

REVISTA

GRUPO

NOVIEMBRE-DICIEMBRE, 1986

50





---

## Indice

---

	pág.
Presa en Trigomil, Estado de Jalisco	2
Tres proyectos "ica"	7
Avances en el complejo petroquímico Morelos	10
Se concluyó el complejo hidroeléctrico de Jaguas en Colombia	14
Electrificación de la doble vía del ferrocarril México-Querétaro	19
Conjuntos habitacionales	22
PORTADA: Planta de tratamiento de agua y hornos de pirólisis	

PAGINA 1: Puente sobre quebrada Jaguas



---

## EN ESTE NUMERO

---



en las diversas ramas de nuestra actividad.

A través de sus páginas se manifiestan los retos enfrentados no sólo en el sector de la construcción, sino en otros campos como la minería, las autopartes, la electrónica, el turismo y la petroquímica; acciones que fortalecen nuestra presencia dentro y fuera del país.

Muestra de ello son los trabajos que incluimos en este número de la revista: la presa Trigomil que la División Construcción Pesada inicia en el estado de Jalisco, es una obra de gran magnitud e importancia para el Grupo por ser la más alta en su tipo que se construye actualmente en el mundo y porque se utiliza por primera vez en México la técnica de concreto rodillado en la construcción de presas.

Los trabajos emprendidos en el Complejo Petroquímico Morelos nos permiten hacer un

Llegamos a la edición 50 de nuestra Revista ICA en su cuarta época. Como órgano de difusión del Grupo, ha coadyuvado a informar sobre los avances obtenidos en forma permanente

balance de los adelantos obtenidos en esa obra, en donde ICA Industrial incrementa los contratos y avanza en su terminación; actividad que robustece la participación del Grupo y ayuda a mantener la independencia del país en el procesamiento de hidrocarburos.

Otras informaciones que contiene este número son: la electrificación de la doble vía del ferrocarril México-Querétaro, que representa un ambicioso proyecto que emprende ISTME; la terminación de los conjuntos habitacionales que TYDU realizó en los estados de México y Querétaro, y la integración de sistemas de control industrial que Símax implementará en las plantas termoeléctricas de Tuxpan, Lerdo y Lázaro Cárdenas.

El proyecto hidroeléctrico en Jaguas Colombia, forma parte de una serie de obras que en forma permanente hemos dado a conocer y que desde hace varios años fortalecen la infraestructura de ese país. En este número informamos de su terminación.

Los trabajos que aquí se presentan son algunos de los proyectos realizados durante 1986, en los que la capacidad y entrega de los hombres ICA permitieron no sólo mantener el ritmo de actividad, sino continuar incursionando en nuevas áreas de la producción.



## CONSTRUYE UNA PRESA EN TRIGOMIL, ESTADO DE JALISCO

De acuerdo con las políticas prioritarias implementadas por el gobierno federal para satisfacer las necesidades del sector agrícola, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) otorgó mediante concurso a Ingenieros Civiles Asociados la construcción de una presa para almacenamiento de agua, en el Municipio de Unión de Tula, en el Estado de Jalisco.

La presa Trigomil (nombre que se le dio por el lugar donde se construye), beneficiará a las tierras altas del Valle del Grullo-Autlán, que en la actualidad no están integradas al sistema de riego, duplicando con ello la actual superficie irrigada. El proyecto se localiza sobre el río Ayuquila del sis-

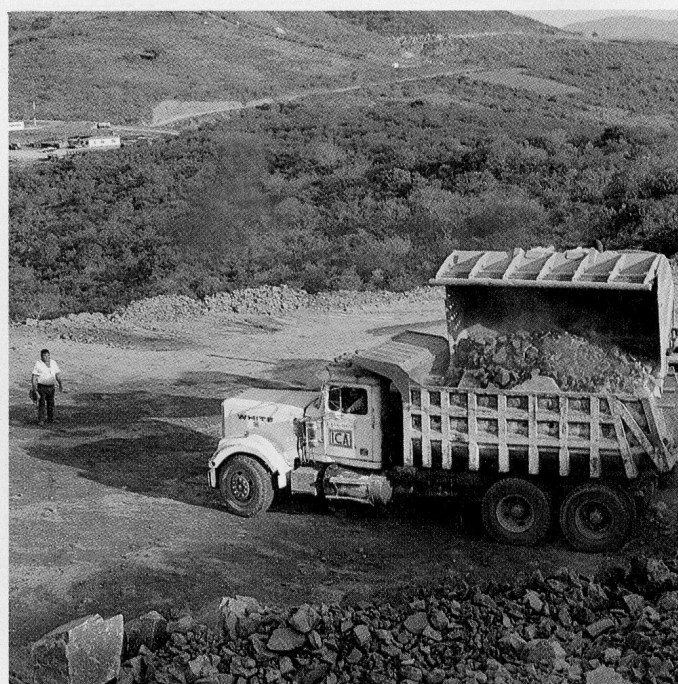
tema Ayutla-Ayuquila-San Pedro, que es afluente del río Armería.

La obra representa un reto para ICA debido a que la construcción de la cortina se realizará utilizando la nueva técnica de concreto compactado con rodillo (concreto rodillado); es la primera que se hace en nuestro país y la de mayor altura de este tipo en el mundo. El procedimiento con el que se construirá la cortina reduce el tiempo y los costos de construcción, si se comparan éstos con los utilizados en la construcción de las cortinas de concreto hidráulico convencional y las de materiales graduados.

El concreto compactado con rodillo (CCR), aunque es fabricado de manera similar al convencional, se diferencia por la granulometría, pues

### Datos del Proyecto

Capacidad total de almacenamiento	324'000,000 m <sup>3</sup>
Elevación de la corona	1,212.30 m
Elevación del NAME	1,209.36 m
Elevación de cresta vertedora	1,201.40 m
Elevación del nivel mínimo de operación	1,164.20 m
Longitud de la cresta vertedora	75.00 m
Gasto de diseño del vertedor de demasías	3,655.00 m <sup>3</sup> /seg
Gasto de diseño de la obra de toma	30.00 m <sup>3</sup> /seg





Banco de material; enfrente, carga de material para trituración.





contiene un mayor porcentaje de finos y menos agua, lo que le da un revenimiento cero y una apariencia diferente.

## Descripción y características de la cortina

De sección tipo gravedad en forma de trapecio rectángulo con una altura máxima de 100 m, una longitud de corona de 270 m y anchos: máximo en la base de 78 m y 5 m en la corona. La resistencia del ccr a utilizar será de 150 kg/cm<sup>2</sup>; el paramento aguas arriba de la cortina será prácticamente vertical, aunque la base lleva una leve inclinación; estará formado por páneles o bloques de concreto precolado de 0.90 por 0.90 m y 25 cm de espesor, que funcionarán como cimbra durante la construcción.

El paramento aguas abajo, quedará con un talud de 0.8:1 formado por las capas del ccr aparente, excepto en la zona del vertedor; la corona se rematará con concreto convencional en los últimos siete metros. El volumen total de los concretos por utilizar será del orden de 400.000 m<sup>3</sup>, entre ccr y convencional.

## Programa de construcción

Consta de las siguientes actividades:

— Área para alojar monumento y estacionamiento con mirador. La boquilla en la que quedará alojada la cortina tiene laderas con taludes muy pronunciados, por lo que se excavará una glorieta a nivel de la corona en la margen izquierda, de 25 m de ancho por 30 de largo, con un volumen de excavación de 30,000 metros cúbicos.

— Limpieza de laderas. En las márgenes del río, entre las trazas de la cortina, se llevará a cabo la limpieza, que consiste en la remoción de vegetación, material suelto y roca intemperizada, hasta encontrar roca sana. Esta labor contempla la necesidad de mover 60,000 m<sup>3</sup> de materiales.

— Galerías. En cada ladera se excavarán tres túneles-galería con sección tipo portal de 3.20 m y longitud de 50 m cada una; su finalidad es la exploración, inspección de filtraciones y tratamientos de inyección en su caso. El volumen aproximado de excavación será de 2,675 metros cúbicos.

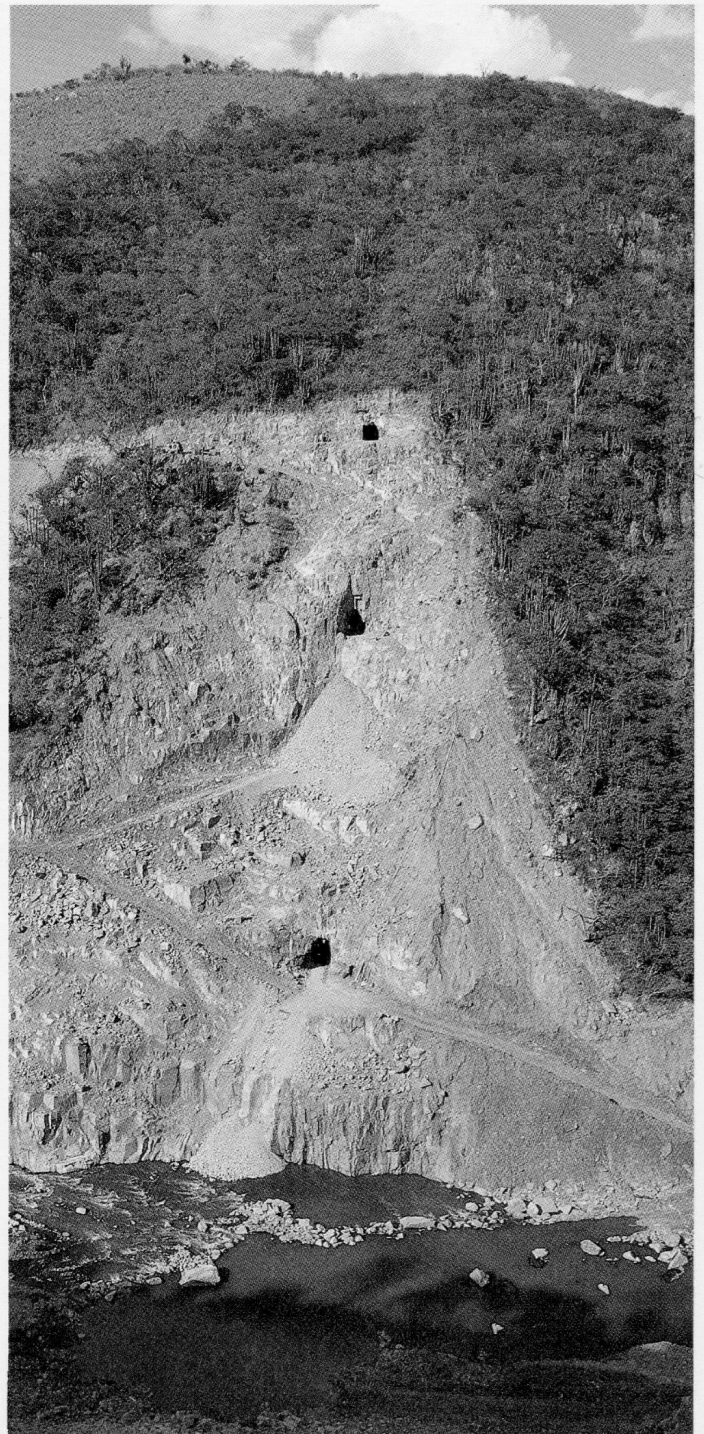
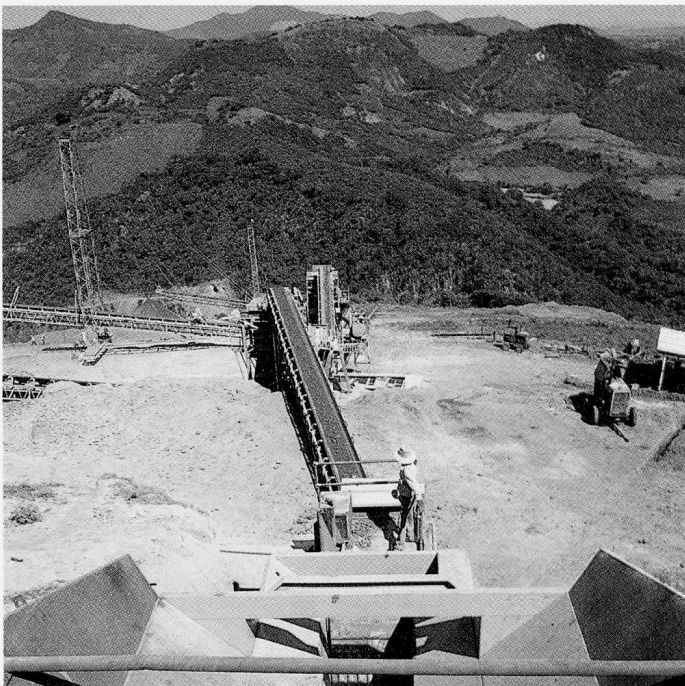
— Obra de toma provisional. Se ubicará en roca sana en la margen derecha, arriba del nivel ordinario del río y quedará alojada en el cuerpo de la cortina. Consiste en una estructura de concreto hidráulico reforzado de sección cajón de 3 m de ancho por 3.50 m de altura y 300 m de longitud, dentro del cual se instalará una tubería de acero de 1.54 m de diámetro dotada de válvulas y rejillas. Funcionará como desvío provisional del río mientras dure la construcción del definitivo.

— Ataguías. Se levantarán dos ataguías, una aguas arriba y otra aguas abajo para permitir la limpieza del cauce del río y construir la estructura de desvío; luego éstas se removerán y se encauzará el agua por dicha estructura. Al final de la obra se reconstruirán dichas ataguías para obtener el desvío con un tapón de concreto y sellar la cortina. Las dimensiones de las ataguías de aguas arriba serán aproximadamente de 40 m de longitud, un ancho medio de 15 m y una altura de 7 m y para las de aguas abajo, de 25 x 12 x 3 m; los materiales serán: arcilla y protección con roca de desperdicio.

— Desvío. Es una estructura de concreto hidráulico alojada en el cauce del río a nivel del des-



Foto derecha, perforación de galerías de exploración; foto izquierda, tolva de agregados y bandas transportadoras de la planta de trituración.



### Volúmenes de la estructura de desvío

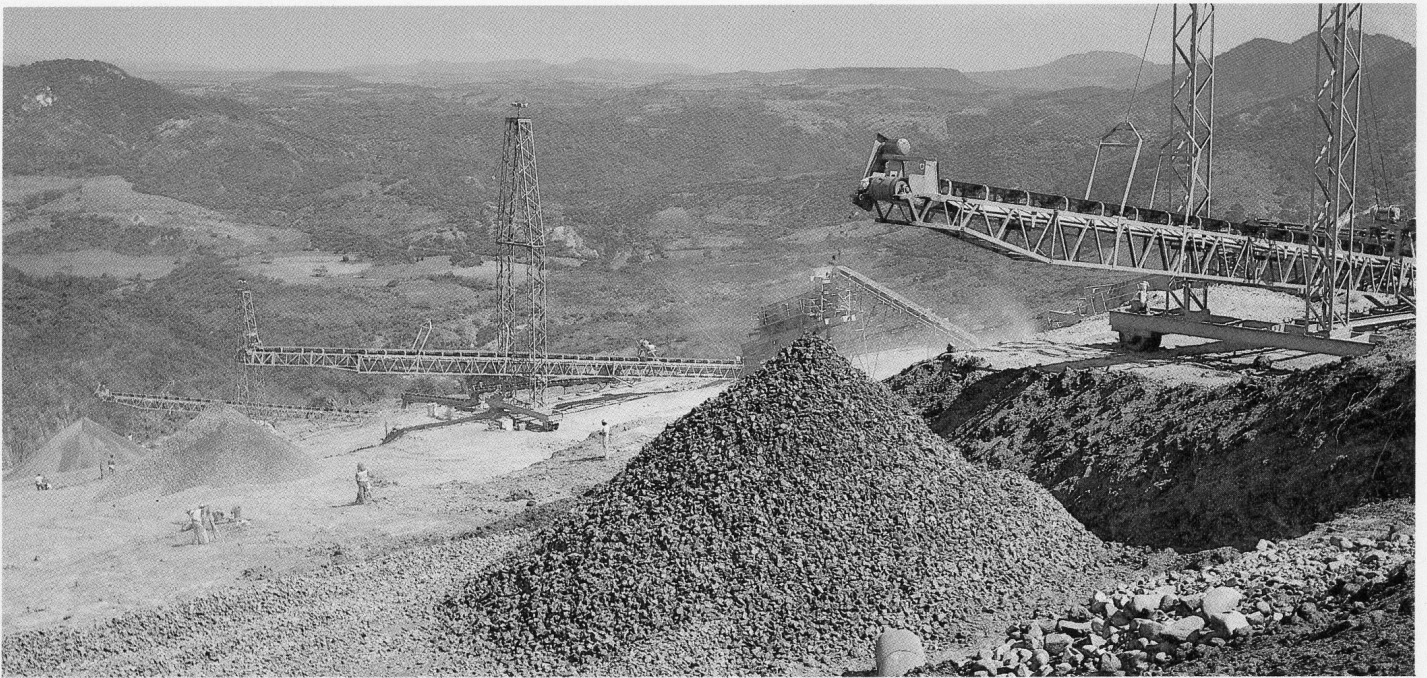
Excavación en roca	3,200 m <sup>3</sup>
Concreto en losa inferior	4,910 m <sup>3</sup>
Concreto en muros	4,100 m <sup>3</sup>
Concreto en la losa superior	640 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo	156 ton

### Volúmenes de la cortina

Concreto colocado con rodillo	340,000 m <sup>3</sup>
Concreto convencional	57,000 m <sup>3</sup>
Concreto en precolados	3,000 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo	430 ton



Aspecto de la planta trituradora.



plante de la cortina. Será un cajón de 15 m de ancho y 8 m de altura por donde circularán los escurrimientos durante el tiempo de construcción de la presa. Estructuralmente estará formado por la losa de desplante, los muros laterales, dos muros centrales que dividen al claro en tres partes iguales y una losa de techo.

— Obra de excedencias. Estructura ubicada en la parte central de la cortina cuyo vertedor tipo cimiento está integrado a ésta; el canal de salida lo forman la losa de fondo alojada sobre el paramento aguas abajo así como los muros laterales, y termina en un deflector salto de sky, las dimensiones generales son longitud de cresta 67.50 m, longitud del canal 105 m, espesor de la losa 0.8 m. Se utilizarán 6,630 m<sup>3</sup> de concreto y 78 ton de acero de refuerzo.

— Obra de toma definitiva. Será un conducto alojado en el cuerpo de la cortina, de cota más alta y dimensiones mucho mayores que la obra de toma provisional, con una longitud aproximada de 110 m y un diámetro de 2.13 m. En el paramento aguas arriba tendrá una estructura de rejillas, y aguas abajo, conectará con una tubería de 6 m de diámetro. Su estructura de salida contará con válvulas de operación y obturación para controlar el gasto y una caseta de control. Los volúmenes de obra serán: 1,210 m<sup>3</sup> de concreto y 53 ton de acero de refuerzo.

— Tapón de cierre. Al terminar la construcción de la presa se colocará un tapón gigantesco de concreto en la estructura de desvío, con lo cual quedará terminada la obra para empezar a embalsar.



# SIMEX, INTEGRACION DE SISTEMAS

## Tres Proyectos "ica"

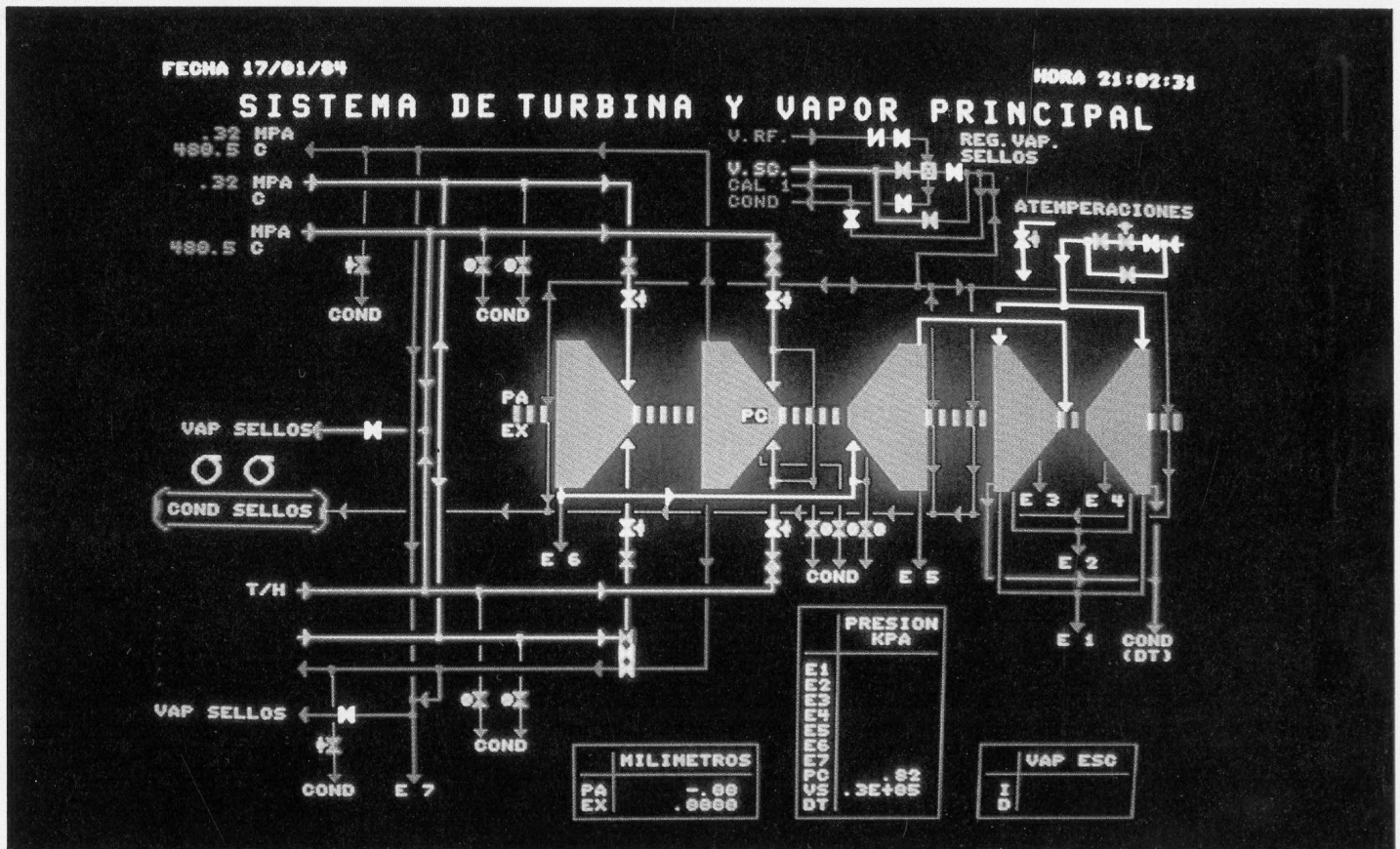
La empresa Símax, de la División Electrónica, forma parte del proceso de diversificación del Grupo. A escasos 2 años de su fundación logró obtener un lugar importante dentro del campo de la integración de sistema de control industrial; por tal motivo, fue seleccionada por la Comisión Federal de Electricidad para llevar a cabo el suministro, la implantación y puesta en servicio de tres proyectos de instrumentación, control y automatización (ica) en las plantas termoeléctricas de Tux-

pan, Veracruz; Lerdo, Durango y Lázaro Cárdenas, Michoacán.

El contrato, otorgado en mayo de 1986, estará concluido en 40 meses, y en 1988 deberá sincronizar la primera unidad generadora de la planta de Tuxpan, que tiene un 15% de avance en los trabajos.

## Características del proyecto

Dentro de una planta termoeléctrica se pueden distinguir tres partes principales: el generador de





vapor (caldera), la turbina y el generador eléctrico. El sistema ica controlará coordinadamente estos elementos, de manera que la planta genere la energía eléctrica necesaria en la cantidad y calidad requerida por el Centro de Control de Energía de la CFE.

Este sistema está constituido a su vez por otros tres: el de adquisición de datos (SAD), el de control lógico y el de control analógico, así como por los tableros de control y los elementos de campo tanto para la transducción de variables (elementos primarios) como para su control final (válvulas y compuertas).

El SAD, que es el sistema de cómputo de la planta, se encargará de adquirir, validar, procesar, vigilar y desplegar todas las variables relevantes que se relacionan con el proceso (alrededor de 2,600 señales entre analógicas y binarias). Su capacidad de cómputo será realmente asombrosa, pues cada unidad generadora contará con dos procesadores en configuración redundante; cada procesador tendrá una memoria de 2 millones de caracteres y en disco hasta de 160 millones. La velocidad de estos procesadores será tal que podrá ejecutar más de millón y medio de instrucciones por segundo.

Los sistemas de control lógico y analógico se encargarán de mantener las variables analógicas y binarias dentro de los valores de consigna, de vigilar y proteger todos los equipos dentro de la planta, como son bombas, motores, válvulas y calentadores, entre otros. Estos sistemas controlarán alrededor de 450 variables analógicas y 1,500 señales binarias.

Los tableros de control se combinarán con las pantallas de rayos catódicos del SAD para dar a los operadores, en forma ordenada y procesada, toda la información que requieran para la toma de decisiones dentro de la planta.

Desde el cuarto de control, los operadores dominarán el estado de los equipos mayores de la planta y podrán tomar las acciones correctivas o modificatorias que se requieran para su operación confiable.

Como elementos constitutivos de proyectos estarán los dispositivos primarios para traducir las variables como temperatura, flujo, presión y nivel en variables eléctricas que puedan ser aceptadas y entendidas por la computadora del SAD y los equipos de control; y los elementos finales de control, que serán los servomecanismos que traduzcan señales eléctricas en posición de compuertas o apertura y cierre de válvulas.

Dentro de los elementos primarios se cuentan con termopares, bulbos de resistencia, placas de orificio, toberas y, dentro de los elementos finales, con los pistones neumáticos o hidráulicos y los actuadores de válvulas neumáticas o eléctricas, principalmente.

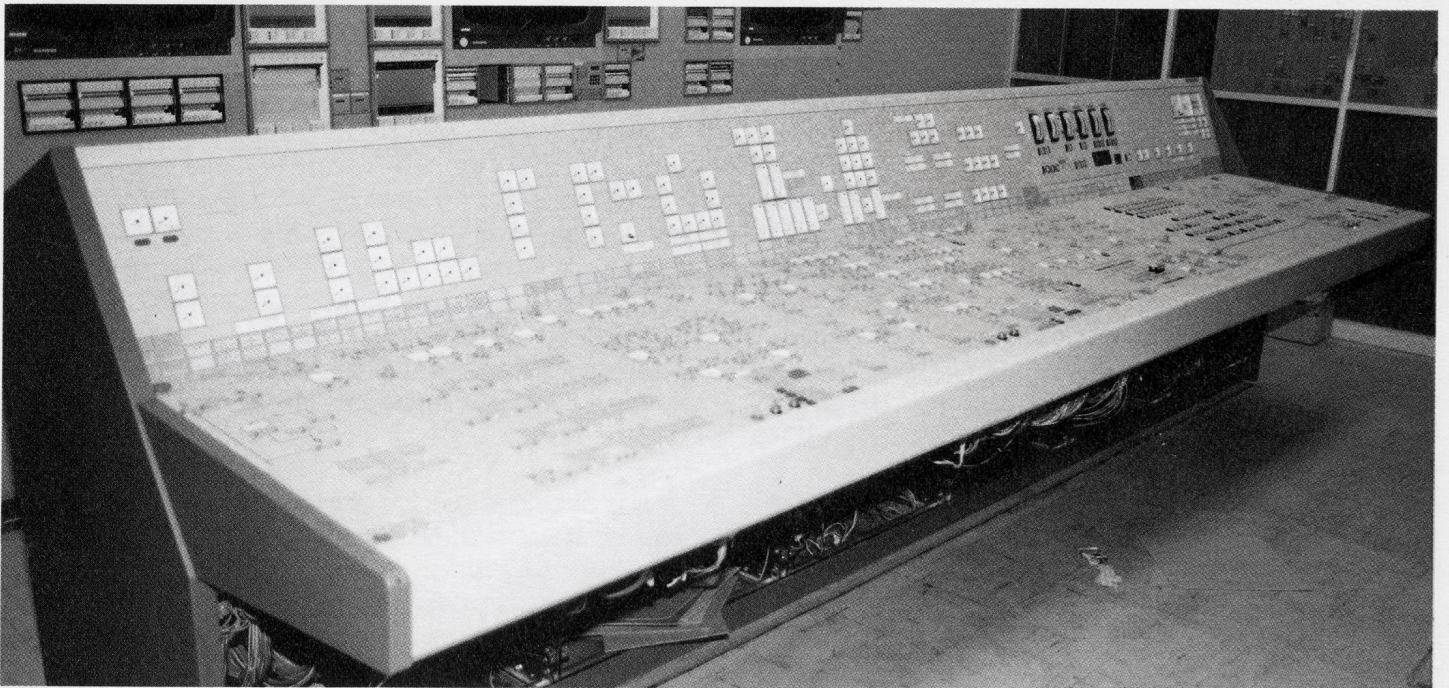
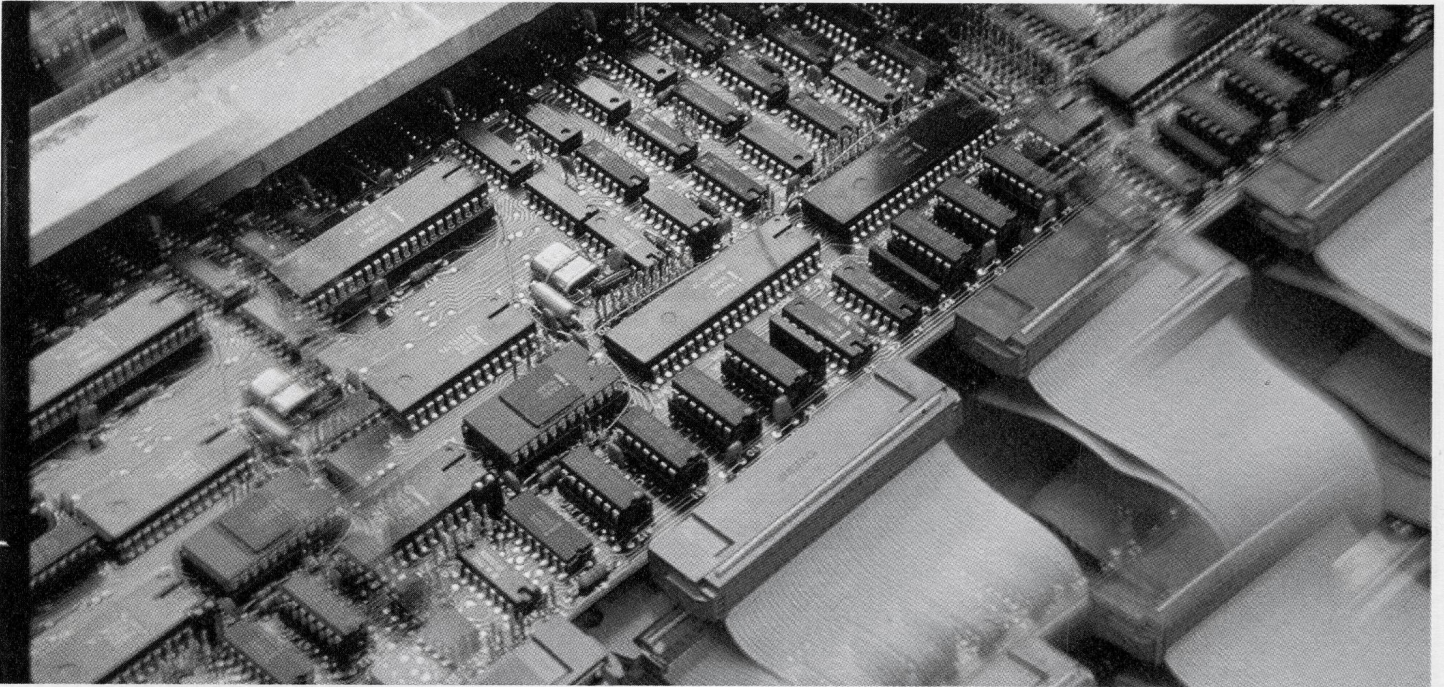
## La responsabilidad de Sí mex

Dentro de cada proyecto ica, el trabajo que Sí mex desarrollará será el de diseñar y coordinar todos y cada uno de los sistemas, así como integrar, desde el punto de vista conceptual, las etapas de ingeniería básica y de detalle; posteriormente, después de la entrega en fábrica, se llevará a cabo la supervisión de la instalación y la puesta en servicio. Una actividad muy importante la constituye el entrenamiento del personal de la CFE tanto a nivel de diseño como a nivel de operación.

Todos estos trabajos los desarrollarán grupos de ingenieros especializados en instrumentación, en hardware y en software; se tendrá como promedio a un grupo de 25 por cada proyecto durante 18 meses. En lo que al software respecta, el SAD representa un esfuerzo de 100 años ingeniero.



Arriba, la electrónica de alta integración en los modernos sistemas de control; abajo, consola de operador mostrando la técnica de mosaicos.





## AVANCES EN EL COMPLEJO PETROQUIMICO MORELOS

ICA Industrial, S.A. de C.V., participa desde 1980 en la construcción del Complejo Petroquímico Morelos, para Petróleos Mexicanos, localizado 3 km al este de la ciudad de Coatzacoalcos, Veracruz, obra que corresponde a la tercera etapa en la zona; la primera fue Pajaritos y la segunda Cangrejera, terminadas en 1978 y 1981 respectivamente.

El Complejo Morelos dará a México autosuficiencia en importantes renglones de la petroquímica; generará divisas al permitir las exportaciones de algunos excedentes y continuará con el control de la petroquímica básica. Contará con plantas de proceso de productos intermedios como oxígeno, propileno, tratadora y fraccionadora, etileno y servicios auxiliares. Asimismo tendrá plantas de productos terminados de acetaldehído, óxido de propileno, óxido de etileno y glicoides, alcohol isopropílico, polietileno, butaideno, acrilonitrilo y polipropileno.

### Planta de etileno

Se considera dentro del tipo de las de proceso por ser productora de materias primas para las plantas de óxido de etileno y glicoides, polietileno, acetaldehído, butaideno y polipropileno. Elaborará además subproductos como hidrógeno, propano, mezcla de butano, gasolina y propileno.

La planta, cuya capacidad es de 500,000 toneladas por año, cuenta con 10 hornos de pirólisis, cuarto de control de compresores y área de cáustico, refrigeración y fraccionadores. Actualmente se trabaja en los hornos, en donde el montaje de la estructura metálica está terminada, el refractario lleva un avance del 70% y la protección anticorrosiva del 50%.

Se han instalado un total de 8 mil toneladas de equipos, como son torres fraccionadoras, intercambiadores de calor, enfriadores, domos de vapor, recipientes, turbinas y condensadores.

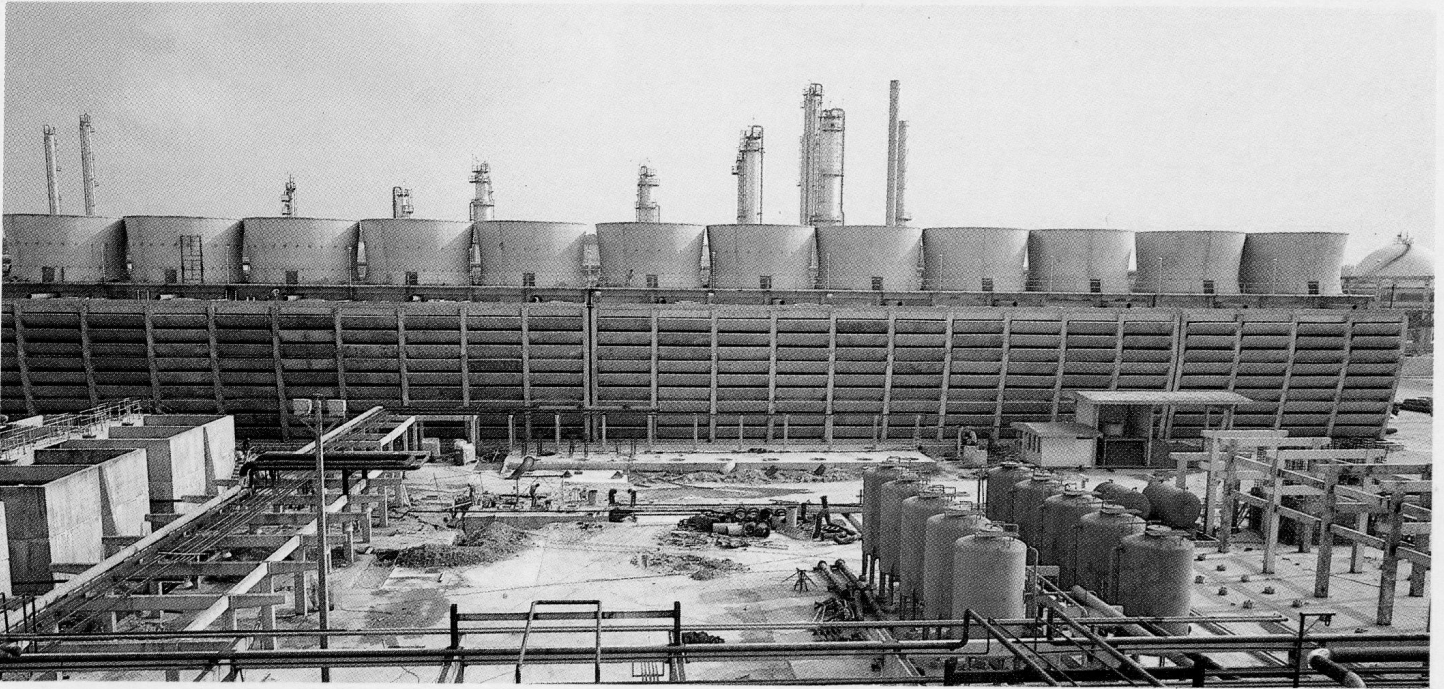
En los trabajos de tuberías de acero al carbón e inoxidable, incluyendo el prefabricado, se tiene un progreso del 55%; en la obra eléctrica, del 65%; en la instrumentación, del 20% y en aislamiento térmico, del 50%.

### Planta de tratamiento de agua

Consta de dos unidades desmineralizadoras con doce filtros de carbón activado, cuatro filtros de neutralización, una subestación, cuarto de control, casa de bombas, dos tanques de 30 mil barriles y dos de 22 mil, tuberías aéreas y subterráneas, ductos eléctricos, así como una torre de enfriamiento de doce celdas de 120 mil galones por minuto.

Los avances son los siguientes: en las unidades desmineralizadoras de la subestación, se trabaja en la colocación del antiácido; están por concluirse el cuarto de control y la casa de bombas; están terminados los 4 tanques, y se continúa con el montaje de las tuberías anexas y con la obra





eléctrica. La obra civil lleva un adelanto del 90% y la electromecánica del 70%.

## Planta de acrilonitrilo

La planta de acrilonitrilo tiene una capacidad de producción de 2 mil ton/año y consta principalmente de un reactor, torres destiladoras, cuarto de compresores, racks de tuberías, cuarto eléctrico, cuarto de control y un quemador elevado. En esta área se están iniciando los trabajos, dada su reciente asignación en el mes de octubre del presente año.

## Planta de polietileno de alta densidad

Esta es una planta de producto terminado en donde la materia prima es el etileno que, mezclado con diversos solventes, da el polietileno en for-

ma granulada. Tendrá una capacidad de 300 ton por día y estará constituida por dos trenes de polimerización, cuartos de control y eléctrico, edificio de estrúder y áreas de almacenamiento. El avance en la obra civil es del 80% y en la electromecánica del 15%.

En los trabajos por ejecutar destacan el montaje de 2,000 ton de equipos, 11,250 ton de estructura metálica y 480 km de conductores eléctricos de tuberías de acero al carbón e inoxidable de diferentes diámetros.

## Planta de pretratamiento de agua

Con una capacidad de 7,000 galones por minuto, en ella se realizará el tratamiento físico del agua, previo a su envío a la planta. Cuenta con cuatro clorifloculadores, cuatro filtros de arena y



una cisterna, todos de concreto, además de tuberías y ductos subterráneos. Por ahora se trabaja en los clorifloculadores, en dos filtros, en la cisterna, en los pavimentos, en las tuberías y los ductos subterráneos.

### Area de tanques

En esta área se tienen dos tanques verticales de 200,000 barriles para el almacenamiento del agua, un tanque vertical de 100,000 para el almacenamiento del combustóleo, dos tanques esféricos de 10,000 barriles para acetaldéhidó y nafta, y tuberías de integración de plantas. La obra está terminada y en proceso de entrega.

### Plantas del área norte

En las plantas del área norte del complejo se realizan trabajos de pavimentación, racks, tube-

ría aéreas y subterráneas, ductos eléctricos y cableado. En la obra civil se tiene un avance del 60% y en la electromecánica del 65%.

### Presencia de Fimsa

Por su parte Fabricaciones, Ingeniería, Montajes, S.A. de C.V. participa desde 1982 en la instalación civil y electromecánica de cinco generadoras de vapor (calderas), para la planta de servicios auxiliares; cuatro de ellas producirán individualmente 225 ton por hora con una presión de 46 kg por  $\text{cm}^2$ , y la otra, 200 con 60 kg por  $\text{cm}^2$  de presión.

### Trabajos en ejecución

— Montaje de tubería. Se realizan en acero al carbón, aleaciones e inoxidable, con un volumen





Vista interior de los hornos de pirólisis: pared de tabiques refractarios y serpentines; enfrente, área de pretratamiento de agua y de tanques.



### Volúmenes generales de obra

Movimiento de tierra	513,030 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo	6,295 ton
Cimbra	201,663 m <sup>3</sup>
Concreto	108,871 m <sup>3</sup>
Equipos	18,075 ton
Estructura metálica	4,130 ton
Tuberías	191,100 m
Aislamientos	55,500 m <sup>2</sup>
Conduits	49,675 m
Cable	816,185 m
Protección anticorrosiva	192,500 m <sup>2</sup>

de 400 ton desde media a 30 pulgadas de diámetro. En cuanto a la obra eléctrica e instrumentación, actualmente se instala cableado de alta y baja tensión, tubería conduit y material eléctrico para la alimentación de fuerza, control e instrumentos, charolas, pedestales, tuberías, señal de proceso y suministro de aire tubing y multitubing.

— Colocación de aislamiento. Se termina de aislar los equipos y se inicia el de las tuberías de proceso. En la protección anticorrosiva de los equipos, tuberías y estructuras, se tiene a la fecha un avance del 90%.

Al término de la obra, que se tiene programada concluir para diciembre de este año, se iniciarán las labores en otros sistemas inconclusos de la planta de servicios auxiliares.



---

# OPERACION INTERNACIONAL

---

## CONCLUYO EL COMPLEJO HIDROELECTRICO DE JAGUAS EN COLOMBIA

El consorcio ICA-Grandicón, formado por la División Operación Internacional del Grupo y la empresa Grancolombiana de Ingeniería y Construcciones, en coordinación con Interconexión Eléctrica, S.A. (ISA), concluyó en septiembre del presente año la construcción de las obras civiles del proyecto hidroeléctrico de Jaguas, en Colombia; contrato obtenido en octubre de 1980 mediante licitación pública internacional en competencia con empresas constructoras de España, Francia, Italia, Japón, Brasil y Estados Unidos.

Este proyecto forma parte del sistema hidroeléctrico Nare-Guatapé, que a su término contará con una capacidad instalada de 2,538 mw y será el más importante en ese país. Su objetivo principal es desviar el agua de los ríos Nare y San Lorenzo hacia la cuenca del río Guatapé, aumentando el caudal de éste en 40 m<sup>3</sup>/seg, para ser aprovechada en las centrales hidroeléctricas de Playas y San Carlos, actualmente en construcción. Adicionalmente, Jaguas contribuye al sistema Nare-Guatapé generando 170 mw en su propia central.

La obra se encuentra ubicada en la cordillera de los Andes colombianos, zona de intensa pre-





Acceso al túnel de presión; enfrente, vertedor de la presa de San Lorenzo.



precipitación pluvial durante 9 meses del año, lo que obligó a una gran concentración de equipos para terminar el trabajo en el tiempo previsto.

Durante su construcción se presentaron algunos inconvenientes pero fueron felizmente solucionados sin afectar el programa: los túneles de descarga y de desviación sufrieron derrumbes debido a la presencia de material inestable en varios tramos, lo que obligó a modificar los procedimientos de excavación y soporte; en el desplante del terraplén de la zona baja fue necesario excavar a una profundidad de 3 m para localizar el material adecuado para la fundación.

En el momento de mayor actividad se tuvieron en operación 60 máquinas mayores, se contó con 900 trabajadores colombianos y 25 ingenieros.

## Descripción del proyecto

El proyecto Jaguas se localiza en el departamento de Antioquia, a 117 km al este de Medellín. Utilizará el caudal del río Nare, aguas abajo de la presa Santa Rita y del río San Lorenzo, absorbiendo un total de 40.5 m<sup>3</sup>/seg; estará regulado mediante el embalse que generará la presa San Lorenzo, con capacidad total de 208 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales 180 millones corresponden al embalse útil.

La capacidad de la central es de 170 mw; está compuesta por dos turbinas Francis de eje vertical, que operan bajo una caída de 230 m y a una velocidad de 400 revoluciones por minuto.



## Presa San Lorenzo

La presa San Lorenzo o presa Principal se localiza sobre el río Nare, aguas abajo de la desembocadura del río San Lorenzo y tiene una altura de 57 m sobre el lecho del río, 520 m de longitud de cresta y 2.9 millones de m<sup>3</sup> de lleno del limo, filtros y roca descompuesta. Hay también obras complementarias como la presa de Zona Baja y llenos de refuerzos I y II con un volumen de relleno de 2.6 millones de metros cúbicos.

Para permitir la construcción de la presa, en la margen derecha se hizo previamente un túnel de desviación del río Nare, de 5 m de diámetro interior y 485 m de longitud. Una vez terminada la presa, el conducto se clausuró definitivamente con tapón de concreto.

El rebosadero es de tipo ancho, de flujo no controlado, para evitar láminas de agua excesivamente pesadas; tiene 50 m de ancho y 230 m de longitud, con pendientes de 8.3% y 15.4 % para terminar en un deflector dissipador de energía tipo salto de sky de 22 m de longitud, y una losa amortiguadora inmediatamente aguas abajo del deflector de 10 m. Este vertedero está diseñado para evacuar una creciente máxima de 1,900 m<sup>3</sup>/seg.

La captación está compuesta de una estructura de rejillas sumergida, comunicada con el pozo de compuertas mediante un pozo vertical de 43 m de profundidad y un tramo de túnel de 180 m de longitud, ambos de sección circular interior de 4.6 m de diámetro y revestidos en concreto. El pozo de compuertas está revestido en concreto y tie-

ne 4 m de diámetro y 100 m de profundidad, y dispone en su piso superior de equipo de alce para operar dos compuertas.

## Central

El túnel de presión, revestido de concreto neumático, tiene una longitud de 2,025 m y 4.50 m de diámetro. Está provisto de una almenara de tipo orificio restringido, a 45 m aguas arriba del pozo de presión, revestida de concreto reforzado, con un tanque superior de 10.9 de diámetro interior y 120 m de profundidad.

La conducción a alta presión está constituida por un pozo vertical de 152 m de profundidad, conectado mediante un codo de 90° con una tubería de presión de 65 m de longitud. El pozo tiene una sección circular con diámetro de 4.2 m y está revestido de concreto reforzado.

La tubería de presión, embebida en concreto, tiene un diámetro interior de 3.8 m aguas abajo, se divide en dos ramales de 2.6 m de diámetro y su longitud total es de 54 m para abastecer a las dos turbinas.

La casa de máquinas es de tipo subterráneo y está formado por una caverna de 18.3 m de ancho, 33 m de altura y 71 m de longitud. Su acceso es por un túnel de doble vía de 552 m de longitud.

La descarga consiste en un túnel de desfogue a presión y se inicia en una almenara de aguas abajo, de tipo simple; en ella descargan los tubos de aspiración de las turbinas. El túnel tiene



Vertedor del embalse de San Lorenzo.





sección en herradura de fondo plano, 1,758 m de longitud, 6.4 m de diámetro sin revestimiento y 4.9 m de diámetro revestido en concreto reforzado en sección circular en la salida.

## Estructuras de control

Con el fin de minimizar los efectos de la erosión y el arrastre de sólidos, la descarga se hace a los embalses que crean cuatro pedraplenes consecutivos de control, situados inmediatamente después de la confluencia de las quebradas Jaguas y Trojes para desaguar después sobre el río Guatapé. Estas estructuras están conformadas por dos muros laterales, dos llaves de concreto y un pedraplén compuesto por roca de túnel y cantera.

### Volúmenes importantes

Obras exteriores	
Terraplanes	5'303,547 m <sup>3</sup>
Excavaciones	2'320,000 m <sup>3</sup>
Filtros	357,000 m <sup>3</sup>
Protecciones en roca	310,000 m <sup>3</sup>
Concretos	20,000 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo	850 ton
Obras subterráneas	
Excavaciones	316,000 m <sup>3</sup>
Concreto	110,000 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo	2,650 ton
Soportes metálicos	2,000 ton
Elementos metálicos	530 ton
Pernos y tensores	58,650 m
Longitud total de túneles excavados	6,100 m
Longitud total de pozos excavados	870 m





## ELECTRIFICACION DE LA DOBLE VIA DEL FERROCARRIL MEXICO-QUERETARO

Para atender el gran volumen de carga que se genera en el centro y en el norte del país, y que cruza o tiene como destino la Ciudad de México, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes decidió poner en marcha un ferrocarril electrificado de doble vía entre México y Querétaro, en el que participa la empresa Ingeniería de Sistemas de Transporte Metropolitano, S. A. Con él se atenderá además la demanda de pasajeros existente entre ambas ciudades.

Este proyecto forma parte del Programa de Reestructuración de los Ferrocarriles, contemplado dentro del Plan de Desarrollo Nacional. La electrificación de esta línea férrea es, en orden

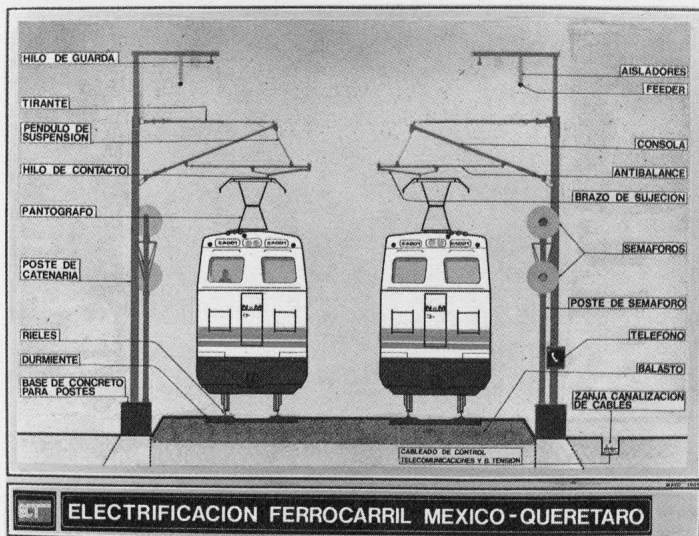
de magnitud, el segundo compromiso más importante asignado a Istme en este año.

La línea, considerada como prioritaria, tendrá una longitud de 245 km y en su sección transversal alojará dos vías en las cuales correrán trenes alimentados con energía eléctrica por catenaria, a través de siete subestaciones de potencia de 40 mva cada una, que recibirán energía de la CFE en 230 kv y la entregarán al sistema en 27.5 kv. Tendrá dos estaciones terminales, en Querétaro y México, dos estaciones intermedias, en Tula y San Juan del Río.

Las primeras acciones para llevar a cabo este proyecto se efectuaron en 1980, con la adjudicación de concursos para suministro de proyecto y equipo, que fueron otorgados a cinco empresas internacionales: la especialidad de catenaria a Società Italiana Montaggi SpA y Società Anònima Elettrificazione SpA; las subestaciones de poten-







cia a la también empresa italiana Ansaldo Trasporti SpA; la señalización y el material rodante a Westinghouse Air Brake Co. (WABCO) y a General Electric Co., de Estados Unidos, respectivamente y las telecomunicaciones a Sumitomo Corp. del Japón.

La fabricación y el envío a la Ciudad de México de los suministros de origen internacional se encuentran muy avanzados.

Desde 1982 Istme ha tenido participación como firma asesora en la administración del proyecto, debido a la experiencia obtenida en programas de este tipo, como es la construcción y electrificación del Metro de la Ciudad de México. Ahora llevará la Dirección del Proyecto con el objeto de asegurar la terminación de la línea en 1988, dada la urgente necesidad que tiene el país de apoyar la productividad nacional con la infraestructura de transporte.

La Dirección de Proyecto coordinará la intervención del conjunto de contratistas nacionales y extranjeros mediante las funciones de planeación, programación y control de sus actividades. Para tal fin, la gerencia se ha estructurado en siete áreas:

— Planeación. Programará la obra civil, la electromecánica, y el montaje de equipos, mediante diagramas de flujo y ruta crítica, para llevar a cabo acciones de catenaria, subestaciones, señalización y telecomunicaciones, centros de control, casetas de señalización y telecomunicaciones, y casa de máquinas. Además, conciliará precios unitarios y controlará los inventarios de material y equipo.

— Ingeniería. Supervisará y controlará los diseños elaborados por los diferentes contratistas para que cumplan con las normas, los reglamentos y los criterios establecidos. Esta área abarcará los aspectos de ingeniería civil y electromecánica, se responsabilizará de los proyectos aún no contratados por la SCT y cuidará de manera especial la interfaz que existe entre cada uno de los sistemas y sus diferentes proveedores.



— Control de contratación y finanzas. Será la encargada de actualizar los contratos y convenios desde el punto de vista legal y financiero, formulará los análisis de precios unitarios, el control de estimaciones, las líneas de crédito, los trámites de pago y la contratación de servicios. Así también generará y controlará los proformas correspondientes a los años de 1986, 1987 y 1988 realizando las distribuciones presupuestales correspondientes.

— Construcción. Dirigirá, supervisará y controlará los trabajos, proporcionando a los contratistas planos, especificaciones e información necesaria para ejecutar las obras; establecerá las normas para ejercer la supervisión; formulará estimaciones apoyadas en los avances; llevará el control de calidad tanto en el área civil como en la electromecánica y planificará las actividades de los contratistas para evitar interferencias.

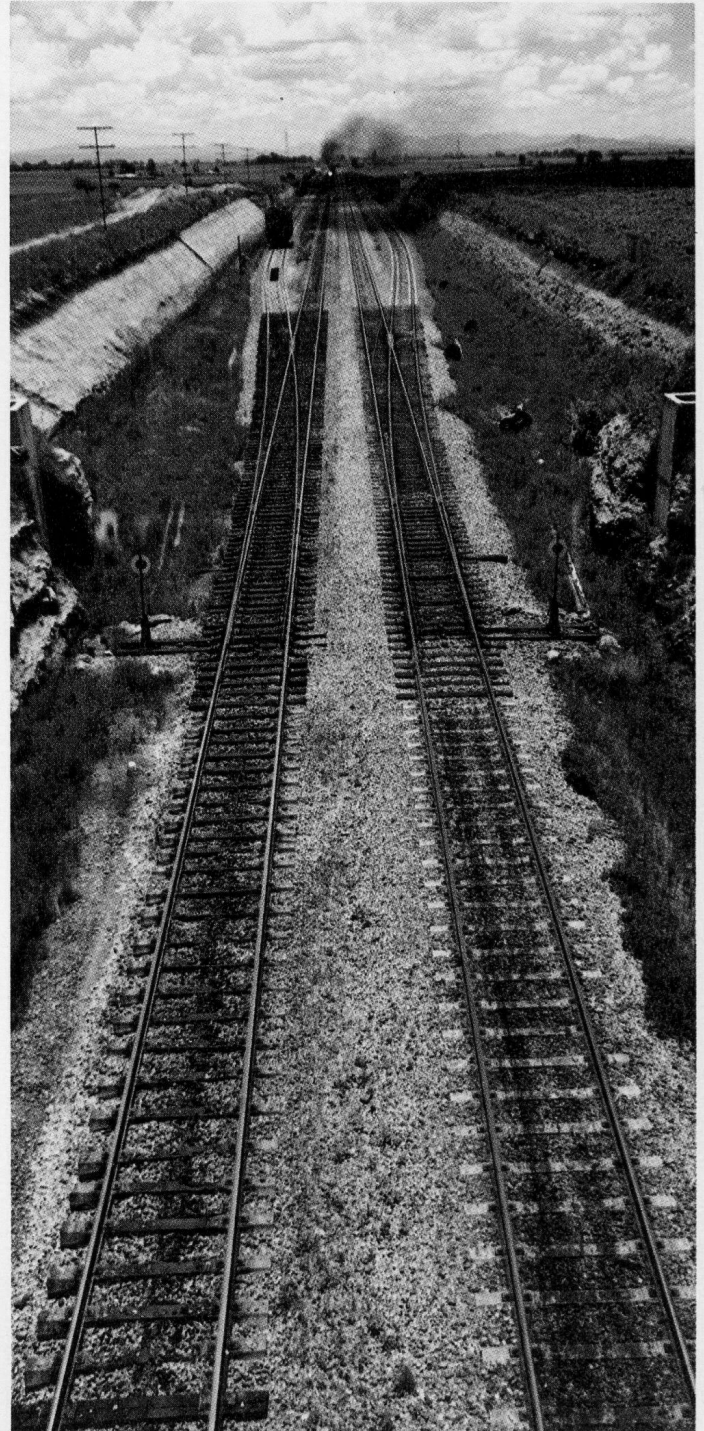
— Suministros. Se encargará del seguimiento de los contratos para garantizar el abasto oportuno de los diferentes materiales y equipos contratados por la SCT, hasta su colocación y puesta en marcha, tramitando para ello la obtención de permisos de importación temporales o definitivos de los materiales y equipos requeridos.

— Obras Inducidas. Apoyará las acciones y los trámites que deban efectuarse en los casos de interferencia por efecto del proyecto de electrificación, tales como: cruces viales, afectaciones, interferencias con instalaciones de Pémex, predios urbanos, rurales, ejidales, cables eléctricos, drenaje, agua potable y teléfonos entre otros.

— Asesoría. Está dirigida a asegurar la calidad de los trabajos mediante la intervención de especialistas en las distintas fases y etapas del proyecto, como toma de decisiones, supervisión de montajes e interconexiones de los sistemas, asistencia en las pruebas y puesta en marcha del proyecto.

Parte importante de las obras se destinará a la realineación y renivelación de las vías, para garantizar la seguridad y la velocidad del proyecto.

Panorámica de los laderos de Polotitlán; enfrente arriba, prueba de anclaje de catenaria.





## CONJUNTOS HABITACIONALES

Dentro de las actividades prioritarias de la División Turística y de Desarrollo Urbano, destaca la promoción y desarrollo de vivienda, que en un gran porcentaje se encuadra dentro del programa del Gobierno Federal para el financiamiento de ésta; programa que es manejado a través del Fondo de Operación de la Vivienda, FOVI.

En concordancia con esta actividad prioritaria, TYDU, a través de su Dirección de Desarrollo Urbano, ha concluido durante el presente año tres desarrollos habitacionales; dos de ellos en la ciudad de Querétaro y el tercero en el Estado de México.

Los conjuntos terminados en la ciudad de Querétaro se denominan Jacarandas y Residencial Gemas (Sección Topacio) y el correspondiente al Edo. de México se llama Residencial Batel.

### Conjunto Jacarandas

Se localiza en la calle de Alfonso Cravioto del fraccionamiento Constituyentes y debe su nombre a que dicha calle está profusamente sembrada con jacarandas.

El conjunto consta de 84 viviendas en cajón II (FOVI) distribuidas conforme a la lotificación exis-

tente en cinco grupos: tres de ellos con cinco módulos cuádruplex en dos niveles, con un total de 20 casas por grupo, y dos con tres módulos también cuádruplex con 12 viviendas cada uno. Cada módulo consta de dos viviendas en planta baja y dos en alta, con acceso común para las cuatro casas.

La unidad tipo de vivienda tiene una superficie de 72 m<sup>2</sup> y consta de dos recámaras con espacio para clóset, baño, estancia-comedor, vestíbulo de acceso, cocina con barra de usos múltiples (desayunador, bar, etc.), patio de servicio integrado y un lugar de estacionamiento. Las casas en planta baja tienen además un pequeño jardín.





Unidades habitacionales acordes a las necesidades de la actual familia mexicana.



## Conjunto Residencial Gemas

Está enclavado cerca del centro de la ciudad, con acceso principal por la Avenida Corregidora —la arteria vial tradicionalmente más importante de Querétaro— pero a través de una calle prácticamente privada, que se construyó expresamente para unir el conjunto a esa vialidad, aunque cuenta también con entrada secundaria por la calle de Unión.

El proyecto se resolvió formando agrupaciones de cuatro casas de dos niveles cada una (módulos cuádruplex), pero independientes entre sí. Cada casa, de 85 m<sup>2</sup> en cajón III (FOVI), tiene en la planta baja: estancia, comedor, cocina, alcoba que puede funcionar como tercera recámara, estudio, despacho o sala de televisión, medio baño, patio de servicios y área jardinada. La planta alta se integra por dos recámaras con espacio para clóset, baño y terraza.

Los módulos se localizan a lo largo de un eje vial, que es la penetración al conjunto y a las zonas de estacionamiento. Todas las casas están rodeadas de zonas verdes.

## Residencial Batel

Se ubica en una zona densamente poblada y rodeada de zonas comerciales e industriales, en Atizapán de Zaragoza, Estado de México, en la calle de Comonfort número 31, muy cerca del centro de este municipio y con fácil acceso desde la prolongación del Periférico (carretera a Querétaro).

Este proyecto de 40 departamentos, encuadrados dentro del cajón III conforme a las normas del FOVI, se resolvió sobre un terreno de 2,511 m<sup>2</sup> en dos edificios de cinco niveles cada uno (planta baja y cuatro niveles tipo) con veinte departamentos por edificio y cuatro por nivel. Los edificios se encuentran en la parte central y el estaciona-



Diseños modernistas y funcionales característica de los conjuntos habitacionales que TYDU construye en Querétaro y Estado de México.

miento, con capacidad para 50 autos (uno por departamento más visitantes), en la zona periférica, al igual que la circulación de autos, de tal modo que los habitantes de este conjunto no tengan que cruzar la zona vial y que los niños hagan uso de las áreas verdes sin peligro.

Cada departamento está formado por dos recámaras con espacio para la instalación de clóset, una alcoba, un baño con posibilidad de uso simultáneo por dos o tres personas, vestíbulo de acceso, estancia-comedor, cocina con barra de usos diversos tales como desayunador o bar y patio de servicio integrado al mismo nivel; todo lo anterior en una superficie de 63 m<sup>2</sup>, más el espacio para estacionamiento de un auto.

## Acabados

Los acabados son muy similares en los tres conjuntos, siempre dentro del mismo rango de calidad y costo.

En general, los pisos de estancia, comedor y recámaras se terminan con un firme de cemento pulido y alfombrado de pared a pared; en baños se ha usado para pisos parquet de mármol, azulejo antiderrapante de nueve cuadros y loseta de cerámica tipo intercerámic o gres en lambrines; en zona de regadera, parquet de mármol, azulejo liso en color y loseta de cerámica; en el piso del vestíbulo de acceso, así como en las cocinas, en todos los casos, loseta cerámica; los muros se terminaron con tirol planchado en recámaras, estancia, comedor y vestíbulo, y los techos, en tirol rústico.

En los muros y techos de cocina se utilizó aplanado de yeso y pintura de esmalte, en colores que armonizan con los recubrimientos de cerámica.

La ventanería es de aluminio anodizado en color natural, las puertas de intercomunicación son de tambor con triplay de pino de 6 mm, terminadas con barniz o esmalte, y las de acceso, de multipanel.



En los exteriores, los muros están recubiertos por aplanado fino con impermeabilizante integral, acabado con pasta tipo gota, lo que proporciona una mayor protección de las humedades.

La losa de azotea, a dos aguas, está impermeabilizada y terminada con pintura decorativa que protege al impermeabilizante.

En cada uno de los conjuntos habitacionales mencionados, la solución del proyecto arquitectónico, aunado al esmerado control administrativo y de obra, han sido factores determinantes para lograr que estas unidades proporcionen un mayor porcentaje de superficie que los estipulados en las normas técnicas que rigen este tipo de vivienda, así como acabados de mejor calidad que los usualmente ofrecidos en otros desarrollos, lo que ha permitido vender las casas y departamentos promovidos por TYDU en lapsos muy cortos, que no sobrepasan los dos meses.



---

REVISTA

---



Publicación bimestral, editada por la Dirección General de Comunicación del Grupo ICA.

Oficinas: Minería 145, México 18, D.F.  
Teléfono 5-16-04-60 ext. 718

CONSEJO EDITORIAL: Ing. Manuel Díaz Canales, Ing. Raúl López Roldán, Ing. Jorge Pérez Montaña, Ing. Manuel Salvoch Oncins, Ing. Andrés Conesa Ruiz, Ing. Bernardo Quintana Isaac, Ing. Federico Martínez Salas, Ing. José Tinajero Sáenz, Ing. Daniel Farjeat Páramo, Ing. Gumaro Lizárraga Martínez, Ing. Jorge Borja Navarrete y Lic. Luis Hidalgo Monroy A.

Dirección:  
Lic. Luis Hidalgo Monroy A.

Edición:  
Lic. María Rosa Certucha de la Macorra

Asistente de edición:  
Lic. Rogelio Osornio González

Redacción:  
Lic. Pedro Niembro Carballo y  
Lic. María Teresa García Toscano

Fotografía:  
Carlos Prieto, Fernando Sánchez Otero, Jorge González, Javier Muñoz, Sergio Cernuda y Antonio Gutiérrez H.

Sistema Gráfico:  
Diseñadores Asociados

Formación:  
Alejandra Carrillo Cruz

Impresión:  
Litografía Panamericana, S.A.  
Galicia 2, México 13, D.F.

Correspondencia de Segunda Clase  
Registro DGC: No. 0041079  
Características: 219551435

---

IV. EPOCA AÑO 31 No. 50  
NOVIEMBRE-DICIEMBRE DE 1986

---



HORNOS DE PIROLISIS DE LA  
PLANTA DE ETILENO

