

## N°7:

### ¿POR QUÉ EL CONCRETO LANZADO?

Ing. Raúl Bracamontes Jiménez, Director en ADRA.

Miembro honorario del IMCYC, ASA, entre otros. Certificador de lanzadores de concreto por el IMCYC y ACI.

#### **ALCANCE**

Se proyecta que el tamaño de mercado del concreto lanzado alcanzará los USD 8.3 mil millones para 2021, registrando un crecimiento del 8.0%, en términos de valor, durante el período de pronóstico. El crecimiento de este mercado está impulsado por los avances tecnológicos en el concreto lanzado y el aumento de las actividades de construcción subterránea.

La construcción subterránea es la aplicación más grande y de mayor crecimiento del mercado de concreto lanzado, seguida por estructuras de retención de agua, trabajos de reparación, recubrimientos de protección y otros (estructuras de forma libre y nuevas construcciones). El crecimiento de las construcciones subterráneas se debe principalmente a la creciente urbanización, el rápido desarrollo económico, la construcción subterránea y las instalaciones de transporte.

El concreto lanzado es concreto proyectado neumáticamente a gran velocidad contra una superficie, se puede clasificar, según su proceso de aplicación, en vía seca o vía húmeda; y de acuerdo en su forma de

aplicación en manual o robótica. Cada método tiene sus ventajas particulares. El concreto lanzado es un método muy efectivo de colocar concreto que puede eliminar la aplicación del uso de cimbras. Su principal aplicación del concreto lanzado es en el recubrimiento de túneles y aplicaciones mineras. Más del 90% de su uso se destina para soporte de rocas también se utiliza en trabajos de rehabilitación, aplicaciones refractarias y otros. La demanda del concreto lanzado está influenciada por su versatilidad e innovación ya que se puede aplicar en una gran variedad de superficies sin importar su forma tanto en superficies verticales como sobre cabeza.



**Fig. 1:** Aplicación robótica del concreto lanzado



Para elaborar el concreto lanzado se utilizan

**Fig.2:** Aplicación robótica del concreto lanzado

los mismos ingredientes que el concreto tradicional, agua, cemento, aditivos y agregados.

El concreto lanzado es simplemente un sistema de colocación del concreto a gran velocidad contra una superficie vertical, horizontal (sobre cabeza), (es concreto y debe de cuidarse de la misma manera que el concreto tradicional). Algunas diferencias en comparación con el concreto tradicional; son:

- Las partículas individuales de agregado cubiertas con cemento salen de la boquilla a gran velocidad contra la superficie de aplicación, sobre la cual se adhieren y compactan al mismo tiempo por la fuerza de impacto, creando una masa sólida. Contrariamente a lo que ocurre con el concreto tradicional, que se coloca primero en obra y se compacta después, generalmente por vibración.

- El tamaño máximo de agregado del concreto lanzado es de 13 mm. (1/2") y su contenido se limita a un 30 % del total de los agregados, debido a las limitaciones del equipo de bombeo y también para evitar grandes pérdidas por rebote.
- En el momento de su impacto sobre la superficie de aplicación, una parte del material es rechazado. Ese material recibe el nombre de "rebote", por lo que la composición del concreto lanzado colocado es diferente al concreto que sale de la boquilla.
- La superficie de aplicación o soporte, puede presentar cualquier forma e inclinación. El concreto lanzado tiene una mayor adherencia a la superficie de aplicación y se coloca en obra por capas. También esto diferencia del concreto normal. Debido a la fuerza del impacto, los morteros y concretos lanzados logran una adherencia óptima con el material de soporte y permiten obtener la forma de superficie deseada.
- La relación agua/cemento en el concreto lanzado es generalmente baja aproximadamente entre 0.35 y 0.45 y la resistencia cuando es colocado adecuadamente, es mayor.
- El concreto lanzado, con respecto al concreto convencional, requiere una



TECNOLOGÍA PARA  
EL CONCRETO

# EXPERIENCIAS N°7: ¿Por qué el concreto lanzado?

mayor cantidad de cemento, entre 350 a 500 kg/m<sup>3</sup>.

Las propiedades del concreto lanzado son parecidas a las de un concreto convencional, en lo que respecta a la densidad, a la resistencia a compresión, a la tracción y al cortante, cuando es colocado adecuadamente. Gracias a su estructura particular, el concreto lanzado es más impermeable y más resistente a los ciclos de hielo y deshielo, al fuego, que un concreto convencional de la misma composición.

Debido a su método de colocación se obtienen concretos más compactos y con mayor adherencia, permitiendo lograr elementos delgados y formas libres que difícilmente pueden construirse con técnicas convencionales.

La ejecución de trabajos con concreto lanzado es un arte que requiere de nociones teóricas y de equipos adecuados, pero especialmente una gran experiencia práctica, por tal motivo la certificación de los lanzadores se vuelve una prioridad.

El reporte **"Shotcrete/Sprayed Concrete Market by Process (Wet & Dry), Applications (Underground Construction, Water Retaining Structures, Protective Coatings, Repair Works & Others), Systems & Geography: Global Trends and Forecasts to 2021"**, define y segmenta el Mercado mundial del concreto lanzado con análisis y

predicciones del uso y consumo. También identifica los factores para el Mercado mundial del concreto lanzado con análisis de las tendencias, oportunidades, temas candentes e inversiones.

El mercado está segmentado las principales regiones como América del Norte, Europa, Asia-Pacífico y Resto del Mundo y prevé el consumo y los ingresos generados por esta aplicación.

El reporte se enfoca a los países clave y pronostica por cada región. Además, segmenta el mercado y prevé los ingresos sobre base de las principales aplicaciones del concreto lanzado en diversas industrias como la construcción subterránea, estructuras de retención de agua, aplicaciones de protección, trabajos de reparación, y otros.

Se calcula que el mercado mundial de concreto lanzado alcanzó un valor de alrededor de \$ 6.5 mil millones de dólares a finales de 2018, y se prevé que alcanzará un valor de 8.3 mil millones dólares en 2021. Esto sugiere una tasa de crecimiento de 8% entre 2018 y 2021. La región europea domina el mercado mundial del concreto lanzado en ingresos en 2018. Y se esperan un mayor crecimiento en 2021 seguido por la región Asia-pacífico.

Y el mercado del acelerante para concreto lanzado (acelerantes libres de álcalis, alcalinos base aluminatos, alcalinos bases



TECNOLOGÍA PARA  
EL CONCRETO

# EXPERIENCIAS N°7: ¿Por qué el concreto lanzado?

silicatos, en forma líquida o en polvo, para su uso en la vía húmeda o en la vía seca); se estima que será de 1.1 mil millones de dólares para 2021, con una producción de 1.22 millones de toneladas.

Europa es el mayor mercado de concreto lanzado, que representó la participación máxima del tamaño total del mercado, en términos de valor, en 2015. Esta gran participación de mercado se atribuye a la rápida evolución de la tecnología de concreto lanzado y las materias primas, y al aumento de túneles y minería. Asia-Pacífico es el mercado de más rápido crecimiento, en términos de valor, debido al aumento de la población y al aumento, a las preferencias de los consumidores y al estilo de vida urbano, principalmente en países en desarrollo como India, Filipinas, Egipto e Indonesia.

También se pronostica un crecimiento en el Mercado norteamericano de un 8.0% en su aplicación, mientras que los países de mayor crecimiento en América Latina, son Colombia, Perú, Brasil y Chile.

El concreto lanzado es liderado por grandes compañías como BASF SE (Alemania), Sika AG (Suiza), HeidelbergCement AG (Alemania), Cemex S.A.B. de C.V. (México), KPM Industries Ltd (Canadá), Euclid Chemical Company (EE. UU.), LKAB Berg & Betong AB (Suecia), Quikrete Companies Inc. (EE. UU.), EE. UU. Concrete, Inc. (EE. UU.) Y

LafargeHolcim (Suiza). constituyen cerca del 60% del Mercado en producción y suministros.

Es importante mencionar que más del 90% del concreto lanzado utilizado en el mundo es para trabajos de soporte de rocas

Durante la excavación de un túnel, provocamos cambios en los esfuerzos del terreno, afectando principalmente la roca que rodea la excavación, si dichos esfuerzos son muy grandes o la roca es muy débil esto provocará un desplazamiento. Esta deformación del terreno puede ser controlada por algún sistema de soporte que contrarreste o redistribuya dichos esfuerzos, para evitar que provoquen el colapso en alguna zona, poniendo en riesgo la vida de los trabajadores, daños al equipo y afectando el desarrollo de la obra.

Hoy en día existen diversos métodos de soporte, cada uno con diferentes características, entre esos sistemas cabe mencionar el concreto lanzado este método de soporte ofrece muchas ventajas que no tiene ningún otro método de soporte para resolver problemas de estabilidad en minas y otras construcciones subterráneas.

Mediante la aplicación con robots, no se expone a personas en terrenos inestables. El empleo del concreto lanzado se debe a razones de costo o conveniencia, al desarrollo de resistencias a tempranas edades y finales, a su flexibilidad de su aplicación.



Es una realidad que el concreto lanzado aplicado correctamente, vía húmeda o vía seca, es un material de construcción sólido y durable, puede obtener un concreto denso, con relaciones agua/cemento bajas, de alta resistencia, baja absorción, buena resistencia al intemperismo, buena adherencia al substrato, entre otras.

## **PROCESO DEL CONCRETO LANZADO VIA SECA:**

Aunque la tendencia mundial es la aplicación de concreto lanzado vía húmeda, explicare la aplicación del concreto lanzado vía seca, para ello se prepara una mezcla de cemento, agregados secos o con su humedad natural (del 3 al 6%), Fibras metálicas (si son especificadas) y en su caso aditivos en polvo (microsílice, etc.), se mezclan hasta conseguir una perfecta homogeneidad.

La mezcla se carga en la máquina lanzadora, en ese momento se pueden agregar los aditivos acelerantes en polvo para conseguir resistencias iniciales altas y disminuir el rebote. El equipo introduce el material hacia la manguera, mediante el empleo de aire comprimido.

El material es transportado mediante aire comprimido hacia la boquilla a gran velocidad. En ésta se introduce agua a presión junto con el aditivo acelerante líquido, si se usa, mediante un anillo perforado, mezclándose con los demás ingredientes.

La mezcla ya húmeda es lanzada a alta velocidad desde la boquilla hacia la superficie, mezclándose, y compactándose simultáneamente con la colocación.

## **PROCESO DEL CONCRETO LANZADO VÍA HÚMEDA**

A diferencia de la vía seca, en el concreto lanzado vía húmeda se mezcla el cemento, los agregados, el agua, fibras tanto metálicas como de polipropileno, y los aditivos, exceptuando el acelerante, hasta conseguir una mezcla homogénea, con la trabajabilidad adecuada, con el revenimiento mínimo que pueda ser bombeado.

El concreto se carga en la tolva de la máquina lanzadora y es introducida hacia la manguera de transporte. El material es transportado por Presión hidráulica, desplazamiento mecánico similar al del concreto bombeado, (flujo denso). En la boquilla se inyecta aire comprimido para incrementar la velocidad, este aire comprimido que se añade en la boquilla, tiene dos funciones para descompactar y darle velocidad al concreto y es donde se adicionan los aditivos acelerantes si se usan.

El concreto es proyectado a alta velocidad contra la superficie, compactándose junto con la colocación.

Con la adición de aditivos acelerantes en la boquilla su primer efecto sobre el concreto es el de eliminar el revenimiento (obtener una



TECNOLOGÍA PARA  
EL CONCRETO

# EXPERIENCIAS N°7: ¿Por qué el concreto lanzado?

consistencia seca) mientras el concreto se encuentra en el aire, así cuando se impacta contra la superficie, permite adherirse a ésta, e incrementar el espesor de capa que se está colocando. Esta reducción de revenimiento debe de ocurrir en segundos. El segundo efecto es el desarrollo de resistencia a tempranas edades.



**Fig.3 y 4:** Aplicación manual del concreto lanzado vía húmeda.

**Nota:** A mayor relación agua/cemento mayor dosificación de aditivo acelerante para evitar que se desprenda al aplicarse en superficies verticales o sobrecabeza.

## COLOCACIÓN

Al igual que todo método de construcción, el procedimiento de proyección se encuentra sometido a ciertos principios, notablemente en lo que respecta el manejo de la boquilla y la composición del concreto lanzado. El conocimiento y la observación de estos principios distinguen al lanzador experto del que no lo es.

El objetivo de la colocación de mezclas proyectadas, es obtener un concreto o mortero



**Fig.5:** Estabilización de los portales con concreto lanzado de un túnel carretero.

compacto, resistente y bien adherido, reduciendo al mínimo la pérdida de material debido al rebote en una operación continua y uniforme.



TECNOLOGÍA PARA  
EL CONCRETO

# EXPERIENCIAS N°7: ¿Por qué el concreto lanzado?

En la aplicación vías seca el lanzador tiene la habilidad de controlar:

- El agua que se añade en la boquilla.
- Técnica de colocación, distancia de la boquilla a la superficie, ángulo de impacto.
- Con una adecuada comunicación con el operador del equipo puede controlar volumen de aire y cantidad de material.



**Fig. 6:** Inicio de excavación de túnel una vez estabilizado los cortes del cerro con concreto lanzado.

Como se puede ver el lanzador toma muchas decisiones durante la colocación, por ello es que su habilidad, experiencia y entrenamiento son muy importantes para garantizar una excelente reparación.

En el concreto lanzado vía húmeda el lanzador solo controla:

- La cantidad de aire en la boquilla.

- Técnica de colocación, distancia de la boquilla a la superficie, ángulo de impacto.
- En la mayoría de los equipos de vía húmeda, en comunicación con el operador del equipo, puede controlar cantidad de material.

Aunque aparentemente se puede ver que el lanzador de vía húmeda tiene un reto fácil, en comparación con el lanzador vía seca, es importante recordar que el lanzador de vía húmeda no tiene control sobre la mezcla de concreto, por lo que la mezcla debe de tener la consistencia deseada antes de descargarla en la bomba de concreto.



**Fig. 7:** Aplicación del concreto lanzado en túneles.



P Y S CONCRETO



<http://www.pysconcreto.com.pe/>