

**IAG328-08-2013**

**USO DE UN EQUIPO DE TRANSFERENCIA DE MEZCLAS  
ASFÁLTICAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PISTA DE CARRERAS  
CON TRAZADO SEGÚN EXIGENCIAS INTERNACIONALES  
UTILIZAÇÃO DE UM EQUIPAMENTO DE TRANSFERÊNCIA DE  
MISTURAS ASFÁLTICAS NA CONSTRUÇÃO DE UMA PISTA DE  
CORRIDAS NO ÂMBITO DAS NECESSIDADES INTERNACIONAIS**

Claudio Kröger  
BITAFAL RENTALS  
Colonia Nicolich, Uruguay  
[claudio@bitafal.com.uy](mailto:claudio@bitafal.com.uy)

## **Resumen**

Luego de que se confirmara la vuelta del Mundial de Motociclismo “Moto GP” en la Provincia de Santiago del Estero, Argentina, comenzó el proyecto de rectificación de una pista de carreras bajo las necesidades internacionales fijadas para el Campeonato.

La construcción de una pista con niveles de rugosidad tan exigentes y con complicaciones en la ejecución como curvas con 9% de peralte requirió el uso de un equipo de transferencia de mezclas asfálticas.

El equipo de transferencia cumplió un rol decisivo en la construcción de la pista no solo por disminuir los valores de IRI obtenidos al permitir que la terminadora trabajara sin detenerse sino por la posibilidad de entregar mezcla asfáltica de forma lateral. El equipo recogía y trasladaba desde una zona plana la mezcla asfáltica hasta la terminadora que trabajaba sin detenerse en las curvas con mucho peralte, evitando accidentes en el vuelco de los camiones de transporte de mezcla asfáltica. Además el equipo permite homogenizar la mezcla antes de ser descargada a la pavimentadora evitando los problemas causados como diferenciales de vacíos y densidad.

La pista tiene 4.805 metros de desarrollo, en un ancho de 16 metros donde se colocaron 2 capas asfálticas, una de restitución de gálibo de 4 cm y la segunda de 3 cm. En sectores de curvas se debió cambiar la pendiente transversal cada 4 metros de forma continua y sin empalmes, que fue posible gracias al uso del equipo de transferencia de mezclas.

En este trabajo sintetizaremos el excelente trabajo de ejecución de un grupo humano que debió sortear inconvenientes no usuales en la vialidad, aplicando diseños y trazados que debieron los equipos especiales ejecutar.

## **Resumo**

Depois de ter sido confirmado o Campeonato Mundial de "Moto GP" na província de Santiago del Estero, Argentina, começou o projecto de alteração para uma pista no âmbito das necessidades internacionais estabelecidas para o campeonato.

A construção de uma pista com níveis de rugosidade tão exigentes e complicações em a execução como curvas com 9% de inclinação necessitou da utilização de um equipamento de transferência de misturas asfálticas.

O veículo de transferência desempenhou um papel decisivo na construção da pista não só em reduzir os valores obtidos do IRI, permitindo que a pavimentadora trabalhara sem parar, mas pela sua capacidade para entregar asfalto lateralmente. O veículo carregava a mistura numa zona lisa e levava para a pavimentadora que trabalhou sem parar em curvas muito difíceis, evitando acidentes na capotagem caminhões que transportam asfalto. Além disso, o dispositivo permite homogeneizar a mistura, antes de ser descarregada para a pavimentadora e evitar os problemas causados por diferenciais de vazios e de densidade.

A pista tem 4.805 metros de desenvolvimento, com uma largura de 16 metros que foram colocadas duas camadas de asfalto, uma de restauração de 4 cm e uma de rodadura de 3 cm. Nos sectores com curvas, a inclinação transversal deveu ser alterada cada quatro metros continuamente sem emendas, somente possível pela utilização de equipamento de transferência de misturas.

Neste artigo vamos sintetizar o excelente trabalho de execução de um grupo de pessoas que tiveram de superar as dificuldades incomuns na estrada, aplicando desenhos e layouts que tiveram que correr os equipos especiais.

## **INTRODUCCION**

### **El circuito de termas de Río Hondo**

El circuito de termas de Río Hondo, en la provincia de Santiago del Estero es parte del calendario del Campeonato Mundial Moto GP en el 2014 según anunciaron representantes de Dorna Sports, titular de los derechos comerciales del campeonato mencionado.

La pista fue diseñada por el italiano Jarno Zaffelli y tiene una extensión de 4.805 metros. La recta mide 1.380 metros y la pista cuenta con un total de 12 curvas de las cuales hay algunas de 24 m de ancho. La velocidad máxima estimada será de 325 km/h para MotoGP, con un promedio de velocidad de 188,6 km/h, una de las más altas del calendario mundial.

La pista fue puesta a nuevo, lo que implicó cambios en el trazado, los peraltes y el reacondicionamiento de la superficie en su totalidad junto con otras exigencias para lograr la homologación de la Federación Internacional de Motociclismo (FIM).

A mediados de 2012 comenzó el proyecto de rectificación de la pista y a mediados de 2013 se realizaron los entrenamientos oficiales de Moto3, Moto2 y MotoGP.

La obra de Termas de Río Hondo requiere de superficies lisas, regulares y planas para lograr la homologación según los estándares de la Federación Internacional de Motociclismo. La totalidad de los 4.805 metros de desarrollo que tiene la pista son en un ancho de 16 metros, algo único en el mundo y donde las juntas son verdaderamente imperceptibles. La pendiente transversal es de 1,5% y en curvas peraltadas debieron alcanzarse valores del 9 %.

El suelo natural fue mejorado en 20 cm con un 2% de cal hasta lograr un CBR mayor a 40. Luego se colocaron 15 cm de estabilizado granular con un CBR mayor que 160. Se colocaron dos capas asfálticas, una mezcla densa fina tipo CAD-D12 para restitución de gálibo de 4 cm y la segunda una mezcla tipo CA SMA 10 de 3 cm.

En sectores de curvas se debió cambiar la pendiente transversal cada 4 metros de forma continua y sin empalmes, trabajo que fue posible realizar gracias al uso del equipo de transferencia de mezclas.

## **Objetivo del trabajo**

Mostrar como una nueva tecnología puede ser aplicada de maneras creativas para solucionar inconvenientes de la obra.

Reflexionar sobre las barreras que nos impiden la incorporación de tecnología en nuestra región.

## **DESARROLLO DEL TRABAJO**

### **Mitos y realidades**

#### *Realidades*

Estamos observando con atención que la velocidad de incorporación de tecnologías viales en Latinoamérica no está alineada con el crecimiento del continente.

Consideremos crecimientos superiores al 5% anual en la media de nuestros países pero vemos con asombro que no incorporamos tecnología adecuada a los tráficoes que estamos sufriendo en nuestras vías de comunicación.

Uruguay es un país de 3.5 millones de habitantes y está incluyendo rápidamente en sus pliegos de licitación tecnologías hasta hace poco tiempo suponíamos costosas. Los constructores están incorporando equipamiento adecuado para la aplicación de estas tecnologías, lo que favorece el desarrollo de las mismas.

En este caso el comentario es pertinente dado que disponemos en nuestro país de un equipo de transferencia de mezclas asfálticas y fue arrendado en régimen de admisión temporaria en la República Argentina para la ejecución de la obra que describimos en el presente trabajo, que aceptaba su aplicación como condición técnica indispensable.

#### *Mitos*

Los mitos que sufrimos son netamente técnico/políticos y están vinculados a temas muy distantes de la realidad. Las empresas no son estimuladas en general a la aplicación de nuevas técnicas y equipos por costosas obras de alta tecnología.

“Los países ricos gastan como pobres y los países pobres gastamos como ricos”, esta reflexión es en síntesis la realidad que debemos derogar.

Las obras con la más alta tecnología son inclusive mucho más económicas en el inicio e implantación que las tradicionales. Estamos plenamente preparados para llevar adelante obras de máxima calidad, durabilidad y bajo costo.

### **Proyecto propuesto y ejecutado**

Se trata de la construcción de una pista de carreras que ingresa al circuito mundial de motociclismo GP, y sus características particulares se destacan por tener 12 curvas como muestra la Figura 1, con una velocidad máxima estimada en los 325 km por hora en la recta de 1.380 metros de longitud con una velocidad promedio de 188,6 km por hora.

La pista tiene una extensión de 4.805 metros de longitud en un ancho de 16 metros en toda su extensión y de 24 metros en algunas curvas, donde se colocaron 2 capas asfálticas, una de restitución del gálibo de 4 cm y la segunda capa en asfalto modificado con polímeros del tipo

AM3 en 3 cm de espesor. La calidad de un pavimento asfáltico requerido para tan alta performance de velocidad y riesgo es de las más altas del mundo.

Para la capa de rodamiento de 3 cm de espesor, como muestra la Figura 2, se aplicó una mezcla SMA-10 con 6,1% de AM3. La composición planteada en el laboratorio de obra para la mezcla fue de un 70% de agregado 6 – 9mm, un 23% de agregado 0 – 6mm, un 6% de filler calcáreo y un 1% de cal hidratada. No se empleó fibra de celulosa y a pesar de ello no se experimentó problema alguno de escurrimiento de asfalto.

El agregado pétreo provino de la Sierra de Guasayán y presentaba un desgaste Los ángeles de 21% y un coeficiente de pulimento acelerado (CPA) de 0,49. El árido se trituró en obra con un cono y con recirculación para obtener coeficiente de forma del orden de 16 de índice de lajas.

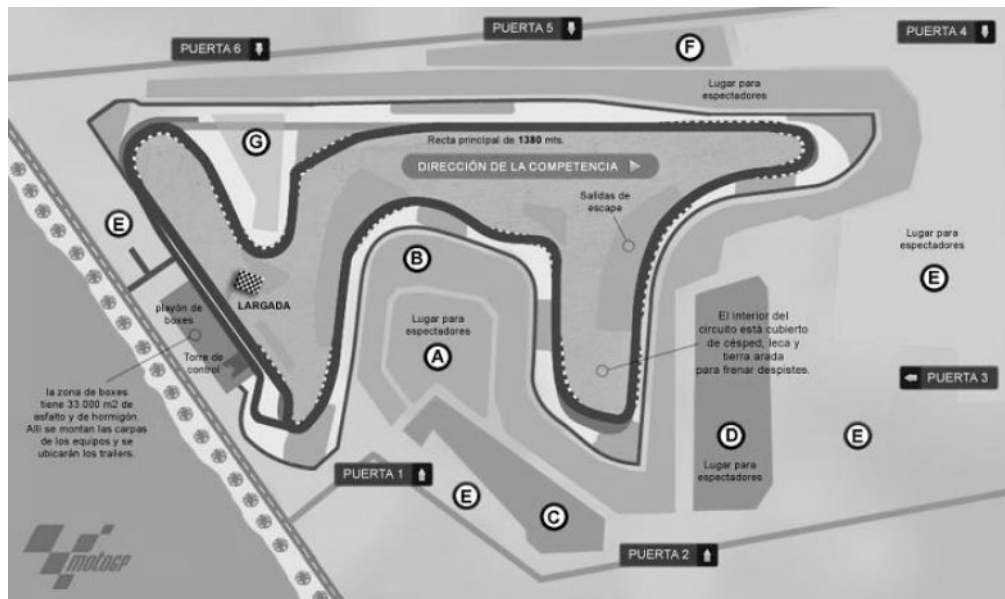


Figura 1: Trazado de la pista



Figura 2: Espesor de la capa de rodadura tipo SMA 10

En sectores de curvas se debió cambiar la pendiente transversal cada 4 metros de forma continua y sin empalmes, trabajo que es solo posible realizar gracias a un equipo de transferencia de mezclas asfálticas. Se debieron tender mezclas sobre bases con 1,5% de pendientes transversales llegando al 9% en algunas curvas.

En cuanto a la rugosidad requerida, el apartamiento máximo en cualquier dirección respecto de una regla de 4 m fue de tres (3) milímetros.

Para lograr esta calidad constructiva debieron usarse dos plantas asfálticas de 100 toneladas hora funcionando simultáneamente, un equipo de transferencia de mezcla y para el tendido de la mezcla se utilizó una terminadora con tamper y doble pisón de presión. Para lograr las regularidades superficiales deseadas se la utilizó con doble barra de sensores de ultrasonido. La compactación se realizó mediante dos rodillos lisos con tecnología oscilatoria.

### **Rol del equipo de transferencia de mezclas**

El equipo de transferencia cumple un rol decisivo en la construcción de la pista, logrando disminuir los valores rugosidad obtenidos medidos con la regla de 4 metros, al permitir que la terminadora trabaje sin detenerse.

Respecto a las ventajas del uso del equipo de transferencia de mezclas, es que permite una pavimentación continua, libre de irregularidades provocadas por detenciones de la pavimentadora, cambios de velocidad o por choques de los camiones volcadores con la misma.

Es bien sabido que el 90% de todos los problemas se eliminan si la pavimentadora funciona a una velocidad constante y esto se logra incorporando un equipo autopropulsado con una tolva de almacenamiento de hasta 25 toneladas de capacidad antes de la pavimentadora. Los camiones descargan la mezcla rápidamente en el equipo, donde se remezclan los materiales por medio de un tornillo antisegregación de tres etapas, homogeneizando la temperatura y reduciendo considerablemente la segregación de temperatura y agregados, posibilitando así obtener una mezcla uniforme. Con el equipo de transferencia de mezclas se elimina el problema de la segregación de agregados y temperatura y se obtienen carpetas muy regulares al pavimentar en forma continua. (Lavaud P., 2011)

En este caso particular el equipo de transferencia no solamente proveía de mezcla asfáltica continuamente a la terminadora a los efectos de mantener lleno el dispositivo que se le anexa a la terminadora, denominado Hopper, sino que se desplazaba sobre los carriles contiguos paralelos a la pista entregando de forma lateral la mezcla y evitando que los camiones circularan sobre la base de la misma como se puede ver en la Figura 3.



**Figura 3: Entrega de mezcla de forma lateral**

Las maniobras sobre las curvas detalladas en el proyecto requirieron de un especial cuidado, debido a que el equipo de transferencia debía mantener el Hopper lleno y a la vez retirarse más de 150 metros a buscar mezcla a los camiones de acarreo debido a la pendiente transversal que hacía peligrar el vuelco de los mismos al levantar la caja.

El equipo se desplazaba a lugares horizontales a levantar la mezcla y llevarlo a la terminadora antes que la misma se descargara, de esta manera no se perdía la continuidad del tendido.

Particularmente los equipos de transferencia son elementos complementarios que transforman un ciclo discontinuo en un ciclo continuo como muestra la Figura 4. Actuando como pulmón logístico de acopio, traslado, y homogenización de la mezcla en textura y temperatura.



**Figura 4: La continuidad del proceso**

### **Tendido de mezclas de bajo espesor**

Los espesores manejados en la última capa no superaron los 3 cm y una calidad en la ejecución como se muestra en la Figura 5 se logró por la tecnología aplicada en todo sentido que pasamos a detallar.





**Figura 5: Calidad de la superficie construida**

# Asfalto modificado con polímeros del tipo AM3 como ligante es una exigencia internacional, para este tipo de trabajos.

# Riego de liga con emulsión modificada con látex regada el día anterior a la colocación de la mezcla.

# Terminadora de última generación, de origen alemán, con los accesorios que permiten obtener precisión en espesores y textura de tendido con doble barra de sensores de ultrasonido. Este equipo contaba también con tamper y doble pisón de presión para lograr la precompactación de la mezcla como se aprecia en la Figura 6.



### **Figura 6: Tendido de mezcla de bajo espesor**

# Equipo de transferencia, cumpliendo un rol de asistencia indispensable para lograr la perfección en la obra. El equipo de colocación mantuvo velocidad constante no registrándose detenciones en la jornada de trabajo más que en las oportunidades de corte por lo que la misión del equipo de transferencia se cumplió de manera satisfactoria.

# Compactación oscilatoria, como se aprecia en la Figura 7, de última generación para lograr las densidades requeridas.

# Aserrado de las juntas longitudinales y transversales de la totalidad de las cuatro fajas de 4 m tendidas.

# Instrucción previo al inicio de los trabajos de todo el personal involucrado en las tareas de calidad mencionadas.



**Figura 7: Equipo de compactación oscilatoria trabajando**

### **Resultados de una obra de calidad**

Obtenemos una obra de calidad cuando se conjugan todos los factores que la ingeniería, la tecnología y la ciencia han logrado superar en los últimos años.

Los insumos para la construcción de una obra cada vez son más FINITOS y debemos ser responsables en su gestión, utilización y obtención de performances que antes no estaban estipuladas.

Los vehículos cada vez se deben desplazar más lejos, con más peso, más rápido y con la máxima seguridad.

Latinoamérica está lejos de tener la proporción razonable de rutas que cumplan todos estos requisitos, pero la tecnología no está vedada a nadie, solo hay que aplicarla.



## **CONCLUSIONES**

Debemos adecuarnos a las nuevas necesidades de nuestros usuarios y construir carreteras:

Más resistentes a las cargas que por ellas circulan.

Mejores texturas en el desplazamiento.

Más seguras para las altas velocidades.

Más económicas en su construcción y mantenimiento.

PODEMOS.

Si aplicamos la ingeniería

Si tenemos buenos equipos

Si disponemos de los ligantes

Si disponemos de la voluntad política

Esta obra de la más alta performance se logró, sin mitos, solo con realidades.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ing. Jorge Páramo por toda la información brindada.

A Mijovi S.R.L..

## **REFERENCIAS**

Lavaud P., La importancia de la regularidad superficial (IRI) en la construcción de pavimentos asfálticos en caliente. XVI CILA. Rio de Janeiro. 2011