

**PRIMER SEMINARIO SOBRE HORMIGON
“CONSTRUYENDO HACIA EL 2000.”**

AUSPICIA:

**PUERTO RICAN CEMENT CO, INC.
MASTER BUILDERS, INC.
TROPICAL CONCRETE PRODUCTS CORP.**

CONFERENCIA SOBRE EL HORMIGÓN PREMEZCLADO, SUS CARACTERÍSTICAS, CAUSAS DE LAS GRIETAS EN EL HORMIGÓN EN DIFERENTES ESTRUCTURAS.

Tropical Concrete se dedica a la producción de hormigón premezclado de alta calidad y una variedad de productos para los diferentes especificaciones y condiciones de los proyectos.

HORMIGON REGULAR - es la mezcla común de hormigón que se utiliza en zapatas y pisos que no requiere ningún equipo especial para el vaciado.

HORMIGON TIPO BOMBA - es diseñado para el vaciado por un sistema de bombas en sitios donde la accesibilidad no permite el vaciado directo del camión, ejemplo: techos, paredes.

HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA - es el hormigón no común en el cual se requiere una resistencia alta a corto plazo.

OTROS:

- Hormigón de resistencia acelerada- con este tipo de hormigón se obtiene la resistencia en un periodo corto de tiempo en 12, 24 ó 72 horas.
- Hormigón liviano
- Hormigón para relleno
- Hormigón con alto “slump” (usando aditivo “plasticizer”)
- Hormigón más denso y menos permeable.

Todos nuestros diseños tienen un factor de seguridad en términos de garantizar la resistencia de los diferentes productos, reflejan que mantienen de 800 PSI @ 1,000 PSI de resistencia sobre el diseño requerido, por tal razón, no tenemos reclamaciones por resistencia del hormigón, los resultados del Laboratorio reflejan que se mantiene una razón constante en los resultados de las pruebas.

¿QUE CONTIENE UNA (1) YARDA³ DE HORMIGÓN?

Una (1) Yarda cúbica de hormigón se compone de:

Cemento	375 libras	
Piedra	1,200 libras	
Arena	1,850 libras	
Agua	260 galones	
Aditivos		
Polyheed 997	37.5 onzas	Reductor de agua
Admixture 981	14 onzas	Retardador

Una (1) yarda de hormigón = 3' x 3' x 3' = 27 Ft.³

Contenido de una (1) yarda³ de hormigón a 4" de "slump":

Cemento	1.91 Ft. ³
Piedra	8.11 Ft. ³
Arena	11.86 Ft. ³
Agua	4.20 Ft. ³
Aditivos	0.06 Ft. ³
Aire atrapado	0.40 Ft. ³
Aire 2%	<u>0.46 Ft.³</u>
Total	27.00 Ft. ³

Hormigón producido con alto "Slump" se obtiene disminuyendo la cantidad de agua, utilizando el aditivo "Plasticizer" de Master Builders (Rheo-Build 1000).

En cualquier diseño, modificando la cantidad de agua, se obtiene un "slump" de 8" @ 10" sin alterar el diseño y la resistencia del producto.

Ejemplo:

Cemento	375 libras
Piedra	1,200 libras
Arena	1,850 libras
Agua	150 galones
Aditivo Reobuild 1000	56 onz.

Este tipo de hormigón especializado es conocido como “High Performance Concrete”, su característica es que es un hormigón con mayor durabilidad, disminuye la corrosión, aumenta la vida de la estructura y aumenta la resistencia en menos tiempo.

CARACTERISTICAS DE LA DOSIFICADORA

La Planta tiene la capacidad de pesar y servir 10 yardas³ de hormigón en 6 minutos.

Sistema de pesado de agregados, cemento y aditivos completamente computadorizado.

Todos los diseños de hormigón (2,000 PSI, 2,500 PSI, etc.) con las cantidades requeridas por éstos, residen en la memoria de la computadora.

El sistema contiene también, el manejo del inventario de cemento, agregados y aditivos, además el listado de clientes y choferes.

Control de calidad: Los parámetros satisfactorios para cumplir con las cantidades requeridas por cada diseño por yarda son ejecutados por el sistema.

Agregados de la más alta calidad.

Cemento suministrado por Puerto Rican Cement, Inc.

Aditivos suministrados por Master Builders, Inc.

FACTORES DEL AMBIENTE Y EL CLIMA QUE AFECTAN EL HORMIGÓN.

En climas cálidos como Puerto Rico, la tendencia a formar grietas es mayor antes y después del fragüe del hormigón, ya que ocurre una evaporación rápida del agua en el concreto fresco. Cuando aumenta la temperatura del hormigón aumenta la cantidad de agua requerida para mantener un “slump” constante y a su vez disminuye la resistencia aproximadamente de un 12-15 %, a largo plazo se gana menos resistencia o se tarda más tiempo en ganar resistencia. Dependiendo la época, si hace mucho calor, se cambia la dosis de retardador para controlar y evitar el fragüe acelerado del concreto.

Si la temperatura del ambiente aumenta 10⁰F, requiere un (1) galón de agua adicional/ pulgada “slump” y la resistencia baja de 150 - 200 PSI. Si los diseños son críticos y no tenemos un factor de seguridad en ellos las reclamaciones serían muchas. La mayoría de nuestros diseños “rompen” 1,000 PSI de más a los 28 días.

FACTORES QUE CAUSAN GRIETAS EN EL HORMIGON.

- 1) En sitios de mucha brisa, lugares altos, campos abiertos, etc. se forman grietas por lo rápido en que se evapora el agua. El hormigón necesita mucha agua para así hidratar en el momento de fragüe, de lo contrario puede tener como consecuencia que se agriete el mismo.
- 2) No manejar el hormigón adecuadamente al momento del vaciado.
- 3) No “curar” el hormigón adecuadamente.
- 4) No hacer las terminaciones adecuadamente.
- 5) Depositar el hormigón con “slump” alto y solamente rastrearlo sin nada más.

¿QUE SUCEDE AL AUMENTAR EL “SLUMP”?

El “slump” representa la cantidad de agua en el diseño del hormigón medido en pulgadas.

Cuando se añade agua al hormigón o se aumenta el “slump” ocurre lo siguiente:

- 1) Disminuye la resistencia del hormigón entre 200 PSI @ 300 PSI / pulgada “slump”.
- 2) Cada pulgada de “slump” representa un (1) galón de agua adicional.
- 3) Aumenta el potencial de grietas en 10%.
- 4) Aumenta la permeabilidad del hormigón, la probabilidad de humedad y las filtraciones en el techo.
- 5) Disminuye la densidad del concreto y la capacidad de ganar resistencia con el tiempo.
- 6) Se desperdicia 1/4 de un saco de cemento por yarda por cada pulgada de “slump”.

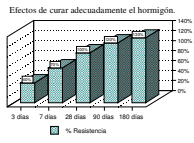
Ejemplo:

“Slump”	Resistencia original	Disminución en resistencia
4"	3,000 PSI	-----
5"	3,000 - 300 PSI	2,700 PSI
6"	3,000 - 600 PSI	2,400 PSI
7"	3,000 - 900 PSI	2,100 PSI
8"	3,000-1,200PSI	1,800 PSI

¿COMO CURAR EL HORMIGÓN?

- 1) Colocar el petril ya sea en bloques o monolítico con losa de techo y llenar de agua todo el techo, entre 1/4" @ 1/2" mínimo.
- 2) Utilizar roceadores o “sprinklers”.
- 3) Utilizar material que mantenga la humedad, puede ser plástico o papel a prueba de

agua para cubrir la superficie.



- 4) Utilizar “Curing Compound” 150 @ 200 P.C. por galón.

TROPICAL CONCRETE produce el hormigón garantizando un producto de buena calidad y resistencia que llegue al proyecto en un tiempo razonable que no afecte la vida del mismo. El contratista es responsable de hacer buen uso del hormigón. Ningún operador de bomba que esté vaciando el hormigón está autorizado a añadirle agua, si esto se hace, el Contratista o Dueño de la obra tiene que autorizar y firmar el conduce antes de añadirle el agua ya que el hormigón llega en condiciones óptimas para su vaciado; en la mayoría de los casos al añadirle agua daña el hormigón.

El hormigón es fuerte, pero hay que manejarlo adecuadamente porque se puede dañar fácilmente y luego vienen los problemas que en la mayoría de los casos no tienen remedio. Según los criterios de diseño para una losa de techo no se puede usar menos de 2,500 PSI.

Si se realizan muestras de hormigón, se deben verificar los resultados de la siguiente manera para establecer un criterio de los cilindros tomados:

“ACI Code” especifica que se debe tomar para pruebas un par de cilindros por cada 150 yds³ de hormigón o por cada 5,000 P.C. del área de superficie. Este código estipula que la calidad del hormigón es satisfactoria si:

1. Ningún resultado individual de pruebas de resistencia (el promedio de las pruebas de un par de cilindros) esté por debajo de lo requerido por más de 500 PSI.
2. El promedio de las pruebas de resistencia de tres cilindros consecutivos debe ser igual o exceder el requerido.

Existen otros factores importantes que demuestran la buena calidad del hormigón y su buena resistencia.

Una Buena Resistencia en el Hormigón provee:

- Densidad adecuada
- Baja porosidad
- Baja permeabilidad

Gana más resistencia a largo plazo.
 Disminuye la corrosión del acero.
 Mayor vida útil en la estructura
 No tendrá problemas en D.A.C.O. y Tribunales
 Tendrá clientes satisfechos

Ejemplo Satisfactorio de 5 pares de cilindros (3,000 PSI Requerido)

	Cilindro 1	Cilindro 2	Promedio Individual
1.	2,850 PSI	2,900 PSI	2,875 PSI
2.	3,200 PSI	3,200 PSI	3,200 PSI
3.	3,100 PSI	3,100 PSI	3,100 PSI
4.	2,800 PSI	2,850 PSI	2,825 PSI
5.	3,050 PSI	3,000 PSI	3,025 PSI

El promedio de las muestras 1, 2 y 3 es 3,058 PSI, por lo tanto, este ejemplo cumple satisfactoriamente con ambas condiciones descritas en el “ACI Code”.

Ejemplo No Satisfactorio de 5 pares de cilindros (3,000 PSI Requerido)

	Cilindro 1	Cilindro 2	Promedio Individual
1.	2,220 PSI	2,550 PSI	2,410 PSI
2.	2,700 PSI	2,725 PSI	2,712 PSI
3.	2,300 PSI	2,375 PSI	2,337 PSI
4.	2,150 PSI	2,325 PSI	2,237 PSI
5.	2,400 PSI	2,425 PSI	2,412 PSI

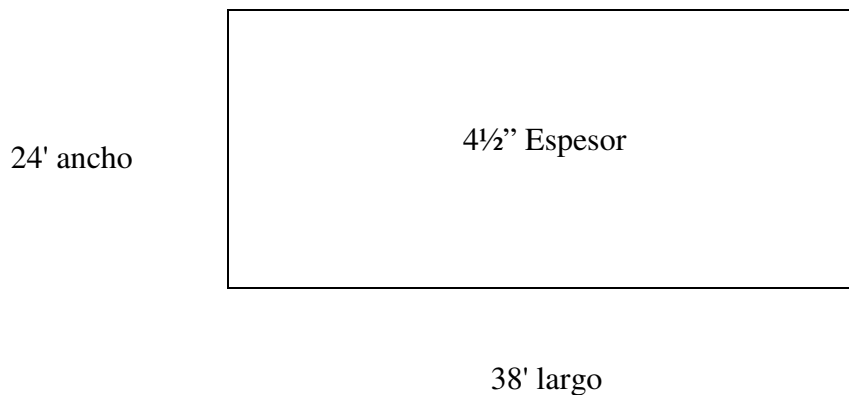
Tomando las muestras 3, 4 y 5 cuyo promedio es 2,328 PSI y fijándonos en los promedios individuales, esta prueba no cumple con los parámetros estipulados por el “ACI Code”.

Usted desea obtener buena resistencia del hormigón y excelente calidad en el hormigón, por lo tanto, le recomendamos no sacrificar la calidad del mismo por el costo, de lo contrario y como consecuencia, gastará más dinero a corto o largo plazo.

¿COMO CALCULAR EL HORMIGÓN?

Ejemplo:

Superficie de 24 pies de ancho, 38 pies de largo y 4 1/2 pulgadas de espesor:



Se calcula de la siguiente forma:

$$24 \times 38 \times 4.5 / 12 \text{ (Conversión a pies)} / 27 \text{ (Conversión a yds}^3\text{)}$$

$$24 \times 38 \times 4.5 / 12 / 27 = 12.67 \text{ yds}^3 = 13.0 \text{ yds}^3$$

A continuación un ejemplo de la diferencia en yardas³ de hormigón según el espesor de la losa en un área determinada de 40 pies de ancho por 50 pies de largo:

ESPESOR	YARDAS ³ HORMIGON	DIFERENCIA EN YDS. ³
4"	24.69	---
4 1/8"	25.46	.77
4 1/4"	26.23	.77
4 3/8"	27.00	.77
4 1/2"	27.77	.77
5"	30.86	3.09

COMO AFECTA EL “SLUMP” LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

Slump	Resistencia 4 días	Por ciento Resistencia	Resistencia 7 días	Resistencia 28 días proyectado
4"	1,800 PSI	72%		3,500 PSI
5"	1,500 PSI	60%		2,800 PSI
6"	1,300 PSI	52%		2,500 PSI
7"	1,200 PSI	48%		2,400 PSI
8"	750 PSI	30%		1,950 PSI
10"	700 PSI	28%		1,800 PSI

$$\text{Pérdida Resistencia/ Pulgada "Slump"} = 3,800 \text{ PSI} - 1,800 \text{ PSI} = 283 \text{ PSI}$$

ACI Code 200- 300 PSI / pulgada

$$\text{Resistencia correcta} = 1,800 \text{ PSI} + 283 \text{ PSI} (10 - 4) = 3,498 \text{ PSI}$$