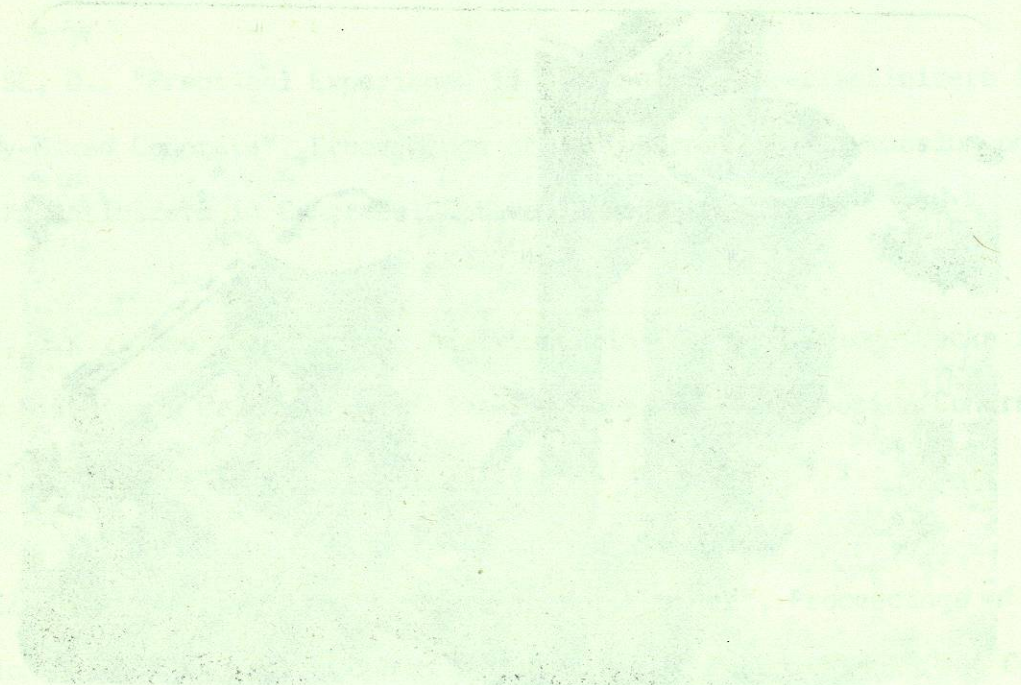


1. LEONARDI, F., Lectures, "Crack Control in Concrete Structures", The Institution of Engineers, Australia, 1973.

2. MALHOTRA, V.M., "Sampling and Testing of Concrete", 1973.



Este texto trata sobre los procedimientos de muestreo y ensayo de concreto. Se describe la importancia de una correcta toma de muestras para obtener resultados representativos de la resistencia y propiedades mecánicas del material. Se detallan los métodos de selección de muestras, el tamaño de las mismas y los procedimientos de ensayo en laboratorio.

La calidad de la columna de concreto depende de la calidad de los materiales que se utilizan y de la correcta ejecución de la obra. Por tanto, es necesario seguir estrictamente los procedimientos establecidos para garantizar la resistencia y durabilidad de la estructura.

En el presente documento se describen los procedimientos de muestreo y ensayo de concreto, con el fin de proporcionar una guía clara y concisa para los ingenieros y técnicos involucrados en el control de calidad de la construcción.

**SUPERFLUIDIZANTES, EXPERIENCIAS PRÁCTICAS EN MÉXICO**

Juan Rodolfo Laeuger

Este artículo describe las experiencias prácticas en México con el uso de superfluidizantes en el concreto. Se detallan los beneficios de estos aditivos, como la reducción de la necesidad de agua, el aumento de la resistencia y la mejora de la trabajabilidad del concreto fresco.

Los superfluidizantes permiten obtener concretos de alta resistencia y alta trabajabilidad, lo que resulta muy beneficioso en obras de construcción donde se requieren estructuras de gran altura y con formas complejas.

En la práctica, el uso de superfluidizantes requiere un control cuidadoso de la dosificación y de la mezcla del concreto. Es importante seguir las recomendaciones del fabricante y realizar ensayos de laboratorio para determinar la dosis adecuada para cada caso.

Los resultados obtenidos en México demuestran que el uso de superfluidizantes es una técnica viable y económica para mejorar la calidad del concreto. Esto permite reducir los costos de construcción y aumentar la vida útil de las estructuras.

Para obtener los mejores resultados, es necesario utilizar superfluidizantes de alta calidad y seguir estrictamente los procedimientos de aplicación. Además, es importante considerar el efecto de estos aditivos en la durabilidad y en la resistencia a la corrosión del concreto.

En conclusión, el uso de superfluidizantes en el concreto es una técnica que ofrece importantes ventajas tanto en términos de calidad como de costo. Su aplicación correcta puede contribuir significativamente al éxito de un proyecto de construcción.

Este artículo forma parte de un estudio más amplio sobre el uso de aditivos en el concreto, el cual puede obtenerse en el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Se agradece al Ing. Juan Rodolfo Laeuger por su colaboración en la realización de este artículo. También se agradece a los señores que colaboraron en la obtención de los datos experimentales.

Este artículo se publicó en la Revista de Ingeniería, Vol. 1, No. 1, 1973. - 55 -



## SUPERFLUIDIZANTES, EXPERIENCIAS PRACTICAS EN MEXICO.

Los señores conferencistas quienes me precedieron aquí, les informaron a ustedes detalladamente sobre las particularidades del comportamiento, propiedades inherentes, así como las maneras de la mejor aplicación de los varios tipos de Superfluidizantes; sus muy amplias ventajas y sus pocas limitaciones.

Desde hace más de tres años la firma Sika Mexicana, S. A. está introduciendo al mercado nacional Superfluidizantes, los primeros dos años bajo la marca Sika - Melment y desde hace un año bajo el nombre registrado SIKAMENT.

En la presente charla quisiera reportar a ustedes una selección de experiencias prácticas, que cada uno tiene en uno u otro aspecto significancia, — confirmando datos que los señores conferencistas anteriores expusieron. Todo lo que ustedes anteriormente oyeron aquí, p. e. sobre la cantidad de finos presente o no presente en un concreto y el efecto del superfluidizante en el uno y otro caso, se confirma ampliamente en la práctica.

No se trata aquí de enumerar de nuevo los detalles del funcionamiento de los Superfluidizantes, pero de preguntarse entre otras cosas: Por qué no se han podido introducir los Superfluidizantes más rápidamente en el ámbito nacional de la construcción si son tan excelentes productos, y a pesar que se comprobó en la práctica mexicana que cada vez que se aplicaron nuestros Superfluidizantes de manera correcta, responden perfectamente, dando resultados impecables.

Hace tres años Superfluidizantes en México eran productos que al cliente potencial le parecían extremadamente caros. Obviamente vivíamos en un tiempo entonces cuando tanto la mano de obra como el precio del cemento se pudo considerar barato. Las firmas constructoras y los precoladores no eran forzados todavía de considerar muy de cerca alta eficiencia y alto rendimiento de su mano de obra. Hoy en día, hechos, en torno, y perspectivas son completamente distintos. Avance rápido de obra, utilización de un mínimo de mano de obra, colocación rápida del concreto mediante bombas, con concreto superfluidado puede aumentar muy sensiblemente la eficiencia de una empresa constructora, cortando costos drásticamente.

El constructor de hoy de obras medianas y grandes, tiene precisamente en un Superfluidizante una herramienta de preferencia para lograr un incremento considerable de eficiencia.

He llegado a la conclusión que el "usuario normal de concreto" ve en un Superfluidizante únicamente "un producto aditivo más para concreto".

Señores, ustedes saben ahora, al fin de este Congreso, que nada puede ser más equivocado. Ciertamente, Superfluidizantes son obviamente aditivos para concreto, pero la significancia del concepto "Superfluididez" tiene implicaciones que no se abren ni al profesionista, si no tiene "visión" o si no quiere llegar al fondo de la apreciación de qué formidable herramienta dispone.

Sin embargo, con el fin que esa herramienta y este concepto "Superfluididez" trabaje para él, tiene que correctamente organizar secuencia y desarrollo de



los colados, lo que obviamente implica para él inicialmente: más trabajo.

He observado que éste es uno de los obstáculos más grandes para introducir Superfluidizantes en México. Quién quiere trabajar más? Les puedo sin embargo tranquilizarles a ustedes: les afirmo que en todos los casos donde los supervisores de obras tuvieron la experiencia de trabajar inicialmente más, se vieron luego agradablemente sorprendidos; porque una vez establecidos secuencia y desarrollo, el trabajo para todos, salvo la planta de concreto y el equipo de bombas, era decididamente más desahogado.

Ahora quisiera referirme a unas pocas obras que en el curso de los años se hicieron en la República y en la Cd. de México con Superfluidizantes Sika, utilizados sea como Superfluidizante o como Plastificante, Reductor de Cemento y reductor de agua.

En el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México se efectuaron varias obras, siendo las más grandes tres plataformas para aviones, además los fundamentos del edificio del Centro de Mantenimiento de Mexicana de Aviación. El total de Concreto en esas obras suma hasta ahora 7100 m<sup>3</sup>, todo con Superfluidizante. El concreto, especificado por SAHOP para las plataformas es de 450 Kg/cm<sup>2</sup> a la compresión, 45 Kg/cm<sup>2</sup> a la flexión. Inclusiones de aire Sika Aire para un contenido final de aire de 4%. El revenimiento inicial del concreto en cuestión es de 4 a 6 cm. El principal abastecedor de concreto era la firma Preconcreto, S.A. que tiene el concreto superfluido bajo su propia marca "Nivelcreto".

La supervisión y control del concreto se efectuó con la debida y acostumbrada seriedad y severidad por la SAHOP, (antes SOP) sin que hubiese jamás habido problemas en la obra por fallas debido a la superfluificación del concreto. El revenimiento especificado de 4-6 cm. se verificó por un inspector de la SAHOP para cada olla que llegó de la planta a la obra. Se agregó en la obra entre 1.1 a 1.4% de Sikament, calculado sobre el peso del cemento, se mezcló el concreto en la olla exactamente 3 minutos, obteniéndose un revenimiento final de 16 a 19 cm. SAHOP controló también resistencias de compresión y de flexión de cada olla de concreto superfluidificado al momento de colar las losas. Quisiera hacer aquí hincapié que hubiéramos fácilmente podido lograr revenimientos finales de 22-23 cm. si nos hubiera interesado. Un promedio de 18 cm. de revenimiento final era para nuestros propósitos ampliamente suficiente para una alta rapidez del colado. Se colocaron como 33 m<sup>3</sup>/hora, lo que resulta ser con un peralte de losa de 0.35 m. una superficie acabada de 94.3 m<sup>2</sup>/hora. El vibrado se efectuó a lo largo de las cimbras cada 0.7 m. aproximadamente. Se colaron tiras de aproximadamente 5 m. de ancho.

Después de 4 1/2 a 6 horas, al momento cuando la superficie del concreto aguantó la máquina cortadora de juntas se cortaron las juntas transversales a un sexto de profundidad del peralte. Esa manera de proceder aseguró, que las fracturas transversales en el concreto ocurrieron únicamente en las juntas, no habiendo fisuraciones en otros lugares de la superficie del concreto.

Se calculó entre SAHOP, Contratista y Sika, que el tiempo para acabar

las obras se acortó algo como 2,5 veces, y la mano de obra que se requirió durante el tiempo efectivo de la obra era la mitad de lo que hubieron debido emplear, trabajando con el revenimiento original de 4-6 cm., aparte del hecho que la homogeneidad del concreto de 4-6 cm. no hubiera podido compararse con las pruebas finales de SAHOP: Los corazones que sacaron de las losas comprobaron en definitiva la homogeneidad del concreto impecable tanto en que respecta a la distribución de los agregados como a una distribución pareja de la piedra de cemento.

Unas construcciones de edificios que se erigieron en México, D. F. pueden a ustedes dar la pauta que la eficiencia, rapidez, seguridad, poca mano de obra se convierte en economía para los dueños de construcciones si emplean un superfluidizante como el Sikament.

En ambos casos se trabajó con un revenimiento inicial de 10 cm. para llegar a un 22 cm. de revenimiento final. En ambos casos se trabajó con 1,5% de dosificación de Sikament y con 3 bombas de concreto.

En el caso del colado de Mausoleos del Angel en México, D. F. se colaron muros, trabes y losas, colando continuamente 200 m<sup>3</sup> de concreto superfluido en 6 horas.

Hace alrededor de 6 semanas se colaron muros, trabes y losas en una construcción, propiedad de Celanese Mexicana, S. A. en Sn. Angel Inn, México. Gracias a la excelente coordinación de la premezcladora (Preconcreto, S. A.) con la firma de bombeo y el contratista, se colaron 330 m<sup>3</sup> de concreto superfluido en 6 horas sin la menor falla, sin el menor contratiempo, a pesar que hubo lugares bastante difíciles para colocar el concreto. Al descimbrar ambas obras se notó que el concreto aparente es de óptima calidad y que no existen ni oquedades ni otros desperfectos.

Una obra que personalmente no conozco, se encuentra en Mazatlán, Sin. Se trata de tres tanques cilíndricos de concreto. Diámetro de cada tanque: 34 m, altura 13 m. En este caso se utilizó el Sikament como plastificante reductor de agua e impermeabilizante. El sistema de construcción era colado deslizante. Todos los fines que se persiguieron se cumplieron y lograron.

La Comisión Federal de Electricidad, presa la Angostura, tuvo hace aproximadamente año y medio el siguiente problema: Tubos fuertemente inclinados colocados adentro de ductos tuvieron que ser encamisados con concreto; como de ningún modo se pudo compactar el concreto alrededor de los tubos por falta de espacio, se optó hacer un concreto con revenimiento de 18 cm. pero a base de los procedimientos clásicos. A pesar que utilizaron para lograr su objetivo la cantidad de 540 Kg/m<sup>3</sup> de cemento tipo I, el concreto se fisuró severamente por contracción, al enfriarse. Sika les recomendó nuestro Superfluidizante para problemas de esta índole.

Preparando un concreto con 384 Kg/m<sup>3</sup> de cemento con un revenimiento inicial de 7,5 cm. se logró un revenimiento final de 20 m. sin dificultad, obteniéndose el F'c deseado.



Debido a la drástica reducción de la cantidad de cemento y reducción de agua se logró un calor de hidratación normal no afectando este concreto con fisuraciones.

En todas las referencias aquí enumeradas no obtuvimos nunca fisuraciones en concreto con superfluidizante. Tengo que agregar y subrayar que en losas y otras partes expuestas al sol y al aire, concretos superfluidos también tienen que curarse como cualquier otro concreto de calidad.

Se observó en todas nuestras experiencias con concreto superfluido que la tendencia a formar fisuras está fuertemente reducida, comparado con concreto normal. Pero eso es únicamente válido si se toman todas las precauciones necesarias, tanto respecto al curado como al cortado de las juntas a su debido tiempo, en caso que se trataría de losas sobre suelo.

Como último y quizás más espectacular ejemplo quisiera presentar a ustedes un caso donde una conocida firma de precolados arquitectónicos en México se está beneficiando en muchos aspectos con el uso del Sikament, siendo el producto en este caso utilizado como reductor de cemento y agua y como plastificante. La firma en cuestión trabajó anteriormente sin utilizar ningún tipo de aditivo para concreto ni utilizaron curado de vapor. A pesar de eso, muchos de los más bellos edificios de la Cd. de México tienen sus fachadas de esa firma, porque calidad se considerará para ellos siempre una propiedad clave del éxito. Originalmente trabajaron su concreto estructural con 388 Kg/m<sup>3</sup> de cemento tipo I con un revenimiento de 10 cm. Grano máximo de la grava 3/4". El F'c que necesitan es de 200 Kg/cm<sup>2</sup>, pero ustedes se dan inmediatamente cuenta que con este gasto de cemento se llega en el peor de los casos a una resistencia a la compresión de 250 Kg/cm<sup>2</sup>. El exceso del cemento utilizaron para poder desmoldar a las 42 horas con una resistencia de a lo menos 43 Kg/cm<sup>2</sup> con el fin de tener una producción que llamaron entonces "adecuada".

El gerente de producción estuvo de acuerdo de hacer primero unos ensayos de laboratorio, reduciendo cemento y agua al mismo tiempo haciendo unas probetas-cilindros. Cuando esos datos eran positivos empezó hacer pruebas de producción.

Primero se redujo en el diseño usual de ellos 10% de cemento y un 13% de agua, agregando al final a la mezcla 1% de Sikament. La pieza se desmoldó a las 22 horas con 33 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión. Lo sorprendente es que nunca se presentaron ni se presentan fisuraciones alrededor de las armellas por el esfuerzo de los ganchos de la grúa en el momento de desmoldar, cuando se trabaja con Sikament, mientras que antes siempre hubo fisuraciones. Los ensayos siguieron, se recomendaron hacer bajo estricta vigilancia del laboratorio más reducciones de cemento y agua, sin que nunca bajaran a menos de 220 Kg/cm<sup>2</sup> a la compresión. Así se hizo; y hoy esa firma trabaja con 17% menos de cemento que antes, descimbran a las 12 horas y si utilizan 3 horas de vapor, descimbran a las 7 horas. Actualmente tienen una economía efectiva por m<sup>3</sup> de concreto de 36 Pesos, una producción más que triplicada, calidad impecable de sus piezas; trabajos cosméticos en sus piezas se eliminaron por completo. Ustedes pueden fácilmente deducir que la eficiencia de la empresa aumentó: Con la misma inversión

en instalaciones y moldes y con el mismo personal se produce hoy más que 3 veces más, y al mismo tiempo tiene esa firma prácticamente una posición irmejorable en comparación con sus competidores. Su competitividad en el mercado aumentó fuertemente.

Espero que con esos pocos ejemplos haber podido darles a ustedes un pequeño panorama de lo que es el concepto Superfluidizantes. Sean ustedes conscientes que las implicaciones al usar Superfluidizantes no se hacen únicamente sentir en el aspecto técnico donde su uso es un avance, sino también en el aspecto económico, donde el impacto de esos productos se hará sentir tanto más que se entienden más ampliamente las ventajas de esos productos.