

Un TREN

MAYRA A. MARTÍNEZ



Entre los galardonados internacionales del Premio Obras CEMEX 2004 estuvo el Proyecto del Sistema de Transporte Ferroviario Ezequiel Zamora, que contempla la interconexión entre Caracas con el Valle del Tuy, hacia el sur de Venezuela, en una ruta de 41.5 km,

construcción iniciada en 1996 y cuya conclusión está prevista para el 2006. Cabe destacar que con vistas a preparar este reportaje, *Construcción y Tecnología* recibió una invitación especial de parte del Consorcio Contuy Medio, responsable de la obra.



Agradecimiento

Construcción y Tecnología agradece el apoyo brindado por el Consorcio Contuy Medio para la realización de este reportaje, y en especial reconoce las atenciones brindadas a su autora por los Ing. Gabriele Ferrara, Carlos Otaola, Paolo Petruzzellis, Ángel Salcedo y su esposa Lena, así como a todo el personal de CCM.

en vía al futuro

L

La realización de este tramo inicial del nuevo ferrocarril suburbano, de cercanía y media distancia, que unirá la capital venezolana con una poblada zona periférica, cuyos destinos principales son Charallave Norte y Sur, así como Cúa, está a cargo del Consorcio Contuy Medio (CCM), integrado por las empresas Otaola Ingeniería, C.A (OI), Impregilo, S.p.A, Astaldi, S.p.A, Marubeni Corporation y Ghella Sogene, C.A, que responden en común al acuerdo suscrito en 1996 con su cliente, el Instituto Autónomo de Ferrocarriles del Estado (IAFE), previa convocatoria y licitación internacional.

El enlace Caracas-Cúa tiene un trazado total de 41.5 km, en los cuales hay 24 túneles de 10.20 m de diámetro de excavación; 28 viaductos, cada uno de 10.30 m de ancho; 13 km de terraplenes y cuatro grandes estaciones, la de Caracas, las de Charallave Norte y Sur, así como la final de Cúa, además de un amplio patio de servicio y sus talleres.

Sin embargo, por más que se manejen cifras en documentos, nada resulta tan impactante como conocer una obra de esta magnitud en el sitio, viviendo la experiencia de recorrer sus túneles, terraplenes y viaductos, para constatar en directo su relevancia y cómo en breve repercutirá en notorios cambios en el

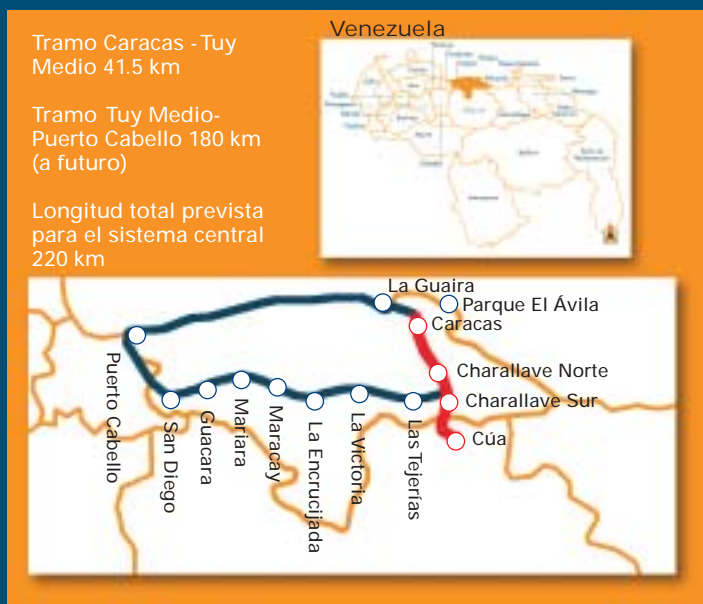


entorno socio-económico de esta región, mejorando en el futuro inmediato la calidad de vida de millones de habitantes.

DESDE CARACAS A CÚA

Cuando los ingenieros Gabriele Ferrara, gerente general de CCM, y Carlos Otaola, presidente de OI, nos cursaron la invitación para viajar al hermano país, facilitando las condiciones para realizar este trabajo especial para *CyT*, en verdad ya habíamos revisado la información recibida por internet, lo cual nos daba una idea somera sobre el proyecto. Pero, reconozco que ambos tuvieron razón cuando frente al café de la primera mañana, antes de iniciar el recorrido de dos días adentrándonos hacia el sur del país, afirmaron «sólo el contacto personal con una construcción de esta dimensión le permitirá valorar su verdadera complejidad y sus aportes». Y así sucedió, fueron 48 horas intensas, cálidas por el clima y por las atenciones brindadas por los anfitriones en todo momento, y en especial por disfrutar de la primicia de visitar en pleno proceso constructivo lo que constituye, sin duda, la mayor obra de su tipo en la actualidad en nuestro continente.

Ubicación geográfica del sistema ferroviario



PRESENTE Y FUTURO

El enlace Caracas-Cúa representa la primera etapa de una propuesta más ambiciosa, y cubre sólo el vínculo entre la capital y los Valles del Tuy, para aliviar así los congestionamientos hacia el área metropolitana, propiciando el desarrollo de infraestructura urbana y servicios de más nivel hacia esas zonas cercanas.

En el futuro, el Sistema de Transporte Ferroviario para la Región Central prevé la extensión del enlace Caracas-Tuy Medio con Maracay, Valencia y Puerto Cabello, a través de trenes alimentados con energía eléctrica para el transporte de pasajeros y carga, de corta y larga distancia.

En principio visitamos la estación Caracas, muy avanzada en su construcción, que se levanta en La Rinconada, hacia el sur de la urbe, y la cual se vinculará con la línea tres del Metro ciudadano, que también se erige al unísono, y donde se

tiene previsto hacer una estación para trenes de larga distancia. Ahí el movimiento de camiones de CEMEX es incesante, cargando concreto premezclado, en una planta cercana, mientras cientos de albañiles trabajan en la terminación de diversas áreas o colocan los prefabricados requeridos.

PRESENCIA DEL CONCRETO

Baste una cifra para constatar la enorme aplicación del concreto, de diversas maneras, pues se ha utilizado hasta la fecha un millón 250 mil m³ de este material, en su mayoría con una resistencia de $f'c = 300$ kg/cm², aunque también ha habido de 250 kg/cm² y de 350 kg/cm².

Además, para la elaboración de las columnas se montó especialmente una planta de prefabricados y de este modo se solucionaron pilas hasta de 60 metros de alto, aunque en promedio fueron de 14 m. Así mismo, en toda la obra se ha aplicado pretensado, según las exigencias específicas.

Cabe destacar cómo en los 24 túneles se aplicaron 450,500 m³ de concreto de revestimiento y 223 mil m³ de concreto lanzado, mientras para las pantallas atirantadas se contó con 45 mil m³ de concreto lanzado y en los viaductos se aplicaron 179,463 m³ de concreto, en general. A estas cantidades debe sumarse el que se está trabajando en las cuatro estaciones y en el patio de servicio y los talleres, aún en proceso.

En los viaductos se aplicaron 43,142 m³ de concreto $f'c = 250$ kg/cm² en cimentaciones; 10,323 m³ de concreto $f'c = 300$ kg/cm² en pilas y 4,859 m³ de $f'c = 350$ kg/cm² en tableros, en tanto el lanzado en pozo de varias resistencias ascendió a 11,632 m³.

SOBRE EL TREN

Durante el recorrido en el tren de trabajo por túneles y viaductos tuvimos la oportunidad de conversar con el Ing. Paolo Petruzzellis, coordinador de ingeniería y sistemas de CCM, y uno de sus especialistas con más años involucrado en el proyecto, quien nos comentó que los beneficios esenciales del enlace Caracas-Cúa residen en que «la capital no tiene posibilidad de crecimiento urbano, porque está

Ficha técnica

Proyecto	Proyecto Ferroviario Ezequiel Zamora, primera etapa Caracas – Tuy Medio
Objeto del contrato	Proyecto definitivo de ingeniería, construcción de las obras civiles (incluyendo las estaciones y los patios, así como los talleres, el suministro, instalación y puesta en marcha de los equipos que componen la primera etapa, Caracas – Tuy Medio) del Sistema Integral
Ubicación	República Bolivariana de Venezuela
Cliente	Instituto Autónomo de Ferrocarriles del Estado (IAFE)
Proyecto básico	IAFE
Proyecto de detalle	Consorcio Contuy Medio (CCM)
Constructora	Consorcio Contuy Medio (CCM), conformado por las empresas IMPREGILO, S.p.A. – ASTALDI, S.p.A. – GHELLA SOGENE, C.A. – OTAOLA INGENIERÍA, C.A. – MARUBENI CORPORATION
Inversión	Mil setecientos millones de dólares
Inicio del proyecto	Mayo de 1996
Terminación del proyecto	Segundo semestre del 2006

limitada por un lado con el Parque Nacional del Ávila y por el otro por la topografía montañosa, con un complejo y difícil suministro de agua. Por eso, surgió el concepto del ferrocarril interurbano de cercanía, para buscar una conexión eficaz con un área donde es posible un mayor aumento poblacional, al margen de la ya existente en el Valle del Tuy, que sólo tiene acceso por carretera y quienes trabajan en la capital toman diariamente hasta cuatro horas en ir y regresar a sus puntos de origen, cuando no se presenta algún imprevisto en la vía y se limitan o incluso se cortan los accesos. Así, en el futuro se concibe esta región como una megalópolis anexa a Caracas, con dos o tres millones de habitantes y todos los servicios, sin las carencias de muchos barrios en la actualidad.

«Al mismo tiempo, este ferrocarril de cercanía brinda la opción posterior de ampliarse a uno de características nacionales, y está la hipótesis de continuar la vialidad en una especie de anillo que conecte a todas las poblaciones importantes de los alrededores».

LA TECNOLOGÍA MÁS ACTUAL

En sus explicaciones sobre la tecnología empleada en este sistema ferroviario destaca Petruzzellis que aunque no puede hablarse de innovaciones, «sí de aplicación



Obras civiles

TRAZADO TOTAL= 41.5 KM/ DIVIDIDO EN 24 TÚNELES =49%/28 VIADUCTOS=20%/Y TERRAPLENES-13 KM=31%

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Características de vía Longitud total	metros	41,410
Movimiento de tierra Longitud total	m	12,763
Túneles Longitud total Número total	m obra	20,412 24
Viaductos Longitud total Número total	m obra	8,400 28
Estación de Caracas	m ²	40 mil
Estación de Charallave Norte	m ²	30 mil
Estación de Charallave Sur	m ²	10 mil
Estación de Cúa	m ²	12 mil
Patios de carga	m ²	10 mil
Patios y talleres	m ²	92 mil
Total de concreto utilizado en las obras	m ³	Un millón 250 mil

compensa con la recuperación del que baja frenando, que genera energía y se transfiere a aquél en ascenso. Así, 20% se autogenera de esta forma».

A MITAD DEL CAMINO

Aquí nos advierte el ingeniero que empezamos el recorrido por los tramos más difíciles en su topografía, el tres y el cuatro, que atraviesan una parte montañosa y sirve para subir de los 400 a los 900 m, en una incesante pendiente ascendente. Advierte que «este tramo está prácticamente terminado como obra civil y colocación de vía ferroviaria, sólo falta la ubicación de la catenaria y los equipos eléctricos de señalización y telecomunicaciones. Esto significa que todos los tramos desde la capital ya están hechos, y respecto a construcción falta sólo terminar la estación caraqueña y el último viaducto, para pasar por encima de una autopista».

de las técnicas y equipamientos más modernos existentes para este tipo de obra, como los sistemas de señalización con control automático de velocidad y seguridad, pues el conductor puede hasta morir mientras guía el tren y éste pararía automáticamente cuando se requiera; los métodos de telecomunicación con fibra óptica, y de comunicación tierra-trenes y entre éstos, de la mayor actualidad, mediante radio, además del sistema de recuperación de energía, pues hay tramos de 30 km en pendiente continua a Caracas, que gasta mucha más energía y que se

Comenta Petruzzellis que de los 22 km de esta parte unos 18 son de túneles, pues al estudiar la topografía se les dio preferencia en relación con taludes previstos con antelación. «Hay viaductos tan altos en sus pilas de concreto de hasta 60 m y claros de 95 m, con estructura de viga de acero y losa de concreto, y se hizo un nuevo estudio gracias al cual se rebasaron las medidas contempladas hasta el momento. En esta zona el terreno es de roca con poca consistencia, bastante fragmentable y se ha trabajado todo con sistema minero, con explosivos. En un principio se pensó sacar unos tres millones de m³ de tierra, pero por los métodos utilizados se bajó esa cantidad a un millón de m³, al construir túneles luego de corte abierto. Así, evitamos un daño notorio al medio ambiente».

Añade nuestro acompañante que «los viaductos son de diferentes longitudes, entre 100 metros a un km y medio, según las exigencias de la topografía local. Pero, hay una continuidad de túneles y viaductos. Esta región era selvática, con pocos accesos y eso dificultó los estudios de suelo».

Así mismo, destaca que como obra civil no debe necesitar de mantenimiento en los próximos 30 años, por la calidad de los durmientes de concreto y la notoria cantidad



de este material utilizado, exigiendo nada más una nivelación anual del terreno. Como vía férrea, el equipamiento requerirá de un ciclo normal de atención.

RETOS Y PERSPECTIVAS

Ya de regreso en las instalaciones del Consorcio Contuy Medio, en una zona des poblada y árida, próxima a Charallave Norte, preguntamos al Ing. Gabriele Ferrara qué tan compleja desde el punto de vista social ha sido la realización de esta obra, a lo que responde que «para realizarla en primer lugar hubo algunas expropiaciones de tierras, con reubicación de escasas casas y sus ocupantes, todo bajo la responsabilidad del cliente, el Instituto Autónomo de Ferrocarriles del Estado, una instancia con más de medio siglo de existencia, que ya contaba con experiencia en este tipo de labores. No obstante, nuestra obra impac-

tó muy poco a la población, pues el ferrocarril atraviesa básicamente zonas rurales, no agrícolas, y sin habitantes. Sólo se afectó un poco el área urbana de Charallave, también Cúa, en la zona de la estación terminal y en Caracas finalmente tampoco se tocaron áreas urbanas, pues la edificación se ubicó en una superficie destinada a ese tipo de infraestructura, que coincide con una conexión del metro.

«Por otra parte, desde el punto de vista ambiental buscamos impactar lo menos posible, incluso haciendo cambios en el trazado para reducir el volumen de tierra extraída, sustituyendo tramos que imponían mucho movimiento de tierra por túneles, que ocupan aproximadamente 50% del





total, más o menos otro 30% son viaductos y los terraplenes ocupan el resto».

Aclara Ferrara que, sin embargo, hasta ahora no se había desarrollado un buen sistema de ferrocarril interurbano en Venezuela. «Baste remontarse a comienzo del novecientos cuando se construyó una línea desde Caracas a la Guaira, pero después, en el siglo XX no se invirtió en este

ámbito, hubo auge del transporte urbano vehicular, sobre todo por tratarse de un país petrolero, donde el combustible ha sido bastante económico y eso propició un incremento de carreteras y de vehículos de cualquier índole para movilizar a la población. Sólo hasta los pasados años 80 empezaron a desarrollarse los sistemas de transporte como el metro y algunas vías ferroviarias».



EL CASO CARACAS

Recuerda el Ing. Petruzzellis que en un comienzo la estación de Caracas cambió la propuesta de ubicación cuatro veces, pues hubo un primer proyecto con el cual había que demoler cinco edificios en una zona residencial, y luego se movió tres veces hasta decidirse por un terreno periférico, con escasa obra urbana, pues además siempre se consideró la conexión con una estación del metro para viabilizar la distribución de los pasajeros. Ahí un túnel pasa por debajo de un barrio, pero con total seguridad para la obra y los residentes.

Sistema integral ferroviario

Explica que luego el trazo continúa por un tramo de unos 22 km, totalmente agreste, sin viviendas, e incluso sin una fauna importante. «Tuvimos que hacer estudios topográficos, pues ni siquiera existían. Después entramos al Valle del Tuy, con partes urbanas, pero el trazado buscó evitar al máximo cualquier impacto en esas zonas por lo que se incorporaron tres túneles nuevos y un viaducto largo, pero con la menor interferencia hacia la población de Charallave Norte, tras lo cual hay una zona industrial importante, que se rodea. Finalmente, a Cúa se llega siempre fuera del área poblada, aunque enfrentamos algunas dificultades constructivas, pues los terrenos son arcillosos y esto nos obligó a cambiar el trazado, pues no podíamos hacer relleno, y se hicieron dos nuevos túneles y viaductos».

SI DE COMPARACIONES SE TRATA...

Al abordar el tema del valor añadido de esta obra puntualiza Ferrara que es muy alto. «No veo por qué no compararla con lo mejor en realización en el mundo, ubicándola en su contexto, pues no se trata de un tren de alta velocidad como muchos europeos que se están desarrollando en países como Francia, Alemania o Italia. Pero, en Venezuela, donde no existían trenes interurbanos resulta muy novedosa esta propuesta y se están aplicando todas las tecnologías más modernas para cumplir con sus exigencias. En específico, se trata de un ferrocarril de cercanía y media distancia, que en su mayor utilización, a unos 15 años, con velocidad promedio entre 100 y 120 km/h, deberá contar con una frecuencia de un tren en estación cada tres minutos casi con dos mil pasajeros por convoy, aunque el normal será de cuatro vagones con una capacidad máxima de 900 usuarios.

«Por ejemplo, la diferencia entre los trenes de alta velocidad en otras naciones es que reducen el tiempo de viaje, mientras acá ni siquiera había esa opción, y con este proyecto se conectarán una serie de poblaciones de los alrededores de Caracas».

Al respecto interviene Petruzzellis, quien comenta que por lo general en Europa los trenes se direccionan hacia

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Vías férreas - Rieles UIC 60 - Durmientes - Balasto - Cambios	ton obra m ³ obra	11,110 160 mil 250 mil 71
Electrificación - Tensión de suministro	KV	25
Sistema de señalización y control - Protección automática (ATP)	Conjunto	1
- Operación (ATO)	Conjunto	1
- Supervisión (ATS)	Conjunto	1
- Aparato de estaciones (RIS)	Conjunto	1
Sistema de telecomunicaciones Puesto de comando central (PCC)	Conjunto Conjunto	1 1
Material rodante - Velocidad máxima - Velocidad de operación - Longitud de cada vagón - Ancho de cada vagón - Altura de cada vagón - Capacidad EMU (Tc+Mc+Mc+Tc)	km/h km/h m m m personas	120 100 25 2.93 4.24 entre 700 y 900
- Número EMU - Número de vagones	núm. núm.	13 52

muchas ciudades, 20 o 30, porque allá se han conectado las redes de cercanía de Madrid o de París, de diversas ciudades alemanas, así que es otro concepto. «Con proyectos como el nuestro, en este caso se está saliendo hacia una sola dirección, y más adelante llegará hasta tres direcciones. Pero, como línea única tiene tal importancia socio-económica que puede compararse con una red de varias líneas y la repercusión en la región es inmensa. Además, hemos utilizado los equipos más actuales en todo el proceso constructivo».

En opinión de Ferrara «un sistema ferroviario de cercanía y media distancia, y de esta magnitud sólo existe en Sao Paulo o Buenos Aires. Y aparte, en Caracas hay cuatro líneas del Metro y se está desarrollando otra extra urbana hacia Los Teques, capital del estado de Miranda. Sin duda, creo que esta es la obra de su tipo más ambiciosa en construcción no sólo en América Latina, porque incluso no conozco otra similar en Norteamérica».