

CALIDAD DE ALGUNOS MATERIALES DE CONSTRUCCION

Luis JORQUERA*

RESUMEN

Los usuarios y fabricantes de materiales de construcción, frecuentemente, solicitan al IDIEM que ensaye y establezca la calidad de los productos que emplean o producen. En este artículo se entrega un resumen de los resultados de ensayos de tubos de hormigón, soleras, baldosas, ladrillos y bloques, provenientes de partidas controladas durante 1961 y 1962. También se hacen algunas consideraciones sobre la manera de establecer la calidad de un producto.

INTRODUCCION

El IDIEM realiza corrientemente ensayos para determinar la calidad de materiales de construcción ya sea por propia iniciativa, o a solicitud de instituciones oficiales y particulares, o cumpliendo Decretos del Ministerio de Obras Públicas que exigen el control. En otras publicaciones^{1,2} se ha entregado información sobre la calidad del hormigón, acero, cemento, ladrillos y bloques de fabricación nacional. En este artículo se presentan resultados de ensayos de tubos de hormigón, soleras, baldosas, ladrillos y bloques, provenientes de partidas controladas durante el año 1961. En algunos casos figuran, además, datos del año. 1960.

Los métodos de ensayos según los cuales se han obtenido los resultados y que son los corrientemente empleados en el control, son los establecidos en las normas INDITECNOR correspondientes; excepto en el caso de las soleras, para las cuales no existe norma INDITECNOR, por lo que se sigue el método recomendado por la Dirección de Pavimentación Urbana.

La información se entrega, principalmente, en forma de gráficos. Cada gráfico lleva en el eje horizontal los resultados de los ensayos y en el eje

* Ingeniero civil. Jefe de Sección Elementos Prefabricados del IDIEM.

vertical, el tanto por ciento acumulado de elementos ensayados; de tal modo que, para cada punto de las curvas, se puede leer en el eje vertical, el porcentaje de elementos ensayados que resultó con valores menores que el correspondiente en el eje horizontal. Por ejemplo, en la Fig. 2, curva 1, puede leerse que el 78% de los ladrillos ensayados tuvieron resistencias a la compresión inferiores a 20 kg/cm^2 .

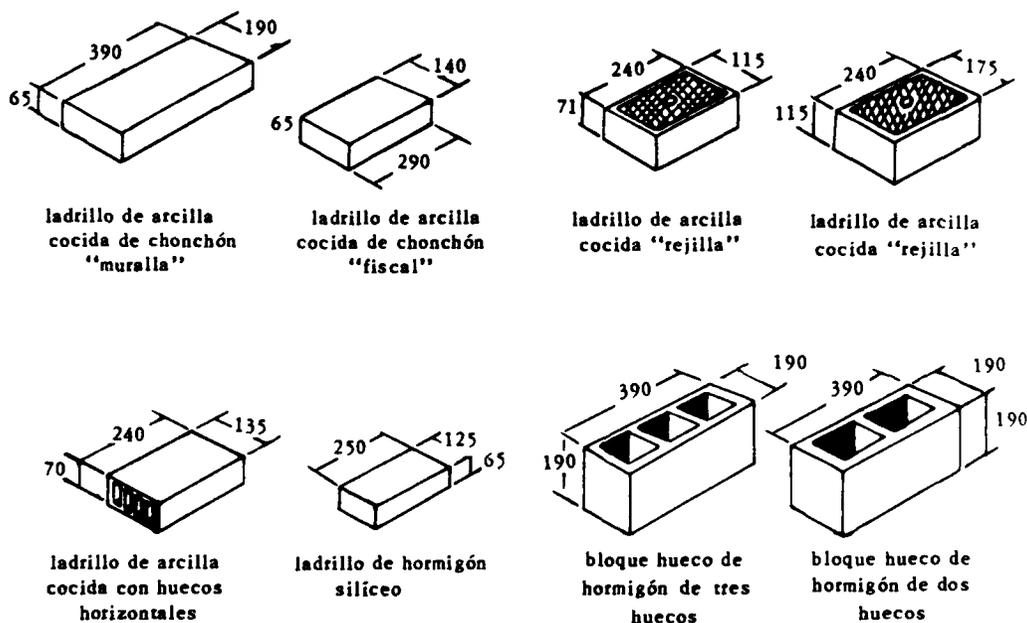


Fig. 1. Ladrillos y bloques para albañilería.

En los gráficos que presentan resultados de resistencia, las curvas más a la derecha corresponden a productos de mejor calidad, por el contrario, en los gráficos de absorción, desgaste y permeabilidad la mejor calidad corresponde a la curva situada más a la izquierda.

Si se quisiera saber, aproximadamente, el promedio de los resultados de ensayo considerados para dibujar cada curva, puede tomarse el resultado correspondiente al porcentaje 50%*.

*Esto equivale a suponer que la mediana es aproximadamente igual al promedio; hipótesis más o menos verdadera, dado el hecho observado que las distribuciones estadísticas de frecuencias de los resultados de ensayos, en la mayoría de los casos, tienden a ser gaussianas.

LADRILLOS Y BLOQUES

En la Fig. 1 se han dibujado los diferentes tipos de unidades.

En las Figs. 2, 3 y 4 se presentan los resultados de ensayos de ladrillos realizados en el IDIEM durante 1961 (enero a diciembre). Las especificaciones aplicables a estos ladrillos son las contenidas en INDITECNOR 30.55 (1961) "Ladrillo arcilloso macizo" y en INDITECNOR 30.56 (1954) "Ladrillo arcilloso hueco". Los ensayos han sido hechos de acuerdo a INDITECNOR 30.54 (1954) "Ensayos de ladrillos arcillosos".

En las Figs. 5 y 6 se dan resultados de ensayos de bloques huecos de hormigón. Las especificaciones y ensayos, son las de INDITECNOR 30.152 (1955) e INDITECNOR 30.154 (1955) respectivamente.

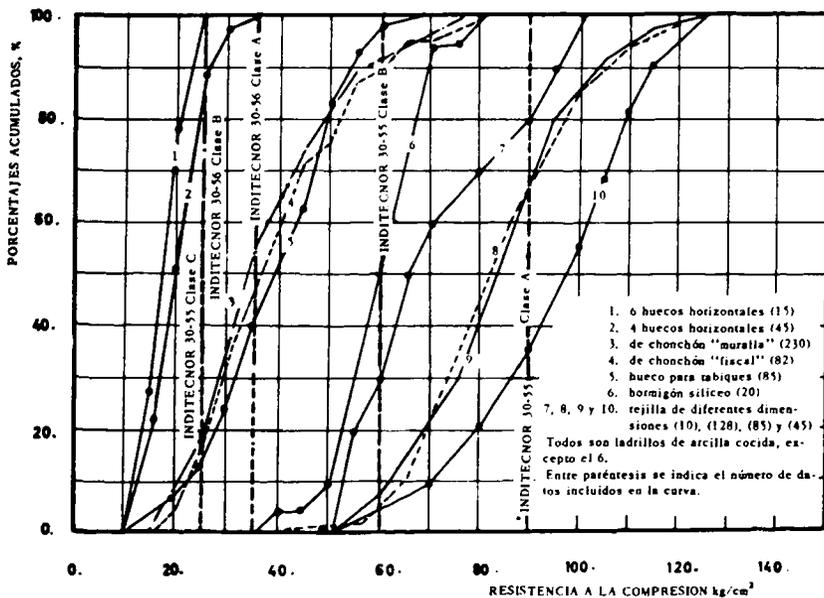


Fig. 2. Resistencia a la compresión de ladrillos ensayados en el IDIEM, enero a diciembre de 1961.

También, de la simple observación de las curvas, puede tenerse una idea de la variabilidad de la calidad del producto, o sea si es o no muy irregular en relación al ensayo considerado en cada caso particular. Esto está ilustrado por la pendiente de la curva: una curva empinada, cercana a la vertical, corresponde a un producto de calidad más pareja que el de una curva más tendida.

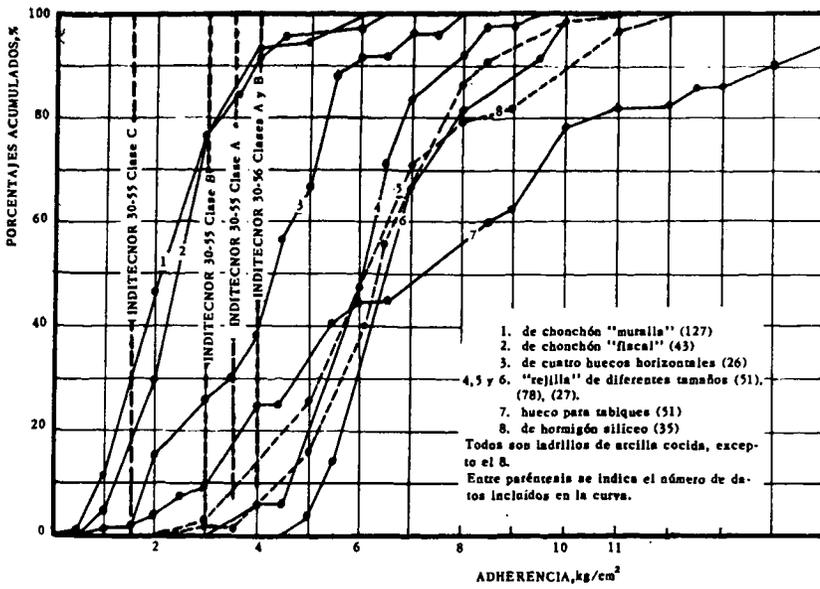


Fig. 3. Adherencia de ladrillos ensayados en el IDIEM, enero a diciembre de 1961.

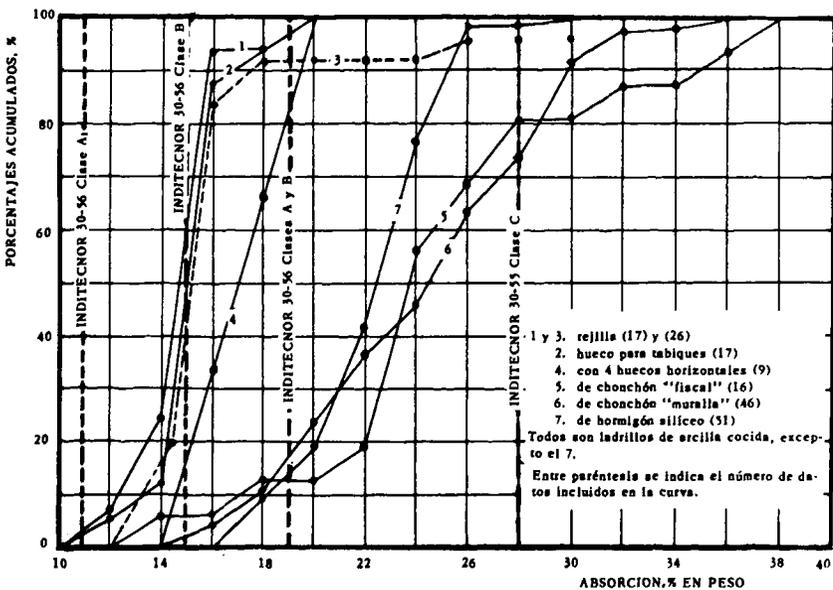


Fig. 4.- Absorción de ladrillos ensayados en el IDIEM, enero a diciembre de 1961.

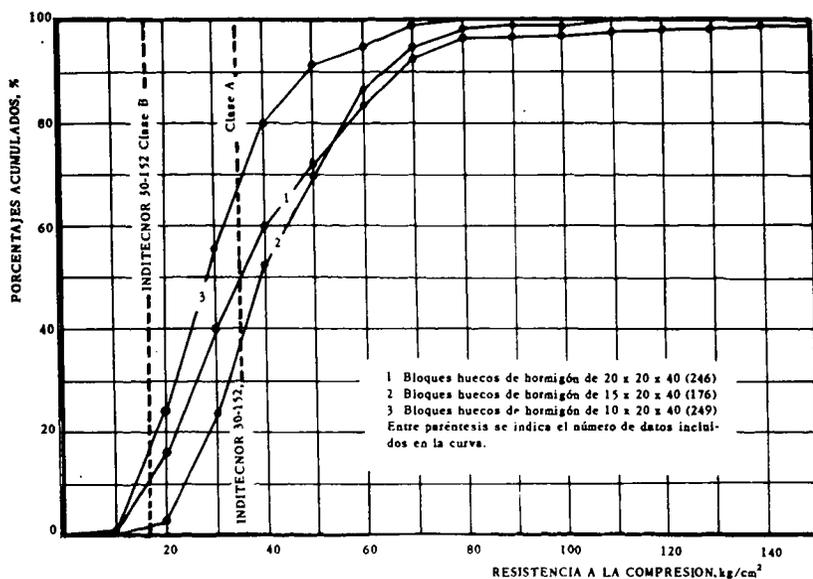


Fig. 5.- Resistencia a la compresión de bloques huecos de hormigón ensayados en el IDIEM, enero a diciembre de 1961.

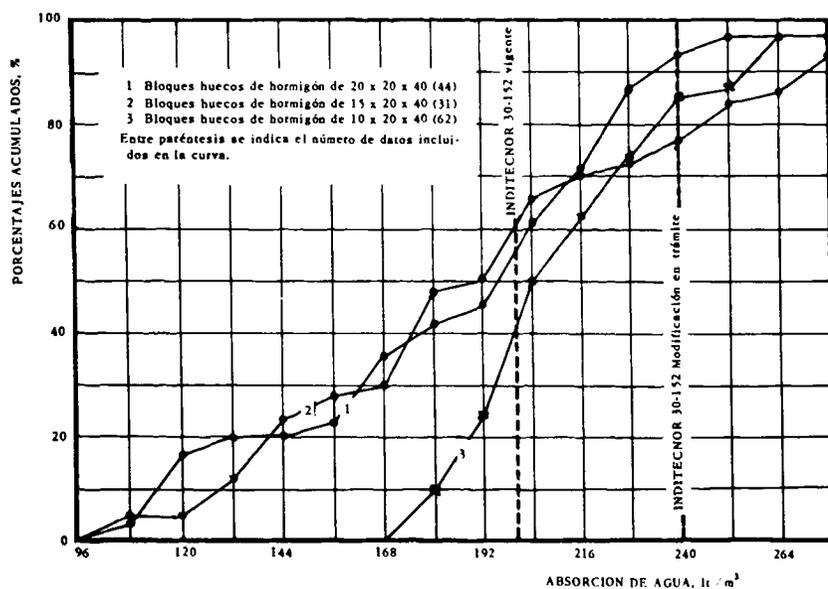


Fig. 6. Absorción de bloques huecos de hormigón ensayados en el IDIEM, enero a diciembre de 1961.

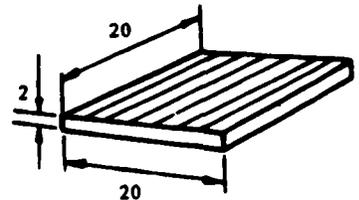
BALDOSAS

Los requisitos exigidos a baldosas de mortero de cemento son los de INDITECNOR 30.156 (1958). Las características de las baldosas aparecen en la Fig. 7.

Los resultados de los ensayos se presentan en las Figs. 8, 9 y 10.

Los ensayos han sido hechos según los métodos prescritos por INDITECNOR 30.163 (1958), salvo el ensaye de desgaste el cual ha sido hecho en las siguientes condiciones:

En una máquina de desgaste de accionamiento manual, empleando probetas de 6 x 6 cm con una presión de 100 g/cm². El abrasivo ha sido arena normal de San Sebastián y el desgaste se ha medido en pérdida de peso después de 250 revoluciones aplicadas en 10 minutos. La Dirección de Pavimentación Urbana considera buenas las baldosas con menos de 0,25 g/cm² de desgaste, regulares de 0,25 a 0,30 g/cm² y malas con más de 0,30 g/cm².



medidas en cm

Fig. 7. Baldosa de mortero de cemento. Dimensiones nominales.

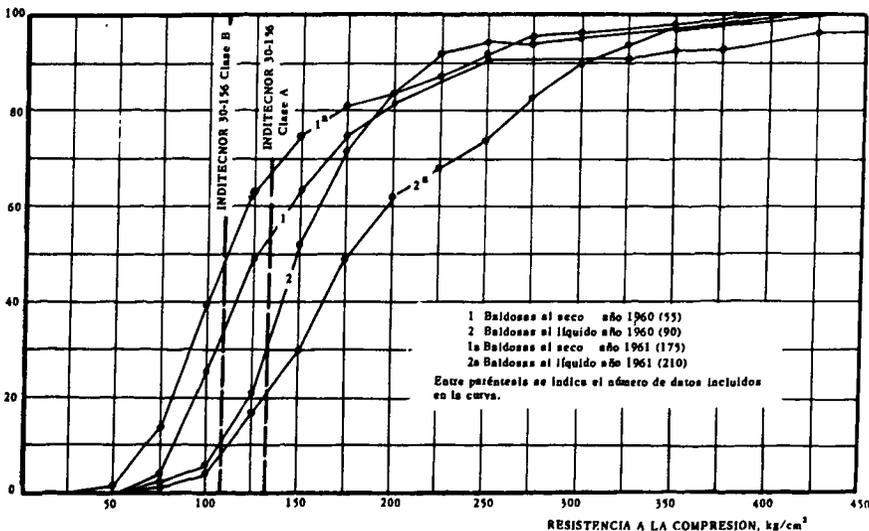


Fig. 8. Resistencia a la compresión de baldosas ensayadas en el IDIEM, enero de 1960 a diciembre de 1961.

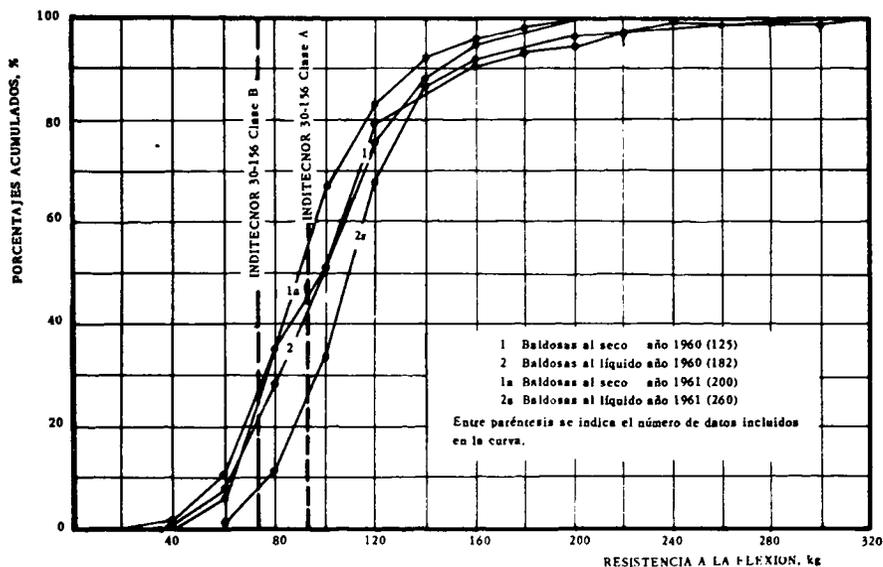


Fig. 9. Carga de ruptura por flexión de baldosas ensayadas en el IDIEM, enero de 1960 a diciembre de 1961.

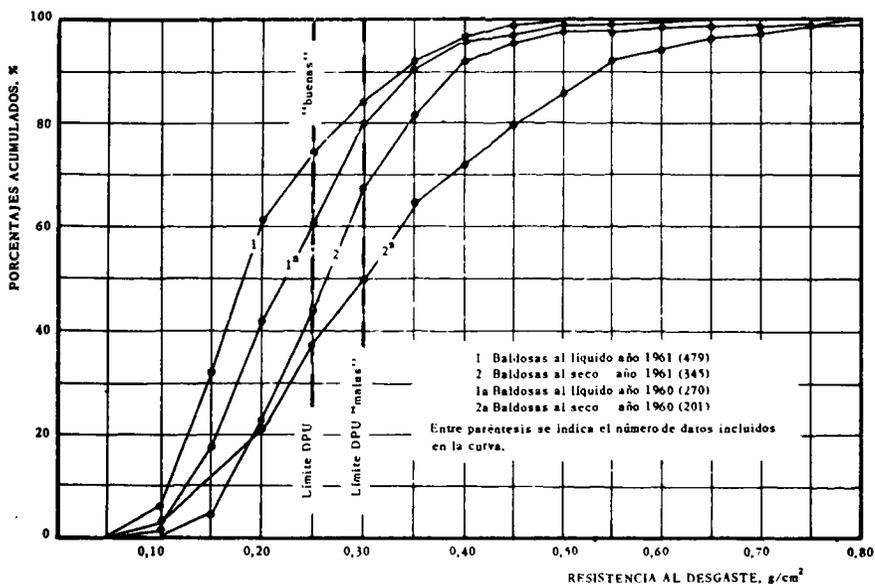


Fig. 10. Desgaste de baldosas ensayadas en el IDIEM, enero de 1960 a diciembre de 1961.

SOLERAS

No existen normas INDITECNOR que establezcan mínimos de calidad ni métodos de ensayo para aplicar a soleras de hormigón. La Dirección de Pavimentación Urbana ha establecido especificaciones que consultan ensayos de impacto, flexión y compresión. En Santiago, ordinariamente, las muestras controladas por el IDIEM son sometidas a ensayos de impacto y flexión. Sólo excepcionalmente se hace el ensayo de compresión.

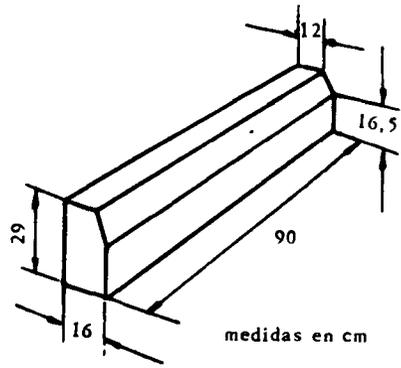


Fig. 11. Dimensiones nominales de las soleras

El ensayo de flexión consiste en colocar la solera horizontalmente, con su paramento exterior sobre dos apoyos distanciados de 0,50 m. Se exige una carga mínima de ruptura de 2.000 kg.

Para el ensayo de impacto se dispone la solera en la misma forma que para el ensayo de flexión y con la misma distancia entre apoyos. Se deja caer sobre la sección media de la luz un peso de 3.200 g desde una altura de 5 cm. Se aumenta progresivamente la altura de caída de 5 en 5 cm, hasta completar 40 cm.

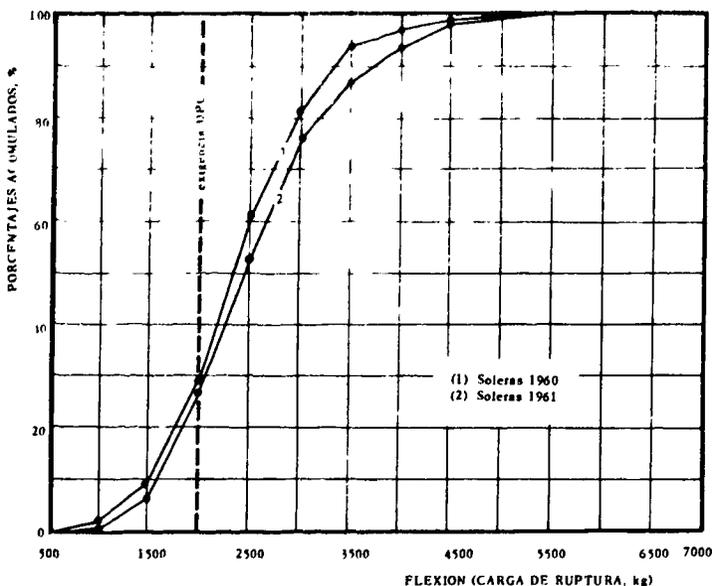


Fig. 12. Carga de ruptura por flexión de soleras ensayadas en IDIEM, enero de 1960 a diciembre de 1961.

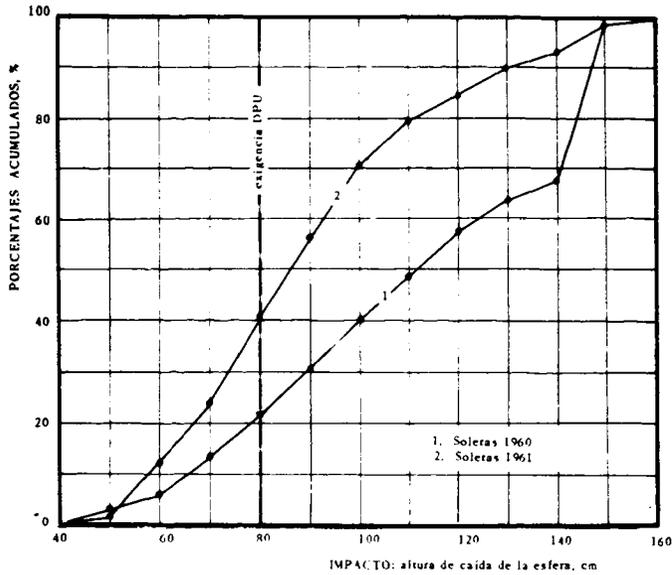


Fig. 13. Resultados de ensayo de impacto sobre soleras. Controles del IDIEM enero de 1960 a diciembre de 1961.

A continuación el aumento es de cm en cm, hasta provocar la rotura. Se exige una altura mínima de rotura de 80 cm.

Se exige, además, que las soleras sean de forma y dimensiones indicadas en la Fig. 11. En las Figs. 12 y 13 se dan los resultados de ensayos en 1960 y 1961.

TUBOS DE HORMIGON

Las normas sobre tubos de hormigón son la INDITECNOR 30.158 (1961) "Tubos de hormigón simple para alcantarillado. Especificaciones", INDITECNOR 30.159 (1961) "Tubos de hormigón simple para alcantarillado. Ensayos".

Los resultados de los ensayos, hechos según las prescripciones de la norma citada son los presentados en las Figs. 15 y 16. Ellos corresponden a tubos de 100 mm de diámetro cuyas características principales son las ilustradas en la Fig. 14.

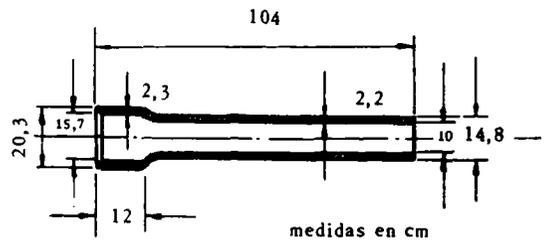


Fig. 14. Tubo de hormigón simple para alcantarillado del tipo ensayado.

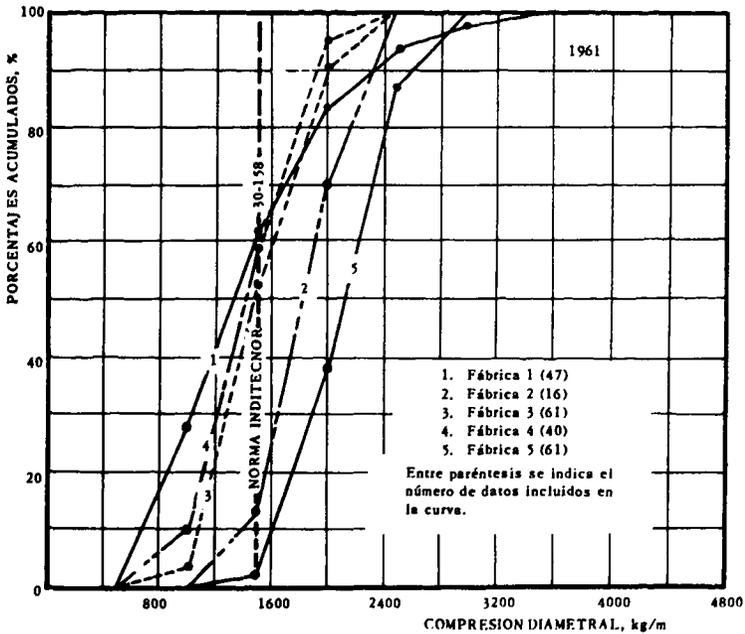
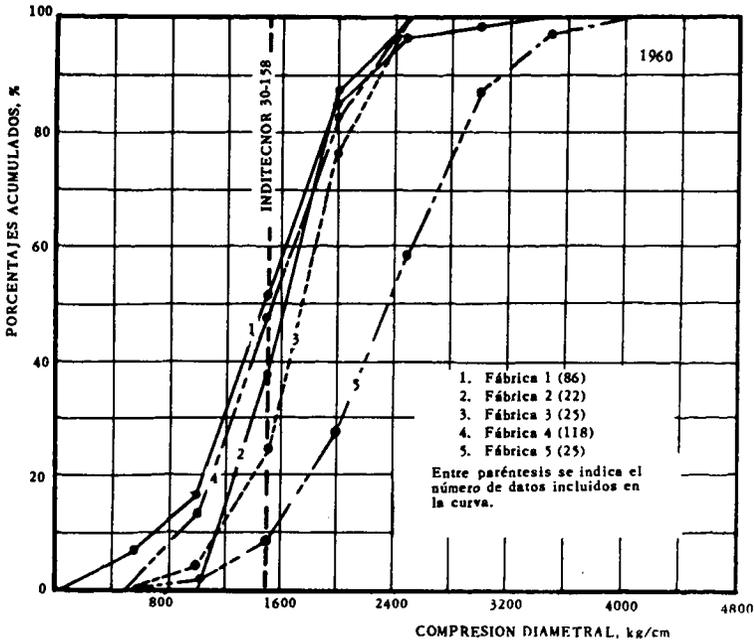


Fig. 15. Carga de ruptura por compresión diametral de tubos de hormigón de 100 mm de diámetro ensayados en IDIEM entre enero de 1960 a diciembre de 1961.

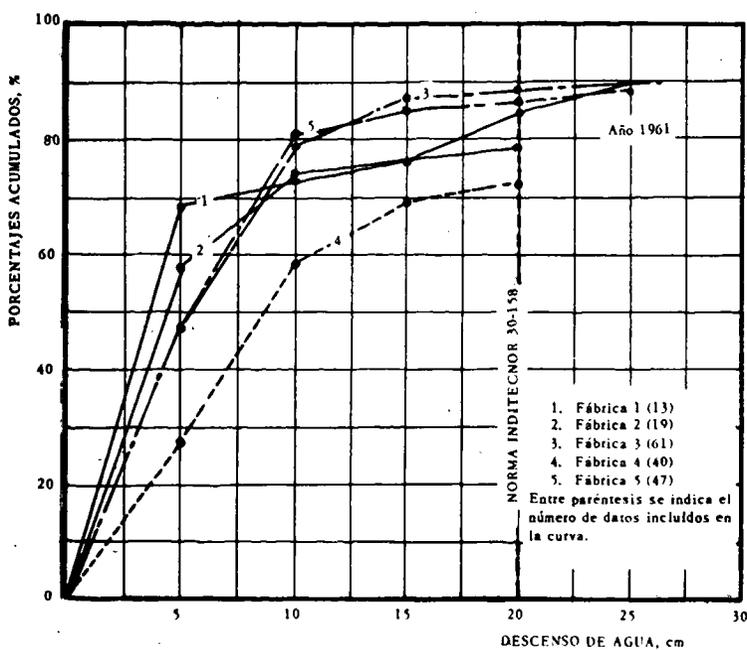
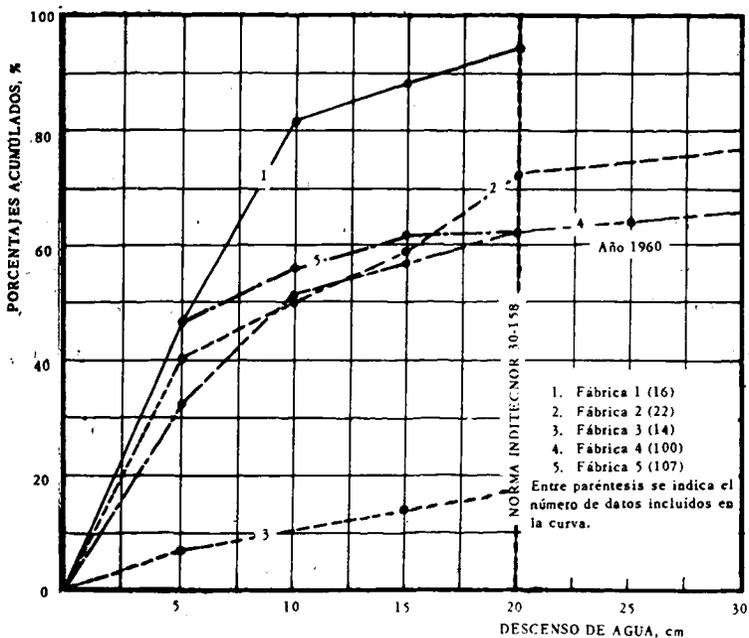


Fig. 16. Permeabilidad de tubos de hormigón de 100 mm de diámetro ensayados en IDIEM, enero de 1960 a diciembre de 1961.

LA CALIDAD DE UN PRODUCTO

Para juzgar la calidad de un producto es necesario ponerse de acuerdo sobre cuál es la medida de calidad que se utilizará; esto es, cuales son los parámetros que tendremos en cuenta para comparar uno con otro.

A veces se comparan dos productos mediante los promedios de los resultados de los ensayos de muestras provenientes de ambos. Es claro que este valor, por si solo, es insuficiente para permitir la comparación. Por ejemplo, dos productos podrían resultar con el mismo promedio pero uno ser muy parejo y el otro muy disparejo; si los juzgamos por el promedio diríamos que su calidad es la misma, sin embargo es obvio que el producto más parejo - o sea de menor variabilidad - es mejor. Para juzgar la calidad de un producto respecto de una determinada cualidad medida por los resultados de los ensayos es necesario, pues, tener una estimación del promedio y de la variabilidad de los resultados*.

También se utilizan para medir la calidad, la fracción defectuosa o el número de defectos de la muestra. Si se dispone de estimaciones de uno cualquiera de estos dos valores es posible comparar dos productos.

La fracción defectuosa, como su nombre lo indica, se calcula dividiendo el número de elementos defectuosos por el número de elementos ensayados.

Un caso extremo sería no tolerar defectos o sea, fracción defectuosa igual a cero. Esto es posible garantizarlo solamente con la inspección del ciento por ciento del producto. Es claro que esto resulta muy caro, e impracticable si los ensayos son destructivos. De allí que se deba aceptar la posibilidad de que hayan defectos en la partida. Condiciones de economía de producción y uso del producto obligan además a tolerar una fracción defectuosa, la cual debe establecerse tomando también en cuenta condiciones de seguridad.

En el control de calidad de materiales de construcción se ha difundido el empleo del valor característico, que es igual al promedio de la mitad mas baja de los valores (o al promedio de la mitad más alta de los valores en el caso que sean ensayos del tipo de absorción)**. Si la distribución es gaussiana, el valor característico corresponde a una fracción defectuosa de 0,21. Muchas distribuciones empíricas de resultados de ensayos de materiales de construcción son aproximadamente gaussianas. En los gráficos presentados en este trabajo pueden determinarse los valores característicos de los materiales leyendo en el eje horizontal el resultado de ensayo correspondiente a un porcentaje acumulado de 21%.

*En rigor podrían utilizarse en lugar del promedio otras medidas de tendencia central de la distribución de frecuencia de los resultados. La variabilidad puede estimarse calculando la desviación típica, coeficiente de variación o intervalo.

**En otras palabras el promedio de los valores inferiores (o superiores según el caso) a la mediana.

En resumen se puede indicar que para comparar la calidad de productos es necesario, ya sea estimar el promedio y la variabilidad, ya sea estimar la fracción defectuosa. Establecido el criterio de aceptación o rechazo puede establecerse la especificación de los valores mínimos, y del monto y manera de tomar las muestras utilizando uno cualquiera de estos dos criterios.

ALGUNAS INDICACIONES SOBRE LAS DISPOSICIONES VIGENTES

En las especificaciones citadas, y frecuentemente en otras normas chilenas y también de otros países, no se establece con claridad si los valores exigidos para las variables medidas en los ensayos son valores medios, mínimos o valores correspondientes a una determinada fracción defectuosa. Excepto algunos casos: por ejemplo las normas sobre ladrillos y bloques (INDITECNOR 30.55, 30.56 y 30.152) que especifican valores mínimos individuales y valores mínimos promedio.

Otra manera de especificar frecuente y que conduce a error es el exigir que se someta a ensayo un porcentaje fijo de la partida que se controla y no aceptar elementos defectuosos. Es fácil ver que esta modalidad es injusta por cuanto al disminuir el tamaño de la muestra simultáneamente con el tamaño de la partida, ocurre que el riesgo del comprador o sea la probabilidad de aceptar una partida de mala calidad, crece notablemente.

Por las razones antedichas, el analizar la calidad de los materiales por las disposiciones vigentes, en algunos casos, puede llevar a formarse un juicio equivocado. Agréguese que a veces, como ser en los ladrillos de arcilla cocida, las clases del material que figuran en las normas no corresponden a las clases disponibles en el mercado.

Urge, pues, introducir en nuestras normas y en la práctica comercial, métodos basados en la teoría estadística para establecer la calidad de productos. Los parámetros que se calculen y los muestreos utilizados deben permitir que los riesgos de comprador y vendedor estén dentro de límites razonables. Nos parece conveniente adoptar valores basados en tolerar una cierta fracción defectuosa, con especial atención al valor característico en el caso de los materiales de construcción. En lo que respecta a muestreos más racionales, el mismo INDITECNOR ha preparado recientemente la norma 5-4 "Inspección por atributos para la recepción de productos". Esta norma incluye disposiciones aplicables a gran variedad de casos de recepción de productos. Presenta la novedad, respecto a normas extranjeras de este tipo, de incluir muestreos para estimar fracciones defectuosas relativamente grandes, modalidad que está más de

acuerdo con nuestra realidad de producción y control y que es especialmente aplicable para la aceptación y rechazo de materiales de construcción.

REFERENCIAS

- 1.- A. LAMANA: Calidad del hormigón y del acero para hormigón armado de las construcciones sometidas a los terremotos de mayo de 1960 en el sur de Chile. Revista del IDIEM, vol 1, nº 1, marzo de 1962.
- 2.- L. JORQUERA: Calidad de ladrillos y bloques para albañilería. Revista del IDIEM, vol 1, nº 2, junio de 1962.

QUALITY OF SOME CONSTRUCTION MATERIALS

SUMMARY:

Testing for construction materials quality control is frequently performed by IDIEM. On this subject, statistical information is given on testing data of concrete pipes, concrete tiles, curbs and masonry units.