

EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL CONCRETO
INFORMAL EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO

Quilvio Cabral Achécar*

RESUMEN

El concreto es un material que se elabora mezclando agregados áridos (grava y arena) con cemento y agua, para ser colocados en moldes de dimensiones y formas preestablecidas. Su preparación puede ser hecha en una planta industrial o en la obra misma.

En nuestro país los ingenieros, y todo tipo de persona observadora, han notado que en muchas construcciones se elabora concreto de manera no industrial, en la obra misma. A este concreto llamaremos *Concreto Informal*.

Entre las propiedades que debe tener el concreto, están la de resistencia a los esfuerzos de compresión, resistencia a la abrasión, impermeabilidad, durabilidad y trabajabilidad. Esta última propiedad debe tenerla, para que pueda ser colocado y consolidado fácilmente en los moldes.

Dado que el concreto es uno de los materiales que más se usa en la construcción de edificaciones y otros tipos de obras de ingeniería, su calidad es de vital importancia en la industria de la construcción. Disponer de información relativa a la calidad de este material y los posibles motivos de los problemas que inciden en su elaboración, es por tanto muy importante.

Los estudiantes de la asignatura *Materiales de Construcción* de la carrera de Ingeniería Civil del INTEC, han realizado traba-

* Universidad INTEC

jos tipo seminario, para evaluar el Concreto Informal que se elabora en la ciudad. Los resultados de esos trabajos han evidenciado, que la calidad de esos concretos está muy por debajo de lo requerido, lo que hizo pensar que existen problemas de control de calidad en este material y con este trabajo se pretende conocer más a fondo el tema.

La falta de calidad, detectada en numerosos casos, nos llevó a iniciar la presente investigación, con la finalidad de hacer una evaluación y un diagnóstico sobre el Concreto Informal de construcción de tanto uso en Santo Domingo y en el resto de nuestro país.

El objetivo de este trabajo fue medir la resistencia a los esfuerzos de compresión del Concreto Informal en diversos tipos de obras y de varios elementos estructurales y tratar de determinar los factores que inciden en este problema.

PALABRAS CLAVES:

Concreto - Resistencia - Construcción - Normas.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se seleccionaron parejas de estudiantes tomando en cuenta su rendimiento académico y que pudiesen disponer de un vehículo para su movilización como recolectores de información. Su trabajo consistió, en localizar la obra donde se tomaría la muestra, conversar con el encargado, explicarle el alcance del trabajo y pedirle permiso para tomar las muestras. Para ello se elaboró un formulario en el que se recogieron las informaciones siguientes:

Fecha

Localización de la obra.

Tipo de edificación.

Elemento estructural.

Forma de mezclado.

Descripción de los materiales.

Proporciones usadas en la mezcla.

Resistencia esperada.

Forma de colocación.

Dirección del mezclado.

Revenimiento esperado.

Descripción del lugar de mezclado.

Resistencia estimada a los 28 días.

Comentarios generales.

Se tomaron 32 muestras y los formularios llenos con los resultados de las tomas, así como de los ensayos a compresión simple que posteriormente se realizaron, están debidamente archivados.

El día del vaciado, se iba a la obra con dos moldes de cartón encerado de 6" de diámetro y 12" de altura, la varilla establecida por las Normas de 5/8" de diámetro, de 24" de largo y de una punta esférica, fichas, etc.. Tomaban la muestra (dos probetas) las cuales consolidaron de acuerdo a la Norma ASTM C-31, en tres capas de 4" de altura cada una, con 25 golpes por capa, las cubrieron con plástico y las dejaron en el mismo lugar que las tomaron las primeras 24 horas.

Al otro día de la toma de muestra, se buscaron las dos probetas y se llevaron al laboratorio donde permanecieron por 6 días más en un tanque de curado de acuerdo a la Norma ASTM C-511. A los 7 días, se ensayó a la compresión simple según la Norma ASTM C-39 y en función del revenimiento, se estimaron las resistencias a los 28 días. El promedio de esas resistencias es el f'_c .

La mezcla, colocación, consolidación y curado del concreto, en nuestro país está reglamentado por las *Normas de la American Society for Testing Materials* (ASTM), de manera que la toma de las muestras y la evaluación de los resultados de la investigación está referenciado a estas Normas, así como al *Manual de Inspección del Hormigón* del ACI (American Concrete Institute).

Resultados y Discusión.

En sentido general los resultados de los ensayos dieron muy por debajo de lo esperado, es decir del esfuerzo de diseño que en la Tabla No. 1 y Gráficos se llaman **f_c Esperado**. Se hacen los análisis de las Gráficas, las cuales se elaboraron reordenando los datos de la Tabla No. 1 atendiendo a los diferentes grupos o parámetros. Para los diferentes grupos, se obtiene un promedio de los porcentajes de las resistencias que dieron las muestras con relación a la resistencia esperada. Si bien estos parámetros no son unos indicadores estrictamente correctos del comportamiento de los grupos, desde el punto de vista matemático, ofrecen una idea de orden en su comportamiento.

Gráfica de la Tabla Atendiendo al Tipo de Obra.

Aunque el promedio del grupo de las Viviendas es el que da mayor resistencia, es en este grupo donde están las mayores desviaciones sobre el promedio. Las muestras Nos.13 y 22 son un ejemplo de ello. Otra gran desviación aparece en la muestra No.24 del grupo de Edificaciones Comerciales. Corresponde a una Columna de una edificación que en cierta medida es una obra de carácter público.

Gráfica de la Tabla Atendiendo a los Elementos Estructurales.

Como se puede ver, los resultados mas bajos están en las columnas. Las columnas son los elementos estructurales que mayor responsabilidad tienen en la estabilidad de una obra en su conjunto, pues su falla implica la de los elementos estructurales que sobre ellas se apoyan, como las vigas y las losas.

Se estima que la razón por la que las columnas hayan dado los resultados mas bajos, se debe a que las mismas se vacían casi siempre sin planificación, es decir en la medida en que se van preparando los armados y encofrados.

Como esos vaciados no se planifican, se hacen en cualquier momento durante la ejecución de la obra y son dirigidos por

peones o albañiles que no tienen idea de cómo elaborar, colocar y consolidar el concreto.

En el caso particular de las columnas, lo peor de todo es que la colocación se hace tirando el concreto desde alturas superiores a las recomendadas, creando con ello una segregación de los agregados y salpicando con mortero las armaduras. Esta salpicadura con mortero se seca antes de tiempo evitando luego una buena adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo.

Gráfica de la Tabla Atendiendo a las Formas de Mezclado

En este caso los resultados mas bajos están en los concretos preparados a mano, lo cual es una muestra de la falta de conocimiento del personal que está al frente de su elaboración pues no hay razón para que un concreto elaborado a mano tenga una resistencia menor que la de uno mezclado con una mezcladora mecánica. Evidentemente que el mezclado a mano requerirá mayor dedicación, esfuerzo y tiempo, pero si se hace como debe y recomienda, su resistencia y calidad no tiene por qué ser menor.

Gráfica de la Tabla Atendiendo a las formas de Colocación

Si bien la forma de colocación no tiene que ver con el resultado de los ensayos en el laboratorio, nos da una idea de la resistencia del concreto trabajando en el elemento estructural. Como podemos ver en la Tabla, los concretos colocados con cubos son los que dieron una resistencia más baja y el colocado con bomba, más alta.

Gráfica de la Tabla Atendiendo a la Dirección del Mezclado

En este caso las resistencias de los concretos preparados bajo la dirección de un ingeniero son mayores que los dirigidos por maestros y los de menor resistencia han sido los dirigidos por albañiles y peones. Esto es una muestra de que falta capacidad en los maestros, albañiles y obreros en lo relativo al concreto.

Gráfica de la Tabla

Atendiendo al Mínimo Requerido por el ACI 318

El ACI 318-89 en su Sección 5.6.4.1 establece: “Si cualquier prueba de resistencia de cilindros curados en el laboratorio es menor que el valor de f'_c por más de 35 kg/cm², deberán tomarse medidas para asegurarse de que no se pone en peligro la capacidad de carga de la estructura”. Estas medidas podrían ser desde una revisión del análisis y diseño de la estructura, a la toma de corazones del miembro estructural para ser ensayados, hasta las pruebas de carga para la parte dudosa de la estructura. Como se puede ver en la tabla, solo dos, (las Nos. 7 y 15), de las 32 muestras, pueden considerarse aceptables.

Conclusiones y Recomendaciones

Sin lugar a dudas que la calidad del concreto que de manera informal se elabora en la ciudad de Santo Domingo deja mucho que desear. Algunas de las razones de este problema son:

1. Proporciones no correctas de los materiales. Básicamente una relación agua-cemento muy alta, lo cual conlleva una muy buena trabajabilidad pero una baja resistencia.
2. La homogeneidad de la mezcla es deficiente, principalmente cuando la mezcla se hace a mano, pues en muchos casos no se hace en el orden recomendado, sino mezclado todos los elementos a la vez.
3. Falta de capacidad del personal que está al frente de la elaboración del concreto.

De todas formas e independientemente de lo bajo que en sentido general dieron los resultados, tememos que la resistencia real del concreto en “su lugar de trabajo” o sea en el elemento estructural, sea mas baja que la de los resultados que obtuvimos en el laboratorio y que aparecen en las Tablas. Esto así, porque si bien las muestras ensayadas se tomaron, consolidaron y curaron correctamente, en las obras estos procesos subsiguientes a la mezcla, en la mayoría de los casos no se hicieron como es debido.

El Concreto Informal es transportado principalmente en carretillas, en cubos y en algunas ocasiones con palas colocando

mesetas de madera a diferentes niveles donde es paleado reiteradas veces hasta llevado al nivel deseado. Cuando tiene una cantidad de agua excesiva, durante el transporte se va segregando y esto ya no se puede corregir durante la colocación y la consolidación.

La colocación casi siempre se hace tirando el concreto directamente del cubo o de la carretilla al molde. En el caso de las columnas, la mayoría de las veces, se tira desde alturas no recomendadas, lo cual adicionado a la gran cantidad de agua que tiene, hace que el concreto sufra una segregación, que incidirá de manera negativa en la resistencia en el elemento estructural.

En muchas obras la consolidación se hace compactando con varillas de la misma construcción. Estas varillas son cortadas en un plano perpendicular al eje de la misma y al penetrar en el concreto empujan hacia abajo el agregado grueso segregando los mismos y provocando una falta de homogeneidad en el concreto.

El curado raras veces se hace de acuerdo a lo recomendado. En el caso de las losas, varias horas después de vaciadas es que se les tira agua una o dos veces al día. Esta deficiencia en curado, implica no solo una disminución de la resistencia, sino que hace el concreto mas permeable, lo cual no es solo un problema para las filtración de agua, sino que no protege como debe las armaduras de refuerzo y éstas con el tiempo van perdiendo resistencia debido a la oxidación.

Otro problema que se presenta con el Concreto Informal es el relativo al exceso de exudación. En el caso de los pavimentos de los parqueos de residencias, edificios comerciales o de apartamentos, en las aceras, esta exudación, conjuntamente con el curado deficiente, crea superficies débiles que en poco tiempo se deterioran dejando serias cavidades y baches mostrando luego en sus superficies el agregado grueso al descubierto. Estos concretos se caracterizan por su poca resistencia al desgaste y abrasión.

Una manera de mejorar la situación que refleja este trabajo, es dar a conocer a los albañiles y maestros que están al frente de la elaboración de los concretos en las obras, asuntos básicos y tecnologías de este material, para que hagan su trabajo con con-

ciencia. La mayoría de los concretos de mala calidad, se elaboran con los mismos agregados, cemento y agua que se hacen los concretos de buena calidad. El problema está en la dosificación, mezclado y procesos subsiguientes.

Como ya se ha indicado, el concreto debe ser trabajable para que pueda ser bien colocado en los moldes y pueda consolidarse correctamente. Sin embargo, en muchas ocasiones el personal que está al frente de las obras y los obreros mismos que lo elaboran, no están conscientes de que si bien adicionar agua a la mezcla mejora su trabajabilidad, esto implica un aumento de la relación agua-cemento y por tanto una disminución de su resistencia.

Esta falta de control en la adicción del agua a la mezcla, se ha notado hasta en los concretos elaborados en plantas industriales. En estos casos, el agua se le debe adicionar en la obra y debe ser en la cantidad establecida en el “conduce”. Sin embargo, la mayoría de los camiones-ligadores tienen el medidor de agua defectuoso y el chofer del camión le adiciona el agua hasta que él entiende que ha alcanzado la trabajabilidad deseada. A veces, el chofer recibe presión del equipo de colocación, para que le adicione agua, pues con mas agua, la colocación se hace mas fácil y rápida para ellos.

Estudios no sistemáticos, señalan problemas de este mismo tipo con concretos industriales o sea con los elaborados en plantas y transportados en camiones ligadoras, por lo que este material también debiera ser estudiado.

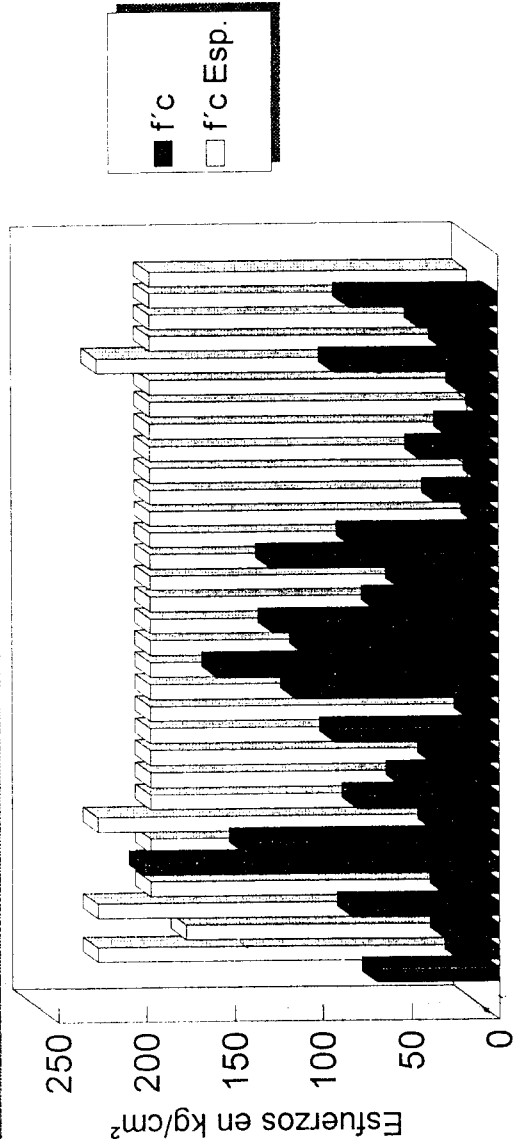
La problemática de la calidad del concreto en nuestro país es bastante compleja y lo peor de todo es que el concreto, al igual que el coronel de la novela de Gabriel Garcia Márquez, “no tiene nadie quien le escriba” pues cuando falla, ya nadie se acuerda de los responsables de su elaboración y colocación.

**Evaluación y Diagnóstico del Concreto Informal
en la Ciudad de Santo Domingo**

Tabla # 1

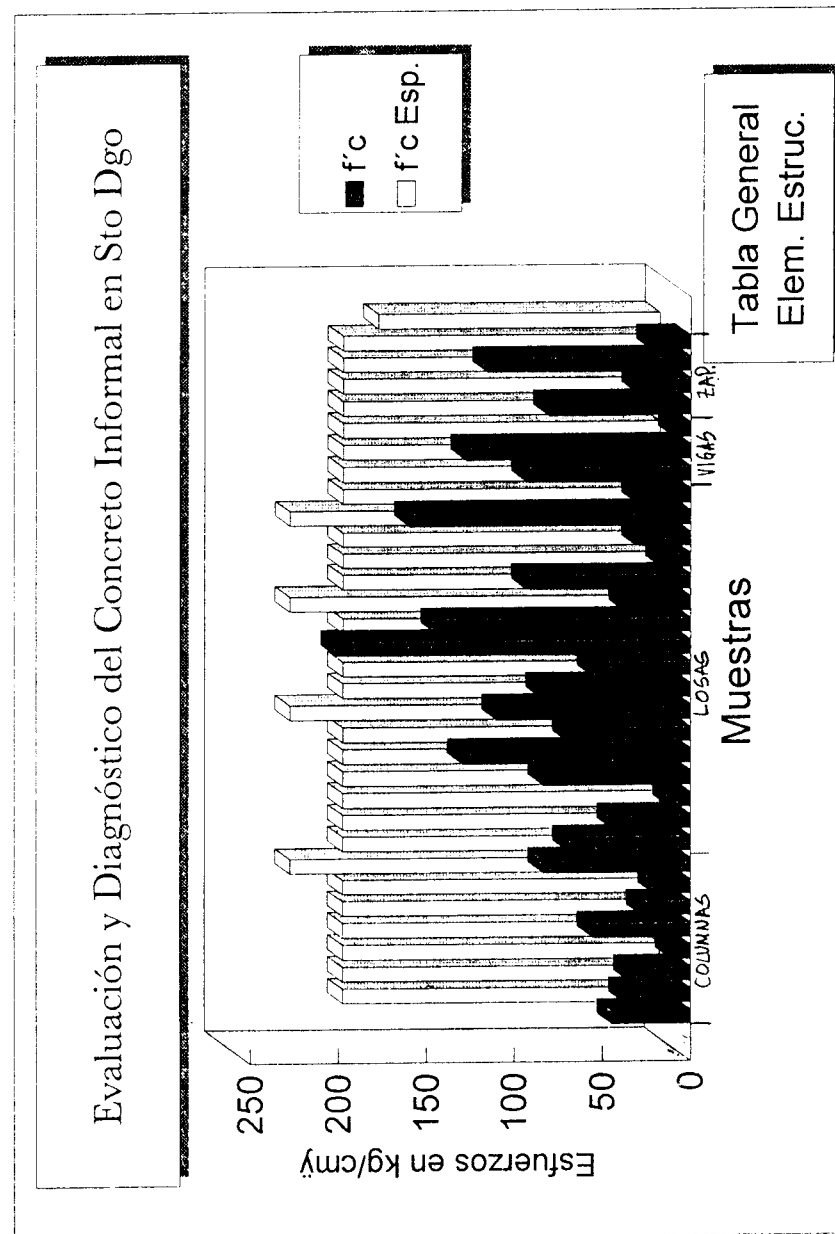
Nº.	Loc. de la Obra	Tipo de Obra	Elemento Estructural	Forma de Mezclado	Forma de Colocación	Dirección del Mezclado	Resistencia en kg/cm²			
							f _c Esperado	f _c Estimado	A los 7 días	% de lo Esperado
1	Panuru	Edif. de Apart.	Losa	Cuncho-Meje	Bomboc	Maestro	210	69	50	33%
2	Restauradores	Vivienda	Zapata	A Mano	Carretilas	Maestro	160	22	16	14%
3	Los Jardines	Vivienda	Losa	A Mano	Carretilas	Maestro	210	31	22	15%
4	Arroyo Hondo	Vivienda	Columna	A Mano	Cubos	Maestro	180	83	60	48%
5	Galá	Edif. Comercial	Losa	A Mano	Carretilas	Albañiles	180	31	22	17%
6	Arroyo Hondo	Vivienda	Losa	A Mano	Carretilas	Maestro	180	201	145	112%
7	Arroyo Hondo	Edif. Comercial	Losa	Cuncho-Meje	Bomboc	Ingeniero	210	144	104	69%
8	Los Jardines	Edif. Comercial	Columna	A Mano	Cubos	Ingeniero	180	38	27	38
9	Gazcue	Vivienda	Zapata	A Mano	Carretilas	Maestro	180	81	58	45%
10	Arroyo Hondo	Vivienda	Losa	A Mano	Carretilas	Maestro	180	56	40	31%
11	Villa Juana	Edif. Comercial	Losa	Mezcladora	Guinche	Maestro	180	38	27	38
12	El Manguito	Edif. de Apart.	Losa	Mezcladora	Guinche	Maestro	180	93	67	93
13	Lucerna	Vivienda	Losa	A Mano	Carretilas	Peones	180	12	12	17
14	Lucerna	Vivienda	Zapata	Mezcladora	Carretilas	Ingeniero	180	83	115	64%
15	Paraso	Vivienda	Losa	Mezcladora	Carretilas	Maestro	180	115	160	89%
16	Independencia	Vivienda	Losa	A Mano	Cubos	Maestro	180	79	110	61%
17	Altos Arroyo Hondo	Vivienda	Viga	Mezcladora	Carretilas	Ingeniero	180	92	128	71%
18	8 ½ Carret. Sánchez	Vivienda	Losa	Mezcladora	Cubos	Maestro	180	69	50	39%
19	Muelle de Haina	Nave Industrial	Columna	A Mano	Cubos	Maestro	180	40	56	31%
20	Los Jardines	Edif. Comercial	Losa	Mezcladora	Carretilas	Ingeniero	180	93	129	72%
21	Arroyo Hondo	Vivienda	Losa	A Mano	Cubos	Maestro	180	83	60	48%
22	Altos Arroyo Hondo	Vivienda	Losa	A Mano	Carretilas	Peones	180	13	9	7%
23	La Fe	Edif. de Apart.	Columna	A Mano	Cubos	Ingeniero	180	25	35	19%
24	La Agustina	Edif. Comercial	Columna	A Mano	Cubos	Maestro	180	8	11	6%
25	La Fe	Edif. Comercial	Columna	A Mano	Cubos	Maestro	180	32	44	25%
26	La Cementera	Vivienda	Columna	A Mano	Cubos	Maestro	180	20	28	15%
27	Vista Hermosa	Vivienda	Viga	A Mano	Cubos	Albañiles	180	7	10	5%
28	El Rosal	Vivienda	Columna	Mezcladora	Cubos	Maestro	210	15	21	10%
29	Ozama	Vivienda	Viga	A Mano	Cubos	Maestro	180	67	93	52%
30	Minador Norte	Edif. de Apart.	Zapata	A Mano	Guinche	Maestro	180	22	31	17%
31	Italia	Vivienda	Losa	Mezcladora	Carretilas	Peones	180	32	44	25%
32	Italia	Vivienda	Losa	Mezcladora	Guinche	Maestro	180	61	85	47%

Evaluación y Diagnóstico del Concreto Informal en Sto Dgo



Muestras

Tabla General



Evaluación y Diagnóstico del Concreto Informal en Sto Dgo

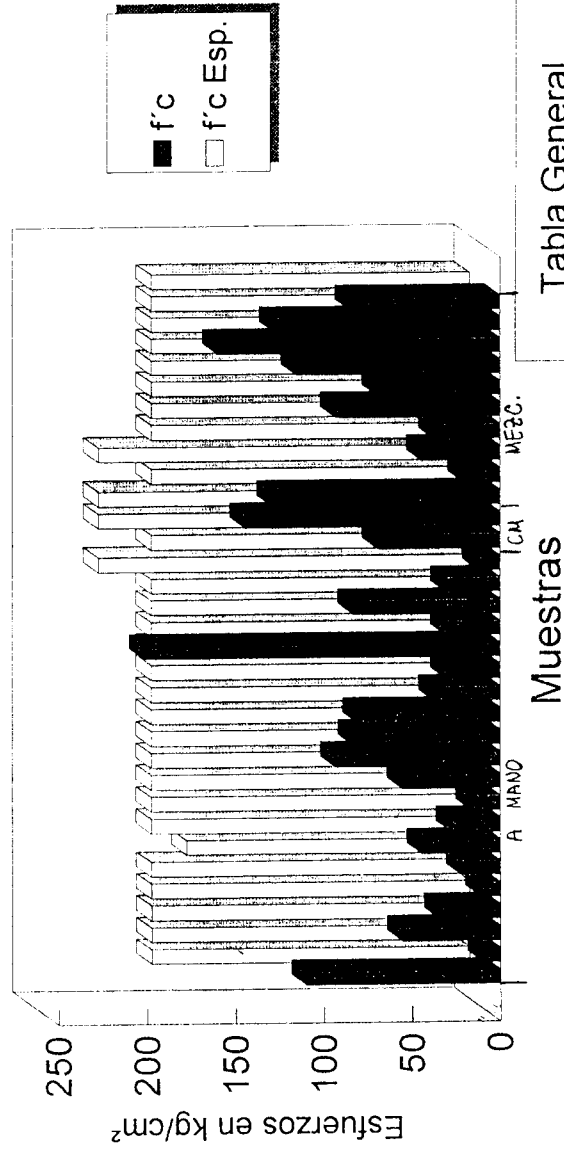
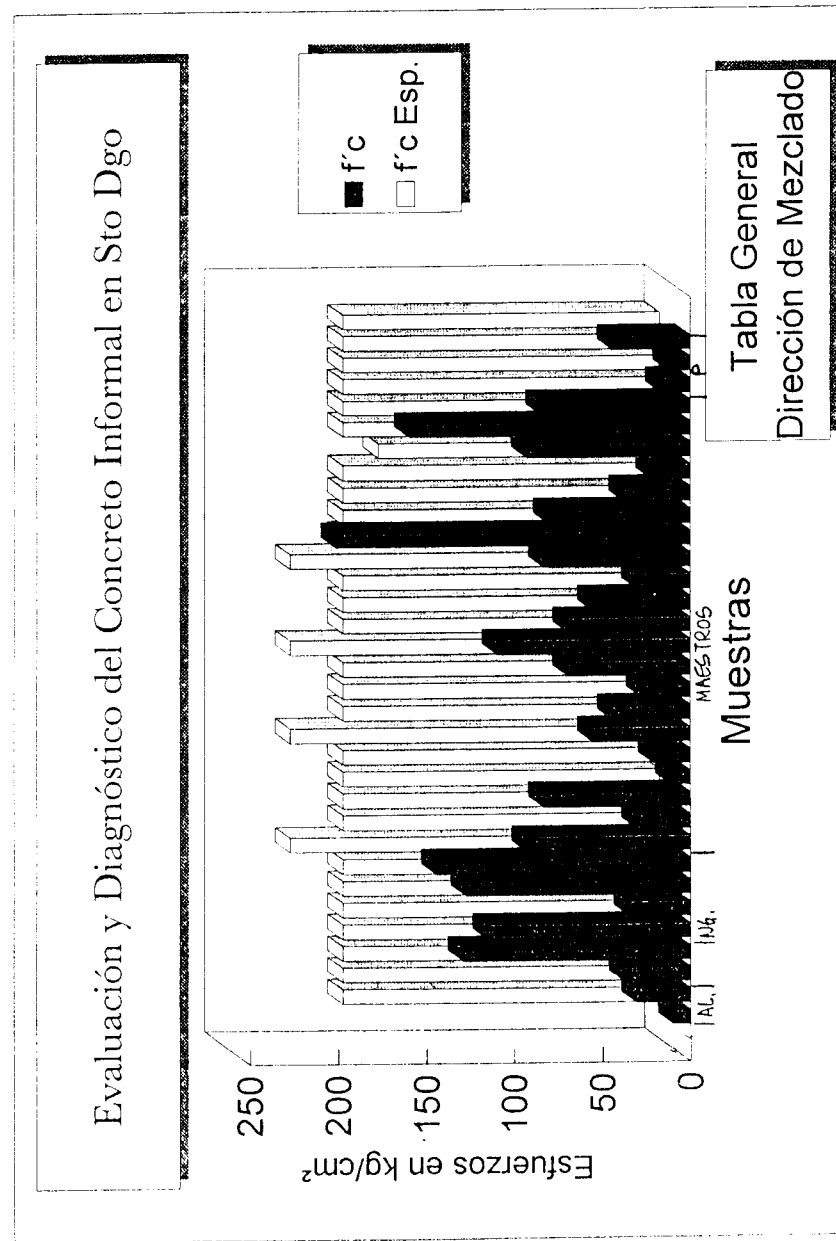


Tabla General
Forma de Mezclado



Evaluación y Diagnóstico del Concreto Informal en Sto Dgo

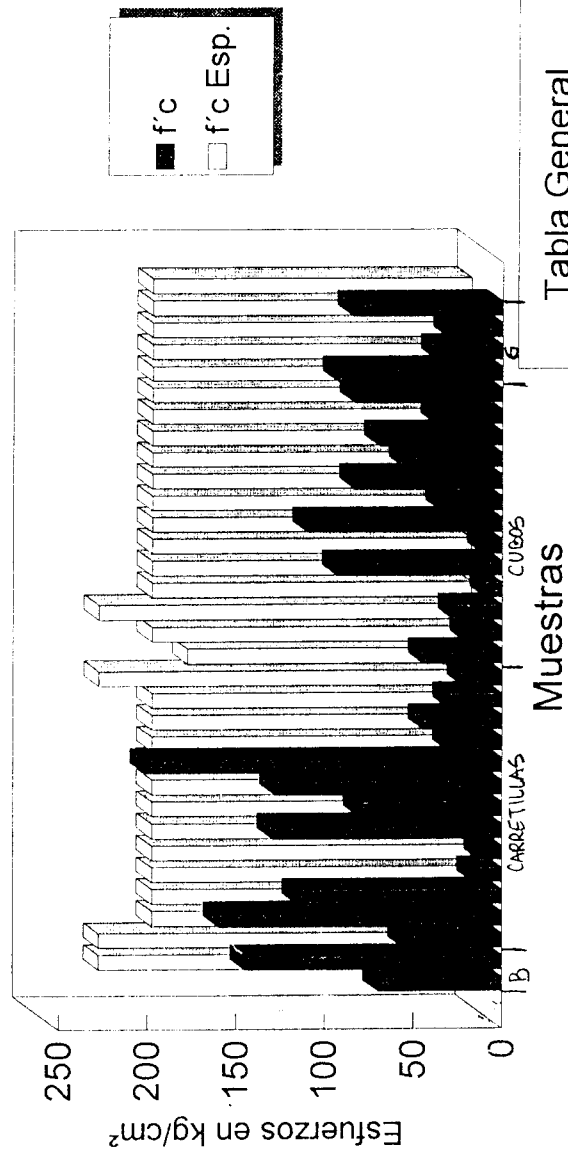


Tabla General
Forma de Colocación

Bibliografía.

1. *A.C.I. Manual of Concrete Inspection*, Séptima Edición., Traducido al Español por Jairo Uribe Escamilla, Editor Jorge Plazas.1985. Bogotá, Colombia.
2. *Desing and Control of Concrete Mixtures.*, Séptima Edición.Portland Cement Association. Traducido al Español por José Luis Lepe Saucedo., Editorial LIMUSA.1991. México, D.F. México
3. *Basic of Concrete*. Traducción del Ingles del The Aberdeen Goup.1993. Addison, Illinois, Estados Unidos.
4. *Manual del Hormigón*. Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón.Tercera Edición.1988.Santiago de Chile. Chile.
5. *Manual Básico de Construcción en Hormigón*. Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón. Tercera Edición.1988.Santiago de Chile. Chile.
6. *Práctica Recomendable para la Medición, Mezclado, Transporte y Colocación del Concreto*.Traducción del Reporte del Comité ACI-304.Tercera Edición.1981, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., México, D.F. México.
7. *Control de Calidad del Concreto*. Traducción del Reporte del Comité ACI-704-4. Tercera Edición.1982. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. México, D.F. México.

Relación de los estudiantes que participaron en la colección de las muestras:

José Rivera, Teofilo Carbonell., Julio Paulino, Cristian Medina, Robert Mare, Quilvio Tio, Miguel Vaez, Carlos King, Junior Rosario.