gran finura y la facultad de absor-

ber líquidos polares como el agua le dan a la montmorillonita sus propiedades de plasticidad. La hojuela elemental está constituida por una capa de sílice, una de alúminia y otro de sílice. En estas capas hay sustitución parcial de átomos, en las capas de alúminia, el aluminio -- es sustituido también parcialmente por átomos de magnesio y fierro. En estas - sustituciones hay desequilibrios eléctricos, pues los átomos sustituyentes tienen cargas eléctricas diferentes a las - de los átomos sustituidos.

Si se pone esta arcilla en contacto con una sal en solución se fijarán los iones positivos de la sal en las hojuelas, dándole propiedades diferentes, es así como se han formado las bentonitas sódicas cálcicas y magnésicas. Al poner la bentonita en contacto con el agua, ésta es atraída y penetra entre las hojuelas separándolas; esta separación es lo que le dá a la bentonita la propiedad de -- aumentar su volumen, la expansión es baja en la bentonita cálcica y grande en la bentonita sódica dando una idea de su - calidad.

Las propiedades de estas bentonitas son las siguientes:

Para la Cálcica:

Expansión reducida, resistencia en verde alta, moderada en seco y moderada en caliente y no hace gel en contacto con el agua, refractariedad adecuada.

Para la Sódica:

Expansión elevada, resistencia en verde

moderada, alta en seco, moderada en caliente y hace gel en contacto con el agua, refracteriedad adecuada.

Campo de aplicación:

Por sus propiedades puede deducirse el campo de aplicación para la sódica será donde se requiera una alta resistencia en seco y buena a altas temperaturas, es decir que su empleo es recomendable para moldes estufados, para cualquier metal, y en verde para fierro gris y acero.

Para la cálcica será, donde se requiera una resistencia moderada en seco y a altas temperaturas, es decir que su empleo es recomendable para moldes en verde para aluminio, bronce, empleándose también para fierro gris, maleable o nodular o mezclada al 50%, con bentonita sódica. Es el aglutinante más adecuado para la arena de moldeo y es compatible con todos los aditivos como son: mogul, harina, de madera, óxido férrico, carbón marino, etc. En la regeneración de la arena, puede controlarse perfectamente su adición.

Modo de Empleo.

La curva conocida como resistencia mecánica contra humedad corresponde en realidad a dos curvas, una ascendente en la que la resistencia o cohesión de la arena aumenta con la humedad, en ésta fase al penetrar el agua en la bentonita, ésta desarrolla su plasticidad dándole cohesión a la arena que será mayor mientras mayor es la humedad, hasta llegar a un máximo a partir de éste punto la cohesión disminuye al aumentar la hume-

dad, pues el exceso de humedad actúa como lubricante, la curva en esta segunda fase es una hipérbola equilátera que tiene por ecuación cohesión x humedad = constante o $CH = K$.

La arena de moldeo no se trabaja en la primera fase pues se encuentra demasiado seca y friable, se trabaja en la rama CH donde la permeabilidad es máxima y las otras propiedades de la arena son satisfactorias.

La calidad de una bentonita se determina por el producto CH, en una mezcla a la que se le ha añadido 10% de bentonita; el producto CH, es igual a una constante K, que depende de la calidad de la bentonita por el cuadro del contenido de bentonita o sea:

$$CH = KA^2$$

y con 10% de bentonita:

$$CH_{10} = K \cdot 10^2 \quad K = \frac{CH_{10}}{100}$$

Nuestra bentonita sódica tiene un CH_{10} superior a 1.125 Kg/cm² x humedad 616 lbs/pg.2 x humedad, o sea que K, es superior a 0.16 y la cálcica un CH_{10} superior a 1.266 Kg/cm². ó 18 lbs/pg.2 x humedad ó K superior a 0.18, éstos valores han sido determinados en laboratorio y para usarlos en el taller, deberá tenerse en cuenta la eficiencia del mezclado que es del orden de 70 a 80%, tomando el valor más bajo:

$$CH_{10} \text{ Taller} = CH_{10} \text{ Lab.} \times 0.70$$

$$\text{CH}_{10} \text{ Taller} = 18 \times 0.7 = 12.6$$

$$K = \frac{\text{CH}_{10} \text{ Taller} = 0.126}{100}$$

Si se desea una arena con una resistencia al corte de 4 Lbs/pulg.2), 280 g/cm². con 2.8% de humedad, o sea un CH = 4 x 2.8 a partir de la fórmula CH = KA², se calcula la cantidad de bentonita necesaria o sea:

$$A = \sqrt{\frac{\text{CH}}{KT}} = \sqrt{\frac{11.2}{0.126}} = 9.4\%$$

Para una fundición que funde piezas de diversos tamaños, es aconsejable un CH. de 15 a 25, si son piezas grandes se -- empleará un CH superior a 20 piezas pequeñas puede emplearse un CH de 10.

Es necesario señalar que mientras más -- alto sea el CH de una arena, más cuesta y tiene una vida útil más corta.

Debe presentarse especial atención al -- estado y forma de trabajo del molino -- mezclador, pues trabajándolo con una eficiencia de 85 a 90 que es la más adecuada, el consumo de bentonita para la misma resistencia, es menor.

La humedad en la que se pueden esperarse las propiedades óptimas de la arena se calcula con la fórmula siguiente:

$$H = \sqrt{\frac{K.A}{0.19}}$$

Ejemplo de aplicación: Suponiendo que se desea una arena para una fabricación en general y que se desea un CH₁₀ = 22

y una eficiencia del molino del taller de 90%.

De la fórmula CH10 Taller = CH 10 Lab.
x eficiencia.

$$\text{CH10 TALLER} = 22 \times 0.9 = 19.8$$

$$\begin{aligned} \text{sabiendo que CH} &= K \frac{A^2}{100} \\ &= \frac{10 \text{ taller } 19.8}{100} \\ &= 0.198. \end{aligned}$$

Para tener el CH deseado o sea de 15.

$$15 = 0.198 \times A^2 \quad A = \sqrt{\frac{15}{0.198}} = 8.7$$

O sea que se requiere el 8.7% de bentonita.

La humedad de la mezcla se calcula como sigue:

$$H = \frac{K.A.}{0.19} \quad H = \frac{0.198 \times 8.7}{0.19} = 3.0\%$$

El control de las adiciones a una arena del sistema, se hace por el CH, manteniéndolo constante, es conveniente mantener el molino en condiciones óptimas de trabajo y darle el ciclo de mezclado adecuado, que es de 4 a 5 minutos con el agua para un Simpson y de 1 1/2, minutos para el Speed Mullor.

Puede trabajarse también con la resistencia a la compresión por humedad, siendo el CH 10, superior a 65 para la sódica y mayor de 75 para la cálcica

Influencia del contenido en finos:

Los finos en una arena como son el carbón marino, harina de sílice o arcilla quemada, aumentan la cohesión en verde en una proporción de 0.5 a 0.9 por cien

to de finos, por lo que si éste es el -
caso se podrá escribir la ecuación:

$$CJ = K A^2 + K' F.$$

Siendo F, el contenido porcentual de fi
nos y K una constante que varía de 0.5
a 0.9

En las páginas siguientes se muestran es
pecificaciones para las bentonitas;

Método del CH₁₀:

Mayor 16 lbs/pg2 18 Lbs/pg.2
(1.125 Kg/cm2) (1.266 Kg/cm2).

Expansión mayor de: 16 cm3. 6 cm3.

Resistencia a la compresión:

Mayor de en verde, según método:

300g/cm2 Mayor de 420g/cm2.
(4.3 lbs/pg2) (6 Lbs/pg2).

Resistencia a la compresión: en seco,
segundo método: Mayor de Mayor de
21.8 g/cm2. 2.1 Kg/cm2.
(40 Lbs/pg2) (30 Lbs/pg2)

Gel. Debe formar No debe for-
gel mar gel.

Libres de carbonatos.

Pasa malla 200 el 97%
mínimo.

Humedad 8 al 12%.

Métodos de análisis.

Método del CH₁₀: Preparar una mezcla de
arena 40/45 AFS con 90% de arena, 10% de
bentonita, mezclar en seco un minuto, --
añadir 4% de agua y mezclar con el molino
tapado, 1.5 minutos si el mezclador --
es Speed Muller y 5 minutos en un Mix -
Muller, tamizar en un tamiz de 3 mm. o

6 mallas poner en un recipiente hermético, determinar humedad y resistencia al corte (3 probetas). El producto de la resistencia al corte (3 probetas). El producto de la resistencia al corte por la humedad es el CH_{10} .

Expansión: De acuerdo al CIATF (Comité Internacional de Asociaciones Técnicas de Fundición). Se pesan al centígramo 2 gramos de bentonita con su contenido de humedad conocido y se deposita en pequeñas porciones en el agua destilada contenida en una probeta graduada de 100 ml. Es importante que la porción depositada sobre el agua sea pequeña, sólo para formar una película y esperar hasta que ésta se deposite completamente en el fondo - antes de hacer otra adición. Dejar reposar 2 horas y leer el volumen de la bentonita. La expansión se calcula como sigue:

$$\text{Expansión} = \frac{\text{Volumen de bentonita} \times 100}{100 - \text{Humedad por ciento.}}$$

Resistencia a la compresión segundo método:

Se seca la muestra de bentonita a 105°C . (220°F) durante 2 horas se mezclan 160g. con 3,840 de arena 46/56 AFS en un molino Speed Muller durante un minuto, se añaden 90 ml. de agua (2.25%) y se mezcla 1.5 minutos con el molino cerrado. Se desecha la primera mezcla, repetir y hacer las probetas para resistencia en verde y seco, estas últimas se estufan 2 horas a 105°C y se enfrían en un desecador.

Gel: En un vaso de precipitados de 600 MI. forma alta, se pone 100 ml. de --- agua, 50 gramos de Bentonita y encima - otros 100 ml. de agua se mezcla 5 minutos en un agitador. Después de este tiempo, para la bentonita sódica debe poderse voltear el vaso sin que caiga la mezcla y la cálcica no debe formar gel.

Carbonatos: Preparar una solución con -- partes iguales en volumen de ácido clorhídrico concentrado y agua destilada, poner 30 ml. en un vidrio de reloj o caja de Petri y añadir 10 g. de bentonita. -- No debe haber efervescencia.

II.- NORMAS PARA ENSAYOS DE ARENAS.

El Comité de Normas del Comité de Investigaciones de Arenas para fundición de las AFS publicó, en 1924, una serie de normas tentativas para determinar el contenido de humedad, resistencia permeabilidad y finura, y un método para el análisis químico. Estos métodos de ensayo han sido utilizados extensamente. En 1928 el Comité aprobó revisiones y elaboraciones, también una clasificación -- granulométrica.

Desde que se desarrollaron los métodos de ensayo para -- estas propiedades, y los utilizados para temperaturas -- elevadas, han sido estudiados y desarrollados antes de ser establecidos como norma.

- Normalización.

Antes de recomendar algún método de ensayo para arenas de fundición como norma tentativa, éste debe ser aprobado primero por el Comité de la División de -- Arenas que viene trabajando en ese ensayo en particular, y después por el Comité Ejecutivo. Cuando un método ha sido aceptado como norma tentativa por un

año, puede ser elevado a categoría de norma aceptada si es aprobado por el Comité Ejecutivo. Todas las pruebas o ensayos que no hayan alcanzado categoría de norma tentativa o norma aceptada se denominan "fuera de norma".

II.1 Arenas y Arcillas para fundición.

- Arenas, (Definición y composición.)

La arena puede definirse como granos sueltos de mineral que varían en tamaño desde aproximadamente 2 a 0.05 mm. en diámetro.

La mayoría de las arenas para fundición se componen amplia o totalmente de sílice (SiO_2). En algunos casos los granos de sílice están asociados con diminutas cantidades de feldespato, mica y otros minerales comunes. Muchas arenas de fundición contienen también pequeñas cantidades de minerales tales como ulmenita ($\text{FeO} - \text{TiO}_2$), magnetita (Fe_3O_4), circon (Zr-SiO_4) u olivina ($\text{Mg-Fe}_2\text{-SiO}_4$). En algunos casos, vestigios de minerales como éstos pueden afectar el color de la arena.

La olivina es un mineral natural que consiste de una solución sólida de ortosilicato de magnesio ($\text{Mg}_2 - \text{SiO}_4$ forsterita) y un ortosilicato de hierro ($\text{Fe}_2 - \text{SiO}_4$ fayalita). La composición de la olivina puede variar, y sólo la que tiene un elevado contenido de forsterita es útil como material de fundición.

- Forma en que ocurren.

Los depósitos de arena para fundición son el producto de cambios en la superficie de la tierra a través de los siglos por la acción del viento, el agua, el hielo y la nieve. La composición de los depósitos depende de la naturaleza de los

materiales que fueron erosionados y la manera en que fueron depositados. Los ríos que fluyen sobre la superficie de la tierra pueden arrastrar una carga variable de minerales. Donde la corriente es rápida, es capaz de acarrear materiales tanto finos como gruesos, pero si la corriente es lenta, sólo puede transportar materiales finos. En esta forma, donde un río entra en un lago la velocidad del agua disminuye y las partículas más gruesas se depositan primero, a continuación se depositan las medianas, en tanto que las partículas finas son conducidas hasta aguas tranquilas. Por esta acción se clasifica los minerales cuando son depositados.

Las arenas de moldeo aglutinadas naturalmente son arenas con arcillas minerales depositadas en agua.

Las arenas de sílice se acumularon por la deposición de arena a lo largo de las costas de antiguos mares. Donde estos depósitos fueron enterrados bajo una gruesa capa de sedimento posterior se consolidaron para formar piedra arenisca.

Las arenas de banco son producto de la desintegración de piedra arenisca por la acción del tiempo. Estas arenas, esparcidas por el viento, cubren áreas extensas y se amontonan en forma de pequeños bancos. Las arenas de banco varían en pureza, dependiendo de los materiales extraños y minerales con que se han mezclado.

Las arenas de lago son de origen geológico reciente y están compuestas de arenas producidas por la erosión de rocas a lo largo de las orillas de los lagos, donde se han depositado para

formar playas. Algunas arenas superficiales han sido desplazadas por el viento y en algunas --- áreas se las conoce como arenas de duna. Sin -- embargo, las dunas son parte todavía del depósito de arena de un lago.

- Examen de los depósitos de arena.

Un depósito de arena debe ser cuidadosamente cateado antes de iniciarse las operaciones de extracción. El cateo es importante porque determina la extensión, espesor y características del depósito.

Con frecuencia los depósitos de arena afloran, y para reconocerlos a veces se utiliza una barrera hasta de 150 mm. de diámetro. En los depósitos de piedra arenisca, un método más común utiliza una broca hueca de superficie endurecida o con punta de diamante. Esto permite obtener un conocimiento más amplio de toda la profundidad del depósito y hace posible un ensayo completo en cuanto a finura, contenido en arcilla y análisis químico.

Si la arena está mojada, se introduce verticalmente en la tierra, con broca de sondeo, un tubo de 101.60 mm., usando si es necesario, un -- martillo de pilón. Entonces se penetra la arena que contiene el tubo con una broca "Z". Seguidamente se retira la broca, se introduce agua en el interior del casco y se hace descender un cucharón para la arena. El cucharón consiste de un cilindro de 101 mm x 1524 mm. con un tapón u -- una válvula de retención en el fondo que permite la entrada de la arena y el agua pero que cierre cuando se retira el cucharón, reteniendo por -- tanto la arena y el agua.

- Preparación de arenas.

En general, los abastecedores de arena para fundición emplean muchas y variadas técnicas para la preparación de éstas para el mercado. En el caso de arenas de banco y algunas de lago, esto puede consistir simplemente de la remoción del terreno de recubrimiento, la excavación de la arena y la carga en camiones o vagones de ferrocarril para su embarque a la fundición. La mayoría de las arenas de lago y de banco se secan y tamizan para eliminar las partículas de mayor tamaño. Por medio de un tamizado y mezclado adicional se obtienen diferentes grados de arena. En la preparación de arenas de moldeo aglutinadas naturalmente, se utilizan varias técnicas de tamizado, aereado, secado y mezclado. En general, las hay disponibles con diversas distribuciones de grano y contenido de arcilla, y con fluctuaciones de humedad seleccionadas.

Las arenas de sílice, relativamente bajas en contenido de arcilla en sus depósitos naturales se obtienen en muchas formas. Se les puede simplemente tamizar y embarcar mojadas. Se les puede secar y tamizar a través de un sólo tamiz, dando el análisis de la arena tal como se la obtiene con las partículas gruesas removidas. Partiendo de este proceso, se puede continuar el tamizado hasta el punto en que la arena esté graduada en muchos tamaños y vuelta a mezclar hasta obtener el análisis de tamiz deseado.

En esta forma se pueden producir muchos grados de arena con la misma arena base. Cuando existen impurezas, las arenas de sílice pueden ser lavadas, secadas, tamizadas y remezcladas para hacerlas disponibles en amplio grado de finura

y distribución de grano. En general, la selección de arenas utilizables en la fundición es amplia y permite una selección apropiada con base en las exigencias de las piezas a fundir.

- Especificaciones para la arena.

No existen especificaciones generalmente aceptadas para las arenas de fundición. Las especificaciones deben ser convenidas entre el abastecedor y el consumidor para obtener los requisitos individuales. La mayoría de las especificaciones contienen tolerancias basadas sobre el análisis granulométrico deseado y el contenido en arcilla. Las tolerancias sobre el contenido de humedad, permeabilidad en verde y resistencia en verde en las arenas naturalmente aglutinadas pueden establecerse. Además, las tolerancias pueden establecerse sobre los tamices individuales utilizados al efectuarse el análisis granulométrico de norma AFS.

- Arcillas.

Las arcillas pueden ocurrir en tres formas: (1) las formadas por la descomposición de rocas en el lugar y conocidas como arcillas residuales; (2) las formadas por la alteración de rocas de origen volcánico por la acción de aguas subterráneas; y (3) las depositadas como sedimentos y conocidas como arcillas sedimentarias.

La primera clase forma depósitos irregulares; la segunda se presenta en depósitos irregulares; la segunda se presenta en depósitos de extensión y espesor variables; y la tercera forma, en lechos de extensión y espesor también variables. Varían asimismo en composición mineralógica

ca y en pureza. Con esto se quiere decir que las arcillas minerales pueden estar mezcladas con -- cantidades variables de minerales no arcillosos, tales como arena o lodo.

Las arcillas que se utilizan como aglutinantes en las arenas sintéticas son de tres tipos generales; (1) arcillas refractarias, compuestas -- esencialmente del mineral caolinita (Al_2O_3 , --- $2SiO_2-2H_2O$); (2) bentonita, una arcilla plástica derivada de ordinario por la descomposición de cenizas volcánicas y que consiste esencialmente del mineral montmorillonita. Hay dos clases de bentonita disponibles para la industria de la fundición.

Se les conoce con el nombre de bentonita occidental y meridional. Las bentonitas occidentales contienen mayor proporción de iones de sodio y las meridionales mayor proporción de iones de calcio (por lo que también se les conoce como bentonitas sódicas y cálcicas);(3) Tierra de -- Fueller, una arcilla que ha sido utilizada primordialmente por sus cualidades descolorantes, está relacionada íntimamente con la bentonita y ha sido empleada como arcilla aglutinante; (4) Illita, un componente mineral que se encuentra en muchas arcillas, a veces constituye un gran porcentaje del depósito.

II.2 Métodos para muestrear arenas y arcillas.

El objeto de muestrear es el de obtener un patrón representativo para ensayos rutinarios de arenas de montón o de sistema en la fundición, o con el propósito de verificar embarques.

- Norma para muestrear arenas de monton y de sistema.

El primer paso consiste en numerar cada montón o sistema de arena. Todas las cargas de mezclas de arena de contacto también deben identificarse de manera apropiada. Se deben tomar y colocar muestras de aproximadamente un litro, sin empacar, en recipientes que puedan cerrarse herméticamente para impedir la pérdida de humedad.

- Arena de piso.

Tomar tres muestras de un litro, una del frente, una del centro y otra de la parte posterior de cada montón, a una profundidad de unos 150 mm. de la superficie. Las muestras deben colocarse sin empaque en recipientes con tapas herméticas.

En talleres de fundición donde la arena se amontona sobre el piso, las muestras se coleccionan y prueban inmediatamente después de que la arena se acondiciona por primera vez para determinar si ésta debe ser retrabajada debido a humedad inapropiada, permeabilidad o resistencia.

Es importante probar las muestras lo antes posible después de obtenerlas para asegurar la correlación de las propiedades físicas de las muestras y las arenas del montón o sistema. Como la humedad afecta materialmente las propiedades físicas de la arena, es importante que las muestras se ensayen a los mismos niveles de humedad que el de los montones al tiempo en que serán utilizados.

- Arenas de Sistema.

Las muestras de arenas de sistema deben tomarse de la banda, tolva o pila más cer

cana al punto de uso. La condición de -- las muestras tomadas en este punto será más afin en sus propiedades físicas a la de la arena que ingresa en la adobera o caja. El tamaño de la muestra y su preparación para el ensayo debe ser igual a lo descrito anteriormente en "Arenas de Piso". Se recomienda tomar muestras a intervalos frecuentes durante el período de operaciones.

Norma para muestrear embarques de arena

Propósito del muestreo. El requisito primordial en el muestreo de un embarque de arena es el de obtener, en cuanto sea posible, una muestra representativa del -- embarque, caso omiso de su tamaño.

Momento del muestreo.- Las muestras se deben coleccionar cuando la arena se está cargando o descargando del equipo --- transportador. Cuando es necesario tomar muestras de arena del equipo transportador, quitar los 75 mm. superiores de la carga y tomar el número de muestras necesarias (nunca menos de diez para una carga de aproximadamente 50 a 70 toneladas), variando las profundidades y la ubicación para obtener una muestra en bruto que -- sea representativa de todo el lote.

Tamaño y número de muestras. El número de muestras, nunca menos de diez, tomadas para acumular la muestra en bruto va ría con el tipo, condición y cantidad del material a ensayar. Estas muestras más pequeñas deben seleccionarse para que la muestra final sea representativa de todo el embarque a toda una sección del mismo. El ensayo de una muestra en bruto mal se

leccionada es peor que no hacer el ensayo.

En casi cualquier operación de carga o manejo de arena habrá por lo general -- cierta cantidad de separación de grano o aglutinante. Una arena aglutinada, especialmente cuando está seca, contiene con frecuencia terrenos consistentes de sus proporciones más fuertes. A menos que la muestra en bruto contenga proporciones -- adecuadas de estos terrones no será re-- presentativa del embarque.

Mezclado de muestras. - Los terrones que contenga cualquier muestra deben ser desmenuzados y la arena mezclada sistemáticamente.

Reducción de arenas aglutinadas naturalmente y arenas mojadas o humedecidas. - Las muestras grandes en un bruto se reducen por medio del método alternativo de pala. Se hace una reducción posterior -- por el método de cuarteo. La mezcla resultante, de unos 4.5 Kg., debe ser mezclada concienzudamente y transportada al laboratorio.

II.3 Preparación de mezclas de arena para el ensayo.

La base para todos los ensayos es la evaluación de las propiedades de las mezclas de arena en forma normalizada y reproducible que -- permita determinar las características de la mezcla. El propósito del ensayo de arenas para fundición es predecir el comportamiento de -- una mezcla de arena durante la operación de -- colado. Los ensayos deben procurar duplicar -- la práctica en la fundición.

- Consistencia de valores de los ensayos.

Se ha dicho mucho con respecto a la reproducibilidad de los ensayos de arena; algunas personas sostienen que es difícil, si no imposible, obtener valores consistentes. Esta materia ha sido estudiada, por uno de los comités de la AFS. A continuación se exponen ciertas conclusiones importantes:

- 1.- La muestra de arena debe obtenerse de acuerdo con procedimientos establecidos.
- 2.- Cada procedimiento de ensayo debe realizarse de acuerdo con las instrucciones del caso.
- 3.- Los pisonos para la arena y los tubos norma para las probetas deben recibir la debida atención. - Todo el equipo debe verificarse y ajustarse a intervalos frecuentes. Debe conservarse un tubo patrón de precisión para la normalización de las probetas.
- 4.- El equipo de ensayo se debe conservar en un cuarto libre de polvo.
- 5.- El técnico en arenas asumirá la responsabilidad de comprobar y correlacionar los resultados obtenidos en sus ensayos con la condición de las piezas fundidas.
- 6.- Se recomienda registrar y graficar los resultados para una interpretación más fácil.

Los resultados de ensayos efectuados con arenas preparadas incorrectamente pueden

hacer forzosos ajustes innecesarios en la preparación de la arena.

- Norma para la preparación de arenas nuevas para el ensayo.

Con el empeño de promover condiciones uniformes antes de comenzar el ensayo efectivo, se ofrecen métodos para la preparación de arenas para el ensayo. Estos métodos se han concebido para servir los siguientes propósitos en el ensayo periódico.

- 1.- Preparar las arenas recibidas, especialmente las que contienen arcilla, para determinar si han cambiado sus propiedades o si requieren ajustes según progresa la extracción de un banco dado.
- 2.- Disponer el ensayo de arenas nuevas de propiedades desconocidas que se han de utilizar en la fundición.
- 3.- Para pruebas rutinarias, preparar muestras tomadas en el taller para el control diario.

Las muestras nuevas sin aglutinar o aglutinadas naturalmente deben muestrearse como se indica anteriormente en "Métodos para muestrear arenas y arcillas". Es esencial que las arenas sean muestreadas en forma apropiada si los resultados del ensayo han de ser representativos de todo el lote de arená. Las arenas mojas deben secarse a temperaturas de 104 a 110°C antes de ser divididas al tamaño de la muestra.

- Arenas aglutinadas naturalmente.

Humedeciendo a mano. Secar por lo menos

2 Kg. de arena a una temperatura no menor de 104°C y no mayor de 110. Extender la arena sobre una superficie grande y en capa delgada para que toda la humedad - sea expulsada en un tiempo dado. Después que la arena se ha enfriado a la temperatura ambiente, medir la cantidad de - agua para obtener el contenido de humedad deseado, añadiendo suficiente agua adicional (usualmente de 0.25 a 1.0 por ciento) para compensar la evaporación - durante el mezclado.

NOTA "A": El porcentaje de humedad es el del peso de la mezcla humedecida y - no de la arena y arcilla secas.

NOTA "B" Como el objeto de examinar -- arenas nuevas aglutinadas naturalmente es el de ensayar sus diferentes propiedades bajo condiciones que simulen las de la fundición, los experimentos deben hacerse con varios contenidos de humedad para averiguar la cantidad de humedad - que desarrolla el grado máximo de la propiedad a ensayar.

Método alternativo de humedecimiento a mano. Cuando la arena tiene un contenido de humedad menor que el deseado, no es necesario secarla antes de humedecer la. Simplemente se añade suficiente agua para alcanzar el contenido de humedad - deseado. Cuando el contenido de humedad es mayor que el deseado, la arena se -- puede secar parcialmente, dejarse en -- friar y entonces humedecerla para elevar el contenido de la humedad hasta el punto deseado.

La arena se extiende sobre una superfi-

cie plana, lisa, seca y no absorbente - en una capa de aproximadamente 25.4 mm. de grueso. Se roca la arena uniformemente con una pequeña cantidad del agua requerida y se va mezclando gradualmente y cribado. Se vuelve a extender la arena en una capa delgada y se repiten las operaciones anteriores, añadiendo más agua. El proceso se repite hasta que toda el agua ha sido distribuida concienzudamente a través de la arena. La mezcla no debe tener secos u otra evidencia de humedecimiento desigual.

Humedecimiento por mezclado mecánico. - Secar una cantidad de arena suficiente para obtener la carga mínima requerida para el mezclador mecánico, como se indica bajo el título "Humedecimiento a Mano". Cuando se ha secado la arena, se le coloca en el mezclador de laboratorio y se añade agua suficiente para producir el contenido de humedad deseado, más una cantidad adicional que compense la evaporación durante el mezclado. Se debe añadir gradualmente durante 30 segundos mientras el mezclador está en operación. El tiempo total de mezclado debe ser de cinco minutos.

La manera de preparar las mezclas de arena para el ensayo tienen marcado efecto sobre las propiedades físicas. - Por ejemplo, las mezclas de arena que se mixturán manualmente tienen propiedades diferentes de las preparadas en un mezclador mecánico. Los mezcladores mecánicos de tipo diferente producen también propiedades diferentes en un mismo procedimiento de mezclado de arena, Sin

embargo, es posible obtener los mismos resultados con varios mezcladores mecánicos cambiando el procedimiento de mezclado. Esto se aplica tanto a las mezclas de arena aglutinadas naturalmente como a las sintéticas.

- Mezclas de Arenas Aglutinadas Sintéticamente.

Las muestras para el ensayo de estas -- mezclas debe ser preparadas en un mezclador mecánico. Las propiedades de --- adherencia de la mayor parte de las arenas sintéticas no se pueden desarrollar por el mezclado a mano. Las dificultades con que se tropieza incluyen: largos períodos de mezclado cuando se introducen los materiales aglutinantes; dificultad en recubrir los granos con el -- aglutinante; dificultad en asegurar la - distribución uniforme de la humedad; y el desarrollo de valores inferiores de resistencia que no son indicativos de - las propiedades que el material aglutinante es capaz de desarrollar.

Secar arena suficiente para llenar los requisitos mínimos del mezclador mecánico, según se explica en "Humedecimiento a Mano". Después de secar y enfriar a la temperatura ambiente, pesar correctamente la cantidad o cantidades de arena aglutinante o aglutinantes tal como se utilizarán en la mezcla de fundición. - Colocar la arena seca y después los materiales aglutinantes secos en el mezclador. Tapar el mezclador, accionarlo y - mezclar durante dos minutos.

A continuación, dejar asentar el polvo

por otros dos minutos antes de quitar la tapa del mezclador. En 30 segundos añadir gradualmente la medida de agua para alcanzar el porcentaje de humedad requerido tal como se utiliza en la fundición, más suficiente humedad adicional para compensar la evaporación durante el mezclado. Tapar el mezclador, accionarlo y mezclar por un período de 10 minutos. En las mezclas de arena sintética, la arena base debe ensayarse variando no sólo el contenido de humedad sino también los porcentajes de aglutinante para determinar cuáles combinaciones rinden las mejores propiedades.

Retirar la arena del mezclador tan rápidamente como sea posible. No perder tiempo en cepillar toda la arena del mezclador. Para trabajo de investigación, transferir la mezcla del mezclador a un recipiente hermético a través de un tamiz número 4 ó 6 y dejar que la muestra repose 12 horas en dicho recipiente. Dejar constancia del método utilizado. Si se utiliza un mezclador mecánico, informar sobre el tipo (rueda o moleta, paleta, amasadora) y el tiempo de mezclado. La muestra está ahora lista para el ensayo en cuanto a sus propiedades en verde o en seco.

Norma para preparar mezclas de arena de contacto, de montón y de sistema para el ensayo.

Las arenas deben ensayarse según se les prepara para el molde y se las muestra de acuerdo con los métodos esbozados en "Metodos para Muestrear Arenas y Arcillas"

Cernir cada muestra a través de un tamiz de tela metálica con aberturas de 6.35 mm. antes del ensayo. Si la arena se tamiza o criba en la fundición, debe emplearse un tamiz de la misma malla que el empleado en el taller.

- Probetas norma para mezclas de arena de fundición.

La probeta de norma AFS para ensayos es de forma cilíndrica y de exactamente 50.8 mm \pm 0.025 mm. de diámetro y 50.8 mm. \pm 0.793 mm. de altura, preparada en el pisón norma para arena. Esta probeta se utiliza para ensayos de la permeabilidad em verde o en seco y horneada o cocida; resistencia a la compresión en verde o en seco y horneada o cocida; resistencia al corte y a la deformación en verde. Se emplea entantos ensayos norma de la AFS que es de suma importancia hacer cada probeta cilíndrica exactamente de acuerdo con los procedimientos delineados. De lo contrario, los resultados de los ensayos serán poco fidedignos y su correlación confusa.

La arena para fundición es sensible en su reacción a los procedimientos de ensayo. En consecuencia, es imperativo que los ensayos se realicen con el mayor cuidado y precisión, especialmente en casos de divergencia y cuando se hacen comparaciones. Como los ensayos para la mayoría de las propiedades de mezclas de arena se hacen sobre la probeta de ensayo cilíndrica de norma AFS, es absolutamente necesario que las probetas sean preparadas de tal manera que los

resultados de los ensayos puedan ser duplicados dentro de tolerancias razonables.

- Especificaciones del equipo.

Recipiente para la probeta.- El recipiente para apisonar la probeta de norma AFS es un tubo de acero endurecido (65 a 70 Rockwell escala C), rígido y de forma cilíndrica, con un diámetro interior de $50.8 \text{ mm} \pm 0.025 \text{ mm}$. y una altura de $120.45 \text{ mm} \pm 0.178 \text{ mm}$. La superficie interior del tubo es lisa (3 a 6 unidades "rms") y uniformemente circular dentro de 0.025 mm . El espesor de pared mínimo es de 4.57 mm .

Si la superficie interior de un tubo para probetas no es uniformemente circular y liso, la probeta cilíndrica se deformará cuando se la desprenda del tubo, rindiendo datos erráticos e incorrectos del ensayo. El tubo para la probeta debe mantenerse siempre limpio. Cuando no está en uso, debe guardarse en un lugar seco o recubrirse con aceite para impedir la formación de óxido y la oxidación.

Pisón. El instrumento para apisonar la probeta cilíndrica de norma AFS consiste de una varilla de acero en cuyo extremo inferior se fija una cabeza apisonadora de acero endurecido con un diámetro de $50.65 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$. para reducir un ajuste deslizante con el diámetro interior del tubo de la probeta.

Sobre la varilla se monta un peso de $6.350 \text{ Kg.} \pm 0.022 \text{ Kg.}$ de tal manera

que pueda deslizarse libremente por la varilla hacia arriba y hacia abajo por una distancia de 50.8 mm. entre los soportes de ésta. Para correlacionar el trabajo de ensayo con los resultados obtenidos en la fundición debe utilizarse o un pisón de altura variable de 6.350 Kg. o uno de altura constante y peso variable. Esto duplicará las durezas de molde en una fundición particular con mayor aproximación.

Uno de los pasos más importantes en el empleo del equipo para apisonar probetas es el de atender a que el pisón esté montado y fijado a una base apropiada. El descuido de este detalle es con frecuencia responsable de que los resultados obtenidos de los ensayos realizados sobre la probeta cilíndrica de normas AFS sean erráticos e incorrectos. Una forma de fijar el pisón con seguridad es sobre un pedestal de concreto o un poste de madera o vigueta en I de 203 x 305 x 915 mm.

Por otro método, se fija el pisón a una base especial, la cual consiste de una placa gruesa de metal conectada en un extremo a otra placa de metal de menor espesor por una tira de metal. Esta construcción resulta en una reacción de reporte voladizo que se dice independiza al pisón del cimientto sobre el cual está colocado. Para pruebas a temperatura elevada se emplea un pisón con un peso muerto de 3.171 Kg. que se eleva a 69.85 mm. La varilla sobre la cual se monta el peso es movible y está sostenida al menos en dos lugares. Esta varilla

se coloca en posición absolutamente vertical, pues de otra manera la fricción reduciría la fuerza de impacto.

El peso total de la parte móvil del conjunto es de 7.938 Kg. \pm 0.022 Kg. Para pisos equipados con un excéntrico se mantiene en posición horizontal mientras se acciona el conjunto. El peso puede elevarse a mano o con una palanca fijada al excéntrico y dejarse caer. Debe tenerse cuidado con ambos métodos para asegurar que el peso caiga sólo 50.8 mm. especificados.

El equipo para desprender la probeta de arena comprimida del recipiente tabular consiste de un poste de metal de una longitud un tanto mayor que la del tubo de la probeta y montado verticalmente sobre un soporte. - El poste tiene 49.28 mm. \pm 0.58 mm. de diámetro en la superficie superior.

La superficie superior es plana y perpendicular al eje del tubo de la probeta y está endurecida para resistir el desgaste. Para guiar el tubo de la probeta, el poste desprendedor está habilitado con guías de 25.4 mm. de longitud y de 48.76 mm. a 49.78 mm. de diámetro, colocadas a 50.8 mm. de la cabeza del poste.

Cuando la muestra de arena se coloca en el tubo porta-probeta para el pisonado, éste se coloca sobre un pedestal de metal acoplado para evitar que la arena se escurra.

En la parte superior del bastidor que soporta al mecanismo apisonador, y en la parte posterior de la varilla del pisón sobre el soporte superior, hay una escala con tres marcas horizontales de tolerancia. La marca

del centro corresponderá con la parte superior de la varilla del pisón cuando una probeta de arena apisonada de exactamente 50.8 mm. de altura se encuentre en el tubo portaprobeta después del tercer golpe en el procedimiento norma y cuando la cabeza apisonadora descansa sobre la parte superior de la probeta. Las otras dos marcas están respectivamente, a 0.793 mm. por encima y por debajo de la marca central para indicar la tolerancia permisible en el tamaño de la probeta para ensayos rutinarios. Para obtener los mejores resultados, los ensayos deben encarrilarse entre la marca de tolerancia superior y la línea cero.

- Procedimiento norma para preparar probetas.

Pesar una cantidad suficiente de arena humeda decida de la muestra preparada para formar, cuando se apisone, una columna de 50.8 mm. de altura. Colocar la arena cuidadosamente en el recipiente tubular que descansa sobre el pedestal del tubo. Colocar el pedestal y el tubo de la probeta con la arena en posición bajo el pisón, teniendo cuidado de mantener el tubo en posición vertical para no estorbar la arena suelta en el tubo.

Bajar suavemente la cabeza del pisón dentro del recipiente tabular de la probeta hasta que lo sostenga la arena. Levantar lentamente el peso del pisón, a mano o por excéntrico, hasta la altura completa de 50.8 mm. y entonces dejarlo caer. Repetir estos dos veces, haciendo un total de tres golpes. Un levantamiento rápido y descuidado del peso puede ocasionar que éste golpee contra el anillo de la varilla del pisón,

levantando a este último y por tanto cuando la caída del peso por más de 50.8 mm.

Aunque se consideran tres golpes como normal, es posible que el molde sea más duro o más blando que la dureza producida por este número de golpes. En tal caso, es permisible dar a la probeta el número de golpes que produzcan una dureza correspondiente con la del molde.

Nótese si la parte superior de la varilla corresponde con la línea central del marcador de tolerancias para trabajos de investigación o de comparación, o si queda dentro de las marcas de tolerancia de --- 0.793 mm. para trabajos de control. Si la probeta no tiene la altura correcta, descártese y vuélvase a preparar, colocando la cantidad de arena humedecida en el recipiente de la probeta que se calcule rendirá una columna de la altura requerida, y repetir la operación de apisonado. Levantar la varilla del pisón hasta que la cabeza del mismo, en la parte inferior de la varilla, quede libre del tubo de la probeta y retirar el tubo del pedestal acoplado. (algunos ensayos, el de resistencia a la compresión, por ejemplo, requieren la extracción de la probeta de muestra del recipiente. En tales casos se utiliza un --- poste extractor. La probeta se extrae del recipiente colocando el tubo suavemente sobre el poste y presionando para forzar la salida de la probeta).

Como la arena apisonada comienza a secarse al aire inmediatamente después del apisonado y como los valores de resistencia y permeabilidad cambian con el contenido de ---

humedad, los ensayos que sigan deben realizarse en un tiempo mínimo. Para mayor precisión, pueden hacerse dos probetas de cada muestra y verificarse los resultados por medio de una lectura promedio.

Para arenas que no admiten manejo por carecer de suficiente resistencia aglutinante, puede colocarse sobre la cabeza de un poste desprendedor una placa secadora circular de $49.28\text{mm} \pm 0.58\text{ mm}$. de diámetro. Después que la probeta se desprende del recipiente, puede manejársela levantando la placa secadora.

Un método para preparar probetas de baja resistencia aglutinante es por apisonamiento en un tubo de probeta bipartido. Después de apisonada, la probeta se retira del tubo abriendo éste y dejando descansar la probeta sobre una placa secadora. La sílice seca se retiene en el tubo portaprobeta por medio de discos perforados.

Equipo para preparar probetas de ensayo normal. El equipo que se ajusta a las especificaciones que se consignan anteriormente es asequible comercialmente.

II.4 Métodos para determinar la finura de arenas.

La finura de una arena para fundición se determina por el tamaño y distribución de sus partículas. Estas últimas pueden dividirse en dos grupos (granos de arena o partículas más grandes y arcilla según especificaciones de la AFS). El objeto del ensayo de finura es determinar el porcentaje de los diferentes tamaños de grano y la cantidad de arcilla AFS que contiene la arena.

La arcilla AFS se define como la porción de - una arena para fundición que, cuando se suspen- de en agua, falla en asentarse a una velocidad de 25.4 mm/min. El material arcilloso AFS se determina por el ensayo de norma para arcilla Este material contine arcilla y material de - menos de 20 micras (0.02 mm) en diámetro.

- Aplicación de los resultados de los ensa-
yos.

La finura afecta las propiedades físicas que se pueden desarrollar en las arenas, tales como resistencia, permeabilidad y - laborabilidad a humedad óptima. También - afecta el costo de preparación debido a - la cantidad de material aglutinante que - será necesario para producir las propieda- des deseadas. Además, la finura de la are- na puede influir sobre el acabado de su- perficie de las piezas fundidas.

El ensayo de finura puede hacerse en las tres formas siguientes:

- 1.- Separación de los diferentes tamaños de grano pasando la muestra a través de una serie de tamices y pesando la cantidad retenida en cada tamíz. Este procedimiento se utiliza para are- nas que no contienen arcilla.
- 2.- La arcilla según AFS se separa de -- los granos de arena por asentamiento después de lo cual se separan los -- últimos en los diferentes tamaños -- por tamizado. Este proceso se emplea para arenas que contienen arcilla y materiales silíceos o no silíceos, - donde la mezcla se desintegra prime- ro agitándola en agua.

3.- El método de la pipeta o del hidrómetro se utiliza para separar los diferentes tamaños de arcilla, después de lo cual las partículas más gruesas se tratan por tamizado.

Significado del Ensayo.

El ensayo de finura informa al fundidor no sólo las proporciones de arena, granos y arcilla en una, sino también el tamaño de los granos y las proporciones de cada tamaño. El ensayo puede emplearse como guía para determinar la cantidad de materiales aglutinantes requeridos para producir las propiedades deseadas en una arena nueva y para controlar la proporción del material aglutinante arcilloso, la proporción correcta del material fino y la distribución apropiada de los tamaños de grano en la arena. El ensayo nos dice la clase de minerales que componen los granos de arena o el aglutinante arcilloso. Esto tendrá que determinarse por análisis petrográfico.

Ensayo de finura.

El ensayo de finura, tal como se describe en los párrafos siguientes, es aplicable a todas las arenas. En el caso de arenas aglutinadas natural y sintéticamente que contenga arcilla AFS, primero se determina la arcilla AFS según se describe más adelante en "Procedimiento norma para determinar la arcilla AFS". Si se sabe que la arena está relativamente libre de arcilla, puede hacerse el análisis granulométrico de norma AFS sobre la muestra obtenida.

Precaución. Al determinar la arcilla AFS en arenas que contengan carbón marino, --

aglutinantes de cereal y celulosa debe recordarse que el contenido de arcilla AFS tal como se determina contendrá, además de cualquier sedimento fino presente, carbón marino (que se separará en el proceso de lavado) y aglutinantes de cereal (cuya mayor parte se disolverá o flotará en el agua de lavar).

El procedimiento para ensayar la finura - varía para arenas que contienen material aglutinante arcilloso y aquéllos que no lo contienen, pero los tamices empleados para determinar la finura de los granos son los mismos para ambos tipos. La serie de tamices utilizados para efectuar el análisis granulométrico de norma AFS es la raíz cuadrada de dos series.

El tamiz superior de una serie se cubre con una tapa y debajo del tamiz número - 270 de la serie norteamericana se coloca una charola para recoger el material que pase a través de este tamiz. Se recomienda utilizar la mitad de la altura, es decir 203.2 mm. (una pulgada de espacio -- entre tamices) para poder colocar todo el conjunto de tamices en el dispositivo agitador a un mismo tiempo.

Los tamices deben vigilarse cuidadosamente contra posibles agujeros o desgarres en la malla. Algunas roturas se producen cerca del borde exterior de la malla. En varios casos se pueden sellar por soldadura. Sin embargo, el tamiz reparado se debe recalibrar antes de volverse a utilizar. Es buena práctica reemplazar las mallas de alambre gastadas o rotas con tamices nuevos. (Los tamices deben manejarse cuidadosamente. Para limpiarlos puede

emplearse aire comprimido a baja presión. También se los puede golpear, con el lado superior hacia abajo, sobre una mesa. No deben golpearse entre las manos porque -- esto tiende a destruir su redondez.

Al graficar las curvas acumulativas del - análisis granulométrico, a veces pueden - descubrirse tamices defectuosos por la -- presencia de un descenso o quiebra en la curva. Si este quiebre se produce en el - mismo tamíz al ensayar arenas de diferentes tamaños de grano, es casi seguro que el tamíz es defectuoso.

- Procedimiento norma para el análisis granulométrico.

Colocar la muestra seca sobre el tamíz - superior de la serie norma. Esta muestra debe prepararse con un divisor o separador de muestras y no necesita ser exactamente 50 gramos. Puede tener hasta 5.0 - gramos más ó 5.0 gramos menos. El uso -- del divisor ayuda a eliminar errores debido a la influencia de la segregación - de arena sobre la muestra de la misma y el análisis granulométrico resultante. - Después de completar el análisis granulométrico, la muestra debe calcularse sobre una base de 100 por ciento.

Colocar la cubierta sobre el conjunto de tamices, colocar los tamices en el dispositivo agitador y sacudirlos durante 15 minutos antes de retirarlos del agitador. La máquina Ro-Tap es un agitador norma. - Si se emplean otras máquinas sacudidoras tendrán que hacerse los ajustes convenientes para obtener resultados comparables.

(Los terrones de granos de arena que no se hayan desmoronado durante el proceso de separación de la arcilla AFS no deben disgregarse a mano durante el proceso de tamizado, ya que esto puede conducir a conclusiones falsas en cuanto al comportamiento de la arena en la fundición).

Después de agitar, quitar la cubierta y comenzando con el tamíz superior, invertir sobre una tela ahulada o papel de superficie dura y cepillar la superficie del tamíz con un cepillo de alambre de latón diseñado para tal fin. Golpear ligeramente los lados del tamíz con el mango del cepillo para facilitar su limpieza.

Posteriormente, registrar el peso del material retenido sobre una hoja de análisis granulométrico preparada para este propósito. Retirar la arena del tamíz siguiente y añadirla al material procedente del tamíz anterior en la charola de balanza. Pesar y registrar el peso del material en igual forma que anteriormente. Continuar este procedimiento con el resto de los tamices y la charola final, registrando los pesos acumulativos. Por haberse comprobado que este método de pesos acumulativos proporciona gran exactitud, el procedimiento se ha establecido como norma.

Para obtener los gramos retenidos sobre cada tamíz en particular, partiendo del peso acumulativo registrado sobre la charola, restar el peso acumulativo del tamíz número 270 de la serie norteamericana. Esto dará el peso del material que -

pasó por el 270 y quedó en la charola.

A continuación, tomar el peso acumulativo del 270 y restarlo del peso acumulativo del 200. Esto dará el peso retenido sobre el 270 de la serie norteamericana. Continuar este procedimiento para todos los tamices de la serie.

- Procedimiento norma para determinar la arcilla AFS.

Las muestras se obtienen por los métodos descritos en "Norma para muestrear embarques de arena" y "Norma para muestrear arenas de montón y de sistema".

De las muestras seleccionadas en la forma descrita en "Reducción de muestras de arena de flujo libre", seleccionar una muestra representativa con un peso de 50 gramos. Secar la muestra durante una hora a una temperatura no menor de 104°C y no mayor de 110°C. Extender la arena sobre una superficie grande en capa delgada -- para que toda la humedad sea expulsada en el tiempo dado. Pasar la muestra seca y colocarla en un agitador eléctrico rápido equipado con desviadores y verticales. En lugar de un agitador eléctrico rápido puede emplearse un lavador de arena rotatorio. En tal caso, colocar la muestra en un tarro de aproximadamente un litro, con tapa a prueba de agua.

Añadir 475 cc. de agua destilada (la nota B), a temperatura ambiente (la nota C) y 25 cc. de una solución norma de hidróxido de sodio, preparada disolviendo 30 gramos de hidróxido de sodio, NaOH en agua destilada, y diluir a un volumen to

tal de 1000 cc (nota A). No debe utilizarse agua corriente por que es casi seguro que dará resultados distintos de los que se obtienen con agua destilada.

NOTA "A": Si la arena contiene aglutinantes de cereal (especialmente dextrina), debe hacerse un lavado preliminar sin añadir el hidróxido de sodio al agua destilada. Después de agitar y dejar reposar la arena por 10 minutos, escurrir el agua por sifón. Entonces proceder como en este párrafo. Si se añade hidróxido de sodio a arenas que contienen aglutinantes de cereal, es probable que se forme una gelatina que impida que los granos de arena se asienten en forma apropiada.

NOTA "B": Debe cuidarse de que el agua destilada sea neutral. El descuido de este punto ha resultado en errores al informar sobre el contenido de arcilla AFS.

NOTA "C": La temperatura del agua afecta su viscosidad, y consecuentemente, la cantidad de sustancia arcillosa AFS que permanece en suspensión y es eliminada por sifón durante la operación de lavado. Como ilustración, se ha calculado que una partícula de 20.04 micras de diámetro descenderá 25.4 mm. en un minuto en agua a 26.7°C, mientras que una partícula de 21.42 micras de diámetro descenderá a la misma velocidad en agua a 21.1°C.

Con algunas arenas, la arcilla AFS en suspensión puede tener muchos granos flocculados que contienen pequeñas partículas de arena. Estos granos tienden a asentarse hacia la parte inferior de la zona de asentamiento de 127 mm. y sólo deben re-

moverse por sifón las partes superiores libres de tales granos.

Agitar durante cinco minutos. Ciertas arenas pueden requerir mayor tiempo de agitación para librar la arcilla y otros materiales de los granos de arena en forma apropiada. La remoción incompleta de la arcilla puede verificarse por medio del microscopio.

Lavar la arena adherida al agitador hacia adentro del tarro y llenar éste con agua destilada hasta un nivel de 152 mm. sobre el fondo del tarro. Dejar asentar por -- 10 minutos y entonces eliminar el agua por sifón hasta una profundidad de 127 mm. debajo del nivel que había alcanzado dejando una profundidad mínima de 25.4 mm. de agua en el fondo del tarro.

Añadir agua destilada, llenando de nuevo el tarro hasta 152 mm. y agitando el sedimento depositado en el fondo. Después de asentar por segunda vez durante 10 minutos, remover de nuevo 127 mm. por sifón. Añadir agua otra vez, llenando -- hasta 152 mm. y agitando el sedimento -- del fondo. Después de asentar durante cinco minutos, extraer por sifón 127 mm. de agua. Repetir el proceso de los cinco minutos de asentamiento y extracción por sifón hasta que el agua esté clara hasta una profundidad de 127 mm. al final del período de cinco minutos. Por este método, el material que no se asienta a la velocidad de 25.4 mm/min, es separado de los granos. Este material se define como arcilla AFS, la cual incluye granos de 20 micras o menos en diámetro.

moveirse por sifón las partes superiores libres de tales granos.

Agitar durante cinco minutos. Ciertas arenas pueden requerir mayor tiempo de agitación para librar la arcilla y otros materiales de los granos de arena en forma apropiada. La remoción incompleta de la arcilla puede verificarse por medio del microscopio.

Lavar la arena adherida al agitador hacia adentro del tarro y llenar éste con agua destilada hasta un nivel de 152 mm. sobre el fondo del tarro. Dejar asentar por -- 10 minutos y entonces eliminar el agua por sifón hasta una profundidad de 127 mm. debajo del nivel que había alcanzado dejando una profundidad mínima de 25.4 mm. de agua en el fondo del tarro.

Añadir agua destilada, llenando de nuevo el tarro hasta 152 mm. y agitando el sedimento depositado en el fondo. Después de asentar por segunda vez durante 10 minutos, remover de nuevo 127 mm. por sifón. Añadir agua otra vez, llenando -- hasta 152 mm. y agitando el sedimento -- del fondo. Después de asentar durante cinco minutos, extraer por sifón 127 mm. de agua. Repetir el proceso de los cinco minutos de asentamiento y extracción por sifón hasta que el agua esté clara hasta una profundidad de 127 mm. al final del período de cinco minutos. Por este método, el material que no se asienta a la velocidad de 25.4 mm/min, es separado de los granos. Este material se define como arcilla AFS, la cual incluye granos de 20 micras o menos en diámetro.

Secar y pesar los granos restantes. La diferencia entre el peso de los granos secos y el de la muestra original de 50 gramos representa la arcilla AFS.

- Norma para graficar ensayos granulométricos.

La curva de frecuencia del tamaño, en la cual se grafica el porcentaje retenido en cada tamíz, los puntos de la curva -- acumulativa, que muestran el porcentaje de partículas mayores que el tamaño del tamíz representado por este punto.

Si hay tamices defectuosos, éstos se --- harán evidentes por una quebradura en el mismo punto de la curva cuando se tami-- cen diferentes muestras de la misma arena.

- Número de finura de grano.

El número de finura de grano de una arena es aproximadamente el número de mallas - por pulgada del tamíz que justamente dejaría pasar la muestra si sus granos fue sen de tamaño uniforme; es decir, el pro medio/tamaño de los granos de la muestra es aproximadamente proporcional al área de superficie por unidad de peso de una arena exenta de arcilla.

Expresar el peso de los granos de diversos tamaños como porcentajes de la muestra original de 50 gramos. Multiplicar - los resultados así obtenidos para cada - tamíz por los factores denominados "Multiplicadores", añadir los productos de - tales multiplicaciones para obtener el - producto total. Dividir el producto to-- tal por la suma de los porcentajes de --

grano obtenidos según se indica. El resultado es el número de finura de grano AFS.

Lo que nos dice el número de finura de grano. El número de grano es un método rápido para establecer el tamaño de grano promedio de una arena dada, y también es de valor al comparar los grados de arena de un depósito dado o de depósitos que tengan una distribución de grano parecida, o como ayuda para controlar arenas de montón o sistema en la fundición.

Desafortunadamente, el número de finura de grano no proporciona mayor información en cuanto a la distribución de los tamaños de grano. Por tanto, dos arenas pueden tener el mismo número de finura pero diferir ampliamente en su distribución y permeabilidad base.

- Equipo para determinar la finura de arenas para fundición.

Este incluye equipo para el lavado de la arena con el propósito de remover la arcilla AFS y equipo para tamizarla después de haberse eliminado tal arcilla y la arena se ha secado.

Instrumento de agitación. Si la arcilla ha de removerse por el método de agitación, un equipo de agitación con desviadores verticales debe usarse o dentro de un tarro de aproximadamente un litro o dentro de un frasco picudo o recipiente con fondo de metal separable, tal como una botella lavadora. Un frasco alto de boca ancha de "pyrex" o vidrio refractario tiene la ventaja de que se puede calentar en una estufa secadora sin rom-

perse.

Para ensayos de arena se fabrica un agitador eléctrico y un tipo de botella lavadora de diseños especiales.

II.5 Métodos para determinar la humedad en mezclas de arena.

- Método norma.

Este método es aplicable a todas las mezclas de arena, excepto las que contengan material volátil (excepción del agua) -- y/o materiales oxidables. Para tales --- muestras de arena se puede emplear el método por carburo de calcio.

El contenido de humedad de una mezcla de arena se determina secando una muestra - húmeda a entre 104 y 110°C hasta peso -- constante en una estufa calentada uniformemente, enfriándola a la temperatura -- ambiente en un secador y volviendo a pesarla en una balanza con una sensibilidad de + 20 mg. (Se estipula una temperatura de entre 104 y 110°C porque a temperaturas más elevadas se puede eliminar el agua combinada químicamente).

- Método por aire caliente forzado.

Un método de tal tipo utiliza un dispositivo que puede emplearse para dirigir -- aire caliente a través de una muestra de arena hasta que la humedad en la muestra se evapora completamente. La cantidad - de humedad perdida durante la operación se determina pesando la muestra (normalmente a la temperatura ambiente) antes - y después de dirigir el aire caliente a

través de la misma. El contenido en -- humedad se calcula entonces como porcen -- taje utilizando el peso de humedad per -- dido y el peso original de la muestra.

Las partes principales de este aparato son un ventilador con motor, un elemen -- to calefactor eléctrico construido den -- tro de un tubo vertical y una charola -- cuyo fondo está hecho de tela metálica para filtro de 500 mallas. Estas partes se arman como unidad y se montan sobre un pedestal fundido de tal manera que -- el ventilador pueda tomar aire, lo pue -- da pasar a través del tubo vertical y -- sobre los elementos calefactores que ca -- lientan el aire de admisión a 110°C y -- entonces pueda dirigir el aire caliente a través de la muestra que se mantiene -- en la charola sobre la base del tubo -- vertical. Algunos dispositivos de este tipo están equipados con termostatos -- para el control de la temperatura y con termómetros para que ésta se pueda leer y controlar al valor deseado.

El peso de la muestra se debe determi -- nar con precisión antes y después del -- secado. El contenido en humedad debe -- expresarse dentro del 0.1 del uno por -- ciento. Si no se utiliza un secador, la muestra seca se debe pesar inmediatamen -- te después del secado para eliminar la posibilidad de que absorba agua.

La muestra de la mezcla de arena debe extenderse sobre la charola en una capa delgada para facilitar el secado y para que rinda resultados consistentes a un tiempo de secado establecido. La unidad debe funcionar durante suficiente tiem --

po para secar la arena a un peso constante y para asegurar que toda la humedad en la arena ha sido evaporada.

Después del cada ensayo la charola debe volcarse para eliminar la arena. No debe golpearse contra una mesa para limpiarla de arena, pues ésto aflojará el arillo de sello y permitirá el escape de arena durante el ciclo de secado. -- Puede utilizarse una brocha suave para quitar la arena adherida a la charola - y soplar aire comprimido a baja presión contra la tela filtro para remover las partículas que no se pudieron eliminar por cepillo.

Periodicamente, es conveniente limpiar las charolas con tetracloruro de carbono y volverlas a pesar.

Método para lámpara infrarroja.

Este método utiliza una lámpara infrarroja como fuente de calor para evaporar la humedad de la muestra de arena. - Una muestra representativa de la arena u otro material se coloca sobre el platillo de la escala para balancear el -- sistema de pesada, según indica la aguja con el cuadrante ajustado a cero, pesando así en forma automática 50 gramos exactamente. El calor suministrado por la lámpara infrarroja evapora la humedad. Entonces se hace girar la aguja -- hasta que se logra de nuevo el balance del sistema; el porcentaje de humedad - se lee directamente sobre el cuadrante en el punto índice.

Las partes principales de este aparato

son una lámpara de calor, una balanza de torsión, un platillo para la banza y un cuadrante calibrado. Estas partes se arman como unidad dentro de una armadura en tal forma que el bulbo térmico -- pueda colgar sobre el platillo que está montado sobre la balanza de torsión. Según se evapora la humedad, el cuadrante calibrado indica la pérdida de balance como contenido en humedad.

Precauciones. La muestra de la mezcla de arena debe extenderse sobre el platillo de la balanza en una capa delgada para facilitar el secado y para que rinda resultados consistentes a un intervalo de tiempo de secado establecido.

La lámpara infrarroja debe funcionar por un período de tiempo suficiente para secar la arena a peso constante y asegurar que toda la humedad en la arena ha sido evaporada. Un intervalo de tiempo en minutos aproximadamente equivalente al porcentaje de humedad en la arena es una guía satisfactoria. Antes de retirar la muestra del probador, colocar el botón de inmovilización en la posición superior. Esto debe hacerse siempre que el probador no esté en uso para proteger la balanza de torsión.

II.6 Permeabilidad de Arenas.

La permeabilidad se define como la propiedad física de la moldeada de una mezcla de arena que permita el paso de gas a través de la misma. Se determina por la cantidad de aire que puede pasar a través de la muestra cilíndrica de norma AFS (50.8 mm x 50.8 mm)

bajo una presión también normalizada.

- Norma para determinar la permeabilidad.

La permeabilidad se determina por la velocidad del flujo de aire bajo presión normal a través de la probeta de ensayo cilíndrica de norma AFS.

Las probetas deben prepararse con el mayor cuidado para asegurar resultados fidedignos. Para el ensayo de norma bajo cronómetro, se emplea un instrumento. - Este instrumento tiene un tambor flotante grabado en la superficie exterior -- con marcas calibradas de 0, 1000 y 2000 cc., que suministra 2000 cc. de aire bajó una presión de 10 gramos/cm² cuando él tambor se mueve desde la marca de calibración 0 hasta la de 2000.

De la muestra de arena obtenida, como - se describe en "Métodos para muestrear Arenas y Archillas" y se prepara de -- acuerdo con lo expuesto en "Preparación de Mezclas de Arena para el Ensayo", - pesar una cantidad suficiente para pro- ducir una probeta de ensayo cilíndrica de norma AFS y apisonar como se indica en la segunda referencia anterior. Con la probeta en el extremo superior del tubo portaprobeta, colocar el tubo en el pocillo de mercurio en tanto se mantiene el tambor suspendido sobre el -- agua.

Entonces, dejar asentar el tambor en - el agua y abrir la válvula que permite que el aire que está dentro del tambor pase a través de la probeta. Con un cro- nómetro, medir el tiempo requerido pa-

ra que una cantidad exacta de 2000 cc. - de aire pase a través de la probeta y - registrar el tiempo medido como dato. - Deben hacerse las correcciones adecuadas al calcular el valor de la permeabilidad. Mientras el aire pasa a través - de la probeta y tan pronto la presión - indicada en el manómetro y registrarla en gramos por centímetro cuadrado.

La permeabilidad se expresa como el volumen de aire en centímetros cúbicos -- que pasa por minuto, bajo una presión - de un gramo/cm², a través de una probeta de un centímetro cuadrado de superficie transversal y un centímetro de altura.

- Métodos rutinarios para medir la permeabilidad.

- Métodos de Control (Fuera de Norma), utilizando un medidor de permeabilidad de lectura directa.

Existe un medidor de permeabilidad - de lectura directa para la medición de la permeabilidad en verde y en seco de arenas para fundición, machos, pinturas y materiales de recubrimiento, refractarios y otras sustancias porosas. Se pueden obtener entonces lecturas directas de permeabilidad - equivalentes a la norma de la AFS en forma automática o por medio de un - cronómetro.

Un gasómetro se mantiene libre de --- fricción debido a un sello de agua - de 2.54 cm. de ancho en el cual flota el tambor del gasómetro. La presión de aire de 10 gramos/cm² es ---

constante y precisa en cualquier momento y a cualquier nivel del tambor. Un motor sincrónico impulsa la manecilla del reloj de permeabilidad. La cártula del reloj es de 15.24 cm. de diámetro, con escalas para lecturas directas de 2.6 a 500 de permeabilidad. Está provisto con una mira para que se puedan anotar con precisión las marcas de calibración que pasan sobre el tambor. La permeabilidad cronométrica norma puede determinarse utilizando la totalidad de los 2000 cc de aire.

- Método de Control (fuerza de norma), utilizando un medidor de permeabilidad eléctrico.

Este método utiliza orificios pero no agua ni mercurio. Un ventilador eléctrico proporciona la presión constante de 10 gramos/cm², caso omiso de fluctuación del voltaje. El cuadrante de lectura directa está calibrado tanto para el orificio grande como para el pequeño. La probeta se prepara como en los otros ensayos de permeabilidad, pero se sella al medidor por medio de un arosello.

II.7 Métodos para determinar la resistencia de mezclas de arena.

- Tipos de ensayos.

La resistencia de una mezcla de arena para fundición se puede determinar por medio de los ensayos de resistencia a la compresión, al corte o a la tracción.

Los factores que afectan la energía de compresión proporcionada y, por último la dureza de molde cambian de tiempo en tiempo en moldes apisonados en la fundición, las propiedades físicas de la arena pueden cambiar desde límites de operación seguros hasta una nueva serie de condiciones que no conducirán a la producción de piezas fundidas de buena calidad y libres de defectos.

Los tres tipos de ensayo (compresión, corte o tracción) se vienen utilizando para trabajos de control. Los ensayos de corte y tracción, sin embargo, podrían emplearse con mayor frecuencia, pero la correlación de estas propiedades de resistencia con las resistencias a la compresión sobre amplios niveles de dureza de molde indicarán con mayor exactitud la forma en que la arena reaccionará bajo las condiciones actuales en el taller.

- Norma para determinar la resistencia a la compresión en verde.

La resistencia a la compresión de una arena en verde es la resistencia máxima que una muestra es capaz de soportar cuando se la prepara, apisona y ensaya de acuerdo con el procedimiento norma.

La selección y preparación de muestras debe hacerse por los métodos indicados en "Métodos para muestrear arenas y arcillas" y "Preparación de mezclas de arena para el ensayo".

Debe de utilizarse una probeta de forma cilíndrica de 50.8 mm. de diámetro x --

50.8 mm. de altura.

Especificación del equipo.- El instrumento utilizado debe estar construido de tal manera que registre una carga creciente en forma continua hasta - que se produzca la rotura de la probeta.

Arenas de baja resistencia.- Girar el volante hacia la izquierda hasta llegar al tope. Levantar el conjunto del tubo tanto como sea posible y apretar el tornillo de fijación. Extraer la probeta directamente sobre el poste extractor del instrumento de compresión y dejar que el tubo de la probeta permanezca en su lugar por debajo de la probeta durante el ensayo. Aflojar el tornillo de fijación y bajar el conjunto tubular hasta que el tubo descanse contra el tope del fondo. Apretar el tornillo de fijación para asegurar el conjunto tubular. Elevar el manguito de bola sobre el volante para que la barra calibrada caiga a cero.

Cargar la probeta haciendo girar el volante hacia la derecha a una velocidad de 16 ± 2 revoluciones en 15 segundos para el instrumento de 1.36 Kg. 6 ± 2 revoluciones en 10 segundos para el instrumento de 6.8 Kg. Cuando la probeta se quiebre, detener el giro del volante y leer la carga de rotura en kg/cm^2 o Lb/plg^2 sobre la barra calibrada y anotar la carga de rotura.

- Norma para determinar la resistencia al corte en verde.

La resistencia al corte en verde es la resistencia máxima al corte que puede desarrollar una mezcla de arena humedecida.

La selección y preparación de la muestra debe ajustarse a los métodos mencionados anteriormente. Después de llenar el tubo con la cantidad correcta de arena a probar, colocar el conjunto bajo el pisón y proceder con el apisonado.

Debe emplearse una probeta de arena en forma cilíndrica de 50.8 mm. de diámetro x 50.8 mm. de largo.

Especificaciones para el equipo de ensayo.- El ensayo al corte se hará sobre la probeta de ensayo norma, después de haberse retirado del tubo formador, por la aplicación uniforme de una carga a las dos mitades diametralmente opuestas de las dos superficies planas de la probeta a razón de 1.69 ± 0.35 kg/cm²/min., aplicándose la carga a lo largo del eje de la probeta.

La resistencia al corte debe expresarse como kilogramos por centímetro cuadrado a lo largo del eje de la probeta.

- Norma para determinar la resistencia a la tracción.

La resistencia a la tracción de una mezcla de arena de moldeo es la resistencia máxima que la mezcla es capaz de soportar cuando se la prepara, comprime y ensaya de acuerdo con los procedimientos norma. La "Resistencia a -

la tracción en verde", es la resistencia a la tracción de una mezcla de arena para fundición en condición humedecida. La "Resistencia a la tracción en seco" es la resistencia a la tracción de una mezcla de arena para fundición que ha sido secada a entre 104° y 110°C y enfriada a la temperatura ambiente de un secador.

Probeta de ensayo. El tubo portaprobeta para el ensayo a la tracción, tanto en verde como en seco, será un tubo bipartido diseñado para que la probeta pueda permanecer en el tubo durante el ensayo y para que las dos mitades del tubo se puedan separar fácilmente a aproximadamente el centro de la probeta cuando ésta falla.

Especificaciones para el equipo de ensayo. El ensayo de resistencia a la tracción uniforme a lo largo del eje de una probeta de ensayo norma. Lo siguiente es aplicable, de manera específica, a la resistencia a la tracción en verde.

- (1) La velocidad de la carga del instrumento de tracción no debe exceder 132 ± 44 gr/cm²/min.
- (2) El resultado de la resistencia a la tracción en verde debe expresarse en gramos por cm².

Lo siguiente se aplica, específicamente, a la resistencia a la tracción en seco.

- (1) La velocidad de la carga en el instrumento de tracción no debe exceder 1.00 ± 0.14 Kg/cm²/min.
- (2) Cuando el ensayo se aplica a mez-

clas de arena que no se han calentado sobre los 110°C en el uso corriente de la fundición, la probeta debe secarse en una estufa ventilada a una temperatura no menor de 104°C y no mayor de 110°C por dos horas o hasta que se haya secado.

- (3) Cuando el ensayo se aplica a mezclas de arena que han sido calentadas sobre los 110°C en el uso corriente de la fundición, la probeta debe hornearse en el tubo portaprobeta para la tracción a la misma temperatura que prevalece en la práctica de la fundición.

- Equipo para ensayos de resistencia.

Equipo de Ensayo para la resistencia a la compresión. Para efectuar el ensayo de resistencia a la compresión se dispone de dos tipos de instrumento -- (el de peso muerto y el de compresión por resorte).

Instrumento de peso muerto.- Este instrumento para el ensayo de probetas de arena tanto en verde como en seco. Consiste de un peso de péndulo y un brazo de empuje que oscilan sobre un eje montado en una base sólida. El peso de péndulo y el brazo de empuje están provistos con agujeros en los cuales se pueden insertar cabezas de compresión para sujetar la probeta durante el ensayo.

Un motor o volante de mano eleva el brazo de empuje a través de un arco, -

así forzando la probeta a levantar el peso de péndulo y aumentado la carga sobre la probeta hasta que ésta se -- quiebra. Cuando la probeta se quiebra el motor invierte su movimiento en -- forma automática y regresa el peso y el brazo de empuje a su posición inicial.

Una escala graduada, con unidades específicas para la probeta de 50.8 mm. y cuya forma se adapta al arco descrito por el peso de péndulo, está montada sobre el marco de la base. Un jinete magnético se desliza a lo largo de la escala, por delante del peso de péndulo en ascenso, hasta que la probeta se quiebra. El jinete permanece entonces en la posición más alta que ha alcanzado, indicando así la carga de rotura en tanto que el peso retorna a su posición inicial. Siempre leer la escala al borde izquierdo del jinete magnético.

Se proporcionan los medios para efectuar ensayos de resistencia de arenas tanto en verde como en seco por el uso de dos posiciones para las cabezas de compresión o las de corte. Esto provee dos zonas para la carga, la posición inferior alcanzando límites de 0 a 1.31 kg/cm² de resistencia a la compresión y de 0 a 1.03 kg/cm² de resistencia al corte, y la posición superior, cerca del eje del péndulo, alcanzando de 0 a 6.58 kg/cm² de resistencia a la compresión y de 0 a 5.16 kg/cm² de resistencia al corte.

Después de exceder la compresión máxima de 1.31 kg/cm² en la posición de ensayo inferior, la probeta y las cabezas de compresión simplemente se -- cambian a la posición de ensayo superior y la carga de rotura se lee entonces sobre la escala de compresión es seco. Como se sabe que el grado de --- aplicación de la cara tiene cierto --- efecto sobre los valores de resistencia obtenidos, quienes utilicen instrumentos accionados a mano deben tener - cuidado de mantener un grado de carga fijo y uniforme.

Instrumento de resorte. Un instrumento de compresión de tipo resorte, apropiado para determinar la resistencia a la compresión de mezclas de arena con valores hasta un máximo de 1.06 Kg/cm².- Dentro de una cubierta a prueba de polvo se encuentran un resorte de acero, - una tuerca corrediza y un vástago roscado. El vástago roscado se hace girar por medio de un volante manual que permite al operario comprimir el resorte aplicando así una carga a la probeta de arena colocada sobre un taburete - de poste extractor. La probeta de arena se separa del tubo portaprobeta sobre este taburante. El operario hace girar al volante a una velocidad de - 16 + 2 revoluciones en 10 segundos -- hasta que la probeta sequeiebra. La -- carga de rotura se lee sobre el vástago calibrado saliente.

- Equipo para el ensayo de resistencia al corte.

El equipo que se utiliza es el mismo que el que se emplea para determinar la resistencia a la compresión, descrito en "Instrumento de peso muerto", con una modificación. Se sustituyen las cabezas de compresión por las cabezas de corte. Estas tienen caras de discos semicirculares en lugar de caras de placas circulares. La escala para el corte en verde se lee cuando las cabezas de corte y la probeta de ensayo están en la posición inferior. La escala de corte en seco se lee cuando las cabezas de corte y la probeta de ensayo están en la posición superior, cerca del eje del péndulo.

- Equipo para el ensayo de resistencia a la tracción.

El equipo que se emplea para determinar la resistencia a la tracción de arenas para fundición es la máquina de carga con peso muerto descrita en "Instrumento de peso muerto", con la adición de un accesorio adaptado para determinar la resistencia a la tracción. El instrumento es apropiado para ensayar probetas tanto en verde como en seco. La probeta (de 50.8 mm. de diámetro x 50.8 mm. de altura) se apisona en un tubo bipartido diseñado para que la arena pueda permanecer en el tubo durante el ensayo y las dos mitades del tubo de la probeta se separen fácilmente ---

aproximadamente al centro de la probeta cuando ésta falla. La probeta apisonada y el tubo de la probeta se colocan en el sujetador del tubo, sostenidos firmemente por medio de dos tornillos de fijación.

Una cadena flexible conecta la parte superior del tubo de la probeta de ensayo y ejerce resistencia a la tracción sobre el tubo por medio de un enganche mecánico con el peso del péndulo según este último se eleva a través de un arco. Un jinete magnético es empujado a lo largo de la escala, montada sobre el marco de la base, y permanece en la posición más alta obtenida por el peso del péndulo, indicando así la carga de rotura.

Leer la escala de compresión en verde a la izquierda del borde del jinete magnético. Después que el brazo de empuje ha regresado a su posición cero, dejar que la porción rota de la probeta cuelgue sobre el aditamento de tracción. Leer el peso de la probeta rota sobre la escala de compresión en verde. Restar este peso del peso de la carga de rotura para obtener los gramos por centímetro cuadrado de resistencia a la tracción.

Este procedimiento se emplea para arenas que tienen una resistencia máxima de 82.2 gr/cm².

Para arenas con resistencia más --

elevada, el procedimiento de ensayo es el mismo que el descrito previamente, con excepción de que se usa un perno fulcro largo en vez de uno corto. Esta selección del perno fulcro se hace sobre la placa que conecta el peso del péndulo al enganche mecánico montado sobre el brazo de empuje. Cuando se utiliza el perno fulcro largo, leer la escala de compresión en seco en lugar de la compresión en verde. - Dividir la lectura entre diez y registrar como kilogramos por centímetros cuadrado de resistencia a la compresión.

II.8 Norma para determinar la dureza de la superficie en verde.

Descripción:

La dureza a la cual se apisona un molde afecta casi todas las propiedades físicas de la arena-resistencia en verde, deformación, tenacidad, permeabilidad, densidad, resistencia en caliente, expansión y concentración.

Definición.

La dureza de la superficie de un molde, según se la determina por este ensayo, es la resistencia que ofrece la superficie (de un molde de arena en verde) a la penetración de un indentador bajo carga.

Equipo y Especificaciones.

El instrumento para determinar este tipo de dureza debe medir la profundidad de pe-

netración de un indentador cuya carga sea aplicada a la superficie del molde a un ángulo de 90 grados.

El instrumento debe estar equipado con un dispositivo indicador que registre la penetración del indentador en milésimas de pulgada (0.001 plgs = 0.0254 mm).

Cada división de una milésima de pulgada sobre el cuadrante indicador es equivalente a una unidad de dureza de molde. El instrumento debe tener un enlace de dureza en verde de cero a 100.

El cero de dureza en verde corresponde a una penetración de 2.54 mm. (1/10 plg).

Procedimiento:

Para determinar la dureza de la superficie de un molde poner el vástago descargado en contacto con la superficie del molde, aplicar la carga al indentador, presionando firmemente, y leer la profundidad de penetración en el cuadrante. Este ensayo debe realizarse inmediatamente después de que se extrae la probeta del tubo o se separa el patrón del molde.

Tipos de Equipo.

El principio en que se basa la prueba para determinar la dureza de superficie en verde es parecida a la de la prueba de dureza Brinell mientras más blanda sea la superficie del molde, mayor será la penetración del indentador. Un cuadrante calibrado en milésimas de pulgada indica el grado de penetración del indentador. Una superficie que no ofrece resistencia al indentador tiene una lectura de cero; una -

que es capaz de resistir completamente - la penetración del indentador tiene una lectura de 100. Una dureza de 100 equivale a una dureza infinita.

Una carga de 237 gramos aplicada al indentador debe mover el indicador libremente a 100. Una carga de 100 gramos debe indicar 1.27 mm. (0.050 pulg) o una dureza de 50.

Una carga de no más de 20 gramos debe -- causar un movimiento de la manecilla del cuadrante indicador. Ambos instrumentos se verifican para la calibración presionándolos sobre una superficie tersa y -- dura, tal como una placa de vidrio, de -- manera que el instrumento indique una dureza de 100 cuando el indentador esté al ras con el marco del instrumento.

La ventaja que se obtiene con el uso del provador de durezas es la normalizar el grado de apisonado. La dureza puede ser regulada por un ajuste apropiado de la -- máquina y del proceso de moldeo. La dureza máxima a que se puede apisonar un molde puede determinarse por medio del provador de durezas de molde. Diferentes -- partes del mismo molde pueden variar en dureza, lo cual indica que existen variaciones en las propiedades de la arena.

Aumentos en la dureza de un Molde.

Mejoran el acabado de la pieza fundida, -- de dimensiones más precisas y reduce la -- penetración, los hundimientos y las hin--chazones. Una dureza de molde excesiva -- puede producir rajaduras, costras, sopladoras y porosidades. Debe seleccionarse la

dureza de molde que mejor se acomode a la arena, tipo de pieza y tipo de condición del metal.

Generalmente, las lecturas para determinar la dureza de superficies en verde son:

	Dureza.
Molde apisonado muy blando	20 - 40
Molde apisonado blando	40 - 50
Molde apisonado mediano	50 - 70
Molde apisonado duro	70 - 85
Molde apisonado muy duro.	85 - 100

III.- EQUIPO Y MATERIALES.

III.1 Equipo de Laboratorio.

El equipo que se utiliza en el laboratorio se rige por las especificaciones de construcción de A.F.S. (American Foundry Society). Este será adquirido a técnicos argostal, representantes de: Herry W. --- Dieter Co., fue hecho el pedido del catálogo 121. A continuación enlistamos el -- equipo con sus funciones principales y -- sus especificaciones:

a).- Probeta de presión No. de catálogo 315-9.

Está construido de Nitralloy para - resistir el uso continuo, oxidación y corrosión. Su diámetro interior -

es de 2.0" \pm 0.00 y con un pulido a espejo con terminación de 3 a 6 rms. Altura de 2.0" \pm 0.001 ésta probeta no tiene especificaciones a la permeabilidad y a los esfuerzos, ya -- que cederá a la alta permeabilidad y a bajos esfuerzos. A un pequeño grado de rugosidad en el borde causará apreciables cambios en esfuerzo y permeabilidad.

b).- Apisonador de Arena Núm. 315.

Está construido con especificaciones A.F.S., éste aparato es usado en muchas pruebas standard de A.F.S. incluyendo: Permeabilidad, compresión, esfuerzos a tensión, esfuerzos de compresión, esfuerzos de tracción y tensión en el núcleo. -- Además es utilizado para el análisis de las muestras, determinación de la fluidez de los materiales de fundición.

Especificaciones:

- Altura	25"
- Base	9" x 12"
- Peso Neto	53 Lbs.

c).- Permeámetro Universal Núm. 335-B.

Por medio de éste aparato, obtenemos la lectura directa en unidades A.F.S. de permeabilidad para las arenas de fundición, los corazones para la investigación de los materiales refractarios y de otras sustancias porosas.

Este aparato funciona de la siguiente

te manera, además se compone de un gasómetro, el cual se encuentra libre a la fricción debido a que se tiene una pulgada de ancho de agua (entre el gasómetro y el cilindro) en el cual el tambor del gasómetro flota. El cilindro proporciona 3 - (tres) puntos de alineamiento para colocar el tambor a la menor fricción.

El aire a presión constante causa a lo largo del cilindro proporcionando una presión de 10 gramos por centímetro cuadrado, totalmente sobre el espécimen.

Además, se compone de un reloj (motor) con motor sincrónico, manejándo se manualmente el reloj permeabilidad. El reloj está operado por un switch eléctrico, transmisión mecánica para el volumen seleccionado, de manera que la permeabilidad se lee directamente y se determina rápidamente y con un mínimo de atención.

La carátula del reloj tiene 6 (seis) pulgadas de diámetro, con escalas fácil de leer y con un rango de -- 2.6 a 500 de permeabilidad.

Especificaciones:

Base	14 1/4" x 14 1/4"
Potencia	115 ó 230 volts. 50/60 ciclos.
Altura	24"
Peso neto	50 Lbs.

d).- Máquina Universal Núm. 400

Este aparato es de construcción durable, la máquina consiste en tres partes muy importantes: Una base sólida, un péndulo de carga para un brazo de empuje. El péndulo oscila sobre el compartimento que está colocado sobre una flecha de acero al carbón.

Los accesorios están disponibles para la medición de esfuerzos de corte en verde y seco, la deformación que puedan sufrir y la medición de esfuerzos de tensión, tracción y transversales.

La medición de los esfuerzos de compresión en verde y en seco son precisas en las arenas para moldeo (fundición) en las arenas para coque, y en las arenas de barro. Estas mediciones son llevadas a cabo por medio de operación manual.

Capacidad:

- A.F.S. Corte en verde 15 PSI.
- A.F.S. Corte en seco. 73 PSI.
- A.F.S. Compresión en verde 18 PSI
- A.F.S. Compresión en seco 94 PSI

Especificaciones:

- Altura 20"
- Base: 20" x 8"
- Peso Neto: 185 Lbs.

e).- Tamíces para análisis granulométrico Núm. 530 y aparato Sifter.

La prueba para determinar el análisis

sis granulométrico de las arenas de moldeo y de corazones consiste de 11 tamíces según norma --- A.F.S., los tamíces que incluyen son los siguientes números: 6, - 12, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 140, 200 y 270, además de proporcionar se una tapa y una base.

Los tamíces son colocados de acuerdo al número de mallas para la finura que se desea obtener, - estos tamíces son puestos en una criba vibratoria o máquina RO-TAP estas máquinas operan con un movimiento giratorio uniformemente y lo hacen debido a que tienen - un motor de vida durable de 1/6 H.P. y con 900 R.P.M. al tener - éste tipo de movimiento hace que el grano pase cuidadosamente a - través de cada tamíz, obteniéndose se así la finura deseada.

Especificaciones.

Tamíces.

Altura	12"
Altura (c/u)	2"
Diámetro (c/u)	8"
Peso Neto	12 Lbs.

Aparato Sifter:

Altura total	43"
Motor:	115 ó 230 volts, 25, 50, 60 ciclos.

Peso Neto: 61 Lbs.

f).- Indicador de densidad Núm. 850A.

Proporciona un método rápido para

determinar el peso de la arena de -
moldeo o la mezcla de los corazones
en términos de libra por pie cúbico
La arena debe ser apisonada por el
procedimiento standar A.F.S. o por
un tubo con 2" de diámetro para ob-
tener los grados de dureza, el indi-
cador de densidad es también utili-
zado para estimar el peso correcto
de 2" de arena para la probeta.

Especificaciones:

Altura	7 1/2"
Longitud	10 1/2"
Peso Neto	1 lb.

g).- Probador de la dureza Núm. 416.

Este instrumento mide la profundi-
dad de penetración de un indentador
cuya carga sea aplicada a la super-
ficie del molde a un ángulo de 90°,
está equipado con una escala indica-
dora que registra la penetración del
indentador en milésimas de pulgada.
Tiene un alcance de dureza en verde
o de 100, o sea el cero de dureza en
verde corresponde a una penetración
de 2.54 (1/10 plg).

h).- Lámpara Infrarroja.

Las partes principales de este apar-
to son una lámpara de calor, un plati-
tillo para colocar la muestra. Estas
partes se arman como unidad dentro -
de una armadura en tal forma que el
bulbo térmico pueda colgar el plati-
llo.

Se deben observar ciertas precaucio-

nes para obtener resultados fidedignos. La muestra de las mezclas de arena debe ser representativa de la provisión total de la misma.

La lámpara infrarroja debe funcionar por un período de tiempo suficiente para secar la arena a peso constante y asegurar que toda la humedad en la arena ha sido evaporada. Un intervalo de tiempo en minutos aproximadamente equivalente al porcentaje de humedad en la arena es una guía satisfactoria.

i).- Mezclador de arena.

Máquina para la preparación de mezclas de arena en la que se aplican fuerzas cortantes por medio de ruedas para facilitar el recubrimiento de los granos de arena con el material aglutinante.

j).- Balanza.

Aparato para pesar muestras de arena con una sensibilidad de ± 20 mg.

III.2 Equipo que se comprará.

- Permeámetro Universal Núm. 335-B.
- Máquina Universal Núm. 400.
- Tamíces.
- Indicador de Densidad Núm. 850-A.
- Probador de Dureza Núm. 416.

Estos aparatos fueron comprados porque debido a que construirlos redituaba un alto costo, y además de no poder standarizar las pruebas que se llevaran a cabo en el laboratorio.

III.3 Equipo que se construirá.

- Probeta de presión.
- Apisonador para preparar probetas de arena.
- Lámpara infrarroja.
- Máquina crivadora o vibradora.

Estos equipos serán construidos de acuerdo a las normas A.F.S. que describimos en el capítulo II.

IV.- VISITAS A LABORATORIOS.

IV.1 Visita al Laboratorio del Instituto Politécnico Nacional.

Se realizó una visita al laboratorio de metalurgia del Instituto Politécnico Nacional en el que se desarrollan las pruebas para arenas indicadas a continuación:

- Resistencia al corte.
- Resistencia a la compresión.
- Permeabilidad.
- Contenido de humedad.
- Determinación del tamaño de grano.
- Refactoriedad de las arenas.
- Contenido de arcillas.
- Resistencia al corte.

Este tipo de prueba se lleva a efecto en la máquina universal. Se preparan probetas standard de 2" o por 2" de alto, se llevan a cabo en húmedo (verde) y en seco.

- Resistencia a la compresión.

Para éste tipo de prueba se emplea la misma máquina universal mencionada ante

riormente, así como probetas standard. Sólo cambiando los accesorios necesitados.

- Permeabilidad:

Para poder determinar la permeabilidad se determina mediante el permeámetro - de la manera siguiente: se mide el volumen de aire que pasa por la probeta por unidad de tiempo. La probeta empleada es de tipo standard.

- Contenido de humedad.

El contenido de humedad se determina - haciendo pasar aire caliente mediante una muestra pesada previamente, después de que ha sido secada la probeta, se pesa ésta y la diferencia en peso nos proporciona el % de humedad.

- Tamaño de grano.

El tamaño de grano se obtiene haciendo uso de un cribador de malla decreciente. Para esta prueba se deposita cierta cantidad de arena en el tamíz superior, que es el de malla más gruesa, - para que al ser accionado el cribador, la arena de grano más ligera pase al - segundo tamíz y así sucesivamente hasta el último tamíz que es el de malla más fina.

- Refracteriedad de las arenas.

Para poder obtener la refracteriedad - de arenas se emplea un horno de aproximadamente 1,600°C, donde se coloca la muestra previamente elaborada, en una nave durante una hora. Al horno antes

mencionado, se le conoce como Horno - Amalgamas.

- Contenido de arcillas.

Existen dos tipos de arcillas y son - las siguientes:

ACTIVA: Posee aglutinantes y no pierden sus propiedades.

INACTIVA (INHERENTE): Se le denomina de ésta manera después de que ha perdido las propiedades de cohesión.

En este laboratorio se usa equipo Americano (Harry W. Dietert), funciona exclusivamente para fines didácticos.

Consideramos que este laboratorio se encuentra completamente equipado.

IV.2

Visita a Básicos Siderúrgicos, S.A.

El día 6 de mayo de 1978 se visitó el laboratorio de control de arenas de Básicos Siderúrgicos. En este laboratorio se determinan las propiedades físicas de arenas para fundición como a continuación se describe:

- a).- Molino.
- b).- Pizómetro.

La probeta standar se prepara con una altura de 50 mm., ésta se obtiene aplicando 3 golpes con el apisonador.

- c).- Máquina Universal.

En esta máquina se determinan las - propiedades siguientes:

- Resistencia al corte.
- Resistencia a la compresión.
- Desmoldeo.

- Tracción.
- Flexión.
- Fluidez.

- d).- Parmeámetro.
La permeabilidad se determina hacien
do uso de este dispositivo.
- e).- Compactibilidad.
- f).- Secador infrarrojo.
- g).- Resistencia a la compresión a altas
temperaturas.
- h).- Granulometría.
- i).- Horno tubular.
El horno alcanza una temperatura de
1,600°C. La función del horno con-
siste en detectar el punto de fu---
sión de la arena considerada.
- j).- Estufa para secado de muestras.
Con esta estufa se secan las mues--
tras de arena y se logran temperatu
ras hasta de 240°C.
- k).- Resistencia a la tracción.
- l).- Para lavar la arena.
Se acepta 0.015% de arcilla como can
tidad máxima.
- m).- Funciones de las bentonitas.
- a).- Resistencia en verde (humedad)
En este tipo de resistencia en
verde la bentonita cálcica es
la empleada.
- b).- Alta resistencia en seco.
La bentonita sódica evita la
residencia y el desprendimien
to.

Consideramos que este laboratorio es uno de los más completos de México, y es -- utilizado en forma profesional o para investigación de la propia Compañía, utilizándose en éste equipo Europeo +GF+.

A continuación se muestra una forma donde se colocan todos los resultados obtenidos en las diferentes pruebas antes -- mencionadas, el cual nos sirve para hacer una comparación de los resultados y así -- determinar cuales son las mejores características para trabajar con la arena.

IV.3

Visita a Ford Motor Company, S.A.

El día 4 de junio de 1979, se realizó una visita al laboratorio de arenas de la planta de Ford en Cuautitlán, Edo. de México.

En este laboratorio se realizan todas las pruebas necesarias para el control de arenas según la A.F.S. y utilizando Equipo - Harry W. Dieter.

En realidad son dos laboratorios, uno que está junto a las mezcladoras de arena para el modeo, que es pequeño, en el cual -- hacen todas los ensayos para arena en verde.

El objeto que esté junto a las mezcladoras es que se hacen regularmente cada 1/2 hora todos los ensayos, para tener un mejor control y poder variar rápidamente el mezclado, y las características necesarias para éste tipo de fundición, esto es por la gran producción existente.

El otro laboratorio es mayor y se pueden hacer tanto pruebas para arena en verde, como para arena en seco (para corazones).

Se encuentra muy completo y bien distribuido.

A continuación presentamos las formas usadas en este laboratorio para relacionar los resultados de todos los ensayos, y -- así poder establecer si la arena con que se trabaja es la deseada.



CONTROL DE CALIDAD

Fecha: _____

Turno: _____

LABORATORIO DE ARENAS

Analista: _____

ARENA DE ACEITE

Hora	Máquina	Humedad	Densidad	Fluidez	Pemeabili.	Resist. com. en Verde	Resistencia a la tensión. Psi: 75' a 425°F

ARENA DE RESINA

Hora	Máquina	Tipo de Resina	% Resina	% Catalizador	Resistencia col. a la tensión.	Resistencia a la tensión. Psi: 30' a 425°F

Observaciones:

FECHA

FORD MOTOR COMPANY, S. A.
 LABORATORIO DE ARENAS FUNDICION
 REPORTE DE ANALISIS DE MALLAS

TIPO DE ARENA

GRANULOMETRIA

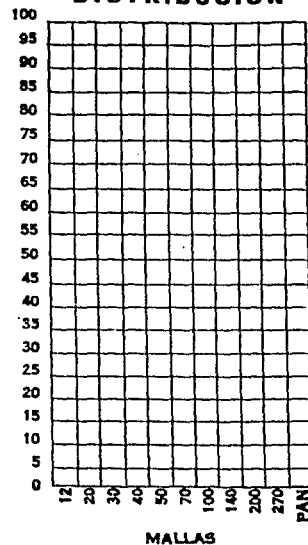
M	P	%	F	SUMA
6			3	
12			5	
20			10	
30			20	
40			30	
50			40	
70			50	
100			70	
140			100	
200			140	
270			200	
PAN			300	
TOTAL				

No. A. F. S.

Turno:

Probado por

DISTRIBUCION

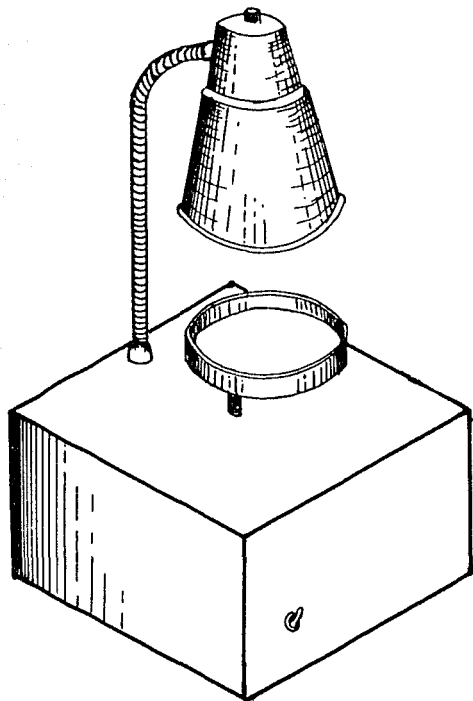


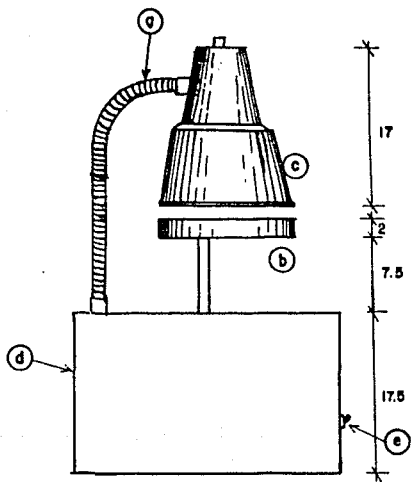
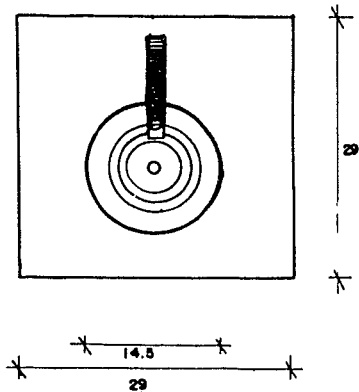
FORMA A 5

ORIGINAL

V. DISEÑO DEL EQUIPO.

Lampara Infrarroja



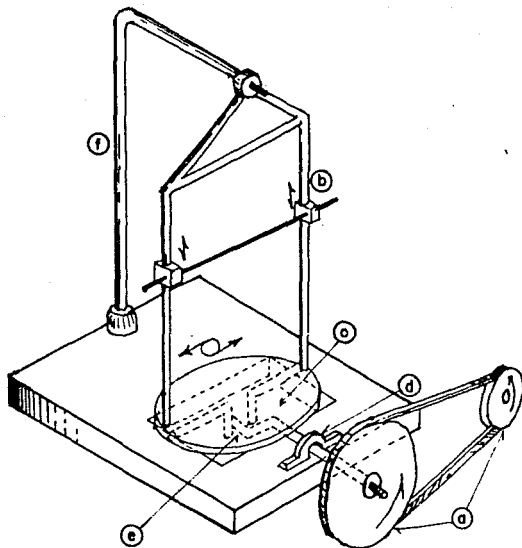


NOMENCLATURA.

- (a) conduit flexible
- (b) charola para muestra
- (c) pantalla
- (d) base
- (e) apagador monofaseo
110v 3 A

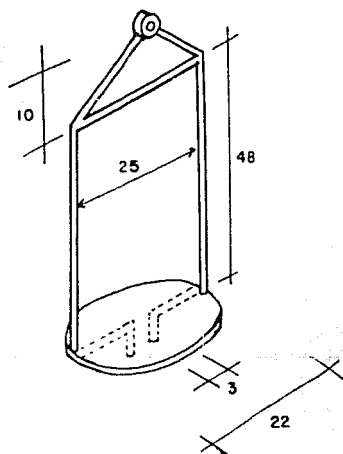
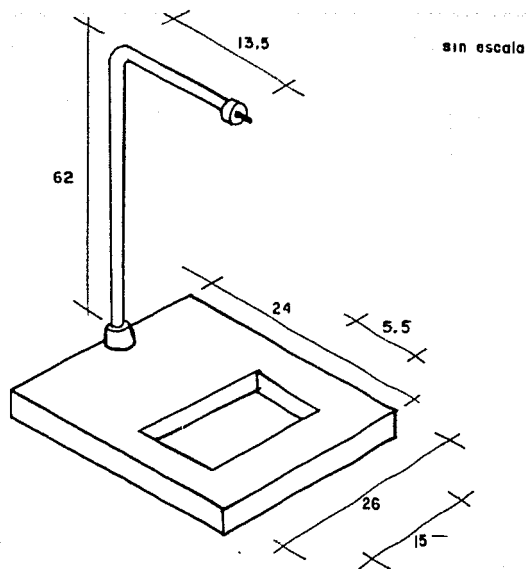
acotaciones en cm.

VIBRADOR DE. TAMICES



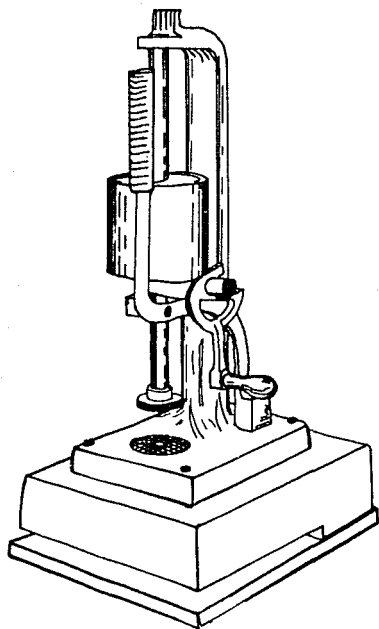
nomenclatura

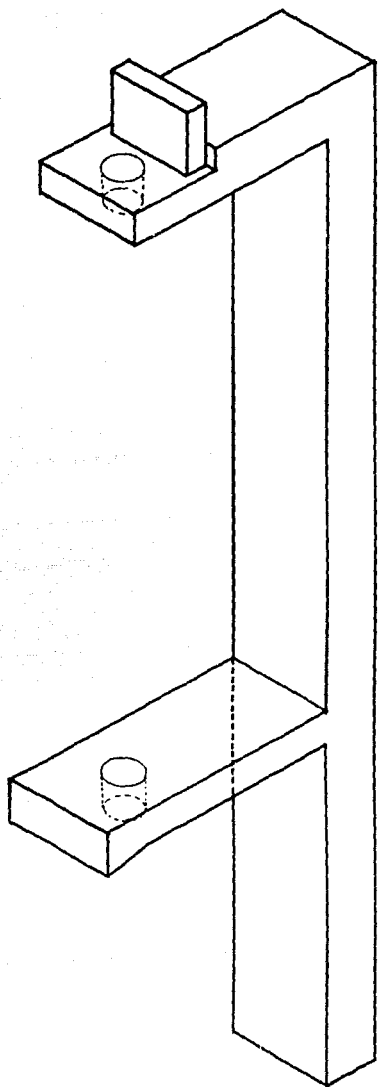
- (a) poleas
- (b) correa
- (c) base
- (d) chumacera
- (e) leva
- (f) soporte

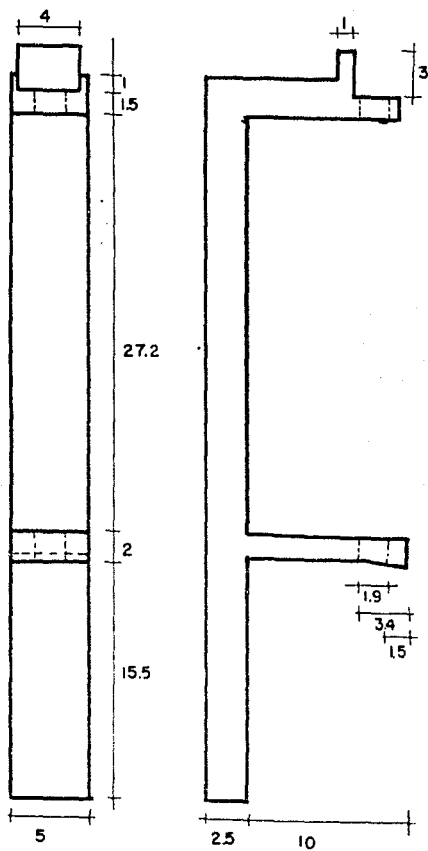


acotaciones en cm

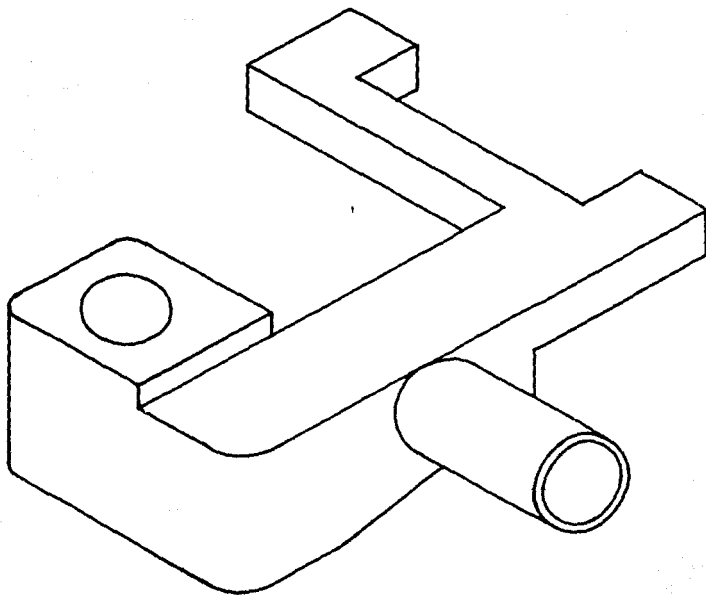
APISONADOR DE PROBETAS



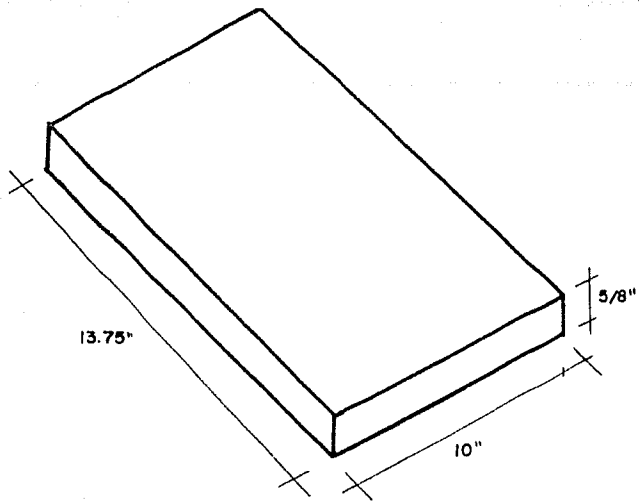




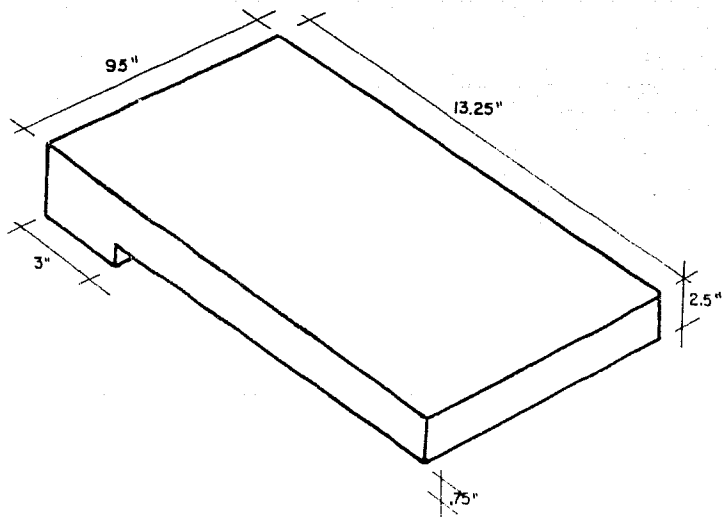
ESC. 1:30
 ACOT. cm



SOPORTE PARA LEVA

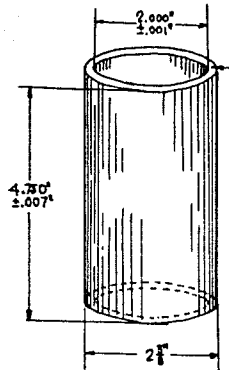


ACOT. PULG.



RECIPIENTE TUBULAR PARA COMPRIMIR

PROBETA NORMA



VI.1 Literatura.

La preparación de moldes para la fundición requiere de materiales que desarrollen propiedades de cohesión para resistir el empuje del material, plasticidad y resistencia para reproducir el moldeo de la pieza, deben ser retráctores, permeables para la evacuación de gases que se producen al vaciar el molde y además, deben de ser disgregables para que faciliten el desprendimiento de material de la superficie de la pieza. Estos materiales son las arenas sílicas para fundición.

Las arenas de fundición tienen origen común, la roca madre es el granito compuesto de feldespato, cuarzo y mica, el feldespato es un silicato doble de aluminio y potasio. El silicato de aluminio al hidratarse se convierte en arcilla, ésto ha dado origen a los depósitos de arena naturales, mientras que los silicatos de potasio se convierten en carbonatos.

Las arenas sílicas para la fundición se dividen en:

- 1) Arenas sílicas naturales.
- 2) Arenas sílicas sintéticas.

- 1) Las arenas sílicas naturales se clasifican de acuerdo a su contenido de arcilla.

Arenas arcillosas naturales con contenido de arcilla mayor a 18%.

Arenas Arcillosas naturales, con con
tenido de arcilla de 8 a 18%.

Arenas arcillosas naturales, con con
tenido de arcilla de 5 a 8%.

Arenas sílicas, con contenido de ar-
cilla menor a 5%.

- 2) Las arenas sintéticas son aquellas -
que se procesan por medios mecánicos
para eliminar el material inpalpable
y clasificarlas de acuerdo al tamaño
de grano, el uso de estas arenas se
ha incrementado debido a las ventajas
que presentan respecto a las arenas
naturales, tienen mayor uniformidad,
está exenta de material impalpable,
el glutinante se adiciona en cantidad
des previamente comprobadas, tienen
mayor permeabilidad y alta retracta-
riedad por su análisis químico que -
es de 98.5 a 99% de sílice (SiO₂).

Aglutinantes usados en fundición para la
preparación de mezclas de arena para mold
des y corazones.

Aglutinantes inorgánicos: Arcilla, ben-
tonita (sódica y cálsica), óxido de
hierro, cemento, silicatos de sodio
y harina sílice.

Aglutinantes orgánicos: Cereales, almi-
dones, harina de maíz, dextrina, mo-
gul, harina de madera, melazas, alquil
trán, resinas, aceites y carbón marin
o.

La función de los aglutinantes inorgáni-
cos y orgánicos es de recubrir la super-

ficie de los granos de arena para desarrollar las propiedades de cohesión y -- plasticidad requeridas en la preparación de moldes y corazones.

VI.2 Ensayos en arena.

En todos los ensayos se hace una evaluación de las propiedades de las mezclas de arena en forma normal y reproducible que permitan determinar las características de las mezclas. El ensayo de arenas para fundición, es predecir el comportamiento de una mezcla de arena durante la operación de fundición (colado). Los ensayos deben representar las condiciones de operación prácticas con que se trabaja en la fundición. Una relación constante de la calidad de la pieza fundida con las propiedades de la arena es base sólida para la formulación adecuada de la -- arena de moldeo.

Para que los resultados obtenidos sean -- comparables entre sí, las diversas pruebas deben realizarse según el método normal.

VI.3 Toma de la muestra.

La muestra de arena debe ser de 2 a 3 kilogramos y deben prepararse en un mezclador mecánico, porque las propiedades de adherencia de todas las arenas sintéticas no se desarrollan por otro tipo de -- mezclado, a continuación se menciona el procedimiento para preparar la muestra.

- Secado de la arena durante una hora a unos 110°C.
 - Mezclado en seco de la arena y el --- aglutinante en las debidas proporciones, en el mezclador antes descrito durante dos minutos.
- Luego se deja en reposo la mezcla durante otros dos minutos para que se - deposite el polvo.
- Se adiciona gradualmente agua, en --- treinta segundos, hasta obtener el -- grado de humedad requerido, mas un pe queño exceso de 0.3 a 1%.
 - Nuevo mezclado durante unos cinco minutos por lo menos.
 - Cribado de la mezcla con malla de 6 mm.
 - Retirar la arena tan rápido como sea posible a un recipiente hermetico con el objeto de que no se pierda humedad y los resultados de las pruebas sean representativos.

VI.4

Determinación del contenido de humedad por el método de lámpara infrarroja.

El método consiste en pesar una muestra de 50 gramos (con una balanza de sensibilidad de ± 20 mg) de la mezcla de arena preparada, se extiende perfectamente la charola, la cual se monta en la lámpara infrarroja y se deja secar entre una temperatura de 104 y 110°C, alrededor de 15 minutos, pero hasta que se evapore toda la humedad. Una vez seca la arena se procede a pesar con la balanza antes descrita, -- rápidamente para evitar que absorba hume-

dad del medio ambiente.

Como la humedad debe ser expresada como porcentaje damos un ejemplo de la forma de calcularla.

Ejemplo: Si una muestra de 50 gramos de arena húmeda pesa 47.5 gramos, después de secarla, el porcentaje de humedad será:

$$\frac{(50 - 47.5) \times 100}{50} = \frac{250}{50} = 5\% \text{ de humedad}$$

VI.5 Preparación de la probeta norma.

Pesar una cantidad suficiente de arena -- humedecida (alrededor de 150 a 190 g) de la muestra para formar cuando se apisona una columna de 50.8 mm. de altura, colocar la arena cuidadosamente en el recipiente -- tabular para comprimir probetas que descansan sobre el pedestal del tubo. Colocar el pedestal y el tubo de la probeta con la -- arena en posición bajo el pisón, teniendo cuidado de tener el tubo en posición bajo el pisón, teniendo cuidado de tener el tubo en posición vertical para no estorbar con la arena suelta en el tubo.

Bajar suavemente la cabeza del pisón dentro del recipiente tubular de la probeta -- hasta que lo sostenga la arena, levantar lentamente el peso del pisón, a mano o por excéntrico hasta la altura completa de -- 50.8 mm. y entonces dejarlo caer, repetir ésto dos veces, haciendo un total de 3 golpes; un levantamiento rápido y descuidado

del peso puede ocasionar que éste golpee contra el anillo de la varilla del pisón - levantando a este último y por lo tanto -- causando la caída del peso por más de --- 50.8 mm.

Se saca el fondo del recipiente tabular y se extrae la probeta con la ayuda de un - extractor cilíndrico, poniendo especial - cuidado en la operación para no exponerse a romper dicha probeta.

La probeta norma se utiliza para ensayos de permeabilidad, resistencia al corte y compresión. La importancia de seguir el procedimiento anterior es con el objeto de -- obtener resultados fidedignos en los ensayos que se hagan.

VI.6

Determinación de Permeabilidad, Norma.

La permeabilidad se determina por la velocidad del flujo de aire bajo presión normal a través de la probeta de ensayo cilíndrica de norma

Para calcular la permeabilidad, primero se prepara la probeta norma con el mayor cuidado.

La permeabilidad se expresa como el volumen de aire en centímetros cúbicos, que pasa - por un minuto bajo presión de un gramo/cm², a través de una probeta de un centímetro - cuadrado de superficie transversal y un - centímetro de altura. Por lo tanto el volumen de aire que atraviesa la probeta es directamente proporcional al índice o número de permeabilidad a la presión, a la sección

transversal y al tiempo "t" y es inversamente proporcional a la altura "h", por consiguiente podemos describir:

$$V = P \frac{P \times a \times t}{h} \quad P = \frac{V \times h}{P \times a \times t}$$

Donde:

P = Número de permeabilidad.

V = Volúmen de aire que pasa a través de la probeta en CC.

h = Altura de la probeta en centímetros.

p = Presión del aire en gramos por cm².

a = Superficie transversal de la probeta en cm².

t = Tiempo en minutos.

Puesto que el método norma requiere que se hagan pasar 2000 CC. de aire a través de una probeta de 50.8 x 50.8 y 20.268 cm². de superficie, sustituyendo valores, la fórmula queda:

$$P = \frac{501.2}{\text{gramos/cm}^2 \times \text{presión} \times \text{minuto.}}$$

Y si el tiempo se toma en segundos.

$$P = \frac{30072}{\text{gramos/cm}^2 \times \text{presión} \times \text{segundos}}$$

En nuestro caso utilizaremos un aparato de lectura directa tipo DIETERT.

VI.7

Determinación de la finura de arena.

VI.7.1 Determinación del contenido de arcilla.

Para la determinación rápida y aproximada de las sustancias arcillosas y del cuerpo, se introducen 50 g. de tierra con un exceso de -

agua en una probeta graduada, se -
agita y se deja luego en reposo, -
con lo que se separan el cuarzo y
la arcilla.

En el fondo se depositan primera--
mente los granos más gruesos de --
cuarzo y sobre éstos los más peque
ños.

Sobre el cuarzo se recoge la arci-
lla y sobre ésta el agua. Estando
la probeta graduada, la proporción
de uno y otro elementos se obtie--
ne por lectura.

Con este procedimiento no se llega
a una separación completa de la ar-
cilla y el cuarzo, por lo que cuan-
do se pretende un análisis más exac-
to hay que recurrir a otros métodos.

Las sustancias arcillosas están for-
madas por partículas pequeñísimas,
menores de 0.02 mm., por lo que só-
lo pueden separarse completamente -
del cuarzo con el procedimiento de
sedimentación por vía húmeda.

Este procedimiento consta de dos -
fases:

- Desprendimiento de las partícu-
las impalpables adheridas a los
granos de cuarzo.
- Separación del cuarzo y arcilla
por sedimentación.

La prueba se realiza sobre 50 g. -
de tierra seca, que se colocan en
un aparato lixivador, formado por
un vaso de vidrio y un agitador --

vertical movido eléctricamente.

Se procede de la siguiente forma:

- Se vierten en el vaso 475 cm³. de agua destilada y 25 cm³ de una solución de hidrato sódico obtenida disolviendo 30 cm³ de NaOH en 1000 cm³ de agua destilada; esta solución tiene por objeto impedir que las pequeñas partículas de arcilla se apelotonen formando granos más gruesos, que se depositarían rápidamente. Si la tierra había sido aglomerada anteriormente con productos a base de cereales o dextrina, hay que lavarla con agua destilada antes de añadir la solución.
- Se agita durante cinco minutos.
- Se añade agua destilada hasta una altura de 150 mm. y se sigue agitando.
- Se deja reposar durante diez minutos.
- Se extraen, por medio de un sifón 125 mm. de líquido.
- Se añade agua destilada hasta restablecer el nivel de 150 mm.
- Se agita nuevamente durante cinco minutos:
- Se deja en reposo cinco minutos exactos.
- Se extraen con el sifón 125 mm. de líquido.

Se repiten las cuatro últimas operaciones hasta que el líquido, después de cinco minutos de reposo, -

quede limpio en una zona de 125 mm. por debajo del nivel máximo.

Llegado este momento, han quedado - eliminadas la arcilla y las sustancias impalpables que precipitan con velocidad inferior a $125: 5 = 25$ mm/minuto, o sea aquellas cuyas partículas son inferiores a 0.02 mm; las partículas más grandes tienen una - velocidad de sedimentación mayor de 25 mm/minuto, y por consiguiente -- quedan en el fondo.

Se recoge el material que se ha que dado en el vaso, que prácticamente son los granos de cuarzo, se seca - a unos 110°C y se pesa.

Puesto que el peso de la tierra era de 50 g. si indicamos en A el peso de las sustancias arcillosas y con Q el de cuarzo, tendremos:

$$A\% = \frac{50 - Q}{50} = 100 - 2(50 - Q).$$

Se repiten las cuatro últimas operaciones hasta que el líquido después de cinco minutos de reposo, aparece claro en una zona de 125 mm. por debajo de su nivel.

VI.7.2 Determinación del Análisis Granulométrico.

La finura de una arena se define por el - tamaño de los granos de cuarzo, que a su vez se determina mediante un análisis gra nulométrico del residuo que ha quedado - después de la eliminación de arcilla.

El análisis granulométrico consiste en se parar los granos de distintos tamaños, -- haciéndolos pasar por una serie de tamí-- ces cada vez más finos y pesar luego la -

cantidad retenida en cada tamíz.

Los tamices van dispuestos unos so
bre otros, formando columna y se -
apoyan sobre un aparato vibrador.

El procedimiento es el siguiente:

- Se coloca la muestra sobre el --
primer tamiz, y se hace funcionar
la máquina durante 15 minutos.
- Se pesan las cantidades reteni--
das por cada tamíz, y la que ha
llegado al fondo.
- Se calcula el porcentaje de cuarz
o retenido por cada tamíz, refer
ido al peso inicial de 50 gra--
mos:

$$P\% = \frac{P.}{50} \times 100$$

- Se multiplica cada uno de estos
valores por el multiplicador --
norma correspondiente, y se ha-
ce la suma de peso en porcenta-
jes, por lo tanto:

Número de finura	=	Producto to- tal
de grano		<u> </u>
		Porcentaje to- tal de grano retenido.

Ejemplo: Tamaño de la muestra 50 --
gramos: contenido de arcilla 5.9 gramos ó 11.8%
6 gramos de arena 44.1 gra-
mos ó 88.2%.

NUM. EQUIVALENTE DE LA SERIE E.U.A.	CANTIDAD DE LA MUESTRA DE 50 GRAMOS RETENI- DA EN EL TAMIZ		MULTIPLICADOR	PRODUCTO
	GRAMOS	POR CIENTO		
6	0	0.0	3	0
12	0	0.0	5	0
20	0	0.0	10	0
30	0	0.0	20	0
40	0.20	0.4	30	12
50	0.65	1.3	40	52
70	1.20	2.4	50	120
100	2.25	4.5	70	315
140	8.55	17.1	100	1710
200	11.05	22.1	140	3094
270	10.90	21.8	200	4360
Charola	9.30	18.6	300	5580
TOTAL	44.10	88.20		15243

Número de finura de grano:

$$\frac{15243}{88.2} = \underline{173}$$

Para dar una idea más clara de la distribución del tamaño de grano, se pueden graficar los resultados:

FECHA

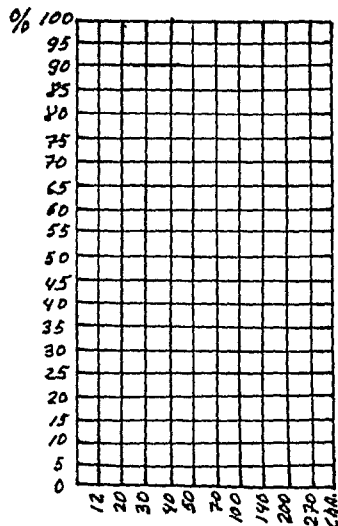
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE ARENAS
ANALISIS GRAVIMETRICO.

TIPO DE ARENA.

GRAVIMETRIA

MAJLA E.U.A	PESO	%	Factor	Producto
6			3	
12			5	
20			10	
30			20	
40			30	
50			40	
70			50	
100			70	
140			100	
200			140	
270			200	
Charola			300	
Total				

No. A.F.S.



CURVA FRECUENCIA DEL TAMAÑO

VI.8 Determinación de Resistencias.

La resistencia de una mezcla de arena para fundición se puede determinar por medio de ensayos de compresión y corte en verde y en seco. La resistencia a la compresión y al corte en verde es la resistencia máxima que una muestra es capaz de soportar cuando se aplica una carga creciente en forma continua hasta que se produzca la rotura por la presión aplicada en Lb/pul^2 , a las 2 mitades diametralmente opuestas a las dos superficies planas de la probeta. La máquina Universal consta de un péndulo y un brazo de empuje accionados por un motor y oscilan sobre un eje montado en una base sólida provistos de agujeros en los cuales se pueden insertar cabezas de compresión y de corte para sujetar la probeta durante el ensayo. Al elevarse el brazo de empuje a través de un arco forzando la probeta a levantar el peso del péndulo aumenta la carga sobre la probeta hasta romperla, en ese momento el motor invierte su movimiento en forma automática regresando el péndulo y brazo de empuje a su posición inicial. En la escala graduada en Lb/pulg^2 , el jinete magnético permanece fijo al romperse la probeta indicando la resistencia obtenida en el ensayo.

En la posición inferior se determina la resistencia a la compresión en verde y en seco, en la posición superior se determina la resistencia al corte en verde y en seco.

VI.9 Determinación de la Dureza.

La dureza de la superficie de un molde o probeta, - se determina por medio del probador de dureza (durómetro) con graduaciones en la carátula de 0 a -- 100 milésimas de pulgada, con subdivisiones de una milésima, se pone el vástago en contacto con la su perficie de la probeta. Aplicar la carga al indentador presionado firmemente y leer la profundidad de penetración en la carátula, el ensayo debe realizarse inmediatamente que se extrae la probeta -- del tubo.

- Un molde apisonado con una dureza de 40 a 50 es blando.
- Un molde apisonado con una dureza de 50 a 70 es mediano.
- Un molde apisonado con una dureza de 70 a 75 es duro.
- Un molde apisonado con una dureza de 85 a 100 es muy duro.

B I B L I O G R A F I A

TECNOLOGIA DE LA FUNDICION, por D. Lucchesi.

MANUAL DE ARENAS PARA FUNDICION, por A.F.S

BENTONITAS SODICA Y CALCICA, por Básicos Siderúrgicos S.A.

CATALOGO Núm. 121 de Harry W. Dietert Co.