

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

NORMAS PARA LOS CEMENTOS PARA ALBAÑILERIA<sup>(1)</sup>

(Standard Specifications for Masonry Cement)

Referencia de la A.S.T.M.: C 91 - 51

Normas adoptadas en 1940 y revisadas en 1948, 1949 y 1951<sup>(2)</sup>.

Estas Normas de la Asociación Americana para el Ensayo de Materiales se publican con la referencia fija C 91; el número final indica el año de su adopción como Normas o, en caso de revisiones, el año de la última.

- - -

Campo de aplicación

1. Estas Normas son aplicables a los dos tipos de cementos para albañilería siguientes:

Tipo I.- Este tipo de cemento para albañilería se emplea en las obras de albañilería en general.

Tipo II.- Este tipo de cemento para albañilería se emplea cuando se requiere una elevada resistencia.

Tiempo de fraguado

2. La pasta pura de cemento, amasada hasta conseguirse

---

(1) De acuerdo con el sistema normalizador de la Asociación, estas Normas se encuentran bajo la jurisdicción de la Comisión C-1, sobre cementos, de la A.S.T.M.

(2) Anteriormente a su adopción como Normas, estas especificaciones se publicaron en calidad de Propuesta desde 1932 hasta 1940, siendo revisadas en 1938 y 1940. La revisión publicada en 1944 en forma de Propuesta separada, se adoptó en 1948.

la consistencia normal, no comenzará a fraguar antes de los 60 minutos, como se determinará con ayuda de la aguja de Gillmore. El final del fraguado deberá tener lugar antes de las 24 horas.

#### Estabilidad

3. Una torta de pasta pura de cemento deberá permanecer sólida y dura, y no mostrar signo alguno de deformación, agrietamiento o desintegración en el ensayo de la estabilidad con vapor.

#### Resistencia a compresión

4. La resistencia media a compresión de cubos de 2 pulgadas de arista (5,08 cm), preparados, conservados y ensayados de acuerdo con los apartados 19 a 29, deberá ser la siguiente:

E d a d	Resistencia a compresión, mínimo, Kg/cm <sup>2</sup>	
	Tipo I	Tipo II
7 días	17,577	35,153
28 días	35,153	70,31

#### Retención de agua

5. El mortero de cemento, después de sometido a succión durante 60 segundos, deberá presentar una docilidad superior al 70 por ciento de la que presenta inmediatamente después de amasar, realizando los ensayos de acuerdo con el procedimiento descrito en el apartado 30.

#### Aparición de manchas

6. Este requisito sólo se tendrá en cuenta cuando en el

concurso de ofertas se exprese específicamente que el cemento no debe dar lugar a la aparición de manchas en la piedra caliza. Un cemento de estas características no deberá contener más del 0,03 por ciento de "álcalis" solubles en agua, cuando se ensaye de acuerdo con el apartado 31.

Nota.- La proporción y naturaleza de los materiales que dan lugar a la aparición de manchas en las calizas parecen variar con el tipo de piedra. En consecuencia, los álcalis en un cemento cualquiera dan lugar a efectos muy distintos en lo que se refiere a la aparición de manchas cuando actúan sobre piedras diferentes, aunque sean aparentemente de la misma procedencia. La proporción de álcalis permitida por las Normas no deberá producir manchas, a menos que se haya empleado una piedra rica en materiales peligrosos en este sentido, o que se haya empleado unos medios insuficientes para evitar la infiltración de agua en la obra de fábrica.

#### Envasado y marcas

7. El cemento se suministrará en sacos o barriles adecuados, con la marca y el nombre del fabricante, así como el peso neto, claramente indicados sobre los mismos. Todos los envases deberán encontrarse en buenas condiciones en el momento de la inspección. Pueden rechazarse los envases que varíen en más del 5 por ciento del peso indicado sobre los mismos, y si el peso medio de los envases de una remesa, obtenido pesando 50 envases tomados al azar, es inferior al peso indicado en los mismos, puede rechazarse todo el envío.

#### Almacenado

8. El cemento deberá almacenarse de modo que permita un

fácil acceso a una inspección adecuada y la identificación de cada remesa, y en un edificio, convenientemente aislado de los agentes atmosféricos, que proteja el cemento de la humedad y reduzca a un mínimo el fraguado de almacenado.

### Inspección

9. Se deberá dar todo género de facilidades al comprador para la necesaria inspección y toma de muestras.

### Rechazamiento

10. Se rechazará el cemento si deja de cumplir alguno de los requisitos de estas Normas. El cemento que permanezca almacenado, antes de su envío, durante un periodo superior a 6 meses - después de los ensayos, se ensayará de nuevo y se rechazará si deja de cumplir alguno de los requisitos de estas Normas.

## TOMA DE MUESTRAS Y METODOS DE ENSAYO

### Magnitud y número de las muestras

11. Cada muestra de cemento, seleccionada para los ensayos, pesará al menos 5 libras (2,2680 Kg), y será representativa de un número de sacos no superior a 1200. Si se toma una muestra solamente, deberá pesar 10 libras como mínimo (4,536 Kg).

### Transporte de las muestras

12. Las muestras se transportarán y conservarán en recipientes de cierre hermético, a prueba de la humedad.

### Temperatura

13. La temperatura del ambiente y de los materiales secos deberá mantenerse superior a 20°C e inferior a 27,5°C. La temperatura

ra del agua de amasado, de la cámara húmeda y del agua del tanque de conservación de los cubos, no deberá variar de 23°C en más de 1,7°C.

#### Preparación de las muestras

14. La muestra de cemento se pasará previamente a través de un tamiz nº 20 (840 micras), con objeto de mezclarla totalmente, deshacer los terrones y eliminar las materias extrañas.

#### Preparación de las pastas de cemento

15. Una porción de 500 g del cemento se colocará en forma de cráter sobre una placa plana, no absorbente. Se verterá en el cráter aproximadamente la mitad del agua de amasado necesaria para conseguir la consistencia normal (apartado 16), se mezclará el cemento con el agua con la punta de los dedos hasta que todo el agua quede absorbida por el cemento, se añadirá el resto del agua y se amasará la pasta con los dedos hasta que se absorba todo el agua. Se completará entonces la operación de amasado apretando y estrujando la pasta con las manos de un modo continuo y vigoroso, por lo menos durante 3 minutos. Las manos estarán protegidas con guantes de goma durante el amasado.

#### Consistencia normal

16. La consistencia normal se determinará por medio del aparato de Vicat de acuerdo con el "Método normalizado de ensayo de la consistencia normal del cemento hidráulico" (referencia de la A.S.T.M.: C 187), a excepción que el amasado de la pasta se realizará de acuerdo con el apartado 15 de estas Normas.

#### Ensayo del tiempo de fraguado

17. El tiempo de fraguado se determinará por el método

de la aguja de Gillmore de acuerdo con el "Método propuesto para el ensayo del tiempo de fraguado del cemento hidráulico con las agujas de Gillmore" (referencia de la A.S.T.M.: C 266), a excepción que el amasado de la pasta se realizará de acuerdo con el apartado 15 de estas Normas.

#### Ensayo de la estabilidad

18. Tortas de pasta pura de cemento, preparadas y ensayadas de acuerdo con el "Método normalizado de ensayo de la estabilidad del cemento hidráulico sobre agua a ebullición" (ensayo de la torta) (referencia de la A.S.T.M.: C 189), a excepción que las pastas se prepararán de acuerdo con el apartado 15 de estas Normas, deberán permanecer sólidas y duras y no mostrar signo alguno de deformación, agrietamiento o desintegración.

#### Ensayo de la resistencia a compresión

19. Aparatos: (a) Balanzas.- Las balanzas utilizadas para pesar los materiales para las mezclas de mortero se ajustarán a los siguientes requisitos: en las balanzas ya en uso, la variación permisible para una carga de 2000 g será de más o menos 2,0 g. La variación permisible en las balanzas nuevas será la mitad de este valor. El recíproco de la sensibilidad<sup>(1)</sup> deberá ser inferior al doble de la variación permisible.

(b) Pesas.- Las variaciones permisibles en las pesas ya

---

(1) Definido de un modo general, el recíproco de la sensibilidad es el cambio de carga preciso para cambiar la posición de reposo del elemento, o elementos indicadores, de una balanza no automática en una proporción definida, para cualquier carga. Para una definición más completa, véase "Specifications, Tolerances, and Regulations for Commercial Weighing and Measuring Devices", Handbook H44, National Bureau of Standards, Septiembre 1949, pp. 92 y 93. (Esta nota fué revisada editorialmente en Marzo de 1952)

en uso para pesar los materiales para las mezclas de mortero se --  
rán las prescritas en la Tabla I. Las variaciones permisibles en  
las pesas nuevas serán la mitad de los valores de dicha Tabla I.

T A B L A I.- VARIACIONES PERMISIBLES EN LAS PESAS

<u>Pesa, g</u>	<u>Variaciones permisibles en las pesas en uso, más o menos, g.</u>
1000 . . . . .	0,50
900 . . . . .	0,45
750 . . . . .	0,40
500 . . . . .	0,35
300 . . . . .	0,30
250 . . . . .	0,25
200 . . . . .	0,20
100 . . . . .	0,15
50 . . . . .	0,10
20 . . . . .	0,05
10 . . . . .	0,04
5 . . . . .	0,03
2 . . . . .	0,02
1 . . . . .	0,01

(c) Tamices.- Se emplearán tamices de tela metálica, de  
abertura cuadrada, del nº 20 (840 micras) y del nº 30 (590 micras),  
que se ajusten a las "Normas para tamices de ensayo" (referencia  
de la A.S.T.M.: E 11).

(d) Probetas graduadas.- Se construirán probetas gradua  
das de vidrio de capacidades adecuadas (de preferencia lo bastan  
te grandes para poder medir el agua de amasado en una sola opera-

ción) para medir el volumen indicado a 20°C. La variación permisible será de más o menos 2 ml. Estas probetas estarán subdivididas de 5 en 5 ml por lo menos, a excepción de los primeros 10 ml en las probetas de 250 ml, en los que pueden omitirse las líneas de graduación, y los primeros 25 ml en las probetas de 500 ml. Las líneas fundamentales de graduación serán círculos completos y estarán numerados. Las graduaciones menores se extenderán, por lo menos, a lo largo de un séptimo de la circunferencia completa y las graduaciones intermedias a lo largo de un quinto.

(e) Moldes para las probetas.- Los moldes para las probetas cúbicas de ensayo de 2 pulgadas (5,08 cm) deberán estar ajustados con exactitud. Cuando se encuentren montadas las distintas partes que constituyen los mismos, deberán quedar sólidamente unidas entre sí. Se deberán construir los moldes de metal duro que no sea atacado por el mortero de cemento. Para los moldes nuevos el número de dureza Rockwell del metal no deberá ser inferior a B 55. Los costados de los moldes deberán ser lo suficientemente rígidos para evitar derramamientos o alabeos. Las caras interiores de los moldes deberán ser superficies planas con una variación permisible de 0,001 pulgadas (0,00254 cm) en los moldes nuevos y de 0,002 pulgadas (0,00508 cm) en los moldes ya en uso. La distancia entre las caras opuestas deberá ser de  $2 \pm 0,005$  pulgadas (5,08  $\pm$  0,0127 cm) en los moldes nuevos y de  $2 \pm 0,02$  pulgadas (5,08  $\pm$  0,0508 cm) en los moldes ya en uso. La altura de los moldes, midiendo aisladamente cada compartimiento cúbico, será de 2 pulgadas (5,08 cm), con variaciones permisibles de más 0,01 pulgadas (0,0254 cm) y menos 0,005 pulgadas (0,0127 cm) en los moldes nuevos, y más 0,01 pulgadas (0,0254 cm) y menos 0,015 pulgadas (0,0381 cm) en los moldes ya en uso. El ángulo entre las caras interiores adyacentes y entre las caras interiores y los planos de

la tapa y el fondo del molde deberá ser de  $90 \pm 0,5$  grados, medidos en puntos ligeramente alejados de la intersección de las caras.

(f) Recipiente de amasado.- El recipiente de amasado deberá ser de porcelana esmaltada u otro material no absorbente, y que no se corroa y de una capacidad de 1 galón (3,785 litros) - aproximadamente.

(g) Mesa de sacudidas.- La mesa de sacudidas, el molde correspondiente y el calibrador deberán ajustarse a los requisitos de las "Normas propuestas para la mesa de sacudidas empleada en los ensayos de cemento hidráulico" (referencia de la A.S.T.M.: C 230).

(h) Llana.- La llana tendrá una hoja de acero de 4 a 6 pulgadas (10,16 a 15,24 cm) de longitud, con bordes rectos.

(i) Máquina de ensayos.- La máquina de ensayos puede ser de tipo hidráulico o de tornillo, con abertura suficiente entre las superficies de apoyo superior e inferior para permitir el empleo del aparato de comprobación. La carga aplicada a la probeta de ensayo vendrá indicada con una exactitud de más o menos 1,0 por ciento. El apoyo superior será un bloque de metal endurecido, asentado esféricamente y firmemente unido al centro de la parte superior de la máquina. El centro de la esfera deberá coincidir con el centro de la superficie del bloque en contacto con la probeta. El bloque deberá estar perfectamente ajustado en su asiento esférico, pero deberá poder girar en cualquier dirección. La diagonal o el diámetro <sup>(1)</sup> de la superficie de apoyo será sólo ligera

---

(1) Un diámetro de  $31/8$  pulgadas (7,938 cm), que basta para ensayar cilindros de  $3 \times 6$  pulgadas (7,62x15,24 cm), será satisfactorio, supuesto que el bloque inferior de apoyo tenga un diámetro ligeramente mayor que la diagonal de la cara del cubo de 2 pulgadas (5,08 cm), pero no superior a 2,9 pulgadas (7,366 cm), y esté centrado respecto del bloque superior de apoyo y mantenido en su posición por medios adecuados.

mente mayor que la diagonal de la cara del cubo de 2 pulgadas (5,08 cm) de arista, para facilitar un centrado exacto de la probeta. De bajo de la probeta se deberá usar un bloque de apoyo de metal endurecido para reducir al mínimo el desgaste de la platina inferior de la máquina. Las superficies de los bloques de apoyo que han de estar en contacto con la probeta, tendrán un número de dureza Rockwell no inferior a C 60. Estas superficies no deberán diferir de un plano perfecto en más de 0,0005 pulgadas (0,00127 cm) cuando se trate de bloques nuevos y se conservarán dentro de una variación permisible de 0,001 pulgadas (0,00254 cm).

20. Arena normal.- La arena empleada para fabricar las probetas deberá ser arena natural silícea de Ottawa, Ill., de granulometría tal que pase a través de un tamiz del nº 20 (840 micras) y quede retenida en un tamiz del nº 30 (590 micras). Se considerará normal esta arena cuando en el tamiz nº 20 no queden retenidos más de 15 g, ni pasen más de 5 a través del tamiz nº 30, después de tamizar de un modo continuo, durante 5 minutos, una muestra de 100 g, de acuerdo con el "Método normalizado de ensayo de la finura del cemento hidráulico con el tamiz nº 200" (referencia de la A.S.T.M.: C 184).

21. Número de probetas.- Se prepararán tres o más probetas para cada período de ensayo especificado.

22. Preparación de los moldes para las probetas.- Las caras interiores de los moldes para las probetas se cubrirán con una capa delgada de aceite mineral o de grasa lubricante ligera. Después de montar los moldes, se eliminará el exceso de aceite o grasa de las caras interiores y del fondo y de la tapa de cada molde. Los moldes se colocarán entonces sobre placas planas, no absorbentes, recubiertas con una capa delgada de aceite mineral, petrolato o grasa lubricante ligera.

23. (a) Dosificación del mortero normal.- El mortero constará de 1 parte, en peso, de cemento por 3 partes de arena normal. Las cantidades de materiales secos que se mezclarán de una vez serán 500 g de cemento y 1500 g de arena. La cantidad de agua de amasado, medida en mililitros, será tal que se obtenga una docilidad comprendida entre 100 y 115, cuando se opere de acuerdo con el apartado 24.

(b) Amasado del mortero.- El mortero se amasará en un recipiente no absorbente de 1 galón (3,785 litros) aproximadamente de capacidad. Se verterá una cantidad medida de agua en el recipiente, que se habrá limpiado previamente con un paño húmedo. Se añadirá entonces el cemento y se agitará dentro del agua con los dedos de una mano hasta que todo el cemento quede humedecido. Se añadirán entonces aproximadamente 800 g de arena y se continuará agitando durante 30 segundos. Se agrega entonces el resto de los 1500 g de arena y se amasa el mortero durante 75 segundos, agitando y estrujando la pasta con una mano. Se dejará estar el mortero durante 60 segundos, y se amasará entonces durante otros 60 segundos. Durante la operación de amasar, las manos deberán estar protegidas con guantes de goma.

24. Determinación de la docilidad.- Se secará cuidadosamente la mesa de sacudidas y se colocará en el centro el molde correspondiente. Inmediatamente después de terminar el amasado, se llenará el molde con mortero, apretando levemente con los dedos para asegurarse de que se llena de un modo uniforme. Se enrasará entonces el mortero, para dar una superficie plana, pasando el borde recto de una llana (mantenida casi perpendicular al molde) sobre el extremo superior del molde, con un movimiento de sierra. Se levantará el molde del mortero 30 segundos después de concluir el amasado. Inmediatamente a continuación se dejara caer la mesa

desde una altura de  $\frac{1}{2}$  pulgada (1,27 cm), 25 veces en 15 segundos. La docilidad es el incremento que experimenta el diámetro de la masa de mortero, expresado en tanto por ciento del diámetro primitivo. Se prepararán morteros de tanteo con distintos porcentajes de agua hasta obtener la docilidad especificada. Todas las pruebas se realizarán con mortero recién preparado.

25. Enmoldado de las probetas.- Inmediatamente después de amasar el mortero normal de acuerdo con el procedimiento descrito en el apartado 23 (b), se colocará en los moldes, que descansarán sobre placas planas, no absorbentes. Se llenarán los moldes con mortero hasta la mitad, se presionará el mortero con la punta de los dedos enguantados, se llenará el mortero hasta rebosar y se presionará de nuevo con la punta de los dedos. Entonces se enrasa el mortero con ayuda de la llana.

26. Conservación de las probetas.- Todas las probetas, inmediatamente después del enmoldado, se conservarán, dentro de los moldes, sobre placas planas, en una cámara de humedad que se mantendrá a una humedad relativa del 90 por ciento o más, durante 48-52 horas, de manera que las superficies superiores queden expuestas al aire húmedo. Se sacarán entonces los cubos de los moldes y se mantendrán en la cámara de humedad durante 5 días, de modo que el aire pueda circular libremente alrededor de 5 caras, por lo menos, de las probetas. Los cubos para los ensayos a los 28 días, se sumergirán a los 7 días en agua clara, corriente, en tanques de conservación, de material resistente a la corrosión.

27. Ensayo de las probetas.- El ensayo de las probetas cúbicas se realizará inmediatamente después de sacar de la cámara de humedad, en el caso de las probetas para ensayos a los 7 días, y después de sacar del agua en el caso de las restantes pro

betas. Si se sacan del agua para los ensayos más de una probeta de una vez, los cubos se colocarán en un recipiente con agua en cantidad suficiente para cubrirlos totalmente, hasta que se extraigan para ser ensayados. Se deberá aplicar la carga sobre aquellas caras de los cubos que estuvieron en contacto con las superficies del molde realmente planas. Se deberán comprobar estas caras aplicando una regla rectificadora. Si se presenta una curvatura apreciable, se deberá pulimentar la cara o caras hasta conseguir una superficie plana, antes de someter a carga, o se descartarán las probetas. Se deberán eliminar de las caras de contacto los granos sueltos de arena o las incrustaciones, y, entonces, se colocarán cuidadosamente los cubos en la máquina de ensayos, debajo del centro del bloque superior de apoyo. No se deberá emplear ningún material amortiguador. Se puede aplicar a la velocidad que interese hasta el 25 por ciento de la carga máxima esperada, después de lo cual se cargarán las probetas hasta producirse la rotura de un modo continuo, a una velocidad que en ningún momento será inferior a 1000 libras/pulgada<sup>2</sup> (70,31 Kg/cm<sup>2</sup>) por minuto, ni superior a 6000 libras/pulgada<sup>2</sup> (421,84 Kg/cm<sup>2</sup>) por minuto.

28. Cálculos.- Se registrará la carga máxima total indicada por la máquina de ensayos y se calculará la resistencia a compresión en libras por pulgada cuadrada a partir del área de la sección del cubo ensayado.

29. Cubos defectuosos y repetición de los ensayos.- Los cubos que sean evidentemente defectuosos o que arrojen resistencias que difieran en más del 10 por ciento del valor medio de todas las probetas fabricadas a partir de la misma muestra y ensayadas en el mismo período de tiempo, no serán tenidas en cuenta en la determinación de la resistencia a compresión. Si después de descartar los cubos o los valores de la resistencia, quedan menos de

dos valores de ésta para determinar la resistencia a compresión en un cierto periodo, se repetirá el ensayo.

#### Ensayo de retención de agua

30. (a) Aparato.- Para el ensayo del agua retenida, se empleará un aparato esencialmente igual al representado en la fig. 1. Este aparato consta de un aspirador de agua, controlado por un dispositivo de seguridad de columna de mercurio y conectado, por medio de una llave de tres vías, con un embudo sobre el que se encuentra un platillo perforado. Un manómetro de mercurio, conectado del modo que muestra la mencionada fig. 1, indica el grado de vacío. Sobre la parte superior del embudo se pegará una arandela de goma, que se mantendrá húmeda durante el ensayo para asegurar la unión entre el embudo y el platillo. El platillo perforado deberá estar fabricado con material no absorbente. Se empleará papel de filtro endurecido, del tipo Carl Schleicher and Schuell nº 575. Su diámetro será tal que quede liso y cubra completamente el fondo del platillo.

(b) Procedimiento.- Se amasará el mortero hasta una docilidad de 100 a 115 por ciento de acuerdo con el procedimiento descrito en el apartado 23 (b). Inmediatamente después de realizar el ensayo de docilidad, se volverá a amasar el mortero que se encuentra sobre la mesa de sacudidas con el que queda en el recipiente de amasado, durante 30 segundos. Inmediatamente después de volver a amasar, se distribuirá uniformemente el mortero, sin compactarlo, sobre el papel de filtro humedecido colocado en el platillo y se enrasará la superficie con el borde del platillo pasando una regla a lo largo del mismo con un leve movimiento de sierra. Se colocará entonces el platillo sobre la arandela de goma humedecida y, habiendo ajustado previamente el dispositivo de se-

guridad de columna de mercurio de modo que se mantenga un vacío de 2 pulgadas (5,08 cm), se girará la llave para aplicar vacío al embudo. Después de aplicar succión durante 60 segundos, se girará rápidamente la llave para someter el embudo a la presión atmosférica. Se sacará entonces inmediatamente el contenido del platillo con ayuda de un cuchillo o una espátula cuadrada y se colocará en el molde sobre la mesa de sacudidas. Según se van colocando en el molde las distintas porciones de mortero se irán presionando con los dedos enguantados. Cuando el molde esté lleno, se enrasará empleando el borde de una llana, y se determinará la docilidad como se ha indicado anteriormente. Se deberá realizar sin interrupción la operación completa, y tan rápidamente como sea posible, no debiendo pasar de los 7 minutos desde el momento en que se concluye el amasado del mortero para la primera determinación de la docilidad. Ambas determinaciones de ésta se realizarán de acuerdo con el procedimiento descrito en el apartado 24, tomándose una especial precaución en llenar el molde de un modo uniforme al determinar la docilidad después de aplicar la succión.

(c) Cálculo.- El índice de retención de agua del mortero se calculará del siguiente modo:

$$\text{Índice de retención de agua} = \frac{A}{B} \times 100$$

donde:

A = docilidad después de aplicar la succión, y

B = docilidad inmediatamente después de amasar.

#### Determinación de los álcalis solubles en agua (causa de la aparición de manchas)

31. Los álcalis solubles en agua se determinarán de acuerdo con el apartado 23 de los "Métodos normalizados de análisis químico del cemento portland" (referencia de la A.S.T.M.: C 114).

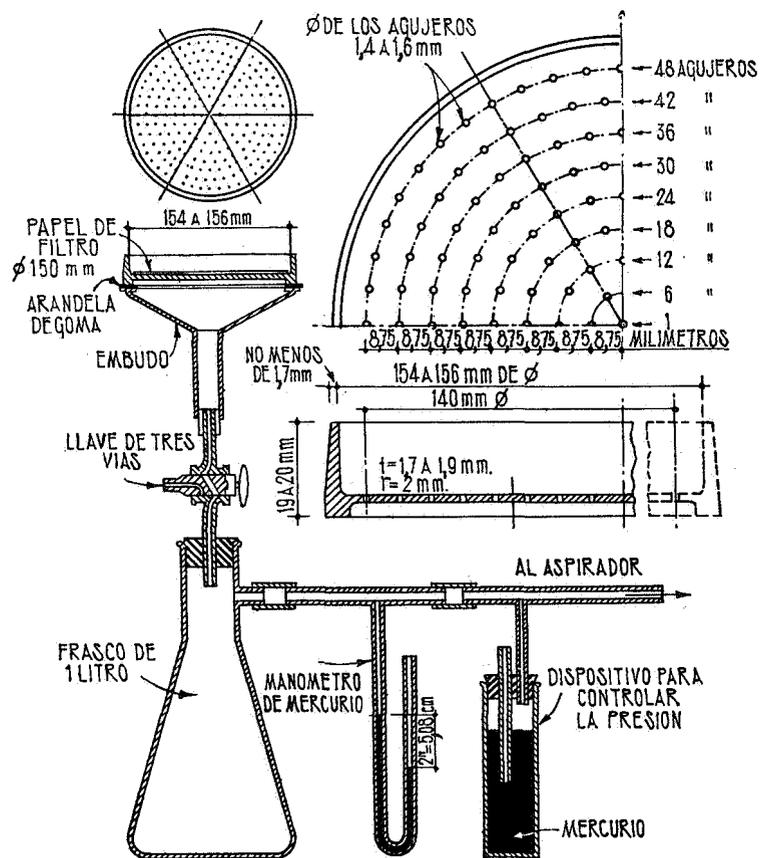


Fig. 1. — Aparato para el ensayo del agua retenida.