



Una de las hazañas de la ingeniería mexicana es el corredor México-Tuxpan. Desafiante y complejo domina la topografía de la Sierra Madre Oriental.

➤ CORREDOR MÉXICO-TUXPAN: Diseño y tecnología de la ingeniería Mexicana

M

éxico es una de las economías emergentes con mayor desarrollo en Latinoamérica. Con todo, la administración de Enrique Peña Nieto, como parte de su estrategia para consolidar el crecimiento económico, ha apostado al ascenso de la infraestructura en materia de comunicación para fortalecer al país como un gran centro logístico global de alto valor agregado, conectado de manera eficiente y segura todos los ejes troncales de la red de carreteras y de caminos del territorio nacional.

La construcción de nuevas autopistas y modernización de tramos carreteros es un sinónimo de impulso y competitividad de los países desarrollados. El gobierno federal, a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), en asociación con el sector privado, ha derramado grandes inversiones para estimular la innovación y ampliación de los ejes troncales alrededor del país.

El imponente corredor México-Tuxpan, con sus espectaculares puentes, viaductos y túneles de alta tecnología, es una de las obras de ingeniería más complejas puesta en operación 20 años después de que diera inicio el trabajo constructivo de los primeros tramos carreteros. Con la culminación del trayecto Nuevo Necaxa-Ávila Camacho, se alcanza la meta de impulsar el desarrollo del Altiplano y la Costa del Golfo de México.

En entrevista para la revista *Construcción*

y *Tecnología en Concreto*, la empresa ICA, firma mexicana de ingeniería líder en soluciones de diseño y construcción, explica puntualmente el desarrollo y alcances de esta súper corredor carretero.

Antecedentes

El trayecto Nuevo Necaxa-Ávila Camacho fue uno de los tramos carreteros con mayor grado de complejidad y retos, por los obstáculos topográficos del sitio. Ubicada en plena sierra

La construcción de éste tramo carretero significó la conclusión de uno de los grandes proyectos de modernización y desarrollo de infraestructura en México

norte de Puebla, la obra de ingeniería, con longitud de 37 kilómetros (km) y amplios carriles de altas especificaciones, se caracteriza por sus modernos túneles, sus espectaculares viaductos y puentes, entre los que sobresale el audaz puente San Marcos o Ing. Gilberto Borja Navarrete.

La construcción de éste tramo carretero significó la conclusión de uno de los grandes proyectos de modernización y desarrollo de infraestructura en México: La puesta en marcha del corredor México-Tuxpan supera la barrera histórica impuesta por la Sierra Madre Oriental. De acuerdo con la empresa constructora, “con la construcción del nuevo tramo, en la autopista de altas especificaciones, quedó totalmente conectado el eje trocal Acapulco – Tuxpan, que pasa por la Ciudad de México, y permite acercar desde el Distrito Federal al Puerto de Tuxpan en el Golfo de México”.

Datos de interés

- **Nombre de la obra:** Autopista México - Tuxpan
- **Ubicación de la obra:** Sierra Norte del Estado de Puebla (Nuevo Necaxa y Villa Juárez).
- **Longitud:** 37 km.
- **Ancho:** 21 m.
- **Carriles:** A4 4 carriles.
- **Fecha de Inicio de la obra:** Abril 2008.
- **Fecha de fin de obra:** 17 de septiembre 2014.
- **Fecha de inauguración de la obra:** 17 de septiembre 2014.
- **Materiales utilizados:** Concretos, Geo membrana, Marcos Metálicos, Geo textiles, mallas.
- **Maquinaria utilizada:** Equipo mayor y maquinaria menor, Torres grúas, Bombas para colados.
- **Tipos de concreto utilizados:** Estructural e hidráulico.
- **Total de concreto utilizado:** 450,000 m³.
- **Describir Obras que incluye el proyecto:** Túneles y viaductos.
- **Nombre de la constructora:** Constructora Nuevo Necaxa - Ávila Camacho (CONNET).
- **Nombre del despacho estructuralista:** INGETEC, SERVICIOS TÉCNICOS DE FCC.

Ubicado en la Sierra Norte de Puebla, este tramo carretero es un proyecto que se desarrolló mediante Título de Concesión y un Contrato de Proyectos de Prestación de Servicios (PPS) que asumió la SCT con el consorcio integrado ICA, Globalvía y FCC Construcción, para desarrollar el diseño y construcción del proyecto carretero Nuevo Necaxa-Ávila Camacho, con categoría de estratégico para el Plan Nacional de Infraestructura.

Ingeniería Mexicana

De acuerdo con la empresa, "el proyecto base y las especificaciones revelan que la construcción de las secciones del tramo carretero son de tipo A4 y A4s, esto significa que el nuevo tramo es de cuatro carriles con un ancho de corona de 21 metros en camino abierto".

Debido a la topografía de la zona, las soluciones de diseño contemplan grandes puentes y viaductos con ancho de calzada de 19 m, así como la construcción de túneles paralelos, que cubren con las restricciones de la pendiente especificada. Además, el pavimento de dichos túneles es de concreto y de asfalto en camino abierto y puentes. Las estructuras

que sobresalen por sus características son el Puente San Marcos de 850 m de longitud y el Túnel Zoquital de 1,360 m de longitud.

Cabe señalar que, la construcción de pavimentos con concreto hidráulico es una opción de alta rentabilidad y seguridad que ha sido probada en el mundo. Los ciclos de vida de vialidades con concreto hidráulico van entre 20 y 40 años. Y es que, la gran extensión territorial de México, así como la diversidad de climas, tipos de suelos, entre otros aspectos, ha obligado a los responsables en la materia del desarrollo y creación de la red carretera a buscar mejores soluciones tanto en el diseño como en nuevas tecnologías de los materiales para la construcción de los modernos proyectos carreteros en el país.

Según archivos del Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto (IMCYC), En México, ante corto ciclo de vida de los pavimentos en la red carretera, los responsables de la SCT se dieron a la tarea de encontrar alternativas viables para prolongar ciclo de vida y eficientar el volumen de tránsito y carga vehicular de la red carretera nacional. Así, en 1993, se comienza con la especificación y construcción de pavimentos de concreto hidráulico.

Estrategias y retos

Aunque el tramo Nuevo Necaxa-Ávila Camacho tiene una longitud relativamente corta de 37 km, implica gran movimiento de materiales 16.5 millones de m³. Además de y la construcción de 12 puentes y viaductos que suman 3,300 m de carretera, así como 8,000 m de excavación subterránea en los 6 túneles que representan 4 km de autopista, develó la ICA.

Cubierta por un paisaje boscoso, neblina y un clima húmedo la topografía de la sierra norte de Puebla impuso desafíos mayúsculos para la constructora ICA, empresa designada para la realización del último tramo del corredor México-Tuxpan, no obstante, el profesionalismo de los ingenieros mexicanos logró dominar a la agreste topografía de la cordillera. De acuerdo con los responsables del proyecto, para lograr alcanzar las metas establecidas



en la realización del proyectos carretero, fue necesario cumplir con los requisitos y tiempo de ejecución. La culminación del proyecto en tiempo y forma exigió de soluciones y procedimientos innovadores así como el uso de maquinaria y equipo de última generación.

La nueva vía se caracteriza por la construcción de estructuras espectaculares que permiten el cruce de barrancas y túneles que se abren paso frente al paisaje montañoso de Nuevo Necaxa y Tihuatlán. En los túneles, el uso de enfilajes, marcos metálicos de sección omega e impermeabilización y el revestimiento final fueron medidas que afinaron sustancialmente los rendimientos, agilizando el ciclo constructivo y optimizando los recursos.

Una característica que distingue este último tramo de la carretera México-Tuxpan son estructuras grandiosas que intentan alcanzar los cielos. De acuerdo con ICA, para la construcción de los puentes la estrategia fue utilizar diferentes tipos de cimbra, dependiendo de cada elemento a construir -altura y sección, entre otras variables-; además, las innovaciones en el procedimiento de habilitado de acero y parrillas pre-armadas, así como del diseño de diferentes tipos de concreto determinaron el control y culminación de la compleja obra de

ingeniería y alcanzar el compromiso establecido en tiempo y forma.

Es importante resaltar que, el nuevo tramo carretero está equipado con sistemas inteligentes de transporte, como conectividad con fibra óptica, paneles de mensajes variables, cámaras de circuito cerrado y televisión y teléfonos SOS. Y es que, su experiencia en la construcción de carreteras, se incrementa con las soluciones





Beneficios del Proyecto México-Tuxpan

- Un corredor eficiente, seguro y económico para todos los usuarios.
- Reducción del tiempo de recorrido y costos operativos para usuarios.
- Conexión con del Altiplano con el Golfo en casi 2 horas y media.
- Detonación del desarrollo en Puerto de Tuxpan.
- La autopista proporcionará a Puebla una conexión directa al puerto de Tuxpan.

implementadas en terraplenes de gran altura al reforzarlos con muros de geosintéticos, solución que no es utilizada en los proyectos de la SCT, sin embargo en este proyecto ha sido una solución convincente y exitosa.

La aportación ambiental

Un proyecto diseñado para la protección del entorno. La conceptualización de asombrosas obras mitigó la penetración de los caminos a su paso por la sierra. Todos los involucrados, ingenieros, geólogos, operadores de maquinaria, personal operativo trabajaron día a día para

dar forma al súper corredor que conectará al Distrito Federal con el Golfo de México.

Las soluciones técnicas implementadas contribuyeron alternar la construcción con el cuidado del medio ambiente. El uso de geosintéticos en terraplenes, redujo significativamente el área de desplante y por consiguiente significó una disminución importante en la afectación ambiental. Por otra parte, la construcción de túneles contribuyó al cuidado del medio ambiente; ya que, los seis túneles de este proyecto han permitido conservar ocho hectáreas de bosque, al no utilizar superficialmente el derecho de vía.

La misma constructora explica que “la zona de Cuaxicala se caracteriza por estar afectada fuertemente por la deforestación, esto motivó al equipo constructor del proyecto desarrollara actividades de introducción de la especie de árbol que da nombre a la comunidad–Cuaxicalli–, recolectando germoplasma y produciendo 700 árboles que recientemente se distribuyeron a estudiantes de telesecundaria y primaria de la comunidad con la entusiasta participación de autoridades, profesores y padres de familia, programa que ellos denominaron Adopta un árbol, un proyecto de vida.

La autopista México-Tuxpan, con una longitud total de 262 kilómetros, entre el Distrito Federal y Tuxpan, impulsará la actividad económica de la región. Uno de los mayores impactos que tendrá esta autopista es el de



la seguridad, ya que con grandes obras de ingeniería se salvan importantes obstáculos orográficos que por años se había anhelado superar. Así las cosas, México se anota un diez en la construcción de corredores troncales modernos que son esenciales para la conexión del centro del país con el Estado de México, Hidalgo, Puebla y Veracruz. Esto significa un impulso para detonar el potencial comercial del mercado doméstico, así como el promoción del comercio internacional proveniente del océano atlántico y del mar Caribe. **C**



Ingeniería e innovación

- Construcción del Puente Ing. Gilberto Borja Navarrete (San Marcos): puente en doble voladizo con la segunda pila más alta del mundo con 25 metros de altura y 850 metros de largo.
- Colado masivo de mayor volumen en América Latina para una zapata con 6,000 metros cúbicos de concreto.
- Pilas y dovelas especiales con variación en sus secciones.
- Diseño para resistir vientos superiores a 160 km/h.
- Adopción del Método de Excavación Austriaco (NATM-New Austrian Tunneling Method).
- Sistemas Inteligentes de Transporte (Intelligent Transportation Systems-ITS) y Sensores de variables ambientales en carreteras (SEVAC).