

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL EMPLEO, EN EDIFICIOS, DE PAREDES ESTRUCTURALES EN BLOQUE DE CONCRETO *

Por: *Alvaro Pérez Arango, Director de Departamento de Ingeniería Civil*

I. INTRODUCCION

La utilización del bloque de concreto como elemento estructural en edificios en altura, ha sido reivindicada notablemente en la última década. El concepto de emplear el bloque sólo para particionar y delimitar espacios ha sido revisado y es así como en la actualidad su uso estructural se ha hecho extensivo en países tales como Inglaterra, Estados Unidos, Canadá, Nueva Zelanda, entre otros.

Varios son los factores que, en estos países, han incidido sobre este cambio de actitud respecto al empleo del bloque de concreto, entre ellos:

1. El acelerado mejoramiento del proceso de manufactura asociado.
2. La fabricación de un producto que satisface severos requerimientos en los relativo a su resistencia, durabilidad, acabado y uniformidad de dimensiones.
3. La posibilidad de producción de bloques de alta resistencia.
4. En muchos proyectos de edificios en altura, aún hasta del orden de 15 pisos, el sistema de muros portantes con bloques de concreto ha sido una solución más económica y de más rápida ejecución, que la convencional de pórticos y/o paredes de cortante, en concreto reforzado.
5. El sistema de reforzar las paredes estructurales en bloque de concreto, es muy simple. Este factor es de gran importancia especialmente en zonas de actividad sísmica donde, en razón del tipo de solicitaciones que se generan, es preciso reforzar en forma parcial o total las paredes estructurales, con el fin de garantizar suficiente ductilidad y estabilidad a la edificación.
6. Las ventajas que, con respecto a otros materiales de construcción, lleva consigo el uso del bloque de concreto:
 - a) Alta durabilidad.
 - b) Alta resistencia a la acción del fuego.
 - c) Excelente aislamiento térmico y acústico.

* El presente estudio fue auspiciado por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento (ICPC).

7. La disponibilidad de bloques de terminado excelente permite —en razón de la eliminación del revoque— minimizar el costo de acabados de paredes.
8. Dado que las paredes estructurales de bloque de concreto cumplen simultáneamente la función de delimitar espacios y de ser portantes de cargas, pueden reducirse en muchos casos las luces libres de los nervios y/o vigas de las losas de entepiso, con la consiguiente disminución del costo de la estructura.

Es de anotar que algunos de los factores anteriormente mencionados tienen validez general y por tanto no están circunscritos a condiciones regionales. En razón a esta consideración, hallamos plenamente justificable la experimentación sistemática en nuestro medio, con el bloque de concreto como elemento portante en edificios.

II. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA

En este sistema las losas de entepiso funcionan como diafragmas rígidos que transportan a los muros o paredes estructurales las cargas tanto verticales como horizontales, que a su vez son llevadas por los muros a las fundaciones.

Internamente, los muros estructurales absorben en forma de esfuerzos cortantes las fuerzas horizontales. Para efectos prácticos, se puede considerar que los muros que van paralelos a una dirección dada resisten la totalidad de la sollicitación horizontal actuante según la misma dirección.

En el sistema de mampostería estructural, el mecanismo de transmisión de la carga horizontal de la losa a los muros desempeña una función muy importante. Por esta razón las losas de entepiso deben ser suficientemente rígidas y además, hay que proveer conexiones que sean capaces de absorber y transmitir las fuerzas horizontales en la intersección de muros con placas o techo.

La utilización de mampostería sin refuerzo en construcciones ubicadas en zonas de actividad sísmica moderada o importante (zonas 2 y 3)*, aparece como no recomendable en las normas del ACI y del código de California (UBC). Esta limitación está fundada probablemente en la carencia de ductilidad de tal tipo de estructuras.

Este último hecho, sin embargo, está tenido en cuenta por los códigos para diseño sísmico, imponiendo factores de seguridad más severos para las edificaciones en mampostería estructural, que los correspondientes al sistema convencional de construcción en concreto reforzado. (Ver capítulo 3, Hipótesis y Criterios de Diseño).

En razón de lo anterior, comparto el criterio más liberal dado por las normas NCMA (National Concrete Masonry Association) según el cual el

* *Zona sísmica 2:* Corresponde a la intensidad VII en la escala modificada de Mercalli. Los daños esperables son moderados.

Zona sísmica 3: Corresponde a intensidades VIII y superior en la escala modificada de Mercalli. Los daños esperables son severos.

empleo de la mampostería estructural no reforzada estaría limitado únicamente por la magnitud de los esfuerzos permisibles en ella. Debe anotarse que, cuando las cargas laterales son importantes los esfuerzos que limitan el empleo de la mampostería estructural no reforzada son, en orden de importancia, los de tracción en el sentido de la altura de los muros, los de adherencia entre el mortero y el bloque y los de cizalladura en las juntas horizontales de mortero.

Finalmente debe destacarse un aspecto muy importante a considerar en el diseño estructural, cual es la necesidad de dotar a la edificación de una fundación suficientemente rígida con el fin de eliminar los posibles asentamientos diferenciales los cuales son altamente perjudiciales en el sistema de muros portantes.

III. HIPOTESIS Y CRITERIOS DE DISEÑO

Las hipótesis fundamentales para el diseño de muros estructurales en bloque de concreto, sean reforzados o no, son las mismas que las de la Teoría Elástica o de esfuerzos de trabajo, a saber:

—Una sección que es plana antes de la aplicación de un momento flector, permanece plana después de aplicarlo.

—Los módulos de elasticidad tanto del refuerzo como de la mampostería permanecen constantes, siempre que las tensiones estén en el rango de esfuerzos permisibles.

—El refuerzo está completamente embebido en el concreto utilizado para llenar los huecos del bloque, de tal forma que se puede asumir un comportamiento homogéneo del conjunto, dentro del rango de esfuerzos permisibles.

—En la mampostería reforzada se considera que los esfuerzos de tracción son absorbidos en su totalidad por el acero.

Con respecto al comportamiento SISMICO de edificaciones en mampostería estructural aún reforzada puede afirmarse que —dada la menor ductilidad de las estructuras con paredes de cizalladura frente a aquellas con marcos de concreto reforzado (1,2)— las normas internacionales han considerado la influencia de este factor de dos maneras:

1. En el análisis "cuasi-estático" equivalente se utiliza, entre otros, un factor que interviene en el cálculo de la fuerza cortante en la base y que depende del sistema estructural empleado. Así, por ejemplo, para una estructura con marcos dúctiles de concreto reforzado, el citado factor es 0,67, en tanto que para una edificación en mampostería estructural vale 1,33.
2. Al calcular los esfuerzos de cizalladura en los muros portantes según una dirección, se utiliza el doble de la fuerza horizontal, resultante del análisis cuasi-estático (recomendación del UBC).

Además debe tenerse en cuenta que para la determinación de los esfuerzos permisibles en la mampostería se aplican factores de seguridad

mucho más severos que los correspondientes a los empleados en el diseño convencional de estructuras de concreto reforzado.

Este hecho es consecuencia, principalmente, de la falta de un conocimiento más profundo sobre el comportamiento del sistema de mampostería estructural, cuya tecnología e investigación experimental que la sustenta, está retrasada en unos 30 años con respecto a la del concreto reforzado ⁽³⁾.

La consideración de los factores anteriores ha permitido, en los últimos años, diseñar racionalmente edificios en altura que se han construido en zonas de alta actividad sísmica, utilizando el sistema de muros estructurales en bloque de concreto, reforzados adecuadamente*.

IV. CUADRO COMPARATIVO DE ALGUNAS NORMAS DE DISEÑO DADAS POR DIFERENTES CODIGOS

En los cuadros adjuntos se comparan las normas de diseño más importantes, dadas por los siguientes códigos:

- Reporte ACI-531/1970
- Norma NCMA/1970
- Uniform Building Code (UBC)/1970.

* Hay un factor de comportamiento sísmico que es favorable al sistema de mampostería estructural, cual es su mayor capacidad de disipación de energía en el rango elástico por efecto de un mayor amortiguamiento interno respecto al sistema convencional de concreto reforzado. Este factor, sin embargo, no ha sido tenido en cuenta explícitamente en las normas de diseño.

NORMA	A.C.I. - 531	NCMA/70	UBC/70
<p>ITEM DE COMPARACION</p> <p>I. Determinación de la resistencia última de la mampostería (f'm), a compresión</p>	<p>a) Basado en la resistencia última de unidades aisladas. Para la determinación de f'm se tiene en cuenta, además, el tipo de mortero empleado. Area de referencia: sección transversal neta para bloques huecos. (Tabla 5-2)</p> <p>b) Basado en ensayos de prismas *, contruidos usando los mismos materiales y mano de obra que se emplearán en la estructura real.</p> <p>Edad de ensayo: usualmente 28 días o la edad a la que la mampostería asume su carga total de diseño, en caso que sea inferior a 28 días.</p>	<p>a) Igual a la norma ACI-531. (Tabla 3-1)</p> <p>b) Igual a la norma ACI-531.</p> <p>Nota: El ensayo de prisma se considera más representativo de las condiciones reales en obra y por ello se le da preferencia sobre el ensayo de bloques individuales.</p>	<p>a) Basado en la resistencia última de unidades aisladas. Ejecución opcional, sólo cuando no se han ensayado prismas. Los valores de f'm recomendados sólo consideran un tipo o grado de bloque.</p> <p>Area de referencia: Sección transversal neta para bloques huecos.</p> <p>b) Esencialmente igual a la norma ACI-531. Algunas diferencias en las dimensiones recomendadas para los prismas.</p>

* En este ensayo, la resistencia del prisma es del orden de un 25% menor que la de los bloques individuales, debido a los diferentes módulos de elasticidad y de Poisson correspondientes al bloque y al mortero de pega.

ITEM DE COMPARACION	NORMA	ACI - 531	NCMA/70	UBC/70
II. Hipótesis fundamentales para el análisis y el diseño	Método de esfuerzos de trabajo	Igual a ACI - 531	Igual a ACI - 531	Igual a ACI - 531
III. Esfuerzo axial permisible, referido a la sección neta, para paredes en mampostería de bloque, no reforzadas	$0,20 f'_m [1 - (h/40t)^3]$ h: altura efectiva t: espesor efectivo	Igual a ACI - 531	Valores muy inferiores a los dados por el ACI y dados para un solo tipo de bloque en el caso de bloques huecos y para dos tipos en el caso de bloque "sólido".	Valores muy inferiores a los dados por el ACI y dados para un solo tipo de bloque en el caso de bloques huecos y para dos tipos en el caso de bloque "sólido".
IV. Esfuerzo axial permisible, referido a la sección neta, para machones o columnas en mampostería de bloque, no reforzadas	$0,20 f'_m [1 - (h/40t)^3]$	Valor ligeramente más conservativo que el dado por el A.C.I., y viene dado por: $0,18 f'_m [1 - (h/30t)^3]$	Consideración igual a la correspondiente al ítem anterior.	Consideración igual a la correspondiente al ítem anterior.
V. Esfuerzo axial permisible, referido a la sección neta, para paredes en mampostería de bloque, reforzadas (con esfuerzo mínimo)	$0,225 f'_m [1 - (h/40t)^3]$	Igual a ACI - 531	$0,20 f'_m [1 - (h/40t)^3]$	$0,20 f'_m [1 - (h/40t)^3]$
VI. Carga axial permisible para columnas en mampostería de bloque, reforzadas	$A_g (0,20 f'_m + 0,65 p_g f_s) \times [1 - (h/40t)^3]$	$A_g (0,20 f'_m + 0,65 p_g f_s) \times [1 - (h/30t)^3]$ Ligeramente más conservativo que el del ACI	$A_g (0,18 f'_m + 0,65 p_g f_s) \times [1 - (h/40t)^3]$ Ligeramente más conservativo que el del ACI	$A_g (0,18 f'_m + 0,65 p_g f_s) \times [1 - (h/40t)^3]$ Ligeramente más conservativo que el del ACI

NORMA ITEM DE COMPARACION	ACI -531	NCMA/70	UBC/70
<p>VII. Mampostería en bloque, no reforzada sometida a flexión compresión</p>	<p>Condición para el diseño: $(f_a/F_a + (f_m/F_m) \leq I$ f_a, f_m: esfuerzos actuales en compresión y flexión, respectivamente. F_a: esfuerzo axial permisible (item III). F_m: esfuerzo permisible en compresión debida a flexión $= 0,30 f_m$</p>	<p>Igual a ACI - 531</p>	<p>No considerado</p>
<p>VIII. Tracción y cizalladura en juntas de mortero, en paredes de mampostería en bloques que, no reforzadas.</p>	<p>Se estipulan valores permisibles para los esfuerzos cortantes en las juntas de mortero, así como para los esfuerzos de tracción paralelos y normales a las juntas, debidos a flexión (tabla II-5)</p>	<p>Se estipulan los mismos valores que en la norma ACI (Tabla 3 - 2)</p>	<p>Los valores permisibles estipulados son del orden del 50 por ciento de los dados por el ACI.</p>

ITEM DE COMPARACION	NORMA	ACI - 531	NCMA/70	UBC/70
XI. Esfuerzos permisibles en el acero de refuerzo (diferente de la malla)	20.000 psi → Tracción para $f_y = 40.000$ psi 24.000 psi → Tracción para $f_y = 60.000$ psi $0,4 f_y$ → compresión (no mayor que 24.000 psi).	Igual a ACI - 531	Igual a ACI - 531 excepto en: 18.000 psi → tracción para $f_y = 40.000$ psi; esfuerzo permisible en compresión \leq esfuerzo permisible en tracción.	
X. Esfuerzo de cizalladura como medida de la tensión diagonal.	$v = (V/bd)$ Cuando v excede el esfuerzo constante permisible para mampostería no reforzada, el esfuerzo para cizalladura debe absorber toda la fuerza cortante.	Igual a ACI - 531	(V/bjd)	
XI. Cálculo del refuerzo para cizalladura.	Cuando v excede el esfuerzo constante permisible para mampostería no reforzada, el esfuerzo para cizalladura debe absorber toda la fuerza cortante.	Igual a ACI - 531	Igual a ACI - 531	
XII. Supervisión	Cuando la supervisión no está muy bien cualificada, deben reducirse los esfuerzos permisibles a la mitad.	Igual a ACI - 531	Básicamente igual a ACI - 531, pues en algunos casos la reducción no es tan severa.	

NOTA: Los esfuerzos permisibles en la mampostería reforzada (Tabla 15-1, ACI y Tabla 3-3, NCMA) son iguales para estas dos normas y concuerdan esencialmente con los especificados por la UBC.

V. MATERIALES

Las normas ICONTEC 247 y 249 establecen los requerimientos que deben satisfacer los bloques huecos de concreto empleados en muros estructurales.

Las normas ASTM o sus correspondientes adaptaciones realizadas en algunos países latinoamericanos, establecen los requisitos siguientes para los materiales empleados en la construcción en mampostería de bloque de concreto:

a) *Fabricación del bloque de concreto:*

Según normas ASTM C90 y ASTM C129 para bloques huecos portantes y no portantes, respectivamente.

Según norma ASTM C145 para bloques sólidos * portantes.

b) *Morteros de pega y de relleno ("Grout"):*

—Morteros de pega y de relleno para uso en mampostería de concreto, reforzada, según norma ASTM C476.

—Mortero para uso en mampostería de concreto, no reforzada, según norma ASTM C270.

En general no se recomienda el uso de aditivos (acelerantes, retardadores, ...) para los morteros de pega y/o de relleno. Este último debe poseer alta manejabilidad pero sin que se produzca segregación de los materiales.

Para el cemento y el acero son válidas las normas convencionales suficientemente conocidas en nuestro medio.

Es muy importante relieves la necesidad de disponer en Colombia de bloques producidos industrialmente, sometidos a un riguroso control de calidad no sólo en lo que respecta a su resistencia, sino también a sus dimensiones y acabado.

VI. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS FUNDAMENTALES. REQUERIMIENTOS SOBRE MANO DE OBRA, SUPERVISION Y CONTROL

El detalle de las normas constructivas relativas a la construcción con muros estructurales en bloque de concreto está contenido en el reporte "Specification for concrete Masonry Construction" (ACI-531. 1-76).

Es importante señalar, sin embargo, algunas recomendaciones constructivas de carácter cualitativo:

—Los bloques no deben humedecerse y deben almacenarse sin estar en contacto directo con el suelo, de tal forma que su superficie esté limpia al momento de ser utilizados.

* Se entiende por bloque sólido aquel cuya área transversal neta, paralela a la superficie portante, representa más del 75% del área transversal total.

—No deben emplearse aditivos ni en el mortero, ni en la lechada de concreto.

—Se recomiendan juntas verticales para control de deformaciones en la mampostería, así como para localizar efectos vibratorios debidos a máquinas. El refuerzo horizontal no debe pasar a través de la Junta.

—En mampostería no reforzada, no deben trabarse los bloques en las intersecciones de muros, excepto en las esquinas. Se recomienda terminar con una junta vertical en el empalme de dos muros. Cuando se trate de intersección de muros portantes, emplear una platina especial para vincularlos de tal forma que se garantice un adecuado soporte lateral.

Cuando se trate de intersección de un muro no portante con otro muro, portante o no, debe usarse refuerzo de malla embebido en la pega horizontal.

—En mampostería reforzada deben trabarse los bloques en las intersecciones de muros y en esquinas

—La altura sin arriostramiento de muros directamente expuestos a la acción del viento debe limitarse durante la construcción

—En zonas sísmicas debe preverse una separación adecuada de la construcción respecto a las vecinas existentes

—Los anclajes en la intersección entre una placa y un muro deben estar en capacidad de resistir toda la carga horizontal transferida a éste.

—Debe utilizarse refuerzo en los bordes verticales y horizontales de aberturas (puertas, ventanas) existentes en los muros. Emplear refuerzo horizontal en la intersección de la mampostería con:

- fundaciones
- placas
- techos

Además emplearlo en el borde superior de parapetos.

—El mortero de pega sólo requiere ser aplicado en los bordes longitudinales externos del bloque, excepto en columnas en donde debería aplicarse la pega también sobre los tabiques transversales. Esta especificación es válida también para los bordes de las celdas que serán llenadas con mortero de concreto.

—Hay que conceder especial atención al espesor de la junta de mortero, puesto que la resistencia a la compresión de la mampostería de concreto puede reducirse hasta en un 70% cuando el citado espesor pasa, del valor recomendado de 1 cm., a 2 cms.

REQUERIMIENTOS SOBRE MANO DE OBRA, SUPERVISION Y CONTROL

Como se deduce de lo anteriormente expuesto, el comportamiento satisfactorio del sistema depende de una manera decisiva del cumplimiento en obra de las especificaciones tanto de diseño como constructivas. Fac-

tores tales como la calidad y el espesor del mortero de pega que son de importancia secundaria en mampostería no portante, adquieren una influencia decisiva en el sistema de muros estructurales de bloque. Así mismo, las tolerancias sobre alineamiento espacial son mucho más severas que las convencionales.

La superposición de estos factores plantea la necesidad de disponer de una mano de obra calificada.

En lo que respecta a la supervisión, ésta debe ser ejercida por personal experto a nivel de Ingeniero o Arquitecto y debe ser, en general, más cuidadosa que la correspondiente a una obra convencional en concreto reforzado. Los códigos norteamericanos de la construcción, recomiendan que para el caso de una obra en mampostería estructural sin una interventoría especial, los esfuerzos permisibles deben reducirse a la mitad de los correspondientes a una obra sometida a una supervisión y un control severos.

VII. CONCLUSIONES

1. La mampostería estructural aplicada a construcciones en donde la localización de los muros portantes es fija y la distancia relativa entre ellos no es muy grande —cual es el caso de edificios para hoteles o apartamentos— presenta un futuro muy promisorio en nuestro medio.
2. Se hace necesario adecuar la infra-estructura tecnológica de la industria de la construcción, con el fin de responder satisfactoriamente a las exigencias del sistema de mampostería estructural. Hay que conceder, por lo tanto, especial atención al control de calidad en la producción de bloques; al adecuamiento de los ensayos para satisfacer las normas técnicas requeridas para su realización; a la capacitación y cualificación intensiva de la mano de obra; a la comprensión por parte del diseñador, constructor e interventor del comportamiento estructural del sistema y de la necesidad del cumplimiento de las especificaciones de diseño y construcción. En otras palabras, hay que crear la conciencia de que se trata de un sistema nuevo que conlleva una serie de exigencias correlativas, sin cuyo cumplimiento no puede ser aplicado racional y exitosamente.
3. Es necesario establecer comparaciones sistemáticas de costos para proyectos específicos, entre la solución ofrecida por el sistema de mampostería estructural y la convencional de concreto reforzado. La experiencia colombiana hasta el presente es muy reducida en este campo y no permite hacer predicciones confiables al respecto.
4. Hay que destacar las propiedades multifuncionales de la mampostería estructural en bloque de concreto: es a la vez delimitante de espacios, elemento acabado en sí mismo y portante de la estructura.

El sistema de construcción es a la vez sencillo y eficiente y permite una alta especialización de la mano de obra debido a la repetición sistemática de un reducido número de actividades constructivas inherentes al proceso.

El sistema de mampostería estructural combinado con una prefabricación liviana para los elementos de las placas de entepiso, constituye una solución muy interesante para ser considerada en nuestro medio, pues en este caso, además de las ventajas generales ya mencionadas se eliminaría prácticamente el uso de andamios.

5. La investigación experimental de laboratorio que se puede adelantar en nuestro medio es muy reducida, dada la no disponibilidad de una nave de ensayos. Teniendo en cuenta esta restricción, la investigación debe orientarse prioritariamente hacia el control de calidad del bloque y de los morteros de relleno y de pega empleados localmente. Paralelamente, y con el fin de establecer los requisitos mínimos que debe satisfacer el bloque que se emplee en el sistema de mampostería estructural, es preciso disponer del equipo necesario para realizar el ensayo de resistencia a la compresión de acuerdo a la especificación ASTM C140. Al respecto, es importante resaltar la influencia decisiva que tiene la variación de las condiciones del ensayo sobre los resultados del mismo.
6. En los programas de capacitación de mano de obra deberá resaltarse la importancia de controlar rigurosamente el espesor de las juntas horizontales, la resistencia y la manejabilidad del mortero de relleno, así como el riguroso alineamiento horizontal y vertical en la colocación de bloques que forman parte de un muro portante.
7. Para el análisis de edificaciones en mampostería estructural ubicadas en zonas sísmicas se recomienda emplear el Código UBC/75*. Para la zonificación, se recomienda utilizar la macro regionalización sísmica de Colombia propuesta por el Profesor Alberto Sarria M.⁽⁴⁾

A este respecto, considero muy importante continuar los esfuerzos tendientes a elaborar un código colombiano de la construcción anti-sísmica, que tenga en cuenta la geotectónica local así como la historia de la actividad sísmica en Colombia.

Como la norma UBC propone un análisis cuasi-estático que no tiene en cuenta el efecto de la interacción suelo-Estructura, considero conveniente realizar —como parte de una investigación teórico-aplicada— análisis dinámicos comparativos utilizando espectros de diseño sísmicos, generados para diferentes tipos de suelos locales. El objetivo final de la investigación en referencia sería producir una norma colombiana de análisis “cuasi-estático” que incorpora, además de los parámetros ya tenidos en cuenta por el UBC, el efecto de interacción suelo-estructura. Es de anotar que en Suramérica, las normas Argentinas y Chilenas incluyen un factor que considera el citado efecto⁽⁵⁾.

8. Para el diseño y la construcción de muros en mampostería estructural se recomienda utilizar las normas NCMA. Es de anotar que esta norma coincide prácticamente con la del ACI, Reporte 531.

* Para el cálculo del período fundamental, se recomienda utilizar el método del cociente de Rayleigh modificado⁽⁵⁾.

REFERENCIAS:

1. Reinforced Masonry Engineering Handbook
J.E., AMRHEIN
Masonry Institute of America
2ª edición, 1973
2. Response of Multistory Concrete Structures to Lateral Forces
ACI - Publication SP-36
2ª Printing, 1973
3. Concepto expresado por el profesor Ing. H. TOENNES, vice-presidente de la NCMA, en un curso que sobre "Mampostería Estructural", sostuvo en Medellín en marzo de 1976.
4. Estructuras Antisísmicas
G. ESTRADA URIBE
Editorial CECSA, 2ª edición, 1975.
5. Elementos de Ingeniería Sísmica
A. Beles
M. Ifrim
A. García
Ediciones Omega, S.A., 1975.

BIBLIOGRAFIA ADICIONAL CONSULTADA

- American Concrete Institute, Detroit, Mich. "Concrete masonry structures; Design and construction". Detroit, Mich., 1970 s.p. (ACI Committee Report 531 and title No. 67-23).
An authorized reprint from the *Journal of the American Concrete Institute, proceedings*, v. 67, 1970).
- American Society of Civil Engineers New York, *Structural design of tall concrete Building and comentary on standars*, by ASCE and IABSE, New York, 1972, 99 p. (Planning and design of tall Building 3).
- Canadian Standars Association, Ontario. *Masonry cement*. Ontario, Canadá, 1956. 41 p. (CSA Standard A8-1970).
- Dalzell, G. Townsend y E. Matzke. *Construcción con bloques de hormigón; procedimientos modernos para su uso, con indicación de todas las fases de la edificación*. Barcelona, Reverte, c 1962, 190 p.
- Gage, Michel and Tom Kirkbride. *Desing in blockwork*, London, AP and C & CA, c 1972, 93 p.
- Kirkbride, T.W., *Building facing blockwork*, London, Cement and Concrete Association c 1972, 20 p.
- Mackintosh, Albyn. *Design manual: the application of reinforced concrete masonry laodbearing walls in multi-storied structures*. Arlington, Virginia, National Concrete Masonry Association, c 1968, 43 p.

- crete masonry, Arlington, Va., c 1971, 23 p.
- National Concrete Masonry Association, Arlington, Virginia, *Loadbearing block in high rise building*. c 1972, 4 p. (NCMA-TEK, 7°).
- National Concrete Masonry Association, Arlington, Va., *Nonreinforced concrete masonry design tables*. Arlington, Va., c 1971. 402 p.
- National Concrete Masonry Association, Arlington, Virginia, *Reinforced concrete masonry; an Established structural system*. c 1968. 4 p. (NCMA - TEK, 11).
- National Concrete Masonry Association, Va., *Reinforced concrete masonry design tables*. Arlington, Va., c 1971. 340 p.
- National Concrete Masonry Association, Arlington, Va. *Specification for the design and construction of load-bearing concrete masonry*. Arlington, Va., 1972. 33 p.
- Sutherland, R.J.M. *High-rise blockwork* London, Concrete Society. 1969. 20 p.
- Uniform Building Code of California. Ediciones de 1970 y 1975.

Sedic LTDA.

SERVICIOS DE INGENIERIA DE CONSULTA

Edificio Santa Elena, piso 12. Tels: 42 86 06 - 31 66 36

Apartado Aéreo 52217

MEDELLIN