

Museo del mañana. Las posibilidades de construcción del futuro.

Conozca los detalles del proyecto arquitectónico de Santiago Calatrava, un edificio futurista sorprendente.

EDITORIAL

¡Hola, querido lector!

Esta edición tiene un sabor histórico para nosotros.

Podemos enorgullecernos de formar parte de una de las obras más sorprendentes de la arquitectura mundial, proyectada por las manos creativas del catalán Santiago Calatrava, el Museo del Mañana.

El uso de concreto de alto desempeño en la obra consagró las calidades de la tecnología más avanzada del momento para proyectos que demanden altos índices de sostenibilidad y resistencia: la Sílice Activa.

Eso para nosotros es un punto de vista nuevo en el desarrollo de productos que transformen toda la cadena del concreto y reduzcan el impacto ambiental en el sector de la construcción civil, disminuyendo costos y agregando durabilidad.

Estoy seguro de que se impresionará con el proyecto y con la eficiencia de los materiales usados. Puede invertir algunos minutos en nuestra lectura, le prometo que no se arrepentirá.

Y no olvide: caso desee más detalles sobre las soluciones Tecnosil, será un placer recibir su contrato. Es fácil: visite www.silicon.ind.br y www.tecnosilbr.com.br

Buena lectura y un gran abrazo.

JOÃO PAULO F. GUIMARÃES
Presidente del Grupo Tecnosil

Museo del mañana.

Una de las más modernas construcciones brasileñas, con la marca Tecnosil.

Inaugurado en 2015, en Rio de Janeiro, el Museo del Mañana fue concebido en conjunto con la remodelación urbana de los alrededores de la Praça Mauá y la recualificación de la región portuaria de la ciudad. Todos los alrededores fueron beneficiados por espacios libres y visuales desobstruidos, gracias a la demolición del Perimetral.

Un proyecto que parte del presupuesto escultural, en conformidad con el lenguaje característico de su acervo de trabajos: el museo está rodeado por espejos acuáticos, vías para circulación de ciclistas y peatones y hasta un área verde con especies típicas de la mata atlántica.

Dimensiones superlativas con un lenguaje arquitectónico de excepción.

El Museo del Mañana ya es considerado el nuevo icono de la arquitectura brasileña, y explora las posibilidades de construcción del futuro. Su concepto abraza el rigor de la ciencia y el lenguaje expresivo del arte, teniendo como apoyo la tecnología, en ambientes de inmersión, instalaciones audiovisuales y juegos.

Es un museo de experiencia, donde el contenido es mostrado usando los sentidos. El espacio analiza el pasado, presenta tendencias del presente y explora posibilidades para los próximos años con base en las perspectivas de la sostenibilidad y de la convivencia.

Curvas virtuosas y asimétricas entre sí conjugadas con sofisticados mecanismos automatizados.

Otro destaque es la cobertura móvil del edificio, donde grandes estructuras de acero sirven de base para las placas de captación de energía solar. Durante el día, ellas se mueven como alas para acompañar la posición del sol. El proyecto también valoriza la entrada de luz natural.

La programación

Bajo la dirección general de la Fundação Roberto Marinho, el museo tiene como curador al físico y doctor en cosmología Luiz Alberto Oliveira, con dirección artística de Andrés Clerici y concepción museográfica de Ralph Appelbaum.

El futuro y el presente interconectados en una sola estructura, donde Tecnosil tuvo el privilegio de contribuir.

>Conozca a Santiago Calatrava.

Nacido en 1951, en Valencia (España), Santiago Calatrava se graduó de arquitecto por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia e ingeniero en Zúrich, en Suiza. Reconocido y premiado mundialmente,

es autor del Estadio Olímpico de Atenas, donde fueron disputadas las Olimpiadas de 2004, y de muchas otras obras célebres.

Proyecto del Arquitecto español Santiago Calatrava en sociedad con el estudio Ruy Rezende Arquitetura.

Tecnología brasileña en un proyecto de visibilidad mundial.

>Solución brasileña en un proyecto de visibilidad mundial.

El principio configurador del Museo del Mañana, lo que caracteriza su doble escala, es un gran involucro, que contiene una secuencia linear de pequeños núcleos de exposición en la nave central del segundo pavimento de la edificación.

Como está implantado parcialmente sobre el mar y parcialmente sobre la tierra, por lo tanto en terreno poroso, y su construcción demandó el refuerzo de la fundación del muelle, insiriendo estacas -metálicas con tratamiento especial anticorrosión y estacas de raíz, capaces de alcanzar grandes profundidades.

Estructuralmente, el proyecto está formado por dos conjuntos interconectados, de geometría asimétrica, la cobertura metálica y el involucro de concreto que sostiene y sella el museo. Ambos fueron concebidos y dimensionados con elevado grado de complejidad.

La sostenibilidad es una de las directrices usadas aquí.

El agua de la Baía de Guanabara es captada para abastecer los espejos acuáticos y el sistema de refrigeración. Después de ser usada en la climatización, el agua es devuelta limpia al mar.

Un proyecto audaz, que contó con productos de alto desempeño.

Suplir las necesidades de la creación del Museo del Mañana fue un gran desafío. Una audacia de ingeniería de la cual Tecnosil se enorgulleció de participar, proveyendo un concreto de alto desempeño (CAD), con adición de Sílice Activa, que es una solución menos permeable, y por lo tanto es más resistente a diversos ataques químicos. La aplicación de las finísimas partículas de Sílice Activa densifica la pasta de cemento y reduce aún más la porosidad del concreto, aumentando su vida útil y mejorando las propiedades físicas del concreto.

Sílice Activa: enorme aliada para aumentar la durabilidad de estructuras de concreto.

Cuanto más factores faciliten el ingreso de agentes agresivos en la masa de concreto, mayor será la degradación del material. Así, la tecnología de Sílice Activa fue la más recomendada en el Museo del Mañana, porque reduce la porosidad y trae mejorías en la capacidad del concreto para soportar el efecto destructivo de agentes agresivos (agua, oxígeno, dióxido de carbono, cloruros y soluciones gaseosas).

Vea todas las ventajas del uso de la Sílice Activa Tecnosil:

- >Reducción del consumo de energía y CO₂.
- >Ahorro de recursos naturales.
- >Aumento de la vida útil del concreto.
- >Mejor resistencia a la abrasión y erosión;
- >Baja permeabilidad, porosidad y absorción.

Fueron 55 mil toneladas de concreto estructural, que contaron con la innovación Tecnosil para posibilitar una de las mayores obras arquitectónicas de las Américas y ofrecer al mundo una nueva mirada en relación al futuro.

Conozca la Sílice Activa Es un polvo fino pulverizado derivado del proceso de fabricación del silicio metálico o hierro silicio. Sus partículas son esféricas, vítreas y tienen un diámetro medio inferior a 1 µm, presentando una altísima superficie específica y una masa específica aparente baja. El alto contenido de SiO₂ en el formato amorfo (No cristalino), combinado con una elevada finura, proporciona una altísima reactividad con los productos derivados de la hidratación cemento, confiriendo un mejor desempeño en hormigones y argamasa.

Ficha Técnica

Área construida 15.000 m²

Arquitectura Santiago Calatrava

Fundación Roberto Marinho - Hugo Barreto y Lúcia Basto (dirección general)

Curador Luiz Alberto Oliveira

Consultoría de concreto WG Corrêa

Plano museológico Expomus

Construcción Concessionária Porto Novo

MUSEO DEL MAÑANA

TECNOLOGÍA DEL CONCRETO APLICADA AL PROYECTO DEL MUSEO.

CONDICIONES ESPECIALES DE LA OBRA

1. FUNDACIONES

El edificio del Museo del Mañana fue construido en el Píer Mauá, que avanza mar adentro y fue proyectado y construido por la empresa dinamarquesa Christiani Nielsen en los años 50.

Debido a problemas existentes en la estructura del muelle, fue necesaria la construcción de nuevos bloques de fundación sobre la laja de concreto armado existente, enterrada a aproximadamente 1,5 m bajo el nivel del piso del muelle.

Para eso, fue especificado un tratamiento del sustrato, para solidarización del concreto viejo con el concreto de los nuevos bloques que fueron construidos sobre las estacas metálicas clavadas, resultando en las estructuras del edificio del Museo asentadas sobre esas nuevas fundaciones, totalmente independientes del muelle actual.

Para asegurar la durabilidad de esa fundación, el concreto de los bloques y piezas enterradas fue considerado como sometido a un medio de agresividad Clase IV (muy fuerte), conforme clasificación de la norma NBR 6118, limitando el espesor mínimo de cobertura de la armadura en 45 mm.

Las directrices para composición de ese concreto fueron en el sentido de especificar el uso de cemento Portland del tipo RS fck de 40 MPa, relación agua-concreto máxima de 0,45 y consumo mínimo de cemento en 360 kg/m³, siendo realizada la adición de 8% de sílice activa en relación al peso del cemento.

El tratamiento del concreto viejo existente en la laja enterrada del muelle, antes de lanzar el concreto nuevo de los bloques de coronación de las estacas, consistió en el aumento de la rugosidad superficial del concreto, mediante limpieza con agua a presión, limpieza de los residuos, saturación del concreto viejo y aplicación de argamasa de trazo 1:3 de cemento y arena, con 8% de micosílíce y relación a/c < 0,5 en toda la superficie.

2. ESPEJO ACUÁTICO

En el proyecto de la estructura del Espejo Acuático, fueron empleados un concreto con elevado grado de impermeabilidad, una armadura contra rajaduras resultantes de tensiones de tracción de colado y la ejecución de juntas de construcción impermeables.

Para obtener un mayor grado de impermeabilidad en el concreto de las paredes y fondo del Espejo Acuático, se sugirió que la mezcla del concreto fuese elaborada de modo diferenciado, que resultase en un concreto donde la mezcla del cemento con el agregado granulado fuera más perfecta, generando mayor resistencia a la tracción y un mayor grado de impermeabilidad.

Además, otras exigencias para ese concreto fueron el uso de sílice activa y la limitación del consumo total de agua en el concreto con 180 lt/m³.

3. SUPER ESTRUCTURA

En los concretos de la super estructura, se especificó que un concreto que presentase un aspecto homogéneo con una excelente calidad estética y tonalidad final que fuera la más clara posible, sin uso de

cemento blanco.

Fueron realizados estudios técnicos preliminares y análisis de resultados de ensayos elaborados sobre cuerpos de prueba y piezas de prototipos, para evaluación del desempeño de todos los trazos de concreto de la super estructura en relación a las condiciones anteriormente mencionadas conforme orientación y sugerencia de los responsables por el proyecto estructural y por la arquitectura del Museo del Mañana.

En las figuras a seguir son mostrados ejemplos de esas piezas.

En la definición de los trazos de concreto, considerando que la super estructura no tendría contacto directo con el agua de mar, se admitió para esas estructuras que la acción del medio ambiente tendría una clase de agresividad del tipo III, de la norma brasileña NBR 12655.

En los trazos especificados, fue establecido el empleo de cemento Portland del tipo RS, teniendo el concreto de las paredes, lajas y vigas el fck de 40 MPa, mientras que para los pilares el fck fue de 50 MPa, limitando la relación agua-cemento máxima a 0,55 para estructuras armadas y a 0,50 para las vigas pretensadas, con consumo mínimo de cemento de 320 kg/m³, siendo realizada la adición de 8% de sílice activa en relación al peso del cemento.

Además, fueron establecidos planes de hormigonado para evitar que fueran observadas marcas de las juntas de hormigonado, puntos de segregación, burbujas, manchas y cambios de tonalidad del concreto en la superficie de las estructuras aparentes.

4. OBTENCIÓN DE CONCRETO CON ALTO GRADO DE IMPERMEABILIDAD

Un aspecto muy importante llevado en consideración en el proyecto del Museo del Mañana, debido a su localización y con una fundación sumergida en una napa subterránea de características bastante agresivas, fue la especificación de concretos con elevado grado de impermeabilidad, especialmente en relación a las juntas de construcción y a la ausencia de fisuras.

Para eso, fue necesaria la producción de concretos que cumplieran las condiciones a seguir:

- una composición (dosis) especial, mediante medición cuidadosa de los materiales componentes del concreto, con la adición de productos que aumentasen su impermeabilidad, como por ejemplo la sílice activa;
- mezcla del concreto realizada en condiciones diferenciadas;
- cuidados en la ejecución de las estructuras para reducir las retracciones de origen hidráulico y térmico;
- dimensionado de una armadura para combatir las tensiones de colado resultantes de las deformaciones volumétricas del concreto, que son restringidas por la fundación o por una estructura ya endurecida.

En estructuras sometidas a esas condiciones, es fundamental evitar fisuras en el concreto de las estructuras que quedaran en contacto con el agua bajo presión, debido a las deformaciones volumétricas restringidas, lo que generalmente no es hecho, siendo en ese caso necesario que la abertura de fisuras sea limitada a como 0,1 mm.

La norma brasileña NBR 6118, en relación a la fisura de las estructuras, considera que fisuras con aberturas de hasta 0,2 mm no tienen importancia para la seguridad y durabilidad de las estructuras.

Esa consideración no se aplica a estructuras para las cuales sea inconveniente cualquier filtración de agua y de otros líquidos, especialmente cuando esos fluidos son perjudiciales para el concreto.

Considerando que hay innúmeros casos de estructuras de paredes que presentan fisuras generalizadas, ha sido adoptado por varios proyectistas estructurales un criterio de dimensionado para las armaduras horizontales, que minimicen o eviten esas fisuras.

5. JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN IMPERMEABLE

No sirve que las estructuras sean ejecutadas con concreto de alto grado de impermeabilidad si las juntas de construcción necesarias para la ejecución de esas estructuras permiten la filtración de agua por ellas.

Actualmente, hay varios dispositivos para dejar las juntas de construcción impermeables, siendo la cinta hidrófuga el dispositivo de uso más difundido en nuestras obras.

6. OBSERVACIONES FINALES

Este grandioso proyecto, cuya construcción fue recientemente finalizada, puede así ser considerado un ejemplo de obra donde todos los detalles técnicos fueron apreciados con el cuidado necesario, por la empresa consultora en tecnología del concreto WG Corrêa Consultoria de Engenharia Civil Ltda, como debe hacerse siempre con estructuras de ese tipo.

La actuación y especificación de productos y técnicas de construcción adecuadas, desde la fase de proyecto, tuvo por objetivo la obtención de un concreto estructural que presentase el máximo de calidad estética y durabilidad, en el medio donde la obra es implantada.

W.G.CORRÊA CONSULTORIA DE ENGENHARIA CIVIL LTDA.

(21) 2516-2027 / (21) 2253-4787

Sílice Activa: la mejor prevención contra la Reacción Álcali Agregado (RAA).

La reacción álcali-agregado afecta un gran número de obras de construcción civil. En los casos de daños moderados, el control periódico y el mantenimiento de las estructuras de concreto favorecen el control de la patología. En los casos más severos, es necesario el reemplazo de los elementos afectados debido a la degradación de las propiedades mecánicas del concreto.

¿Y qué hace que el concreto sea más resistente? Depende de la capacidad del concreto de resistir a las agresiones químicas, físicas, mecánicas y biológicas del ambiente para el cual fue proyectado o a los mecanismos internos del propio concreto.

Entre las agresiones químicas, tienen destaque los ataques por iones de cloruro y sulfuro, dióxido de carbono, ataques ácidos y las reacciones álcali-agregado (RAA). Esta última sólo sucede cuando ocurre la suma de 3 factores: la presencia de fases reactivas en el agregado, humedad suficiente y, por último, la concentración de hidróxidos alcalinos (K^+ , Na^+ , OH^-) en la solución de los poros del concreto suficiente para reaccionar con las fases reactivas de los agregados.

(incluir foto de RAA atacando concreto)

De todas las medidas preventivas para el empleo de agregados reactivos en obras de construcción civil, el uso de sílice activa es una de las más eficientes porque reduce significativamente y controla la expansión deletérea relacionada a la reacción álcali-agregado en el concreto.

(incluir gráficos y citando fuente: "Ing. Flávio André da Cunha Munhoz. Efeito das adições ativas na mitigação das reações sílica e álcali-silicato, tesis de maestría, São Paulo, 2007.")

La adición de contenidos entre el 5 y el 8% de Sílice Activa Tecnosil en relación al peso del cemento - mejora las características de los hormigones y argamasas, tanto en estado fresco como en estado endurecido, proporcionando:

- Reducción del consumo de cemento;
- Mejor desempeño inhibiendo agresiones químicas, penetración de iones de cloruro, RAA;
- Baja permeabilidad, porosidad, absorptividad;
- Mayor resistencia mecánica;
- Mejor adherencia de pasta/armaduras y de pasta/agregados;
- Alta resistencia a ambientes agresivos;
- Menor índice de reflexión en hormigones proyectados;
- Mayor espesor de aplicación en el hormigón proyectado;
- Aumenta la cohesión;

- Disminuye la exudación;
- Mejor desempeño a abrasión y erosión.

(subtitulo)

Los beneficios de Sílice Activa en la mejoría de la reología.

Las sílices activas de buena calidad, como la de Tecnosil - cuando usadas en cantidad de 3% a 10% sobre el peso del cemento del trazo - disminuyen la porosidad y la permeabilidad y favorecen el aumento de la resistencia mecánica a la compresión, del módulo de elasticidad y de la resistencia al desgaste o abrasión de superficies de concreto expuestas a estos esfuerzos.

En el caso específico del Museo del Mañana, el empleo de la Sílice Activa Tecnosil fue la solución ideal. Por estar localizado en una región sometida a fuerte efecto de las mareas, lo que perjudica la durabilidad y resistencia del concreto, la Sílice Activa actúa con los hidróxidos alcalinos disueltos en el agua, neutralizando la reacción álcalis-agregados (RAA) y asegurando una mayor vida útil para el concreto.

Según el Ing. Ronaldo Tartuce, basta conocer las características de los cementos y estudiar las cantidades de Sílice Activa necesarias para que ejecutemos una correcta mitigación de la RAA.

**TECNOSIL TIENE LA SOLUCIÓN QUE ESTÁ BUSCANDO.
HABLE CON NOSOTROS.**

Una colaboración que está ayudando a transformar toda la cadena del hormigón para adaptarse técnica y económicamente a la nueva norma NBR-6118, que valoriza la durabilidad y la resistencia mecánica como uno de los requisitos más importantes. Nuestro trabajo está centrado en el suministro de productos de alto valor agregado para la viabilidad del Hormigón de Alto Desempeño (CAD), participando activamente en el desarrollo tecnológico con sus socios y clientes.

PARA SOLICITAR UNA VISITA DE EVALUACIÓN DE SU PROYECTO Y UN PRESUPUESTO DETALLADO DE ACUERDO CON SUS NECESIDADES, HABLE CON UNO DE NUESTROS REPRESENTANTES.

TECNOSIL SÍLICE ACTIVA TIENE DISTRIBUCIÓN NACIONAL

55 11 4591.2078
vendas@tecnosilbr.com.br
tecnosil@tecnosilbr.com.br

FICHA TÉCNICA