

H O R M I G O N E S L I V I A N O S

ALBERTO REQUENA

CARLOS MARTINEZ

Los hormigones livianos pueden definirse como aquéllos que poseen un alto porcentaje de huecos o aire incorporado, ya sea a través de agregados especiales que los poseen integrados a su propia estructura, ya sea con agregados de granulometría especiales, que los provoquen o por último con la producción artificial de células de aire o gas.

Cabe de inmediato explicar que la costumbre ha denominado también hormigones livianos a los morteros y cementos livianos o expandidos, cuestión que si bien inexacta desde el punto de vista científico, permite con claridad ubicar al conjunto de estos materiales que por su fabricación, por sus componentes fundamentales y a veces por su naturaleza, son análogos a los hormigones ordinarios y desde luego a los hormigones livianos propiamente tales, aunque su uso sea generalmente diferente.

Tampoco debemos confundir entre hormigones livianos y hormigones aireados. Estos últimos son mezclas corrientes a las cuales se les ha agregado algún aditivo incorporador de aire con objeto de mejorar su trabajabilidad, resistencia a los ácidos y a las heladas y para evitar fisuraciones. Pero la cantidad de aire, en estos casos, no sobrepasa el 3 o el 5%, porcentaje que aparece como insignificante frente a los porcentajes de aire incluido en los hormigones livianos que oscila aproximadamente entre el 40 y el 70%.

La investigación que dió por resultado estos procedimientos y la fabricación de estos materiales, surgió de la necesidad de rebajar el peso específico, y por lo tanto disminuir el peso y la conductibilidad térmica y acústica de las mezclas ordinarias. Con estos objetivos como meta, en el transcurso de las últimas cuatro décadas, se han obtenido

numerosas variedades de hormigones livianos, es decir, hormigones, morteros y cementos livianos, muchas de las cuales casi han perdido la apariencia del material de origen, utilizándose casi siempre, más que mirando a su resistencia, aunque naturalmente haya que tenerla en cuenta para no provocar un conflicto mecánico en las estructuras, más bien para conseguir disminución de peso o aislamiento térmico excepcional. "Nunca los hormigones livianos le harán la competencia a los hormigones ordinarios" (1), será al ladrillo o a otros elementos de muro o techumbre, a la lana de vidrio, al corcho o a otros materiales semejantes.

Las ventajas, entonces, que representa su uso son varias. Su capacidad aislante significa una gran economía en combustibles y a veces una simplificación técnica al eliminarse complejos constructivos aislantes. Su poco peso significa economía en fletes y estructuras. Además, en algunos tipos especiales, permite el uso de productos o subproductos de otras industrias que no tienen otras aplicaciones muy importantes y que en muchos casos se desperdician, como son las escorias, el aserrín, el pómez, etc.

En el último capítulo de este trabajo se verá la aplicación de este material en Chile. Por ahora podemos decir que es escasa. ¿La razón? Bueno, entre las más importantes está el abandono en que se ha mantenido la investigación científica en el campo de la edificación. Materiales de este tipo con patentes y uso común en Suecia, Alemania y otras naciones en la segunda década de este siglo. fueron absolutamente desconocidos hasta hace muy poco en nuestro país. Otra razón son los precios artificialmente altos con que se entregan en el comercio, precios que se alzan debido a los métodos irracionales de fabricación en algunos casos y a los costos artificiales del cemento, sobre el que existe monopolio, y a los costos también artificiales de la fabricación, la que debe financiar publicidad, gastos generales y a menudo utilidades absolutamente exageradas.

(1) F. Arredondo. "Hormigones ligeros".

Con un precio más lógico del cemento, con una investigación más acuciosa que ubique los tipos y fórmulas más convenientes según el lugar en que se fabriquen y se vayan a usar y con una racionalización de las industrias que produzcan los elementos necesarios, los hormigones livianos serán una buena posibilidad dentro de los materiales de construcción a usarse en nuestro país.

El cuadro siguiente nos da la clasificación de los hormigones livianos según el método mediante el cual han sido preparados.

A.- De agregados I. Hormigones
especiales sin fino

II. Hormigones
de agregados
livianos sin
fino

III. Hormigones
de agregados
livianos

La pómez.
La perlita.
La escoria de
altos hornos.
La escoria ex-
pandida.
La arcilla ex-
pandida.
Las cenizas vo-
lantes sinteri-
zadas.
Los esquistos o
pizarras bitumi-
nosas cocidas.
Los esquistos ar-
cillosos cocidos.
El polvo de qui-
selgur.
La vermiculita.
El aserrín o vi-
rutas de la ma-
dera.

HORMIGONES
LIVIANOS

B.- Por agentes
químicos

IV. Hormigones
Celulares.

Gaseosos
Espumosos

HORMIGONES
LIVIANOS

V. Hormigones
livianos de
cal

Puede apreciarse la enorme variedad de métodos utilizados en su preparación. En capítulos posteriores haremos algunas comparaciones que ayuden a fijar un criterio de utilización. Muchos de los sistemas indicados en el cuadro, permiten obtener una amplia gama de productos en cuanto a resistencias y densidades. Esta ductilidad constructiva la poseen sobre todo los hormigones celulares, los de cal y algunos tipos de los de agregados livianos.

Aunque no es absoluto, podemos afirmar que en un mismo tipo de hormigones livianos, sus valores de resistencias son inversamente proporcionales a los de las densidades y por ende a su capacidad aislante. Este es uno de los problemas, de acuerdo al uso que se dé al material, que tiene que resolver el investigador, es decir, conciliar resistencias con capacidad aislante a un mismo tiempo y con un solo material.

Los hormigones livianos con densidades superiores a 0,7 o 0,8 podemos llamarlos "resistentes". "Pueden trabajar a flexión y compresión y están indicados para pisos y cubiertas. Su aislamiento es pequeño comparado con los de densidades menores, pero siempre bastante superiores al hormigón corriente o a los ladrillos, por ejemplo". (1) La densidad más alta, el límite hasta el cual podemos aceptar el hormigón como liviano propiamente tal, bordea los valores 1,8 o 1,9.

Luego viene "un tipo intermedio, con densidades de 0.5 a 0.7, parcialmente aislante y parcialmente resistente, que permite por lo menos el trabajo a compresión y está indicado para bloques, ladrillos, tabiques, etc." (2).

(1) F. Arredondo: "Hormigones ligeros".

(2) F. Arredondo: "Hormigones ligeros".

Finalmente están los hormigones livianos más aislantes que tienen densidades comprendidas entre 0,3 y 0,5. Su resistencia es la suficiente para su manejo, pero no permite utilizarlo como material que haya de resistir cargas y esfuerzos". (1). Se usa en bloques y monolíticamente para cubrir cubiertas, pisos u otros elementos resistentes. A estas densidades se llega generalmente sólo con los hormigones celulares y de cal y con un escaso número de hormigones de agregados livianos, pero en todos los casos con la eliminación total de la arena como agregado, es decir, en rigor sólo tienen estas características los cementos o calces expandidas y los morteros de agregados de inferior densidad.

I.- Hormigones sin agregados finos.-

Se llaman así los hormigones corrientes a los cuales se les ha eliminado la arena, "con lo cual se forma un material de grandes huecos, que en Francia llaman Béton caverneux y en Inglaterra No Fine Concrete". "El árido empleado para hormigones sin fino está comprendido generalmente entre 10 y 20 mm". (2) Los huecos dependen de la granulometría, de la forma y distribución de los granos y de las propiedades de los aglomerantes.

Para su fabricación se mezclan primero el riipo y parte del agua. Luego se agregan el cemento y el resto del agua. Lo fundamental es calcular la cantidad necesaria exacta de estos últimos, para producir una película de cemento que envuelva cada grano y no ocupen el lugar de los macroporos. Una vez desencofrado, es necesario estucar para evitar que los granos de la superficie sean arrancados fácilmente y para asegurar su impermeabilidad,

Se obtiene así un hormigón muy alveolado, de aislación térmica equivalente, a iguales espesores, a la de un muro de albañilería estucado por ambas caras y con resistencias suficientes para ser utilizado en construcciones corrientes de dos a tres pisos. "En Inglaterra, donde estos

(1) y (2) F. Arredondo: "Hormigones Ligeros".-

hormigones se emplean mucho, cuando se utilizan con áridos gruesos suelen moldearse in situ y los de áridos de menor tamaño se emplean en bloques prefabricados". (1)

II.- Hormigones de agregados livianos sin fino.

Este tipo de hormigones responde al mismo principio, fabricación y colocación, que el anterior salvo que el ripio corriente ha sido reemplazado por agregados livianos de granulometrías uniformes, también aproximadamente entre 10 y 20 mm.

Naturalmente que este material supera al anterior en aislación térmica, pero disminuye casi a la mitad su resistencia a la compresión.

III.- Hormigones de agregados livianos.

Como su nombre lo indica, se trata de hormigones en los cuales se ha reemplazado total o parcialmente los áridos tradicionales por áridos livianos. Las características y propiedades dependen entonces de los tipos de agregados usados.

Los agregados livianos.

a) La pómez.- "Es un vidrio volcánico, poroso y de aspecto de espuma que no ha cristalizado debido a un rápido enfriamiento y que ha adquirido estructura esponjosa debido a un rápido desprendimiento de los gases disueltos". "El terrón natural de piedra pómez contiene de 65 a 75% de sílice y 12 a 15% de alúmina" (2)- "Sus poros son tubulares e interconectados. A veces es necesario lavar este árido antes de utilizarlo, para eliminar elementos extraños que pueda contener. Su densidad varía de 0,48 a 0,88 dependiendo del origen y tamaño del material". (3)

b) La perlita.- Existe otro tipo de vidrio volcánico, la obsidiana, que se transforma en piedra pómez cuando se funde. Un tipo de obsidiana, la perlita, es calcinada, con lo cual se produce un material dilatado de estructura en forma de burbujas y densidad de 0,06 a 0,2. La expansión se debe al agua contenida en la roca (2 a 5%) y se realiza en hornos rotatorios a tem-

(1) y (3) F. Arredondo.- "Hormigones Ligeros".

(2) Brady.- "Manual de materiales".

peraturas de 1.010 a 1.075° C.

c) Escoria de altos hornos.- "Es el material fundido que se quita de la superficie del hierro en los altos hornos". Está formado por los materiales terrosos del mineral y el flujo. Se forma escorias en la fundición de otros metales, pero el término "escorias" suele utilizarse con referencia sólo a la de los altos hornos exclusivamente". (1)

Sus componentes fundamentales son la sílice, 32%, la alúmina, 14%, y la cal, 47%. Su densidad es aproximadamente de 0,7.

Si bien es un material ligero que puede obtenerse a bajos precios en zonas en que existen altos hornos, desgraciadamente contiene a veces impurezas que lo hacen inutilizable, como las cales y ciertas magnesianas, los sulfuros y los sulfatos. Cales y magnesianas pueden provocar la dislocación y ruptura violenta de las piezas de hormigón liviano fabricados con ellas. Los sulfuros y sulfatos pueden provocar por reacción química sobre los constituyentes del cemento, sales que atacan las cañerías de fierro y eflorescencias en los estucos. La proporción de sulfatos llega a ser peligrosa sobre el 1%, límite que es de sólo el 0,5% para los sulfuros.

d) Escoria expandida.- Es un agregado liviano obtenido por el tratamiento de una escoria en estado de fundición, tal como sale del alto horno, por agua fría, que al contacto con ella se convierte en vapor. Esta violenta gasificación expande la escoria. "Para conseguir un árido útil para la fabricación de hormigones livianos es necesario utilizar una cantidad de agua muy estudiada para que se produzca la dilatación y no la granulación fina (exceso de agua), o sólo el enfriamiento de la escoria con un alto peso específico (poca agua)". (2)

Tal como en el caso anterior, hay varios tipos de escorias utilizables. Todo depende de los componentes químicos. "En general, las que tienen un alto contenido de cal y de sílice son las que dan mejores productos". (3).

(1) Brady.- "Manual de materiales".

(2) y (3).- F. Arredondo.- "Hormigones ligeros".

La densidad de este material varía según su granulometría. En el fino de hasta 5 mm., es de 0,9 y en forma de gravilla hasta de 30 mm., es de 0,65.

e) Arcilla expandida.- El hormigón liviano de arcillas expandidas ha sido llamado también hormigón liviano de clinker. Si bien es un excelente producto, como se verá en los cuadros que se exponen más adelante, no ha tenido mayores aplicaciones por los altos costos de preparación, para lo cual se requieren instalaciones casi de la magnitud de las de una fábrica de cemento.

La arcilla se calienta durante varias horas en un horno rotativo hasta el punto de fusión, 1060 a 1080° C. A esta temperatura, la arcilla se pone blanda y comienza a hincharse bajo la acción de los gases que se desprenden de la masa a punto de fundirse. En estas condiciones se saca y se obtiene un producto redondeado con un núcleo vesicular y una capa exterior lisa y densa, características idénticas para todos los tamaños, que agrupan al material en dos tipos fundamentales, el fino, inferior a 3 mm. y el grueso de 3 a 10 mm. aproximadamente. La densidad oscila entre 0,43 para el fino y 0,35 para el grueso.

f) Cenizas volantes sinterizadas.- Se entiende por sinterización, la unión de pequeñas partículas por medio de altas temperaturas que funden ciertos componentes de la materia. Es un método nuevo y aún no experimentado en gran escala. No está claro el tipo de cenizas más convenientes, la calidad ni cantidad de combustible y la velocidad de la operación.

Algunas experiencias se han realizado con cenizas de esquistos procedentes de escombreras y se han obtenido áridos livianos de densidades entre 0,64 y 0,96. Francisco Arredondo, en sus conferencias de la 1ª Asamblea General del Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento observa que el procedimiento es más económico que el de la expansión de escorias y arcillas, ya que la relación de peso del combustible a la del producto es de 1 a 8 aproximadamente en la sinterización y de 1 a 3 en la dilatación en los hornos rotatorios.

g) Esquistos o pizarras bituminosas cocidos.- "Los esquistos o pizarras son rocas que se encuentran en la naturaleza formadas por barro o arcilla consolidadas por presión. Son finalmente granuladas y de estructura laminar; se componen fundamentalmente de sílice y alúmina con numerosas impurezas. Algunos esquistos contienen aceites minerales, de los cuales cons-

tituyen futuras fuentes y que son los esquistos bituminosos".(1)

Después de la extracción industrial de estos bitúmenes, queda una gran cantidad de esquistos cocidos como subproductos, que después de molidos pueden ser utilizados sin otra transformación como agregados livianos, resultando con una granulometría escalonada de 15 a 22 mm. y densidades cercanas a 1,0.

h) Esquistos arcillosos cocidos.- Son esquistos con un gran contenido de arcilla, los cuales son cocidos en presencia de un fundente para obtener un material liviano que presenta dos granulometrías, fina, similar a la arena gruesa, como gravilla. La densidad de la fina es de 0,7 y la de la gruesa 0,6.

i) Polvo de quiselgur (kieselguhr) o polvo de tierra de diatomeas.- El quiselgur, o diatomita, o tierra de diatomeas, es un material en forma de polvo blanquecino que consiste fundamentalmente en frústulas o células silicificadas de diatomeas.

Se usa como agregado, moliendo finamente el material extraído. Es muy absorbente y llega a retener el 75% de su propio peso de ácido sulfúrico. Contiene hasta 88% de sílice y el resto sustancias orgánicas.

Su densidad oscila entre 0,3 y 0,4. Es muy resistente al calor. Ladrillos de quiselgur con poros obtenidos al quemarse el corcho molido que se les había agregado, resisten temperaturas hasta de 1000° C.

j) La vermiculita.- La vermiculita es un material producto de la alteración de la biotita y otras micas. Es un silicato alúmino-magnésico, que por un tratamiento térmico se dilata, alcanzando volúmenes 15 a 30 veces mayores y proporcionando un material liviano con densidades de 0,06 a 0,12.

Se usa como agregado en forma de perdigones de 1 a 4 mm. y posee como el quiselgur extraordinarias resistencias a las altas temperaturas.

(1) Brady.- "Manual de materiales".

k) El aserrín o las virutas de madera.- Por último, en esta rápida enumeración de agregados usados en la confección de hormigones livianos, llegamos al tipo de agregados orgánicos, al aserrín y a las virutas de madera.

Los productos así obtenidos, hormigones de aserrín o de virutas "pueden ser considerados como un intermedio entre los hormigones livianos y la madera". (1)

Los inconvenientes del uso de este tipo de agregados son dos fundamentales: la gran retracción y cambios dimensionales en general de la madera y ciertas sustancias químicas que afectan el fraguado y endurecimiento del hormigón. El primer inconveniente se soluciona usando sólo elementos prefabricados que ya se han estabilizado y el segundo eligiendo maderas apropiadas y tratándolas.

El pino, el abeto y el álamo son las especies más recomendables, pues no es necesario realizar tratamientos previos. De todas maneras se recomienda agregar pequeñas cantidades de cal hidráulica que mejoran las resistencias.

Es absolutamente inconveniente el uso de maderas de olmo, alerce, fresno y encina por su alto contenido de tanino. También deben eliminarse los aserrines provenientes de la corteza del árbol.

Por otra parte, las grandes ventajas de los hormigones de aserrín o viruta son sus excelentes capacidades como aislantes y para ser clavados y serruchados. Dosis altas de aserrín o viruta aumentan estas condiciones pero disminuyen resistencias y viceversa.

Los hormigones de agregados livianos.-

La naturaleza celular de los agregados livianos exige métodos especiales en la fabricación de estos hormigones para evitar que la pasta lechosa llene sus células, lo que provocaría un aumento del peso y una disminución de la aislación. También se requiere cuidado en la colocación de estos hormigones, pues la dureza de los agregados usados es muy inferior a la de los corrientes.

(1) J. Chefdeville. "Les Bétons Légers". Cahiers du Batiment Enero 1949.-

Se presentan, en general, ciertas dificultades de trabajabilidad ocasionadas por las formas angulares y ásperas de los agregados. Hacen excepción las arcillas expandidas que son redondeadas y lisas. Se ha superado en parte el defecto mediante aditivos que incorporan aire hasta en un 20 o 25%; también se ayuda a la trabajabilidad con mezclas ricas y agregando algunas dosis de arena fina corriente.

En ningún caso podrá recomendarse el uso de vibradoras o la colocación en grandes cachadas o sistemas con presiones muy elevadas, pues todos estos recursos pueden producir segregación y cambios granulométricos.

Poseedores de las características generales expuestas, las propiedades particulares de estos hormigones son tan variadas como variados son los agregados usados y como sean las condiciones de fabricación, estas últimas también condicionadas en gran medida al tipo de agregado elegido.

IV.- Hormigones celulares.-

Los hormigones celulares son producidos por formación artificial de células, ya sea por incorporación de aire a través de espumas en batido mecánico o por producción de gas en base a una reacción química.

En ambos casos, la formación de estas células debe satisfacer las siguientes condiciones:

- 1.- Formación homogénea de las células en toda la masa, y
- 2.- Equilibrio de la presión interna del gas con las fuerzas exteriores producidas por la masa de hormigón, de modo de impedir su oclusión durante el proceso de fraguado de la mezcla.

Para la mantención y adecuada formación de estas células, deben cumplirse algunos requisitos de importancia tales como:

- 1.- Razón agua - cemento de la mezcla, factor fundamental para el equilibrio de fuerzas masa y gas, de tal forma de producir una membrana plástica que mantenga latente dichas tensiones, y

2.- Prevención del escape de gas de la masa de hormigón por medio de agentes químicos especiales que aumenten la tensión superficial.

Pasamos ahora a tratar las dos formas generales de preparación de hormigones celulares: de gas y de espuma.

Hormigones celulares de gas.-

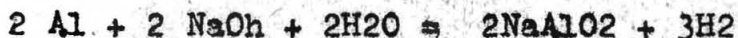
Los agentes gasificadores más utilizados son el polvo de aluminio y el peróxido de hidrógeno (agua oxigenada).

Teóricamente una cantidad conocida de agente gasificador reacciona con materias químicas, ya sea agregadas o presentes en una mezcla de base cemento, para generar un volumen conocido de gas. Idealmente, la mezcla se expande una cantidad predeterminada.

a) Proceso del polvo de aluminio.- Debemos aclarar nuevamente, que los productos más empleados, impropriamente llamados hormigones celulares, no son sino morteros o cementos celulares o expandidos. En este caso son mezclas a las que se les adiciona polvo de aluminio, lo más puro y fino posible. Se produce así una reacción con desprendimiento de hidrógeno por acción de la alcalinidad del cemento representado esquemáticamente por el grupo Anion Hidroxilo (OH)



Puede ser acelerada si es necesario agregando hidróxido de sodio (soda cáustica) que según Caldwell es:



Esta reacción está influenciada por los siguientes factores:

- 1.- Alcalinidad del cemento.
- 2.- Cantidad de NaOH usado.
- 3.- Tamaño y pureza de las partículas de aluminio.
- 4.- Medidas para prevenir escape de gas y
- 5.- Control de temperatura.

Quien produce la célula gaseosa, por consiguiente, es el hidrógeno desprendido en la reacción indicada.

b) Proceso del peróxido de H₂O₂.

En este método se emplea agua oxigenada e hipocloruro de calcio que según Graf, reacciona en la siguiente forma:



Para la estabilización de la estructura celular deben ser usados agentes tensioactivos que aumenten la tensión superficial. Es importante hacer notar que la formación del cloruro de calcio acelera el proceso de fraguado del cemento.

Al igual que el cemento expandido con polvo de aluminio, pueden ser preparados cementos y morteros, que en este caso, por la formación de oxígeno, causa oxidación de las enfierraduras, no pudiendo usarse para la fabricación de elementos armados.

El hormigón de espuma es elaborado con un cemento o mortero fluido de granulometría fina, cuyo esponjamiento se obtiene mediante agentes espumantes o incorporadores de espuma ya preparada, que incorpora burbujas de aire a la mezcla.

Esta reacción depende de:

- a) Tipo de agente espumante, de los cuales han sido utilizados:
 - Detergentes.
 - Jabón de resina.
 - Cola animal o vegetal.
 - Saponina.
 - Resina neutralizada.
 - Proteínas hidrolizadas.
- b) Velocidad del mezclado.
- c) Razón agua-cemento.

"Este material de construcción constituye una derivación de la piedra artificial que desde hace unos sesenta años se obtiene a presión con un mortero de cal y arena de cuarzo, fraguado en vapor a presión. Con materias primas silíceas y cal finamente molida agregando, en caso necesario, cemento adecuado y empleando o no agentes de activación, se obtienen pastas fluidas de rápido espesamiento que, después del curado en vapor a presión, ofrecen pesos específicos aparentes pequeños y resistencias relativamente altas". (Otto Graf).

Se han destacado en estos productos la industria Suoca, que lo ha incorporado como uno de sus materiales más usados en construcciones. La firma YTONG (1929 adelante) prepara el hormigón de cal, muy semejante a los hormigones celulares de gas, pero en el cual la cal hidráulica es preparada "in situ" por la combustión directa de esquistos bituminosos y calcáreos, aprovechando el papel calorífico del esquisto. Los productos de la combustión son molidos y utilizados directamente, obteniéndose resistencia de 60 kg/cm² para densidades de 0.45.

Las tres primeras usinas de la sociedad Ytong tienen una producción de 150.000 m³ al año, recientemente se ha incorporado una cuarta con 200.000 m³ al año. Se permite el empleo del Ytong como muro resistente para construcciones hasta de seis pisos. Muchas construcciones se han realizado con muros de 25 cm, para tres pisos y de 35 cm. para cinco pisos.

CUADRO DE COMPARACION DE LOS VALORES MEDIOS QUE CORRESPONDEN A DIFERENTES TIPOS DE HORMIGONES LIVIANOS, TOMANDO COMO REFERENCIA A UN HORMIGON NORMAL.

TIPO DE HORMIGON	PESO ESPECIFICO	MODULO DE ELASTICIDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION	CONDUCTIVIDAD TERMICA	CAMBIOS DIMENSIONALES
HORMIGON NORMAL	P.E = 2,2	E = 210.000 Kg/cm ²	R = 180 Kg/cm ²	K = 1.00	
1 ARCILLA EXPANDIDA					
2 CENIZAS SINTERIZADAS					
3 ESCORIA EXPANDIDA					
4 POMEZ					
5 PERLITA					
6 VERMICULITA					
7 KIESELGUR					
8 SIN FINO					
9 Agregados LIVIANOS SIN FINO					
10 GASEOSO - POLVO DE ALUMINIO					
11 ESPUMA					
12 ASERRIN					
13 LIVIANO DE CAL					

Los datos que a continuación se darán en los aspectos de coeficientes de aislación, resistencia a la compresión y densidades aparentes, en su gran mayoría, son los proporcionados por sus propios fabricantes representantes, sin comprobación por parte del IDIEM o nuestro Instituto.

LIVIACRET..- Cemento expandido celular fabricado por "Vibrocret".

Características:

- 1.- Densidad aparente 0.55
- 2.- Resistencia a la compresión entre 10 y 20 kg/cm²
- 3.- Conductibilidad térmica k, 0.00023 cal-cm/seg-cm²-grado

Usos:

- aislación térmica de terrazas y losas colocado in situ.
- bloques para tabiques y planchas armadas como losa liviana.
- aislación térmica de frigoríficos hornos-incubadoras.

LIGHT-CONCRETE..- Cemento expandido celular fabricado por Sergio Vergara.

Características.-

- 1.- Densidad aparente 0.55 - 0.60
- 2.- Resistencia a la compresión 15 kg/cm²
- 3.- Conductibilidad térmica k 0.00029 cal cm./seg.cm² grado

Usos:

Idem anterior.

SIHL PUMEX..-

Hormigón celular, compuesto de cemento, sílice y agua. Producción de células de aire por medio de agente espumante fraguado en autoclave.

con vapor a 10 atmósferas durante 12 horas. Producido por Betteley & Cia. S.A.C.

Características.-

Promedio de resultados de los ensayos del I.D.I.E.M.

Por carecer de normas Inditecnor, para los ensayos de hormigones celulares, se estimó conveniente en Idiem realizarlos según normas Inditecnor para ladrillos.

- 1.- Densidad aparente 0.7
- 2.- Resistencia a la compresión 32,058 kg/cm²

Usos.-

- Placas para muro, con armadura interior soldada eléctricamente.
- Placa para techos o losas, con armadura interior también soldada eléctricamente y calculada de acuerdo a su uso.

DE POMEZ.-

En nuestro país existen abundantes yacimientos de piedra pómez, pero no ha sido industrializado su empleo.

En la construcción se aplica en la actualidad el Litopomex, que es una arena de pómez, existiendo en varios puntos de la zona de Maipú. (En los terrenos vecinos a nuestra Escuela, existe la explotación comercial de dichos yacimientos cuyo producto tiene densidad 1.0).

DE ESCORIA DE COKE.-

Se ha usado para la fabricación de hormigones especialmente destinados a rellenos de tabiquerías. Se han usado en algunos casos sobre losa o como relleno en instalaciones de baño, donde han dado resultados lamentables por la acción del azufre contenido en la escoria, que actúa sobre el fierro, produciendo su destrucción. (Presencia del anión sulfato).

DE VIRUTAS DE MADERA Y ASERRIN.-

ERACLIT.- Plancha constituida por fibra de madera aglomerada

con cemento.

Características.-

- 1.- Densidad aparente 0.35 a 0.5
- 2.- Conductibilidad térmica k 0.00009

Usos.-

- Como revestimiento para cielos y tabiques.
- Como aislante sobre o bajo losa de concreto, sordina de envigados, bajo cubiertas planas, sobre entablado.
- En muros de concreto y albañilería y en cámaras frigoríficas.
- Como material anti-acústico en cielos y muros interiores para lo cual debe estucarse.

LIGNOCRET.-

Compuesto de madera mineralizada y cemento, fabricada por "Vibrocret".

Características.-

- 1.- Densidad aparente inferior 1.
- 2.- Conductibilidad térmica k 0.00021

Usos.-

- Se emplea en la construcción de paredes exteriores y de tabique, como bloques huecos o planchas huecas pre-fabricadas.
- Como aislante de terrazas, entretecho y entrepisos en substitución de corcho o de sordina de paja y barro.
- Como losetas pre-fabricadas.

ISOLITA.- Elemento de madera-cemento.

Características.-

- 1.- Densidad aparente 0.8
- 2.- Conductibilidad térmica k 0.00012

Usos.-

- Planchas para aislación y tabiques.
- Casetones para losas nervadas.
- A granel para colocar en entretechos y mansardas.

VERMICULITA.-

Fabricado por "SOCLIMA". (mica expandida)

Características.-

- 1.- Densidad aparente 0.56
- 2.- Resistencia a la compresión de mortero 1:4 22,8 Kg/cm²
- 3.- Conductibilidad térmica k 0.00032

Usos.-

- Aislación térmico-acústica sobre losas.
- Aislación de cañería de calefacción,

BIBLIOGRAFIA.-

- 1.- "Journal of the American Concrete Institute". Mayo-Junio 1954, N°s. 9 y 10. Artículo de R.C. Valore Jr. "Cellular Concrete".
- 2.- "Cahiers du batiment" Enero de 1949 N°29. Artículo de M.J. Chefdeville "Les Bétons légers".
- 3.- "Cahiers de batiment" Enero de 1949 N°30. Artículo de J. Demarre "Les bétons cellulaires".
- 4.- "Primera Asamblea General". Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento. N°124. Conferencia sobre "Hormigones Ligeros" de Francisco Arredondo V y Conferencia sobre "Algunas realizaciones con hormigones ligeros" de Ignacio Vivanco.
- 5.- "Manual de Materiales" George S. Brady. Editorial Nigar. Buenos Aires 1951.
- 6.- "Hormigón gaseoso, hormigón espumoso, hormigón de cal liviano" de Otto Graf.
- 7.- "Agentes Tensioactivos Atlas" Atlas Powder Company.
- 8.- "Catálogo de la Cámara Chilena de la Construcción".
- 9.- "Influencias Físico-Químicas sobre los hormigones en masa y armados". A. Kleinlogel.
- 10.- "Manual para la aplicación del Cemento Melón en las Construcciones". Publicación de Fábrica de Cemento "El Melón".
- 11.- "Construcciones con Prefabricados de Hormigón y Hormigón Armado" Kiehne-Bonatz. Editorial Reverté S.A. 1954.
- 12.- "The Thermo-Con Cellular Concrete System" Higgins Inc.