

$7.125 = t [1.409 (0.37 + 0.00022 t) + 0.482 (0.34 + 0.00015 t) + 0.0035 (0.36 + 0.0003 t) + (5.8776 + 1.4780 (0.303 + 0.000027 t))]$; resolviendo el segundo miembro tendremos:
 $7.125 = 0.00057 t^2 + 2.9152 t$. Resolviendo esta ecuación de segundo grado tenemos:

$$t = \frac{-2.9157 \pm \sqrt{(2.9157)^2 + 4 \times 0.00057 \times 7.125}}{2 \times 0.00057}$$

$$t = \frac{-2.9157 + 4.9731}{0.00114} = \frac{2.0574}{0.0014} = 1.804^\circ \text{ centig.}$$

Si en lugar de quemar este carbón con un 20% de exceso de aire, lo quemamos con un 60%, tendremos el siguiente calor de combustión:

$$\text{Aire en exceso } \frac{7.390 \times 60}{100} = 4.434 \text{ m}^3, \text{ entonces}$$

$7.125 = t [1.409 (0.37 + 0.00022 t) + 0.482 (0.34 + 0.00015 t) + 0.0035 (0.36 + 0.0003 t) + (5.8776 + 4.434) (0.303 + 0.000027 t)]$.
 $7.125 = 0.000651 t^2 + 3.8108 t$.

$$t = \frac{-3.8108 \pm \sqrt{14.5221 + 18.5535}}{0.0013} = \frac{1.9402}{0.0013} = 1.493^\circ \text{ c.}$$

Comparando estos dos valores se concluye que mientras menor sea el exceso de aire, tanto mejor será el rendimiento del combustible y por consiguiente es necesario calcular el exceso de aire lo más exacto que sea posible.

285

LA VIVIENDA PARA CLIMA CALIENTE

Antes de entrar en detalles de lo que debe ser una vivienda higiénica en nuestros climas cálidos, es conveniente dar algunos datos históricos de la evolución que han sufrido los materiales hasta llegar al actual concreto y sus aplicaciones.

Los procedimientos de construcción estacionarios hasta el siglo pasado, en que la técnica, con los elementos nuevos adquirió un desarrollo cada vez más creciente, transformándose finalmente en una verdadera revolución de excelentes resultados para el progreso de la

construcción, cuyos efectos son de tal magnitud y alcance que, a pesar de los grandes adelantos obtenidos, las perspectivas que se presentan son de proporciones amplísimas en la edad moderna.

Según las obras legadas por las civilizaciones pasadas y narraciones de historiadores, fue Vitruvio, un célebre arquitecto romano, que vivió por allá un siglo antes de la era cristiana, quien dejó su importante obra "RE ARCHITECTURA", donde historia los sistemas empleados en la antigüedad y su época. Las primeras civilizaciones emplearon preferentemente las piedras en sus construcciones, bajo formas de columnas, provistas o no de capiteles, sobre las cuales se apoyaban por superficies lisas y aún pulidas, piedras horizontales que constituyan el techo. Las piedras eran en general de grandes dimensiones, lo que disminuía las juntas, en las cuales no se interponía por lo general materia alguna.

Los romanos empleaban mampostería de piedra de pequeñas dimensiones, utilizando ya morteros de cal y aún hormigón rudimentario (opus reticulatum, opus incertum). Algunos pueblos utilizaron la drillos unidos con betún, y los puzolanas, que emplearon en sus obras hidráulicas.

Con esa técnica rudimentaria y simple, construyeron las hermosas obras que nos legaron, y fue la que se utilizó, casi exclusivamente en las monumentales catedrales góticas y los palacios del renacimiento de los siglos XVI y XVII.

Durante ese largo período el adelanto sólo se efectuó en la distribución de la piedra, hecha de una manera más económica y segura, orientada por la experiencia adquirida, pero los procedimientos y materiales adoptados en la mampostería eran los indicados por Vitruvio y subsistieron hasta el principio del siglo XIX.

Hasta entonces, a nadie se le ocurrió estudiar las cales para mejorarlas, y se consideraban las cales grasas como las más untuosas y adecuadas para la construcción, teniéndose ideas muy simples sobre el endurecimiento de los morteros. Fueron las investigaciones del famoso ingeniero francés Vicat, iniciadas en 1818, las que hicieron conocer el mecanismo del endurecimiento de los morteros, los que permitieron utilizar en forma racional las cales hidráulicas y los cementos, e iniciaron una verdadera revolución en las construcciones.

A partir de esa fecha los progresos fueron rápidos y los continuadores de los estudios de Vicat, tales como Frémy, Le Chatelier, Lafuma y otros, entregaron a los ingenieros el cemento portland y sus variedades, proporcionando así la base de todas las construcciones modernas.

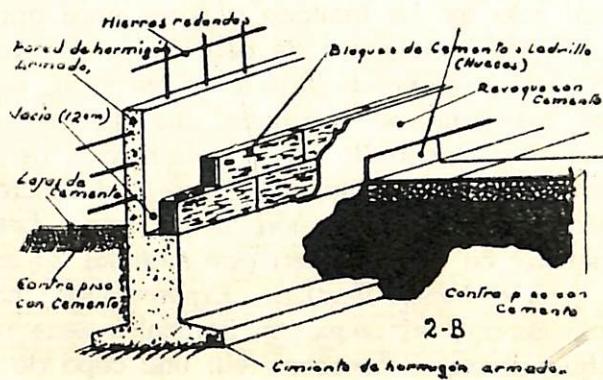
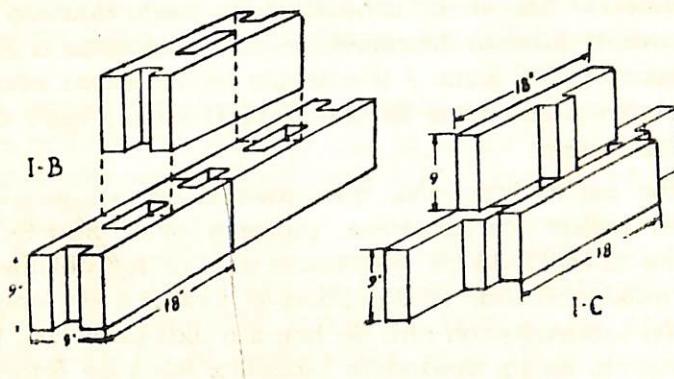
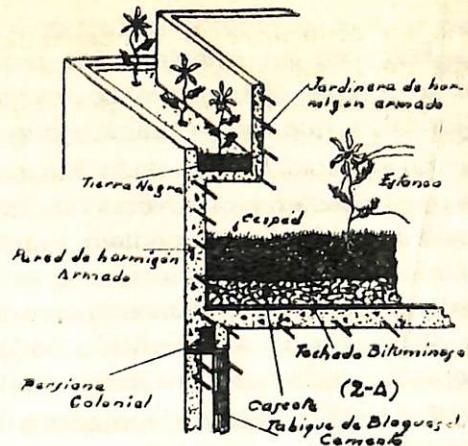
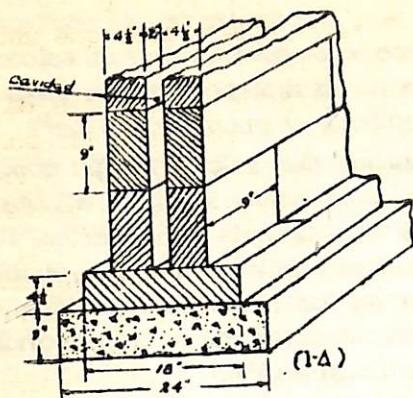
Pero, en un principio, los ingenieros sólo orientaron sus esfuerzos a obtener el aumento de resistencia en la mampostería de piedra y ladrillos, que era lo único usado en edificios y puentes.

En cambio, el hormigón fue considerado por mucho tiempo como una mampostería de resistencia inferior, sólo aconsejable para aquellas partes donde no pudiera emplearse otro tipo de construcción, limitada en aquellos países en donde existían hábiles obreros en mampostería de piedra, y más generalizada en las naciones nuevas que no disponían de esa tradición, lo que hizo conocer las extraordinarias propiedades de ese nuevo elemento de construcción.

Luego los ensayos realizados bajo la dirección de hábiles ingenieros, condujeron en forma sucesiva a través de la granulometría bajo el influjo de Fuller, Bolomeiy, Féret, etc., por la ley de Abrams sobre la relación agua-cemento, por la obtención del máximo de capacidad luego de colocado en obra, mediante la vibración y el desaireado, etc. Teniendo así, en la actualidad un cierto dominio del problema, que permite fabricar hormigones con resistencias a la ruptura, a la compresión, de 600 Kgrs. / 2 cms.², y se vislumbra para un porvenir poco remoto desistencias de 800 a 1.200 Kgrs. / cm², comparables casi a las del hierro.

Tenemos así el hormigón, que además de sus excelentes condiciones para resistir los esfuerzos, presenta otras características tales como la incombustibilidad o resistencia a la acción del fuego; su plasticidad o moldeabilidad; soldabilidad o facilidad de unirse un hormigón recién fabricado con otro de horas o días de hecho, transformándose el conjunto en un verdadero monolito; fuera de éstas, tiene múltiples propiedades que lo hacen insustituible en las grandes construcciones de edificios, puentes, obras de embalse, usinas eléctricas, etc.

Hasta aquí sólo me he limitado a sacar unos apuntes históricos relacionados con los hormigones de densidades relativamente altas y grandes resistencias, queriendo llamar la atención, especialmente a los estudiantes, sobre un nuevo material que apenas en este siglo comienza a tener gran desarrollo en la construcción de viviendas económicas e higiénicas en los climas tropicales: el concreto celular, llamado también cavernoso, gazobetón, aeroconcreto, betón glacé, etc. El principio general en que se basa este material, es su porosidad y por tanto su gran aislación térmica. Experimentos han demostrado que el aire diseminado en pequeñas partículas tiene una conductibilidad menor que en capas espesas. Así: una capa de 10 centímetros



tiene un coeficiente de conductibilidad 17 veces más grande que una capa de 1 milímetro.

Aprovechando estos principios se han obtenido hormigones de débil conductibilidad, poco peso y resistencias apropiadas a las partes de la construcción donde sería utilizado. Encierra además su fabricación relativamente fácil. (En otro artículo daré algunos detalles sobre propiedades, fabricación, etc. de este material).

En la construcción objeto de mi estudio, se usa especialmente concreto armado, y como complemento de éste, el ladrillo, y aún sería mejor experimentar con concreto celular, a que ya me he referido. Las construcciones tipo para climas tropicales pueden fabricarse siguiendo varios métodos, de los cuales sólo trataré dos:

1º—Paredes dobles con su parte exterior de concreto armado e interior de bloques superpuestos con cimiento de estructura monolítica, y como techo una baldosa de concreto armado formando parte del conjunto.

2º—Paredes dobles con su parte exterior e interior de bloques de cemento o ladrillos, sobre cimiento de concreto impermeabilizado en su superficie de contacto; el techo puede ser como el del 1º caso.

Puede usarse para 1º y 2º, techos de teja de buena calidad, con cielo-raso de madera, o concreto celular sobre malla de hierro.

Sistema I.

Recomendado especialmente en aquellos lugares donde el precio del cemento, el hierro, y la madera para el encofrado, puentes, ríostras, travesaños, etc., no pase de los límites económicos que exige la obra. Además, hay que tener cuidado en la escogencia del personal competente, y más o menos especializado que requiere esta clase de obra.

Consta la construcción de una parte exterior monolítica de concreto armado con parte interior de bloques de hormigón superpuestos, repellados con cemento (acabado). Fig. (2-B). El grueso de los cimientos es de 0,07 mts. (ancho) y como prolongación se ha levantado el paramento exterior de 0,08 mts. de espesor, armado con varillas de hierro de 0,008 mts. de diámetro (para construcciones de un solo piso), dispuestas cada 0,20 mts. en sentido horizontal y vertical. La parte inferior de la pared, separada de la exterior por un vacío de 0,07 metros, se construye con bloques huecos de hormigón de 0,08 mts. de espesor y de 0,20 por 0,40 mts. de lado, que se apoyan directamente sobre el respaldo del cimiento, el que a su vez distribuye uniformemente el peso del edificio sobre el terreno, por su condición de estruc-

tura monolítica, que forma así un solo cuerpo con las demás partes del edificio. (Ver Figs. I-B y I-C).

Las paredes divisorias del edificio se construyen también con bloques huecos de hormigón, de un espesor de 0,08 y de 0,20 por 0,40 mts. de lado. La losa de concreto o azotea, que tiene un espesor de 0,10 a 0,12 mts., se apoya en las paredes exteriores y en vigas y columnas. El aislamiento de esa baldosa consiste principalmente en una formación de estratos naturales de cascote y tierra negra sembrada de césped y plantas de raíces cortas, sobre una lámina impermeabilizadora de material bituminoso, adornando el conjunto con un pequeño estanque de poco fondo y jardines que bordean la parte exterior. (Ver Fig. 2-A).

El segundo sistema difiere del primero en la yuxtaposición de pequeños elementos sostenidos a intervalos por rellenos de concreto reforzado con alma de varillas de hierro, en lugar de estar constituido por un verdadero monolito. Este método, sin embargo, tiene la gran ventaja de la **flexibilidad** en su construcción, es decir, sólo exige obreros, que abundan por lo general en todos aquellos lugares donde apenas se usa el mortero como elemento de unión entre ladrillos. La construcción es exactamente igual a la anterior en cuanto a muros, cimientos, techos, etc.; por tanto, sólo trataré para este sistema algunos tipos de bloques y ladrillos.

En bloques de cemento tenemos el representante en la fig. I-A, o sea dos cuerpos de 18" por 9" por 4,5".

Otro tipo es el de cavidad hecha directamente en el bloque, como muestra la fig. I-B. En otros, el bloque tiene una saliente en su parte central, y se colocan en obra como se ve en la fig. I-C.

Los diferentes tipos de ladrillos usados corrientemente son aquellos de 3, 4, 6 y hasta 12 huecos en sentido longitudinal. Estos ladrillos son muy conocidos de todos.

En ambos sistemas, los vacíos de puertas, ventanas, claraboyas de aire, etc., están protegidos con marcos de concreto sobre los cuales se apoya la obra de carpintería.

Cuando no se dispone de alcantarillado, pero sí de agua corriente en los lugares donde se haga esta construcción, es conveniente construir tanques sépticos adecuados al tipo de edificación y al número de personas que la habitarán. Se puede seguir la siguiente regla: Para una familia de 6 personas, un tanque de 1,6 metros cúbicos de capacidad.

Eusebio J. Gómez P.

Estudiante.