

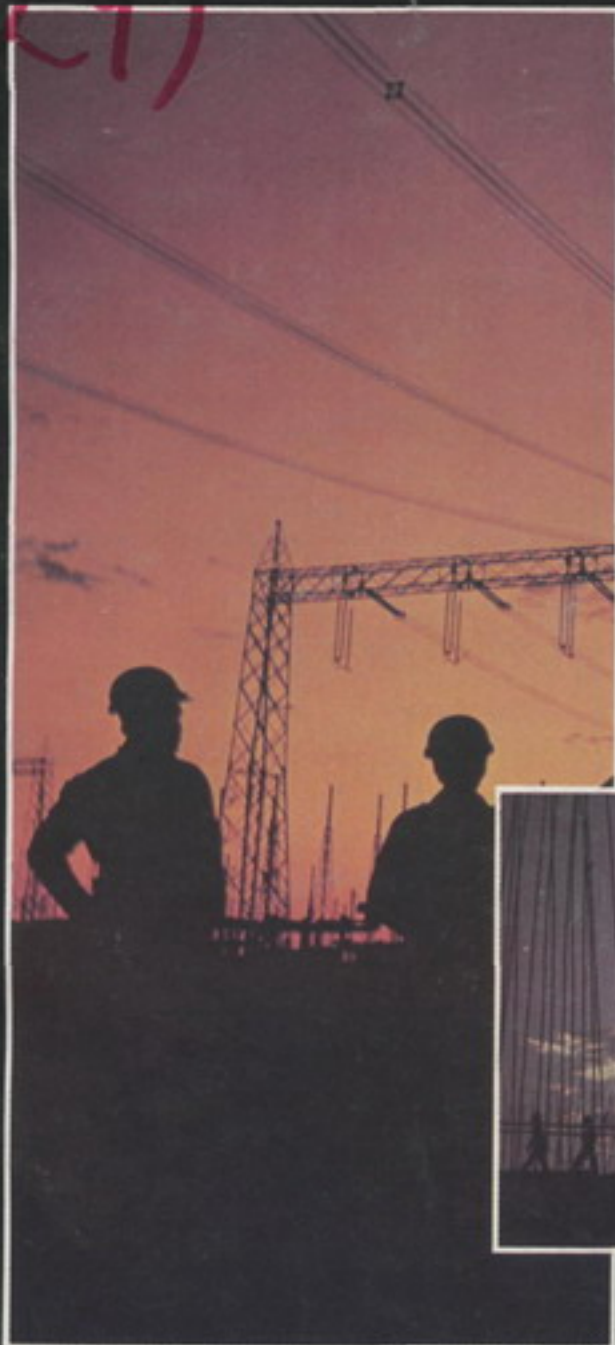
620

R

29 (6)

# Revista del COLEGIO

DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA  
NUMERO 6/86 AÑO 29



# ITAIPU





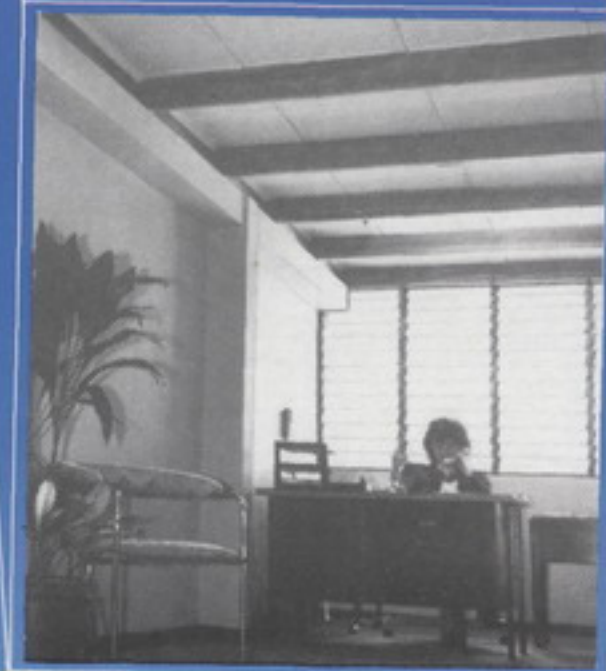


CERÁMICA INDUSTRIAL DE CENTROAMÉRICA S.A.  
Tels. 51-65-55, 51-37-76

**BELLEZA DURACIÓN LIMPIEZA**



# Fibrolit 100 Internit 120 Texturit 120 son superiores



La alta tecnología de Ricalit ha creado productos excelentes cuyas características y ventajas les permite venderse en Estados Unidos, Costa Rica y otros países. Con materias primas 100% nacionales, son resistentes al fuego, a la humedad y a los insectos. Son muy fáciles de trabajar, rápidos de instalar, livianos, económicos, versátiles y excelentes para todo tipo de construcciones. Fibrolit 100, Internit 120 y Texturit 120 son costarricenses y son superiores.

**Ricalit**  
arquitectura de hoy



# ESTRUCTURAS DE ACERO ARMCO



Para Drenajes



Para Colectores Pluviales



Puentes



Seguridad Vial

## Soluciones rápidas y eficientes para diferentes aplicaciones de ingeniería.

Para reducir tiempo y costos en la construcción de caminos y en diversas aplicaciones urbanas. Existe una solución rápida y económica: ESTRUCTURAS DE ACERO ARMCO.

En secciones diversas son usadas en Drenajes, Colectores Pluviales, Puentes y Seguridad Vial. Las Estructuras de acero corrugado ARMCO pueden ser galva-

nizadas o con Recubrimiento Epóxico.

No requieren cimentaciones especiales. El costo del transporte es muy bajo y el armado es sumamente sencillo.

Las Estructuras de Acero corrugado ARMCO cumplen con las normas ASTM, tienen alta resistencia y larga vida útil.

Para mayor información, favor contactar:

**¡CONSULTENOS!**



**ARMCO LATIN AMERICA DIV.  
AMERICA CENTRAL**

San José, Costa Rica, 225 mts. al Este del Gimnasio Nacional sobre Avenida 10.  
Tels.: 33-2378 • 22-9255, Télex: 2977 DISA • C.R.



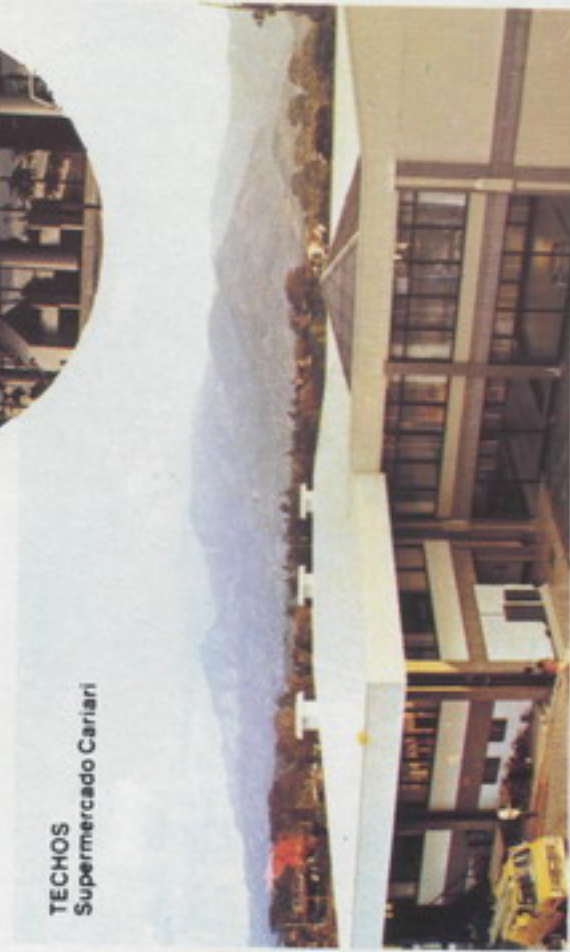
# METALCO

Siempre arriba  
con mejores  
"ideas  
constructivas"

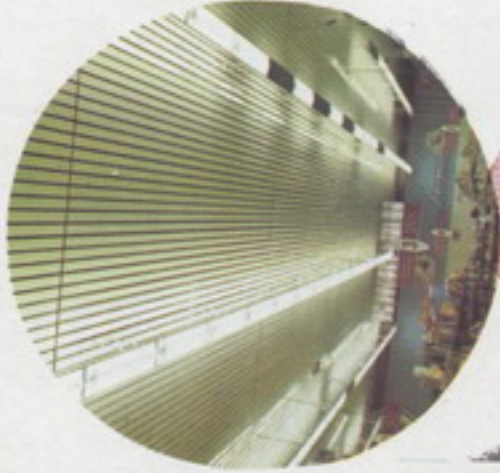
PRECINTAS  
Tega Escazu



TECHOS  
Supermercado Cariari



CIELORASO  
Automercado Plaza del Sol



PAREDES  
Bodegas Saret



FACHADAS  
Xerox



ESTRUCTURAS  
Parque Nal. de Diversiones



## METALCO

Colima de Tibás

Telefonos: 35-20-28 36-44-20 36-08-39



# RACSA-DATOS

El Sistema Nacional de CONMUTACIÓN DE DATOS, denominado RACSA-DATOS, permite establecer comunicaciones entre terminales y computadores a bajas y medias velocidades, tanto a nivel nacional como internacional.

Nuestra interconexión con las redes públicas de conmutación de datos más importantes del mundo como son: TYMNET, TELENET, y EURONET, entre otras, permite al usuario tener acceso a información en rangos tan variados como:

- Verificación de tarjetas de crédito
- Información educativa y financiera
- Información económica
- Información agropecuaria
- Información técnica
- Información médica
- Información de compañías petroleras
- Información bancaria
- Información sobre agencias de gobierno
- Información sobre hospitales
- Información sobre universidades
- Información sobre librerías
- Información sobre compañías de investigación, etc.

**Radiográfica Costarricense**  
S.A.

Comunicaciones electrónicas con el mundo  
Teléfono: 33-5555 · Télex: 1012+

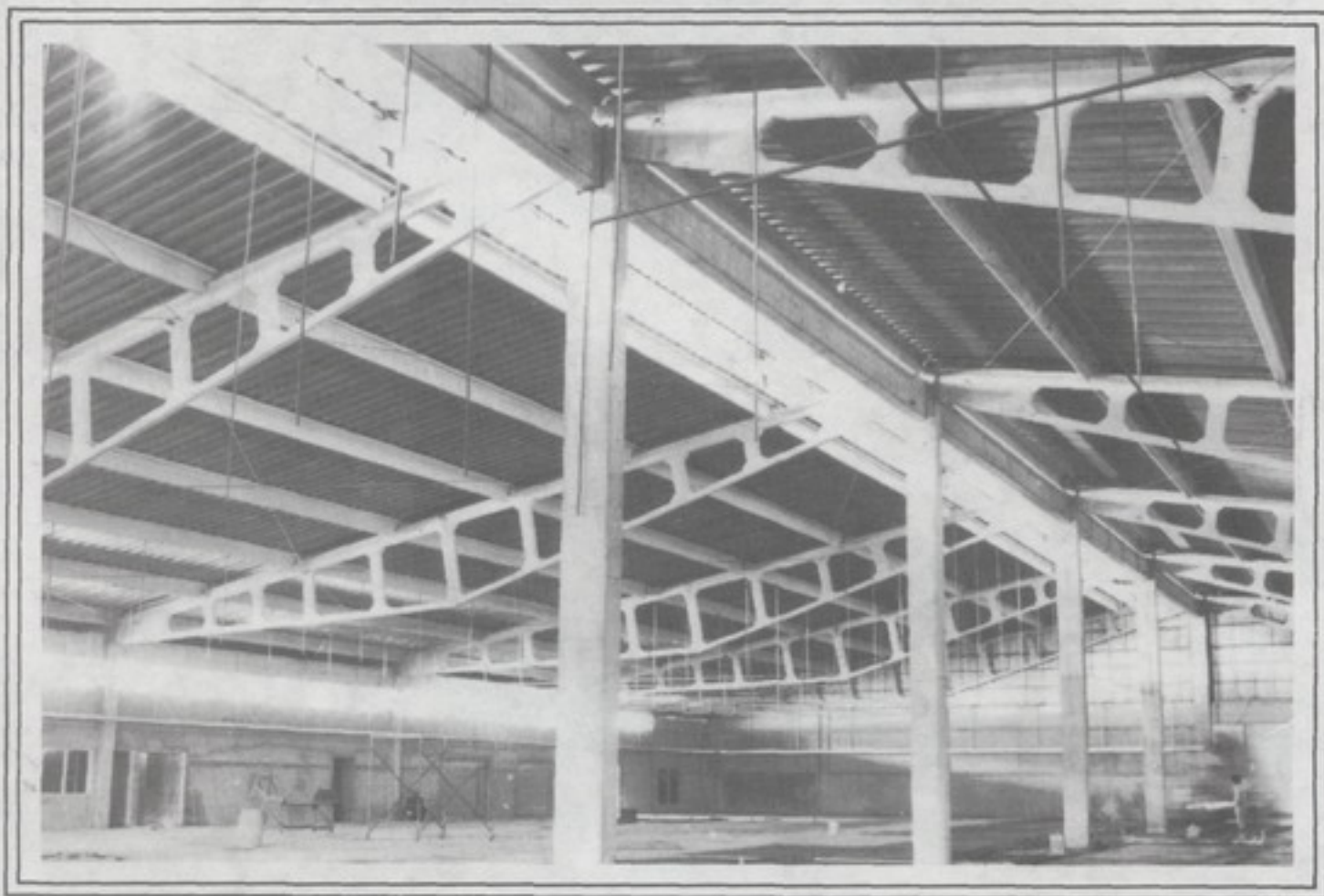






Bodegas prefabricadas de concreto:


# OTRA EMPRESA CONSTRUYO CON EL UNICO SISTEMA FLEXIBLE QUE PERMITE MAYOR ESPACIO ENTRE COLUMNAS: CONSTRURAPID PC



Hilaturas Costarricenses, S.A., lo analizó y se decidió por el Sistema Construrapid PC para construir 5508 M2 de bodegas. Diseñadas por Francisco Mas y Asociados Ltda. y construídas por Samuel Rovinski, en sólo 18 semanas Hilaturas Costarricenses, S.A.,

estrenó a un costo menor sus nuevas áreas industriales obteniendo el espacio entre columnas que necesitaba, mayor iluminación natural y temperatura uniforme con el Sistema de Monitoreo PC, y una construcción antisísmica de mayor seguridad.

Para mayor información

**Productos de Concreto, S.A.** – Sistema **CONSTRURAPID**  – Telefono: 26-33-33



# Editorial

## LA ACTUALIZACION CONSTANTE

El que ha mantenido durante largos años un interés constante por su profesión, observa con asombro la rápida aceleración y avance de las técnicas, equipo y materiales de nuestras respectivas especialidades. Es necesario que actualicemos nuestros conocimientos constantemente, si no nos mantenemos al día, no seremos competitivos en una sociedad que cada vez lo es más.

Hay dos clases de profesionales, aquellos que ejercen su profesión únicamente como un "modus vivendi" y cuyo objetivo es obtener de ella todo el beneficio económico posible y aquellos que la ejercen por "vocación"; de vocatus = llamado, lo que es una inclinación, una tendencia de nuestro ser debida a calificaciones peculiares del individuo que parecen "llamarlo" a hacer determinado trabajo que llena nuestras vidas, constituyéndose en una "carrera", es decir, una ocupación de toda la vida, que la llena, nos atrae y hace que este individuo sobresalga sobre el común.

En cualquiera de ambos casos, es necesario mantenerse al día en sus conocimientos y lo vemos en nuestro medio, que hay profesionales cuyo interés los lleva a viajar para observar lo que ha sucedido en otros países, a experimentar, a investigar. También es cierto, que esto no es para todos, pero debemos buscar y producir las oportunidades y los medios para que todos los miembros de una profesión reciban los beneficios del desarrollo constante de los conocimientos.

¿Cómo llegar, incentivar y transmitir el progreso a la mayoría? Hay varios caminos, algunos abiertos, otros que deberemos luchar por abrir. Tenemos los planes de educación continua de la Universidad, los seminarios que se han efectuado en nuestro Colegio. Hay becas de posgrado, y han habido reuniones y seminarios en el extranjero a los que han asistido miembros de este Colegio, algunos con ayuda del mismo y otros por su propia iniciativa y esfuerzo o el de algún organismo internacional, etc. Creemos que es de ética, obligación moral de quienes se han aprovechado de estos beneficios, de difundir los conocimientos adquiridos, informar de la literatura conocida o adquirida, suministrarla a nuestra biblioteca, si es posible. Hacer un resumen escrito y publicarlo en nuestra revista...

El Colegio, en su biblioteca recibe algunas publicaciones periódicas, algunas muy interesantes, obtenidas por los esfuerzos de algunos de nuestros miembros. Se dice que son de intercambio, pero en general, solo nos llegan, porque no hay medios para enviar nuestras revistas al exterior.

Y esto nos lleva a la Revista del Colegio, que hemos procurado ir mejorando su calidad, tanto en presentación como en la clase de artículos. Agradecemos a todos nuestros colaboradores e incitamos a todos los profesionales que tengan que decir algo a escribir, recordemos que una forma de reconocer la capacidad intelectual y solidez de los conocimientos de un profesional, es por lo que escribe.

Bueno, nos dirán: ¿Cómo actualizar el equipo? El equipo moderno es verdaderamente costoso y pareciera que a causa de ello el profesional independiente y que ejerce la profesión individualmente, casi estará llamado a desaparecer, o trabajar con empresas del Estado, la mayoría obsoletas en personal y equipo, o en grandes empresas privadas. Una solución es que cuando la Cooperativa de Ahorro y Crédito del Colegio tenga suficiente solidez, adquiera equipo por su cuenta para alquilarlo a sus asociados.

Dejamos esta inquietud a nuestros lectores.

*Ing. Martín Chaverri Roig,  
Coordinador de la Comisión  
de la revista de C.F.I.A.*

### COMISION DE LA REVISTA DEL COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA

Ing. Topógrafo **MARTIN CHAVERRI**  
Ing. Civil **BERNAL LARA**  
Ing. Electricista **ISMAEL RETANA**  
ICO **ALIAS STELLER PORRAS**

Director Ejecutivo

Ing. **VIDAL QUIROS BERROCAL**

Periodista **JORGE COTO E.**

Diagramación **CRISTINA DE FINA**

Producción **ALFREDO MASS**  
Tel.: 35-7284

El Colegio no es responsable de los comentarios u opiniones expresadas por sus miembros en esta revista. Pueden hacerse reproducciones de los artículos de esta revista, a condición de dar crédito al autor y al CFIA, indicando la fecha de su publicación.



Apartado Postal 2346, San José  
Teléfono 24-73-22





# ILUMINACION

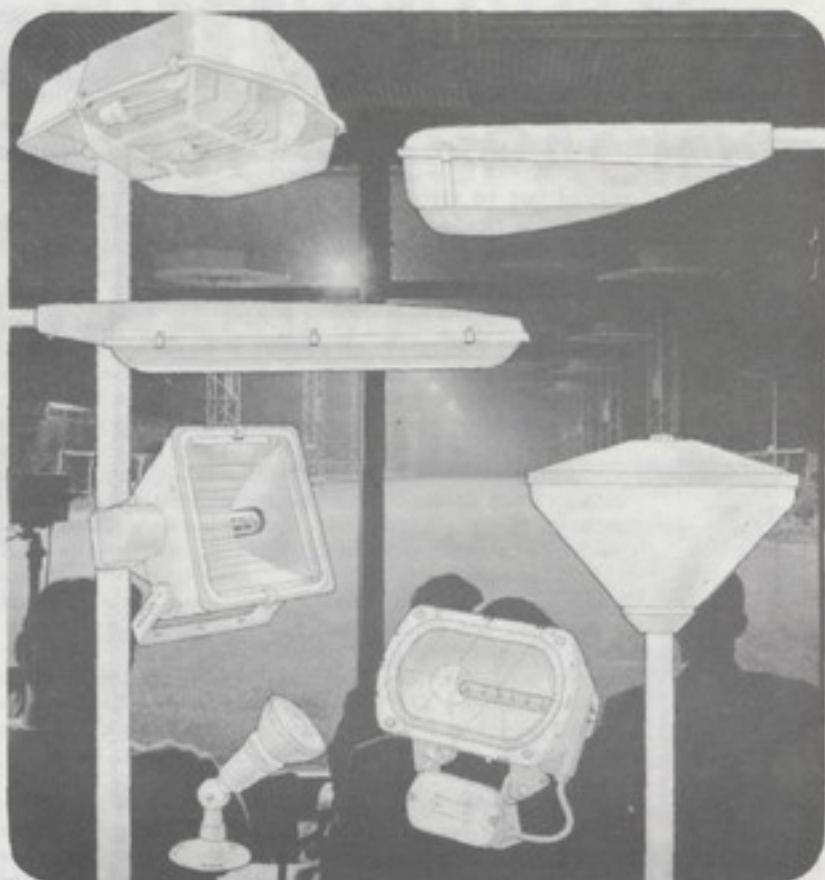
# PHILIPS

Industria de Productos Eléctricos Centro-Americana S.A.

Apartado 4325 - 1000 San José  
Tel: 21-01-11/27-28-29

## • EQUIPOS DE ILUMINACION EN GENERAL

- Bombillos incandescentes de todo tipo
- Bombillos incandescentes decorativos
- Reflectores incandescentes
- Bombillos halógenos
- Bombillos de fotografía
- Bombillos de proyección
- Bombillos para automóviles
- Bombillos miniatura e indicadores
- Bombillos especiales para uso industrial, terapéutico, agricultura, etc.
- Bombillos de descarga a vapor: mercurio, luz mixta, sodio, mercurio halogenado etc.
- Tubos fluorescentes



## • LUMINARIAS Y REFLECTORES PARA LA ILUMINACION DE:

- \* Calles.
- \* Parques
- \* Edificios en general
- \* Iglesias
- \* Teatros
- \* Estudios de T.V.
- \* Hospitales
- \* Estadios
- \* Gimnasios
- \* Aeropuertos
- \* Areas Portuarias
- \* Fábricas
- \* Bodegas
- \* etc. etc.

## • BALASTROS, ACCESORIOS Y REPUESTOS PARA ALUMBRADO.

## • ASESORAMIENTO DE ILUMINACIONES

# INPELCA




# Distinción que sólo el mármol da...

Lavatorios - Tinas para baño  
Sobres de cocina, Enchapes  
También: "Línea Económica"



## Mármol Prins S.A.

Tel.: 31-7220 / Pavas,  
Contiguo a Tropicigás



# PM Putzmeister

## Señor Constructor...

Solucione sus trabajos de repello, proyección, inyección y conducción de mortero con una máquina **Putzmeister**. La máquina **Putzmeister** viene equipada con mezclador, compresor, mangueras para conducir el mortero e incluye pistola de proyección.

PARA MAYOR INFORMACIÓN LLÁMENOS:

## INTERCOMERCIAL LTDA.

Representantes exclusivos de PUTZMEISTER-WERK Maschinen Fabrik GmbH

Tels: 23-1630 / 21-4422

Apdo. 10091 - San José, Costa Rica - Cable INCOME  
Telex C.R. 2222 ELMERC





permitanos presentarle  
**su tarjeta de crédito  
MasterCard de uso LOCAL**



Un medio de pago  
moderno sin los inconvenientes  
del cheque y el efectivo.

Una línea de crédito siempre disponible para cuando  
usted la necesite.

**CREDOMATIC DE C.R.**

TELS: 24-6055 y 24-2155





# neon nieto s.a.

**1937** Primeros en fabricar Tubos Luminosos Neon en Costa Rica.

**1959** Primeros en termoformar Plástico Acrílico en Costa Rica, fabricando los primeros difusores y rótulos plásticos.

**1975** Primeros en fabricar Domos y Láminas Acanaladas de Plástico Acrílico en Costa Rica.

Durante estos últimos once años hemos cubierto con Plástico Acrílico más de 100.000 metros cuadrados de espacio, dentro y fuera del país.

La experiencia adquirida durante estos años, produciendo no solamente láminas y domos, sino una gran variedad de piezas especiales para solucionar problemas en colaboración con los señores arquitectos, nos ha colocado, con gran margen, a la cabeza de esta industria en Centro América y el Caribe.

**plastiluz** 

® MARCA REGISTRADA DE NEON NIETO S.A.

Tel.: 35-6755



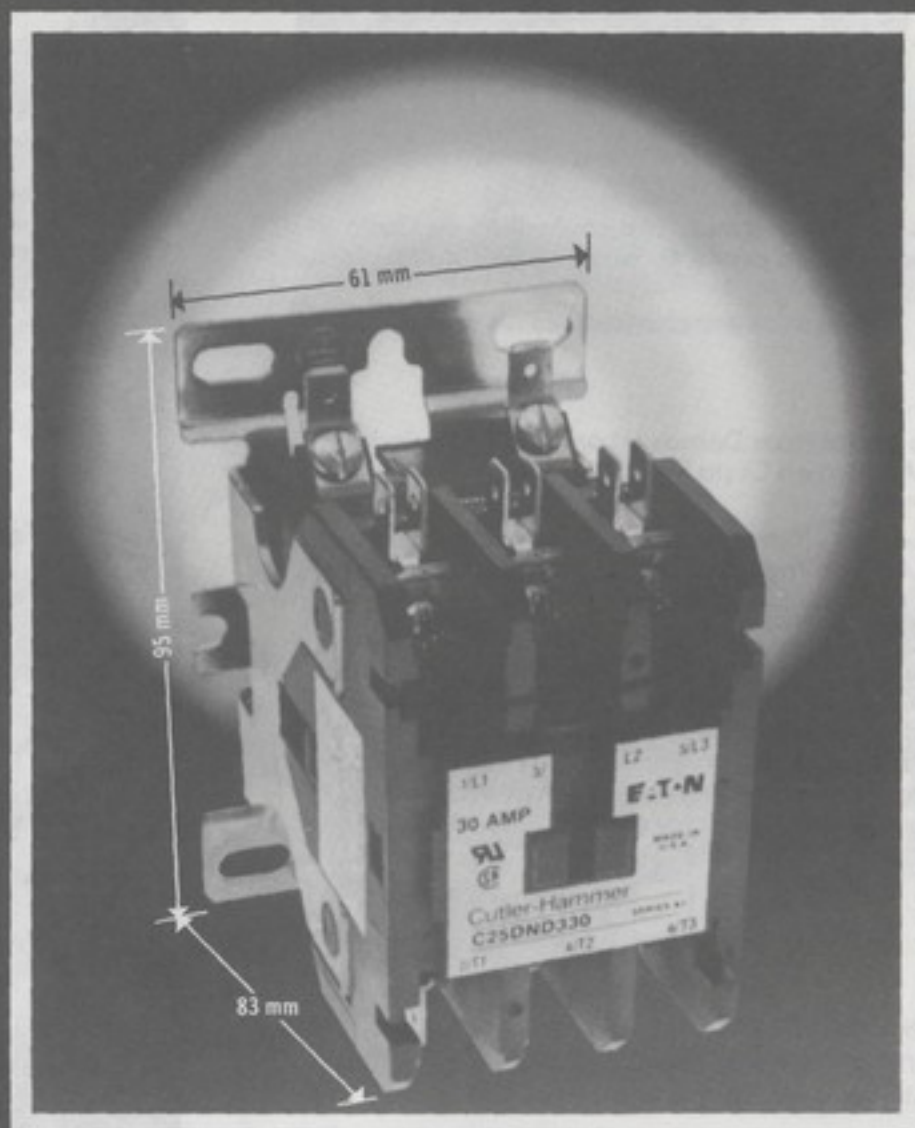


Productos

# Cutler-Hammer

¡SU MEJOR DECISIÓN!  
anuncia la disponibilidad de su nuevo

## contactor DP



de 3 polos con las siguientes capacidades:

Amperios inductivos: 15, 25, 30 y 40

Amperios resistivos: 20, 35, 40 y 50

**E·T·N** Controles  
Industriales S.A.



---

---

# Sumario

---

**3** Editorial

---

**12** ITAIPU: Orgullo Latinoamericano Ing. Jorge Zamora S.

---

**26** “A mal tiempo, buena lámina” Sr. Luis A. Langlois

---

**34** Electricidad: atmosférica y terrestre

---

**44** Tierra extraña... Ing. Mireya Romero

---

**50** Alta tecnología en productos  
cerámicos

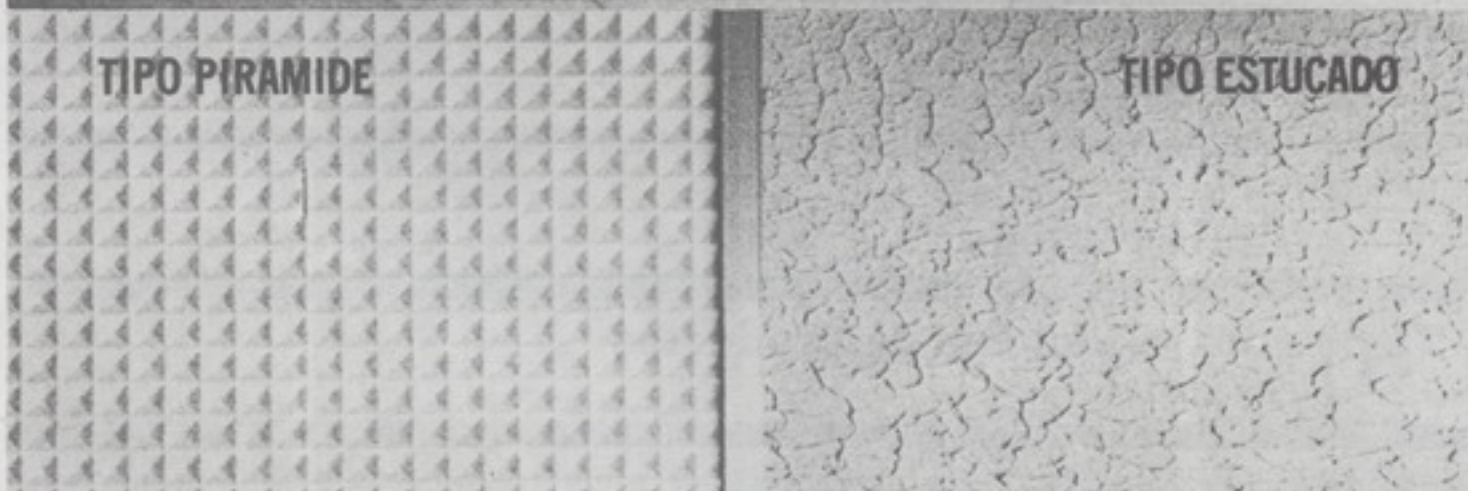
---

**54** Sistema protomodular Arq. Jorge Bertheau

---

*Foto portada: Proyecto Hidroeléctrico ITAIPU  
Cortesía de la Embajada del Brasil*

# Cielorastos que distinguen...



Medida 2' X 4' X 3/4''

- \* AUTO-EXTINGIBLE
- \* AISLANTE TERMICO
- \* AISLANTE ACUSTICO

- \* ECONOMICO
- \* NO ABSORBE HUMEDAD
- \* DE FACIL INSTALACION

Distribuye

## **COMERCIAL TECNICA S.A.**

Apdo. 5113-1000, SAN JOSE TEL. 23-2493 - LA URUCA



**SULLAIR**

Compresores de aire, portátiles y estacionarios.  
Herramientas neumáticas.

**Benford**

Mezcladores de hormigón.  
Carretillos - Volquetes motorizados.

**Aveling Barford**

Motoniveladoras, camiones roqueros.

**Tamper**

Equipo para construcción de vías para ferrocarril.

**TELSMITH**

Equipo de trituración y clasificación de agregados para construcción y minería.

**Etnyre**

Distribuidores de asfalto y agregados.

**JCB**

Cargadores. Retroexcavadores. Excavadoras.

**BARBER-GREENE**

Plantas para producir mezcla asfáltica.  
Acabadores de pavimentos.

**FONT S.A.**



Tel: 32-82-22

La Uruca

TELEX 2216

Apdo. 10295 - 1000 San José Costa Rica.

**MAQUINARIA Y EQUIPO PARA**

Construcción de: carreteras, puentes, ferrocarriles, obras portuarias, edificios, manejo de materiales, minería, industria y agroindustria.

Instalaciones Electromecánicas, combatir incendios, esparcimiento y salud

**Yale**

Montacargas. Carretillas hidráulicas.

**HILMAN**  
INCORPORATED

Rodillos y carretillas para manejo de cargas pesadas.

**CM**  
COLLAPBUS  
MCKINNON  
CORPORATION

Tecles eléctricos y manuales.  
Cadenas para amarre e izaje.

**PETTIBONE**

Grúas hidráulicas, tipo todo terreno y montadas en camión.

**HIAB-FOCO**

Grúas hidráulicas articuladas.

**Franklin Electric**

Motores eléctricos sumergibles.

**SLANZI**  
**DIESEL**

Motores diesel, estacionarios y marinos.

**ASEA**

Motores eléctricos y equipos de control.  
Equipos para subestaciones y plantas hidroeléctricas.

**Jaacuzzi**

Bombas para agua residenciales, industriales y agrícolas. Aguas turbulentes.

**TYLÖ**  
sauna

Baños sauna y baños de vapor.

**↓ DYNAPAC**

Equipo para compactación de suelos.  
Vibradores para hormigón, llanas motorizadas.

**BELL & GOSSETT** **LTT**  
FLUID HANDLING DIVISION

Bombas para agua fría y caliente.  
Intercambiadores de calor.

**GOR**  
GORMAN-RUPP

Bombas para agua, líquidos viscosos y químicos.

**KOHLER.**

Motores a gasolina.  
Plantas eléctricas a diesel o gasolina.

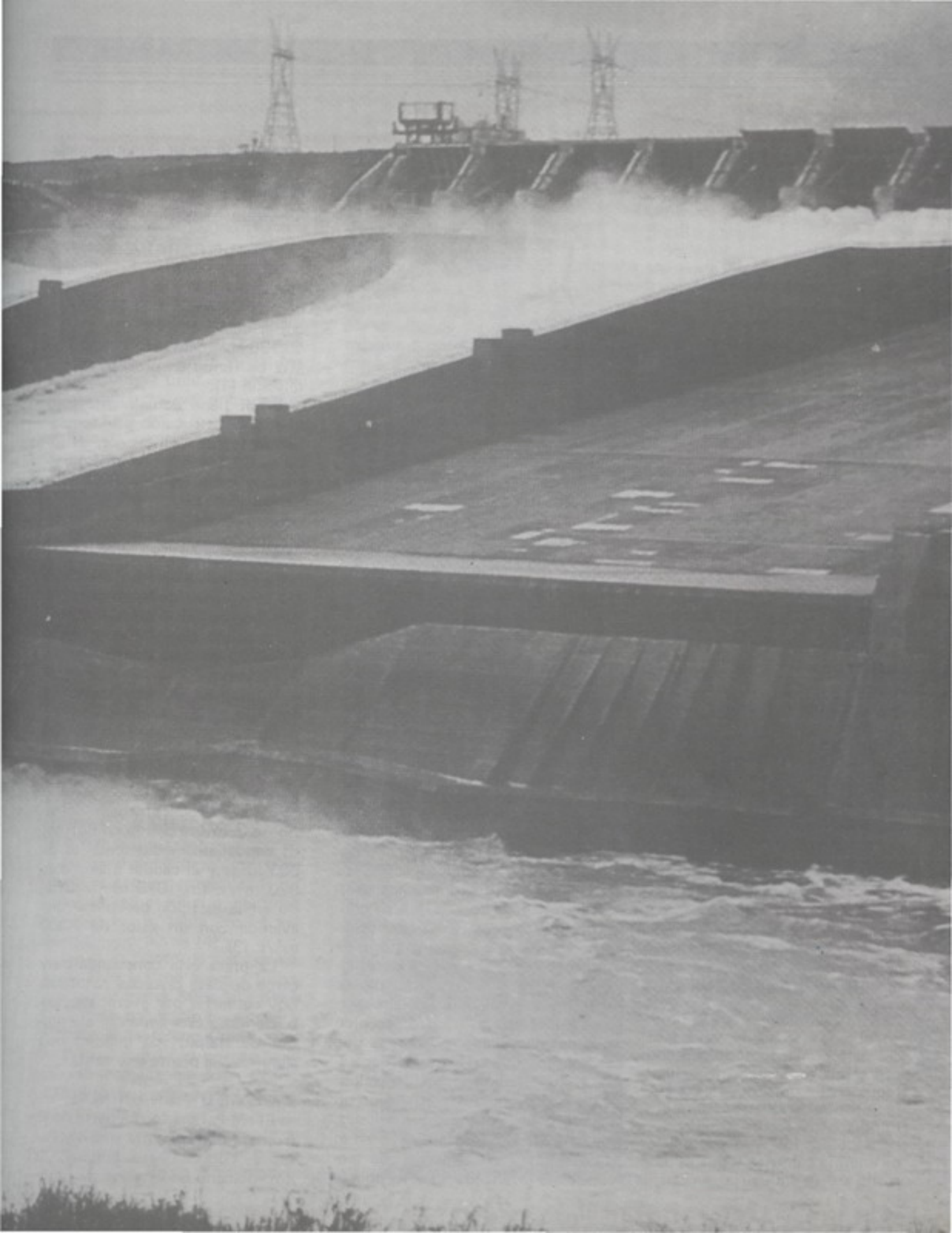


\* **ITAIPU:**  
**Orgullo Latinoamericano**

Ing. Jorge Zamora S.









## 1.- INTRODUCCION

La energía eléctrica es fundamental para el desarrollo económico e industrial de los países, inclusive se ha considerado la potencia eléctrica instalada de un país y la energía generada por año como uno de los factores para medir su índice de industrialización así como el nivel de vida promedio de sus habitantes.

Brasil, el gigante dormido del Sur, ha hecho esfuerzos continuos y sostenidos para desarrollar su enorme potencial hidroeléctrico mediante la construcción de una serie importante de plantas.

Para complementar ese objetivo, el país dispone de varias fábricas para construir todos los equipos eléctricos y mecánicos que se requieren. Tomando en consideración que Brasil no dispone de importantes recursos petroleros para dedicarlos a la producción de energía eléctrica y que el desarrollo de su industria nuclear es

limitado, ha tenido que desarrollar toda una infraestructura técnica en el campo hidroeléctrico.

La Planta Hidroeléctrica de Itaipú, con sus dimensiones colosales: (Varias presas con una longitud total de cresta de 7.655 m. (1), un vertedero capaz de evacuar un máximo de 62.000 m<sup>3</sup>/seg. una casa de máquinas de 968 m. de largo, 99 m. de ancho y una altura máxima de 112 m.), ha contribuido al desarrollo y consolidación de un importante grupo de firmas constructoras de obras civiles cuya experiencia puede ser aplicada en los países del área.

En el campo electromecánico se da una situación similar, ya que de la totalidad del equipo necesario (generación, transformación, grúas, compuertas, etc.) por un monto de US. \$ 2.500 millones, el 81% (2) fue fabricado en el país, logrando adquirir una tecnología avanzada que le podría

permitir al Brasil ser el suministrador de este tipo de equipos para América Latina en los próximos treinta años.

## 2.- EL RIO PARANA

El Río Paraná, sobre el que se encuentra la Planta de Itaipú, tiene un gran potencial hidroeléctrico, el cual ha sido calculado en 48.130 MW incluyendo los 12.600 MW de Itaipú en proceso de instalación (1).

Brasil tiene actualmente bajo diseño, construcción y en funcionamiento, 36 plantas con un total de 32,160 MW, lo cual muestra que Itaipú es una planta más, dentro de un plan integral para desarrollar y aprovechar el potencial hidroeléctrico disponible en la cuenca de este río.

El caudal promedio anual del río en el sitio de la planta tiene un valor de 8.500 m<sup>3</sup>/s y un caudal máximo de 29.700 m<sup>3</sup>/s. El vertedero ha sido construido para evacuar 62.200 m<sup>3</sup>/s, superior a la avenida máxima registrada en 1905 de 45.000 m<sup>3</sup>/s.

Con el objeto de tener un valor de referencia nacional, se presentarán a continuación los mismos valores de caudales para el Río Grande de Térraba, en el sitio de la futura planta de Boruca. El caudal promedio anual es de 303 m<sup>3</sup>/s y el caudal máximo es 820 m<sup>3</sup>/s. En 1973 fue registrado en la estación de Palmar una avenida con un valor de 7.300 m<sup>3</sup>/s. (3)

La presa está construida muy cerca de siete cascadas naturales, hoy cubiertas por el embalse, conociéndose esta zona por el nombre de Itaipú, voz guaraní que significa "la piedra que canta".

## 3.- ITAIPU -BINACIONAL

El río Paraná forma parte de la frontera natural entre Brasil y Paraguay con una extensión de 200 km, ubicándose esta Planta prác-



ticamente al final de dicha frontera fluvial.

La planta aprovecha el agua de este río limítrofe, y su embalse con un área de 1,350 km<sup>2</sup> y una longitud de 170 km inunda tanto territorio brasileño como paraguayo.

La casa de máquinas está ubicada a pie de presa, en el antiguo cauce del río, pasando la línea limítrofe por su centro de tal forma que nueve unidades están en Paraguay y nueve unidades en Brasil.

Para la construcción de este proyecto fue creada la entidad binacional Itaipú en abril de 1973. Paraguay está representado por la Administración Nacional de Electricidad, ANDE y Brasil por la Centrais Electricas Brasileñas S. A. Electrobras, siendo ambas empresas propietarias por partes iguales de la planta hidroeléctrica.

De acuerdo con los contratos firmados por los dos países, la energía producida debe distribuirse en partes iguales y cada uno tiene el derecho de comprar la energía eléctrica excedente no consumida por el otro.

#### 4.— ITAIPU: LA PLANTA DE MAYOR CAPACIDAD DEL MUNDO.

El desarrollo hidroeléctrico de Itaipú es el que permite la mayor capacidad en el mundo, como se muestra en la tabla No. 1 de plantas importantes (4).

Desde el punto de vista de generación anual de energía firme, Itaipú producirá  $69 \times 10^9$  Kw-h en un año promedio contra  $20 \times 10^9$  Kw-h de Grand Coulee, por lo tanto ocupará el primer lugar del mundo tanto en potencia instalada como por energía generada.

La Planta Boruca, que es la de mayor capacidad que se puede construir en Costa Rica tendría

una capacidad final de 1520 MW con una generación promedio firme de  $6 \times 10^9$  kw-h (3).

#### 5.— LOS FABRICANTES DEL EQUIPO DE GENERACION

La planta de Itaipú, con sus 18 unidades de 715 MW cada una, atrajo a los principales fabricantes de equipo de generación del mundo, constituyéndose tres consorcios para la presentación de las ofertas.

##### A) CONSORCIO GENERAL ELECTRIC

General Electric do Brasil S. A.  
Dominion Engineering Company — Canadá  
Canadian General Electric

##### B) CONSORCIO BRASILEÑO — EUROPEO

Industria Electrica Brown Boveri S. A. de Brasil  
Brown Boveri Ltd. de Suiza

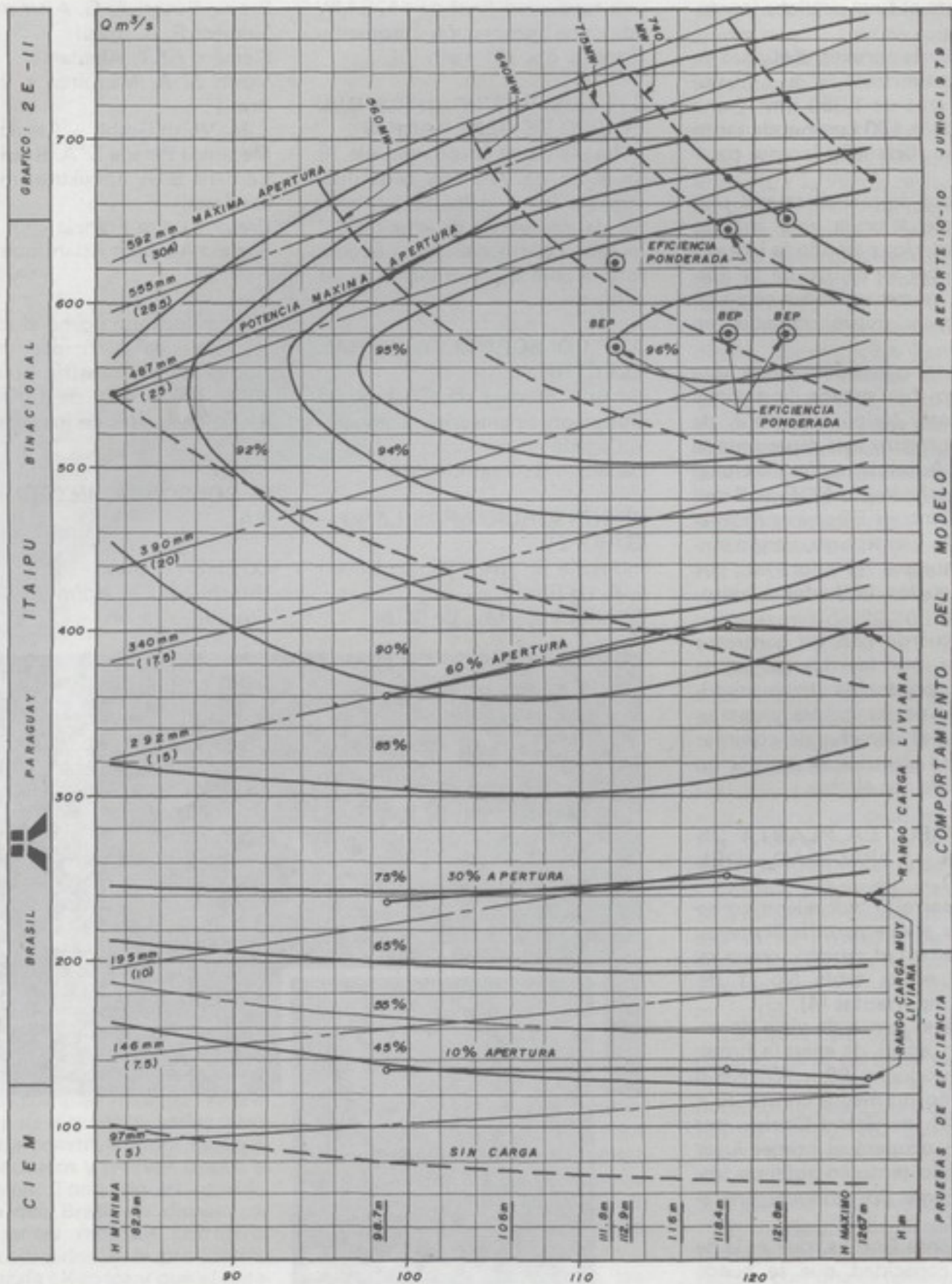
Brown Boveri A. G. Alemania  
Siemens S. A. Brasil  
Siemens AKT. Alemania  
Voith S. A. Máquinas e Equipo Brasil  
J. M. Voith GmbH — Alemania  
Mecánica Pesada S. A. Brasil  
Bardella S. A. Industrias mecánicas Brasil  
Creusot-Loire Francia  
Societe Alsthom Atlantique Francia

Este consorcio ganó el concurso, con una participación muy amplia de la industria brasileña, 80% en el área de turbinas y 84% en el área de los generadores.

##### C) CONSORCIO INTERNACIONAL

COEMSA — Brasil  
Hitachi Ltd. — Japón  
Toshiba — Japón







NOMBRE	PAIS	VOL. DEL EMB. M <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup>	CAP. INSTALADA MW	CAP. PLANEADA MW
Itaipú	Brasil	29.000	En proceso	12.600
G. Goulee	U. S. A.	11.796	3.463	9.780
Guri	Venezuela	139.000	2.550	8.853
Tucurí	Brasil	34.000	3.960	6.480
Sayamo	U. R. S. S.	31.300	6.400	6.400
Krasnoyorek	U. R. S. S.	75.300	6.000	6.000
La Grande 2	Canadá	22.937	2.000	5.328

Tabla No. 1: Plantas hidroeléctricas más importantes en el mundo.

Mitsubishi Electric Corp. – Japón  
 Mitsubishi Heavy Industries – Japón  
 Westinghouse Elect. Corp. U.S. A.  
 G.I.E. Italia

#### 6.- CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS TURBINAS

Las dieciocho turbinas de Itaipú se encuentran entre las más grandes del mundo en potencia

unitaria como se ilustra en tabla No. 2.

El sistema eléctrico brasileño opera a una frecuencia de 60 Hz, mientras que el paraguay a 50 Hz, por lo tanto fue necesario diseñar los alternadores para funcionar a velocidades diferentes.

Las especificaciones técnicas de las turbinas, alternadores, transformadores, equipo de subestación, etc. fueron preparadas por el Consorcio Internacional Engineering Co. de U. S. A. y Electroconsult de Italia, ambas firmas de reconocida capacidad internacional.

Todas las dieciocho turbinas son iguales, tipo Francis de eje vertical con una potencial nominal de 715 MW y una potencia máxima de 740 MW a una altura neta de 118.4 m., instaladas en una casa de máquinas convencional, a pie de presa, ver figura No. 1.

El embalse se operará con una cota superior máxima de 220 M. S. N. M. y una cota mínima de operación de 197 M. S. N. M. Los niveles de restitución varían entre 92 y 138 M. S. N. M. y este factor está gobernado por tres criterios a saber:

- Descarga a través de las 18 unidades de la planta.
- Descarga del vertedero
- Reflujo de las avenidas del río Iguazú que descarga a corta distancia aguas abajo de la planta.

La caída nominal es de 118.4 m., un caudal nominal de 645 m<sup>3</sup>/s por unidad, velocidad nominal de 90.9 r. p. m. para las unidades de 50 Hz y 92.3 r. p. m. para las unidades de 60 Hz, velocidad específica 230 CV-m.

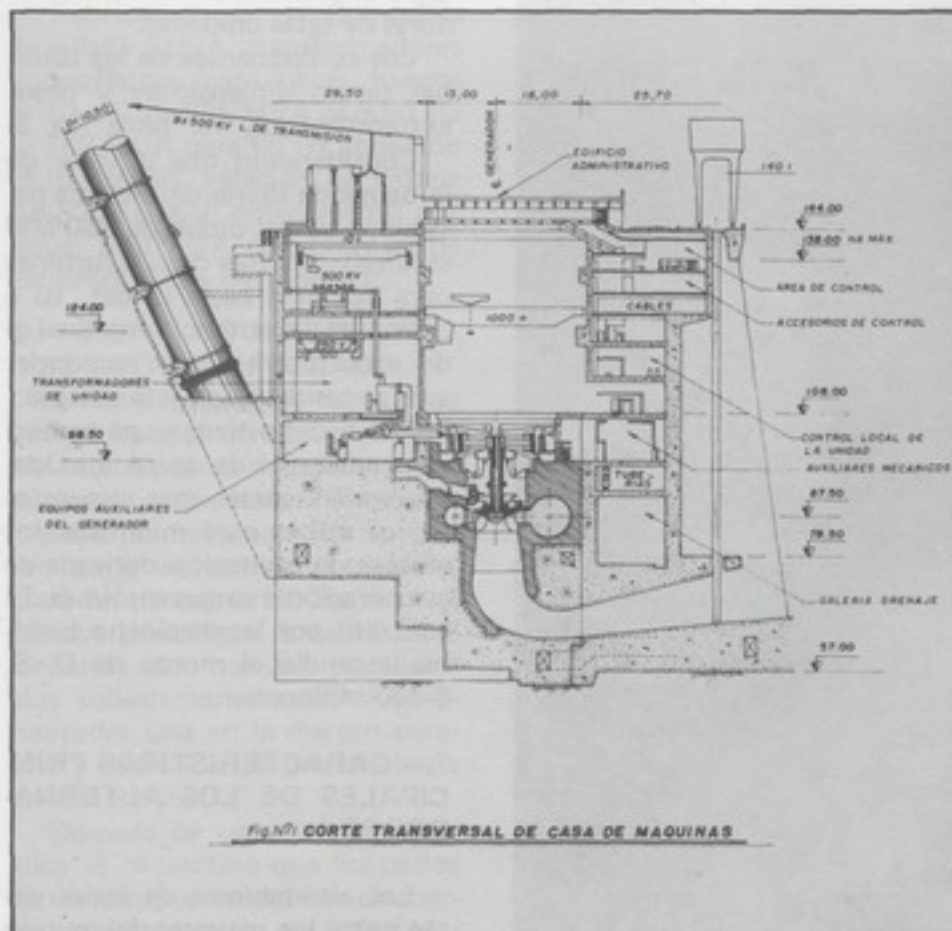
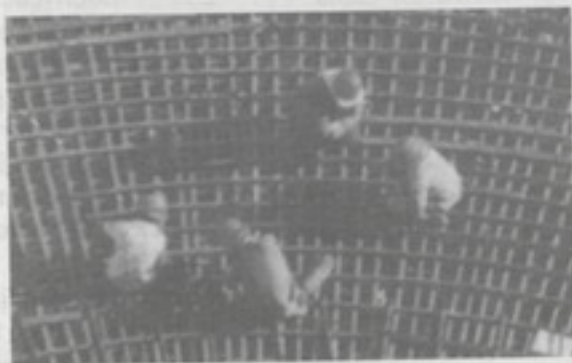


Fig. No. 1: CORTE TRANSVERSAL DE CASA DE MAQUINAS

PLANTA	FABRICANTE	PAIS	POT. NOMINAL MW	POT. MAXIMA MW
Grand Coulee	Dominion Eng.	U. S. A.	612	814
Itaipú	Voith-Bar-Della	Paraguay	715	740
Guri II	Hitachi-Toshiba	Brasil	630	730
Sayansk		Venezuela	607	----
Krasnoyarsk		U. R. S. S.	508	----
Cabora Bassa	Neyrpic	U. R. S. S.	485	----
Churchill Falls	Dominion Eng.	Mozambique	483	----
Revelstoke	Fuji Electric	Canadá	467	495

Tabla No. 2: Potencia de las turbinas de las más importantes plantas.



La eficiencia obtenida con estas unidades es sobresaliente, como puede observarse en las curvas tipo colina mostradas en la figura No. 2.

Varios valores de eficiencia a cargas parciales, constitutivas de la eficiencia ponderada son superiores a 96%, lo que también significa un récord mundial y un logro sobresaliente de los diseñadores de estas unidades.

Los componentes de las turbinas tienen dimensiones y pesos extraordinarios, ver tabla No. 3.

Considerando que el valor de la demanda diaria del sistema paraguayo es del orden de 350 MW se diseñaron tres de sus turbinas para operar a bajas cargas, 10 a 30% de la potencia nominal y de esta forma poder responder a las necesidades de este sistema.

Los rodetes tienen una protección adicional de acero inoxidable en las partes más expuestas de los álabes para minimizar los efectos de cavitación derivada de la operación a cargas mínimas. El contrato por las dieciocho turbinas ascendió al monto de U. S. \$ 800 millones.

## 7.- CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS ALTERNADORES

Los alternadores de Itaipú están entre los mayores del mundo



como se ilustra en tabla No. 4, (5).

Los alternadores para 50 Hz fueron solicitados para un factor de potencia nominal de 0.85 debido a necesidades de la transmisión ya que una parte de la energía será transmitida por líneas de 500 KV, 50 Hz y el excedente por líneas de corriente directa  $\pm 600$  KV.

Los dieciocho alternadores fueron construidos en Brasil, nueve por Brown Boveri y los otros nueve por Siemens.

Los alternadores fueron diseñados con un arreglo de cojinetes DIN W42, con el cojinete combinado guía-empuje debajo del rotor y un cojinete guía superior. Sus características principales se grafican en tabla No. 5, (6).

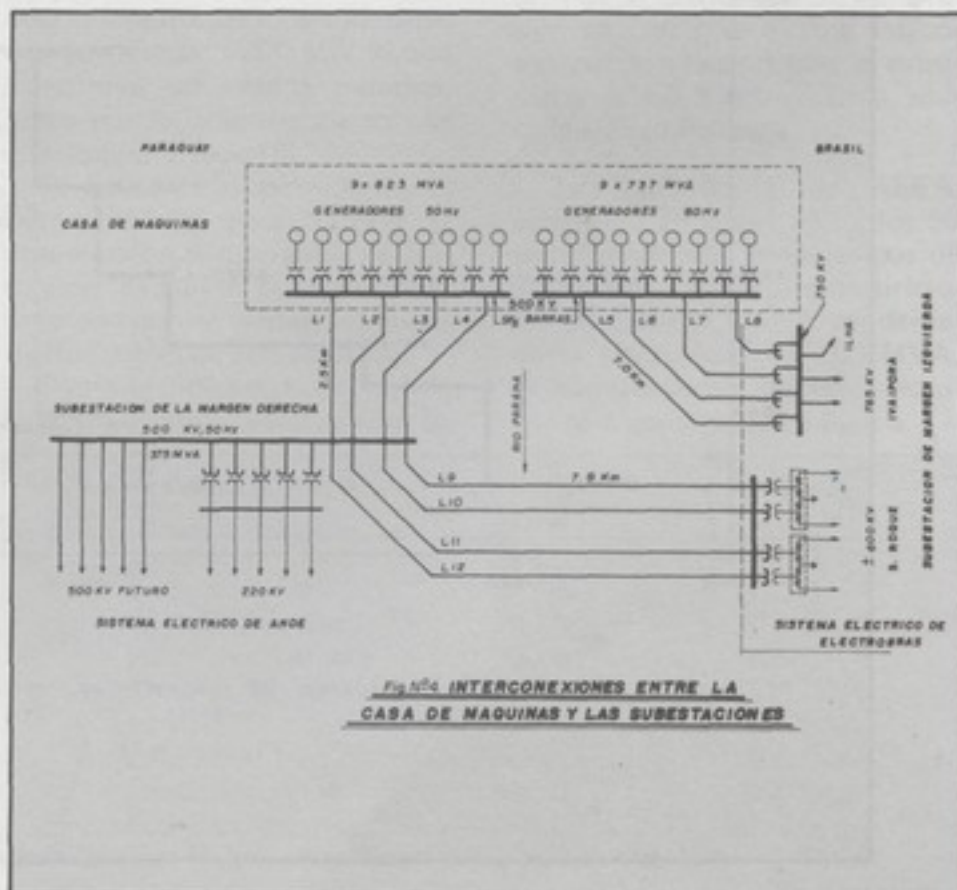
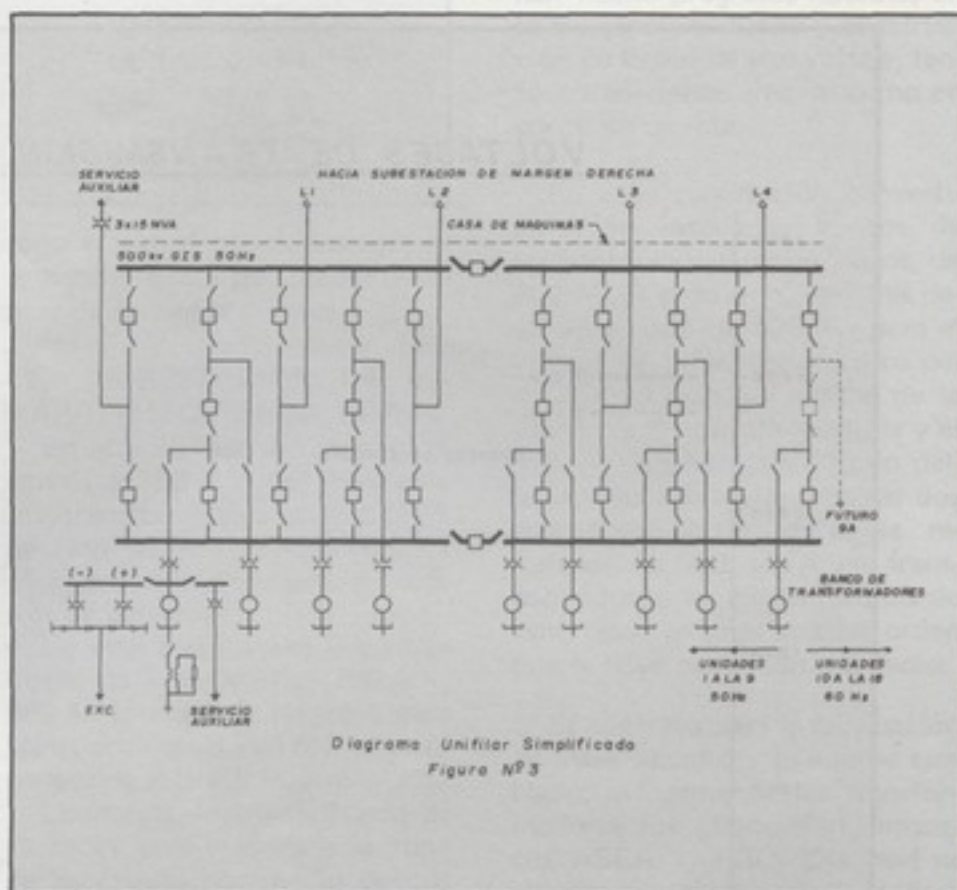
## 8.— TRANSFORMADORES DE LAS UNIDADES

Fabricados por la Compañía brasileña TUSA, transformadores monofásicos para hacer bancos trifásicos de 825 MVA para 50 Hz y 768 MVA para 60 Hz conexión delta-estrella, relación de voltaje 18-525/ $\sqrt{3}$ KV, enfriamiento por agua, tipo FOA con un nivel de impulso básico de 1550 KV.

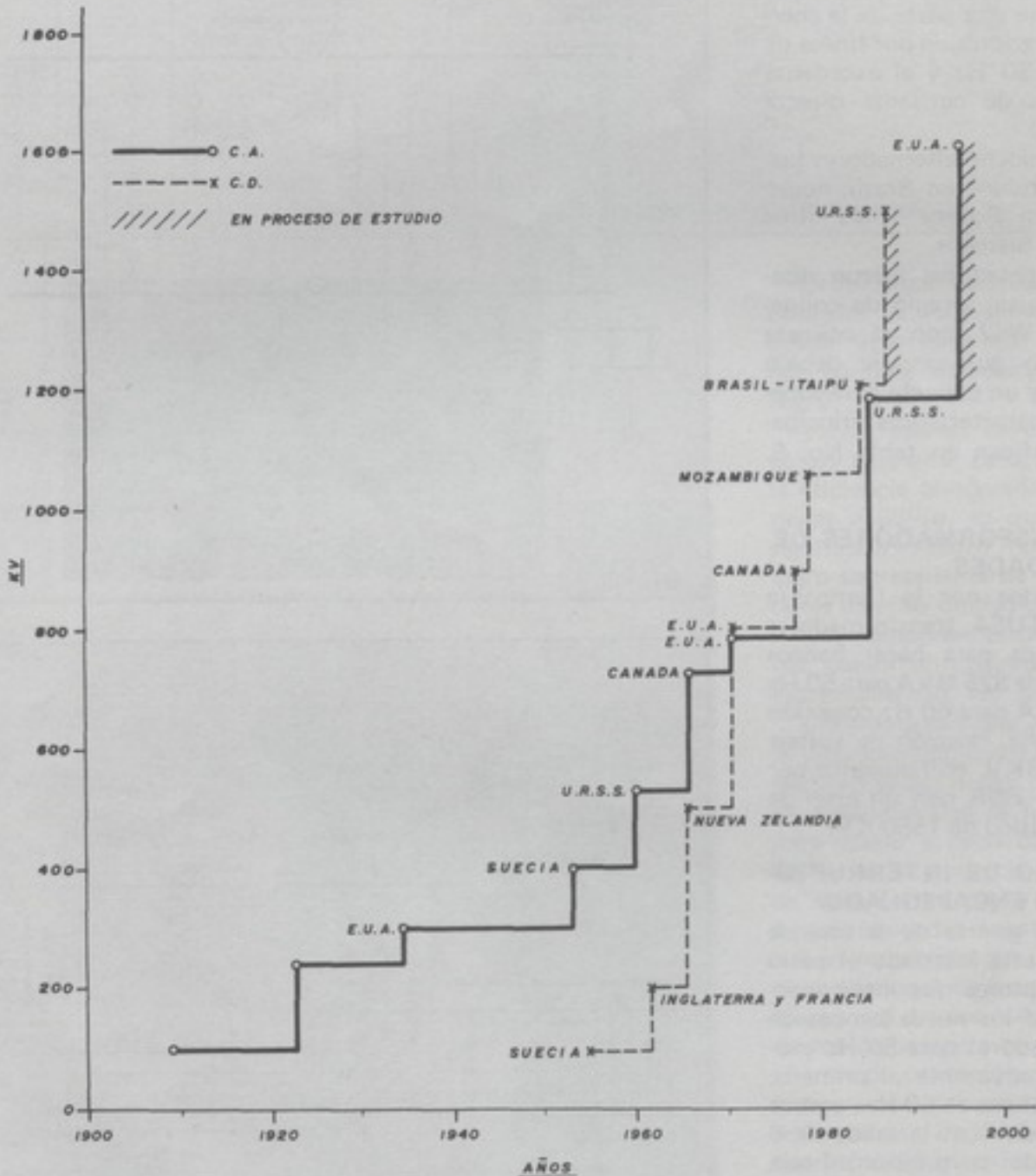
## 9.— PATIO DE INTERRUPTORES TIPO ENCAPSULADO

En una galería de la casa de máquinas está instalado el patio de interruptores que interconecta entre sí los nueve bancos de transformadores para 50 Hz y otro patio adyacente al primero, para los bancos de 60 Hz., ambos bancos posibilitan la salida de 8 circuitos de transmisión, hacia dos subestaciones exteriores, localizadas una en la margen derecha y otra en la margen izquierda del río Paraná.

Después de una serie de estudios se determinó que los patios de interruptores debían diseñarse para un voltaje de 500 KV y



### VOLTAJES DE TRANSMISION MAXIMOS



Evolución histórica de los voltajes de transmisión

Figura Nº5



PIEZA	PESO	DIMENSIONES
Rodete	300 tons.	Día 8.60 m. H-4.5 m.
Caja espiral	600 tons.	Día. 27.50 m.
Eje	128 tons.	Día. 3.7 m. H-5.5 m.

Tabla No. 3: Dimensiones de componentes de turbinas de Itaipú.

dada la limitación de espacio se seleccionó la solución encapsulada con aislamiento de hexafloruro de azufre, fabricados por la Brown Boveri de Suiza.

Como se observa en la Figura No. 3, que se refiere a uno de los patios, se utiliza el esquema de doble barra con las unidades conectadas a las barras principales por medio de la solución del interruptor y medio, las líneas de transmisión de salida con la solución del doble interruptor, arreglo que se definió después de analizar otras posibles soluciones desde el punto de vista de confiabilidad y costo.

#### 10.— SUBESTACION DE LA MARGEN DERECHA, PARAGUAY

Como se muestra en la figura No. 4, se construirán 4 líneas de transmisión entre casa de máquinas y esta subestación, una de las cuales es de reserva. En el futuro se construirán líneas a 500 KV para alimentar la red paraguaya, ya que inicialmente se hará por medio de varias líneas a nivel de 220 Kv. Considerando que la máxima demanda del sistema de Paraguay es del orden de 350 MW,

todo el excedente de energía se enviará al Brasil por medio de líneas de corriente directa.

#### 11.— SUBESTACION DE LA MARGEN IZQUIERDA, BRASIL

En esta subestación se eleva el voltaje a 750 KV, por medio de autotransformadores de 550 MVA relación de voltaje 525/765 Kv para la transmisión hacia los centros de consumo.

De esta subestación salen tres líneas de alto voltaje, 750 KV, 889 kilómetros de longitud para transportar los 6.200 MW que corresponde al Brasil.

La energía eléctrica sobrante de Paraguay será enviada a la zona de Sao Paulo por medio de dos líneas de transmisión de  $\pm 600$  Kv, 800 kilómetros de longitud, capaces de trasegar 6200 MW lo que constituye un récord mundial, tanto por la potencia como por el voltaje utilizado (8).

Se escogió la transmisión en corriente directa para resolver el problema de la diferencia de frecuencia existente 50 Hz/60 Hz, así como por las ventajas técnicas y económicas de esta solución.

Como se indica en la figura No. 5, en los últimos cuarenta años se

han hecho progresos notables en la concepción, diseño y construcción de líneas de alto voltaje, tanto en corriente alterna como en corriente directa.

En cada subestación convertidora, se instalarán bancos de transformadores monofásicos, de 300 MVA cada uno, con tres devanados, uno de 525 Kv para el voltaje de alimentación, otro para la conexión en estrella de la válvula rectificadora múltiple y el tercero para la conexión en delta de dicha válvula. Para las dos estaciones convertidoras se requieren 15.000 MVA en transformadores, el mayor pedido de este tipo, en una misma orden que se haya hecho hasta la fecha.

El contrato para la fabricación de estas válvulas y su equipo asociado, así como de los transformadores fue asignado al Consorcio ASEA — PROMON por su amplia experiencia en la aplicación de la tecnología de transmisión en corriente directa así como por la relación con la subsidiaria ASEA Eléctrica Ltda, ubicada en Sao Paulo.

Esta subsidiaria de ASEA, construirá en Brasil 26 de los 50 transformadores monofásicos de 300 MVA, 24 válvulas de tiristores sencillos y cuatro condensadores sincrónicos de 350 MVA, el complemento de estos equipos será construido en Suecia.

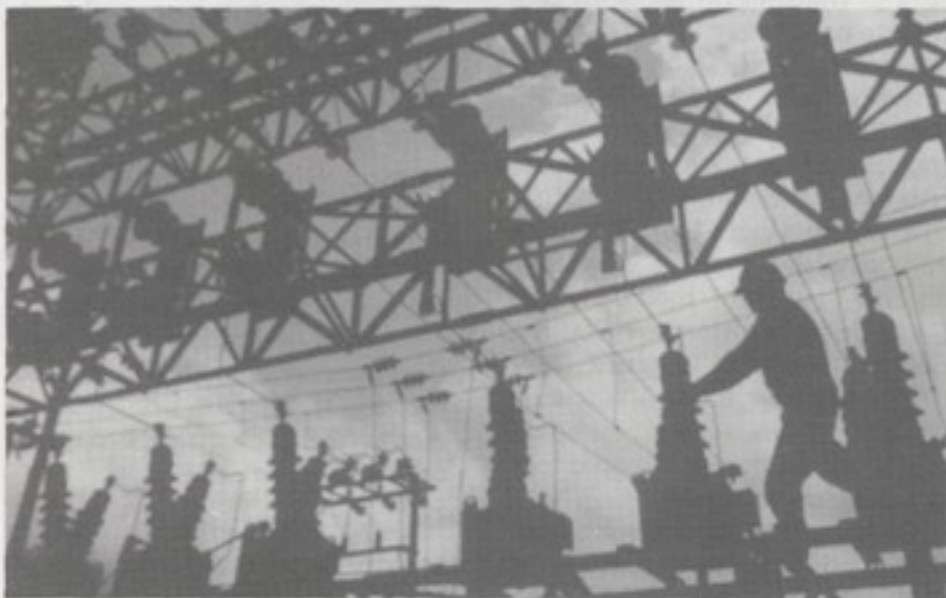
PLANTA	PAIS	FABRICANTE	CAP. NOM.	CAP. MAX.
			MVA	MVA
G. Colee III	U. S. A.	Cand. Gen. Elec.	718.0	825.0
Itaipú 50 Hz	Paraguay	B. B./Siemens	823.6	823.6
Guri II	Venezuela	Canad. Gen. Elec.	700.0	805.0
Guri II	Venezuela	Hit./Tosh/Siemens	700.0	805.0
Itaipú 60Hz	Brasil	Brow B./Siemens	737.0	766.0
Sayanks	U. R. S. S.	L. M. Z.	—	715.0
Krasnoyarsk	U. R. S. S.	L. M. Z.	—	590.0
Chirchill Falls	Canadá	Cand. Gen. Elec.	500.0	500.0
Revelstoke	Canadá	Fuji Electric	485.0	510.0

Tabla No. 4: Alternadores de Itaipú, en relación con otras plantas.



	50 Hz	60 Hz
Potencia aparente máxima	823.6 MVA	766 MVA
Tensión nominal	18 KV ±50/o	18 KV ±50/o
Factor de potencia	0.85	0.95
Número de polos	66	78
Rotación	90.9 r. p. m.	92.3 r. p. m.
Clave de aislamiento	F	F
Momento de inercia	320000 T-m <sup>2</sup>	320000 T-m <sup>2</sup>
Enfriamiento estator	agua	agua
Enfriamiento rotor	aire/agua	aire/agua
Peso rotor	1626 tons.	1519 tons.
Diámetro rotor	16.70 m.	17.50 m.
Diámetro externo estator	17.62 m.	18.37 m.

Tabla No. 5: Características de los alternadores de Itaipú.



## 12.— PRESUPUESTO

El presupuesto de esta magna obra ha sufrido una serie de modificaciones y actualizaciones a partir de su valor inicial de tres mil cuatrocientos cuarenta y tres millones de dólares en 1973.

En 1981 el presupuesto superó los doce mil millones desglosado en las partidas según tabla No. 6, en millones de dólares:

El costo final en 1985 se estimó en 15.000 millones de dólares, lo que indicaría un costo unitario de U. S. \$ 1.190 por kilovatio instalado.

De acuerdo con el informe de factibilidad de Boruca (3) se tiene para esta planta un costo unitario de U. S. \$ 762 por kilovatio instalado, cifra calculada con costos de 1980.

En 1983 se inició la instalación de las cuatro primeras unidades y se espera que para 1989 estén en operación las 18 unidades.

La transmisión de corriente alterna y corriente directa con sus estaciones terminales de conversión de corriente alterna a corriente directa tiene un costo estimado de tres mil quinientos millones (7), lo que llevaría el costo total de la obra a U. S. \$18.500 millones de dólares, cifra que equivale a cinco veces la deuda externa estatal de Costa Rica.

## 13.— NECESIDAD Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Este proyecto, con un costo tan elevado, ha sido objeto de mucha discusión por economistas, políticos y periodistas del Brasil, pues se ha argumentado que el país tiene muchas otras necesidades urgentes que atender y que no se justificaba esta inversión tan cuantiosa.

En la década de los setenta cuando esta planta se concibió y justificó, el crecimiento de la demanda tenía un valor sostenido del 120/o, (9) y no se podría



anticipar la crisis en la economía mundial provocada por el alza en el precio de venta del petróleo, por lo tanto la decisión de construirlo fue tomada acertadamente en base de la información disponible.

Otro elemento a favor del proyecto es el costo en moneda extranjera que fue el 90% del costo total (2), para importar equipo muy especializado, cubriéndose todos los demás gastos con moneda local, obteniéndose una gran experiencia en obras civiles y equipos mecánicos con participación intensiva de fabricantes locales, lo cual debe redundar en una obtención de contratos en América Latina, expandiendo y diversificando su comercio exterior.

— Todo país que pretenda desarrollarse y lograr un nivel satisfactorio para sus habitantes debe impulsar la construcción de plantas productoras de electricidad, creando y motivando con políticas adecuada los grupos profesionales en esta area, los cuales son parte integrante del esfuerzo realizado por todas las fuerzas vivas que producen riqueza y bienestar en un país.

Itaipú, ha demostrado a los latinoamericanos los logros tan sobresalientes que se pueden obtener cuando existe capacidad técnica, voluntad política y espíritu de grandeza.

## BIBLIOGRAFIA



1) Proyecto Itaipú. Resumen de características técnicas, publicado por Itaipú - Binacional.

2) The Binational Itaipú H. Project. Mr. Cotrim, Mr. Krauch, Mr. La Rocha. Mr. Gallico Water Power and Dam Construction, October 1977.

OBRAS CIVILES	US \$ 3 945
EQUIPOS PERMANENTES	US \$ 2 016
OBRAS DE INFRAESTRUC. Y ACCESOS	US \$ 498
EMBALSE	US \$ 321
OTROS	US \$ 48
TOTAL COSTO DIRECTO	US \$ 6 830
ADMINISTRACION, INGENIERIA	US \$ 1 135
OTROS GASTOS	US \$ 46
FINANCIAMIENTO DURANTE LA CONST.	US \$ 4 692
TOTAL GENERAL	US \$ 12 702 (1)

Tabla No. 6: Presupuesto de la planta de Itaipú hasta 1981.

3) Informe de Factibilidad Proyecto Boruca Consorcio SNC - ACREES-DIPSA.

4) World's Largest Hydro Plants WaterPower & Dam Construction. August. 1978.

5) Canadian General Elect. Large Hydro - Electric Gen. Brochure TPP 10/79

6) Electrical and Related Design Aspects of Itaipú Mr. Morales, Mr. Rodríguez, Mr. Salatko IEEE Transaction on Power AP.

Vol. PAS - 101. No. 5 May. 1982.

7) Itaipú, Antecedentes, Proyecto y Construcción. Ing. Cándido Frade Varela. Ciencia Energética No. 42, Abril 1983.

8) Itaipú - The World's Largest HVDC Transmission Asea Journal número 6, Volumen 55, 1982.

9) Itaipú, nunca subestime a los latinoamericanos. Energy Detente Volume IV, Número 7, 1983.



# TANQUE DIEZ

## EL TANQUE SEPTICO INTELIGENTE

En diferentes tamaños

**Nuevo!**

Ahorre excavación,  
acarreos de tierra,  
tiempo de fraguado,  
mano de obra,

es decir:

*Ahorre tiempo,  
dinero  
y problemas...*

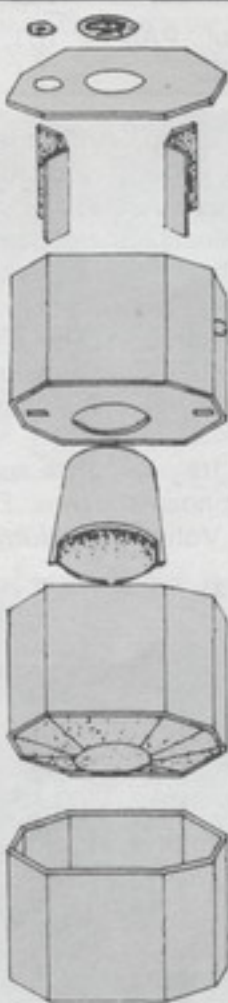
En sus obras instale  
**TANQUE DIEZ**  
En diferentes tamaños

TANQUE DIEZ es un tanque séptico que funciona como un tanque INHOFF pero con todas las ventajas de la prefabricación y, debido a su gran eficacia, en un reducido volumen.

TANQUE DIEZ está prefabricado con concreto de tipo especial, en piezas que no sobrepasan el peso de 120 kilos y de formas que pueden ser manejadas por un solo obrero, con excepción de algunos minutos durante el ensamblaje.

TANQUE DIEZ —hasta para diez usuarios— puede ampliar o reducir su capacidad a 6, 15 ó 20 usuarios con sólo agregarle o reducirle uno o dos anillos, sin hacer otra modificación que profundizar o reducir la excavación.

**El toque final de su obra!**



**T.P.O. S.A.**

TANQUES PREFABRICADOS Y OTROS SOC. ANON.

Fabricado por T.P.O., S.A.  
Apartado 80 Escazú  
Teléfono: 23-65-60, San José.





# 40.000 litros que dicen mucho

Sí, 40.000 litros de nuestro retardante Durotard que fueron seleccionados por los técnicos e ingenieros del I.C.E. para ser aplicados en el PH Ventana Garita.

40.000 litros que dicen mucho porque compitieron con productos de renombre internacional y fueron los elegidos.

40.000 litros que hablan de cumplimiento, calidad y rigurosas pruebas de laboratorio que todos nuestros productos pueden soportar.

Por eso, señor Ingeniero, cuando proyecte o construya cuente con nosotros, con nuestra empresa y con nuestros productos, estamos seguros que quedará satisfecho.

**ADECON**  
Aditivos, Epóxicos y Auxiliares para la Construcción  
M y C Servicios para la Construcción S.A.

Apartado 76, La Uruca, Costa Rica  
Tel.: 33-8489 / Télex: 2564

Impermeabilizantes Integrales e Incluidores de Aire - Retardantes - Acelerantes - Agentes de Empaque - Agentes de Adherencia - Agentes de Tratamiento Superficial - Recubrimientos Epóxicos y Pinturas - Recubrimientos y Endurecedores para Pisos - Selladores Elásticos -



\* “A mal tiempo,





**buena lámina''**

Sr. Luis A. Langlois

*Cortesía de Acrílicos de Centroamérica, S.A.*

El tan conocido refrán, "A mal tiempo, buena cara" no podría estar mejor aplicado que en la cubierta acrílica que corona el nuevo Centro Comercial El Dorado en pleno centro de Cartago.

Un conocido empresario de la Ciudad Brumosa —Don Gonzalo Martínez— concibió la idea de levantar un centro comercial en el propio corazón de su ciudad.

La ubicación del lote de terreno en el que se asentaría el edificio no podía ser mejor, con 20 metros de frente sobre la concurrida Calle del Comercio, contiguo a Cetex y, para más datos, diagonal de la Central de Autobuses. El diseño e inspección de la obra fueron encargados al Ingeniero Amado Leandro quien cuenta en su historial profesional con varias

construcciones de envergadura, no sólo en Cartago —su centro de operaciones— sino en otras ciudades de la Meseta Central.

Desde un principio se estableció que el centro comercial tendría que tener dos niveles si es que en el lote de terreno disponible se querían levantar no menos de 30 locales de adecuadas dimensiones. Considerando que en Car-



Frente al nuevo centro comercial. Los ventanales ahumados están hechos con 14 láminas de acrílico Humo de 6.4 mm (1/4") de espesor. Algunos ya han sido rotulados.



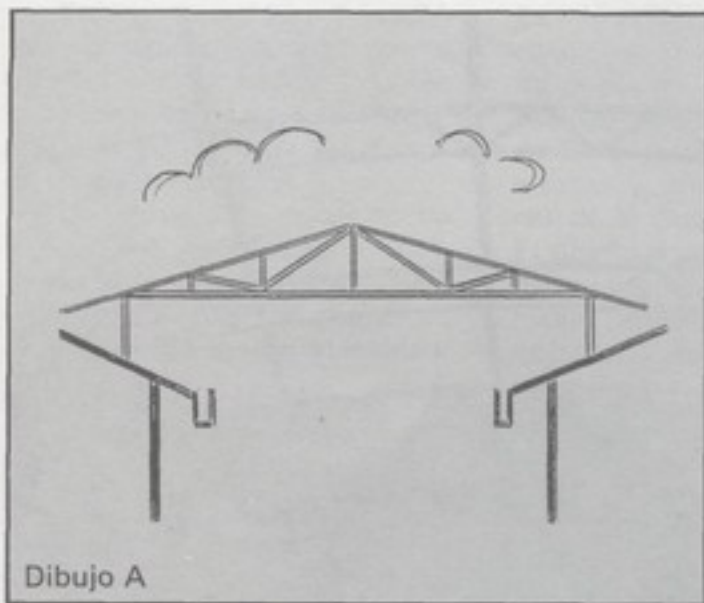
tago llueve una gran parte del año —como en el resto del país, realmente— se decidió que este centro comercial debía tener un techo sobre la disposición en “U” que desde el inicio se aceptó. En otras palabras, el patio central de esta “U” debía ser cubierto. Y si esta decisión resulta extraña, es importante destacar que existen en el país varios centros comerciales que carecen de la comodidad de ofrecer un “paseo seco” a los posibles clientes. Una vez decidido el planteamiento de los dos niveles techados se pensó en el aprovechamiento de la luz natural. Se consideró la posibilidad de colocar láminas de otro tipo, ubicadas estratégicamente en el techo de zinc a dos aguas, para que pudieran actuar como claraboyas.

Pero tanto Don Gonzalo Martínez como el Ing. Leandro decidieron ir a lo seguro, colocando el mejor material que hoy se encuentra en el mercado.

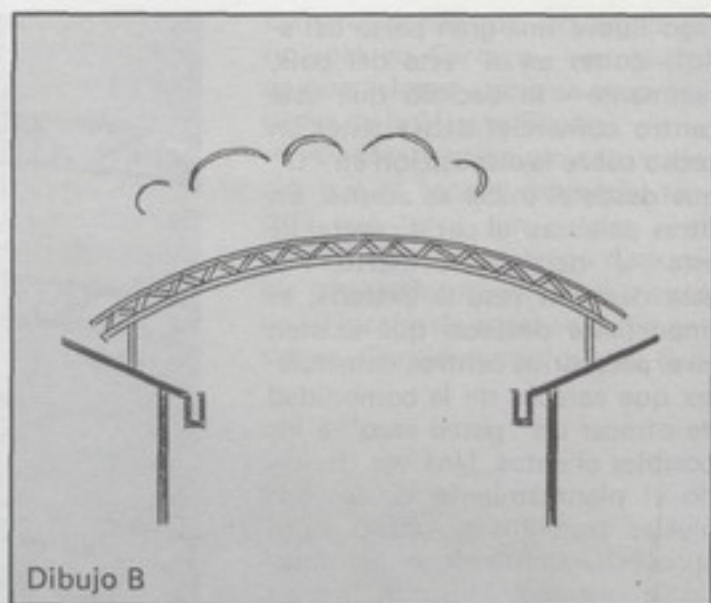
Ahora es tiempo de volver al refrán del título “A mal tiempo, buena lámina” ya que apareció en escena la LAMINA ACRILICA y junto con ella todo el servicio técnico y asesoría de estructura e instalación que, absolutamente gratis, ofrece ACRILICOS DE CENTROAMERICA, S. A., una división de KATIVO dedicada desde hace más de veinte años a la producción de láminas acrílicas planas en Costa Rica. Recientemente la empresa amplió sus operaciones al moldeo de to-



Aquí pueden observarse claramente las cerchas de tipo “espacial” que instaló el Taller Ramírez



Dibujo A



Dibujo B

do tipo de láminas acanaladas para techos y domos.

La idea original consistía en montar una estructura a dos aguas formando una especie de gigantesco monitor apoyado en los techos de la hilera de locales comerciales de la planta alta. Las aguas pluviales se sacarían mediante adecuadas canoas instaladas alrededor del patio central de la "U". Para este trabajo se pensó en principio usar lámina acanalada del perfil conocido como Rectangular. El costo de la estructura era considerable. Esta idea original aparece bosquejada en el dibujo A

El bosquejo de la derecha ilustra la alternativa finalmente aceptada y ejecutada. Gracias a la versatilidad del plástico acrílico se instalaron láminas planas rectangulares (excepción hecha de los

limatones que son trapezoidales) que fueron firmemente fijadas a la estructura sin necesidad de molde. Es interesante destacar que para este tipo de instalación el costo de estructura metálica es menor ya que se recurrió al empleo de cerchas de tipo "espacial" que no necesitan traviesas. Por otra parte, cada lámina va atornillada a una platina en "T" lo cual confiere extrema fortaleza a toda la cubierta. Como se ve, se trata del mismo monitor a dos aguas pero en forma de concha gracias a la eterna flexibilidad del acrílico.

En sus propias instalaciones del Alto de Ochomogo, ACRÍLICOS DE CENTROAMÉRICA, S. A. se dio a la tarea de entrenar al personal del TALLER RAMÍREZ hasta que se convirtieron en verdaderos expertos en la instalación de láminas acrílicas. Incluso,

Don Rubén Ramírez pudo preparar una simulación de cruceta de hierro "T" mostrando todos los detalles de la instalación que debía ser previamente aceptada por el Ing. Amado Leandro.

En esta cubierta acrílica se utilizaron 53 láminas de 1.20 m por 1.80 m y 12 láminas de 1.20 m por 2.40 m. Además hubo que cortar 24 piezas trapezoidales para los limatones que cierran ambos extremos de la cubierta. Todas las láminas son de 4.8 mm (3/16") de espesor en color Humo. Las medidas exteriores totales de la cubierta son de 7.50 metros de ancho por 18.25 metros de largo. Es importante destacar que las láminas fueron enviadas en su empaque original al sitio de la obra. Ya los operarios del Taller Ramírez habían recibido no sólo adecuada instrucción sino valiosísima información acerca del afilado correcto de las bro-



cas para perforar acrílico así como una sierra de disco especial, sin dientes, para cortar sin problemas. Y tal fue la destreza demostrada por el personal de Taller Ramírez que no hubo que reponer ni una sola lámina por defecto de corte o de agujereado. Las clases prácticas recibidas en ACRILICOS DE CENTROAMERICA, S. A. rindieron sus frutos.

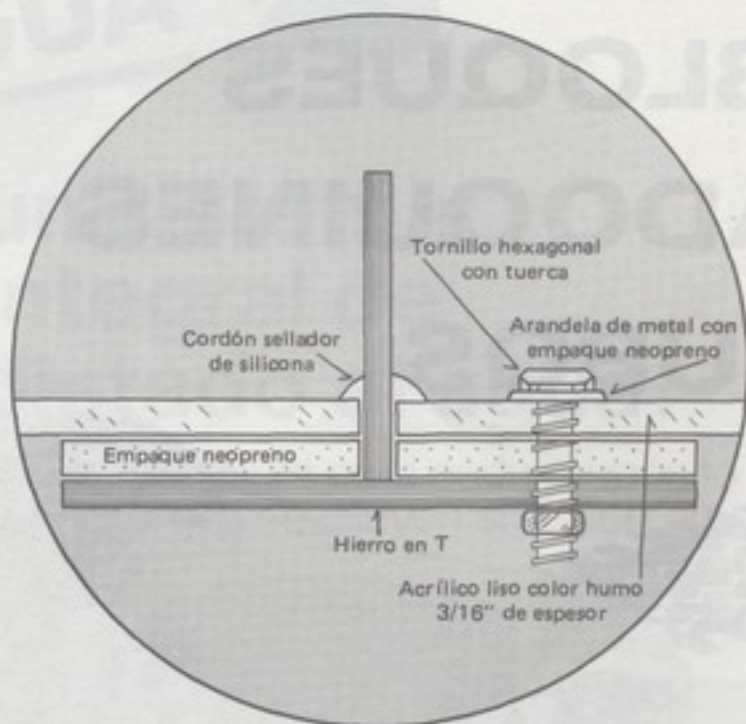
Después de algunos fuertes aguaceros de Setiembre y Octubre, la cubierta acrílica presentó sólo un par de pequeñas goteras que fueron rápidamente corregidas por el personal del TALLER RAMIREZ.

El secreto del éxito de este tipo de instalación reside en la forma en que se fija cada lámina a la estructura de hierro de perfil "T" con el que se fabricaron las cerchas de tipo espacial. El esquema de la derecha ilustra con toda claridad el sistema de fijación de las láminas acrílicas a la estructura.

Y como dijimos antes, Don Rubén Ramírez preparó una cruz de hierro "T" mostrando todo el detalle de fijación al ingeniero y al propietario de la obra.

Una gran afluencia de público es sólo posible en días de lluvia y sin luz artificial gracias a la cubierta acrílica. Para terminar, una observación muy simpática de Don Gonzalo Martínez refiriéndose a la cantidad de luz que las láminas ahumadas de la cubierta dejan pasar en forma controlada excluyendo el indeseable calor:

"Parece mentiral pero hay más luz aquí dentro que allá afuera en la calle"



# Nosotros se lo garantizamos...

- \* BLOQUES
- \* ADOQUINES
- \* TUBOS



**ci**

## CONCRETO INDUSTRIAL S.A.

Teléfono 29-00-77

Apdo. 17 7 Moravia - San José, Costa Rica



# Protecto<sup>®</sup>

**AL AGUA**



un sistema  
integral de  
pintado al agua:

una pintura para cada propósito  
y todas se diluyen solo con agua!



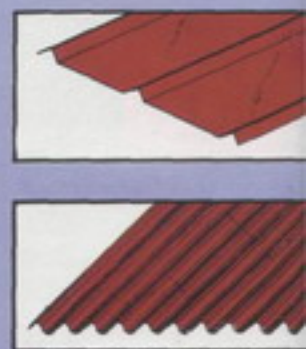
el adiós a las manchas, el adiós al aguarrás!



# DOMOS Y LÁMINAS

**ACRY-LITE** *¡La luz alegre*

Por fin...  
¡No más esperas!  
Domos y Láminas  
siempre en existencia!



Acrílicos de  
Divi





# NAS ACRILICAS



Ahora usted puede aprovechar todas las posibilidades que le brinda la luz natural sin tener que desesperarse tratando de que le fabriquen un domo o le moldeen una lámina acrílica. Todos sus diseños pueden ser realidad utilizando los DOMOS y LAMINAS ACRILICAS PARA TECHO producidas por el mismo fabricante de láminas acrílicas "ACRY-LITE" (MR) que ya tiene un cuarto de siglo de saber hacer láminas orgullosamente ticas!...

## DE VENTA EN LOS PRINCIPALES PROVEEDORES DE MATERIALES DE CONSTRUCCION EN TODO EL PAIS:

- Ferretería El Buen Precio (Curridabat)
- Ferretería El Buen Precio (Plaza del Sol)
- Ferretería San Jerónimo (Contiguo al Lagar-Desamparados)
- El Guadalupano (Guadalupe)
- Depósito Quijano (B°. Cristo Rey)
- Abonas Agro (San José, Centro)
- Ferretería El Mar (Pasaje Jiménez y San Fco.)
- Ferretería Jaime, S.A. (Tibás)
- Kativo Comercial (Pie Cuesta Moras)
- Constructora Alajuelense (Alajuela)
- Almacén Las Tres Américas (Heredia)
- Ferretería Lépiz (Cartago)
- Almacén José Núñez (San Carlos)
- Almacén Rojas & Rodríguez (Ciudad Quesada)
- Ferretería Hnos. Zárate (Puntarenas)
- Suma S.A. (Liberia)
- Durango S.A. (Filadelfia)
- Comercial Milanés (Cañas)
- Infesa (Cartago)
- Agencias Rodríguez Arroyo (Limón)
- Dimacoto (Siquirres)
- Almacén El Colono (Guápiles)
- Ferretería El Colono (Cariari)
- Jiménez & Chaverri (Santa Cruz)
- Ferretería Hns. Ajoy (Nicoya)
- Ferretería Núñez (San Isidro de El General)
- Dimar Ltda. (San Ramón)
- Com. Bolaños Portuguez (Grecia)
- CoopeNaranja (Naranja)
- Almacén Rojas Solórzano (Palmares)
- Almacén Rojas (Zarcelero)
- Cooperativa de Caficultores (Atenas)
- FerreCoop (Turrialba)
- CoopeOrotina (Orotina)



Caroamérica, S.A.

KATIVO

**Llámenos...**  
**iLa consulta que resulta!**

PLANTA: 29-98-09  
VENTAS: 32-45-69  
RADIOMENSAJES: 25-25-00  
EFRAIN FERNANDEZ UMAÑA  
REPRESENTANTE DE VENTAS.





*En sus proyectos,  
estética y tecnología que sólo da...*



**Industrias  
MIDAMERICA, S.A.**  
Tecnología moldeando el hule



*La vasta experiencia técnica de INDUSTRIAS MIDAMERICA, S.A. en el campo del hule, le ha llevado a producir un producto de segura utilización y fácil empleo: pisos adaptables a muchas aplicaciones, confortables y duraderos.*

*Su estructura es única por lo que deriva en una capacidad ilimitada al desgaste, especial para lugares de mucho tránsito.*

*Sus propiedades antivibrantes, antiacústicas y antideslizantes los convierten en una excelente alternativa en sus proyectos.*

**INDUSTRIAS MIDAMERICA, S.A.**  
TELEFONOS

**31-3175 / 31-3183**

200 m norte Almacén Font, La Uruca San José, Costa Rica



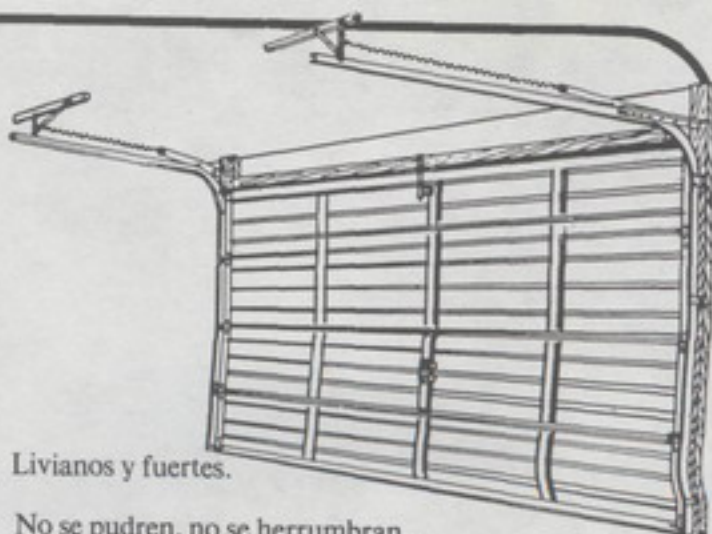
# Décor

PORTONES S.A.

**el portón solución!**



PORTONES LEVADIZOS  
PORTONES CORREDIZOS  
PORTONES ABATIBLES



- Livianos y fuertes.
- No se pudren, no se herrumbran.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Se suministran con sus herrajes completos, rieles, accesorios, cerradura con llavín, en colores lisos y jaspe de madera.
- Con o sin control remoto.

TELEFONO  
**35-4563**

Apdo.: 756-1100  
San José, C.R.



**CEMENTOS DEL  
PACIFICO S.A.**

CEMENTOS DEL PACIFICO S.A.  
APARTADO: 6558-1000 San José  
Télex 2624. Cable: CEMPA Paseo Colón, Calle 32  
Central telefónica 33-40-44 Ventas 22-41-19 Planta - Colorado  
de Abangares 22-84-24 68-55-46

**CODESA**

*Nuestro cemento satisface los requerimientos de las normas internacionales A.S.T.M. C-150 y/o BSS-12-78.*

*A su disposición tenemos Cemento gris Portland Tipo I*

*Nuestras exportaciones se efectúan desde Puerto Caldera, provincia de Puntarenas, Costa del Pacífico, en paletas con sacos de 21.25, 42.50 ó 50 kilos netos, debidamente protegidas con forro de polietileno y flejes de material plástico.*

*Además tenemos a su disposición CLINKER a granel que también cumple con las especificaciones internacionales ASTM C-150 y/o BSS-12-78 para la fabricación de cemento 1 y 2.*

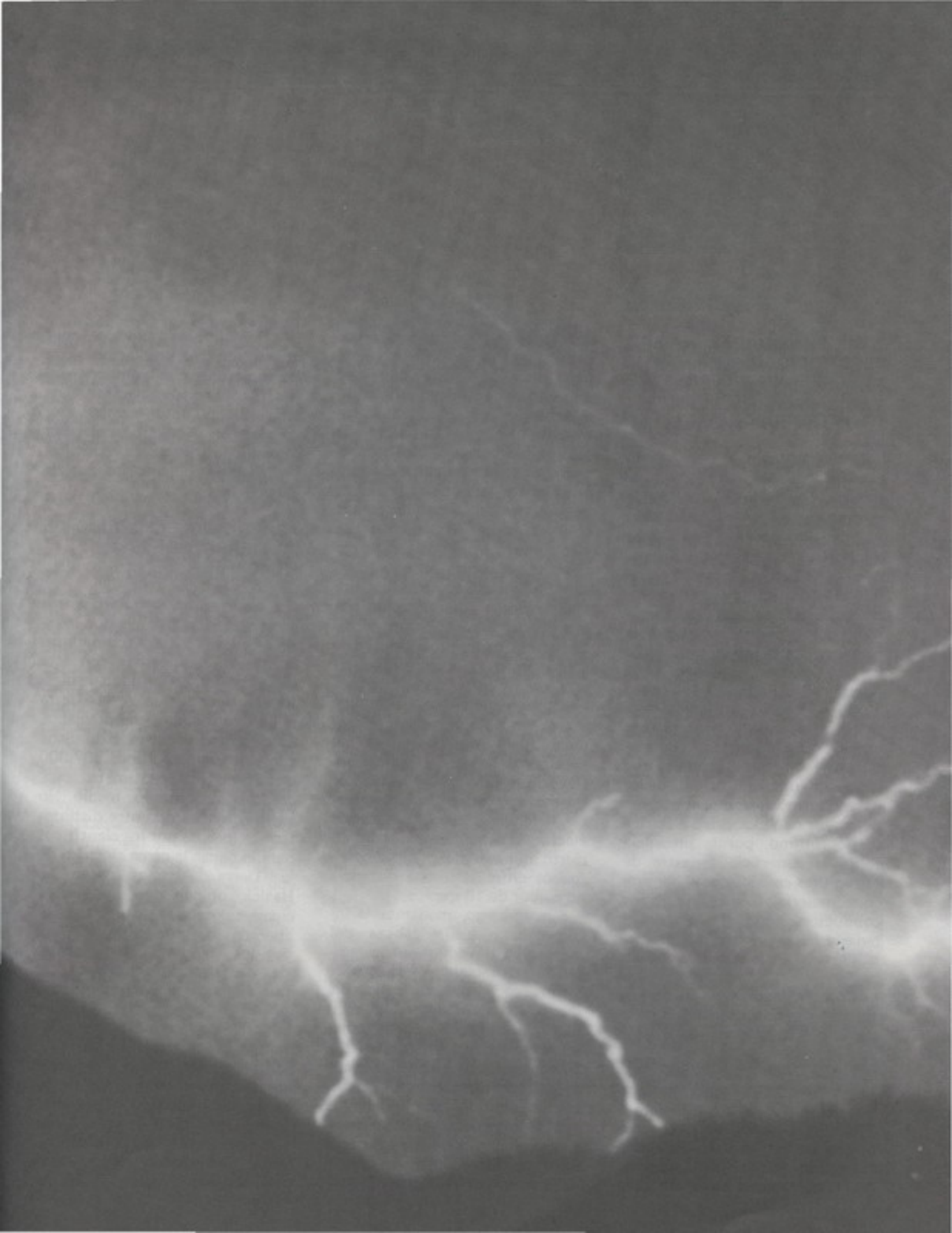
**SACO TRAS SACO  
EL FUTURO.  
SE HACE PRESENTE**





**Electricidad:  
atmosférica y terrestre**  
1era. Parte





## 1. GENERALIDADES SOBRE ELECTRICIDAD ATMOSFERICA Y TERRESTRE

### 1.1. INTRODUCCION

Desde antiguo se sabe que el rayo no elige al azar el punto de la superficie terrestre al cual dirige su descarga eléctrica, sino que en su recorrido hacia la tierra sigue siempre el camino que le ofrece menor dificultad, es decir, aquel que presenta una mayor conductividad eléctrica. Esta conductividad viene condicionada por la presencia en el suelo o subsuelo de materiales magnéticos que tienden a polarizar, en cierto modo, el campo eléctrico existente entre la nube y la tierra (por atracción de electrones); de materiales radiactivos naturales que producen una ionización adicional en la atmósfera, creando zonas de mayor conductividad eléctrica y, por último, por la presencia sobre la superficie terrestre de estructuras creadas por el hombre con materiales más o menos conductores, que, al estar conectadas a tierra favorecen la descarga del rayo a través de las mismas.

Como es sabido, la misión de un pararrayos es facilitar la descarga del rayo a tierra

Desde hace más de 200 años se han venido utilizando pararrayos del tipo ideado por Benjamín Franklin, basados, en el llamado efecto de las puntas, aislados o formando instalaciones complejas, tales como la conocida jaula

de Faraday. Estos pararrayos consisten simplemente en una barra metálica situada en el lugar más alto del edificio o estructura a proteger, conectada a tierra mediante un cable conductor de sección adecuada. Como consecuencia del campo eléctrico existente entre la nube y la tierra, de la punta del pararrayos emana continuamente un efluvo de electrones a manera de descarga silenciosa. Cuando el rayo en su camino hacia la tierra penetra al azar en la zona afectada por esta descarga silenciosa es captado por el pararrayos. Pero, desgraciadamente, la extensión de esta zona es sólo de unos pocos metros alrededor de pararrayos y si la descarga disruptiva se produce fuera de la misma, el pararrayos no puede ejercer influencia alguna sobre ésta. Por tal motivo, los edificios que han de defenderse de las descargas eléctricas deben contar con un cierto número de pararrayos situados entre sí a una distancia no mayor de 10 metros.

Sin embargo, mediante la incorporación a la cabeza del pararrayos de determinadas sustancias radiactivas, el efluvo de electrones y, por tanto, la conductividad del aire, en la zona que rodea a aquél, puede multiplicarse por un factor elevado, aumentándose considerablemente su radio de acción. Las radiaciones emitidas continuamente por el material radiactivo mantienen el aire permanentemente ionizado. Esto constituye la base del pararrayos radiactivo "IONI-

ZANTE" y se produce por interacción de las radiaciones con las moléculas que componen el aire, expulsándose electrones de éstas. El conjunto formado por un electrón y el resto molecular cargado positivamente, constituye lo que se llama un par de iones.

### 1.2. ESTADO ELECTRICO DE LA TIERRA Y DE LA ATMOSFERA

La corteza terrestre acusa una carga eléctrica negativa que se estima en unos 540.000 culombios. Por tanto, comparada con esta carga, cualquier cantidad de electricidad conducida a la Tierra puede considerarse despreciable. La densidad superficial de dicha carga se evalúa en unos 667.000 electrones por centímetro cuadrado como término medio. No existe un acuerdo entre distintas teorías ideadas por los científicos para explicar la carga eléctrica de la Tierra. Algunos como H. Haalck, opinan que esta electricidad se debe a los electrones liberados del núcleo de la Tierra debido a la elevada temperatura de ésta. Otros, en cambio, opinan que dicha carga eléctrica tiene su origen en las tormentas. La carga eléctrica de la atmósfera se origina por la ionización de las moléculas del aire debida a la acción directa sobre las mismas de las radiaciones (partículas alfa, electrones, radiación gamma, protones, neutrones, rayos cósmicos, etc.), procedentes de la Tierra (radiactividad natural), del Sol



y de determinadas estrellas llamadas Super-Novas. El balance de esta carga eléctrica tiene signo positivo debido a la facilidad que tienen los electrones para escapar de la atmósfera, dada su gran movilidad.

Puesto que la atmósfera no es homogénea, la ionización producida en la misma tampoco lo es. A pesar de que la mayor parte de las radiaciones ionizantes que llegan a la atmósfera son de origen extraterrestre, la densidad de ionización, expresada en pares de iones existentes por unidad de volumen, es mayor en las capas inferiores que en las superiores. Esto se debe a la disminución de la densidad del aire con la altura, pues a causa de ello las radiaciones tienen más probabilidad de interacción con el aire en las capas inferiores más densas, por encontrar en éstas un mayor número de moléculas interpuestas en su camino. También influye en grado elevado la degradación de la energía de estas radiaciones a medida que penetran en capas de la atmósfera más próximas a la Tierra, pues a medida que disminuye dicha energía aumenta considerablemente su poder ionizante.

Basándose en la densidad y tipo de ionización existente en la atmósfera, se acostumbra a dividir a ésta en capas de límites perfectamente definidos llamadas:

a) Capa de iones pesados, desde 0 hasta 2 kilómetros de altura.

b) Capa de iones ligeros, desde

2 hasta 11 kilómetros de altura.

c) Estratosfera, desde 11 hasta 80 kilómetros de altura.

d) Ionosfera, desde 80 hasta 200 kilómetros de altura.

e) Electrosfera, desde 200 hasta 1.200 kilómetros de altura.

### 1.3 ELECTRICIDAD EN LAS NUBES

Entre los iones que se encuentran en el aire, tienen particular importancia los iones ligeros formados por partículas de vapor de agua cargadas con signo positivo o negativo. La acumulación de estas partículas en grandes masas constituyendo las nubes, da lugar a menudo, a una serie de fenómenos eléctricos relacionados íntimamente con la distribución espacial de la carga eléctrica asociada a aquéllas. Hay muchos

fenómenos relacionados con el desplazamiento de estas grandes masas de agua, así como su pulverización, sublimación y evaporación, que dan origen a que los iones de un determinado signo se separen de los del signo contrario, concentrándose ambos en zonas distintas y creando dentro de la propia nube, así como entre la nube y la Tierra, campos eléctricos potentísimos que dan origen a las descargas eléctricas que todos conocemos. El estudio de estos fenómenos en relación con su influencia en la separación de los iones de signo contrario ha desembocado en numerosas teorías que intentan explicar este hecho a través de caminos distintos.

Para estudiar la electricidad de las nubes distinguiremos tres casos:

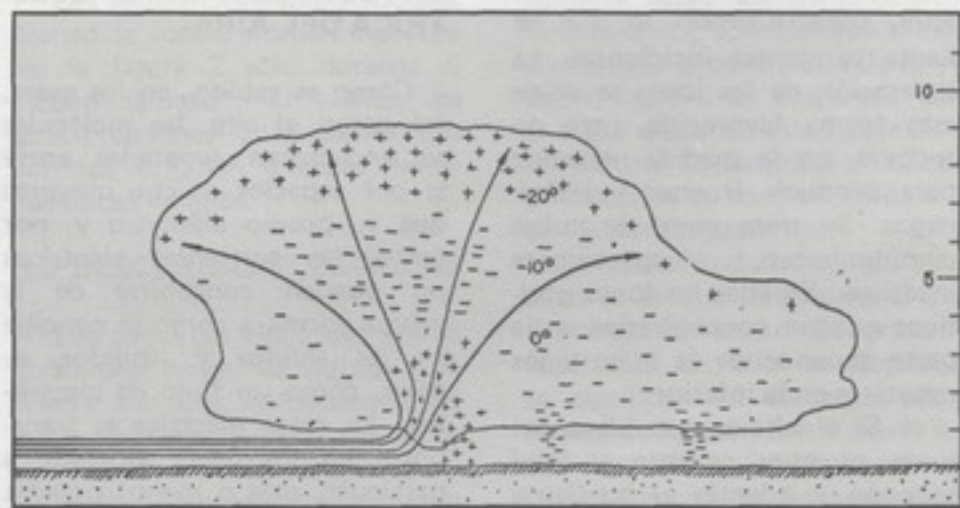


FIG. 1

ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE LAS CARGAS  
ELECTRICAS DE UNA NUBE DE TORMENTA



a) Las nubes llamadas cúmulos que son originadas por corrientes verticales poco intensas que no pasan de la isoterma de  $-10^{\circ}\text{C}$ . Estas nubes están formadas por pequeñísimas gotas de agua que, al cruzar en su caída el nivel de condensación, se evaporan rápidamente. Se llaman "nubes de buen tiempo" y en ellas no se presenta una separación de los iones de signo contrario, debido al reducido tamaño de las gotitas y a la pequeña velocidad de desplazamiento ascendente. Por tanto, estas nubes no tienen cargas eléctricas diferenciadas y son eléctricamente inactivas.

b) Cuando las corrientes verticales son intensas (nubes de desarrollo vertical) la nube en formación atraviesa ya la isoterma de  $-10^{\circ}\text{C}$ , formando cristales de hielo y de nieve que facilitan la formación de grandes gotas de agua, constituyendo lo que se llama tormentas incipientes. La separación de los iones se ve de esta forma favorecida, pero no todavía, en la medida necesaria para producir truenos y relámpagos. Se trata pues, de nubes cúmulonimbus, eléctricamente inactivas. En ellas los iones positivos quedan concentrados en la parte superior de la nube y los negativos en la inferior.

c) Si el aire que se eleva del suelo es muy caliente y muy húmedo y además el gradiente térmico existente en el espacio es propicio, las corrientes ascendentes pueden alcanzar una velocidad de hasta 35 metros por segundo. La nube se forma enton-

ces a alturas muy grandes y las gotitas de agua arrastradas por las corrientes verticales se transforman rápidamente en cristales de hielo. Al debilitarse la corriente ascendente empieza la caída de estos cristales de hielo y con ello la separación en gran escala de los iones de signo contrario.

Los campos eléctricos que se establecen durante este proceso llegan a ser tan intensos que se originan descargas eléctricas que percibimos como truenos y relámpagos. La nube queda transformada en una tormenta, la cual puede, por tanto, definirse como una nube cúmulonimbus eléctricamente activa.

La distribución de los iones en una tormenta es como se presenta en la figura 1.

#### 1.4 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL AIRE

Como es sabido, en los gases, tal como el aire, las moléculas se encuentran separadas entre sí por espacios mucho mayores que su propio diámetro y, por tanto, las corrientes eléctricas no pueden concebirse de la misma forma a como se concibe en los sólidos y líquidos, es decir, como un flujo de electrones. La carga eléctrica se transporta en los gases asociada a partículas más o menos pesadas (iones), que pueden ser simplemente electrones o iones positivos pesados, ambos con una carga igual a la del electrón o múltiplo de ella. En presencia

de un potencial eléctrico, tal como el que se origina entre la tierra y una nube cargada, estos iones viajan a grandes velocidades en la dirección al gradiente del campo; estas moléculas producirán la ionización de otras liberando electrones de ellas. Estas en su camino pueden entrar en colisión con nuevas moléculas de aire y si su energía cinética es mayor que el potencial de ionización de estas moléculas, inducirán la ionización de las mismas (liberando electrones de ellas).

Por este mecanismo, si la diferencia de potencial es muy elevada, pueden llegar a producirse grandes intensidades de corriente eléctrica. La intensidad de corriente se expresa por la cantidad de electrones o partículas de carga equivalente que atraviesan una sección (centímetros cuadrados o metros cuadrados) por segundo. Por tanto la conductividad eléctrica de la atmósfera será tanto mayor cuanto mayor sea la densidad de ionización (número de iones por centímetro cúbico). La densidad de ionización aumenta en la atmósfera con la altura y este aumento tiene lugar de una forma brusca en el límite superior de la estratosfera, de forma que la ionosfera y la electronosfera son ya buenos conductores de la electricidad.

La Tierra, junto con la atmósfera, puede ser considerada como un potente condensador eléctrico, en el cual las armaduras están constituidos por la corteza terrestre y la ionosfera, de cargas nega-



tiva y positiva, respectivamente. El dieléctrico, o sea, la capa aisladora que mantiene separadas estas dos cargas, es la masa de aire que se extiende hasta 80 kilómetros de altura. Entre tales armaduras circula permanentemente una corriente eléctrica positiva descendente que se estima en 1.350 amperios para todo el globo, o bien,  $2.4 \times 10^{-5}$  amperios por kilómetro cuadrado. Pero esta corriente positiva que llega a la Tierra, no llega nunca a neutralizar su carga negativa, la cual se acumula continuamente en la Tierra como consecuencia de los fenómenos eléctricos de las tormentas u otras causas.

La variación de la intensidad del campo eléctrico en las proximidades de la Tierra, es decir, la fuerza con que atrae a los iones que se encuentran en la atmósfera, se suele representar mediante superficies equipotenciales que contienen todos los puntos del espacio en que dicha fuerza es igual.

Como la tierra es buena conductora de la electricidad, su carga se distribuye uniformemente por su superficie, así como por todas las estructuras buenas conductoras, conectadas a ella, de manera que el potencial es el mismo en cualquier parte de ella. Por esta razón la superficie de la Tierra es una superficie equipotencial. Para una representación precisa hay que tener en cuenta la superficie real de la Tierra formada por los accidentes topográficos y por todos los objetos y estruc-

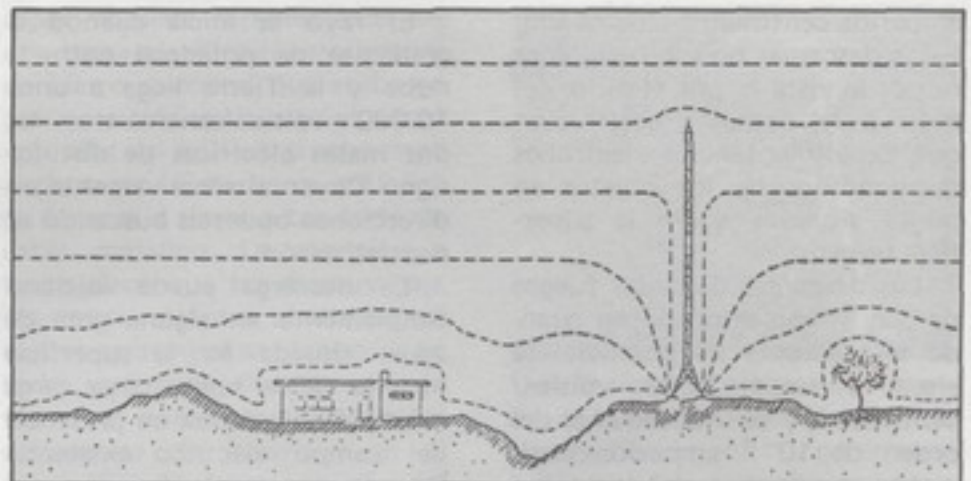


FIG. 2  
ESQUEMA DE REPRESENTACION DEL CAMPO ELECTRICO DE LA ATMOSFERA POR MEDIO DE "SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES"

turas conductores que hay sobre ella, tales como árboles, edificaciones, etc.

Las superficies equipotenciales tienen la forma normal indicada en la figura 2 sólo durante el "buen tiempo". El viento, las precipitaciones y la convección térmica originan grandes deformaciones en ellas.

### 1.5 DESCARGAS ELECTRICAS

Las descargas eléctricas que se producen entre las nubes y la Tierra son una consecuencia de los poderosos campos eléctricos que se crean entre ambos y su intensidad depende del gradiente de potencial existente (voltios/centímetro). El punto de la superficie terrestre en que se produce la descarga, no viene determinado por el azar. Los objetos

y estructuras conductoras unidos eléctricamente a la Tierra y dispuestos en punta, es decir, elevándose sobre los otros objetos circundantes, son los que tienen una mayor probabilidad de servir de vehículo a las descargas. Ello se debe a que en estos objetos o estructuras la densidad de la carga eléctrica es muy superior a la de los puntos restantes.

La intensidad del campo eléctrico es la que determina si una descarga es o no peligrosa y basándose en ello las descargas se clasifican en descargas silenciosas, fuegos de San Telmo, luz de los Andes, relámpagos de calor y rayos. Las descargas silenciosas se producen cuando el gradiente de potencial en las zonas llanas es de unos 150 voltios/centímetro y la intensidad de las mismas se estima en unos  $10^{-10}$



amperios/centímetro cuadrado. Estas descargas no son percibidas ni por la vista ni por el oído, debido a la pequeña aceleración que experimentan los electrones desprendidos de los objetos en punta situados sobre la superficie terrestre.

Las descargas llamadas fuegos de San Telmo se producen cuando el gradiente de potencial se eleva a unos 1.000 voltios/centímetro y su intensidad es del orden de  $10^{-4}$  amperios/centímetro cuadrado, es decir, un millón de veces mayor que la de las descargas silenciosas. En ellas los electrones producen la ionización y excitación de las moléculas del aire creando una luminosidad característica.

Las descargas conocidas por el nombre de luz de los Andes son una especie de descargas silenciosas que se producen en las altas montañas donde la densidad del aire es muy baja y por ello los electrones pueden ser acelerados a grandes velocidades, originando una luminosidad que puede llegar a alcanzar varios kilómetros de altura.

Los relámpagos de calor son descargas silenciosas que se producen dentro de la nube, originando una luminosidad repentina, pero sin venir acompañada del trueno.

Pero todas estas descargas no producen daño alguno al hombre, al contrario de lo que sucede con el rayo

## 1.6 EL RAYO

### 1.6.1. Mecanismo de formación

El rayo se inicia cuando el gradiente de potencial entre la nube y la Tierra llega a unos 10.000 voltios/centímetro; las dos masas eléctricas de distinto signo fluyen alternativamente en direcciones opuestas buscando su neutralización.

La descarga puede iniciarse simplemente en alguna gota de agua, situada en la superficie interior de la nube, cuya carga eléctrica se polariza en presencia del campo eléctrico existente. De esta gota empiezan a desprenderse iones positivos en una dirección y negativos (electrones) en la otra. Los electrones desprendidos son fuertemente acelerados por el campo eléctrico y llegan a alcanzar tal velocidad que son capaces de ionizar a las moléculas del aire que se encuentran en su camino. Este proceso de ionización se propaga en una dirección preponderante, con numerosas ramificaciones que no son percibidas a simple vista ni captadas por los aparatos fotográficos, preparando así el futuro canal de descarga. Este adquiere de este modo una forma de árbol. Las ramificaciones que penetran en un ambiente poco propicio se extinguen, mientras que las que lo encuentran favorable se alargan y robustecen. El aumento de gradiente de potencial en el frente de estas ramificaciones facilita aún más el avance del proceso y con ello la prolongación del canal. Este proceso de ionización constituye la primera fase de la descarga.

En una segunda fase, casi

simultánea con la primera, se produce lo que podemos llamar el "relleno" progresivo del canal en formación. Dicho relleno se realiza mediante el desplazamiento de iones negativos de la nube y positivos de la Tierra hacia el canal en formación, originando lo que se llama una descarga preparatoria. El punto de la superficie terrestre del cual se emiten los iones formando lo que se acostumbra a llamar trazo piloto, será aquél por el cual se ha de producir la descarga principal que sigue a continuación.

En el momento en que el frente inferior del canal de descarga establece contacto con el trazo piloto, se produce la descarga principal (tercera fase) en dirección contraria a la de crecimiento de dicho canal, es decir, de la Tierra a la nube. La carga eléctrica desprendida de la corteza terrestre que invade el canal de descarga, neutraliza la carga eléctrica de éste. Este proceso, es frecuentemente obstaculizado por la elasticidad del aire, que trata de estrangular y deformar el canal de descarga recientemente abierto. La consecuencia de ello es que el proceso de descarga puede repetirse varias veces.

Terminada la descarga, se percibe todavía, por breve tiempo, una débil luminosidad, en el lugar que ocupaba el canal como consecuencia de la "recombinación de los iones", fenómeno que se va extinguiendo a medida que se neutraliza la carga de éstos (cuarta fase).



### 1.6.2. Datos complementarios

Las descargas eléctricas se desarrollan por lo general en tiempo brevísimo, del orden de algunos milisegundos y con una velocidad elevadísima, que se estima en unos 2.000 kilómetros/segundo. La longitud del canal de descarga, ó sea, del relámpago, suele ser de dos kilómetros, normalmente. La masa eléctrica desplazada por una descarga se estima por término medio en unos 10 Culombios, pudiendo llegar a 100 Culombios. La diferencia de potencial entre los extremos de un relámpago, es del orden de 30 a 60 millones de voltios. La intensidad de las corrientes eléctricas producidas por la descarga suele ser como valor medio de 10.000 a 20.000 amperios, pudiendo llegar en algunos casos a 200.000 amperios.

### 1.7. DEFENSA CONTRA LAS DESCARGAS

De todos son conocidos los efectos catastróficos y devastadores que ocasionan al hombre el rayo. La única forma de que se dispone en la actualidad para defenderse de este arma cruel es mediante el empleo de pararrayos. Esto justifica sobradamente todos los esfuerzos que se realizan para perfeccionar el funcionamiento de éstos y hacerlos más eficaces y seguros.

El pararrayos convencional tal como fue inventado por Franklin en 1752 y, prácticamente, tal como se utiliza aún en nuestros

días, consiste simplemente en una barra metálica (generalmente de hierro o cobre) que acaba en punta, la cual se sitúa en el punto más alto del edificio o estructura a proteger. Esta barra metálica se conecta a tierra a través de un cable metálico. La conexión a tierra tiene que ser de muy baja resistencia óhmica al objeto de que el pararrayos se encuentre en todo momento al potencial de tierra y para evitar peligrosas diferencias de potencial en el momento de la caída de una descarga.

En tales condiciones, la acumulación de carga eléctrica en el pararrayos, facilita el desprendimiento de electrones de la punta del mismo, a manera de descarga silenciosa, fenómeno éste que se favorece cuando sobre él se encuentra una nube cargada. Pero esta emisión de electrones es tan débil que sólo afecta sensiblemente a la conductividad eléctrica del aire en un radio de acción muy corto (de sólo varios metros).

Cuando un rayo se dirige a tierra, la posibilidad que tiene un pararrayos de este tipo de convertirse en punto emisor del "trazo piloto", y con ello de que el canal de descarga enlace con él y la descarga se produzca a través del mismo, es prácticamente nula si la descarga se produce a una distancia mayor de unos 10 metros del pararrayos. Esto se debe a que los efluvios que determinan el camino del canal de descarga tienen un alcance lateral sólo de unos siete metros.



A la vista de esto, se comprende que los edificios que han de protegerse con pararrayos Franklin, deban contar con pararrayos cada 10 metros, como mínimo, conectados todos ellos entre sí y a tierra.

Sin embargo, la ciencia y la técnica modernas han conseguido revolucionar recientemente la defensa contra el rayo, merced al procedimiento de una nueva fuente de energía, nacida como muchas otras con fines destructivos. Se trata de la energía nuclear a través de un subproducto de la misma, como son los isótopos radiactivos.

Si en el extremo superior del pararrayos, se fija convenientemente una fuente de material radiactivo altamente ionizante, la conductividad del aire, en un radio que puede ser de varios centenares de metros alrededor de aquél, se aumenta sensiblemente, y con ello el canal de descarga por el cual ha de viajar el rayo, se ve forzosamente atraído hacia la punta del pararrayos tan pronto como penetra dentro de su radio de acción determinado por la zona permanente ionizada.



# EDISON S.A.



edison s.a. iluminación

FABRICANTES DE:  
LUMINARIAS FLUORESCENTES  
INDUSTRIALES Y COMERCIALES

ADMINISTRACION:

**39-0336**

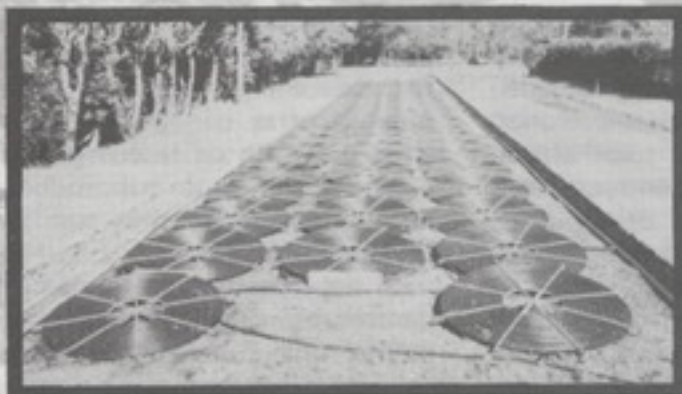
VENTAS:

**39-0330**

APDO: 7-3010 SAN JOSE, PARQUE INDUSTRIAL DE HEREDIA



*Deje el sol en nuestras manos...*



*Caliente su piscina por medio de calefacción solar. Nuestro sistema por su alto rendimiento economiza dinero en combustible. Además le brindamos asesoramiento en el diseño de su piscina a fin de que obtenga un óptimo aprovechamiento del sistema, y se lo garantizamos por 7 años.*

**DREZNER**  
COMPAÑÍA S.A.

ING. MECANICO ISRAEL DREZNER COSIOL  
PRESIDENTE

EMPRESA INSCRITA COMO CONSULTORA Y CONSTRUCTORA EN EL C.F.I.A.  
TEL. 22-8012 — APDO. 3284

Sistema del Club Deportivo Israelita



# SEGURO CONTRA TODO RIESGO PARA OBRAS EN CONSTRUCCION



El seguro Contra todo Riesgo para obras civiles en construcción es un efectivo instrumento para que usted proteja:

- Construcción de edificios
- Carreteras, puentes, otras vías de comunicación
- Represas, obras de riego, canales, etc.

La protección que ofrece el SEGURO CONTRA TODO RIESGO DE CONSTRUCCIÓN está dirigida a los propietarios de la obra, acreedores, contratistas, subcontratistas

y otros interesados: cubriendo los riesgos de:

- Incendio
- Daños por trabajos defectuosos
- Terremotos, vientos huracanados, inundaciones
- Responsabilidad Civil por daños a terceros.
- Remoción de escombros, hundimientos y deslizamientos.

**Para mayor información,  
CONSULTE A UN AGENTE  
DEL INSTITUTO NACIONAL DE  
SEGUROS.**



# INS

# Tierra extraña...

## dónde la madera adquiere toda su belleza

Uno se da cuenta inmediatamente, que hay algo diferente en este taller de ebanistería, escondido en las faldas de los cerros, a la par de Piedades de Santa Ana; cuando se entra por un tunel de bambú y se llega a una finca rodeada de árboles frutales, helechos y flores. Esta diferencia se acentúa al entrar propiamente al taller, cuando no se oye el fuerte ruido de maquinaria, que se espera oír en una mueblería; pero encuentras el suave sonido de cepillos y formones sacando bellísimos colochos en colores, castaño, rojo, anaranjado y hasta púrpura, de las maderas más bellas del mundo. Lo más raro se descubre al subir al segundo piso donde está el salón de exhibición y se encuentran muebles que no conocen los clavos, ni tornillos de metal, sino: tacos, cuñas y acopladuras de la misma madera; que no conocen los tintes y sombras tan usados, pero se destacan los colores y jaspes naturales; que no tienen las líneas tradicionales del pasado, donde se resalta el tallado y las piezas torneadas con detalles ornamentales, pero sí encontramos las líneas sencillas

y elegantes, donde sobresale la línea natural de las vetas de la madera y las formas esculturales modernas. Ya ha entrado al mundo raro de Tierra Extraña. La diferencia especial que trajo la Mueblería Tierra Extraña al ambiente nacional, desde su fundación, hace más de doce años; fue el propósito de rescatar las mejores maderas, que aún en ese entonces estaban rápidamente desapareciendo y preservarlas en obras que perduraran, para que generaciones del futuro puedan

Ing. Mireya Romero

admirar las maderas preciosas que teníamos; y a la vez llamar la atención del público, sobre la valiosa riqueza en vías de extinción. De las maderas que usa Tierra Extraña, dos de ellas, ya han desaparecido del mercado (cocobolo y guayacán real) y a otras les quedan pocos años de existencia (cristóbal, cenízaro, etc.).

Con estos valores en mente, las tucas se seleccionan cuidadosamente entre las que llegan a la Plaza del Pacífico y en varios







aserraderos. Después se hace una estricta supervisión en el proceso de aserrado de las tucas, analizando el desarrollo de las vetas en cada tuca y cambiando cortes y medidas de las tablas para aprovechar lo óptimo que ofrece cada tronco. Ya entregadas las tablas aserradas al taller, se inicia el período de secado, el cual debe de hacerse lentamente para evitar los daños que caracteriza la madera densa, el secado se hace en dos formas; primero al aire libre colocando las tablas en posición horizontal para evitar torceduras



en las piezas y colocando pequeñas reglas que las separan para permitir el paso del aire entre una y otra tabla, además se deben pintar los cortes extremos de cada tabla para sellar los poros. Dependiendo del espesor de las tablas se dejan en esta posición de uno a dos años; luego se pasan al horno solar y se dejan por un período que oscila entre uno y dos meses según el tipo de madera, hasta que lleguen a estar entre 8 y 12% de humedad; en este momento ya está la madera lista para trabajarla.

Los diseños originales están confeccionados por el Señor Jay Morrison quien se dedica a crear formas artísticas en que se destacan las líneas naturales de la madera. Los diseños van desde artículos pequeños de artesanía tales como, ensaladeras, joyeros, espejos de mano y pared, hasta muebles de sala, dormitorio y oficina. Algunos son de doble función como biblioteca/escritorio, sofa/cama, mesa/baúl, etc. Otros diseños son de artículos desarmables, para ser llevados por turistas. También se hacen

# Tierra extraña

dónde la naturaleza



diseños con piezas únicas, o sea tablas que presentan formas o defectos naturales que se puede sacar provecho de esto y obtener piezas de gran belleza y originalidad.

Aunque casi toda la producción del taller está orientada al mercado local, gran cantidad de piezas son compradas para ser enviadas fuera del país; por esta razón hemos tenido que poner mucha atención al tipo de construcción que usamos, ya que las maderas sólidas, aunque tengan porcentajes mínimos de humedad, siempre sufren variaciones en sus dimensiones, con los cambios de clima; y especialmente en nuestro caso, en que no usamos clavos, tornillos, ni grapas, sino las acopladuras antiguas, tales como cola de pavo, tacos con cuñas, dedo, caja y espiga, etc.

En otros diseños, usamos técnicas muy modernas como laminaciones, doblado en vapor y esculpido con discos de lija. En los últimos dos años, para cumplir con pedidos de muebles de oficina y diseños arquitectónicos especiales se ha usado algunas piezas metálicas y hasta plywood.

Las maderas más usadas para fabricar muebles semi-finos, son principalmente cedro, guanacaste, laurel y ciprés, todas de buena calidad y conocidas como "maderas duras"; pero en la escala de densidad donde el 1.0 corresponde a la densidad del agua, estas maderas presentan densidades del 0.31 al 0.47, o sea son relativamente suaves. Aún la caoba, producida en Costa Rica es suave, con una densidad de 0.45; no así la caoba que crece en el Caribe o Cuba, que sí es dura, y es la



que le ha dado la fama internacional a esta madera.

En las mueblerías que producen muebles finos, las maderas más usadas son cenízaro y cristóbal. El cenízaro tiene una densidad de 0.5 si proviene de la región Pacífica y un poco menor si es de la Zona Atlántica. Esta madera es de excelente calidad, variando su color de tonos: café claro a café oscuro, presenta muchas vetas, y es rica en jaspes.

El cristóbal, también es de muy alta densidad, 0.8, con colores rojizos y abundantes formas de las vetas. El cristóbal es la mejor madera para fabricar muebles finos, no hay mejor madera en todo el Continente Americano; supera el roble, nogal, maple, teca, etc.

Otra madera fina es el nazareno, con una densidad de 0.83, con su color extraño, pero bellissimo, como es el púrpura. También se trabaja con el guapinol (0.77 de densidad), con color miel y un lustre natural increíble, mora (0.75 densidad), de color amarillo, cortés (0.75 densidad), de tonos café verduscos y bálsamo con tonos de rojo a negro.

Para muebles pequeños y detalles en muebles grandes se usa el famosamente conocido cocobolo (densidad 1.5) de la familia "madera rosa", con colores rojo, anaranjado, café y negro, siendo después del ébano la madera pre-

ciosa más costosa del mundo y siguiéndole el guayacán real, conocida como la madera más dura, de las maderas comerciales, con una densidad de 1.28. Estas dos maderas no flotan en el agua.

Para dar el mejor acabado a los muebles se someten a un prolongado proceso de lijado, llegando a usarse por último la lija 400 que es la más fina que se produce y por último se les da los acabados con aceite Danés, lacas y poliuretano aplicados en varias capas y pulidos manualmente hasta conseguir un perfecto acabado natural.

Los muebles que fabricamos gozan de garantía perpetua.



Estructuras KIKUT y CALDERON S.A.

Estructuras

**KICAL S.A.**

**Ing. Edmundo Kikut L.**  
**Ing. Gonzalo Calderón V.**

**27-1908**

**27-0978**

**Apdo. 115 Zapote, San José, C.R.,  
San Francisco de Dos Ríos**

**ESTRUCTURAS METALICAS**

Estructura: Costa Rican Cocoa Products - Zapote

*Staves, Barrels & Parquet Inc.*



**"Stabapari"**

**Teléfonos: Fábrica 32-07-76 \* 32-13-14 Telex 2468 Gemalba  
Apd. 2043-1000 San José, Cable "STABAPARI"**



**Maderas y acabados.  
S.A.**

**ESTA CONSTRUYENDO... ESTA REMODELANDO...  
LE OFRECEMOS**

- \* Tablilla de Caobilla, Surá, Roble Coral, Cristobal.
- \* Tabloncillo de Surá, Roble Coral, Cristóbal.
- \* Moldaduras, Rodapié y piezas de artesanado.
- \* Tablillas decorativas en Caobilla, Surá, Roble Coral.
- \* Machihembradas y biseladas en los extremos.
- \* Madera de Cuadro y Formaleta.
- \* Parquet en varias especies.
- \* Marcos para Puertas.

**CONSULTENOS A NUESTROS TELEFONOS, CON GUSTO ENVIAREMOS  
UN REPRESENTANTE, O VISITENOS**

**MADERAS Y ACABADOS S.A.**

**32-6647**

150 MTS. AL ESTE DE LA ESTACION. LA FAVORITA EN ROHRMOSER

**32-9124**



**Sr. Profesional**  
**nosotros le ahorramos su tiempo y su dinero.**

*Reunimos en nuestro local, la más amplia variedad de artículos de las más reconocidas marcas.*

Somos distribuidores autorizados de las primeras marcas en:

- Artículos para la construcción en general.
- Artículos eléctricos.
- Artículos de ferretería.



Surtido y alistado en maderas finas, corrientes y de diferentes medidas.  
Para un mejor servicio, contamos con aserradero propio.  
Quirós Coto Hnos. S.A.  
500 m. E. Ig. Purrul Guadalupe  
Apartado 50 Teléfono **25-82-64**

**EL GUADALUPANO S.A.**

100 m. N. de la Iglesia de Guadalupe

Teléfono **24-22-44**

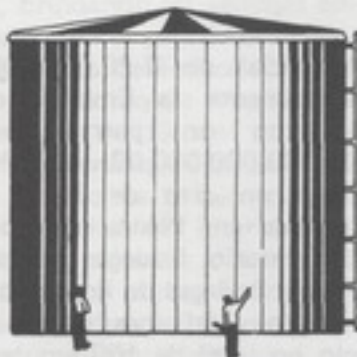
Bodegas de madera **25-58-83 y 25-20-54**

**Abierto de 6:30 a.m. a 5 p.m.**

Amplia zona parqueo

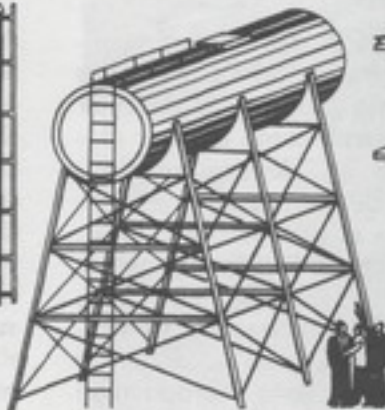
**ACEROS CENTROAMERICANOS S.A.**

FABRICANTES DE: Tanques para agua, diesel y presión (únicos con tapas rebordeadas) • Tanques en acero inoxidable • Tanques australianos • Containers • Silos • etc.



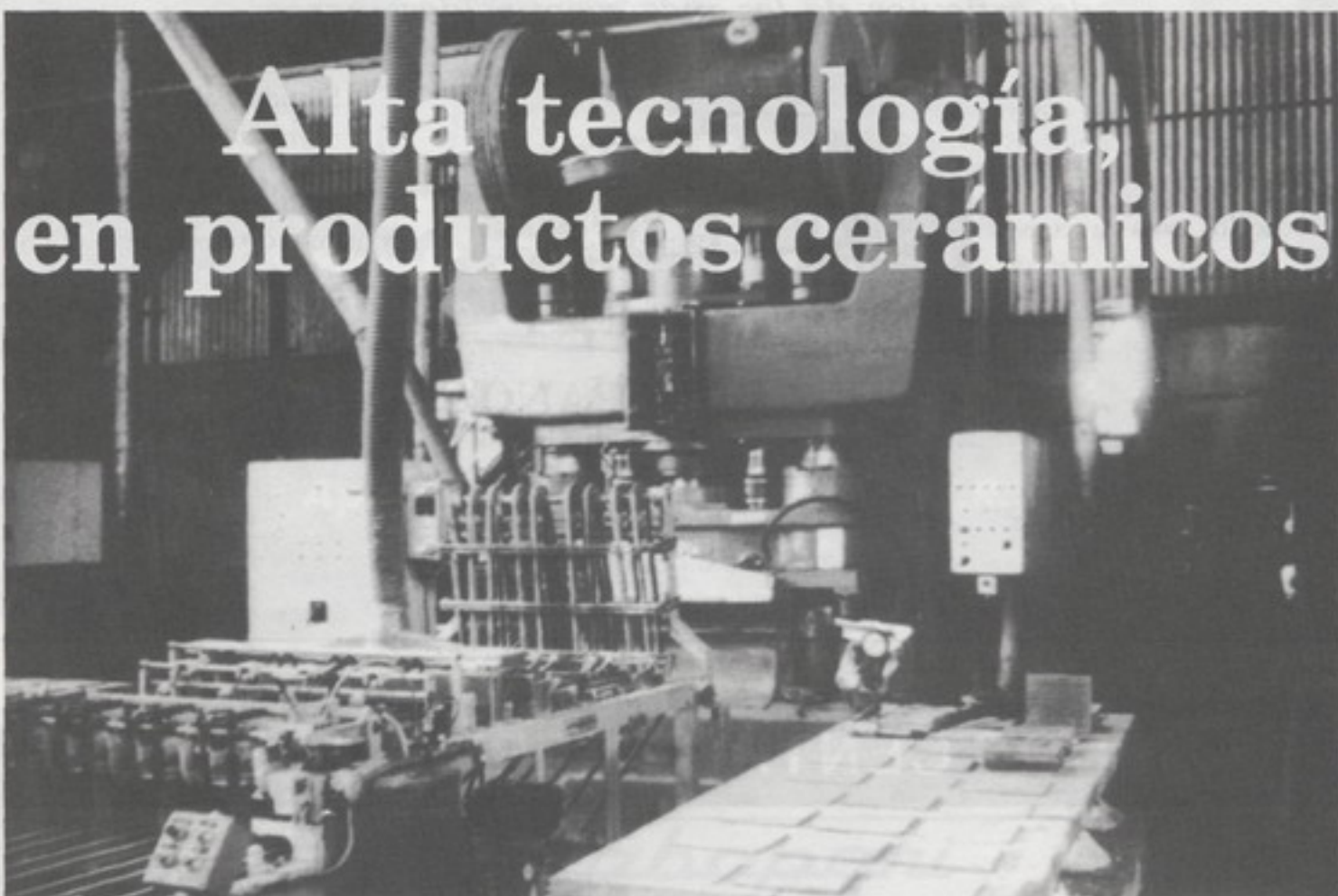
**Tels:**  
**35-0304/35-4835**

Apdo.: 3642-Cable: ACESA  
Colima de Tibás



FABRICANTES DE: Edificios, Bodegas y todo tipo de estructuras metálicas • Tubería, Rejilla y ademe para pozos • Estantería • Barcos Metálicos para pesca y otros, • etc.

**ING. CLAUDIO ORTIZ GUIER**  
—Presidente—



# Alta tecnología, en productos cerámicos

*Cortesía de Cerámica Industrial  
de Centroamérica "CEINSA".*

Estudios de factibilidad técnica de materias primas naturales señalaron a la localidad de Tejar de El Guarco como el lugar idóneo, por su riqueza en yacimientos de arcillas de gran calidad, para el producto cerámico.

Tejar de El Guarco vio así, el nacimiento de "CEINSA", Cerámica Industrial de Centroamérica S.A., en Marzo de 1980, con una producción inicial de 700 m<sup>2</sup> por día, pasando en la actualidad a una producción de 1.470 m<sup>2</sup> por día. Establecida con un capi-

tal inicial de ₡ 20.000.000,00, actualmente la Empresa cuenta con un patrimonio de ₡ 100.000.000,00. La Planta tiene un área de 5.900 m<sup>2</sup>, dividido en: Planta de Proceso, Laboratorio, Bodegas de Materia Prima, Bodegas de Producto Terminado y Oficinas, donde laboran un total de 100 empleados.

"CEINSA", cubre el 70% del mercado nacional de azulejos y pisos cerámicos y exporta su producto a Honduras, El Salvador, Guatemala y Panamá, países en donde goza de gran prestigio.



## USOS Y CARACTERISTICAS DE LOS PRODUCTOS CERAMICOS DE CEINSA

Baños, fachadas, cocinas, pilas, piscinas, pisos y múltiples usos en donde la belleza, la duración y la limpieza de este producto cerámico enaltece la belleza arquitectónica de las construcciones.

En su producción se emplea tecnología italiana, que unida a la calidad de las materias primas nacionales y a la capacidad humana del costarricense, da como resultado un producto de óptimas cualidades que llega a superar a productos importados.

El azulejo para revestimientos es de colores contrastantes con la loza sanitaria de nuestro país y por su tamaño (15 X 15 cms.) puede pegarse en módulos de 15 X 30 cms., 30 X 30 cms. etc, adaptándose a los diferentes gustos y necesidades.

El mosaico cerámico tamaño 20 X 25 cms. no se raya ni se mancha y tiene la ventaja de que no necesita pulirse ni encerarse, no reaccionando ante ningún ácido, todo lo cual permite que su mantenimiento sea a base de agua, brindando así ventajas adicionales para el ama de casa.

Los Pisos Cerámicos CEINSA no se decoloran en interiores ni exteriores, mantienen su brillo permanentemente. Tampoco permite el paso de la humedad del contrapiso hacia el interior de la residencia, evitando afloramiento de hongos y moho. En caso de golpes muy fuertes, que eventualmente pudieran dañar una plaqueta, su reemplazo es fácil y de mínimo costo. Por su bajo peso trae beneficios económicos en el diseño estructural de edificios, bajando además los costos de transporte.

Por las experiencias ya realizadas, valora las construcciones hasta en un 20% a la hora de vender o alquilar, superando a otros productos de precios similares o más altos.

## CONTROLES DE CALIDAD DEL PRODUCTO:

Se origina desde la selección de las materias primas utilizadas en el proceso de elaboración.

En primer lugar se establece el grado de purga de las arcillas mediante análisis químicos y mineralógicos. A partir de estos análisis se emplean las arcillas para la elaboración del "bischo".

La calidad del producto en proceso se somete a una serie de controles de rutina, con base a una metodología establecida, la cual garantiza los grados de molienda, densidad y viscosidad de la barbotina, humedad y *granulometría* del atomizador,

dimensión del producto, grado de compactación en las prensas, humedad residual en el secado, contracción, absorción de agua y resistencia a la flexión del bischo.

Por otra parte, en la sección de esmaltado y vidriado, el control de calidad se inicia con las materias primas utilizadas en la elaboración de los esmaltes, mediante análisis de fusibilidad de las fritas y análisis químicos de los demás componentes que se adicionan: Grados de molienda, densidad y viscosidad de los esmaltes, sistemas de aplicación de éstos y peso del esmalte por pieza.

Otro control de calidad se da en el producto terminado, al salir del horno de vidriado donde se controlan las características de dimensión, forma y aspecto. También, se controlan las características físico-químicas como resistencia del esmalte al ataque ácido y básico, resistencia a las manchas, a la flexión, etc.



## CARACTERISTICAS GENERALES Y VENTAJAS:

- Tanto el azulejo como el mosaico cerámico son resistentes al ataque químico (ácido básico), de manera que estos agentes no alteran el color y/o brillantez de la superficie.
- Su absorción superficial de humedad es de 0%.
- No le afectan los cambios

bruscos de temperatura ambiental.

- Su mantenimiento es mínimo, ya que su limpieza se logra con sólo agua.
- Fáciles de manejar e instalar, ahorrando tiempo y costos de construcción y mano de obra.
- No decoloran, por la acción de los rayos del sol, cuando son instalados en exteriores.

- Aparte de su gran belleza proporciona higiene por su fácil limpieza. Por su característica vidriosa funciona como aislante en el contrapiso y/o pared y el espacio interior evitando la formación de moho.
- Estos productos se empaican en cajas de cartón con 44 piezas para el azulejo y 20 piezas para el mosaico cerámico con las que se cubre 1 m<sup>2</sup>.

## Línea de productos "CEINSA"

SERIE	DESCRIPCION	TAMAÑO (CMS)	DISEÑOS	COLORES
• CARTAGO	Azulejos decorados, con inserto de gran brillantez.  Azulejos lisos, con insertos decorados de gran brillantez.	15 X 15	Margarita y Madreselva.	Blanco, celeste, amarillo, verde y beige.
• RIMINI	Azulejos decorados  Serigrafía Total	15 X 15	Cartesiano Floral Rosal	Fondo blanco y diseños celeste, amarillo, verde y beige.
• GUARCO	Azulejo, con inserto decorado.  Azulejos lisos, con insertos decorados.	15 X 15	Margarita y Madreselva.	Celeste, amarillo, verde y beige.
• COT	Mosaico Cerámico, resistente a la abrasión. Para instalar en lugares de tránsito medio.	20 X 25	Textura: Lisa y satinada.	Caramelo y Cuero
• UJARRAS	Mosaico Cerámico resistente a la abrasión.  Para instalar en lugares de tránsito fuerte.	20 X 25	Textura: Semi lisa y satinada	Arena y Cuero



## Datos técnicos para el usuario

### Características Técnicas

### SERIE: UJARRAS

	<u>Norma Utilizada</u>	<u>Resultados</u>
Espesor Normal (mm)	-	7 a 8
Dimensiones (cm)	-	20 X 25
Resistencia a la flexión	DIN 51090	250 a 290 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia al cuarteo	UNI 6776	Resiste la prueba
Resistencia a las manchas	UNI 6776	Resiste la prueba
Resistencia a la abrasión	Método PEI	III - IV
Resistencia a los agentes químicos	DIN 51092	Resiste la prueba
Resistencia al rayado	Según MOHS	8.5 a 8
Absorción de agua (biscocho)	DIN 51056	15 a 17%
Absorción de agua (esmalte)	-	0%

### Características Técnicas

### SERIE: COT

	<u>Norma Utilizada</u>	<u>Resultados</u>
Espesor Normal (mm)	-	7 a 8
Dimensiones (cm)	-	20 X 25
Resistencia a la flexión	DIN 51090	250 a 290 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia al cuarteo	UNI 6776	Resiste la prueba
Resistencia a las manchas	UNI 6776	Resiste la prueba
Resistencia a la abrasión	Método PEI	II
Resistencia a los agentes químicos	DIN 510992	Resiste la prueba
Resistencia al rayado	Según MOHS	7.5 a 8
Absorción de agua (biscocho)	DIN 51056	15 a 17%
Absorción de agua (esmalte)	-	0%

### Características Técnicas

### SERIE: CARTAGO, RIMINI Y GUARCO

	<u>Norma Utilizada</u>	<u>Resultados</u>
Espesor Normal (mm)		5.5 a 6
Dimensiones (cm)		15 X 15
Resistencia a la flexión	DIN 51090	250 a 290 Kg/m <sup>2</sup>
Resistencia al cuarteo	UNI 6776	Resiste la prueba
Resistencia a las manchas	UNI 6776	Resiste la prueba
Resistencia a los agentes químicos	DIN 51092	Resiste la prueba
Resistencia al rayado	Escala MOHS	5 a 6
Absorción de agua (esmalte)		0%
Absorción de agua (biscocho)	DIN 51056	15 a 17%

El sistema protomodular es un sistema constructivo pensado expresamente para la vivienda de interés social, no obstante los elementos son utilizables en otras dimensiones de la construcción, lo cual permite la reducción de costos propia de la pieza de catálogo, y una mayor investigación, casi siempre difícil en este tipo de enfoque.

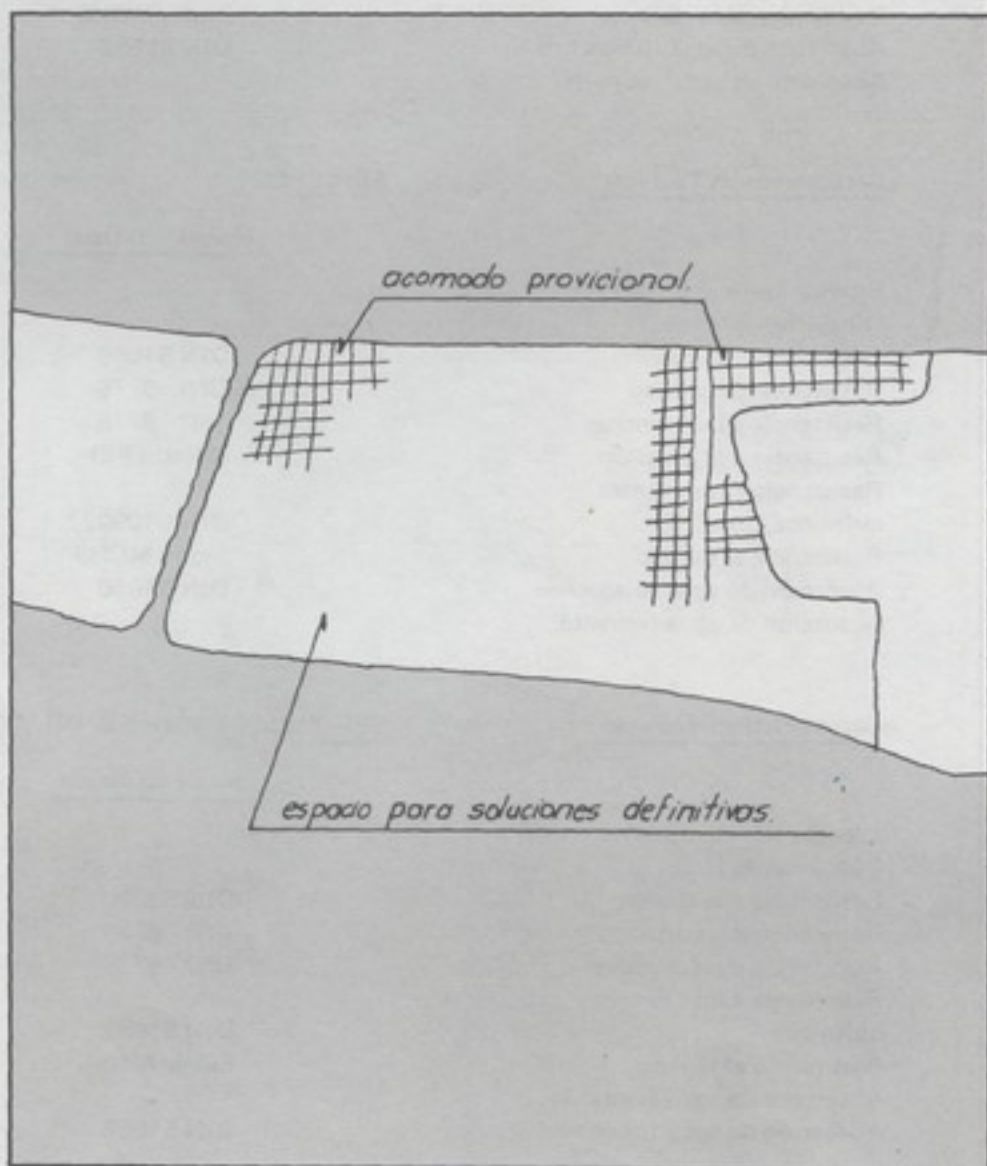
El concepto de diseño se estableció de manera tal que no es necesario esperar las obras de urbanización para la construcción de las casas. Estas se pueden montar en base a un simple croquis preliminar de sitio el cual se va completando y perfeccionado conforme avanza la obra. En Costa Rica el proceso de diseño, planos, permisos y apertura de licitación para la urbanización suelen tomar de año a año y medio de tiempo. La construcción de las obras de urbanización demandan un tiempo similar, de manera que el sistema busca un ahorro de tiempo de dos a tres años.

Se buscó una solución que pudiera asimilar pendientes, porque nuestro país es muy montañoso y una de dos, o se desperdicia mucha tierra, o se incurre en gastos excesivos a la hora de urbanizar.

El sistema Protomodular en ladera y en condominio encontró aplicación en la comunidad de los Cuadros, en Purrál de Goicoechea. El conjunto es propiedad del Instituto Mixto de Ayuda Social —IMAS— institución que coopera a la solución de vivienda para los estratos más pobres de la sociedad.

# Sistema protomodular

Arq. Jorge Bertheau







Director del Proyecto  
 Arq. Jorge Bertheau Odio  
 Contratistas  
 Productos de Concreto 180 casas  
 Constructora Cota/Escosa 105  
 Casas que faltan de contratar  
 135  
 Personal técnico e ingeniería en  
 obra  
 Personal Social, trabajo social  
 Personal Departamento de Vi-  
 vienda -IMAS-  
 Personal Departamento Servicio  
 Social -IMAS-

En caso de traslado de ocupan-  
tes en precario.

1.- Se trasladan las familias con  
sus ranchitos al nuevo sitio.

1.1.- Se les facilita un mínimo  
de materiales para lograr una me-  
joría de los ranchitos y los servi-  
cios en posición provisional.

1.2.- Se acomodan los ranchitos  
en un aparte del sitio definitivo.  
Este acomodo es provisional, en  
pequeños lares (6.0 x 7.0 m).  
Se pretende dejar espacio abierto  
en el terreno para poder trabajar  
en las soluciones definitivas.

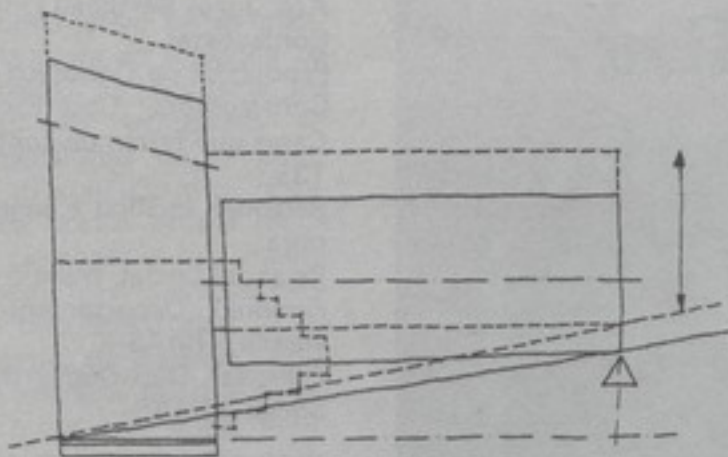
1.3.- Se logra que las familias ten-  
gan mayor participación en auto-  
construcción, puesto que residen  
en el lugar.

2.- Desde el punto de vista de la  
autoconstrucción.

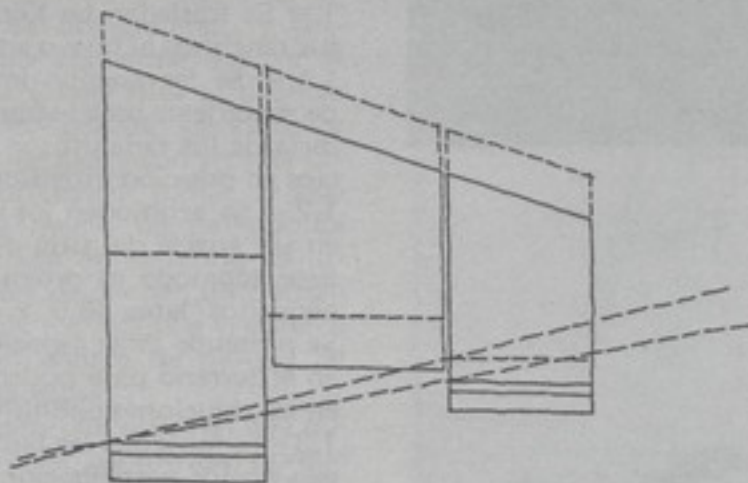
2.1.- Se subdivide el tipo de  
trabajo en tres partes:

a) Montaje industrial especializa-  
do. Empresa constructora.

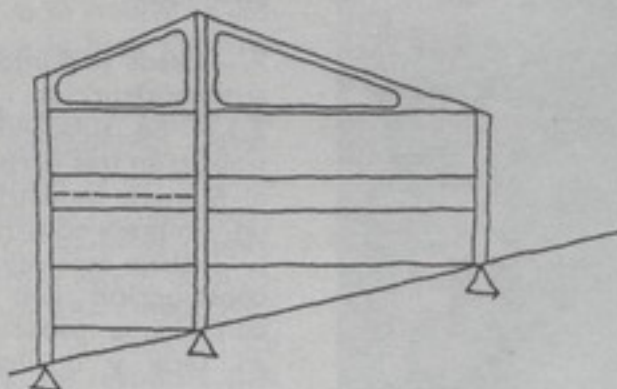
b) Trabajo semicalificado -auto-  
construcción con los usuarios  
con alguna capacidad. Trabajos  
en serie y de habilitación de  
sitio.



Adaptación a los tipos fabriles



Escosa



c) Trabajo artesanal —terminado familiar, y mejoras en el sitio.

### MONTAJE ESPECIALIZADO

a.1) El montaje especializado. Sistema protomodular. Piezas producidas en fábrica de un módulo de 4 tons., montado con grúa por empresa constructora.

a.2) El montaje se realiza sobre el terreno silvestre antes de ningún otro trabajo. Para meter la grúa, la constructora utiliza tractor, abriendo trocha, siguiendo las vías indicadas en el plano. De este modo queda como utilidad marginal la apertura de caminos en un 60% y más.

a.3) El sistema protomodular se monta rápidamente y deja levantado la envolvente de la casa. Es posible el montaje de hasta 3 y 4 unidades por día, por grúa.

a.4) Se aprovechan en esta etapa las ventajas de la industrialización.

a.5) Se logra una alta motivación en los usuarios para laborar en la autoconstrucción, puesto que ven rápidamente como se monta el casco básico de la casa.

### TRABAJO SEMICALIFICADO

b.1) Los usuarios con alguna capacitación se agrupan —semicarpinteros, semielectricistas, semifontaneros, etc.

b.2) Se hacen barracas talleres para trabajo de autoconstrucción en serie. En carpintería, un operario construye los prototipos de paredes, de ventana, de puerta, y los usuarios las repiten cuantas veces sea necesario. Así se hace también con las "figuras" de tu-



bería para la electricidad y para las aguas potables y servidas, es decir, un operario calificado acopla un prototipo de subsistemas de tuberías y los usuarios los alistan en taller, con repetición en serie.

b.3) Después del montaje del primer agrupamiento de casas —equivalente a una posición de la grúa con el sistema protomodular, la carpintería y las instalaciones se trasladan del taller a las casas para iniciar el acabado.

b.4) Al mismo tiempo que en b.3), se inician labores de habilitación de sitio —tuberías, drenajes, caños, tanques sépticos— también con autoconstrucción. Los usuarios no calificados del todo hacen zanjas, afinan taludes, siembran matas para controlar erosión, y cooperan como peones en el montaje del terminado de las casas.

b.5) Al final, cada unidad familiar concluye su propia casa. Colocación de ventanas, puertas, alguna división interna.

### EL SISTEMA PROTOMODULAR, EN CUANTO A LAS CASAS, PRETENDE:

- Asimilar con ellas las pendientes naturales del terreno sin ajustes perceptibles, al menos hasta 100% de pendiente.
- Posibilitar agrupamientos varios con las casas a fin de que absorban diferentes condiciones de sitio y de disposición.
- Adquirir las ventajas de la industrialización.
- Brindar un montaje expedito.
- Facilitar al usuario un orden

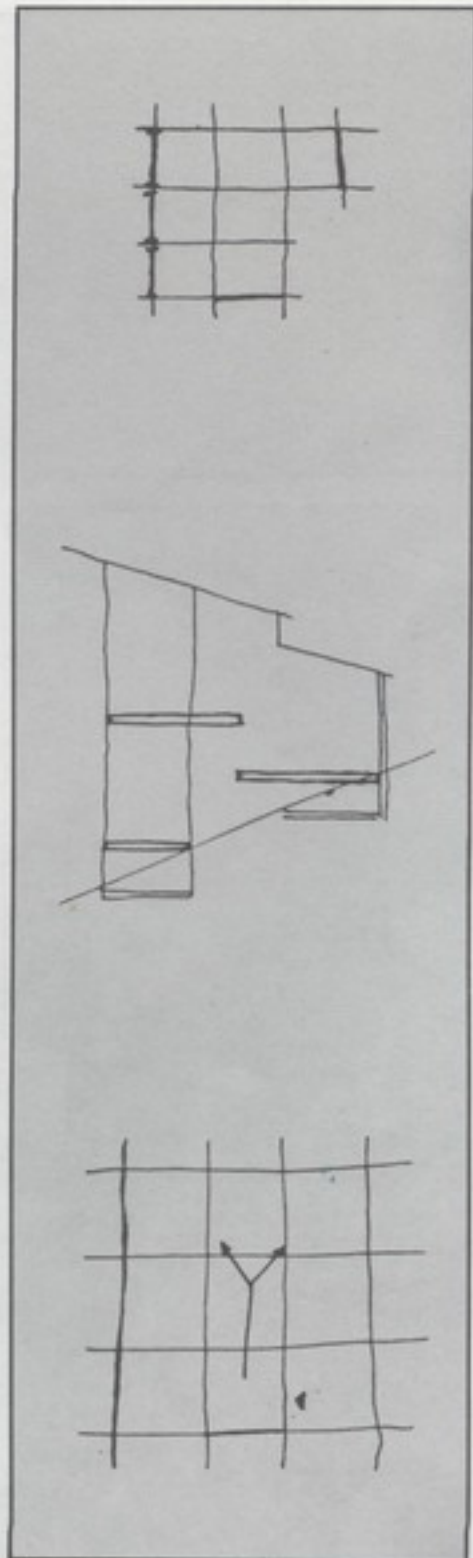
de cobertura preliminar notable.

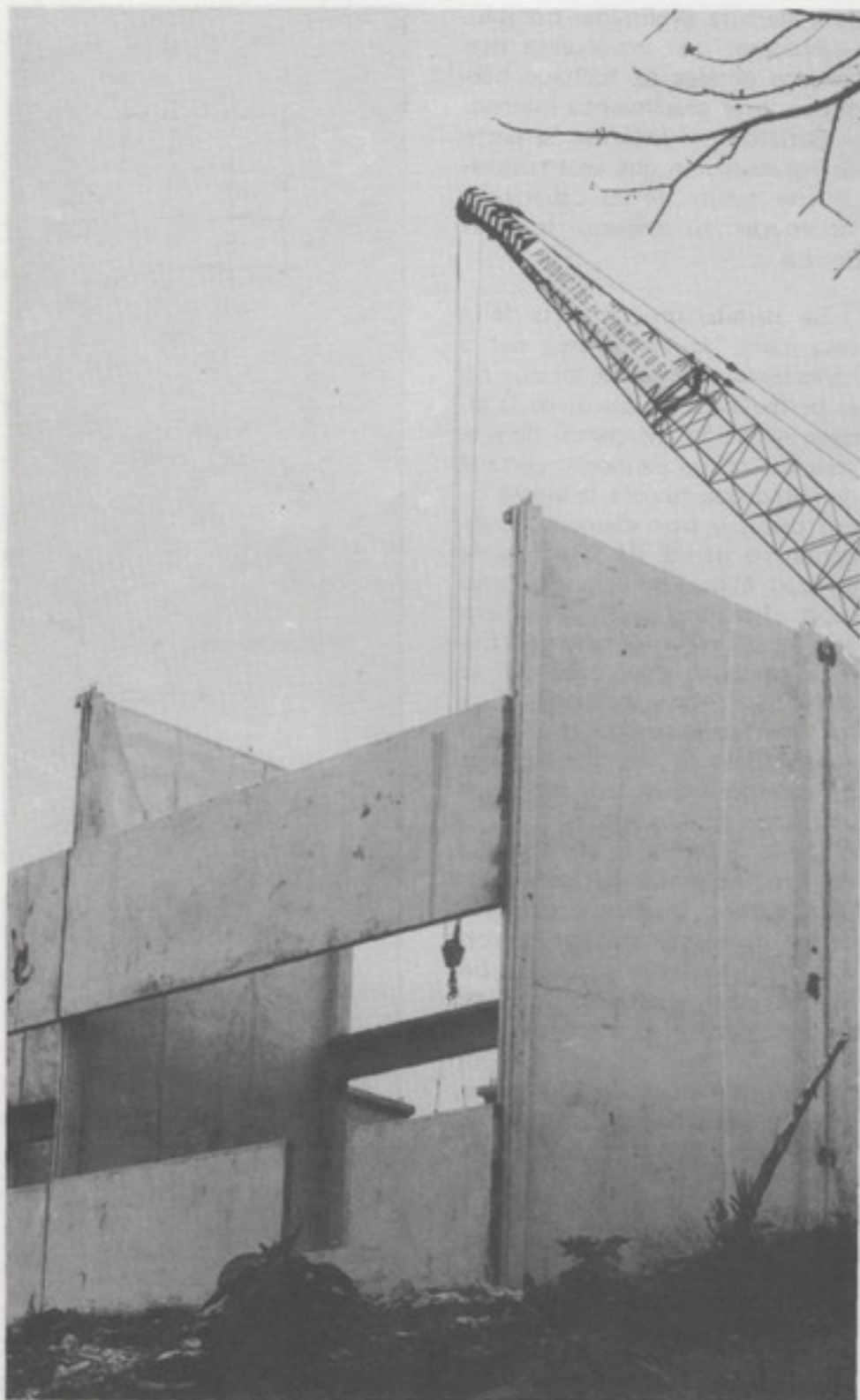
- Procurar una envolvente que reduzca el área de techado permitiendo el crecimiento interno.
- Serializar al máximo la parte de construcción que será realizada con ayuda de los usuarios e incorporar su trabajo lo más posible.

La asimilación por parte de la casa para las pendientes debía concebirse de manera tal que no se perdieran las ventajas de la industrialización. Se partió de una idea básica, un elemento vertical de pared que tuviera la altura de dos pisos, y otro elemento horizontal de pared, de la altura de un piso, el cual pudiera deslizarse sobre el vertical para que pudiera aceptar las varias pendientes. Esa idea básica se confrontó con la capacidad fabril instalada, y se fue perfeccionando el diseño adaptándose a las condiciones de producción, y también a los requisitos de montaje.

De lo anterior se obtiene que del croquis preliminar se obtendrán tantos diseños definitivos como formas y matices de formas industriales se estudien. En nuestro caso, y para los Cuadros, se concentró el proceso proyectual en la fabricación de componentes prefabricados-pretensados.

En el país hay dos plantas de pretensado de magnitud y de capacidad técnica y financiera idóneas. Escosa y Productos de Concreto. En consecuencia, se obtuvieron dos diseños definitivos, uno para cada peculiaridad de industrialización, y para cada diseño se derivaron cuatro tipos-pendiente.





Con este sistema es posible utilizar la capacidad instalada de las firmas involucradas, y de esa capacidad instalada aquella que no está dirigida a la vivienda. De este modo, es posible obtener 3, 5, y hasta 15 casas diarias sin entorpecer el sistema tradicional y garantizándonos un flujo productivo sin interrupción.

Las casas a su vez se adaptan perfectamente a los objetivos de sitio, y a la posibilidad de producción en serie de lo que será construido con ayuda comunal, además de partes de sencilla terminación para que puedan ser realizadas por cada usuario en particular.

— En planta, con la parte industrializada se pretende lograr el máximo de definición perimetral con el mínimo de material.

— Entre la planta y la sección, con la parte industrializada, se pretende un máximo de volumen vital con un mínimo de uso de material, es decir, el máximo de volumen con el mínimo de masa.

— La forma de la planta busca el máximo de compartimentalización para la privacidad con un mínimo de circulaciones. Estas tres metas definen el sistema protomodular, y el resto de terminación se deja para que participe la autoconstrucción.

#### EN CUANTO A LA INFRAESTRUCTURA:

— Reducir casi en su totalidad el movimiento de tierras por terraceo.

— Fraccionar los sistemas de evacuación lo necesario para hacer casi domésticas las obras de in-



fraestructura correspondientes, y dejar un mínimo de colectores centrales.

— Construir las viviendas sin que medien las obras de infraestructura, y sin que las casas posteriormente afecten el ritmo de construcción de aquellas.

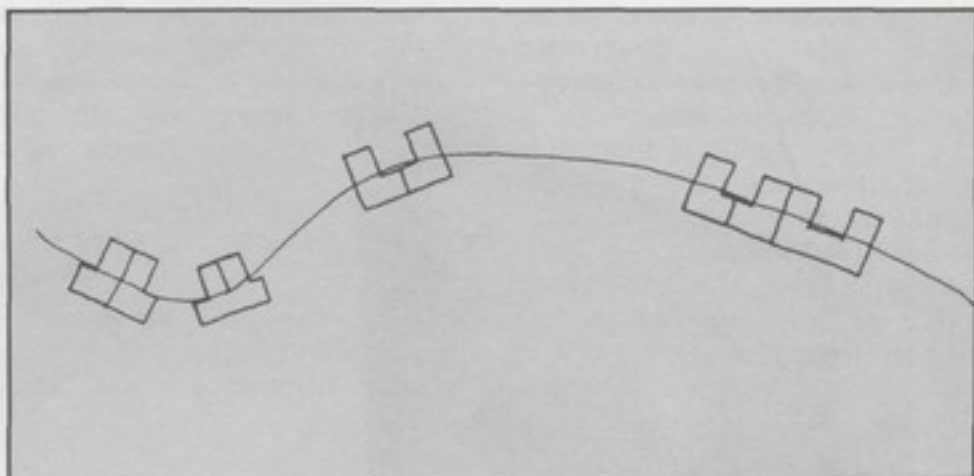
— Permitir que una parte sustancial de los servicios sean acequiables para el aporte del trabajo comunal.

#### EN CUANTO AL AGRUPAMIENTO DE SITIO:

— Se parte de apareamientos de casas en L, en T y caja y se duplican. La forma en L se utiliza para agrupamientos impares, es decir, 3, 5, 7. Los apareamientos en doble caja, y en doble T se utilizan siempre que las isópodas de nivel no tengan radio de curvatura en cierta longitud. Los apareamientos en caja, para radios de cobertura más o menos abiertos, mientras que los apareamientos en T son más flexibles, para asimilar radios de giro más cerrados.

#### DESCRIPCION

El diseño del sitio se conceptualiza buscando un acomodo de casas en hileras de cota única, el cual se ajusta posteriormente para que los bloques adquieran a todo lo largo pendiente cero, y una misma pendiente, o pendiente constante, transversalmente, de manera que esos bloques formen unos pocos tipos, definidos precisamente por esas pendientes, así, casas sin pendiente,

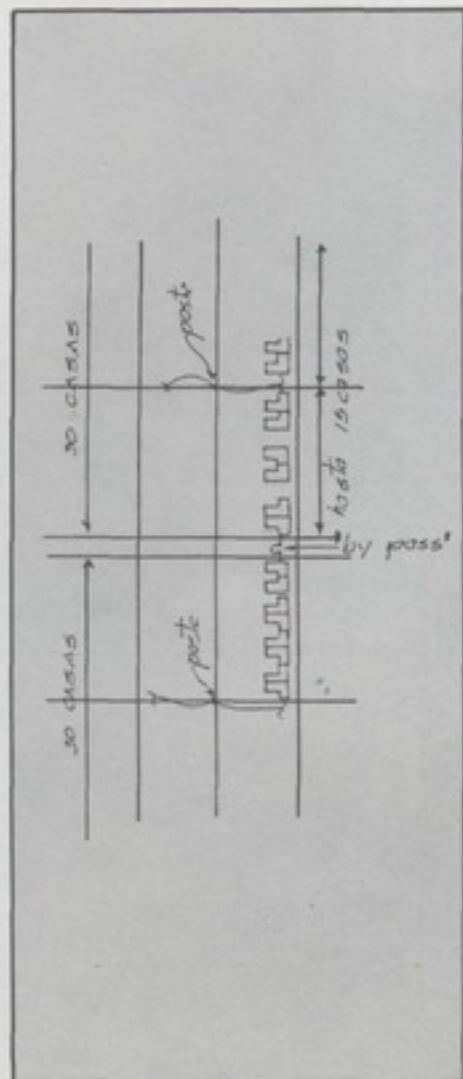


a 15% , a 22.5% , a 30% ; 37.5% y más de inclinación.

La separación entre hileras de casas deben contemplar el área mínima necesaria para que sea posible drenar las aguas negras sin que se requieran colectores y sin saturar el terreno. Idéntica previsión a la anterior se planifica para las aguas pluviales, sin que el drenaje de estas tenga que ser completo, puesto que el agua de lluvia permite el empleo de efluentes. Ocasionalmente, y cuando no haya otra alternativa se recurre a la disposición de colectores, primordialmente para la evacuación de pluviales.

Por seguirse el criterio de condominio, para efectos de drenar se hace caso omiso de los linderos, puesto que estos no tienen sentido de propiedad, y se emplean también las áreas de uso colectivo para el mejor reparto de las evacuaciones.

También el concepto de condominio permite hacer más simple las obras de infraestructura en una buena parte del total. Las aguas negras se organizan para que cada 2, 4, ó 5 casas





compartan un tanque séptico.

Las aguas pluviales se cortan también por pequeños agrupamientos, con dos zanjas como tanques de espera, es decir, el agua de lluvia se guarda hasta que el terreno recupere su plena capacidad de absorción. Esos "reservoirs" tienen un efluente -válvula en caso de ser superada su capacidad por una tormenta grande o de mucha duración. Ese efluente acomete, por una caja desarenadora, a algún caño o tubería general, pero obviamente de menor calibre a lo que es usual. De este modo se logra un mínimo de modificación de la esorrentía natural.

El sistema eléctrico también combina técnica edificatoria con técnica de urbanización, con lo que se reducen postes públicos y se elimina contaminación visual. El esquema geométrico ideal supone un poste desde el que se alimentan dos filas de casas, de 30 unidades cada una. Los cables aéreos se limitan a la distancia del poste a cada hilera, luego pasa entre las casas a través de la viga de entresuelo.

#### OTROS OBJETIVOS DEL SISTEMA PROTOMODULAR SON LOS SIGUIENTES:

- bajar costos,
- reducir el tiempo destinado a estudios topográficos de gran precisión, y el tiempo de elaboración de planos,
- traducir a trabajo manual parte del trabajo realizado a máquina, para ampliar el rango de la incidencia de la mano de obra aportable por los usuarios,



---

---

- hacer acequible el trabajo comunal tanto como sea posible la labor de la instalación de las obras de infraestructura,
- hacer posible la utilización de terrenos que no tiene acceso a los sistemas de servicios generales de la ciudad, o que el acceso se da a un alto costo, (terrenos hundidos por ejemplo),
- reducir el tiempo dedicado a estudios preliminares y a la confección de planos detallados de urbanización,
- diferenciar las vías locales de las ciudadinas, evitando así el dispendio de tierra y de costos, que implica la incorporación del diseño de sitio a un mosaico universal de vías, el cual en realidad sólo tiene por objeto salvaguardar la ausencia de planificación de parte de las instituciones obligadas a ello,
- darle escala al peatón en vías de utilización poco densa,
- guardar una mayor integración con los valores de paisaje del sitio,
- aprovechar accidentes del sitio para mejoras cualitativas del conjunto. Aprovecharlas para lograr mejor paisaje urbano,
- que el trabajo colectivo invertido en las obras de sitio socialice los aportes de trabajo de las familias, las cuales suelen cederlo sólo para obtener ventajas que ellos entienden como muy directas para el beneficio de la propia familia,
- estimular la camaradería y la solidaridad entre vecinos,
- despertar los valores de eficacia propios del trabajo en equipo,
- despertar el orgullo y la capacidad de apreciación de los valores del vecindario paralelamente

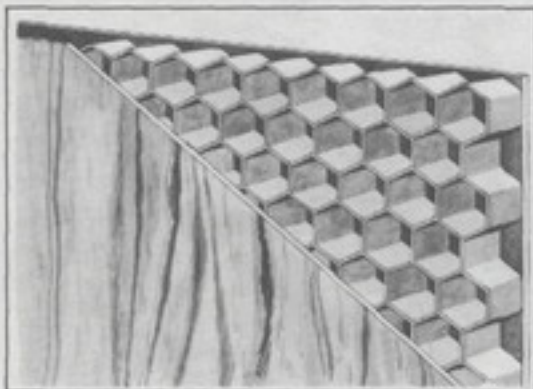
- a los que se despiertan por la casa,
- transformar las tomas de tierra violentas por tomas de tierra organizadas,
- disminuir la dilación del tiempo para tomar posesión del asentamiento,
- mantener un control de los aportes de trabajo brindados por cada familia y también control

- de los pagos en especie que se convengan,
- combinar para mayor eficiencia el alumbrado colectivo con el alumbrado público,
- permitir el agrupamiento de sitios de estacionamientos colectivos, en los cuales eventualmente los vecinos que así lo requieran puedan construir en ellos garages para la protección de sus vehículos.





## DIVIDE Y VENCERAS... CON ECONOMIA Y EFICIENCIA



Si su empresa, institución, establecimiento comercial o industria está en expansión y deben ser creados nuevos departamentos, emplear más personal, y la realización de ampliaciones en su planta física no es viable por razones de altos costos y tiempo, PANEL-EX resuelve sus problemas rápidamente y con economía.

PANEL-EX es de fácil instalación y excelente acabado, lo que lo hace indicado para divisiones interiores en casas, apartamentos, edificios de oficinas, establecimientos comerciales, industrias e instituciones.

PANEL-EX está formado por un núcleo multicelular de papel Kraft químicamente tratado para resistir la humedad, el tiempo, plagas y hongos, unido herméticamente a láminas planas, lo que confiere al conjunto gran durabilidad, aislamiento térmico y acústico, resistencia a los golpes, la fatiga y el fuego. Además se ofrecen múltiples opciones de laminados decorativos para escoger.

Nuestra compañía dispone de personal especializado que le instala su PANEL-EX rápidamente.

Ahora ya está enterado: a dividir con PANEL-EX.

# Panel·eX

Creando espacios para el progreso.

Teléfono: 21-5165 - Apartado 6139 San José  
Calle Blancos, Edificio DURMAN ESQUIVEL

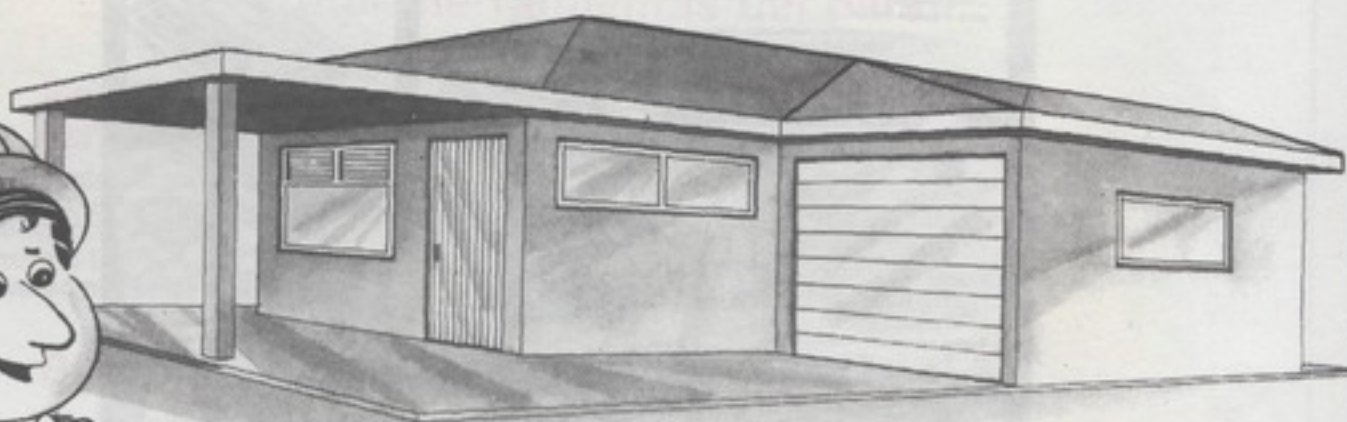
Otra compañía del Grupo Durman Esquivel



# SOMOS ESPECIALISTAS EN CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS

Por eso usted puede ahorrar mucho tiempo y dinero

# RAPIPAREDES



**Amigo, si va a construir su casa o edificio usted puede contar con Rapiparedes**

Nuestra empresa se especializa en construcción de fundaciones, paredes, columnas, vigas y entrepisos de concreto armado.

En muy poco tiempo nuestro personal especializado habrá concluido la tarea ahorrándole mucho tiempo y evitándole molestos imprevistos.

Nuestra experiencia le garantiza mejor calidad y plazos de entrega mucho más cortos. Contamos con un sistema constructivo propio con el que se obtiene gran eficiencia y máxima seguridad.

Vaya a lo seguro y subcontrate con una empresa especializada, seria y responsable.

## CONSÚLTENOS

Ofrecemos presupuestación  
sin compromiso alguno.

Construimos con rapidez y eficiencia

**RAPI  
PAREDES**

Dirección: Desamparados, De la Escuela Calle Fallas 400 m este.  
Teléfono: 59-8267 y 59-8203 - Apartado: 555 - 1000 San José.

Para escuela, formación profesional y profesión:

**"El sistema  
de instrumentos  
de dibujo rotring.  
Para que sus dibujos  
se puedan presentar  
en todas partes."**



**Estilógrafo rotring variant B  
para el dibujo a tinta china**

**rotring fineliner F  
para el boceto técnico**

**Juegos de  
estilógrafos**

**Reglas, escuadras, transformadores**

**Plantillas  
de rotulado**

**Plantillas  
de dibujo  
para todo uso**

**Compasses y  
estuches de compases  
para todas las exigencias**

En el sistema de instrumentos de dibujo rotring todos los elementos son combinables entre sí. Por eso se puede empezar a dibujar con rotring y luego continuar siempre con él.

Millones de delineantes y dibujantes de todo el mundo lo saben. Por eso también siguen decidiéndose siempre por rotring.

Pues rotring significa **PRECISION SIN CONCESIONES.**

Elija de nuestra variadísima oferta: estilógrafos y tintas chinas, plantillas de símbolos y rotulado, tableros de dibujo y compases... y otros muchos instrumentos auxiliares de dibujo.

### Distribuidores



COPiACO S.A. SAN JOSE  
175 M. S. SODA PALACE  
TELS.: 21-10-10 Y 21-10-11



COPiACO CARTAGO LTDA.  
75 M. S. CENTRAL BOMBEROS  
TEL: 51-66-83



COPiACO LIBERIA LTDA.  
225 M. E. DE LA MUNICIPALIDAD  
TEL: 66-16-06



PASEO COLON  
FTE. AL CENTRO COLON.  
TELS.: 22-25-26 Y 21-05-06



50 M. SUR DE A y A  
PASEO DE LOS ESTUDIANTES.  
TEL: 33-24-03



URB. LOS COLEGIOS  
MORAVIA FTE. AL CEMENTERIO.  
TELS.: 36-10-10 Y 36-23-36



SAN PEDRO M. DE OCA  
200 M. N. BANCO ANGLO.  
TELS. 24-10-10 Y 24-20-20



# 18,000

# HERRAMIENTAS

desde un buen martillo hasta una sofisticada llave de torque

en el único  
centro de herramientas del país!

**todo tipo de  
herramientas**

para carpintería, mecánica,  
fontanería, ebanistería, electrónica,  
construcción, jardinería  
y también las  
que usted necesita en casa

**de las  
mejores marcas**

Stanley • Crescent • Nicholson • Lufkin  
Skil • Vermont American • Weed Eater  
Emco • Easco • Sandvik • Wiss  
todas con  
garantía del fabricante

en nuestra gran sala de exhibición



Con 18.000 herramientas, para que usted se dé gusto escogiendo!  
somos especialistas en herramientas porque sólo eso vendemos

venga al

**CENTRO DE  
HERRAMIENTAS**

**INTACO**

**y dése gusto... sin pagar más!**

Avenida Primera, 25 m oeste del Banco Nacional. Teléfono 33-9494



# ¿Por qué el interruptor de presión Pumptrol es el favorito de los especialistas en bombas?



40 años de reputación por confiabilidad, diseño que permite un servicio virtualmente libre de mantenimiento.

**Fácil instalación y fácil alambrado.** Diseño espacioso que le brinda suficiente espacio de trabajo y hace que la inspección de contactos sea fácil. El nuevo block de contactos moldeados tiene terminales con estrías para una mejor retención del cable y contruidos para una instalación más fácil del cable.

**Construcción robusta.** Un cobertor extrafuerte que resiste la deformación al montarlo. Diez tipos de conectores, que cubre la mayoría de los métodos de conexión más comunes se diseñan para minimizar la formación de sedimentos. Además se provee una cubierta no conductora resistente a los golpes con una tuerca cautiva de sujeción.



**Accesorios.** Se tienen disponibles como accesorios luz piloto, corte por baja presión.

No es de extrañar que un interruptor tan bien hecho ha sido el favorito del especialista en bombas por más de 40 años.



**SQUARE D CENTROAMERICANA S.A.**

*Dondequiera que se distribuye y controla electricidad.*

Tel. 32-60-55 Telex 2591 Apartado 4123-1000, San José

100 3722

INGENIERO  
STELLER PORRAS ARIAS  
CALLE 8 AV 6 Y 4  
2250 SAN RAFAEL