

M. Sabesinsky Felperin  
R. A. Mayer

- 8.- SABESINSKY FELPERIN, M. "Hormigón Masa, Composición de Macro-esqueleto Granulares Compactos", II Reunión Técnica sobre Tecnología del Hormigón (Villa Carlos Paz), Córdoba, 1976.
- 9.- SABESINSKY FELPERIN, M. "Hormigones con Esqueletos Granulares de distintos Tamaños Máximos-Influencia de la naturaleza mineralógica y forma de las partículas". III Reunión Técnica de la Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón, Concordia, 1977.
- 10.- SABESINSKY FELPERIN, M. "Influencia del Esqueleto Granular en el Mortero -- RILEM/CEMBUREAU, por efecto de sus finos de sílice". Simposio sobre Aglomerantes Hidráulicos y sus Aplicaciones, LEMIT, La Plata, 1970.
- 11.- SABESINSKY FELPERIN, M. "El Cemento Portland en la Consistencia del Hormigón fresco-finura de molido óptimo". Materiales de Construcción No. 165, Instituto Torroja, Madrid, 1977.
- 12.- SABESINSKY FELPERIN, M. "Contenido óptimo de aire en los Hormigones de Cemento Portland". XV Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural, Porto Alegre, 1971.
- 13.- SABESINSKY FELPERIN, M. "Hormigón Masa- Efecto de Superficie del Macro-esqueleto Granular". II Reunión Técnica sobre Tecnología del Hormigón (Villa Carlos Paz), Córdoba, 1976.
- 14.- SABESINSKY FELPERIN, M. "Hormigón Normal y con aire incorporado-Correlación entre relaciones agua/cemento". XIX Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural, Santiago (Chile), 1978.
- 15.- KENNEDY, H. L. "Recent developments in Concrete Durability" Journal of the Society of Civil Engineers, Oct. 1947.
- 16.- SABESINSKY FELPERIN, M., M. B. Natalini y O. Gauto. "Mortero Celular Estructural". 3º Congreso Brasileiro de Engenharia e Ciencia dos Materiais, Brasil, 1978.

EFFECTO DE UN ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN EL CONCRETO FABRICADO CON CEMENTO - PORTLAND DE ESCORIA DE ALTO HORNO"

Raymundo Rivera Villarreal\*

#### RESUMEN

Este trabajo consistió en determinar el comportamiento de morteros y concretos utilizando un aditivo superplastificante con cemento Portland Tipo I y cemento Portland de Escoria de Alto Horno.

Se presentan los resultados en morteros utilizando cubos de 5 cm. de arista para ensayos a compresión y variación en la Rel. A/C para distintas dosis de aditivo, misma fluidez y mismo contenido de cemento.

Los resultados de tiempos de fraguado en morteros a distintas temperaturas, muestran que estos tiempos son mayores para los concretos superplastificados a más bajas temperaturas. El aumento de temperatura disminuye el tiempo de fraguado para los morteros con ambos tipos de cemento y no existe gran diferencia en los valores, ya sea para morteros plastificados o no. En todos los casos el tiempo de fraguado es mayor para el cemento Portland de Escoria de Alto Horno.

La pérdida de revenimiento determinada en concretos superplastificados es más rápida que para los concretos de referencia, para los dos tipos de cemento, incrementándose esta pérdida con el aumento en la temperatura del concreto. Para concretos redosificados una sola vez, el tiempo en que se puede mantener -- razonable es razonable y en todos los casos la pérdida de revenimiento es menor para el cemento Portland de Escoria de Alto Horno que para el Portland Tipo I.

\* Maestro de Planta Investigador, Decano de la Facultad y Jefe del Instituto de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N. L. México



INDICE

RESUMEN	.....	Pag. 363
INTRODUCCION	.....	365
ALCANCE DE LA INVESTIGACION	.....	366
MATERIALES UTILIZADOS	.....	367
ENSAYES EN MORTEROS, SERIE 1	.....	370
ENSAYES EN MORTEROS, SERIE 2	.....	373
ENSAYES EN CONCRETOS, SERIE 3	.....	373
ENSAYES EN CONCRETOS, SERIE 4	.....	380
CONCLUSIONES	.....	380
AGRADECIMIENTO	.....	382
BIBLIOGRAFIA	.....	383

LISTA DE TABLAS

1.- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LOS CEMENTOS.	368
2.- RESULTADO DE LOS ENSAYES DE TIEMPOS DE FRAGUADO PARA LOS MORTEROS.	374
3.- PROPORCIONAMIENTOS DE CONCRETO PARA LA SERIE No. 3.	376
4.- RESULTADOS DE LOS ENSAYES DE LA SERIE No. 3.	378

LISTA DE FIGURAS

1.- GRAFICAS GRANULOMETRICAS DE LOS AGREGADOS FINO Y GRUESO UTILIZADOS - TAMBO PARA LA FABRICACION DE LOS MORTEROS COMO DE LOS CONCRETOS.	369
2.- RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CUBOS DE MORTERO PARA DISTINTAS DOSIFICACIONES DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE A 3, 7 Y 28 DIAS DE EDAD, PARA CEMENTO PORTLAND I	371
3.- RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CUBOS DE MORTERO PARA DISTINTAS DOSIFICACIONES DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE A 3, 7 Y 28 DIAS DE EDAD, PARA CEMENTO PORTLAND DE ESCORIA DE ALTO HORNO.	372
4.- GRAFICAS DE TIEMPOS DE FRAGUADO PARA MORTEROS A DISTINTAS TEMPERATURAS.	375
5.- GRAFICA DE PERDIDA DE REVENIMIENTO PARA CONCRETOS CON CEMENTO PORTLAND DE ESCORIA DE ALTO HORNO A DISTINTAS TEMPERATURAS Y PARA CONCRETOS PLASTIFICADOS Y NO PLASTIFICADOS.	379
6.- GRAFICAS DE PERDIDA DE REVENIMIENTO PARA CONCRETO RE-DOSIFICADO UNA SOLA VEZ.	381

x

INTRODUCCION

El término superplastificante o superreductor de agua se ha estado aplicando a un grupo de agentes dispersantes que son polímeros solubles en agua a base de sales condensadas de formaldehído de naftalina o melamina sulfonata. Desde hace más de 20 años se conoce el uso como aditivos de estos productos en la industria química, su aplicación al concreto en Japón se reportó en 1964.

Gracias a los descubrimientos que en 1962 hizo el Dr. K. Hattori al encontrar que al utilizar altas concentraciones de formaldehído o sulfonatos de naftalina, éstos actuaban como un dispersante extraordinario de las partículas de cemento en el agua, produciendo una fluidez muy alta en el concreto fresco (1) y (2).

Aumentando la dosis de los condensados, la fluidez del concreto fresco se mejoraba en mucho mayor grado que con los dispersantes a base de lignina, dando como resultado una alta reducción del contenido de agua de mezcla muy ventajosa para la producción de concreto de alta resistencia (3) y (4).

Gran interés se ha mostrado en Alemania Occidental desde los estudios de A. Aignesberger en 1968 (5, 6 y 7) y más recientemente en Inglaterra (8) y Canadá (9).

Existen dos categorías principales de aditivos superplastificantes cuyas características son las siguientes:

- CATEGORIA A Condensado basado en naftalina-formaldehído sulfonatos.
- CATEGORIA B Condensados basados en melamina-formaldehído sulfonatos.
- CATEGORIA C Lignosulfonatos modificados.
- CATEGORIA D Esteres de ácido sulfónico y otros ésteres carbohidratados.

El concreto superplastificado es un concreto convencional ligeramente sobrearenado que contiene un aditivo químico del tipo de los superplastificantes.

Las características únicas de los concretos superplastificados dependen de las propiedades que resulten en el concreto a causa de la inclusión de alguno de estos nuevos aditivos.

Pueden lograrse las siguientes ventajas de su uso:

- 1.- Si el superplastificante se usa en el concreto para mejorar la manejabilidad, entonces el revenimiento normal del concreto es fluido. Este concreto tiene un revenimiento de 200 mm. Además de tener una alta manejabilidad, el concreto fluido no deberá ofrecer -



x

un sangrado o segregación excesivos, deberá compactarse por sí mismo y no deberá presentar aire incluido ni un retardo anormal. No se reduce el contenido de cemento, ni hay cambio significativo en la resistencia.

2.- Como en el caso de los aditivos plastificantes convencionales, debe aprovecharse la ventaja del aumento en manejabilidad, para hacer reducciones en el contenido de agua. Para el mismo revenimiento, la relación agua-cemento disminuye en forma importante y se logran altas resistencias en el concreto para el mismo consumo de cemento.

3.- La manejabilidad y la resistencia pueden mantenerse iguales, reduciendo el contenido de cemento con el correspondiente ahorro en el costo.

La desventaja que presentan a la fecha los concretos superplastificados es su pérdida, relativamente rápida, de revenimiento por su disminución de agua, siendo mayor cuanto mayor es el contenido de cemento y la temperatura del concreto (10) y (11). Para disminuir el efecto de la pérdida de revenimiento se han utilizado aditivos retardantes (10) y (11) que no han resultado muy efectivos o redosificando con superplastificante el concreto (11) y (12). Este último procedimiento da como resultado un aumento en el costo de aditivo por metro cúbico de concreto.

#### ALCANCE DE LA INVESTIGACION

El programa de ensayos incluye la evaluación del comportamiento de morteros y concretos superplastificados conteniendo Cemento Portland DGN C-1 Tipo I\* y Cemento Portland de Escoria de Alto Horno DGN C-175\*.

El aditivo superplastificante utilizado fue un condensado de Naftalina Formaldehído Sulfonatado de origen japonés.

Se realizaron varias series de ensayos tanto en mortero como en concreto, según se describen en seguida.

#### ENSAYES EN EL MORTERO

Serie No. 1 Para establecer el contenido óptimo de aditivo para una misma fluidez, determinando el incremento en resistencia al verse reducida la relación A/C. Para los dos tipos de cemento.

\* A.S.T.M. C-150 Tipo I y C-595, Tipo IS

Serie No. 2 Para evaluar los tiempos de fraguado inicial y final a distintas temperaturas de mezclado y ambiente, para los dos tipos de cemento; sin aditivo y con aditivo superplastificante con la dosificación determinada en la Serie No 1.

#### ENSAYES EN EL CONCRETO

Serie No. 3 Para determinar el tiempo límite en que un concreto fluído llega a ser rígido plástico (tiempo de manejabilidad), a diferentes temperaturas, para los dos tipos de cemento y con y sin aditivo superplastificante, determinando además los efectos en la resistencia a la compresión, tensión por compresión diametral, módulo de ruptura, módulo de elasticidad y razón de Poisson.

Serie No. 4 Tiempo de manejabilidad en un concreto superplastificado y redosificado a distintas temperaturas.

#### MATERIALES UTILIZADOS

##### CEMENTOS

En todas las series de ensayos se utilizaron dos tipos de cementos, el Portland normal DGN C-1 Tipo I y el cemento Portland de Escoria de Alto Horno DGN C-175. Las propiedades físicas y las características químicas aparecen en la Tabla No. 1.

##### AGREGADOS

Los agregados fueron de caliza triturada. Para la fabricación de los concretos el tamaño máximo del agregado fue de 20 mm. Los pesos específicos secos para los agregados grueso y fino fueron de 2.66 y 2.64 respectivamente; los valores correspondientes de absorción fueron de 0.9 y 1.4 por ciento. El módulo de fineza del agregado fino fue de 2.8, las gráficas granulométricas de ambos agregados aparecen en la figura No. 1.

##### ADITIVOS

Se utilizó un superplastificante de origen japonés\* del tipo de condensado naftalina-formaldehído sulfonatado. Se dispone generalmente en solución acuosa al 42% con una densidad de 1,200 kg/m<sup>3</sup> y es de color café oscuro.

\* Mighty, 150



TABLA No. 1

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LOS CEMENTOS

DESCRIPCION DEL ENSAYE	DGN (*) C - 1 TIPO I	DGN (**) C - 175
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>		
PESO ESPECIFICO	3.15 g/cm <sup>3</sup>	3.10 g/cm <sup>3</sup>
FINEZA:		
Area superficial (BLAINE)	3,430 cm <sup>2</sup> /g	3,920 cm <sup>2</sup> /g
Pasando malla No. 325 ( + )	86.4 %	93.0 %
TIEMPOS DE FRAGUADO:		
Inicial Vicat	2 hr 49 min.	3 hr 17 min.
Final Vicat	4 hr 18 min.	4 hr 37 min.
Inicial Gillmore	3 hr 13 min.	---
Final Gillmore	5 hr 01 min.	---
Sanidad (AUTOCLAVE)	0.11 %	0.022 %
RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CUBOS DE 5.1 cm.		
1 día	90 kg/cm <sup>2</sup>	78 kg/cm <sup>2</sup>
3 días	177 kg/cm <sup>2</sup>	145 kg/cm <sup>2</sup>
7 días	264 kg/cm <sup>2</sup>	203 kg/cm <sup>2</sup>
28 días	340 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
<b>ANALISIS QUIMICO (+)</b>		
Oxido de calcio (CaO) total	64.55	55.67
Dióxido de silicio (SiO <sub>2</sub> )	21.42	26.89
Oxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	5.03	8.07
Oxido férrico (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2.48	1.75
Oxido de magnesio (MgO)	1.43	3.13
Trióxido de azúfre (SO <sub>3</sub> )	2.61	1.98
Cal libre	1.40	0.67
Pérdida por ignición	1.26	1.17
Residuo insoluble	0.46	0.32
<b>COMPUESTOS (+)</b>		
Silicato tricálcico (C <sub>3</sub> S)	49.3	--
Silicato dicálcico (C <sub>2</sub> S)	24.3	--
Aluminato tricálcico (C <sub>3</sub> A)	9.1	--
Aluminato ferrito tetracálcico (C <sub>4</sub> AF)	7.5	--

(+) Datos proporcionados por el fabricante  
 (\*) Marca Monterrey, similar al ASTM C-150 Tipo I  
 (\*\*) Marca Super Atlante similar al ASTM C-595 Tipo IS

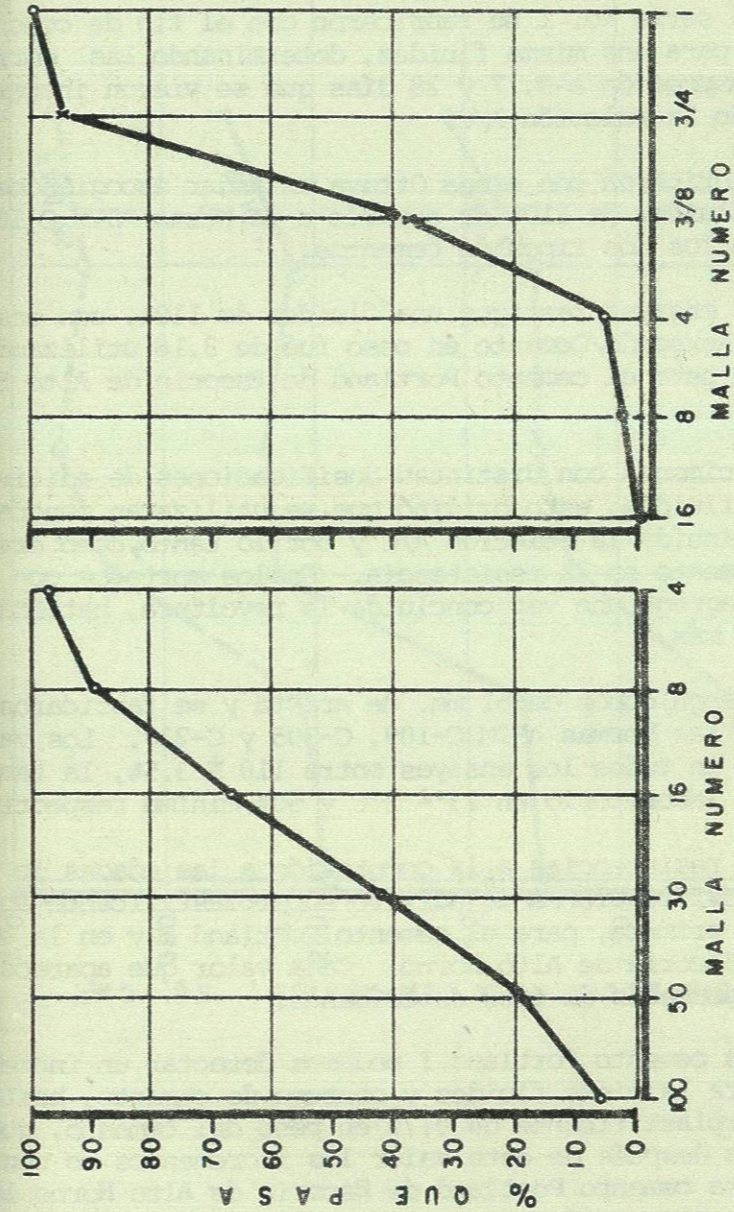


FIG. 1 - CURVAS GRANULOMETRICAS DE LOS AGREGADOS UTILIZADOS EN LOS ENSAYES.