

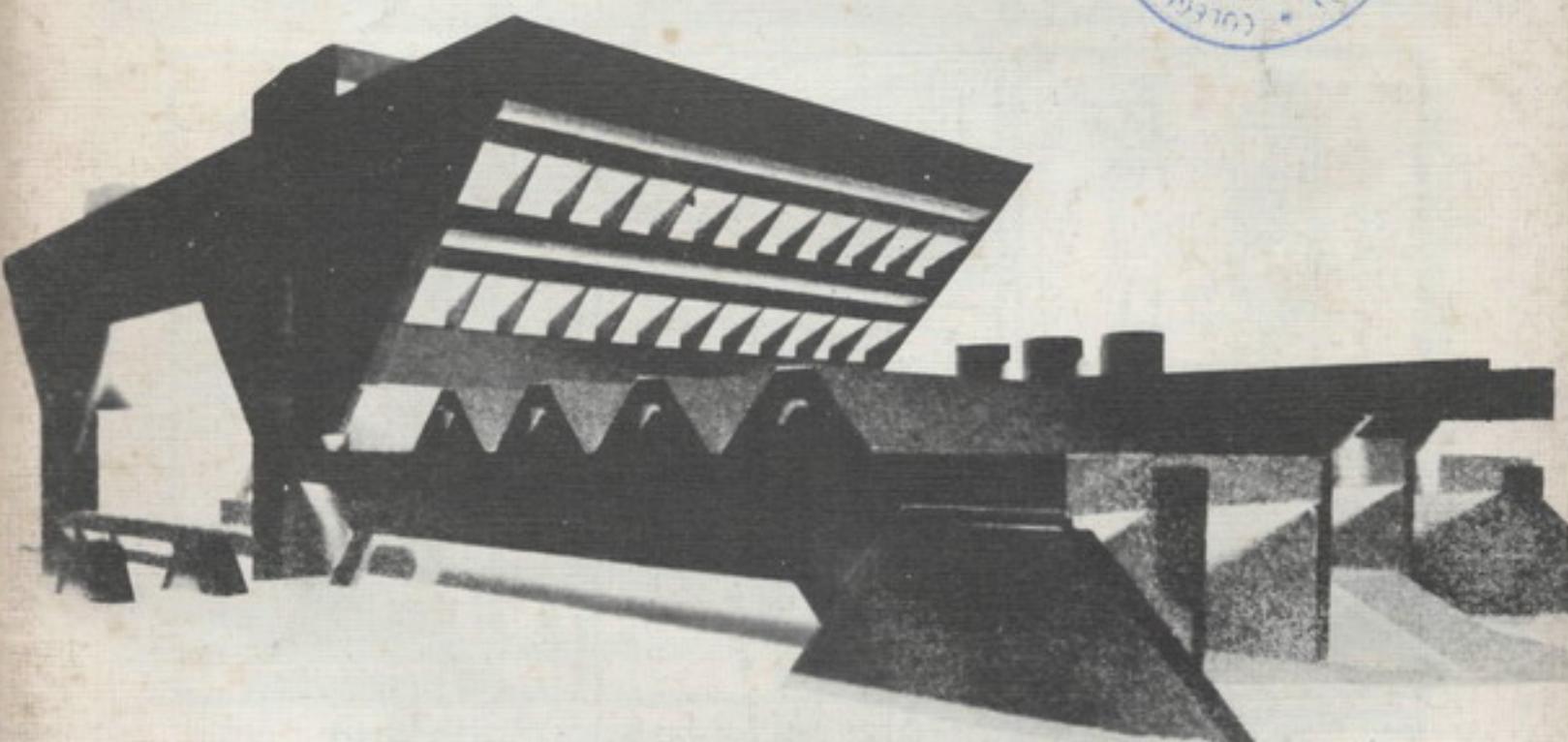
620

R

No. 68

# COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

Ing. Reinaldo Castillo Vargas II-1417  
Apartado 1812  
Valencia Estado Carabobo  
Venezuela



# 68

*abril - mayo - junio de 1979*



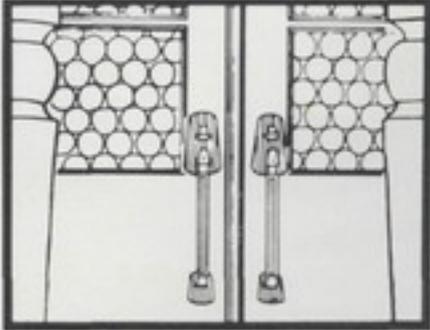
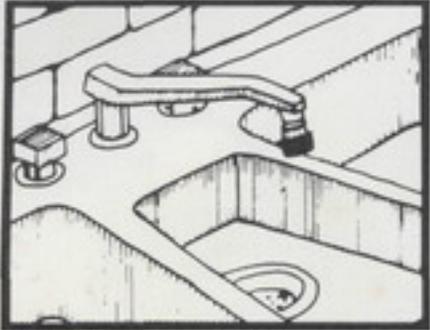
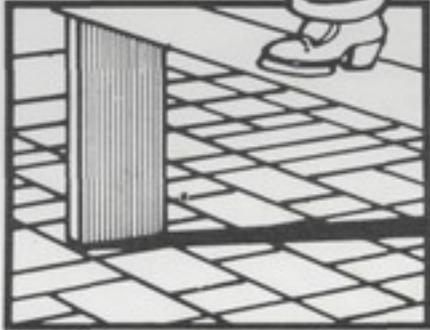
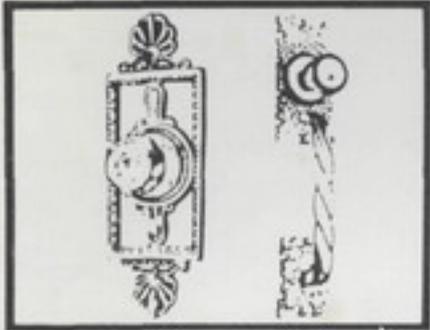


210



# Detalle a detalle EL TOQUE DE CEBI DISTINGUE SU CONSTRUCCION

El toque de CEBI, embellece y distingue cada detalle de su construcción...  
En las ventanas con sus vidrios y cristales, en sus puertas con cerraduras Weiser, en los pisos con el funcional piso Flintkote, en el baño con los azulejos y la loza sanitaria Kohler, en la sala con sus elegantes y bellos espejos... Y en toda la casa con sus variados accesorios para la construcción.



**Cuando le toque construir  
recuerde el toque  
de Cebi.**

LA CALIDAD



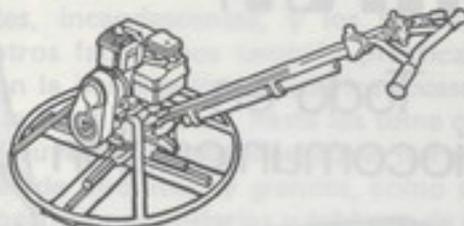
AL SERVICIO  
DE LA CONSTRUCCION

# si es de construcción



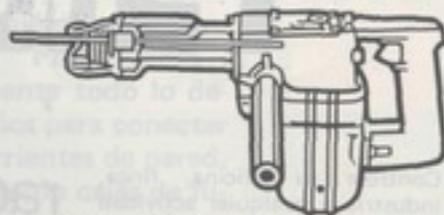
MEZCLADORAS  
150-L

**Parker**

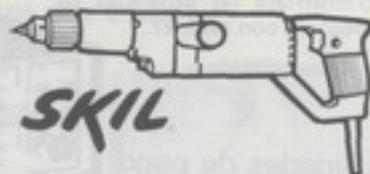


LLANAS MECANICAS

**Bartell**



ROTO-MARTILLOS Y  
TALADROS DE PERCUSION



**SKIL**

# INTACO LO ALQUILA



COMPACTADORES  
**BOMAG**



EQUIPOS  
DE SEGURIDAD

**FIBRE-METAL**

SISTEMAS  
DE FORMAleta

  
**SYMONS**



# INTACO LO VENDE

**PREGUNTELE A**



**TEL 22-22-27**

AVE. 2 y C. 25  
(La California)

**Manténgase en contacto con sus obras  
de construcción**

# Positron

Todo en  
radiocomunicación

Controle su oficina, finca,  
industria o cualquier actividad  
con su propio sistema de radio-  
teléfono privado.  
Incrementará las ganancias de  
su negocio con rapidez.

Facilidades de pago  
garantía y servicio.



## RadioShack SA.

Av. Central, Calle 25, San José Apartado 169 San Pedro, Costa Rica  
Teléfono 23-25-54 Telex 2663, RSHAK C.R. Cables POSITRON

### INGENIEROS, ARQUITECTOS, CONTRATISTAS, QUE CONOCEN, PREFIEREN LO MEJOR...



SOLDADORAS ELÉCTRICAS MILLER  
Impulsadas por motor a gasolina.  
Sirven además como planta eléctrica.



Soldadoras eléctricas tipo transforma-  
dor, para corriente 110/220 voltios.

SOLDADURA ELECTRICA  
PARA HIERRO DULCE,  
ALTA RESISTENCIA  
Y REVESTIMIENTO DURO.

# MILLER HNOS LTDA

TELEFONOS 22-43-83 y 22-44-83 - APARTADO: 2890

# NO EMPLEAMOS TODO NUESTRO TIEMPO EN FABRICAR TUBOS

Cuando se habla de "Sylvania", lo primero en que se piensa es en lámparas. Fluorescentes, incandescentes, y los famosos "Flash Cubes". Sin embargo, nosotros fabricamos también prácticamente todo lo demás relacionado con la iluminación. Desde los accesorios para conectar transformadores a la línea eléctrica, hasta los toma corrientes de pared. Ahora bien: ello incluye cosas pequeñas, como por ejemplo cajas de fusibles o disyuntores de circuitos, y grandes, como sistemas completos de distribución, subestaciones unitarias y tableros de control. Realmente si Ud. puede suministrar el alambrado, nosotros nos encargamos de todo lo demás.



Lámparas Fluorescentes,  
Incandescentes,  
Mercurio, Sodio y Cuarzo  
para uso  
Comercial o Industrial

# SYLVANIA

TELEFONO: 32-33-34

SAN JOSE-LAS PAVAS

APARTADO: 10130

# LA MAQUINA **GBC** COMBO TERMINA EL TRABAJO QUE LA COPIADORA EMPIEZA.



Folletos, documentos, textos, se encuadernan fácilmente; a un costo mínimo y con el máximo de presentación con la compacta máquina encuadernadora GBC COMBO.

No olvide que sus reportes, ofertas, información técnica, memorias causarán mejor impresión si van mejor encuadernados.

¡Y es tan fácil! . . . . . que su secretaria puede hacerlo rápidamente en su oficina.

LLAME O VISITE A SUS DISTRIBUIDORES



**22 93 84**

**SUPLIDORA DE EQUIPOS S.A.**

APARTADO 7-2520 · SAN JOSE COSTA RICA

Calle 9 Avenidas Central y 2 - Del Bar Chelles 75 Metros Sur

# ABONOS AGRO S.A.



## OFRECE SU NUEVA LINEA EN LAMINAS DE MADERA AGLOMERADA

# BURPANEL

## LO MAS PRACTICO PARA LA CONSTRUCCION MODERNA

TELEFONO: 21-67-33  
CON 8 TRONCALES  
AP. 2007 SAN JOSE.

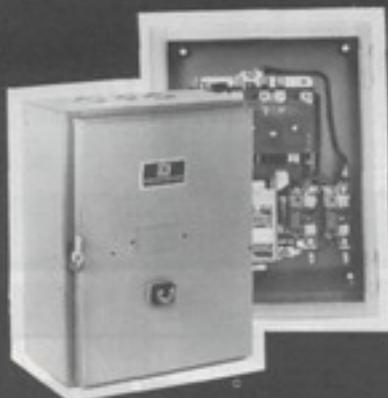
# Electro Mercantil, S.A.



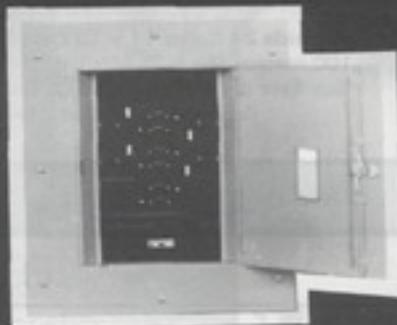
Edificio Telar Los Leones, Av. 5, Calles 6 y 8, Apartado 10.091, San José. Teléfonos: 21 67 88 - 21 67 94  
23 38 49. Telex C.R. 2222. DISTRIBUIDOR AUTORIZADO DE LA MUNDIALMENTE CONOCIDA LINEA DE  
EQUIPO ELECTRICO SQUARE D.

## SQUARE

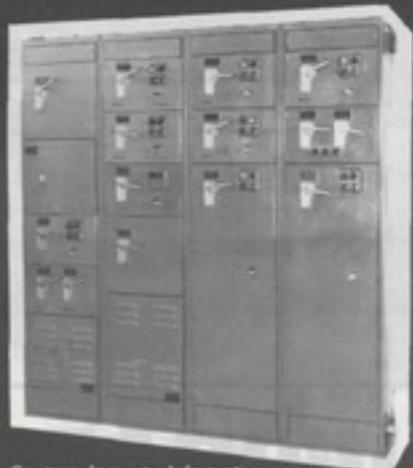
# PRESENTA



Arrancadores magnéticos "clase 8536" a voltaje pleno en tamaños Nema de 0 a 5.



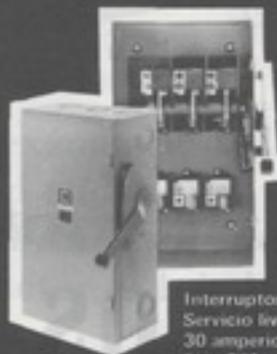
Tableros de distribución tipo ML de 225 hasta 2500 amperios y tensión máxima de 600 voltios. Capacidades interruptivas normal o alta.



Centros de control de motores con combinaciones de arrancador e interruptor termomagnético. Arrancadores a tensión plena o reducida. Barras principales de hasta 2000 amperios. Tensión máxima de 600 voltios.



Centros de Carga OO y NCO. Montaje Superficial o embutido de 2 a 42 polos, 240 voltios.



Interruptores de Seguridad. Servicio liviano y servicio pesado desde 2 polos, 30 amperios hasta 3 polos, 600 amperios. Para 240 y 600 voltios.



## SQUARE CENTROAMERICANA S.A.

*Donde quiera que se distribuye y controla electricidad.*

Teléfono: 32 60 55 Telex 2591 Square "D" Apartado 4123, San José, Costa Rica.

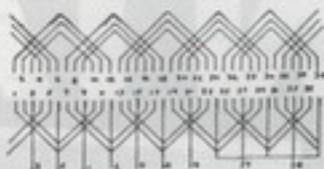
# TALLER B. LA CRUZ

## BOBINADO de MOTORES

### ELECTRICOS

SEÑORES CONSTRUCTORES Y EMPRESARIOS

Cuando tenga problemas con plantas  
y motores eléctricos



VISITENOS O LLAMENOS  
y gustosamente lo atenderemos  
Electricistas Vocacionales con Asesoramiento Profesional terminarán con sus problemas.

Avenida 24 Calles 11 y 13 Casa No. 1115  
100 metros Sur y 25 Mts Este del Costado  
Sur-Este del Ministerio de Obras Públicas  
Barrio La Cruz San José

**27 13 50**



SERVIMOS A DOMICILIO  
Llevamos Historial de todo  
Motor que Reparamos

GERARDO MIRANDA

TECNICO ELECTROMECHANICO

JORGE G. LIZANO S.  
Ingeniero Electricista.

# VIBRADORES DE CONCRETO

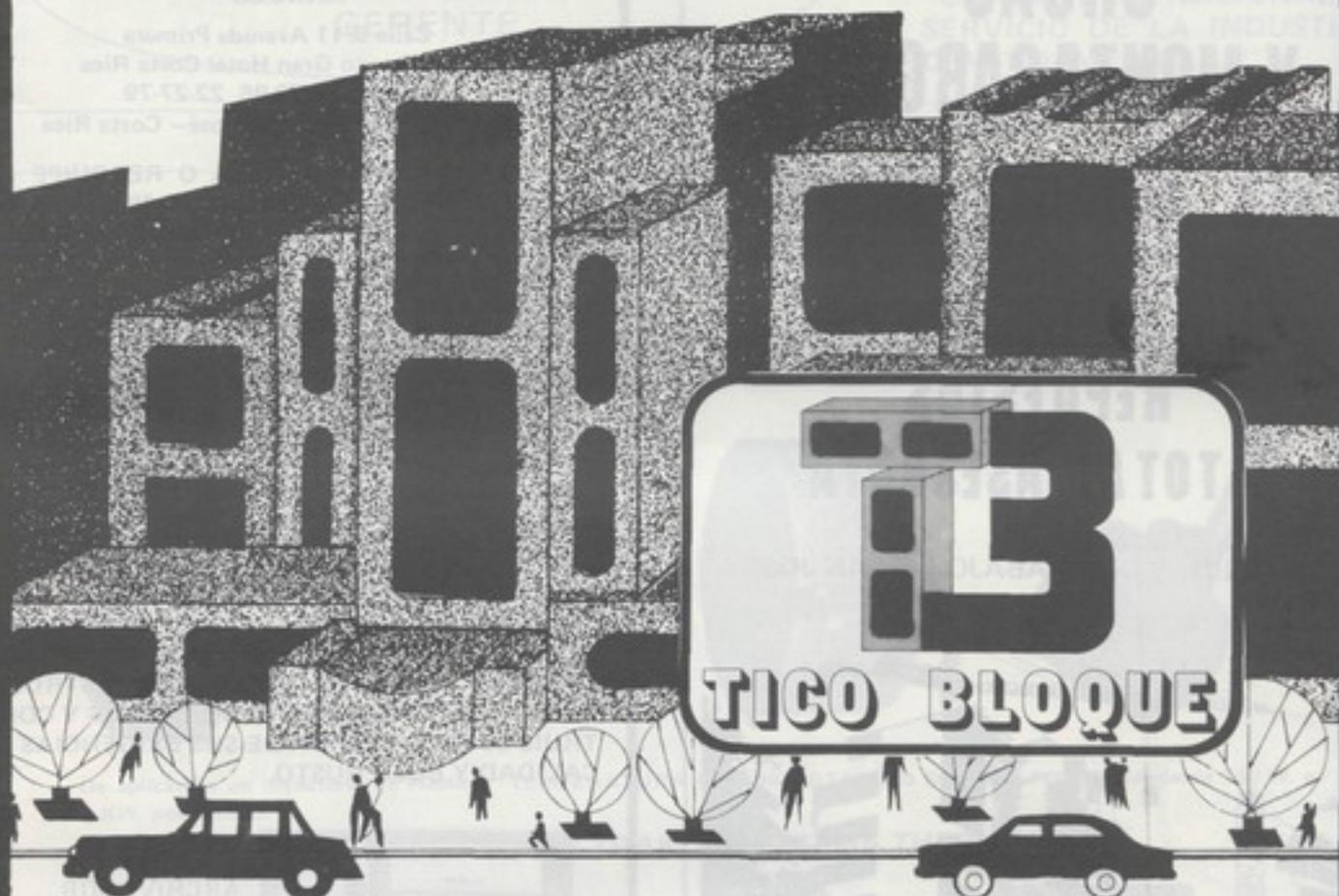


**ELECTRICOS** 3 HP  
**Y DE GASOLINA**

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO  
**LAPEIRA S.A.**

TELEFONOS 22-43-65 y 22-28-52 — APARTADO 616 — SAN JOSE  
300 Mts SUR DE BARZUNA — B. CORAZON DE JESUS

**construya con lo mejor...**



Con nuestros continuos exámenes de laboratorio, respaldamos la calidad en Bloques y Adoquines de Concreto. También ofrecemos economía y ayuda al constructor al brindarle un transporte más barato.

**TICO BLOQUE SUPERIOR S.A.**

Barrio del Carmen - Guadalupe  
Tels: 25-96-56 y 25-85-25 Apartado: 313 Centro Colón - San José

A LOS SEÑORES

# CONSTRUCTORES

## GRUAS Y MONTACARGAS

### VENTA, ALQUILER, SERVICIO

PRECIOS SIN COMPETENCIA  
ENTREGA EN SU PLANTEL

## REPUESTOS Y TOTAL ASESORIA

REFERENCIAS DE TRABAJO EN SAN JOSE



TELEFONOS:

**32-36-95**

**21-38-46**

Apartado 468 Centro Colón  
San José - Costa Rica



MAROLO

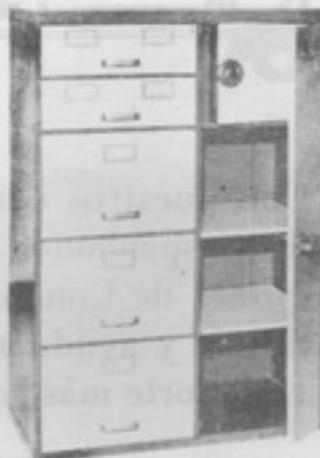
Calle 9/11 Avenida Primera  
Frente Anexo Gran Hotel Costa Rica  
Teléfonos: 22-73-96 22-27-79  
Apartado 10069 San José - Costa Rica

EQUIPE SU NUEVA OFICINA O REEQUIPE SU EXPERIMENTADA EMPRESA CON NUESTRA VARIADA COLECCION DE MUEBLES METALICOS.



ESCRITORIO EJECUTIVO  
DORICA

MOBI EQUIPOS, PONE A SU DISPOSICION LOS MUEBLES Y EQUIPOS NECESARIOS, ESTRUCTURAL Y PLASTICAMENTE DISEÑADOS Y CONSTRUIDOS A LA MEDIDA DE SUS EXIGENCIAS DE CALIDAD Y BUEN GUSTO.



ARCHIVADOR  
CAJA FUERTE



SILLONES  
PRESIDENTE Y SENADOR

LLAMENOS, Y PERMITANOS PONER NUESTRA EXPERIENCIA Y NUESTRO ESPIRITU DE SERVICIO A SU ENTERA DISPOSICION.

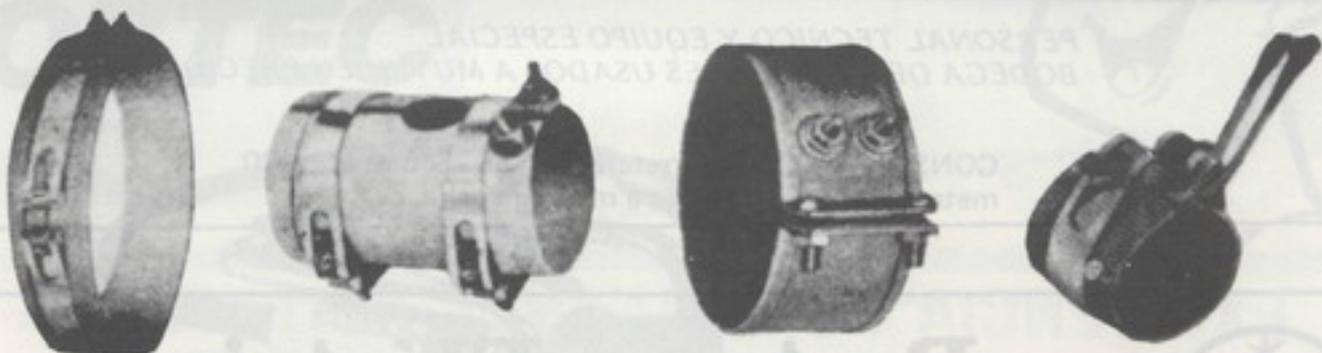
# SERCOINSA

MARIO SUAZO C.  
GERENTE

Especializados en la Construcción y Reparación de Equipos Electrónicos, Eléctricos, Electro-neumáticos y Electro-hidráulicos.  
"UNA EMPRESA NACIONAL AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA CENTROAMERICANA".

CONSTRUCCION DE EQUIPO ELECTRICO Y ELECTRONICO

## RESISTENCIAS INDUSTRIALES PARA DIVERSAS APLICACIONES



De aplicación en inyectoras de Plástico. TEMPERATURA EN CUBIERTA hasta 800° -F. POTENCIA desde 100 W. a 3 KW. por unidad.

### INSTRUMENTOS ULTRAKUST SISTEMA THERMOPHIL



Instrumento electrónico de medición de temperaturas con indicación digital.

Regulador electrónico de dos puntos tipo 5534.

Termómetro electrónico clínico.

Instrumento electrónico para la medición rápida y exacta de humedad atmosférica.

**SEÑORES INDUSTRIALES:** Queremos conocer sus necesidades y problemas en materia de Resistencias Eléctricas, cualquiera que sea el tipo y aplicación.

Diríjase a nuestra fábrica donde gustosamente atendemos sus consultas, sin ningún costo a cualquiera de nuestros Distribuidores más cercanos.

CALLES 8 y 10 AVE. 14 - SAN JOSE DE COSTA RICA

**Tel.: 23-35-90 Apdo.: 78 Desamparados**

# DEMOLICIONES Ltda.

TELEFONO: 26-61-40  
HABITACION: 26-10-45

APARTADO 1688



**HORACIO COVER D.**  
**GERENTE**

ESPECIALIZADOS Y CON AMPLIA EXPERIENCIA A TRAVES DE 18 AÑOS EN DEMOLICION DE EDIFICIOS Y SERVICIO DE NIVELACION Y EXCAVACIONES.

AHORA CON SERVICIO DE COMPRESOR EN ALQUILER.

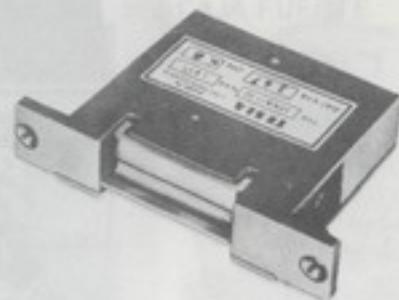
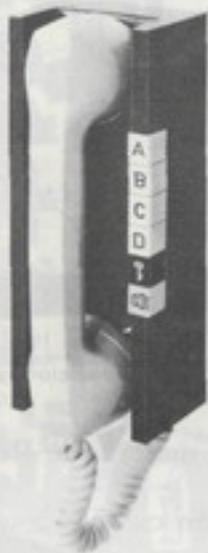
*PERSONAL TECNICO Y EQUIPO ESPECIAL  
BODEGA DE MATERIALES USADOS A MUY BUEN PRECIO.*

CONSULTENOS: Carretera a San Sebastián 400 metros antes de la Iglesia a mano derecha.



## Porteros Eléctricos

INTERCOMUNICADORES  
CERRADURAS ELECTRICAS



VENTA DE EQUIPO  
E INSTALACIONES COMPLETAS  
PRESUPUESTOS SIN COMPROMISO

CENTRO COMERCIAL GUADALUPE  
COSTADO ESTE Mc DONALD'S - TEL: 21-14-56

# SATEC

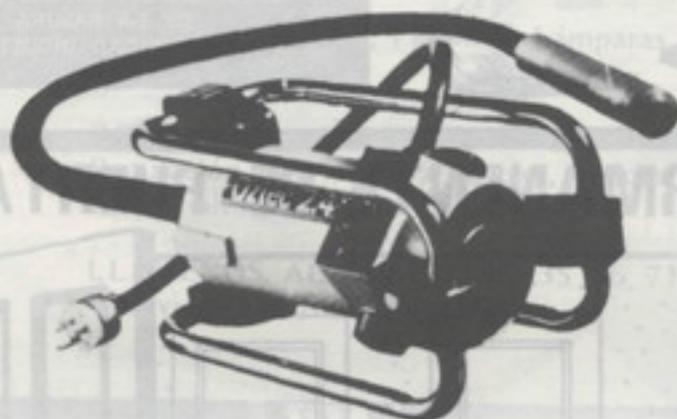
# Magon

## la casa del constructor

### EN Ave: 10

Vibradores  
para  
concreto  
**OZTEC**

- Cabezotes intercambiables de 1 a 2 1/2 pulgadas
- 2 tipos: convencionales y de formaleta
- Eléctricos y de gasolina



- FERRETERIA EN GENERAL
- MATERIAL ELECTRICO
- BATIDORAS PARA CONCRETO
- BOMBAS PARA AGUA,
  - Eléctricas y a Gasolina.
- VIBRADORES PARA CONCRETO
- COMPRESORES, SOLDADURAS

*TABLILLA ORNAMENTAL  
SECA Y LIJADA  
VARIEDAD DE MADERAS  
Y DIMENSIONES.*

Y MUCHISIMOS OTROS MATERIALES PARA SU CONSTRUCCION  
AMPLIA ZONA DE PARQUEO

Ahora con sus dos locales:

**SAN JOSE**  
Frente Cementerio Obrero  
Tel: 22-48-66  
Apartado 449 - Centro Colón

**LIBERIA**  
50 mts. Sur de la Gobernación  
Tel: 66-04-11  
Apartado 120 - Liberia

**im intermundi s a**

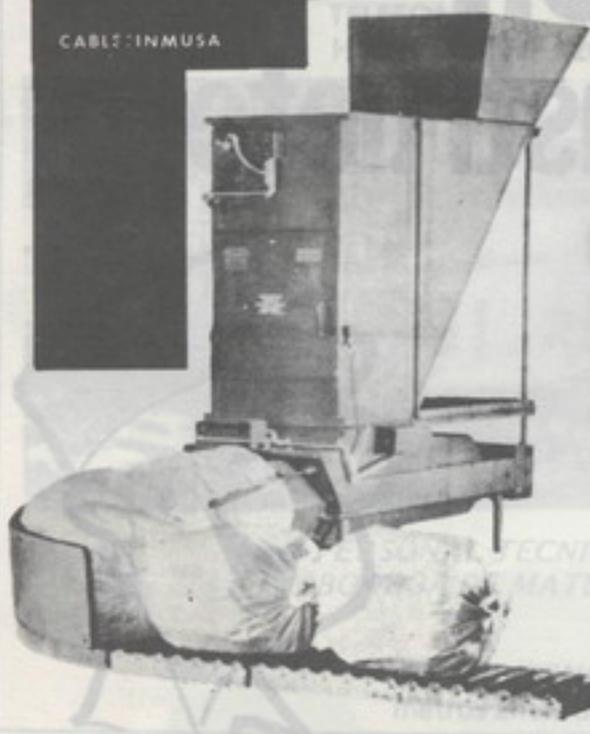
Altos Salón París - Oficina No. 14  
Av. 3 Calles 1 y 3 Ap: 5562



**llámenos al  
21 24 56**

SAN JOSE-COSTA RICA-AMERICA CENTRAL

CABLE: INMUSA



**COMPACTADORES**

7 tamaños. Para hospitales, edificios de apartamentos y oficinas.

(En la gráfica lavavaso ya compactada)

**TENEMOS UN CONCEPTO DIFERENTE DE LAS VENTAS Y EL SERVICIO**

Taller, repuestos, técnicos y servicio propio especializado. Únicos en Costa Rica, al servicio de las comunidades.

Ofrecemos también: La línea de Seguridad Industrial para cualquier clase de trabajo:

Cascos-cinturones de seguridad-escaleras-pértigas-chalecos-guantes-y todo tipo de material y equipo de seguridad, para compañías eléctricas, industrias y construcciones.

**UNICA EMPRESA EN CENTROAMERICA ESPECIALIZADA EN LOS PROBLEMAS DE LA BASURA Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**

VERONICA 22 64 85

# EXISTENCIA PERMANENTE DE PUERTAS

**PUERTAS PARA:**

- Entrada principal
- Closets
- Dormitorios
- Cocina
- Baños, etc.
- Muebles Modulares "Macó"

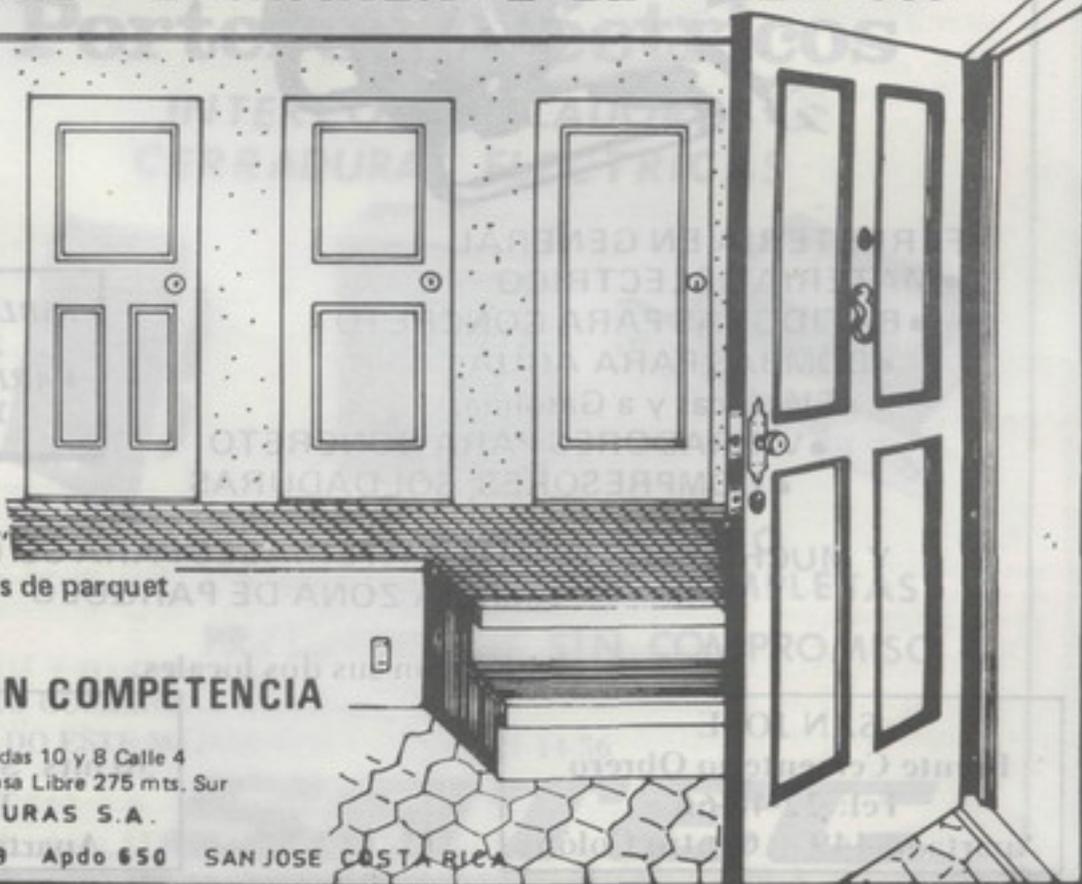
También le ofrecemos pisos de parquet y tabloncillo para pisos.

## PRECIOS SIN COMPETENCIA



Avenidas 10 y 8 Calle 4  
De la Prensa Libre 275 mts. Sur  
**PUERTAS Y MOLDURAS S.A.**

TEL. 21 16 82 22 61 49 Apdo 650 SAN JOSE COSTA RICA



# aida

ARTESANIA INDUSTRIAL DE ACRILICOS

Domos acrílicos, al tamaño de su necesidad:

Para tragaluz, edificios, locales, casas, etc. Láminas para frentes de balcón.

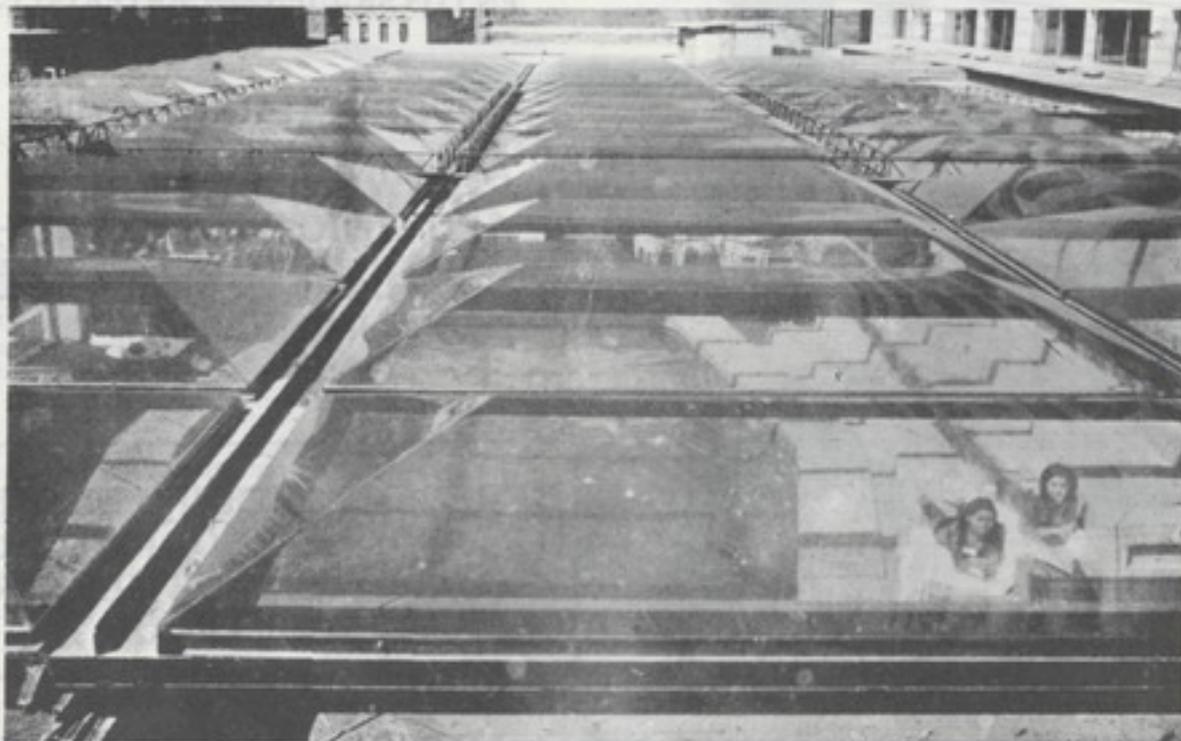
**ILUMINACION:**

Difusores, Apliques, Plafones, Lámparas. Pedidos especiales según su idea.

**ROTULOS:**

Rotulación interior para hoteles, bancos, hospitales, locales comerciales y otros.

LLAMENOS AL TELEFONO 35 06 71 – Apartado 151  
Moravia – San José, Costa Rica.



**CORTINAS DE ACERO**

**guihvi**  
S.A.

325 mts. al Este del SNAA

**TELEFONO:**

**21-09-95**



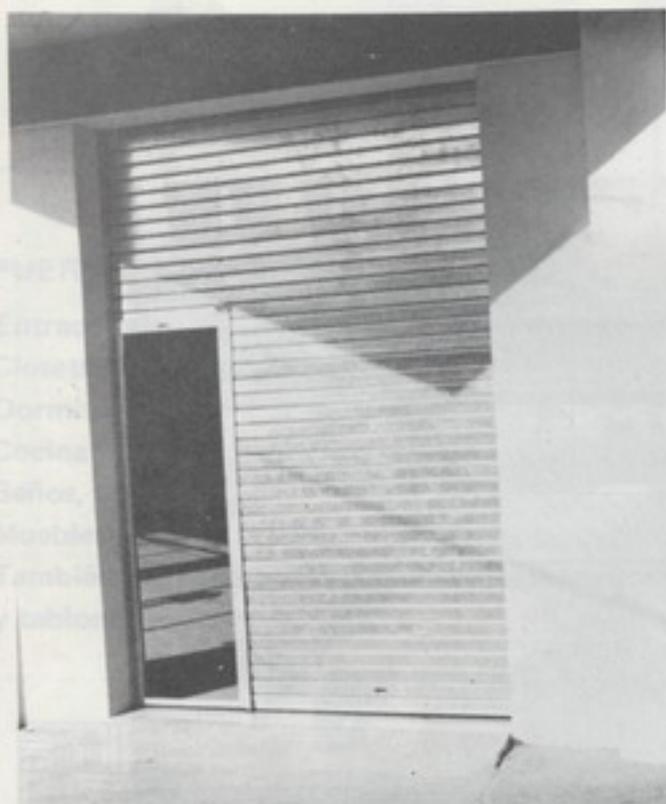
**CORTINA TUBULAR**

Garantía de protección y exhibición.

**PRODUCIMOS CORTINAS METALICAS  
EN LOS SIGUIENTES MATERIALES:**

- ACERO GALVANIZADO
- ALUMINIO (MILL FINISH)
- ALUMINIO PINTADO AL HORNO
- TUBULARES CON ESLABONES DE ALUMINIO.

**OFRECEMOS EQUIPO ELECTRICO  
Y SUS ACCESORIOS PARA  
CUALQUIERA DE NUESTRAS  
CORTINAS.**



**CORTINA DE LAMINA GALVANIZADA  
CON PUERTA DE ACCESO.**



## «El reto de los 100.000 kms.»

### ...es la garantía que Mercedes-Benz ofrece a los motores de sus camiones L1313

L1313 para carga general

- Características:
- Motor Diesel Mercedes-Benz de 145 h.p.
- 5 marchas sincronizadas
- 3 sistemas de frenos: 1) freno de servicio, doble circuito con auxilio de dos circuitos de aire comprimido. 2) freno de motor. 3) freno reserva automática que desacelera el vehículo progresivamente en caso de emergencia.

Además los modelos Mercedes-Benz L1313 vienen con las siguientes características: - Capacidad de carga útil de 8.000 Kgs - Distancia entre ejes: 4.83 mts. - Eje trasero duplicado.

Todos los vehículos Mercedes-Benz tienen 100.000 kms. de garantía en el motor y transmisión y están respaldados por el servicio estrella de Mercedes-Benz.

Véalos en el Departamento de Ventas de Automercantil en Paseo Colón o en su taller de servicio 500 mts. al Este de Cinco Esquinas de Tibás.



Consulte nuestros cómodos planes de financiamiento para empresarios y transportistas.

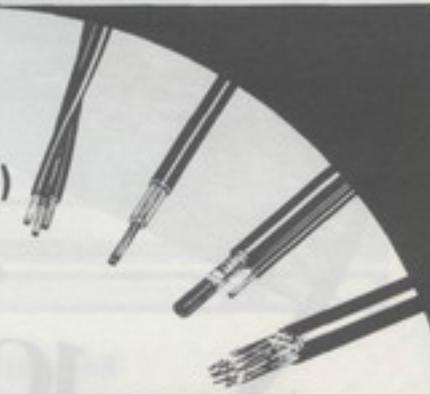


# Constructora Alajuelense S.A.

Tel. 41-59-69 — Apto. 506  
Alajuela, Costa Rica

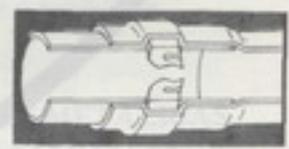
DISTRIBUIDORES DE  
**CUTLER HAMMER**

(Especialidad en líneas de control)



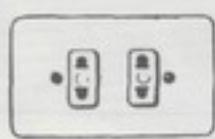
**P.V.C.**

**CONDUCEN**  
CONDUCTORES ELECTRICOS



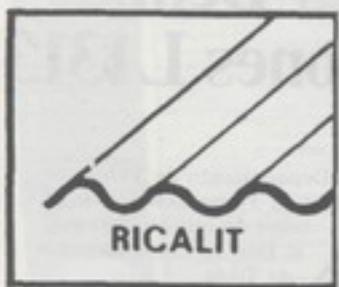
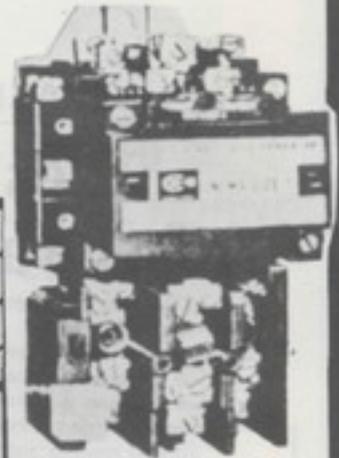
**bticino**

**PROTECTO**



Serie Dominó

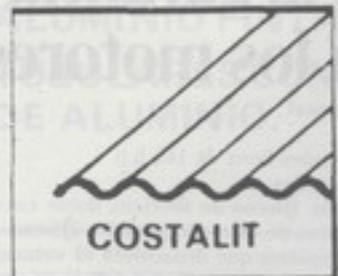
**RESISTOL**



**RICALIT**



**Protecto**  
STANDARD



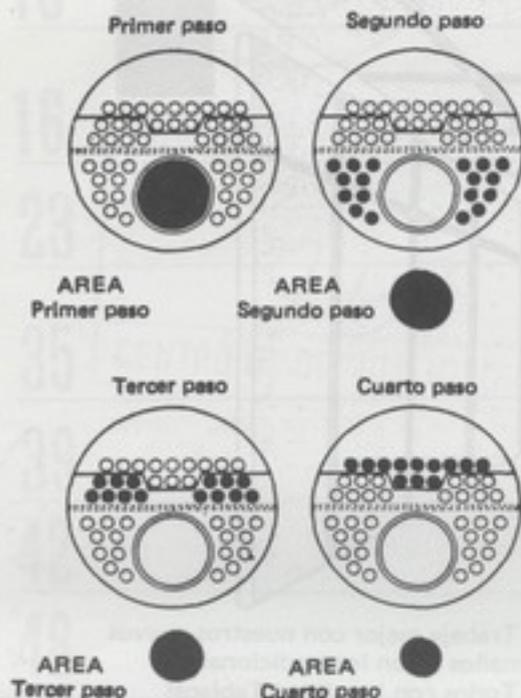
**COSTALIT**

Para su comodidad contamos con parqueo propio.  
100 sur y 25 oeste del Almacén Francisco Llobet,  
en Alajuela

## CALDERAS DE LA CONOCIDA MARCA

**Cleaver**  **Brooks®**

de 15 a 850 H. P.



# 25 AÑOS

de experiencia para un servicio eficiente y un completo surtido de repuestos en

**MATRA**

El distribuidor que atiende sus problemas de financiamiento.

## CONFIABLES PLANTAS ELECTRICAS



**CATERPILLAR**  
VENTAS, REPUESTOS Y SERVICIO

PARA TODAS LAS NECESIDADES  
EN UN AMPLIO RANGO DE  
VOLTAJES Y POTENCIAS.

### PLANTAS ELECTRICAS

Modelo	No. Cilindros	Consumo	Potencia*
3304 NA	4 en línea	5 gph	55/50
3304 T	4 en línea	7 gph	75/60
3304 T	4 en línea	8.5 gph	100/85
3306 T	6 en línea	10 gph	125/105
3306 T	6 en línea	12 gph	150/130
3306 TA	6 en línea	14 gph	175/150
3406 T	6 en línea	15 gph	200/175
3406 TA	6 en línea	17 gph	250/200
3408 T	8 en "V"	20 gph	275/225
3408 TA	8 en "V"	24 gph	300/265
3412T	12 en "V"	27 gph	350/300
3412T	12 en "V"	30 gph	400/330
3412TA	12 en "V"	37 gph	500/440
D 398	12 en "V"	52 gph	641/566
D 399	16 en "V"	68 gph	870/770

\*Potencia: servicio de emergencia/continuo.



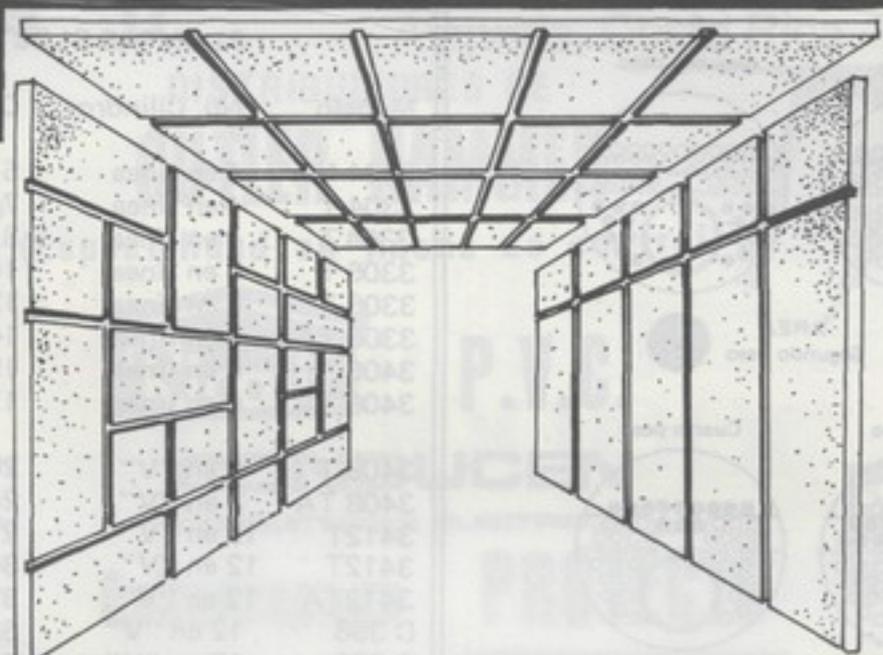
**MATRA**

MAQUINARIA Y TRACTORES LTDA.  
San José, Costa Rica  
Telex: CR-2110  
Apartado 426  
Teléfono: 21-00-01

**NUEVO**

# CIELO RASOS Y DIVISIONES TABLACEL.

Ahora le ofrecemos variedad  
de tamaño cortados.  
Listos para múltiples usos.



Como un aporte más a la industria de la construcción, Tablancel le ofrece ahora gran variedad de tamaños para una más atractiva, fácil y rápida instalación, que evitan el desperdicio.

Escoja usted: 50 x 50, 50 x 100, 50 x 150, 50 x 200, 50 x 250, 50 x 300.

Todos están especialmente cortados para la colocación efectiva de cielo rasos.

Divisiones. Artes manuales. Respaldo de cuadros. Fondos de muebles. Equipos de sonido. Particiones en menor grado y todos aquellos usos que demanden de tamaños pequeños de Tablancel.

Las sillas, gavetas, estanterías y gradas se hacen ahora más fácil con esta nueva oferta de Tablancel.

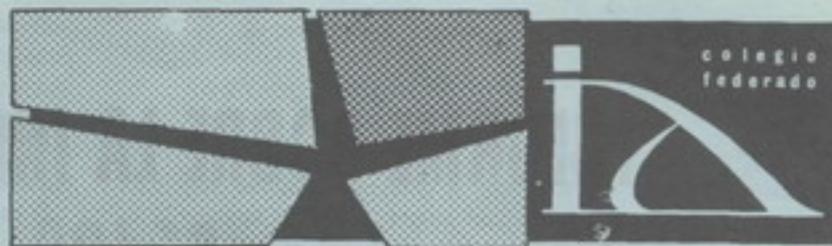
Converse con nosotros. Se fascinará con el amplio panorama decorativo que le ofrece nuestra gran variedad de tamaños Tablancel.

Trabaje mejor con nuestros nuevos tamaños o con los tradicionales.

Todos con la calidad Tablancel porque sólo Tablancel es Tablancel.

**MADERAS AGLOMERADAS S.A.**  
Planta San Joaquín de Flores  
Heredia, Tel.: 41 24 49  
Oficinas en San José  
Edificio CARONI, Barrio Amón  
Tels.: 21 40 40 - 21 93 28 - 22 79 79

ORGANO OFICIAL DEL  
COLEGIO FEDERADO  
DE INGENIEROS Y  
ARQUITECTOS DE  
COSTA RICA



**CONTENIDO**

No. 68 Abril - Mayo - Junio 1979

2

INFORME SOBRE LA INCORPORACION AL COLEGIO DE LOS GRADUADOS DEL INSTITUTO TECNOLOGICO

5

INDICES DE INTERACCION Y DESACOPLADORES EN LOS SISTEMAS DE CONTROL MULTIVARIABLE.

*Ing. Víctor M. Alfaro.*

13

ENERGIA Y DESARROLLO

*Ing. José J. Chacón Leandro.*

16

APUNTES PARA UNA HISTORIA DE LA INGENIERIA EN COSTA RICA 1502 - 1903.

*Ing. Hernán Gutiérrez Braun*

23

REGLAMENTO ESPECIAL PARA CONCURSOS PROFESIONALES DE INGENIERIA Y DE ARQUITECTURA.

35

ETICA PROFESIONAL PARA EL GEOMETRA EXPERTO DE PROFESION LIBRE PROPOSICION DE CODIGO.

*Tessou Jacaves*

39

LA IMPORTANCIA DE LA GEODESIA

*Ing. Top. Martín Chaverri*

42

ESPIRAL DE DIEZ CUERDAS

*Ing. Top. Jacobo Sanabria C.*

48

EL CONCRETO Y LA ENERGIA EN LA REPUBLICA DE EL SALVADOR.

**DIRECCION:** Avenida 4a. Calle 42. teléfono 23- 01- 33. Apartado 2346 San José

Horas de oficina  
LUNES a VIERNES de 8 a.m a 12 m.  
de 2 p.m a 6 p.m.

Lic. Eduardo Mora Valverde  
**Director Ejecutivo**

Sr. Donald Cruz Castillo  
**Jefe Administrativo**

**COMISION EDITORA:** Ing. Martín Chaverri R  
Ing. Rafael A. Sánchez B. **Coordinador.**  
Ing. Roger Lorenzo B.

**Editada por**  
DISTRIBUIDORA PUBLICITARIA LTDA.  
Luis Burgos Murillo, **EDITOR.**

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.

# INFORME SOBRE LA INCORPORACION DE LOS GRADUADOS DEL INSTITUTO TECNOLOGICO AL COLEGIO FEDERADO

Informe presentado por el Ing. Bayardo Selva A. Presidente de C.F.I.A.  
en la Asamblea de Representantes sobre el ITCR.

## 1.- ANTECEDENTES

Cuando asumí la presidencia del Colegio, en noviembre de 1978, la primera y casi única labor que tuve que atender fue precisamente acudir a la Asamblea Legislativa y exponer allí las razones por las que el Colegio Federado se oponía al ingreso de los graduados del Tecnológico como miembros activos de nuestros colegios. Sin embargo, pude constatar entonces que en el ambiente político que priva en la Asamblea, no interesaban y ni siquiera se entendían, los argumentos que se expusieron en favor de nuestra tesis. Así las cosas, se tomó la determinación de aceptar la mediación del Ministro de Obras Públicas, Ing. Rodolfo Méndez M., para tratar de llegar a una solución adecuada mediante negociación directa con las autoridades del Tecnológico, aprovechando que la Asamblea Legislativa estaba fuera de sesiones ordinarias a partir de diciembre. Esas negociaciones, efectuadas a lo largo de diciembre y enero pasados, condujeron a varios puntos de acuerdo:

- 1.- El Colegio Federado crearía un nuevo Colegio de Tecnólogos, al que se incorporarían como miembros activos los graduados del Tecnológico.
- 2.- Se daría un plazo de hasta seis meses para que el Colegio Federado hiciera las modificaciones necesarias en su Ley y Reglamento, para la creación de ese nuevo Colegio.
- 3.- Se debía regular el ejercicio profesional de los

miembros de ese nuevo colegio, dada su diferente preparación académica, según reconoce el propio Tecnológico.

Estos puntos fueron aprobados por la Asamblea de Representantes del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos celebrada el 1o de Febrero de 1979 y también por el Consejo Director del Instituto Tecnológico de Costa Rica, aunque en lo referente al punto 3.- había diferencia en la redacción propuesta por ambas partes, sobre todo en lo que se refiere a definir cuáles profesionales podrían asumir la responsabilidad profesional en el proceso de inspección, lo cual no se definía en la redacción propuesta por el I.T.C.R.

Cabe destacar aquí sin embargo, que la principal discrepancia que había surgido hasta entonces había sido solucionada ya que la aceptación por ambas partes de crear un nuevo colegio dentro del CFIA., conciliaba tanto la demanda de los graduados del I.T.C.R. de ser miembros activos, como la del Colegio Federado de sostener que la formación académica de esos graduados no es equivalente a la de los ingenieros y arquitectos de los cuatro colegios actuales. La conciliación final dependía entonces de establecer el campo de acción de los nuevos profesionales tecnólogos, por lo que todos los esfuerzos se dirigieron hacia esa definición. No obstante, por causas que no hemos podido establecer pero que podrían deducirse a la luz de los acontecimientos posteriores, no fue posible ni para el Minis-

tro Méndez ni para los rectores del I.T.C.R. acordar la reunión final de negociación que el C.F.I.A. solicitó en repetidas ocasiones en aras de llegar a la Asamblea Legislativa con una propuesta común que permitiera terminar el problema; más aún, se envió una carta a la Comisión de Asuntos Sociales solicitando se abstuvieran de tramitar el proyecto hasta tanto no se llegara a un acuerdo final entre las partes. Así las cosas, el miércoles 21 de marzo se logró por fin programar una reunión en la oficina del Ministro Méndez, entre el Instituto Tecnológico y el Colegio Federado, para culminar el proceso de negociación; dicha reunión se planeó para el martes 27 de marzo.

## 2.— DESARROLLO DEL DEBATE LEGISLATIVO

Pese a todo lo anterior, el jueves 22 de marzo la Comisión de Asuntos Sociales aprobó en forma unánime un Proyecto de Reformas a la Ley Orgánica del I.T.C.R. enviado al Poder Ejecutivo a Sesiones Extraordinarias como acuerdo común del I.T.C.R. y el C.F.I.A., lo cual solo era cierto en lo que se refiere a la creación del nuevo Colegio y el plazo de seis meses otorgado al C.F.I.A. para esos efectos; por lo que respecta a la regulación se planteaba en el proyecto la redacción propuesta por el I.T.C.R., que era aceptable al C.F.I.A. dada su ambigüedad sobre la inspección y dirección principal de obras. Según se nos informó luego, la carta oficial del envío del proyecto a la Asamblea Legislativa, tenía copias para el I.T.C.R. y el C.F.I.A. pero curiosamente la copia nuestra nunca llegó a su destino ni nadie ha podido informarnos quién debía enviarla y si ese alguien llegó a hacerlo.

Ante esta situación la Junta Directiva General del Colegio Federado acordó atacar en el plenario de la Asamblea el proyecto, en lo que se refería a los artículos 7 y 8 que decían lo siguiente:

### “ARTICULO 7o.—

Sus graduados, con grado de bachiller universitario, tendrán derecho a incorporarse como miembros activos en los colegios respectivos, y quedarán sometidos a la regulación de sus campos de acción que aprueben las correspondientes Juntas Directivas de los Colegios, previa consulta con el Consejo Director del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

### “ARTICULO 8o.—

Sus graduados en Ingeniería Técnica, que se incorporen al Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos no están autorizados a firmar planos de construcción, planos de proceso industrial y planos de montaje electromecánico, que sean producto de un diseño de ingeniería o arquitectura. Podrán asumir la responsabilidad civil en la ejecución de los procesos constructivos, industrial y montaje electromecánico y en la inspección de la calidad de los materiales y tecnología empleados.”

Se propusieron las siguientes redacciones:

### “ARTICULO 7o.—

Sus graduados, con grado de bachiller universitario, tendrán derecho a incorporarse como miembros activos en los Colegios respectivos, y quedarán sometidos a la regulación de sus campos de acción que aprueben las correspondientes Juntas Directivas de los Colegios.”

### “ARTICULO 8o.—

Los miembros del nuevo Colegio, egresados con grado de bachiller o superior del Instituto Tecnológico de Costa Rica, no podrán ni estarán autorizados a firmar planos o diseñar, ni asumir la dirección, ejecución o inspección principal de obras de construcción, proceso y montaje, que sean producto de un diseño de ingeniería o de arquitectura.

### “ARTICULO 8o.— (alternativo al anterior)

“Sus graduados en Ingeniería Técnica, que se incorporan al Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos no están autorizados a firmar planos de construcción, que sean producto de un diseño de ingeniería o arquitectura. Podrán participar en la ejecución de los procesos constructivos, industrial y de montaje electromecánico y en la inspección de la calidad de los materiales y tecnología empleados, bajo la responsabilidad profesional de un ingeniero o arquitecto preparado para asumirlo quien ejercerá la inspección principal.”

Paralelamente se conversó con la Federación de Colegios Profesionales y la Asociación de Estudiantes de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica, solicitando su apoyo y colaboración. También, a iniciativa de los jefes de fracción de los Partidos de Liberación Nacional y Unidad, se sostuvo una larga discusión con el Rector del ITCR, pero éste no cedió en negociar nada. Durante toda una semana se trató de convencer a los señores diputados de la necesidad y conveniencia nacional de modificar el proyecto, pero se demostró una vez más que no hay peor sordo que el que no quiere oír, y el proyecto fue aprobado en primer y segundo debate. No quedó entonces más alternativa que llegar a un paro total de los estudiantes de ingeniería, lo que decretaron desde el viernes 30 de marzo, a paros en el I.C.E., M.O.P.T., A y A., I.N.V.U., el I.F.A.M. el jueves 29 y a decretar uno indefinido a partir del medio día de lunes 2 de abril, entre los profesionales miembros del C.F.I.A. Esa misma tarde se celebraron dos sesiones con los jefes de fracción tratando de solucionar el asunto, pero más en función de los grupos de estudiantes de ambos bandos que vociferaron frente al edificio de la Asamblea, que de las razones expuestas por el C.F.I.A. Después de una larga discusión en la segunda reunión, celebrada durante un receso de la sesión legislativa, los jefes de fracción acor-

daron, con la anuencia de los dos grupos estudiantiles y el Rector del I.T.C.R., pero con la oposición del Colegio Federado, modificar únicamente el Artículo 7, eliminando la frase final: "previa consulta con el Consejo Director del I.T.C.R.", pero introduciendo un nuevo transitorio en la ley que indica que por una única vez y antes de promulgar los reglamentos de ejercicio profesional, los colegios respectivos harían la consulta citada.

Como puede verse, los señores diputados ignoraron al C.F.I.A., al Colegio de Abogados, a la Federación de Colegios Profesionales, al Rector y al Consejo Universitario de la Universidad de Costa Rica, todos los cuales les habían escrito solicitando una posposición de una semana por analizar el asunto más a fondo y formular sus objeciones. Con esa modificación al artículo 7., el proyecto fue finalmente aprobado el miércoles 4 de abril.

### 3.- ACCION PROPUESTA A SEGUIR EN EL C.F.I.A.

Como se expresó en párrafos anteriores, el principal objetivo del Colegio había sido ubicar a los graduados del I.T.C.R. en una categoría acorde con su preparación y sobre todo con su campo de acción profesional, evaluado este no en función de los ideales paternalistas del Consejo Director del I.T.C.R. ni de las ambiciones expectativas de los estudiantes, sino de la realidad en que laboran actualmente los graduados, lo que es más objetivo e incuestionable. Lo que pasó en la Asamblea era en muchas formas lógico y previsible ya que la perspectiva política es la única que privó en algunos diputados, en otros su afición a los aplausos y gritos y en algunos un completo desconocimiento de lo que en realidad se discutió. Creo sinceramente que el asunto, tal y como quedó, es perfectamente manejable por el Colegio siempre que utilicemos más inteligencia que pasión y que sepamos capitalizar esta experiencia. Lo que es realmente importante es que todos entendamos que lo que se logró

fue producto del trabajo hecho durante diciembre y enero, mientras que en la Asamblea Legislativa se sostuvo una posición de principios y dignidad profesional, ya que hubiera sido preferible aprobar una ley congruente y justa, no sólo para el C.F.I.A. sino para los propios graduados del I.T.C.R. aunque algunos de ellos aún no lo comprenden. La forma en que se aprobó nos conduce ahora a realizar los cambios necesarios en nuestra propia ley orgánica y reglamento, para dar cabida al nuevo colegio, establecer su representación y delimitar las responsabilidades profesionales en el quehacer de la ingeniería, la arquitectura y la tecnología asociada a ambas. Para ello se ha creado una comisión integrada por los presidentes de los cuatro colegios actuales, quienes con la colaboración de sus juntas directivas, representantes y todos los profesionales interesados, harán las reformas indicadas para presentarlas a consideración de ustedes en un futuro cercano.

Por otra parte se va a promover una acción coordinada y más dinámica entre todos los colegios profesionales, ya que es necesaria una mayor intervención de parte de los entes reguladores de las profesiones para realizar a corto plazo un diagnóstico de nuestra educación superior y formular objetivos claros, ya que no debe olvidarse que si bien es cierto que las instituciones académicas deben tener su autonomía, también lo es que a nosotros nos toca trabajar con el producto humano de esas instituciones.

Finalmente deseo agradecer a todos ustedes, a los presidentes de las asociaciones de ingenieros y arquitectos de las instituciones públicas, a los estudiantes de ingeniería, la colaboración y el apoyo que hemos recibido, reiterándoles nuestro propósito de seguir adelante en nuestra lucha por colocar nuestras profesiones en el nivel que merecen. Hemos logrado una unión que hace tiempo no se veía en nuestro Colegio; el reto es mantenerla y fortalecerla; eso será tarea de todos.

# " INDICES DE INTERACCION Y DESACOPLADORES EN LOS SISTEMAS DE CONTROL MULTIVARIABLES "

ING. VICTOR ML. ALFARO  
FERTICA S.A.

## RESUMEN

Se presentan tres métodos diferentes de medir la interacción existente en un proceso multivariable, de los cuales uno no toma en cuenta la dinámica del sistema mientras que los otros sí.

Se obtienen también las redes desacoplantes necesarias para poder ajustar los controladores utilizando la teoría de control monovariable.

Se presenta un ejemplo ilustrativo.

## 1. INTRODUCCION

Los sistemas de control multivariable están caracterizados por la interacción existente entre las diferentes variables del proceso. Esta interacción reduce la efectividad de la teoría de control monovariable clásica, en el diseño de sistemas de control para tales sistemas.

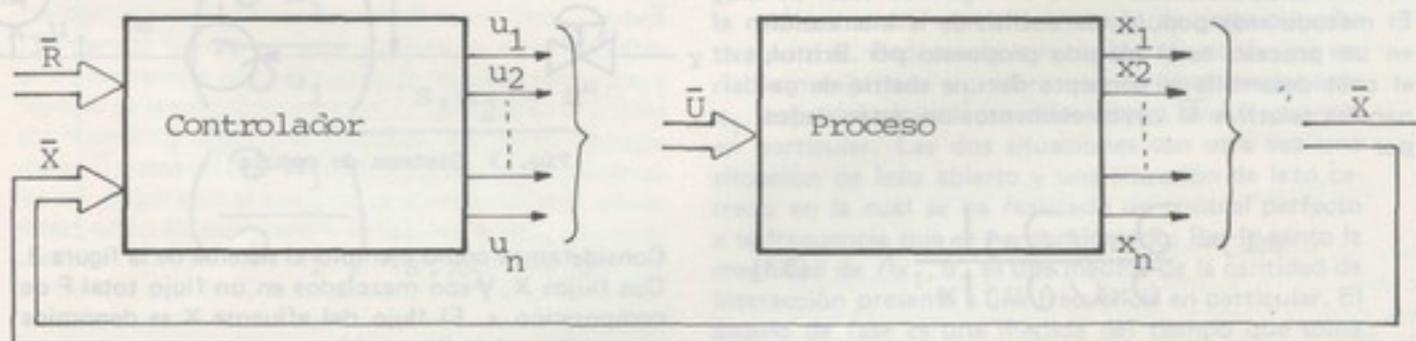
Es vital un análisis apropiado de la interacción existente, para el diseño de un sistema de control multivariable. Uno de los problemas encontrados en tal análisis, es el determinar correctamente la configuración de apareamiento entrada-salida. En el caso de

que el apareamiento usado sea incorrecto, esto es, si se usa una variable manipulada equivocada para controlar una variable controlada específica, el control resultante puede ser pobre y en algunos casos hasta inestable.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dado un proceso con múltiples entradas y salidas, (fig. 1) el problema de control es el seleccionar la configuración de lazo cerrado, que permita operar al sistema en el punto escogido en forma segura.

Sabemos que el sistema tiene tantos grados de libertad como variables manipuladas. Como por cada variable controlada debe haber por lo menos una variable manipulada, tenemos que: 1. Si alguna vez el número disponible de variables que se van a manipular, estas últimas deben compartirse en forma lógica. 2. Siempre que el número de variables manipuladas exceda el número de las que se va a controlar, el exceso debe fijarse. En algunos casos, el apareamiento correcto de las variables manipuladas y controladas es obvio y ocasionalmente no importa como sean apareadas.



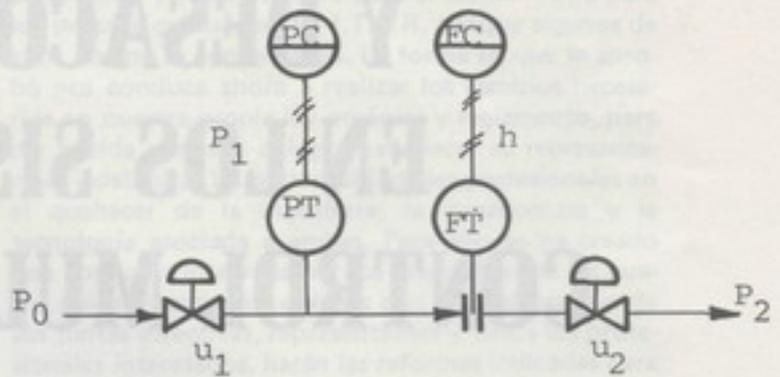
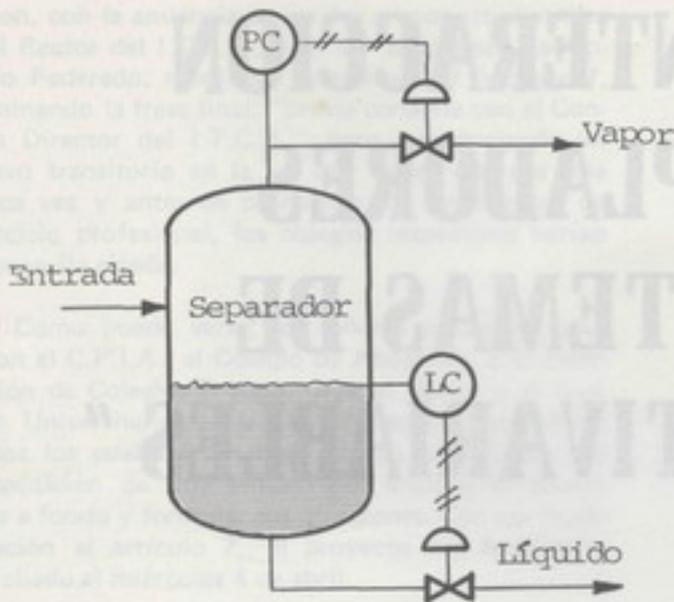


Fig. 2 a. Interacción despreciable

b. Interacción similar

Considérense los sistemas que se muestran en la figura 2. En el separador (2. a) al flujo de vapor no afecta el nivel de líquido ni el flujo de líquido tiene influencia en la presión, de manera que el arreglo de los lazos es obvio. En la tubería (2.b) sin embargo, ambas válvulas parecen afectar igualmente la presión y el flujo de manera que cualquier combinación parece trabajar.

Sin embargo, muchas veces el ingeniero de control se encuentra con situaciones donde la decisión que debe hacer no es obvia y debe tener una base firme para hacer una. Necesita por lo tanto hacer una medición de la interacción.

### 3. INDICES DE INTERACCION

Cualquier proceso se puede ver como un bloque con un número de variables de entrada (manipuladas) y un número igual de variables de salida (controladas). El objetivo es controlar una salida dada del proceso manipulando la entrada que tiene mayor influencia en ella. Si esto no se hace, otra entrada tendrá mayor influencia en la variable controlada que una que es manipulada por el controlador.

#### 3.1. Ganancias relativas

El método más popular de análisis de la interacción en un proceso es el método propuesto por Bristol, el cual desarrolla el concepto de una matriz de ganancias relativas  $\bar{M}$  cuyos elementos  $m_{ij}$  están dados por

$$m_{ij} = \frac{\partial x_i / \partial u_j |_{u_1}}{\partial x_i / \partial u_j |_x} \quad (3.1)$$

donde  $x_i$  denota la  $i$ -ésima variable controlada y  $u_j$  la  $j$ -ésima variable manipulada. Las combinaciones

" $x_i - u_j$ " que provean los mayores números positivos para  $m_{ij}$ , deben seleccionarse como lazos cerrados. La mayor ventaja de este método es que la matriz de ganancias relativas puede calcularse fácilmente. Cuando la matriz de ganancias relativas contiene números aproximados a 1 y 0, los lazos serán altamente independientes, pero valores acercándose a 0.5 indican un acople mutuo fuerte. Como se puede apreciar, en este método se ha ignorado totalmente la dinámica del proceso durante el análisis. Si la dinámica en todas las partes dentro del proceso es aproximadamente igual, esta aproximación será buena y existen situaciones donde los sistemas están desacoplados por variaciones en la dinámica. En otros casos, donde el arreglo de ganancias relativas, basado en acoplamiento estática solamente, puede indicar que no hay problemas de interacción, el sistema puede ser fuertemente interactuante debido a la dinámica.

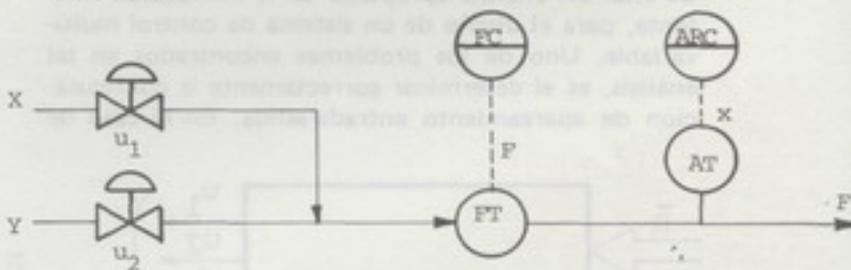


Fig. 3 Sistema de mezcla

Consideramos como ejemplo el sistema de la figura 3. Dos flujos  $X, Y$  son mezclados en un flujo total  $F$  de composición  $x$ . El flujo del afluente  $X$  se denomina  $u_1$  y el flujo del afluente  $Y, u_2$ .

Las ecuaciones que describen el proceso son:

$$F = u_1 + u_2 = \frac{u_1}{x} + \frac{u_2}{1-x}$$

$$x = \frac{u_1}{u_1 + u_2} = \frac{u_1}{F} = 1 - \frac{u_2}{F}$$

Los elementos de la matriz de ganancias relativas se obtienen de:

$$\frac{\partial F}{\partial u_1} \Big|_{u_2} = 1, \quad \frac{\partial F}{\partial u_2} \Big|_{u_1} = \frac{1}{1-x}$$

siendo  $M_{F, u_1} = \frac{1}{1/x} = x$

Por lo tanto

	u1	u2
F	x	1-x
x	1-x	x

Para valores de x menores que 0.5, u1 debe usarse para controlar la composición y u2 para controlar el flujo.

### 3.2. Ganancias dinámicas.

Como se ha visto, el arreglo de ganancias relativas de Bristol es un arreglo estático. Witcher y McAvoy hacen una extensión dinámica de él.

Consideremos un proceso de 2 x 2.

$$X_1(s) = G_{p11}(s) U_1(s) + G_{p12}(s) U_2(s) \quad (3.2)$$

$$X_2(s) = G_{p21}(s) U_1(s) + G_{p22}(s) U_2(s) \quad (3.3)$$

Un coeficiente  $\lambda_{x_1, u_1}$  dinámico puede definirse como:

$$\lambda_{x_1, u_1} = \frac{\left( \frac{\partial x_1}{\partial u_1} \right)_{s, u_2 = 0}}{\left( \frac{\partial x_1}{\partial u_1} \right)_{s, x_2 = 0}} \quad (3.4)$$

Nótese que en esta definición se mantiene constante. La condición de que  $u_2(s)$  y  $x_2(s)$  sean 0 es equivalente a que  $u_2(t)$  y  $x_2(t)$  permanezcan en sus valores estacionarios. Evaluando (3.4) de (3.2) y (3.3) se obtiene:

$$\lambda_{x_1, u_1} = \frac{G_{p11} G_{p22}}{G_{p11} G_{p22} - G_{p12} G_{p21}} = \frac{1}{1 - \frac{G_{p12} G_{p21}}{G_{p22} G_{p11}}} \quad (3.5)$$

Definiendo la razón

$$k = \frac{G_{p12} G_{p21}}{G_{p11} G_{p22}} \quad (3.6)$$

El arreglo de Bristol dinámico viene a ser:

	u1	u2
x1	1	-k
x2	-k	1

La mejor manera de interpretar el  $\lambda_{x_1, u_1}$  que ha resultado en este análisis es en el dominio de la frecuencia. Haciendo s igual a jw, entonces  $\lambda_{x_1, u_1}$  puede representarse como una magnitud y un ángulo de fase. La magnitud puede ser interpretada de la misma manera que en el arreglo de ganancia relativa normal. Representa la razón del efecto de una variable manipulada  $u_1$  sobre una variable manipulada  $x_1$ , bajo dos situaciones diferentes a una frecuencia en particular. Las dos situaciones son otra vez una situación de lazo abierto y una situación de lazo cerrado en la cual se ha realizado un control perfecto a la frecuencia que se ha considerado. Por lo tanto la magnitud de  $\lambda_{x_1, u_1}$  es una medida de la cantidad de interacción presente a una frecuencia en particular. El ángulo de fase es una medida del tiempo que toma una perturbación para propagarse de un lazo a otro.

### 3.3 Criterio integral.

Este método propuesto por Suchanti y Fournier se basa en unos coeficientes de interacción  $I_j$  usados como una medida del grado de acoplamiento en un sistema multivariable interactuante. Los coeficientes de interacción  $I_j$  son definidos como:

$$I_j = \frac{(\overline{IE})_j - (IE)_j}{(IE)_j} \quad (3.7)$$

donde:

$(IE)_j$  es el error integral de la variable controlada  $x_j$  para un cambio escalón unitario en su referencia  $r_j$ .  $(\overline{IE})_j$  es el error integral de  $x_j$  para un cambio escalón en todas las referencias  $r_j$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$  y con todos los lazos cerrados.

Se usan controladores proporcionales en todos los lazos de control ajustados usando correlaciones de lazo simple y suponiendo que no hay presente interacción. Para un sistema multivariable de  $n$  entradas  $-n$  salidas, el índice de acoplamiento total se define como:

$$T = \sum_{j=1}^n (W_j I_j) \quad (3.8)$$

$W_j$  es un factor de peso para el  $j$ -ésimo lazo de control. Los  $n$  factores de peso se seleccionan basándose en el objetivo específico de control del proceso particular considerado. Sustituyendo (3.7) en (3.8) se obtiene:

$$T = \sum_{j=1}^n W_j \left( \frac{(\overline{IE})_j - (IE)_j}{(IE)_j} \right) \quad (3.9)$$

De todas las configuraciones posibles se selecciona la combinación de apareamiento entrada-salida que provea el valor mínimo de  $T$ .

Este algoritmo tiene la ventaja de incluir la característica dinámica del proceso y proveer flexibilidad porque el índice general de acople,  $T$ , se puede ajustar a los objetivos específicos de control por medio de la selección apropiada de los factores de peso y de los criterios integrales del error. Sin embargo la mayor desventaja de este algoritmo es que requiere alguna simulación aunque en una sola corrida por cada configuración posible.

#### 4. DISEÑO DE DESACOPLADORES

Para un proceso altamente interactuante, con el que se dificulta no solamente el apareamiento entrada-salida, sino también el ajuste de los controladores seleccionados, puede ser conveniente el diseñar una red desacoplante que permita hacer un ajuste de sistemas de control monovariable.

Para desacoplar un proceso cuya matriz de transferencia es  $G_p$ , se debe escoger una matriz desacoplante  $D$  tal que

$$\overline{G}_p \overline{D} = \overline{T} \quad (4.1)$$

donde  $\overline{T}$  es una matriz diagonal.

En el caso de un sistema de dos entradas y dos salidas controlado con  $\overline{G}_c$ , donde

$$\overline{D} = \begin{bmatrix} D_{11} & D_{12} \\ D_{21} & D_{22} \end{bmatrix} \text{ y } \overline{G}_p = \begin{bmatrix} G_{p11} & G_{p12} \\ G_{p21} & G_{p22} \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

la matriz  $\overline{D}$  se puede obtener de (4.1) como:

$$\overline{D} = \overline{G}^{-1} \overline{T} \quad (4.3)$$

suponiendo que  $\overline{G}$  existe.

Utilizando las matrices dadas por (4.2) y

$$\overline{T} = \begin{bmatrix} T_{11} & 0 \\ 0 & T_{22} \end{bmatrix} \quad (4.4)$$

$\overline{D}$  viene dado por:

$$\overline{D} = \frac{1}{G_{p11} G_{p22} - G_{p12} G_{p21}} \begin{bmatrix} G_{p22} T_{11} & -G_{p12} T_{22} \\ -G_{p21} T_{11} & G_{p11} T_{22} \end{bmatrix} \quad (4.5)$$

Existen dos procedimientos generales para resolver este problema de control. Uno es escoger la matriz  $T$  y entonces realizar, si es posible, los elementos de la matriz  $\overline{D}$  resultante. La otra manera general es escoger algunos de los elementos de  $\overline{D}$  y luego sintonizar los controladores de  $\overline{G}_c$  de acuerdo con la matriz  $\overline{T}$  resultante. Esta escogencia se ve como la más lógica. La escogencia puede hacerse de manera que dé como resultado elementos desacopladores fáciles de realizar. Como se muestra en la ecuación (4.5) dos elementos  $\overline{D}$  pueden escogerse arbitrariamente. En forma general, se pueden escoger libremente  $n$  elementos de un sistema de  $n$  entradas y  $n$  salidas. Una escogencia co-

mún es hacer dos elementos de  $\bar{D}$  iguales a la unidad, lo cual significa que solamente dos desacopladores deben realizarse, lo que es una ventaja considerable.

Cualquiera dos elementos de la matriz  $\bar{D}$  pueden hacerse iguales a la unidad con la única restricción de que no estén en la misma columna de  $\bar{D}$ .

Las posibilidades que se presentan para un sistema de dos entradas y dos salidas son:

$$\bar{D} = \begin{bmatrix} 1 & \frac{-Gp_{12}}{Gp_{11}} \\ \frac{-Gp_{21}}{Gp_{22}} & 1 \end{bmatrix} \quad (4.6)$$

$$\bar{D} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \frac{-Gp_{21}}{Gp_{22}} & \frac{-Gp_{11}}{Gp_{12}} \end{bmatrix} \quad (4.7)$$

$$\bar{D} = \begin{bmatrix} \frac{-Gp_{22}}{Gp_{21}} & \frac{-Gp_{12}}{Gp_{11}} \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (4.8)$$

$$\bar{D} = \begin{bmatrix} \frac{-Gp_{22}}{Gp_{21}} & 1 \\ 1 & \frac{-Gp_{11}}{Gp_{12}} \end{bmatrix} \quad (4.9)$$

La configuración más común es la (4.6) y es conocida como "Desacople simplificado". Si uno de los elementos de (4.6), digamos  $-Gp_{21}/Gp_{22}$  es difícil de

realizar, usualmente es fácil de realizar su inversa  $-Gp_{22}/Gp_{21}$  y se usa (4.8) o (4.9), etc. Debe notarse que las respuestas de lazo cerrado son diferentes para (4.6), (4.7), (4.8) y (4.9), un hecho que debe tomarse en cuenta cuando se ajustan los controladores  $Gc$ . En la figura 4 se muestra el sistema de control bidimensional con una red desacoplante, el cual requiere solamente dos controladores los cuales se pueden sintonizar empleando técnicas de ajuste monovariables.

## 5. DESACOPLADORES SI O NO?

En el caso de sistemas multivariables tenemos entonces que el diseñador del sistema de control puede optar por un control no interactuante o por uno interactuante.

Hemos visto la manera de lograr un sistema de control no interactuante con respecto a los cambios en las referencias solamente. Esta propiedad es ventajosa para los servomecanismos multivariables donde las referencias son variables, pero son irrelevantes para reguladores de procesos donde el objetivo es mantener las variables de control iguales a las referencias entre la presencia de perturbaciones.

Por lo tanto, para los reguladores de proceso el diseño interactuante puede verse como una alternativa de importancia, por ser menos cara y porque puede dar una mejor atenuación de las perturbaciones con respecto al diseño interactuante.

Aunque los desacopladores pueden ser, algunas veces, físicamente no realizables, el diseño interactuante siempre existe. Sin embargo, el diseño interactuante tiene la ventaja de un ajuste simplificado de los controladores.

Consideremos una planta de segundo orden con control no interactuante, una perturbación  $z(s)$  se introduce en las variables controladas ( $y_1(s)$ ,  $y_2(s)$ ) antes del punto de medición, a través de las funciones de transferencia entre la perturbación y las variables controladas son:

a. Sistema interactuante:

$$\frac{y_1}{z} = \frac{G_1}{1 + Gp_{11} (1 - KP_2) Gc_1} \left( 1 - \frac{G_2 Gp_{12}}{G_1 Gp_{22}} P_2 \right) \quad (5.1)$$

$$\frac{y_2}{z} = \frac{G_2}{1 + Gp_{22} (1 - KP_1) Gc_2} \left( 1 - \frac{G_1 Gp_{21}}{G_2 Gp_{11}} P_1 \right) \quad (5.2)$$

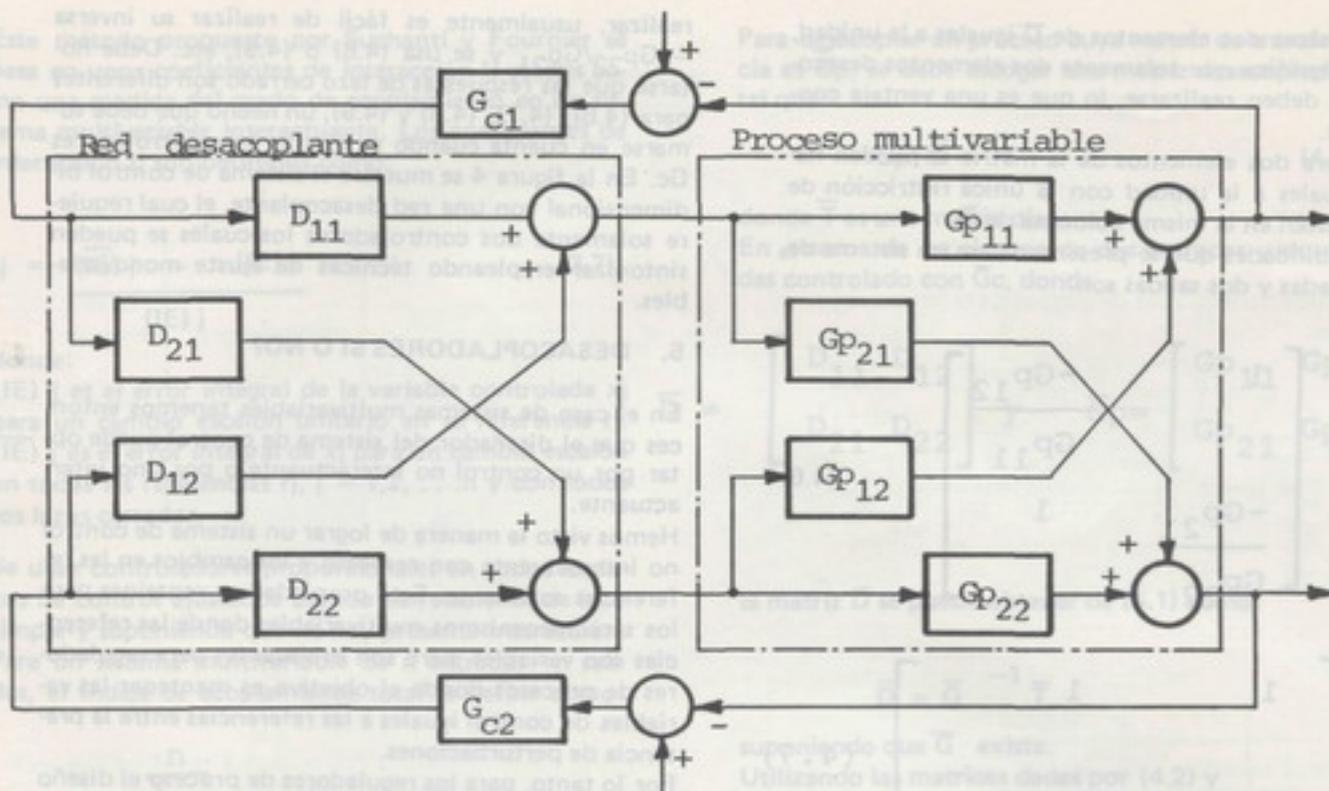


Fig. 4 Sistema de control multivariable con red desacoplante.

donde  $P_i(s) = \frac{G_{ci} G_{pii}}{1 + G_{ci} G_{pii}} \quad i = 1,2$

$$K(s) = \frac{G_{p12} G_{p21}}{G_{p11} G_{p22}} \quad (5.4)$$

b. Sistema no interactuante

Tomando la matriz desacopladora  $D$  como está dada por (4.6), tenemos

$$\frac{y_1}{z} = \frac{G_1}{1 + G_{p11} (1 - K) G_{c1}} \quad (5.5)$$

$$\frac{y_2}{z} = \frac{G_2}{1 + G_{p22} (1 - K) G_{c2}} \quad (5.6)$$

Para determinar la efectividad en el filtrado de las perturbaciones, se definirá para una perturbación dada, la razón de desviación.

$$|q_{1,2}| = \left| \frac{y_{1,2} \text{ con control}}{y_{1,2} \text{ sin control}} \right| \quad (5.7)$$

a. Sistema interactuante

$$|q_{1i}| = A_1 B_1, \quad |q_{2i}| = A_2 B_2 \quad (5.8)$$

$$A_1 = \left| \frac{1}{1 + G_{p11} (1 - KP_2) G_{c1}} \right|$$

$$B_1 = \left| \frac{1 - \frac{G_2 G_{p12}}{G_1 G_{p22}} P_2}{G_1 G_{p22}} \right| \quad (5.9)$$

$$A_2 = \left| \frac{1}{1 + G_{p22} (1 - KP_1) G_{c2}} \right|$$

$$B_2 = \left| \frac{1 - \frac{G_1 G_{p21}}{G_2 G_{p11}} P_2}{G_2 G_{p11}} \right| \quad (5.10)$$

b. Sistema no interactuante

$$|q1n| = \left| \frac{1}{1 + G_{p11} (1-K) G_{c1}} \right| \quad (5.11)$$

$$|q2n| = \left| \frac{1}{1 + G_{p22} (1-K) G_{c2}} \right|$$

El mejoramiento en la atenuación de las perturbaciones en el sistema de control interactuante es debido principalmente a los factores  $B_1$  y  $B_2$

Si:

$$\frac{G_2(0)}{G_1(0)} G_{p12}(0) > 0 \quad (5.12)$$

$$\text{y} \quad \frac{G_1(0)}{G_2(0)} G_{p21}(0) > 0$$

los factores  $B_1$  y  $B_2$ , son para el ámbito más importante de bajas frecuencias, menores que 1. Además los factores  $A_1$  y  $A_2$  son, en el mismo ámbito de frecuencias, usualmente menores que  $q1n$  y  $q2n$  respectivamente, lo cual mejoraría la atenuación de la perturbación en los sistemas interactuantes comparados con los no interactuantes.

Por lo anterior, el uso de los desacopladores estará determinado por un compromiso entre costo, facilidad de ajuste de los controladores y comportamiento ante las perturbaciones, quedando a criterio del diseñador el esquema de control a seleccionar.

## 6. EJEMPLO

Considérese una planta de segundo orden cuya matriz de transferencia es:

$$G_p(s) = \begin{bmatrix} 2 e^{-s} / (10s + 1) \\ 0.5 e^{-s} / (5s + 1) \end{bmatrix}$$

Para  $s = 0$

$$x_1 = 2 u_1 + 0.5 u_2 = 1.875 u_1 + 0.25 x_2$$

$$x_2 = 0.5 u_1 + 2 u_2 = 1.875 u_2 + 0.25 x_1$$

$$m_{11} = \frac{\partial x_1 / \partial u_1 |_{u_2}}{\partial x_1 / \partial u_1 |_{x_2}} \quad m_{22} = \frac{\partial x_2 / \partial u_2 |_{u_1}}{\partial x_2 / \partial u_2 |_{x_1}}$$

$$\frac{\partial x_1}{\partial u_1} \Big|_{u_2} = 2, \quad \frac{\partial x_1}{\partial u_1} \Big|_{x_2} =$$

$$1.875, \quad \frac{\partial x_2}{\partial u_2} \Big|_{u_1} = 2, \quad \frac{\partial x_2}{\partial u_2} \Big|_{x_1} = 1.875$$

La matriz de ganancias relativas para esta planta es:

$$\bar{M} = \begin{bmatrix} 1.067 & -0.067 \\ -0.067 & 1.067 \end{bmatrix}$$

la cual muestra un sistema casi desacoplado tomando los pares  $(x_1, u_1)$  y  $(x_2, u_2)$ .

Con base en esta matriz de ganancias relativas, es de esperarse que un ajuste de lazo simple para los dos lazos anteriores, funcione adecuadamente debido a la poquísima interacción que muestra la matriz.

Veamos ahora que indica el índice de ganancias dinámicas, en esta tabla.

w	k	$x_1, u_1$
0	0.0625	1.067
0.1	0.125	1.14
0.2	0.301	1.43
0.3	0.573	2.34
0.4	0.917	12.05

$$\begin{bmatrix} 0.5 e^{-s} / (5s + 1) \\ 2 e^{-s} / (10s + 1) \end{bmatrix}$$

Es fácil observar que a altas frecuencias existe una gran interacción, la cual no se puede detectar de la matriz de ganancias estáticas y por lo tanto, un ajuste simple de los lazos individuales no funciona adecuadamente.

Dada la interacción presente en esta planta puede pensarse en utilizar una matriz desacoplante. Seleccionando la matriz  $\bar{D}$  como en (4.6) tenemos:

$$D_{11} = 1 \quad D_{12} = \frac{-G_{p12}}{G_{p11}} = \frac{-0.25(10s + 1)}{(5s + 1)}$$

$$D_{21} = \frac{G_{p21}}{G_{p22}} = \frac{-0.25(10s + 1)}{(5s + 1)} \quad D_{22} = 1$$

y la "planta aparente" desacoplada resultante es:

$$G_p^1(s) = \begin{bmatrix} \frac{(37.5s^2 + 17.5s + 1.875)e^{-s}}{(10s + 1)(5s + 1)^2} & 1 \\ 1 & \frac{(37.5s^2 + 17.5s + 1.875)e^{-s}}{(10s + 1)(5s + 1)^2} \end{bmatrix}$$

## 7. CONCLUSIONES

La interacción entre los lazos de un sistema de control multivariable, no es debida solamente a las ganancias estáticas de la planta, sino también a la parte dinámica de ésta.

Es importante entonces, a la hora de medir la interacción entre los lazos, el determinar la influencia de la dinámica en el comportamiento del sistema.

Sistemas altamente interactuantes hacen muy difícil el ajuste de los parámetros de los controladores, por lo que puede ser conveniente el diseño de desacopladores lo que obviamente encarece el costo del sistema pero hace que el ajuste de los controladores sea simple y puedan emplearse técnicas de control monovariable.

Aunque los sistemas interactuantes muestran un mejor comportamiento ante las perturbaciones que las no interactuantes, en un sistema desacoplado los controladores de los lazos simples, pueden sintonizarse pensando en ellos como reguladores y no como servomecanismos.

## BIBLIOGRAFIA

1. Alfaro V. — "Selección y ajuste de los controladores en un sistema de control multivariable". Revista CFIA de Costa Rica No. 64, Abril/Mayo/Junio, 1978.
2. Donoghue, J.F. — "Review of Control Design Approaches for Transport Delay Processes". ISA Trans. Vol. 16 No. 2, 1977.
3. Lloyd, S.G. — "Basic Concepts of Multivariable Control". INTECH Vol. 20 No. 12, Dic. 1973.
4. McAvoy, T.J. — "Interacting Control Systems: Steady State Treatment of Dual Composition Control In Distillation Columns" ISA Trans. Vol. 16 No. 4, 1977.
5. Niederlinski, A. — "Two-Variable Distillation Control: Decouple or Not Decouple" AIChE Journal Vol. 17, No. 5 Set. 1971.
6. Schwanke, C.O., Edgar, T.F. y Houzen, J.O. — "Development of Multivariable Control Strategies for Distillation Columns" Automation 78 Conference, 7-9 febrero, México, 1978.
7. Shinsky, F.G. — "Process Control Systems". McGraw-Hill, Inc. 1967.
8. Suchanti, M.C. y Fournier, C.O. — "A new algorithm for pairing manipulated and controlled variables" Inst. Chem. and Petr. Ind. Vol. 9, ISA, — 1973.
9. Waller, K. — "Decoupling in Distillation" AIChE Journal Vol. 20 NO. 3, May 1974.
10. Witcher, M.F. y McAvoy, T.J. — "Interacting Control Systems: Steady State and Dynamic Measurement of interaction". ISA Trans. Vol. 16 No. 3, 1977.

# ENERGIA Y DESARROLLO

Ing. José Joaquín Chacón Leandro  
Director  
Escuela Ingeniería Eléctrica  
Universidad de Costa Rica

## ALGUNAS CARACTERISTICAS DEL DESARROLLO

Resulta interesante observar como los países "desarrollados" con cerca de un 17o/o de la población mundial, requieren el 60o/o de la demanda mundial de energía; mientras que los países "en desarrollo" o "subdesarrollados" con un 50o/o de la población mundial requieren el 9.4o/o de la demanda mundial de energía(1)

Si bien es cierto por una parte que el creciente gasto per cápita refleja un mejoramiento del nivel de comodidad, también es cierto que los países "desarrollados" malgastan enormes cantidades de energía para alcanzar ese "desarrollo". La exportación de sus hábitos consumistas y sus patrones de modernización hacia los países "subdesarrollados" como el nuestro, tienen que preocuparnos.

El mejoramiento del nivel de comodidad depende en buena parte de la disponibilidad de energía, sin embargo existe derroche de energía en los países "desarrollados" donde la eficiencia de los procesos y el ahorro y conservación de energía no ha importado mayor cosa.

Nuestro país fiel seguidor de los patrones consumistas y de modernización importadas se encamina rápidamente hacia el gasto desmedido de energía.

## SITUACION ENERGETICA DE COSTA RICA

En nuestro país el 27o/o de la energía primaria es hidroeléctrica, el 16o/o es energía derivada de la combustión de leña y bagazo de caña y el 57o/o es energía derivada del petróleo, (1) si al 57o/o de la energía primaria en hidrocarburos importados se le suma la energía.

La situación del país en materia energética es:

- Inexistencia de un plan de conservación de energía adecuado.
- Insuficiente actividad en la exploración de materias primas energéticas.
- Aumento excesivo de la demanda energética con relación al PIB.
- Ausencia de estrategias de desarrollo a largo plazo.
- Fuerte dependencia del exterior en materia de abastecimiento energético y por ende factor importante en la Balanza de Pagos.
- Importación excesiva y sin control efectivo de energía manufacturada (autos y artículos suntuarios).

## CONSERVACION AMBIENTAL Y ALTERNATIVAS EN COSTA RICA

El deterioro del medio ambiente del país avanza progresivamente. En el campo industrial el uso de tecnologías no adecuados y la falta de reglamentaciones y fiscalización efectiva de los procesos a instalar o instalados va llevando al país hacia un consumo energético no eficiente. No existen por otra parte medios de fre-

nar efectivamente la contaminación del medio ambiente por residuos industriales.

La falta de ordenamiento para el sector industrial conduce al país en gran porcentaje hacia una industrialización de subdesarrollo donde, o el valor agregado energéticamente es poco, o se explota la mano de obra barata en "industrias" de ensamblaje, restándole brazos a una posible agro industrialización del país con industrias de alto contenido energético.

Gran parte de los créditos blandos se canalizan hacia el sector ganadero.

La ganadería extensiva promete dejar a este país convertido en un potrero en menos de dos décadas. Tan solo entre los años 1963 y 1973 se talaron los bosques en Costa Rica en un equivalente al 90/o del área nacional. Estos bosques se talaron en su mayoría para actividades ganaderas a la postre y hoy día cerca del 70o/o de la superficie costarricense de uso agropecuario está al servicio de la ganadería. (3)

Muy bien interpreta la doctora María Augenia Bozzoli nuestra situación en el agro cuando dice: "Es paradójico que siendo la utilización creciente de energía el fundamento para acrecentar y expandir el nivel de civilización, esta sociedad en vías de desarrollo, para mantener los niveles de vida de los últimos años, ha escogido destruir las nuevas fuentes de recursos que le permitirían alcanzar mejores niveles posteriormente". (4).

Y agrega

"En el medio rural, los grupos indígenas, los mestizos y los mulatos, además de los campesinos tradicionales de origen europeo, se han visto expulsados de sus tierras gracias a la expansión de una economía orientada al estandar de consumo de los países industrializados y orientada a satisfacer las necesidades particulares de esos países". (3)

#### ALGUNOS PROBLEMAS DEL AGRO EN COSTA RICA

Existen en Costa Rica algunos problemas básicos de la población rural. Por otra parte el aumento de la ganadería extensiva implica grandes extensiones dedicadas a pastos y un requerimiento muy bajo de mano de obra por kilómetro cuadrado. El habitante rural sin tierra tiene hoy día una sola alternativa ante el aumento de población rural, el aumento de la ganadería extensiva y la ausencia de tierra disponible; emigrar a la ciudad con los consabidos problemas que esto implica.

En el campo de la energía eléctrica la electrificación rural con sus enormes beneficios conduce también al abuso del recurso por la adopción de los hábitos consumistas del habitante de las ciudades de hoy. Mientras que desde las zonas rurales se extraen 9 millones de metros cúbicos de madera por año y solo el 14o/o de dicha madera llega al aserradero; (3) un alto porcentaje de la población rural o cocina con gas importado o cocina con electricidad. Por demás resulta que el precio de la leña aún en zonas rurales es excesivo ante métodos ineficientes de distribución y comercialización del producto. La siembra de variedades

vegetales para destinarlas a leña es prácticamente desconocida.

#### QUE SE PUEDE HACER EN EL AGRO EN COSTA RICA EN MATERIA ENERGETICA

- A. Destinar créditos blandos hacia actividades agrícolas que generen alta rentabilidad energética sin deterioro del medio ambiente.
- B. Destinar créditos blandos y asesoría hacia planes concretos de reforestación e industrias forestales.
- C. Desalentar la ganadería extensiva en el país.
- D. Establecer un plan nacional de educación en el campo de la energía, recursos naturales y la protección del medio ambiente.
- E. Destinar créditos adecuados para proyectos de ingeniería aplicada a:

- 1) Generadores eólicos
- 2) Colectores solares para calentamiento de agua y desecación de productos agrícolas.
- 3) Pequeños aprovechamientos hidráulicos.
- 4) Digestores de gas metano y fertilizante natural.
- 5) Acuicultura.
- 6) Invernaderos y producción de alimentos.
- 7) Tratamiento de agua de desecho, etc.

#### QUE REQUIERE EL PAIS EN ENERGIA

Me basta solamente con transcribir la principal recomendación del recientemente celebrado Primer Seminario Nacional de Energía.

"Solicitar al señor Presidente de la República, darle la más alta prioridad a la tarea de constituir el organismo o mecanismo institucional con la suficiente fuerza para establecer una política nacional energética a corto, mediano y largo plazo que además programe los mecanismos de análisis, orientación y redefinición periódica necesarios y que dirija y coordine los esfuerzos del sector institucional en materia energética". (5).

En forma personal creo que el esquema que más podría adaptarse a nuestro país sería la creación de un Instituto Nacional de Desarrollo Energético en colaboración estrecha con un Sistema Nacional de Planificación. En cuanto a este extremo estimo que este Sistema Nacional de Planificación tiene que estar directa y estrechamente ligado al Poder Ejecutivo.

#### QUE PUEDE OCURRIRNOS SI CONTINUAMOS POR LOS PASOS ACTUALES

- A. Solución de abastecimiento por medio del ICE de energía eléctrica del país a partir de los recursos hidráulicos y los recursos geotérmicos.
- B. Seguir dependiente y en forma creciente de importaciones importantes de hidrocarburos.
- C. Mantener en el aletargamiento actual las investigaciones sobre hidrocarburos en el país.
- D. Continuar en forma creciente con importaciones

- indiscriminadas de energía manufacturada.
- E. Terminar con el bosque virgen del país en menos de 15 años sin que se cuente con bosques nuevos producto de la reforestación; ni que se dicten medidas sobre prohibiciones de tales en zonas no aptas para ello.
- F. Aumentar la ganadería extensiva en un país no apto para ello y continuar mermando el volumen de productos agrícolas que potencialmente podrían producirse en muchas de las áreas hoy ganaderas.
- G. Crecimiento indiscriminado de ciertas "industrias" perjudiciales para el país.
- H. Ausencia de una verdadera diversificación agrícola.
- I. Ausencia de industrias de transformación de nuestros principales productos (banano y café).
- J. Mantenimiento del monopolio de licores del país y por ende la limitación del crecimiento de la multitud de fermentación que podrían existir en el país. En este extremo es conveniente hacer notar que el monopolio de licores quizás tuvo su razón de ser en el siglo pasado pero hoy día con multitud de profesionales en el campo de la química, la ingeniería química la microbiología y la biología es absurdo este monopolio estatal.

**COMENTARIO FINAL**

En nuestro país, multitud de organismos se encargan del problema energía en casi todos sus extremos y las soluciones adoptadas obedecen en muchos casos a marcos demasiado estrechos y por ende alejados

de la realidad nacional. "En muchos casos los organismos encargados de administrar un recurso no tiene elementos de juicio para guiar sus decisiones, desde un punto de vista de estrategia nacional (la —cual generalmente no se conoce). Se limitan a cumplir, aplicando las leyes al pie de la letra, en un sentido procedimental y burocrático, sin la visión dinámica y la eficacia de una programación coherente, que responda a objetivos y prioridades nacionales. Y no es necesariamente culpa de ellos sino de nuestra falta de acciones sistemáticas y articuladas en la conducción política del país" (5).

**HACE FALTA MUCHA PLANIFICACION Y DECISIONES POLITICAS BASADAS FUNDAMENTALMENTE EN ESA PLANIFICACION.**

**BIBLIOGRAFIA**

1. *Panorama Energético Nacional Primer Seminario Nacional de Energía (Memorias). Ing. Teófilo de la Torre.*
2. *La Situación Energética en Centroamérica y perspectivas para el futuro. Ing. Julio E. Ohiols SIECA (memorias)*
3. *Usos tradicionales de los suelos y sus repercusiones energéticas. Dra. María Bozzoli de Wille. Primer Seminario Nacional de Energía (Memoria)*
4. *Memoria Primer Seminario Nacional de Energía Setiembre 1978. (Conclusiones y Recomendaciones).*
5. *Simposio La Costa Rica del año 2000. Ing. Jorge Manuel Dengo O. Recursos Naturales Pág. 521.*

# Apuntes para una HISTORIA DE LA INGENIERIA EN COSTA RICA 1502 - 1903

ING. HERNAN GUTIERREZ BRAUN

## SEGUNDA PARTE

### SIGLO XIX

Compendio de lo dicho en las páginas anteriores acerca del atraso y pobreza de Costa Rica durante los tres siglos anteriores y vistazo general de su estado en la alborada de este siglo, glorioso desde sus comienzos por la declaración de nuestra independencia y el afianzamiento de nuestra vida democrática, es la siguiente página arrancada de la pluma de nuestro nunca bien ponderado y eximio escritor Don Manuel de Jesús Jiménez:

"Esta colonia cruzó por los dinteles del siglo XIX tal cual había salido de las manos de sus fundadores; pobre é ignorante. Entraba cubierta de indigencia a los tiempos consagrados al dinero: llegaba el siglo de las luces sumida en la ignorancia; y sin cultura intelectual no se pueden divisar los caminos del progreso, así

como tampoco se pueden adquirir sus dones sin riqueza. Por eso Costa Rica permanecía estacionaria.

"Pasaban a la vista de Cartago unas en pos de otras las generaciones de los hombres; se hundían los años unos detrás de otros en los abismos del tiempo; pero la índole de los sucesos que acaecían en la ciudad permanecía incommovible, asentada en la rutina. Eran distintos los actores, pero siempre, por costumbre inmemorial, idéntica la acción.

"Por costumbre inmemorial éramos pobres, tan pobres que toda ponderación es poca: "pudiendo aseverar -dice un informe oficial de los primeros años de este siglo-, que ninguna provincia está más indigente en toda la Monarquía, pues aquí se ven gentes vestidas de cortezas de árboles, otras que su cama consiste en un cuero y otras que para ir alguna vez a la iglesia, alquilan ó piden prestada la ropa que han de vestir".

(Informe del Gobernador Acosta).

"Y también por costumbre inmemorial éramos ignorantes. Los documentos de ese tiempo no dejan a ese respecto duda alguna. El cuadro de nuestra cultura en los albores del siglo no puede ser más desconsolador. El Gobernador Acosta es quien lo pinta. Hélo aquí: "... Generalmente hablando, las gentes de la Villa Vieja de Heredia son laboriosos, de arreglada conducta y dócil índole y viven en paz y armonía; pero no así en esta ciudad de Cartago, donde la emulación, el odio, el ocio y la cavilosidad parece que son su patrimonio.

"En cuanto a nombrar alcaldes -continúa-, no es conveniente, porque entre los vecinos de Villa Vieja de Heredia no hay seis en quienes concurren el talento e instrucción necesarios para el desempeño, pues; a la verdad, que la mayor parte de aquellos que por su calidad pudieran obtener este empleo, apenas saben firmar".

"En todo el territorio de La Alajuela apenas se encuentran seis sujetos que sepan escribir y tres aptos para desempeñar el empleo de Teniente de Gobernador, pues aunque ellos hagan materialmente renglones, es trabajosa su explicación no menos que su comprensión...

"Siendo público y notorio en esta provincia y fuera de ella los escándalos y libertinaje de algunos vecinos y moradores de dicha Villa Nueva de San José..."

"Sus costumbres, pues, tenían que amoldarse al medio ambiente en que vivían. Cincuenta mil vasallos de Carlos IV repartidos entre Cartago, Villa Nueva, Villa Vieja, Villa Hermosa, Esparza, Bagaces, Escazú, Ujarrás, Matina, Tucurrique, Orosi, Cot, Quircot, Tobosí, Curridabat, Barba y Aserrí, pedían a Dios en el año 1800 no que conjurase el incendio de los enciclopedistas, porque ellos no lo veían, sino que aplacase sus iras manifiestas en las nubes de langostas que habían caído por los campos de las villas; en los recios huracanes que estaban arrasando las plantaciones de Matina; en la hormiga, ratón y ardilla que devoraban las mieses del verano, y en el gusano, chapulín y candelilla que aniquilaban "los siembras" del invierno, pues eran entonces estos súbditos pobres de espíritu y ricos de fé".

En otro informe de 1803 el mismo Gobernador Acosta escribe: "No se acostumbra aquí el arado, ni otros utensilios para la labor del campo que hacha, machete, macana y pala, ésta de madera, que ellos mismos hacen..." De lo dicho se deduce que así por la pobreza de esta provincia, como por su ningún comercio, no se hacen ni pueden hacerse abundantes siembras de los frutos de que es susceptible, porque el labrador, el artesano, el comerciante, el noble y el plebeyo, todos hacen sementeras de lo que han menester para el sustento de su familias..."

Y a su vez Don Manuel de Jesús termina con estas palabras: "La alborada del siglo XIX en Costa Rica fué como el amanecer de un día de temporal."

El oscuro panorama descrito no podía ser más afflictivo para el progreso de Costa Rica y el desarrollo de la ingeniería; pero de igual manera que después de

un día de temporal brilla el sol de nuevo, así también habría de surgir un nuevo sol que llenara de luz y alegría el cielo azul de nuestra tierra.

La alborada de nuestra independencia fué el bello amanecer, no de un día de sol, sino de una época nueva, la de Costa Rica para los costarricenses. Muchos tropiezos y caídas en un principio como ocurre a los niños cuando están aprendiendo a dar los primeros pasos y fué necesaria la madurez de nuestros próceres para cimentar las bases de nuestra vida republicana.

En el campo del progreso material un buen termómetro fué nuestra incipiente ingeniería. Ya no se trata de la construcción de castillos con estacas de madera y techos de hojas, ni de iglesias con paredes de barro, ni de la apertura de caminos buenos tan solo para el tráfico de bestias transportando cacao, añil y bizcocho.

Transcurridos los turbulentos iniciales años después de la independencia, un tanto tranquilizados los ánimos agitados por las primeras luchas políticas y cuando comenzaban a desaparecer "los nublados del día," se notan los primeros síntomas del carácter nuevo del país y con ellos también aparece nuestra naciente ingeniería.

El primer ingeniero llegado a estas tierras en esa época fué un inglés, muy notable por cierto, llamado Mr. Richard Trevithick, a quien se debe el invento de la máquina de vapor de alta presión y fué el precursor de su íntimo amigo y compañero de trabajo en la locomotora, Mr. George Stephenson.

Por primera vez una máquina de vapor transportó pasajeros por un camino de Inglaterra y fué inventada por Trevithick, en 1803 otra máquina creada por él recorrió las calles de Londres y en 1808 construyó en esta ciudad un tranvía circular con tracción de vapor que desarrolló una velocidad de doce a quince millas por hora.

En años posteriores inventó otras máquinas útiles para el laboreo de minas y para trabajos agrícolas.

En 1816 se trasladó al Perú con un contrato para la instalación de máquinas de vapor en las minas de Basco, de las cuales llevó a cabo un proyecto de drenaje considerado como una obra admirable de ingeniería; pero durante las guerras de independencia los realistas destruyeron todas las instalaciones para evitar que los patriotas pudieran aprovecharse del oro de las minas.

A fines de 1821 Don Nicolás Castro empezó a trabajar la primera mina de oro en el Monte del Aguacate y otros empresarios no tardaron en imitar su ejemplo. De estas actividades tuvo noticias Trevithick en el Perú cuando se encontraba en vísperas de trasladarse a Colombia. Cambió su proyecto y se vino para Costa Rica en 1823, habiendo encontrado buena acogida de parte de la Junta Superior Gubernativa y en especial del Intendente Don Juan Mora Fernández, quien fué su mejor amigo costarricense.

Cuatro años estuvo luchando en aquellos montes con todo género de dificultades y la mala fortuna que siempre lo persiguió, hasta que en 1827 tomó la resolución de volver a Inglaterra en compañía de su amigo

Mr. John M. Gerard, otro minero inglés igualmente establecido en el Aguacate. Se fueron con la esperanza de formar en Londres una compañía minera y construir una vía interoceánica que arrancando de San Juan del Norte en el Atlántico seguiría aguas arriba por el Río San Juan hasta su confluencia con el Sarapiquí y por éste al punto en que dejara de ser navegable. Aquí se iniciaría la vía férrea hasta San José pasando sobre la Cordillera Central, y de esta ciudad continuaría por la vertiente del Pacífico hasta el Golfo de Nicoya. Proyecto muy audaz en verdad cuando apenas se estaban haciendo en Europa y Estados Unidos los primeros ensayos de ferrocarriles.

El 28 de marzo de 1824 solicitó Trevithick la ciudadanía costarricense; pero no le fué otorgada por la Junta Gubernativa. En su viaje de regreso a Inglaterra, y cuando se había quedado sin un real, se encontró en Cartagena con Mr. Robert Stephenson, hijo de George, quien también se dirigía a aquel país. Según parece no hubo cordialidad entre ellos; pero Robert le pagó el viaje, haciéndolo juntos hasta New York.

Trevithick había nacido el 13 de abril de 1771 en la Parroquia de Illogan, Cornwall, Inglaterra, y murió sumamente pobre en Dartford el 22 de abril de 1833. De haber logrado su propósito de construir el ferrocarril proyectado, u otro cualquiera, Costa Rica hubiera gozado el privilegio de ser el primer país en el mundo que usara locomotoras a vapor. Al menos debemos concederle haber sido el primer ingeniero que concibiera el proyecto de un ferrocarril interoceánico en este país aunque fuera aprovechando las facilidades ofrecidas por la navegación fluvial en dos de sus ríos.

En la mañana del 2 de setiembre de 1841 la Ciudad de Cartago fué destruída por el terremoto llamado de San Antolín. Don Telésforo Peralta, Jefe Político Superior, por orden del Jefe de Estado Don Braulio Carrillo Colina, envió el siguiente informe sobre tal acontecimiento:

"El día 2 de setiembre de este presente año a las 6-1/2 de la mañana se sintió un fuerte terremoto, que en menos tiempo de un minuto arruinó completamente los edificios de la ciudad y barrios, causando aun mayor estrago en el cuartel de San Antonio de Cot situado en las inmediaciones del volcán llamado Irazú. Acababa de pasar el veraneo de la canícula cuando cayeron algunos aguaceros que se suspendieron como seis días antes del terremoto en cuyo tiempo se hacían sentir calmas muy notables acompañadas de calor. Como cuatro días antes de la ruina se oyeron varios retumbos hacia la parte del volcán, que se sucedían, unos a otros, y el día 2 amaneció muy severo y despejado; y tan luego como se sintió el fuerte temblor sobrevino un viento, del Levante que evitó la muerte que indispensablemente hubieran sufrido estos moradores con el polvo que de las ruinas de las casas salía.

"... Fué tanto el espanto y sobrecogimiento que impidió observar cuanto sucedió en aquel corto tiempo, de suerte que los que debieron haber visto sus casas por estar en los patios no pueden dar razón de que hubiese presenciado la ruina; con todo, el primer mo-

vimiento, que se sintió fué un impulso ondulatorio, al que sucedió inmediatamente otro hacia arriba ó de trepidación, el cual fué el que causó la completa ruina repentinamente . . . la gente de esta ciudad, compuesta de 16 a 18 mil almas, quedaron bajo las ruinas, y por una rareza admirable solo murieron 16 personas entre párvulos y adultos. El fuerte ruido que producía el volcán en cada pequeño temblor que con frecuencia se, sintieron, en este día después del terremoto a la manera de, un trueno sordo y lejano . . . El centro de la ciudad, compuesto de 600 casas grandes, y hermosas y a más los edificios públicos, todo fué destruído cayendo completamente 291 de aquellas: el resto inútil y amenazando ruina, a excepción de 4 casas de piedra, 5 de horcones y 3 de tierra solamente, que pueden componerse. Lo adornaban 7 templos de los cuales 5 se inutilizaron de un todo. Y, 2 admiten composición.

"Proporcionalmente ha sido la ruina en todos los barrios y cuarteles menos los de Toyogres y Chircares en el de San Rafael, por haber quedado paradas en su mayoría . . . En la villa del Paraiso la ruina ha sido, según los conocimientos que he reunido, 21 casas caídas y 118 inutilizadas quedando la parroquia intacta; más en Orosi y Tucurrique, en el primero quedó la parroquia un poco demolida, no perdiendo su plomo y la torre quedó muy quebrada, a diferencia de la portada que quedó buena; y en el segundo la parroquia no tuvo lesión alguna porque su construcción es de horcones, sucediendo lo mismo respecto de las casas de éste y aquel cuartel por ser galeras pajizas. Las Iglesias de Cot y Quircot fueron completamente destruídas, mas no así la de Tobosi que está buena debiendo notarse que si en este lugar no hace mención de las casas de estos barrios, de esta ciudad, el número de las caídas así como el de las inútiles, está incluido en los barrios . . ."

Parece que "... desde el día del terremoto continuó temblando por espacio de un año ocho meses y 27 días . . ." El total de las casas destruídas fué de 4,205 siendo los lugares afectados: en Cartago, la ciudad, San Francisco, Guadalupe, San Nicolás, San Rafael, Paraiso y Tres Ríos. En San José, la ciudad, San Pedro, San Gabriel, San Juan, Desamparados, Curridabat y Alajuelita. En Heredia, la ciudad, San Pablo, San Joaquín y Barba. En Alajuela, la ciudad.

Como es costumbre en tales casos, muchos culparon al Volcán Irazú de semejante desastre; pero el mismo Don Telésforo Peralta dice en un comunicado de fecha 13 de setiembre: "Al cuatro día después de la ruina, mandó el que suscribe una comisión que observase las cosas notables en el referido volcán y no halló éste más rastro de erupción, pues el cráter permanece como antes sin variar nada; y aunque la primera comisión aseguraba que había reventado en agua por la parte Norte, pues se oía un ruido semejante a un río caudaloso, la segunda no percibió nada de esto; también una tercera comisión fué a observar la laguna que se halla un poco inferior a la cima de dicho volcán y del mismo modo halló cosa alguna notable, pues permanece en el mismo estado que tenía antes

de la ruina."

Seramente se llegó a pensar hasta en la posibilidad de trasladar la ciudad a otra parte y Don Braulio llegó a ofrecerles para ello el llano de la Sabana, aquí en San José; pero fué rehusada la oferta y Don Braulio dispuso por un decreto que la población se reedificara en el mismo lugar que antes ocupaba a fin de cortar los efectos de la discordia que ya bullía entre los vecinos.

En contestación a una solicitud de los vecinos de Cartago para que el Jefe Supremo del Estado nombre una comisión que estudie la alineación de las calles de la ciudad, fué integrada con los Señores Jefe Político Don Telésforo Peralta y Juez de Primera Instancia Don Francisco María Oreamuno, "para que formen un plano de la Ciudad bajo la capacidad que antes tenía, y dando a las calles Oriente Poniente veinte varas y a las de Norte Sur dieciseis; alinien por sí, ó por inteligentes y mojoneen los solares, dando la misma capacidad que antes tenían a sus respectivos dueños, ó transigiendo entre ellos cualquier diferencia que pudiera suscitarse. Si el local que hoy ocupa no pareciese a esta comisión a propósito, puede señalar otro lugar en las inmediaciones, fijando en este caso el punto más central para la Parroquia; y en el primero, la manzana que ocupó el Convento de San Francisco: bien entendido, que siempre que haya de señalarse otro lugar, son obligados los que ocupen solares, a indemnizarlos a sus dueños." Esta instrucción es de fecha 20 de setiembre de 1841.

El 28 del mismo mes se reunieron en cabildo abierto los vecinos de Cartago para considerar las disposiciones anteriores y resolvieron pedir al Jefe Supremo del Estado "que se sirba sobrever de su providencia en cuanto ordena que el punto para la Parroquia sea la manzana del Convento, por no estar en los intereses de este vecindario secundar esta disposición, y menos trasladarse a ningún otro punto, sino permanecer en el area que actualmente ocupa -que así mismo se le suplique para que las calles de Este a Oeste queden de dieciseis varas, lo mismo que las de Norte Sur, por parecer excesivo el número de veinte. . ."

Las discusiones provocadas entre los vecinos determinaron a Don Braulio a dar el siguiente decreto el 8 de octubre de 1841.

"Con presencia de las solicitudes que han hecho los vecinos de la Ciudad de Cartago, y de lo informado por el Jefe Político Departamental sobre la reedificación de la misma ciudad, arruinada por el terremoto de 2 de setiembre anterior; y atendiendo, á que la división suscitada entre ellos, en punto á edificar ó no fuera del area que ha ocupado la Ciudad, empieza á sembrar la discordia que reagrará la desgracia padecida, multiplicando los perjuicios habidos hasta ahora - Para arrancar este germen de males desoladores.

Decreta:

Artículo 1o.— Se reedificará la Ciudad de Cartago en la misma area que al presente ocupa, debiendo hacerse por el plano agregado a este decreto. -Las calles serán rec-

tas, -y de dieciseis varas de ancho en toda su extensión, dándose treinta á las rondas.

Artículo 2o.— En estas operaciones, deben perder los vecinos la porción de sus solares que les corte la línea; quedando por consiguiente, reducido el manzaenage a la capacidad que resulte de la medida.

Artículo 3o.— Las casas que aun estan habitables, permanecerán en pié, hasta que sus dueños puedan reedificarlas por el alineamiento, señalándoseles al efecto el término de diez años.

Artículo 4o.— Se prohíbe la construcción de casas de altos, y dar mas ó menos altura dentro de las rondas, que cuatro varas y media medidas desde el nivel de la calle fuera de solera.

Artículo 5o.— Las oficinas públicas, cuartel, cárceles y casas de reclusión se edificarán en el respectivo lugar que demarca el plano, reponiendo los solares ocupados para estos edificios con los que quedan vacantes pertenecientes al publico.

Artículo 6o.— En el centro de la Ciudad habrán solamente dos iglesias: la Mayor donde ahora está; y la Soledad, en el sitio que señala el plano.

-Para la reedificación de aquella y construcción de ésta, se aplican los materiales de la misma iglesia de Soledad, San Francisco, San Nicolas y el Carmen; distribuyéndose el sob: ante entre los barrios de San Nicolas, Guadalupe, San Francisco y San Rafael, para que hagan sus respectivas hermitas entre los mismos, se distribuirá tambien todo lo que haya util del adorno interior y servicio de estas iglesias; quedando, por esta gracia, obligados, á concurrir con sus fuerzas al trabajo material de las dos (Testado: iglesias) centrales.

Artículo 7o.— El Gobierno nombrará una comisión particular para que haga la distribución anterior.

Dado en la Ciudad de San José á ocho de octubre de mil ochocientos cuarentaiuno.

-Testigo - Iglesias - no vale.

Braulio Carrillo (Rubricado)

El Secretario General

Manuel A. Bonilla (Rubricado)

La comisión para el alineamiento de las calles nombró a Don Juan Orozco para el cargo de director de las obras a las cuales dió comienzo en los últimos días de setiembre.

Aunque en todas estas andanzas no se menciona el nombre de ingeniero alguno, al menos reconocido como tal, relato los hechos anteriores porque ellos in-

volucran para su resolución conocimientos técnicos propios de un profesional. En este caso los problemas presentados parecen haber sido bien resueltos dadas las características de la época y de las personas que intervinieron. Por otra parte, las instrucciones emitidas por el Gobierno para las nuevas construcciones bien pueden considerarse como el primer código de construcción en este país y las transcribo completas en el "Apéndice". A la luz de los conocimientos modernos es elemental é incompleto; pero en él se notan ciertos principios básicos dignos de ser apreciados, como por ejemplo el entramado de los marcos de madera y la calidad de la cal que debería ser usada en las paredes de calicanto.

Saltemos ahora a una década después. Las convulsiones políticas que sacudieron a Europa a mediados del siglo pasado decidieron a muchos europeos, especialmente alemanes, a emigrar a América y fué Costa Rica muy favorecida con esta emigración: muchos de ellos llegaron a estas playas, formaron aquí sus hogares y contribuyeron notablemente a nuestro adelanto cultural y material.

Ya desde 1843 había comenzado a notarse la influencia alemana con la intervención que tuvieron algunos de esos inmigrantes en la Sociedad Económica Itineraria. Su primer Presidente fué el comerciante alemán Don Eduardo Wallerstein. El alemán Jorge Stiepel realizó un estudio interesante sobre la región de Tárcoles. En 1849 se formó la "Sociedad Berlinesa de Colonización," cuyo principales agentes fueron Don Ed. Delius, el Barón Alejandro von Bülow, Don Francisco Kúrtze y Don Fernando Streber. Don Bülow trazó y abrió el camino a San Carlos y escribió un libro sobre la navegación de este río en 1851. El Señor Kurtze realizó una labor notable como ingeniero. Entre otros alemanes llegados en 1853 merecen citarse de manera especial los exploradores Doctor Mauricio Wagner y Carlos Sherzer que escribieron excelentes obras sobre sus viajes a este país. En enero de 1854 llegaron los naturalistas Doctor Don Alejandro von Frantzius, quien dejó también escritas varias obras de gran interés sobre Costa Rica; el Doctor Don Carlos Hoffman y Don Julián Carmiol, iniciador este último del cultivo de plantas ornamentales y jardines de Costa Rica. En otro grupo llegaron los ingenieros Don Luis von Chamier y Don Francisco Rohmoser. Von Chamier fué ingeniero del Rey de Prusia y aquí realizó el trazado de los caminos del Norte, es decir, a Matina y Sarapiquí y fué buen colaborador de Kurtze.

En 1861 llegó el Ingeniero Don Luis Daser, de Wrttemberg, Alemania. Agrónomo educado en su patria para guardabosque, emigró a Estados Unidos en 1848, y trabajó allí en la Oficina Hidrográfica de Washington, lo que le permitió formar parte como Ingeniero Hidrógrafo en la célebre expedición al Atrato del Teniente Micheler en los años 1858 y 1859. Llegado a Costa Rica en el año antes mencionado se dedicó a su profesión. Sus manuscritos contienen muchas apuntaciones preciosas para el estudio de la geografía de Costa Rica. A él se debe el haber fijado por

primera vez la posición geográfica de San José por medio de observaciones astronómicas, así como el haber realizado varias triangulaciones para fijar la posición exacta de algunos picos de nuestra Cordillera Central. Falleció poco después de su regreso a Wurttemberg en 1862.

Durante la segunda mitad del siglo pasado llegaron muchos otros científicos extranjeros en muchas ramas del saber humano que en una ú otra forma influyeron notablemente en el desarrollo intelectual de nuestro medio, pero cuyas vidas y hechos no caen dentro de los límites de esta crónica.

## CAMINOS PUBLICOS

En los capítulos anteriores hemos visto la escasez de caminos en Costa Rica y la muy mala condición de los existentes en el momento de declararse nuestra independencia, siendo perentoria la necesidad de mejorar éstos y abrir otros nuevos. Factores negativos de importancia lo fueron la inercia de las autoridades españolas para resolver nuestros problemas, la pobreza extremada de la provincia y la pereza innata del indio que para el sustento diario se daba por satisfecho, y lo hace todavía, con un pez cogido a la orilla del mar ó de un río, ó con la carne de algún animal cazado en la selva. Más de un gobernador español se quejó amargamente de que abulia tal no permitía enseñar a los nativos manera alguna de mejorar su dieta mediante el cultivo de nuevas plantas. Y los únicos medios de transporte eran los hombros de los indios y los lomos de las mulas!

Hemos visto también que el principal producto de exportación era el cacao cultivado en los valles de Matina, Barbilla y Reventazón y su punto de salida era el Puerto de Matina, donde era motivo de contrabando y de saqueo por los piratas y zambos, razón por la que fueron abandonados sus cultivos por los propietarios de Cartago. Primero los entregaron en arriendo a negros y mulatos y luego los abandonaron del todo. De ahí que las dos veredas usadas para ir a aquellas zonas fueran abandonadas también: una lo fué del todo y la otra era imposible para un tráfico regular desde Turrialba a la costa.

No es de extrañar que todas las administraciones habidas en los años posteriores a la independencia tratasen de proyectar, ó iniciar, obra de tanta trascendencia. Desdichadamente nuestro territorio no era bien conocido y se presentaron dudas respecto del mejor rumbo que debía darse a la ruta deseada. En los primeros años se produjo un movimiento en favor de la ruta Sarapiquí-San Juan del Norte, que fué un verdadero fracaso en la práctica: no había puerto al final ni era practicable entonces, a pesar de lo cual estuvo sirviendo mucho tiempo para la entrada y salida de pasajeros.

En 1837 el Gobierno del Lic. Don Manuel Aguilar comisionó a un ingeniero inglés, Don Enrique Cooper, para reconocer nuestra salida al Atlántico. Después de recorrer la región propuesta y visitar la costa, Cooper indicó un plan partiendo de las inmediaciones de Tu-

rrialba y llegando a la Bahía de Moín y a Limón. Su informe final es muy valioso é interesante, da rumbos y distancias, aunque medidas a pasos, y se refiere también a las clases de suelos encontrados, topografía, cultivos, clima, ríos, etc.

Don Braulio Carrillo desaprobó este proyecto al año siguiente y previó un nuevo reconocimiento, ordenó que el camino se abriese hasta la Bahía de Moín por el antiguo sendero, pasando por La Laja, Pascua, Reventazón y Pacuare. Estos trabajos se iniciaron con entusiasmo grande; pero cobraron una vida muy valiosa y útil para el país: Don Joaquín de Yglesias, de brillante actuación en los primeros nublados días de la independencia. Encomendado por Don Braulio para la realización de las obras, las emprendió con verdadero tesón y seriedad, mas no pudo terminar su empresa: el clima insalubre de la región le salió al paso y acabó con su vida. Quizás la energía de Don Braulio hubiera terminado el camino en un año más; pero la suerte le fué contraria. El terremoto de San Antolín primero y la nefasta llegada de Morazán después, lo impidieron y más bien fué a él en el destierro a quien llegó un aciago final.

El Camino del Norte, nombre con que era más conocido el camino al Atlántico, quedó de nuevo en la oscuridad durante cuatro lustros, no obstante la necesidad cada vez más sentida por nuestra ya incipiente industria del café, que se veía obligada a exportarlo por Puntarenas.

Don Jesús Jiménez inauguró su primera administración el 8 de mayo de 1863 y se destacó por su afán de progreso y promoción de la concordia entre los costarricenses divididos por los acontecimientos políticos de los años anteriores. Una de sus mayores preocupaciones fué la apertura del camino a Moín, mejor dicho a Limón, de la cual encargó al entonces Director General de Obras Públicas, Ingeniero Don Francisco, ó Franz, Kurtze. Por un sentimiento de delicadeza y para acallar la grito de sus enemigos políticos que lo acusaban de querer favorecer sus intereses personales representados por algunos terrenos que poseía en la región de Turrialba, los trabajos no se comenzaron en Cartago, como era lógico y técnicamente correcto, sino de Angostura al este, encareciendo la obra por el transporte de hombres y materiales. A pesar de todo, Don Jesús inauguró en marzo de 1865 un puente sobre el Río Reventazón y el comienzo de otro sobre el Pacuare. Los trabajos del camino avanzaban muy bien; pero a un costo muy alto para las posibilidades económicas del país y tuvieron que ser suspendidos.

La segunda administración de Don Jesús principió el 1o. de noviembre de 1868, memorable por muchos conceptos, sobresaliendo con especialidad las disposiciones dictadas en el sentido de abatir la preponderancia de los militares en los asuntos de Estado, y las que justificaron el lema de su administración: "Caminos é Instrucción," sostenido con acierto digno de encomio.

Revivió la apertura del camino a Limón y para conseguir los medios necesarios comisionó a Don Eusebio Figueroa para tratar de obtener un emprésti-

to en Europa; pero no tuvo el éxito deseado. Un mes antes de este viaje fué aprobado un contrato con el Señor Eduardo Reilly, representante de un grupo financiero norteamericano, para construir el ferrocarril interoceánico. La obra se comenzó en Limón; pero la empresa fracasó.

Volvamos ahora nuestra mirada hacia el occidente, a Puntarenas. Por Resolución No 117 del 25 de marzo de 1843 se dispone: "Siendo necesario que el arco del puente de Río Grande quede cerrado antes que principien las lluvias del invierno, para evitar que el golpe de las aguas lo debilite, y aun derrive, el Jefe Supremo quiere, que el trabajo de aquella importante obra, se active todo lo posible; y con este fin dispone: Que al Director de ella Señor Eusebio Rodríguez, presten las autoridades subalternas del Estado, con expedición, todos los auxilios que al efecto demande, y al mismo tiempo, autoriza al expresado Director para que, exigiéndolo el mismo objeto, tome la propiedad de algún particular, indemnizándolo previamente, á justa tasación de peritos nombrados uno por él y otro por el interesado." Este es el conocido con el nombre de "Puente de la Garita," cerca de Atenas, aun en servicio y en buenas condiciones, al cual admira Don Joaquín Bernardo Calvo describiéndolo como "notable por su atrevida y sólida construcción." Siendo como era un punto obligado del camino a Puntarenas, a corta distancia de su extremo oriental fué construído un edificio de calicanto para alojar la aduana y otros de cañas para alojamiento de los empleados.

Al año siguiente fué construído otro puente similar al anterior y en la misma carretera, sobre el Río Jesús María entre San Mateo y Esparza, conocido con el nombre de "Puente de Damas," por haber sido financiado gracias al empeño y contribución levantada por las damas de Alajuela, Heredia, San José y Cartago, secundadas generosamente por los exportadores de café, entre los cuales debe destacarse el nombre de Doña Anacleto Arnesto de Mayorga, quien tenía su casa de habitación y beneficio de café cerca de Paraiso. Hace pocos años este puente fué debidamente refaccionado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y en la actualidad se encuentra en excelentes condiciones de servicio. Estos dos puentes tienen forma de arco de medio punto y su construcción es de calicanto.

Por Decreto No. XXXV del 25 de noviembre de 1843 fué creada la "Sociedad Económica Itineraria," encargada de manera especial de la mejora, adelanto y conservación de los caminos generales a los puertos. De preferencia su directiva estaría integrada por cafetaleros, pues "el café es el único ramo de cultivo floreciente, el que sostiene en el día al Estado y el que está amenazado de ruina por la escasez de mulas y suma carestía de los fletes." No se podía esperar mucho de semejante institución debido al poco interés demostrado por los integrantes de su directiva que a duras penas llegaron a reunirse una vez al año y ese decreto fué derogado por el No. XIV del 2 de agosto de 1854, asumiendo de nuevo sus funciones el Poder

Ejecutivo.

De la carretera vieja a Puntarenas se conservan todavía algunos tramos cortos entre San Mateo y Esparza de uso muy local, como quien dice para que sirvan de recuerdo no más; pero dejó mucha historia llena de romanticismo vivida por nuestros abuelos que viajaban en carretas en tanto que los buenos mozos lo hacían en briosos corceles.

Con fundamento en algún informe técnico errado, de autor para mí desconocido hasta el momento, se compró un puente de hierro para ser colocado sobre el Río Barranca. Claro al respecto e interesante es un informe del Ingeniero Don Francisco Kurtze, entonces Director General de Obras Públicas, presentado al Señor Secretario de Hacienda, Guerra y Caminos, de fecha 30 de abril de 1863, acerca de la Carretera Nacional de Cartago a Puntarenas que dice así en la parte conducente:

"El servicio de las barcas en el paso del río "La Barranca" ha sido bien arreglado y no interrumpido; para el invierno entrante se ha hecho un nuevo contrato que no causa gasto alguno a los fondos itinerarios. Además he dispuesto para dar al comercio la seguridad debida, al pasar sus mercancías por la barca, que se entregue a los arrieros y carreteros, boletas que sirvan de comprobante conforme lo anuncié en mi aviso oficial del 15 del que corre.

"Al fin llegó el puente de fierro para la Barranca, contratado el 12 de febrero de 1859. Las dimensiones estipuladas en aquel contrato fueron del todo equivocadas, porque el transcurso del tiempo y principalmente las crecientes del año de 1861, han demostrado con evidencia que un puente de este largo, nunca puede servir: así lo he manifestado en un informe especial al Honorable Señor Secretario bajo No. 39 fecha 24 diciembre 1861.

"Por estas consideraciones, el Supremo Poder Legislativo por un decreto fechado del 12 de septiembre de 1862, ordena: comprar el puente referido, rescindiendo del contrato; y faculta al Poder Ejecutivo para venderlo si se presenta la ocasión.

"Un estudio detenido de este río, y un reconocimiento que de él he hecho desde la Villa de San Ramón hasta su embocadura en el Golfo de Nicoya, me han persuadido de la imposibilidad de formar un puente del largo dado por el existente. Sólo aumentándolo lo menos dos tantos, se podía decir que habría puente sobre este caudaloso río. Orillas elevadas de roca, o angosturas que podían dar pie firme a los dos bastiones, no existen ni en el rumbo que lleva la Carretera Nacional, ni aún a una legua y más al Norte. Casi en todas partes forma este río playas a uno u otro lado, como en el paso destinados antes con este objeto, lo cual hace inútil un puente de las dimensiones del que ha venido. Según las medidas hechas este año, resulta una completa imposibilidad de encajonar las grandes moles de agua, troncos y aluviones que en sus crecientes suele traer este río, en el ancho de 42 varas que es el que tiene el puente comprado.

"Es de absoluta necesidad formar un puente sobre todo el lecho del río, el que necesita un largo de 125

varas, que causaría aproximadamente un gasto de 150,000 pesos. Con un puente de este ancho, podía crecer y variar la corriente del río más o menos sin que existiese peligro de que el puente pudiese sufrir.

La cuestión del puente está por ahora dependiente de la cuestión de puerto - ¿Puntarenas o Caldera? - Cuestión ardua, pero de sumo interés; y cuyo pronto despacho es de vital importancia.

"Creo que en este informe no es en donde yo debo extenderme analizando esta cuestión. Ya en mis informes de 1860 y 1861, he demostrado la importancia de él, y la necesidad de urgente remedio; bien sea uno, o bien el otro puerto el designado.

"Hay que decidirla porque así como se ha llevado este asunto hasta ahora, de no hacer nada ni por el uno ni por el otro es gravoso tanto para Puntarenas como para los intereses de la Nación.

"A mi juicio una comisión de hombres de conocida actividad e inteligencia nombrados por el Supremo Gobierno, que se tomara el trabajo de estudiar la cuestión a fondo y prácticamente llevaría este asunto a un término, ya sea que se adopte Puntarenas definitivamente como puerto (?) y que se hagan las mejoras absolutamente necesarias; ya sea que se habilite Caldera que es el único puerto del Golfo de Nicoya debiendo entonces principiarse inmediatamente las mejoras y trabajos preparatorios y de urgencia. La habilitación de Caldera cortará la distancia a la mar como cuatro leguas; prestará mayores comodidades en el embarque y desembarque; dará materiales y piso bueno para edificios sólidos, facilitará la defensa con baterías y evitará los costosos puentes de la Barranca, Paires y el camino malo de la playa etc. etc.

"Con pocas palabras he bosquejado las ventajas de Caldera para no abusar del tiempo de Vuestra Señoría, todo esto ya se ha dicho en varias exposiciones desde el año 1833.

"Pero ya es tiempo porque el embarque y desembarque en Puntarenas está empeorándose diariamente más; y dentro de poco tiempo no sólo se perderán las mercancías que vienen del exterior o el precioso fruto del país sino también las vidas humanas."

Buen informe y buenas razones, mas la política se impuso a la técnica y primero el camino y el ferrocarril después terminaron en Puntarenas. Fué necesario que transcurriera algo más de un siglo para que se diera la razón a Kurtzel

Durante el resto del siglo se abrieron otros caminos de menor importancia que los anteriores. El más notable fué el "Camino de Carrillo," no fué abierto por aquel mandatario de feliz recordación, sino muchos años después para unir el Valle Central con una pequeña población llamada Carrillo en las orillas del Río Sucio, pasando por el Alto de la Palma y el Bajo de la Hondura. Fué muy útil durante los años anteriores a la construcción del ferrocarril entre Siquirres y Cartago; pero una vez puesto en servicio éste, aquel camino fué abandonado y en la actualidad solo sirve como camino de herradura. Proyectos de importancia hubo algunos, tales como el de Sarapiquí, que se pensó en la posibilidad de llevarlo hasta Nicaragua.

# REGLAMENTO ESPECIAL PARA CONCURSOS PROFESIONALES DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

La Asamblea de Representantes del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, con base en lo que dispone la Ley Orgánica del Colegio Federado No. 4925 del 17 diciembre de 1971, reformada por la No. 5361 del 16 de octubre de 1973, Artículo 55, en su sesión No. 6-75-A.E.R. de fecha 23 de octubre de 1975 acordó aprobar el siguiente Reglamento Especial para Concursos Profesionales de Ingeniería y de Arquitectura. Aprobado en sesión No. 26-75-G.O. de Junta Directiva General del 2 de setiembre de 1975, Artículo 18.

## DEFINICIONES

Artículo 1.— Se entiende por Concurso Profesional la participación por invitación pública o privada que hace un Promotor a las empresas consultoras, tal y como se definen en el Capítulo VI, Artículo 55 del Reglamento Interior General, para la contratación de servicios profesionales, por medio de la presentación de atestados de preparación académica, experiencia y prestigio profesionales o bien por medio de la presentación de anteproyectos.

Artículo 2.— Se considera Promotor a cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que emplee el sistema de Concursos Profesionales para contratar los servicios de una empresa consultora debidamente registrada en el Colegio Federado.

Artículo 3.— Conforme al sistema que se utilice para seleccionar al concursante, se tendrán los siguientes tipos de concursos profesionales:

- a) Concurso Profesional por medio de Antecedentes, el que se denominará, Concurso de Antecedentes Profesionales; y
- b) Concurso Profesional por medio de presentación de Anteproyectos, el que se denominará, Concurso de Anteproyectos.

Artículo 4.— Se entiende por Concurso de Antecedentes Profesionales aquel en el cual participan las empresas consultoras aportando, ante un Jurado o Comisión Calificadora su condición y experiencia profesionales como elementos de juicio para la selección y contratación de una empresa consultora capaz de llevar a cabo el trabajo motivo del Concurso, en todo de acuerdo con la Ley Orgánica, este Reglamento Especial, el Reglamento de Tarifas y cualquier otro Reglamento aplicable.

Artículo 5.— Se entiende por "Concurso de Anteproyectos", aquel en el cual participan las empresas consultoras aportando, ante un Jurado Calificador, una solución o soluciones a nivel de anteproyecto, conforme a los requerimientos indicados en la convocatoria que fija el motivo del Concurso en todo de acuerdo con la Ley Orgánica, este Reglamento Especial, el Reglamento de Tarifas y cualquiera otro aplicable.

En todo caso, a diferencia de los Concursos de Antecedentes, el objeto de los Concursos de Anteproyectos es seleccionar un trabajo ganador y no a una empresa consultora.

Artículo 6.— Por su naturaleza los Concursos Profesionales serán de dos tipos: Concursos Profesionales Públicos y Concursos Profesionales Privados.

Artículo 7.— Los Concursos Profesionales Públicos, ya sea de Antecedentes o de Anteproyectos, son aquellos promovidos entre todas las empresas consultoras, cuyas actividades profesionales se relacionen con el trabajo motivo del concurso.

Artículo 8.— Los Concursos Profesionales Privados, ya sean de Antecedentes o de Anteproyectos, son aquellos en que el Promotor queda en entera libertad de invitar a cualquier número de empresas consultoras a su propio criterio o conveniencia pero siempre con participación de miembros del Colegio Federado cuya actividad profesional se relacione directamente con el trabajo motivo del Concurso.

### CONDICIONES GENERALES

Artículo 9.— Por la naturaleza y objetivos intrínsecos de un Concurso Profesional, se establece la prohibición a los miembros y a las empresas de participar en esta clase de eventos en competencia de precios o con la base de un precio inferior al mínimo establecido por las tarifas del Colegio Federado para conseguir un encargo profesional, o de cualquier suerte, contraviniendo el Código de Ética.

Artículo 10.— Cada uno de los Colegios Miembros del Colegio Federado promoverá y fomentará por los medios que estime convenientes el tipo de Concurso que más se a juste a sus intereses.

Artículo 11.— Solamente podrán efectuarse Concursos Profesionales, referentes a las profesiones de Ingeniería y de Arquitectura, de acuerdo con las disposiciones de este Reglamento.

Artículo 12.— Cualquier empresa consultora o miembro activo responsable según se establece en el Artículo 60 del Reglamento Interior General, que participe en un Concurso Profesional contraviniendo parcial o totalmente alguna disposición de este Reglamento, estará sujeto a las sanciones establecidas en la Ley Orgánica, Reglamentos y Código de Ética Profesional del Colegio Federado, en su caso.

Artículo 13.— La no observancia por parte del Promotor de las disposiciones incluidas en este Reglamento, dará pie al Colegio Federado, por medio de su representante legal, a gestionar la nulidad del evento, a prohibir a sus miembros participar en el mismo y a elevar el caso, si es de mérito, a conocimiento de los tribunales comunes de justicia.

Artículo 14.— Cualquier empresa consultora o miembro activo responsable (según se establece en el Reglamento Interior General) para contratar servicios de consultoría en ingeniería y/o arquitectura con entidades públicas, oficinas estatales, instituciones autónomas o semiautónomas, municipales, estará obligado a hacerlo mediante el sistema de Concursos Profesionales Públicos o Privados de acuerdo con los límites en cuanto a montos de contratación establecidos por la Ley de Administración Financiera y los Reglamentos que de ella se deriven.

Artículo 15.— En beneficio de sus miembros, de las empresas consultoras y de los promotores, el Colegio Federado a solicitud de cualquier de las partes interesadas, deberá:

- a) Orientar al promotor en la mejor formulación del concurso.
- b) Estudiar y hacer recomendaciones sobre las bases de los concursos que se sometan a su consideración.
- c) Resolver las dudas que se presenten en la formulación, trámite y ejecución del concurso.
- d) Nombrar el Jurado Calificador o los representantes ante ese Jurado, según sea el caso, si ese fuera requisito expreso en el concurso promovido.
- e) Resolver sobre consultas que se le hicieren en el campo de la remuneración profesional, o en cualquier otro que se relacione con los concursos.

Artículo 16.— Para cumplir a cabalidad con los propósitos enunciados en el Artículo 15 de este Reglamento, el Colegio Federado contará con una Comisión Permanente de Concursos Profesionales. Esta Comisión quedará integrada por dos representantes propietarios de cada uno de los Colegios, con dos suplentes por cada miembro propietario.

El nombramiento de esta Comisión lo hará la Junta Directiva General, con base en una lista de diez miembros que cada Colegio presentará al efecto.

La duración en sus cargos será por un año y los representantes podrán ser reelectos. El nombramiento lo hará la Junta Directiva General durante el mes de febrero de cada año. Los representantes quedarán inhibidos de participar en cualquier concurso durante el período de su nombramiento. Si llegaren a tener interés en algún concurso específico, deberán pedir por escrito su separación temporal ante el Director Ejecutivo, quien llamará a los suplentes del caso.

### PUBLICACION DEL CONCURSO, SELECCION DEL CONCURSANTE Y REMUNERACION

Artículo 17.— Todo Concurso Profesional deberá constar de las siguientes fases:

- a) Publicación del aviso o cartel por los medios más indicados, en el que se invitará a formular ofertas y se sentarán las bases del Concurso. En el caso de Concursos Profesionales Privados se sustituirá por una simple invitación por el medio más conveniente, pero siempre con indicación clara de las bases y objetivos.
- b) Escogencia de la empresa consultora que reúna los requisitos más apropiados a satisfacción y conveniencia del promotor, por presentación de antecedentes, o bien escogencia del trabajo ganador, por presentación de anteproyectos.
- c) Fijación de los honorarios o remuneraciones a cubrir por parte del promotor, con base en el Reglamento de Tarifas Profesionales cuando éstas cubran debidamente el trabajo motivo del con-

curso, o en su defecto, a través de los mecanismos o sistemas que se indican en este Reglamento.

Artículo 18.— Como complemento de este Reglamento Especial, se establece la "Guía para Concursos Profesionales, Publicación, Selección y Remuneración", la que forma parte de este Reglamento, de modo que para los efectos legales y de procedimiento se considera como incorporada a él.

Artículo 19.— Para el Colegio Federado un Concurso Profesional sólo llega a tener validez cuando se han cumplido las tres fases indicadas en el Artículo 17, con entero apego a las disposiciones indicadas en la Ley Orgánica, el Reglamento Interior General, el Reglamento de Tarifas y este Reglamento Especial.

Cualquier vicio o incumplimiento de estas disposiciones dará mérito suficiente para que el Colegio Federado actúe conforme se señala en los Artículos 12 y 13 de este Reglamento.

## TRANSITORIO

Artículo Unico.— En cuanto a los Concursos de Anteproyectos el Colegio Federado emitirá en un plazo no mayor de cuatro meses el articulado complementario de este Reglamento. Hasta tanto no se cuente con tal articulado específico, la participación de las empresas consultoras en ese tipo de concursos se regirá por las disposiciones generales de la Ley Orgánica y de los reglamentos aplicables.

## GUIA PARA CONCURSOS PROFESIONALES DE INGENIERIA Y DE ARQUITECTURA

### PUBLICACION, SELECCION Y REMUNERACION

#### CONTENIDO

1. PROPOSITO
2. LA ACTIVIDAD CONSULTORA
  - 2.1 Concepto de empresa consultora
  - 2.2 Servicios que prestan las empresas consultoras
  - 2.3 Relación entre cliente y empresa consultora.
  - 2.4 Importancia relativa de las remuneraciones
  - 2.5 Concepto de precio razonable
  - 2.6 Importancia de la publicación y términos de referencia.
  - 2.7 Calificación de las empresas consultoras
  - 2.8 Responsabilidad del promotor
  - 2.9 Responsabilidad de la empresa consultora.
3. PROCEDIMIENTOS DE SELECCION DE EMPRESAS CONSULTORAS
  - 3.1 Consideraciones generales
  - 3.2 Sistemas de selección
    - 3.2.1 Concursos de Antecedentes Profesionales.
      - I. Concursos Privados (Procedimiento General)

## II. Concursos Públicos

- a) Selección por Concurso de Antecedentes con remuneración prefijada por el Reglamento de Tarifas del Colegio Federado.
- b) Selección por Concurso de Antecedentes con discusión de metodología y precio.
- c) Selección basada en un Registro de empresas consultoras.
- d) Selección por Concursos de Antecedentes con presentación de metodología y precio en dos sobres separados.

### 3.2.2 Concursos Profesionales con presentación de Anteproyectos.

## 4. BASES PARA LA REMUNERACION DE LOS SERVICIOS DE CONSULTORIA.

### 4.1 Generalidades

### 4.2 Modalidades de remuneración más frecuentes.

#### 4.2.1 Remuneracion de servicios en Concursos de Antecedentes Profesionales.

- a) Remuneración fijada por el Reglamento de Tarifas del Colegio Federado.
- b) Precio global o suma alzada.
- c) Reintegro de gastos más un honorario fijo o como porcentaje de los gastos incurridos.

### 4.3 Definición de gastos generales o indirectos.

### 4.4 Definición de gastos especiales o directos.

## 1. PROPOSITO

La adopción de un adecuado procedimiento de selección de empresas consultoras, mediante Concursos Profesionales, es de importancia fundamental para asegurar la elaboración de buenas recomendaciones técnicas, ya que los estudios y proyectos de los consultores gobiernan los costos de construcción, operación y mantenimiento y en consecuencia la rentabilidad de una inversión. Contribuyen así decisivamente a formular la estrategia del crecimiento de un sector, de una área o de una región y comprometen por lo tanto el futuro del desarrollo tecnológico.

Un procedimiento adecuado para la selección de empresas consultoras permitirá al cliente obtener los mejores estudios y proyectos, asegurará el desarrollo de empresas consultoras con el más alto nivel técnico y científico, e incrementará el potencial nacional y regional en un campo de técnicas de avanzada.

Esta Guía tiene el propósito de definir las peculiaridades que caracterizan a la actividad consultora, proponer buenos métodos de selección y contratación y dar bases de retribución adecuadas.

Representa un compendio de la experiencia de la actividad consultora mundial y en particular la de los países latinoamericanos y coincide, básicamente, con las normas recomendadas por las organizaciones mundiales que utilizan servicios de firmas consultoras

o de las asociaciones nacionales y extranjeras que las agrupan.

## 2. LA ACTIVIDAD CONSULTORA

### 2.1 Concepto de Empresa Consultora:

El concepto de empresa consultora está debidamente definido en el Artículo 55 de la Ley Orgánica del Colegio Federado. Sin embargo conviene ampliar algunos conceptos básicos, como consecuencia del constante y creciente desarrollo tecnológico del país y de la envergadura y complejidad de las obras que día con día se realizan.

El aumento creciente de las inversiones y el avance tecnológico, hacen que los problemas que se presentan requieran cada vez más la intervención de grupos de profesionales capaces de abarcar los métodos, técnicas y disciplinas que deben conjugarse para la elaboración de un estudio, un proyecto o un plan.

La actividad consultora es en consecuencia una modalidad moderna de la actividad profesional tradicional. Cualquiera que sea la forma jurídica que adopte la actividad de la empresa consultora el ejercicio de las distintas especialidades comprendidas en ella queda bajo la responsabilidad personal de los respectivos profesionales quienes deben ajustar su conducta a las normas de ética y de responsabilidad que regulan a sus propias profesiones.

Para poder servir adecuadamente los intereses del promotor, las empresas consultoras deben reunir los siguientes requisitos básicos:

- Constituir una organización que preste en forma exclusiva, habitual y permanente alguno de los servicios enumerados en el artículo siguiente.
- Tener como socios, accionistas y directores a profesionales calificados en sus respectivas especialidades y con experiencia suficiente.
- Ser profesionalmente independientes es decir, no tener ninguna vinculación directa con firmas constructoras, firmas proveedoras de equipos y materiales o grupos financieros.
- Anteponer a cualquier otro interés el cuidado del prestigio profesional, cualquiera que sea la forma jurídica adoptada por la empresa, acatando y haciendo acatar las normas de comportamiento inherentes al ejercicio profesional.
- Contar con los medios necesarios para cubrir los servicios que brinda, tanto los que son esencialmente de naturaleza intelectual, como los medios materiales, tales como oficinas, máquinas, instrumentos o laboratorios.

### 2.2 Servicios que Prestan las Empresas Consultoras:

Las empresas consultoras cubren, principalmente, las siguientes áreas:

- a) Estudios y proyectos de ingeniería; obras viales, portuarias, energéticas, hidráulicas, proyectos industriales y de transportes, ingeniería urbana y

rural, etc.

- b) Estudios y proyectos de arquitectura y urbanismo: Todos los estudios relacionados con las obras arquitectónicas, que crean u organizan espacios internos y externos útiles para el hombre; además, todo estudio de planificación urbana y regional, con las implicaciones de colaboración interdisciplinaria que sea del caso.
- c) Servicios técnicos: Control de calidad, ensayos, estudios de mercado, investigación operativa, procesamiento de datos, estudios de recursos naturales, desarrollo de productos y procesos, etc.
- d) Servicios económicos: Estudios de prefactibilidad y factibilidad económica y financiera, estudios de rentabilidad, evaluación de proyectos, planes de desarrollo, programas de industrialización, etc.
- e) Servicios relacionados con la gestión: Estudios de productividad, de existencias, de distribución y comercialización, administración, control contable y financiero, sistemas de información, control de gestión, etc.
- f) Servicios de asesoría: Estudio de ofertas, supervisión y dirección de construcción.

Desde el punto de vista de la naturaleza de los trabajos, la actividad consultora abarca estudios de diagnóstico, de prefactibilidad y de proyectos; supervisión, coordinación y dirección de obras; capacitación de personal, asistencia técnica para ordenar y poner en marcha proyectos; asesoramiento permanente y auditorías técnicas y operativas en materia de las respectivas especialidades.

### 2.3 Relación Entre Cliente y Empresa Consultora

La confianza del promotor en el buen juicio, conocimiento, experiencia, imaginación y honorabilidad de quienes integran una empresa consultora, constituyen el elemento básico de la relación entre ésta y el promotor. Una empresa consultora cumple instrucciones del promotor pero es también su consejera y la defensora de sus intereses. En este sentido, las empresas consultoras participan de las calidades de los profesionales que, como los arquitectos, ingenieros, abogados, en razón de la confianza en ellos depositada, deben cumplir, de la mejor forma posible, la misión encomendada.

Este cumplimiento exige identificación completa entre ambas partes, capacidad para dar consejos y también para recibirlos. La empresa consultora debe llegar a conocer bien al promotor. Este a su vez, debe tener presente que realizar un estudio, un proyecto o un plan implica cumplir una labor eminentemente intelectual que no tiene forma concreta de ser medida.

Conviene destacar las diferencias de fondo que existen entre la relación del promotor con las empresas consultoras, por un lado, y con contratistas de obras, proveedores, equipos o materiales y financistas, por el otro. Con estos últimos la relación está gobernada por contratos que contienen disposiciones preci-

sas que permiten definir con claridad la naturaleza, cantidad y calidad de lo que se va a construir o proveer. El cliente cuenta con medios objetivos y eficientes para asegurar el cumplimiento de las prestaciones pactadas.

La relación entre promotor y empresas consultoras es totalmente distinta. El servicio a prestarse, básicamente de naturaleza intelectual, comprende creatividad, experiencia acumulada, conocimiento, ponderación, sentido común, y no puede ser definido con precisión, ni en cantidad ni en calidad.

La contratación de una empresa consultora implica básicamente un acto de confianza en la capacidad intelectual, experiencia e integridad de la empresa y de cada uno de sus miembros.

## 2.4 Importancia Relativa de las Remuneraciones

El monto de la remuneración que recibe una empresa consultora por los estudios que realiza es una pequeña parte del costo total de construcción o complementaciones del proyecto estudiado.

Además es sumamente ventajoso para el promotor contar con buenos estudios y recomendaciones. Estas tienen influencias decisivas sobre la concepción general del estudio o proyecto y gobiernan los costos de construcción, funcionamiento, operación y mantenimiento de una obra, un programa, un sistema o un plan.

Por otra parte, es obvio que la formulación de las mejores recomendaciones requiere la participación de un número adecuado de profesionales y expertos que dediquen el tiempo necesario al estudio del problema.

La elaboración de las conclusiones implica frecuentemente la realización de ensayos, encuestas o investigaciones y la utilización de técnicas y equipos especiales, que pueden significar erogaciones mayores.

Por estas razones las empresas consultoras no deben elegirse a través de procedimientos que incluyan de alguna manera competencia de precios, aspectos que de toda suerte está debidamente cubierto por el Código de Ética y es contraria a los intereses del cliente. La remuneración que reciban las consultoras debe ser, sin embargo, razonable.

## 2.5 Concepto de Precio Razonable

La remuneración que recibe la empresa consultora constituye la retribución por el trabajo y responsabilidad profesionales involucrados en la tarea encomendada.

Cuando los servicios profesionales a prestar no estén cubiertos por el Reglamento de Tarifas del Colegio, el cobro debe cubrir lo siguiente:

- a) Los gastos en personal asignado y cargas sociales,
- b) Los gastos generales o indirectos,
- c) Los gastos especiales o directos,
- d) Los honorarios, como un porcentaje de los gastos anteriores, correspondientes a la responsabilidad

profesional que se relaciona con la importancia de la tarea realizada.

En su conjunto dicha remuneración debe guardar relación razonable con el costo de construcción de los proyectos o de complementación de un sistema, o con la importancia del tema de estudio.

En muchos casos el promotor puede ponderar fácilmente si una oferta es razonable basándose en la experiencia corriente que ha permitido formular escalas generalmente aceptadas, analizando los precios unitarios cotizados, o consultando aranceles utilizados en los proyectos de ingeniería o de arquitectura.

Cuando los servicios objeto de contratación estén debidamente cubiertos en el Reglamento de Tarifas, las remuneraciones mínimas serán las que éste establece.

## 2.6 Importancia de la Publicación de Términos de Referencia

No se puede hacer ninguna oferta sensata y razonable que sea competitiva si no se conocen debidamente los términos de referencia del concurso. Su importancia no por obvia deja de ser fundamental en el proceso.

El promotor debe ser claro en dar a conocer por el medio más efectivo los aspectos claves del trabajo a realizar. No sólo un uso correcto del lenguaje es un requisito necesario sino también la mención de la razón del concurso y objetivos que se piensen lograr, con indicación de la información básica de que se dispone y la metodología que se puede emplear.

Es conveniente se señale también, dentro de los términos de referencia, la forma de selección de las empresas y la forma de remuneración.

Cualquier falla u omisión en los aspectos señalados, sólo contribuirá a falsear los resultados que se buscan con el concurso y se tendrán pérdidas de tiempo y dinero de las partes interesadas.

## 2.7 Calificación de las Empresas Consultoras

Aunque la naturaleza de los servicios de las empresas consultoras excluya la competencia de precios para su selección, ello no significa que los consultores deben elegirse sin un análisis. Muy por el contrario, la selección debe realizarse bajo muy severas condiciones de competencia, que tengan por objeto escoger el mejor consultor, obtener las mejores recomendaciones y asegurar la mejor utilización de los recursos del cliente en la construcción, operación y mantenimiento de la obra.

La competencia debe ser, en consecuencia, competencia de calidad o de calificaciones y no de precios.

Entre los factores que deben tomarse en cuenta para una selección se citan principalmente:

- a) Antecedentes y referencias de la empresa.
- b) Experiencia y antecedentes de los expertos que se relacionarán con el proyecto.
- c) Enfoque y metodología propuestos.
- d) Profundidad y extensión de los estudios ofreci-

dos.

- e) Conocimiento de las condiciones particulares o locales.
- f) Dedicación que los responsables de la empresa prestarán al desarrollo de los trabajos.
- g) Tiempo real comprometido por cada experto.
- h) Cantidad de trabajos que la empresa tiene en ejecución.

## 2.8 Responsabilidad del Promotor

Para que el procedimiento de selección cumpla su objetivo y sea elegida la empresa mejor calificada, el promotor debe respetar ciertos requisitos básicos. Por una parte, debe precisar bien qué espera del estudio y por la otra, debe proporcionar a las empresas consultoras el mayor acopio de datos y antecedentes sobre el tema objeto del concurso.

Al requerir los servicios debe plantear el problema y definir los objetivos perseguidos con la mayor claridad, compatible con la naturaleza de la consulta. Los estudios mal definidos conducen a propuestas mal formuladas y en consecuencia a proyectos ineficientes.

Si el promotor no tiene elementos suficientes para definir con claridad el estudio que se propone encomendar, es aconsejable que solicite antes un análisis de menor envergadura como, por ejemplo, un estudio de diagnóstico o de prefactibilidad, para lo que puede contratar a una empresa consultora con base en la ponderación de sus antecedentes, remunerando sus servicios de acuerdo con el tiempo empleado. Aún en el caso de haberse elaborado términos de referencia minuciosos y aparentemente precisos, es conveniente que el promotor ofrezca la oportunidad de discutirlos con las empresas participantes, que siempre podrán agregar rasgos de su propia experiencia o enfoques imprevistos.

En cuanto al suministro de datos y antecedentes, debe tenerse presente que todo estudio o proyecto funciona como cualquier sistema en el cual ingresan datos y salen resultados. El modo de producir esos resultados a partir de aquellos datos es lo que se denomina "metodología del estudio" y depende totalmente de la empresa consultora. Pero si los datos son insuficientes o erróneos o no son aportados cuando el estudio los requiere, la mejor metodología será incapaz de producir resultados satisfactorios.

Cuando el promotor asume la obligación de entregar alguno de los datos necesarios para la ejecución del estudio y del proyecto, ese compromiso debe ser cumplido con el mismo rigor y la misma exigencia que el contrato impone a la empresa consultora con vistas al mejor cumplimiento de las prestaciones ofrecidas.

En suma, para asegurar los mejores resultados y lograr la mayor compenetración de la empresa consultora con los objetivos perseguidos por el cliente, éste debe comprender que, en gran medida, la esencia de la relación promotor-empresa consultora es similar a la relación del promotor con su propia

oficina; con la diferencia de que en el caso de contratar una empresa consultora se emplea un grupo de profesionales y técnicos por un tiempo determinado, con un objetivo generalmente bien definido; en tanto que a los profesionales de las propias oficinas técnicas del cliente, se los emplea por tiempo indeterminado y con objetivos múltiples.

## 2.9 Responsabilidad de la Empresa Consultora

La responsabilidad principal de la empresa consultora consiste en ejecutar el trabajo encomendado, en las condiciones pactadas. Ello implica la obligación de entregar un trabajo claro y preciso, expresado en lenguaje inteligible, que responda a las expectativas del promotor. Las soluciones y conclusiones, siempre fundadas, deben ser formuladas explícitamente y sin ambigüedades, pues de su validez son responsables tanto los expertos que las elaboren como la empresa consultora que las presente.

La empresa consultora tiene además, la responsabilidad de alcanzar los objetivos del promotor conforme a las reglas y usos de su actividad profesional y de realizar todos los esfuerzos razonables para formular las mejores recomendaciones.

La empresa consultora y los integrantes de su equipo de profesionales deben cumplir con las normas que regulan el ejercicio profesional, y además, los siguientes preceptos de ética:

- a) Profesar cabal lealtad al promotor que le ha honrado con su confianza y empeñar el máximo esfuerzo en la salvaguarda de sus intereses.
- b) No aceptar ningún encargo que la empresa no esté calificada para cumplir en la forma que mejor sirva a los intereses del promotor.
- c) Tener la requerida independencia respecto a empresas proveedoras o fabricantes de equipos, constructores, contratistas y sociedades financieras, que puedan comprometer la objetividad de su juicio.
- d) Cumplir con las normas legales y morales vigentes, absteniéndose de actuar de cualquier manera contraria al honor, integridad o dignidad profesional.
- e) Respetar las reglas estipuladas por el promotor para la selección de firmas consultoras y abstenerse de impugnar los fallos de los encargados de juzgar las ofertas.
- f) Dar carácter confidencial a los estudios y guardar estricta reserva acerca de cualquier información proporcionada por el promotor, así como de los resultados de los estudios, salvo expresa autorización en contrario.
- g) Rechazar cualquier remuneración que no sea la expresamente pactada con el promotor, así como cualquier ventaja, retribución o comisión de terceros interesados en el resultado del estudio.
- h) Abstenerse de realizar acciones o emitir declaraciones que puedan dañar los intereses o la reputación de sus colegas. Abstenerse de hacer cualquier género de publicidad en términos laudato-

rios o que en alguna manera afecten la dignidad de la profesión.

- i) Abstenerse de dar algún paso tendiente a suplantarse a otra empresa consultora después de que el promotor haya iniciado gestiones para su contratación.

### 3. PROCEDIMIENTOS DE SELECCION DE EMPRESAS CONSULTORAS

#### 3.1 Consideraciones Generales

Cualquiera que sea el procedimiento que se adopte para seleccionar empresas consultoras en Concursos de Antecedentes Profesionales, la experiencia mundial aconseja tener presente que:

- a) El contrato con una empresa consultora implica básicamente un acto de confianza del promotor con la empresa seleccionada.
- b) Los procedimientos de evaluación de calificaciones deben excluir cualquier tipo de competencia de precios, ya que el costo de los servicios tiene importancia relativa.
- c) La remuneración de los consultores debe ser razonable y guardar relación con la tarea realizada, con la envergadura de los trabajos y con la responsabilidad profesional puesta en juego.
- d) Es fundamental la calificación y competencia de los profesionales y expertos que intervendrán en el estudio o proyecto y el enfoque del problema.
- e) El trámite del concurso debe ser simple y permitir al promotor alcanzar decisiones en el más breve plazo posible.
- f) El concurso no debe implicar erogaciones innecesarias para las empresas concurrentes, ni exigirles fianzas o garantías.
- g) Debe asegurarse la concurrencia y competencia de empresas consultoras capacitadas, facilitarse la participación de grupos profesionales que se constituyan de manera ocasional y que no respondan plenamente a las expectativas del promotor.
- h) Debe asegurarse la utilización exclusiva de empresas consultoras nacionales, debidamente asesoradas y respaldadas por los servicios de consultores extranjeros cuando el caso lo amerite.

#### 3.2 Sistemas de Selección

Los procedimientos que se recomiendan a continuación incorporan los aspectos positivos de la experiencia acumulada y respetan las normas fundamentales que esta experiencia ha consagrado para asegurar la selección de la empresa consultora más capacitada; tienen en cuenta los casos más frecuentes que se presentan en la selección de consultores y están orientados a facilitar dicha selección. Se hace una separación del sistema de selección según la clase de concurso:

- a) De antecedentes.
- b) De anteproyectos.

#### 3.2.1 Concursos de Antecedentes Profesionales

Para estos concursos, según sean de tipo privado o público, se tendrán varias modalidades de selección. Los procedimientos recomendados son los siguientes:

##### I—Concursos Privados - Procedimiento General

- a) Se prepara una lista de empresas consultoras que estén calificadas para ejecutar el estudio. La información referente a las empresas consultoras puede obtenerse de experiencias anteriores, o bien de otras personas u organizaciones que las hayan empleado en proyectos similares.
- b) De dicha lista se elige un número limitado de empresas, que parezcan mejor calificadas para el proyecto en cuestión. Usualmente esta lista es de un máximo de seis empresas.
- c) Se invita por escrito a cada una de las empresas de la lista mencionada, dando una breve descripción del proyecto. A aquellas empresas que muestren interés se les dará más información, o se les dará la oportunidad, mediante visitas al sitio de las obras o por otros medios, de hacer una evaluación razonable de la magnitud del proyecto. Posteriormente se les pedirá que presenten una propuesta que contenga la siguiente información:
  - Experiencia adquirida en la realización de proyectos de naturaleza semejante al propuesto.
  - Detalles de organización y personal de que dispone.
  - Experiencia profesional.
  - Tipo de organización y metodología que propondría para la ejecución de los trabajos.
  - Posibilidad de desarrollar los estudios en el plazo fijado.
  - Conocimiento de las condiciones locales.
- d) Si hay tiempo suficiente, el promotor solicita referencias de algunos clientes recientes de los consultores que le parezcan más idóneos.
- e) Si es posible, se mantiene una entrevista personal con las dos o tres empresas consultoras más idóneas de la lista y se cita a cada empresa por separado. El promotor debe estar representado por un directivo o por una pequeña comisión que conozca bien el proyecto propuesto.
- f) Se selecciona a una de las empresas consultoras, con la cual el promotor define la naturaleza del trabajo y las bases de remuneración de los servicios.

Si no pudiera llegarse a un acuerdo, las conversaciones se darán por terminadas y se seleccionará a otra empresa.

Todas estas negociaciones deben ser de carácter confidencial y en ningún caso debe revelarse a una consultora los términos de la oferta que se hayan tratado con otra.

- g) Una vez escogida la empresa, se formaliza el con-

trato correspondiente y se notifica la selección efectuada por el promotor a todas las empresas con las que hubo correspondencia o conversaciones respecto al concurso.

- h) Una vez firmado el contrato, éste deberá registrarse en el Colegio Federado de acuerdo con el Artículo 53 de la Ley Orgánica.

## II— Concursos Públicos

Dentro de esta modalidad, se sugieren los siguientes cuatro diferentes sistemas de selección:

- A. Selección por Concurso de Antecedentes con remuneración prefijada por el Reglamento de Tarifas del Colegio Federado.

Se presta para ciertos proyectos de obras de ingeniería y de arquitectura donde el trabajo profesional a realizar es muy concreto y su remuneración se encuentra debidamente cubierta por el arancel o Reglamento de Tarifas del Colegio Federado. En este caso el promotor sigue el siguiente procedimiento:

- a) Prepara y publica el Cartel del Concurso donde se señalan las bases, condiciones o términos de referencia con una breve descripción del estudio. El cartel debe indicar además los documentos y referencias que debe aportar el concursante y que serán los factores que tomará en cuenta, principalmente, el Jurado para hacer la calificación. Se citan entre otros los siguientes:

- Antecedentes y referencias de la empresa consultora.
- Experiencia y antecedentes de los integrantes del grupo de profesionales y expertos.
- Datos de constitución de la empresa.
- Recursos y medios disponibles de la empresa.
- Expertos o especialistas que eventualmente podrán prestarle asesoría.
- Antecedentes y experiencia de las empresas asesoras.
- Breve descripción de los trabajos realizados y los que tenga en curso.
- Metodología que eventualmente podría utilizar para el enfoque y solución de los problemas básicos involucrados en el estudio.
- Tiempo que le dedicará el trabajo cada uno de los profesionales ofrecidos.
- El cartel que debe indicar la hora y fecha en que se procederá a abrir las propuestas.

- b) Procede a la apertura de las propuestas con la presencia de los oferentes interesados y levanta el acta correspondiente.
- c) Nombra una comisión o jurado calificador conforme al Reglamento Especial de Concursos Profesionales.
- d) La Comisión o Jurado Calificador pondera los antecedentes y calificaciones de las empresas y descarta a las que considera que no reúnen los

requisitos necesarios técnicos o legales. Con los restantes establece una lista de calificación con orden de prelación.

- e) Una vez que el promotor pondera el contenido de la propuesta, conforme se mencionó, procede a seleccionar una empresa, con quien celebra el correspondiente contrato. El contrato, una vez firmado, debe ser registrado en el Colegio Federado de acuerdo con el Artículo 53 de la Ley Orgánica.

- B. Selección por Concurso de Antecedentes con discusión de metodología y precio.

Este procedimiento se suele adoptar cuando el promotor no cuenta con los elementos suficientes para precisar el alcance de los trabajos y cuando además es fundamental la contribución de la experiencia de una empresa calificada para llegar a definir la metodología y demás aspectos de los trabajos.

Para estos casos el procedimiento a seguir por el promotor será igual al descrito en la sección "A" hasta el punto d) inclusive, es decir hasta la confección de las listas de calificación de las empresas con un orden de prelación. El procedimiento se diferencia del anterior en los siguientes pasos posteriores:

- e) El promotor invita a la firma seleccionada en primer término, e inicia conversaciones tendientes a precisar el alcance del estudio, la metodología y en general todos los elementos de la propuesta técnica. Durante esta etapa no se deben discutir aspectos vinculados con la remuneración de los consultores.
- f) Una vez precisado y convenido el alcance de los estudios y definida la propuesta técnica, la empresa consultora presenta su cotización.
- g) Si el precio es razonable, se procede a la discusión y firma del contrato.
- h) Si el precio no fuere razonable, o no se llegare a un acuerdo sobre los términos del contrato en plazo razonable, el promotor da por terminadas las negociaciones y procede a invitar a la empresa que sigue en orden de prelación y así sucesivamente hasta llegar a un acuerdo con alguna de ellas.
- i) Una vez firmado el contrato con la empresa escogida, aquel deberá registrarse en el Colegio Federado conforme al Artículo 53 de la Ley Orgánica.

- C. Selección Basada en un Registro de Empresas Consultoras

Cuando el promotor utiliza sistemáticamente servicios de empresas consultoras para prestaciones bien definidas y con bases o antecedentes para la determinación de las remuneraciones, puede resultar conveniente convocar a inscribirse para confeccionar una lista de empresas aprobadas, que le permita contratar sin necesidad de reiterar los concursos y procedimientos de selección.

Una vez redactado un pliego de bases y condiciones, el procedimiento que seguirá el promotor es el siguiente:

- a) Convoca a un concurso de antecedentes para un Registro de Empresas Consultoras.
- b) Los interesados presentan la información pertinente, la que deberá contener cuando menos lo siguiente:
  - Antecedentes y referencias de la empresa.
  - Experiencia y antecedentes de los expertos que se relacionan con el trabajo.
  - Metodología o sistemas que esté en capacidad de aplicar.
  - Profundidad y extensión de los estudios que puede o esté en capacidad de ofrecer.
  - Conocimiento de las condiciones locales o particulares.
  - Dedicación que los responsables de la empresa prestarían a los trabajos.
  - Tiempo real que cada experto pueda dedicar.
- c) Nombra una comisión o jurado calificador competente conforme al Reglamento Especial de Concursos para que estudie las propuestas y haga las recomendaciones pertinentes.
- d) La comisión pondera los antecedentes y descarta las empresas que no reúnen los requisitos técnicos y legales solicitados. Con las restantes establece una lista de calificaciones en orden de prelación.
- e) Adjudica los trabajos a las empresas consultoras seleccionadas de acuerdo con sus calificaciones y capacidad.

Con el fin de asegurar la debida competencia y mantener incentivos de perfeccionamiento y superación, el promotor debe asignar los contratos premiando en el futuro a las firmas mejor calificadas y a las que hayan ejecutado los mejores trabajos.

Con igual propósito y para brindar oportunidad a firmas de reciente constitución, periódicamente debe actualizarse la lista de empresas aprobadas y debe establecerse un nuevo orden de prelación.

Teniendo en cuenta que la ponderación de los antecedentes de la empresa juega un papel fundamental en la selección y contratación, se recomienda a los promotores calificar el comportamiento de cada firma al concluir el respectivo contrato.

#### D. Selección por Concurso de Antecedentes con Presentación de Metodología y Precio en dos Sobres Separados.

##### a) Fase Preparatoria

Una vez decidida la realización del estudio o proyecto que se piense confiar a una empresa consultora, el promotor debe definir claramente los alcances del trabajo a fijar los objetivos que persigue. Esta memoria, que servirá de fundamento al llamado a concurso, debe ser puesta a disposición de los consul-

tores interesados.

Es conveniente que designe al mismo tiempo a una persona responsable del concurso, que sirva de enlace entre las empresas consultoras y el promotor y coordine las distintas fases del proceso.

Es aconsejable designar también en esta etapa a las personas que tendrían a su cargo la evaluación de las propuestas, quienes podrían actuar como jurado cuando además de funciones de asesoramiento se les confiriera autoridad para decidir el concurso con su voto.

Finalmente, el promotor redacta el pliego de bases y condiciones o términos de referencia del concurso.

##### b) Primera Fase — Concurso de Preselección

1) Concluida la redacción del pliego, el promotor invita a las firmas consultoras a participar en el concurso, y fija el día y hora para la entrega de los documentos solicitados en los términos de referencia.

2) Las propuestas se presentan hasta el día y hora prefijado, en dos sobres.

El sobre No. 1 contiene la propuesta técnica que comprende:

- Antecedentes y experiencia de los expertos ofrecidos.
- Tiempo real comprometido de cada experto.
- Enfoque o metodología propuesta.
- Profundidad, alcance y extensión de los estudios ofrecidos.
- Plan de trabajo.
- Organización del grupo profesional.
- Cronología prevista.

En el sobre No. 2, que deberá ser lacrado, se incluye el precio y la forma de pago.

3) En el acto de apertura se abren solamente los sobres No. 1 y se reservan los sobres No. 2 sin abrir.

4) Se pone una copia de las propuestas a disposición de las empresas oferentes para que puedan examinarlas durante un breve lapso y se levanta un acta de lo acontecido.

5) Se pondera el contenido de las propuestas, y se establece una lista con un orden de prelación.

##### c) Segunda Fase — Negociación con Base en la Oferta Económica (Sobre No. 2)

6) Se procede a abrir el sobre No. 2 correspondiente a la empresa calificada en primer término, en presencia de sus representantes. Si el precio es razonable, se inician las discusiones para formalizar el contrato y se levanta una acta de lo acontecido.

7) Si el precio no fuere razonable, o no se llegare a un acuerdo sobre los términos del contrato en un plazo razonable, el promotor da por terminadas

las negociaciones y procede a abrir de igual forma el sobre de la empresa que siga en orden de prelación y así sucesivamente hasta llegar a un acuerdo.

### 3.2.2 Concursos Profesionales con Presentación de Anteproyectos

Por la naturaleza de este tipo de concursos y para garantizar a los miembros del Colegio Federado la seguridad que requieren para su participación, se reglamentarán separadamente.

## 4. BASES PARA LA REMUNERACION DE LOS SERVICIOS DE CONSULTORIA

### 4.1 Generalidades

Existen diversas modalidades para remunerar los servicios de las empresas consultoras, las que varían de acuerdo con el tipo de servicio requerido por el promotor, y con las condiciones bajo las cuales debe ejecutarse.

Antes de describir las modalidades más importantes y recomendar cuáles deben ser sus campos de aplicación, es conveniente ampliar algunas de las consideraciones formuladas en el párrafo 2.4, sobre la importancia relativa de las remuneraciones.

Señalamos allí que la actividad consultora tiene características muy especiales, que la diferencian claramente de otras actividades. La modalidad que se utilice para el pago de los servicios de empresas consultoras, debe considerar esa singularidad de la actividad consultora y de la relación promotor — empresa consultora. En particular deben tenerse presentes los siguientes aspectos:

#### a) El Contrato Debe ser Flexible:

Como es sabido, al contratar una empresa consultora el promotor lo que quiere es obtener buenas recomendaciones para asegurar la más adecuada utilización de sus recursos.

Es habitual que las tareas de los consultores no puedan definirse con precisión de antemano, y cuando ello es posible es frecuente que durante la elaboración de los trabajos aparezcan hechos nuevos, que razonablemente no pudieron preverse, lo que obliga a ajustar y aún a modificar sustancialmente el plan de trabajo y el grupo de profesionales y expertos afectados.

Por estas razones el contrato y en especial dentro de él la modalidad de remuneración de los servicios de los consultores, deben contener cláusulas que permitan encarar investigaciones adicionales o realizar ajustes en el plan previsto, cuando ello sea necesario, para elaborar buenas recomendaciones.

#### b) El Contrato no Debe Crear Problemas Financieros al Consultor:

Cuando el promotor contrata los servicios de una empresa consultora, espera una contribución que básicamente es intelectual y depende de la capacidad, experiencia acumulada, buen juicio y responsabilidad de la empresa consultora.

Por otra parte el capital principal de la consultora es también intelectual y está representado por la experiencia de sus profesionales y expertos.

En general el capital social, tal como se le entiende tradicionalmente y los recursos financieros de una empresa consultora carecen de significación, dentro de límites razonables. Habitualmente, estos aspectos no se tienen en cuenta al seleccionar una empresa consultora y ponderar sus calificaciones. Es más, debe considerarse contrario a los intereses del promotor el establecer requerimientos económicos y financieros exagerados, porque ello puede privarle de la colaboración de los profesionales más capaces, o conducirlo a contratar a empresas vinculadas a contratistas, proveedores o grupos financieros.

Por estas razones, y con el fin de establecer las condiciones para una mejor defensa de los intereses del promotor, éste debe tomar todas las medidas que conduzcan a desembarazar al consultor de problemas financieros y a que concentre su esfuerzo en la elaboración de las recomendaciones requeridas.

Entre estas medidas se recomiendan:

- La entrega de adelantos razonables antes de iniciar los trabajos.
- El pago de los servicios a medida que éstos se vayan ejecutando, preferentemente en cuotas mensuales.

#### c) El Contrato no Debe Exigir Garantías a la Empresa Consultora:

Es habitual que en los contratos de construcción se trate de incorporar cláusulas que tiendan a asegurar su fiel cumplimiento. Estas cláusulas son de dos tipos: de recompensa o premio por buen cumplimiento y de sanción por deficiente ejecución o demora.

En el caso de contratos de servicios de consultoría, la aplicación de porcentajes de garantía conducirán a montos carentes de significación frente a los mayores costos provocados por recomendaciones erróneas de los consultores.

Es por ello que debe tenerse bien presente que, en materia de consultoría, las garantías habituales no significan ninguna protección real para los intereses del promotor y que la única protección efectiva radica en la selección de la empresa mejor calificada; que cuando la adjudicación de los contratos se basa en los antecedentes y la reputación de los consultores, no hay peor sanción para ellos que una mala referencia ni mejor recompensa que una buena recomendación de sus clientes anteriores.

### 4.2 Modalidades de remuneración más frecuentes

La remuneración de los servicios de empresas

consultoras se efectúa habitualmente de acuerdo con alguna de las modalidades que se describen a continuación, o con alguna combinación de ellas.

Se debe tener presente que cualquiera que sea el método de remuneración adoptado, la aplicación del procedimiento basado en un porcentaje del costo de construcción constituye una buena base para ponderar si el precio propuesto es razonable.

#### D. 2.1 Remuneración de Servicios en Concursos de Antecedentes Profesionales

##### A. Remuneración fijada por el Reglamento de Tarifas del Colegio Federado.

Esta modalidad se presta para aquellos proyectos de ingeniería o arquitectura bien definidos y debidamente cubiertos por el Reglamento de Tarifas.

##### B. Precio global o suma alzada

Este método de remuneración es aplicable sólo cuando el alcance de los servicios puede prefijarse y definirse en forma clara y precisa y sin embargo los proyectos no se encuentran cubiertos por el Reglamento de Tarifas.

En general se suele convenir un precio global presupuestando la tarea de los consultores de la siguiente manera:

- Gasto en personal (salarios más cargas sociales) que suele calcularse sobre la base de la dedicación de los expertos y ayudantes, expresado en meses/hombre u horas/hombre.
- Gastos generales o indirectos.
- Una previsión para imprevistos calculada como porcentaje de  $a \pm b$  que suele oscilar entre 10o/o y 20o/o.
- Gastos especiales o gastos directos.
- Honorario o beneficio calculado como suma fija o como porcentaje (no menos del 20o/o) de  $a \pm b \pm c \pm d$ .

##### C. Reintegro de gastos más un honorario fijo o como porcentaje de gastos incurridos.

Esta modalidad se aplica:

- Cuando no puede definirse con claridad el alcance de los servicios.
- Cuando los profesionales de la empresa consultora trabajan en estrecha colaboración con el grupo de profesionales del promotor (entidades públicas, por ejemplo).
- En estudios de factibilidad y de reconocimiento.
- Para la inspección local de la construcción de obras de ingeniería y arquitectura, (carreteras, puentes, conjuntos habitacionales, etc.).
- Cuando se adicionan tareas no previstas a contratos en ejecución.

Cuando se aplica esta modalidad de retribución

el promotor reintegrará a la empresa consultora el costo de todos los servicios y suministros que presta, más un honorario fijo o porcentual de los gastos incurridos.

La remuneración incluye en consecuencia lo siguiente:

- El costo de los salarios de todos los profesionales, expertos y personal técnico y auxiliar asignado al estudio, de acuerdo con los tiempos reales de utilización o conforme se haya convenido con el promotor.
- Las cargas sociales, habitualmente calculadas como un porcentaje de a).
- Los gastos generales o indirectos ("overhead"), de acuerdo con la definición que se da más adelante en el punto 4.3, generalmente facturadas como un porcentaje de  $a \pm b$ .
- Los gastos especiales o directos, de acuerdo con la definición que se da más adelante en el punto 4.4.

El promotor reintegra estos gastos, que casi nunca pueden ser fijados con precisión antes del contrato, de acuerdo con su valor real o valor de factura o con pautas convenidas oportunamente; ese valor se incrementará en un porcentaje, que suele variar entre el 10o/o y el 20o/o por concepto de gastos de administración.

##### e) El honorario o beneficio de la empresa consultora.

Este honorario puede ser una suma fija, o un porcentaje de  $a \pm b \pm c \pm d$  (habitual mínimo es 20o/o).

Si se adopta como honorario (o beneficio) una suma fija, el contrato debe prever procedimientos para ajustarla cuando la tarea de los consultores aumente o disminuya fuera de un rango, que debe estar claramente definido.

Esta modalidad de retribución da una gran flexibilidad, tanto al consultor como, especialmente, al promotor, ya que le permite a éste modificar el alcance de los trabajos y encomendar nuevas investigaciones y nuevas tareas.

En este caso la relación promotor-consultor es muy parecida a la del promotor con su propia oficina técnica, y la forma de remuneración también es similar ya que, como es evidente, en este caso el promotor debe hacerse cargo de los gastos directos en salarios, de las cargas sociales, de los gastos indirectos o generales y de los gastos especiales.

#### 4.3 Definición de Gastos Generales o Indirectos

Los gastos de las empresas consultoras que no pueden imputarse clara o directamente a un estudio o proyecto determinado, tales como: gastos para poder actuar en el mercado y contar con una organización que esté lista para servir los requerimientos de los promotores; gastos de preparación de propuestas; gastos de promoción; gastos de tiempo ocioso; tiempo improductivo de expertos y técnicos entre trabajos sucesivos; tiempo utilizado por el personal superior

en problemas de interés público; gastos de dirección general; gastos de administración, contabilidad general de las empresas, intereses sobre el capital invertido; gastos de papelería y comunicaciones generales; gastos de amortización de instalaciones y de alquileres de oficinas generales, y gastos de perfeccionamiento de personal.

#### 4.4 Definición de Gastos Especiales o Directos

Son los que pueden imputarse directamente a un estudio o proyecto, tales como: levantamiento topográfico, estudio de fundaciones, suelos y mate-

riales, y en general todos los gastos de reconocimiento y de campo; cálculos de estructuras y proyectos de instalaciones especiales; maquetas; consultas con otros especialistas; ensayos y pruebas de materiales, máquinas o instalaciones; encuestas, estudios de aerofotogrametría; trabajos de computación; sueldos de personal auxiliar, apuntadores u otros similares, con sus cargas sociales; gastos de amortización de instalaciones directamente aplicadas al estudio o proyecto; viáticos, gastos por desarraigo, traslado y movilización; gastos de viaje, pasajes y gastos financieros; copias de planos; edición, etc.

# ETICA PROFESIONAL para el GEOMETRA EXPERTO DE PROFESION LIBRE proposición de código

Por TASSOU JACAVES  
Géomètre Expert D.P.L.G.

(Tomado de Técnica Topográfica  
Vol VI, No. 22 -Marzo-Abril 1978)

El presente estudio es, sobre todo, un resultado del informe presentado a este respecto en Weisbaden —comunicación a la Comisión I de la F.I.G. por los señores Harris y Perrin— en 1971, así como el estudio que se nos ha encargado en el seno de dicha Comisión durante los trabajos del Congreso de Washington en 1974.

Sin volver a los argumentos citados por el señor Perrin (que demuestran, además, que la redacción y aceptación del tal código preocupan desde hace muchísimo tiempo a la profesión), repetiremos por nuestra cuenta, en forma de preámbulo:

1o. Lo que es el Geómetra-Experto, y en primer lugar, tal como lo definen los estatutos de la F.I.G.

“El Geómetra es el profesional que identifica, delimita, mide, evalúa la propiedad inmobiliaria, pública o privada, construida o no, tanto en superficie como en subsuelo, así como los trabajos que allí se ejecuten. Organiza su registro y el de los derechos y vinculados. Trata de las ciencias técnicas jurídicas, agrícolas y sociales que se relacionan con los puntos arriba enunciados.

En conclusión, hombre de ciencia orientado hacia la Tierra, el Geómetra es, sin duda, entre los especialistas del mundo actual, el que, colocado en la encrucijada de sus disciplinas, puede dar a estas últimas una aplicación concreta y coordinada.

2o. Lo que es hoy el ejercicio de una Profesión Liberal.

Decimos que ejerce una Profesión Liberal el que sin hacer acto de comercio, en total independencia, libre de toda atadura y bajo su plena responsabilidad, pone sus conocimientos y sus dotes al servicio de los demás por un esfuerzo en el que predomina la actividad del espíritu.

3o. Lo que es hoy el Geómetra-Experto que ejerce una profesión liberal.

El Geómetra-Experto está considerado, sin lugar a dudas, como “un Hombre de Ciencia”, dotado de una cultura general y de conocimientos técnicos profundos que pone a la disposición de una clientela administrativa o privada; conocimientos que procu-

rará sean igualmente útiles a la profesión en su conjunto. Pero esta profesión, ejercida así en numerosos países desde hace muchos años, se encuentra en la actualidad profundamente modificada:

- Por la creación, cada vez más importante, de servicios técnicos administrativos, destinados a servir a un Estado que tiende, en numerosos países, a hacerse cada vez el más importante, cuando no el único propietario de bienes raíces y a ejercer un control sobre toda modificación aportada a la forma y a la utilización de la estructura territorial.
- Por los medios prácticos ofrecidos por materiales modernos, más eficaces y más rápidos que los de antes, aunque también mucho más costosos.
- Por el hecho, de que la utilización racional de los suelos, tanto en el plano urbano como en el plano rural, exige hoy estudios previos y un control de ejecución de carácter pluridisciplinario; trabajos ejecutados por un conjunto de técnicos entre los que se coloca el Geómetra-Experto, naturalmente, a condición de retirarse de tal asociación si sus colaboradores entendiesen tener sobre él cualquier derecho de presión sobre la parte correspondiente de su profesión.
- Por el hecho, de que una competencia ante el cliente (que constituye tanto en materia comercial como industrial una de las seguridades de la economía moderna), es reclamada cada vez con más insistencia, o al menos sugerida, aunque es incompatible con el ejercicio libre de un trabajo y garantía indispensable de calidad.

Todas estas razones hacen que el Geómetra-Experto, que tiene la obligación de estar al corriente de todas las evoluciones de las técnicas y de los métodos, y de organizarse, en consecuencia, debe en toda circunstancia acordarse de la frase de Alejandro Vinet:

"Quiero al hombre dueño de sí para que pueda ser mejor, el servidor de todos."

Lo que caracteriza a todo miembro de una profesión liberal es mucho más el servicio prestado en cuanto seres responsables que somos, que el trabajo ejecutado por una mecánica profesional.

Esto exige cualidades intelectuales, morales y profesionales que hemos intentado resumir en el texto que proponemos a continuación.

## TEXTO PROPUESTO

### 1. Cualidades intelectuales y competencias técnicas.

El Geómetra-Experto privado, antes de pretender acceder al ejercicio de esta profesión, debe estar en condiciones de ejercerla con competencia:

- Por su formación.— Esta consiste en seguir una

enseñanza clásica, universitaria y técnica correspondiente al nivel actual tal como éste se define o será definido en función de los trabajos de la F. I. G.

Deberá, si existe un organismo o asociación que reglamente la profesión, responder, en principio, a las condiciones de formación definidas por su organismo.

- Por su experiencia práctica.— Esta sólo se adquiere como resultado de períodos de prácticas, bien entre profesionales bien en Servicios administrativos calificados y perfectamente definidos. La duración, la naturaleza de los trabajos que se han de ejecutar, la parte de responsabilidad que incumbe a los que pasan las pruebas, deben estar definidas en función del interés general de la profesión. A lo largo de este período de prácticas el futuro Geómetra-Experto deberá ejecutar con el máximo interés los trabajos en los que participe.
- Por la enseñanza de una formación continua. A través de toda su vida profesional, el Geómetra-Experto privado deberá ponerse al corriente de los textos legislativos y métodos evolutivos nuevos, ya siguiendo seminarios propuestos por la organización profesional, si existe, ya que su esfuerzo personal. Deberá, si piensa orientar su despacho en el marco compatible de su actividad, completar su enseñanza de base para poseer la aptitud de figurar en listas restringidas de aceptación oficial, relativas a este ejercicio o susceptibles de asegurar una garantía de calidad satisfactoria en cada caso.

### II. Cualidades humanas relativas al personal.

El personal más o menos numeroso adscrito a un despacho asegura un potencial importante en la ejecución de un trabajo correctamente elaborado.

El Geómetra-Experto responsable del despacho deberá asegurar a su personal unas condiciones de trabajo correctas, respetando en ello las Convenciones Colectivas que puedan existir en la profesión, o si no, las condiciones de estricta humanidad debidas a profesionales entre los que se hallan algunos de un nivel elevado, en lo que concierne a los horarios, la calidad del material proporcionado, las cadencias o rendimientos a exigir, así como a la importancia de las remuneraciones que habrán de facilitarles garantías (en forma de salarios o de ventajas sociales).

Debe inculcar a sus empleados, al mismo tiempo que la técnica profesional, la preocupación profunda de la probidad intransigente, que es la cualidad primordial del Geómetra-Experto.

- III. Benevolencia con los alumnos o con los que están en período de prácticas.

El Geómetra-Experto titular de un despacho que actúa como profesor de cursillo de prácticas o encargado de curso deberá:

- Tener con los cursillistas las mismas atenciones que tuvieron con él y que se han descrito anteriormente.
- Tener con los alumnos que se están preparando para alguna de las modalidades profesionales —operador, jefe de brigada, jefe de un trabajo— una actitud indulgente, pero exigir en contrapartida las cualidades de franqueza y de probidad.
- Seguir con atención, tanto para estos cursillistas como para estos alumnos, su formación teórica y aportar su ayuda, si está es necesaria.
- En particular, les autorizará a presentar informes, permitiéndoles, a través de exámenes, hacer apreciable el resultado de sus enseñanzas prácticas.

#### IV. Dignidad con respecto a la clientela.

La conciencia profesional es la regla primordial del Geómetra-Experto.

La preocupación de todo Geómetra-Experto debe ser la de dar satisfacción a sus clientes, en tanto en cuanto las exigencias de estos últimos sean compatibles con las reglas del honor, de la moral, y de la legalidad, de la razón y del arte profesional.

En consecuencia, el Geómetra-Experto debe rechazar toda misión que no esté de acuerdo con estas condiciones.

Debe rechazar, igualmente, todo trabajo relacionado con sus intereses particulares o familiares, o en contradicción con otro trabajo que se esté realizando.

El Geómetra-Experto debe guiar a su cliente en la elección del trabajo que corresponde mejor al uso que de él deba hacerse y se esforzará en evitarle desplazamientos inútiles.

En tanto en cuanto obre como experto, árbitro o conciliador a título judicial, administrativo o amistoso, el Geómetra-Experto se abstiene de defender a cualquiera de los intereses enfrentados y se pronuncia con independencia de hecho, de derecho y en equidad. Busca las soluciones de conciliación cada vez que su misión y los caracteres del litigio las hacen posibles.

El Geómetra-Experto puede aconsejar a un cliente, pero debe rehusar la misión de experto o de árbitro:

- a) Si ha dado ya su parecer o consejos a una de las partes sobre la cuestión en litigio.

- b) Si sus intereses personales pueden hallarse comprometidos en la desavenencia.

- c) Si es mandatario permanente, pariente o socio de una de las partes enfrentadas.

De todo ello resulta una confianza depositada en el Geómetra-Experto; que se mantiene, por otra parte, bajo el secreto profesional más riguroso y que debe motivar por su parte, aparte de los conocimientos arriba indicados, sancionados por diploma y a menudo indispensables para su entrada en la profesión, condiciones satisfactorias de ejecución, tanto en material como en personal y cualidades de Honor y Dignidad Profesional que garantizan para su cliente la calidad y seriedad de su obra, así como la aplicación de un justo precio en remuneración de su saber y de su trabajo.

#### V. Honor y Probidad con respecto a la Nación.

Si algún privilegio de ejecución, mediante textos oficiales, está reservado total o parcialmente al Geómetra-Experto, según ocurre en algunos países, el G.-E. debe procurar orientar su actividad en el sentido del interés público, y debe, en la medida de sus medios, colaborar en los trabajos de interés general cuando éstos se hallen en su zona de actividad habitual.

Si trabaja fuera de su territorio, conservará siempre una actitud leal, honesta y correcta, y respetará el Código de los Deberes Profesionales del país en el que ejerce.

#### VI. Lealtad y Cortesía con respecto a sus colegas.

El Geómetra-Experto adopta y conserva con respecto a sus colegas una actitud leal y cortés. Se abstiene de todo acto de competencia desleal, a saber:

- Las gestiones directas o indirectas efectuadas con el cliente de un colega, especialmente por medio de publicidad personal.
- La aceptación de honorarios inferiores a una justa remuneración o proposición de comisiones con vistas a obtener un trabajo.
- La incitación al despido del personal de un colega, en beneficio propio.
- La instalación de un geómetra en prácticas en la zona de actividad de su antiguo profesor o maestro de cursillo; esto, al menos, durante cinco años.
- La apertura, por parte del que ha sido agente de una colectividad pública, de un despacho en la zona donde ha ejercido funciones p-blicas.

#### VIII. Independencia con respecto a sus compañeros

(de grupos o asociaciones).

Tanto en el marco de las Sociedades Civiles como de las Sociedades de Gestión o en el de las Agrupaciones de carácter pluridisciplinario, delo que se ha tratado previamente, el Geómetra-Experto deberá, en toda circunstancia, conservar su plena independencia y su plena responsabilidad, no debiendo tener por objeto tales Agrupaciones, sino el de mejor servir al cliente, tanto en la calidad de los trabajos como en el plazo de ejecución y costo.

#### VIII. Dedicación a los Intereses Generales de la Profesión y adhesión a sus Organizaciones.

Por su integración en la enseñanza de la profesión, el Geómetra-Experto en activo debe participar, en la medida de sus medios, en la enseñanza profesional, y aceptará, según sus posibilidades, el encargo de cursos o de participación activa en los diversos tribunales examinadores.

Asimismo aceptará, si sus compañeros se lo piden, los diversos cargos o funciones, incluso gratuitos, en organismos de defensa, de control o de mejora de calidad de esta profesión.

En varios países cuyas organizaciones profesionales son miembros de la F.I.G., se permite a los miembros, profesionales privados, de estas organizaciones efectuar ciertos trabajos, que en razón de su

tecnicidad o de su importancia se salen de su competencia profesional, o incluso de una exclusividad de ejecución. De aquí se deriva, que en estos países, una organización colectiva, casi siempre bajo la competencia del Estado, ejerce un control sobre el ejercicio de la profesión y la responsabilidad del Geómetra-Experto privado.

Este deberá:

- En la medida de sus medios, colaborar en el estudio de las cuestiones y de los trabajos útiles a estos organismos.
- Asistir a las reuniones generales y profesionales, excusándose en caso de imposibilidad justificada.
- Participar en los gastos de funcionamiento de estos organismos.

Si aparte —o además— de su profesión principal, ejerce una actividad de experto evaluador de inmuebles, de encargado de misión, de peritaje ante los tribunales, de director de obras públicas o particulares, todos estos encargos pueden provocar responsabilidades u obligaciones propias, y si estos encargos son compatibles con las reglas de estas organizaciones de disciplina anteriormente descritas, quedará, con todo, sometido a todas las obligaciones y deberes hacia estas últimas.

# LA IMPORTANCIA DE LA GEODESIA

GLOSA Y COMENTARIO A UN ARTICULO EN LA REVISTA SURVEYING AND MAPPING "GEODESY REBORN" por Petr Vaníček and Edward J. Krakivsky, marzo de 1978.

Por Ing: Topógrafo Martín Chaverri

Desde hace varios años imparte, quien esto escribe, el curso de Astronomía y Geodesia para la carrera de Perito Topógrafo en la Universidad de Costa Rica. Un curso corto de un semestre, que a pesar de mi entusiasmo por la materia, en ocasiones me desalienta el hecho de que en ese lapso con cuatro horas por semana y sin práctica de campo, no es mayor cosa lo que puede comunicarse. Con frecuencia pido a mis alumnos su crítica y comentarios y gradualmente he ido haciendo el curso más expositivo y variado, tratando más que enseñar una parte de la geodesia, presentando un paisaje de la misma, sus implicaciones y aplicaciones en la práctica del artículo que comentamos, aunque para un nivel profesional, más elevado en una carrera más larga que la nuestra, se hermanan con mi manera de pensar y responden a muchas de mis inquietudes.

Como creo que el asunto es de interés para muchos ingenieros, me he permitido traducir las partes más importantes del artículo, y comentar algunos de sus aspectos, pidiendo excusas si la traducción no es todo lo correcta que sería de desear, espero en cambio, a pesar de los anglicismos que se me puedan escapar, sea comprensible.

Una primer palabra que me preocupa en su traducción, es "surveying" y sus derivados. Para nosotros, es traducible por topografía. Pero si la comparamos con traducciones del francés o suramericanas, es agrimensura. Y el individuo que la práctica, el "surveyor" es en Europa, el "Geómetra Experto", y en América del Sur, "Agrimensor". Esto se puede prestar a una interesante discusión, pero para no salirnos de nuestro modo de pensar, traduciremos surveying por topografía.

Nos dicen los autores del artículo, que la geodesia es el fundamento de la topografía y que haciendo comparaciones, juega el mismo papel, respecto a ella, que la química en la ingeniería química, que la economía en la administración de negocios, y que la filosofía en la política.

Esto implica que el topógrafo debe poseer una adecuada comprensión de la geodesia, aunque desafortunadamente este no es el caso común. La historia nos dice que la geodesia es una de las más antiguas ciencias, y sin embargo hay una marcada falta de apreciación por la misma. O será por esa misma razón? Sea como sea, es un hecho que si por un lado, la geodesia es mitificada, por otro se piensa de ella que es irrelevante. Ninguna de estas dos posiciones extremas es saludable.

Como con la mayoría de las disciplinas científicas, la geodesia se dispone en subdivisiones. La subdivisión clásica es en geodesia geométrica y geodesia física. Posteriormente, nueva tecnología y nuevas aplicaciones durante los últimos 30 años, o algo así, han dado lugar a más *geodesias*; por ejemplo, geodesia de satélites, geodesia inercial, geodesia marina, geodesia espacial, y aún, geodesia horizontales y verticales! Son demasiadas geodesias para vivir con ellas! Aunque algunos de estos términos parecen legítimos, otros no. No pretenderíamos llamar al levantamiento geodésico con teodolito "geodesia de teodolito"? O si aceptamos la geodesia vertical, porque no "geodesia oblicua"?

Los autores creen que la geodesia, como disciplina científica, merece un trato más justo que el que está recibiendo ahora. Para merecer un mejor trato,

los geodestas deberán encarar el desafío de demistificar y funcionalizar su sujeto. Esperamos que esta publicación contribuya a ese objeto. Y No queremos finalizar este párrafo sin agregar algo de la cosecha de este traductor: El Instituto Geográfico Nacional, por necesidad de clasificar su personal y darle nombre a puestos por requerimientos del Servicio Civil, creó las posiciones de "geodesta", originalmente destinadas al personal que laboraba en levantamientos geodésicos en el campo. En la actualidad, el nombre se ha desvirtuado y hay ahora "geodestas" 1, 2 y 3 de oficina, que ni siquiera tienen noción de lo que la palabra significa. Creemos que esto es cosa que deberá aclararse ante el Servicio Civil.

## LA GEODESIA COMO UNA DISCIPLINA CIENTIFICA

En un intento de demistificación, comencemos con una definición de la geodesia que servirá como una sólida base para la discusión que sigue (NRC, 1973) NRC significa: "National Research Council (Canadá).

"La geodesia es la disciplina que trata de la medición y representación de la Tierra, incluyendo su campo gravitatorio, en un espacio tridimensional variable con el tiempo".

Evidentemente, geodesia es meramente geometría aplicada al estudio de la superficie de la Tierra, ya sea una parte de ella o en su totalidad.

La geodesia se divide naturalmente en las siguientes tres disciplinas:

- a) Posicionado
- b) Campo gravitatorio de la Tierra.
- c) Variaciones temporales en las posiciones y en el campo gravitatorio de la Tierra.

Lo anterior refleja las tres principales funciones u oficios de la geodesia. En este esquema, los conceptos geométricos, físicos, matemáticos, dinámicos, etc., no se separan explícitamente. Dirijamos una mirada más profunda a estas tres subdisciplinas.

*Posicionado*, o determinación de posiciones, es la labor geodésica que se comprende mejor por la mayoría. Tanto es así, que en algunos círculos la geodesia se reduce únicamente a la determinación de posiciones. Esta subdisciplina puede servir como un ejemplo de como la ciencia y la tecnología han cambiado drásticamente nuestros procedimientos, tales como los EDM (medidores de distancia electrónicos), mediciones con laser, el uso de satélites para la determinación de posiciones, las técnicas inerciales, han revolucionado la tarea del posicionado durante las últimas décadas. Además, el aumento de nuestra capacidad para determinar posiciones con relativa precisión en el mar y en el fondo del mar — posible debido a algunas de estas técnicas — ha resultado en el nacimiento de una nueva rama: posicionado fuera de la costa y marino.

El campo gravitatorio de la tierra determina la

geometría del espacio físico en el cual se hacen las observaciones geodésicas. Por consiguiente, el conocimiento del campo gravitatorio es esencial al geodesta y aún al topógrafo — les guste o no — para transformar las cantidades observadas en el campo gravitatorio o cantidades referidas a algún espacio geométrico al que usualmente se refieren tales posiciones. Además, es en el contexto del campo gravitatorio que obtenemos la correcta definición de superficies equipotenciales, tales como el geode, que es importante para proyectos que conciernen al nivel del agua. Tres clases de cantidades son directamente observables en este contexto: magnitud y dirección de la gravedad, y gradientes gravitacionales. Otras cantidades que se usan en las investigaciones del campo gravitatorio, son los valores de densidad, las elevaciones precisas, y la información topográfica.

El estudio de las *variaciones temporales en las posiciones y en el campo gravitatorio de la tierra* es la más nueva subdisciplina geodésica que está recibiendo mucha atención; puede llamársela también *geodinámica contemporánea*. Esta subdisciplina se concierne principalmente con las evaluaciones de los movimientos horizontales y verticales del suelo, asociados a cambios del campo de gravedad terrestre, incluyendo las superficies equipotenciales y variaciones de la dirección del eje de rotación de la tierra y de su velocidad de rotación. Esta subdisciplina emergió cuando se hizo obvio que los sistemas de determinación de posiciones geodésicos, eran capaces de detectar estos movimientos o que eran afectadas por los movimientos. Es inmaterial para la geodesia lo que causa estos movimientos, ya sea mareas terrestres, cargas de la corteza y rebote, fuerzas tectónicas u otras aún desconocidas. El estudio de estas causas corresponde propiamente a la geofísica.

## APLICACIONES DE LA GEODESIA

Funcionalizando la geodesia, los campos donde ella encuentra sus principales aplicaciones deben únicamente demostrarse. La figura 1 es un diagrama mostrando la geodesia y sus campos de aplicación (Vaníček 1976a). *Geografía, cartografía, demarcación de fronteras, desarrollo urbano, proyectos de ingeniería, y catastro* son viejos y reconocidos consumidores de información sobre posiciones geodésicas. Datos sobre el campo gravitatorio y sus movimientos son también necesarios en algunos proyectos de ingeniería. *La administración del medio ambiente*, un nuevo campo, necesita posiciones para sus archivos del medio ambiente. En *ecología* el conocimiento de los movimientos del suelo causados por las explotaciones subterráneas de recursos, o la eliminación de desperdicios, ha alcanzado gran importancia.

La relación entre el geodesia y las otras geociencias es de una naturaleza simbólica. Mientras la geodesia suministra posiciones a la *hidrografía, oceanografía, aeronomía, ciencias del espacio,, astronomía, geofísica y geología*, a su vez recibe otras clases de

información y ayuda. Además de las posiciones, la geodesia suministra información cuantitativa del campo gravitacional a la oceanografía, la ciencia del espacio, la astronomía y la geofísica. También se interesan los hidrógrafos, oceanógrafos, y geofísicos en la información sobre variación temporal de los datos geodésicos.

Claramente, la geodesia se usa en más campos de lo que uno pudiera imaginar. Es esperanzador este hecho, que disipará de una vez por todas, el mito que la principal y única aplicación útil de la geodesia es en las áreas de control para hacer mapas!

## LA ENSEÑANZA DE LA TOPOGRAFIA Y LA GEODESIA

La Geodesia, como la principal unidad en la base de la topografía — reflejando el papel especial con ella. La mayoría de los topógrafos probablemente coincidirán en que la geodesia debe formar una parte significativa del curriculum educacional de cualquier topógrafo; sin embargo, las opiniones difieren considerablemente en cuan significativa esta parte debe ser realmente.

Esto es desde luego un punto debatible. En la universidad de Nuevo Brunswick (Canadá), se cree que los cursos de geodesia en un curriculum de topografía deben diseñarse para mostrar los conceptos de la geodesia. De acuerdo con las resoluciones del IX

Congreso de profesores de topografía (1977), es simplemente más importante impartir al futuro topógrafo una imagen de todo el espectro de la geodesia, que enseñarle unos pocos trucos y fórmulas, no importa cuan bien se hayan seleccionado del cuerpo del conocimiento geodésico. Estando constreñidos en el tiempo, se cree que es más provechoso para el estudiante que haya sido expuesto por lo menos a los principios básicos de las tres subdisciplinas geodésicas, que aprender de memoria la fórmula de Bessel para líneas de gran longitud. Tal enfoque, por lo menos desde nuestro punto de vista, refleja el rol de la geodesia en la topografía y generalmente prepara mejor al topógrafo para el mundo siempre cambiante de la práctica topográfica.

Por parte de este traductor, hacemos constar que estamos de acuerdo con estos últimos principios y gradualmente en la práctica de nuestra enseñanza hemos ido adoptando el enfoque susodicho, salva las distancias académicas que nuestro curso presupone. Una información de interés, es que la anterior directiva del Colegio de Ingenieros Topógrafos había iniciado conversaciones con la Universidad de Zulia para enviar topógrafos a seguir el curso de geodesia (5 años) en ella y que en cambio, aquí educaríamos peritos topógrafos venezolanos, personal del que hay escasez en ese país. Esperamos que haya jóvenes con capacidad y gusto por las matemáticas que se interesaran por estos estudios.

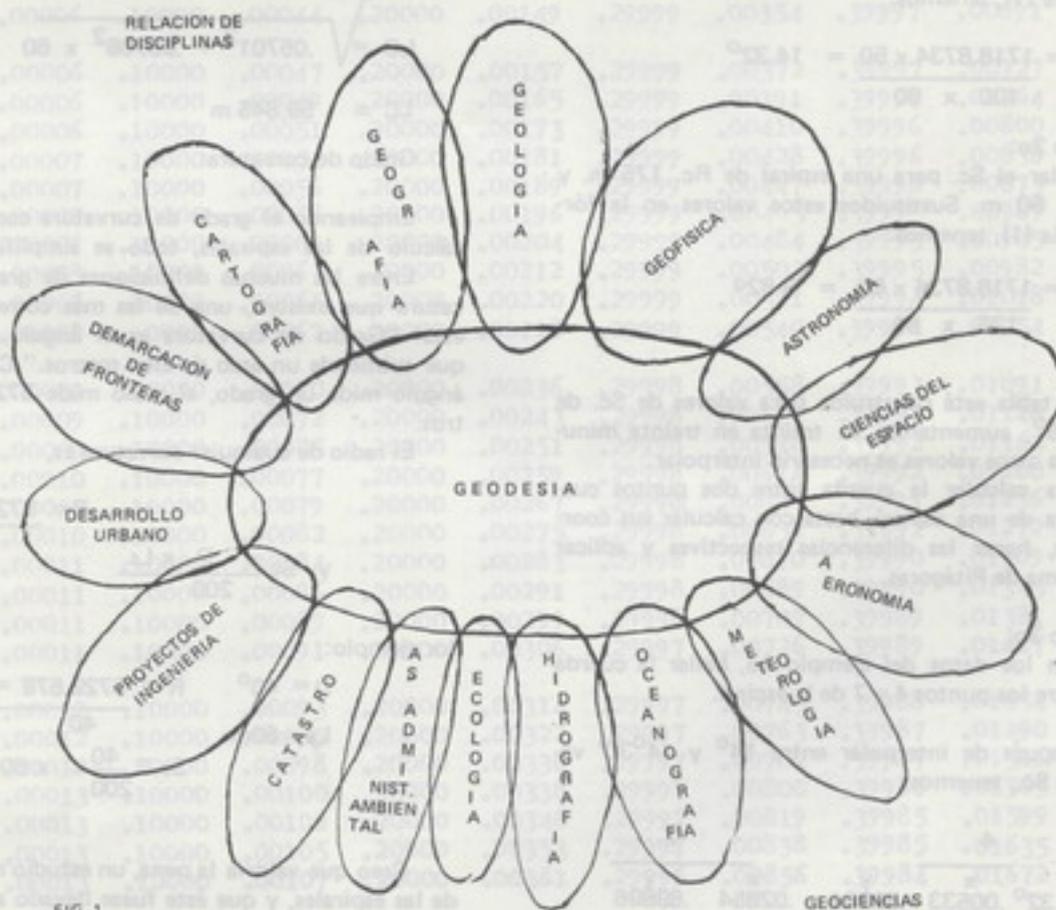


FIG. 1  
(DE. VENICEK 1976 A)

# ESPIRAL DE DIEZ CUERDAS

## Uso de la tabla de coordenadas.

El primer paso, es determinar el delta espiral (Sc.), a partir de Rc. (radio del arco circular) y Ls. (largo del arco espiral propuesto).

El delta espiral o Sc. es igual a la mitad del delta circular para arcos de igual longitud; en otras palabras, el delta espiral (Sc.) es igual al ángulo de deflexión para un arco circular de igual longitud al de la espiral propuesta.

En una curva circular de Rc. = 1 el ángulo de deflexión para 1 metro de arco es igual a 1718.8734 minutos. Esto es fácil de comprobar, y conviene memorizarlo.

Ahora bien, razonando un poquito, podemos escribir:

$$(1) \quad Sc. = \frac{1718.8734 \times Ls.}{Rc. \times 60}$$

Ejemplo 1o:

Hallar el Sc. para una espiral de Rc. 100 m. y Ls. 50 m. Sustituyendo estos valores en la fórmula (1), tenemos:

$$Sc = \frac{1718.8734 \times 50}{100 \times 60} = 14.32^\circ$$

Ejemplo 2o:

Hallar el Sc. para una espiral de Rc. 175 m. y Ls. 60 m. Sustituidos estos valores en la fórmula (1), tenemos:

$$Sc = \frac{1718.8734 \times 60}{175 \times 60} = 9.82^\circ$$

La tabla está construida para valores de Sc. de 0° a 45°, aumentando de treinta en treinta minutos; para otros valores es necesario interpolar.

Para calcular la cuerda entre dos puntos cualesquiera de una espiral, basta con calcular sus coordenadas, hacer las diferencias respectivas y aplicar el teorema de Pitágoras.

Ejemplo 3o:

Con los datos del ejemplo 1o, hallar la cuerda entre los puntos 4 y 7 de la espiral.

Después de interpolar entre 14° y 14°30' valores de Sc., tenemos:

Sc	4		7
	x	y	x
	.00533	.39994	.02854
	.69896		.69896

Cuerda del 4° al 7° punto:

$$C = \sqrt{.69896^2 - .39994^2 + .02854^2 - .00533^2} \times 50$$

$$C = 14.996m$$

El cálculo de la cuerda larga, se reduce a aplicar el tan conocido teorema de Pitágoras, a las coordenadas del punto diez de la espiral. Como la tabla nos da solamente datos sobre la espiral unidad, siempre hay que multiplicar por (Ls), largo espiral.

Ejemplo 4°:

Hallar la cuerda larga (LC), para la espiral del ejemplo 2°.

Sc	10
	x
9.82°	.05701
	y
	.99708

$$LC = \sqrt{.05701^2 + .99708^2} \times 60$$

$$LC = 59.845 m$$

Grado de curvatura:

Empleando el grado de curvatura como base de cálculo de las espirales, todo se simplifica mucho.

Entre las muchas definiciones de grado de curvatura que existen, una de las más convenientes es esta: "Grado de curvatura es el ángulo del centro que subtende un arco de cien metros." Cuando este ángulo mide un grado, el radio mide 5729.578 metros.

El radio de cualquier curvatura es,

$$R = \frac{5729.578}{D}$$

$$y, Sc. = \frac{D \times Ls.}{200}$$

Por ejemplo:

$$D = 40^\circ \quad R = \frac{5729.578}{40} = 143.24 m$$

$$Ls = 60m \quad Sc. = \frac{40}{200} \times 60 = 12^\circ$$

Creo que valdría la pena, un estudio más en serio de las espirales, y que éste fuese llevado a la práctica en forma universal.

COORDENADAS PARA ESPIRAL DE DIEZ CUERDAS.

Se.	1		2		3		4		5	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
0°	.00000	.10000	.00000	.20000	.00000	.30000	.00000	.40000	.00000	.50000
30'	.00000	.10000	.00002	.20000	.00008	.30000	.00019	.40000	.00036	.50000
1°	.00001	.10000	.00005	.20000	.00016	.30000	.00037	.40000	.00073	.50000
30'	.00001	.10000	.00007	.20000	.00024	.30000	.00056	.40000	.00109	.50000
2°	.00001	.10000	.00009	.20000	.00031	.30000	.00075	.40000	.00146	.50000
30'	.00002	.10000	.00012	.20000	.00039	.30000	.00093	.40000	.00182	.50000
3°	.00002	.10000	.00014	.20000	.00047	.30000	.00112	.40000	.00218	.49999
30'	.00002	.10000	.00016	.20000	.00055	.30000	.00130	.40000	.00255	.49999
4°	.00002	.10000	.00019	.20000	.00063	.30000	.00149	.40000	.00291	.49999
30'	.00003	.10000	.00021	.20000	.00071	.30000	.00168	.39999	.00327	.49998
5°	.00003	.10000	.00023	.20000	.00079	.30000	.00186	.39999	.00364	.49998
30'	.00003	.10000	.00026	.20000	.00086	.30000	.00205	.39999	.00400	.49997
6°	.00004	.10000	.00028	.20000	.00094	.30000	.00223	.39999	.00436	.49997
30'	.00004	.10000	.00030	.20000	.00102	.30000	.00242	.39999	.00473	.49996
7°	.00004	.10000	.00033	.20000	.00110	.30000	.00261	.39999	.00509	.49996
30'	.00004	.10000	.00035	.20000	.00118	.30000	.00279	.39998	.00545	.49995
8°	.00005	.10000	.00037	.20000	.00126	.30000	.00298	.39998	.00582	.49994
30'	.00005	.10000	.00040	.20000	.00134	.30000	.00317	.39998	.00618	.49993
9°	.00005	.10000	.00042	.20000	.00141	.29999	.00335	.39998	.00654	.49992
30'	.00006	.10000	.00044	.20000	.00149	.29999	.00354	.39997	.00691	.49992
10°	.00006	.10000	.00047	.20000	.00157	.29999	.00372	.39997	.00727	.49991
30'	.00006	.10000	.00049	.20000	.00165	.29999	.00391	.39997	.00764	.49990
11°	.00006	.10000	.00051	.20000	.00173	.29999	.00410	.39996	.00800	.49989
30'	.00007	.10000	.00054	.20000	.00181	.29999	.00428	.39996	.00836	.49988
12°	.00007	.10000	.00056	.20000	.00189	.29999	.00447	.39996	.00873	.49987
30'	.00007	.10000	.00058	.20000	.00196	.29999	.00465	.39995	.00909	.49986
13°	.00008	.10000	.00061	.20000	.00204	.29999	.00484	.39995	.00945	.49984
30'	.00008	.10000	.00063	.20000	.00212	.29999	.00503	.39995	.00982	.49983
14°	.00008	.10000	.00065	.20000	.00220	.29999	.00521	.39994	.01018	.49982
30'	.00008	.10000	.00067	.20000	.00228	.29999	.00540	.39994	.01054	.49980
15°	.00009	.10000	.00070	.20000	.00236	.29998	.00558	.39993	.01091	.49979
30'	.00009	.10000	.00072	.20000	.00243	.29998	.00577	.39993	.01126	.49978
16°	.00009	.10000	.00075	.20000	.00251	.29998	.00596	.39992	.01163	.49976
30'	.00010	.10000	.00077	.20000	.00259	.29998	.00614	.39992	.01200	.49975
17°	.00010	.10000	.00079	.20000	.00267	.29998	.00633	.39991	.01236	.49973
30'	.00010	.10000	.00082	.20000	.00275	.29998	.00652	.39991	.01272	.49971
18°	.00011	.10000	.00084	.20000	.00283	.29998	.00670	.39990	.01309	.49970
30'	.00011	.10000	.00086	.20000	.00291	.29998	.00689	.39990	.01345	.49968
19°	.00011	.10000	.00089	.20000	.00299	.29998	.00707	.39989	.01381	.49966
30'	.00011	.10000	.00091	.20000	.00306	.29997	.00726	.39989	.01417	.49965
20°	.00012	.10000	.00093	.20000	.00314	.29997	.00745	.39988	.01454	.49963
30'	.00012	.10000	.00095	.20000	.00322	.29997	.00763	.39987	.01490	.49961
21°	.00012	.10000	.00098	.20000	.00330	.29997	.00782	.39987	.01526	.49959
30'	.00013	.10000	.00100	.20000	.00338	.29997	.00800	.39986	.01563	.49957
22°	.00013	.10000	.00102	.20000	.00346	.29997	.00819	.39985	.01599	.49955
30'	.00013	.10000	.00105	.20000	.00353	.29997	.00838	.39985	.01635	.49953
23°	.00013	.10000	.00107	.20000	.00361	.29996	.00856	.39984	.01672	.49951

# TABLA DE DIEZ CUERDAS

Calculadas por: Ing. Jacobo Sanabria C.

6		7		8		9		10		Sc
x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	
.00000	.60000	.00000	.70000	.00000	.80000	.00000	.90000	.00000	1.00000	0°
.00063	.60000	.00100	.70000	.00149	.80000	.00212	.89999	.00291	.99999	30'
.00126	.60000	.00200	.70000	.00298	.79999	.00424	.89998	.00582	.99997	1°
.00189	.60000	.00299	.69999	.00447	.79998	.00636	.89996	.00873	.99993	30'
.00251	.59999	.00399	.69998	.00596	.79996	.00848	.89993	.01164	.99988	2°
.00314	.59999	.00499	.69997	.00745	.79994	.01060	.89989	.01454	.99981	30'
.00377	.59998	.00599	.69995	.00894	.79991	.01272	.89984	.01745	.99973	3°
.00440	.59997	.00698	.69994	.01043	.79988	.01484	.89978	.02036	.99963	30'
.00503	.59996	.00798	.69992	.01191	.79984	.01696	.89972	.02326	.99952	4°
.00565	.59995	.00898	.69990	.01340	.79980	.01908	.89964	.02617	.99939	30'
.00628	.59994	.00998	.69987	.01489	.79975	.02120	.89955	.02907	.99924	5°
.00691	.59993	.01097	.69985	.01638	.79970	.02332	.89946	.03198	.99908	30'
.00754	.59992	.01197	.69982	.01787	.79965	.02543	.89936	.03488	.99891	6°
.00817	.59990	.01297	.69979	.01936	.79958	.02755	.89925	.03778	.99872	30'
.00880	.59989	.01397	.69975	.02084	.79952	.02967	.89913	.04068	.99852	7°
.00942	.59987	.01496	.69972	.02233	.79945	.03178	.89900	.04358	.99830	30'
.01005	.59985	.01596	.69968	.02382	.79937	.03390	.89886	.04648	.99806	8°
.01068	.59983	.01696	.69964	.02531	.79929	.03602	.89871	.04937	.99781	30'
.01131	.59981	.01795	.69959	.02679	.79920	.03813	.89855	.05227	.99755	9°
.01194	.59979	.01895	.69954	.02828	.79911	.04024	.89839	.05516	.99727	30'
.01256	.59977	.01994	.69949	.02976	.79901	.04235	.89822	.05805	.99698	10°
.01319	.59974	.02094	.69944	.03125	.79891	.04446	.89803	.06094	.99667	30'
.01382	.59972	.02194	.69939	.03273	.79880	.04657	.89784	.06383	.99634	11°
.01445	.59969	.02293	.69933	.03422	.79869	.04868	.89764	.06671	.99600	30'
.01507	.59966	.02393	.69927	.03570	.79858	.05079	.89743	.06960	.99565	12°
.01570	.59964	.02493	.69921	.03718	.79846	.05290	.89721	.07248	.99528	30'
.01633	.59961	.02592	.69915	.03867	.79833	.05500	.89699	.07536	.99489	13°
.01696	.59958	.02692	.69908	.04015	.79820	.05711	.89675	.07823	.99449	30'
.01758	.59954	.02791	.69901	.04163	.79806	.05921	.89650	.08111	.99408	14°
.01821	.59951	.02890	.69894	.04311	.79792	.06132	.89625	.08398	.99365	30'
.01884	.59948	.02990	.69886	.04459	.79778	.06342	.89599	.08685	.99321	15°
.01946	.59944	.03088	.69879	.04606	.79763	.06551	.89572	.08971	.99275	30'
.02009	.59940	.03189	.69871	.04755	.79747	.06762	.89544	.09257	.99227	16°
.02072	.59937	.03288	.69862	.04903	.79731	.06971	.89515	.09543	.99178	30'
.02135	.59933	.03387	.69854	.05051	.79714	.07181	.89485	.09829	.99128	17°
.02197	.59929	.03487	.69845	.05199	.79697	.07390	.89454	.10114	.99076	30'
.02260	.59924	.03586	.69836	.05347	.79680	.07600	.89423	.10399	.99023	18°
.02323	.59920	.03685	.69827	.05494	.79662	.07809	.89391	.10684	.98968	30'
.02385	.59916	.03785	.69818	.05642	.79644	.08018	.89357	.10968	.98912	19°
.02448	.59912	.03884	.69808	.05789	.79625	.08226	.89323	.11252	.98854	30'
.02511	.59907	.03983	.69798	.05937	.79605	.08435	.89288	.11536	.98795	20°
.02573	.59902	.04082	.69788	.06084	.79585	.08643	.89252	.11819	.98734	30'
.02636	.59897	.04181	.69777	.06231	.79565	.08852	.89215	.12102	.98672	21°
.02698	.59892	.04280	.69766	.06379	.79544	.09060	.89178	.12385	.98609	30'
.02761	.59887	.04379	.69755	.06526	.79522	.09267	.89139	.12667	.98544	22°
.02824	.59882	.04478	.69744	.06673	.79500	.09475	.89100	.12948	.98477	30'
.02886	.59877	.04577	.69733	.06820	.79478	.09683	.89060	.13230	.98409	23°

Cuerdas del 4° al 7° punto: en forma universal.

Sec	1		2		3		4		5	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
23°	.00013	.10000	.00107	.20000	.00361	.29996	.00856	.39934	.01672	.49951
30'	.00014	.10000	.00109	.20000	.00369	.29996	.00875	.39983	.01708	.49949
24°	.00014	.10000	.00112	.20000	.00377	.29996	.00893	.39983	.01744	.49947
30'	.00014	.10000	.00114	.20000	.00385	.29996	.00912	.39982	.01780	.49944
25°	.00015	.10000	.00116	.20000	.00393	.29996	.00931	.39981	.01817	.49942
30'	.00015	.10000	.00119	.20000	.00400	.29996	.00949	.39980	.01853	.49940
26°	.00015	.10000	.00121	.19999	.00408	.29995	.00968	.39980	.01889	.49937
30'	.00015	.10000	.00123	.19999	.00416	.29995	.00986	.39979	.01925	.49935
27°	.00016	.10000	.00126	.19999	.00424	.29995	.01005	.39978	.01962	.49932
30'	.00016	.10000	.00128	.19999	.00432	.29995	.01024	.39977	.01998	.49930
28°	.00016	.10000	.00130	.19999	.00440	.29995	.01042	.39976	.02034	.49927
30'	.00017	.10000	.00133	.19999	.00448	.29994	.01061	.39976	.02071	.49924
29°	.00017	.10000	.00135	.19999	.00456	.29994	.01079	.39975	.02107	.49922
30'	.00017	.10000	.00137	.19999	.00463	.29994	.01098	.39974	.02143	.49919
30°	.00018	.10000	.00140	.19999	.00471	.29994	.01117	.39973	.02179	.49916
30'	.00018	.10000	.00142	.19999	.00479	.29994	.01135	.39972	.02215	.49914
31°	.00018	.10000	.00144	.19999	.00487	.29993	.01154	.39971	.02252	.49911
30'	.00018	.10000	.00147	.19999	.00495	.29993	.01172	.39970	.02288	.49908
32°	.00019	.10000	.00149	.19999	.00503	.29993	.01191	.39969	.02324	.49905
30'	.00019	.10000	.00151	.19999	.00511	.29993	.01210	.39968	.02360	.49902
33°	.00019	.10000	.00154	.19999	.00518	.29992	.01228	.39967	.02397	.49899
30'	.00020	.10000	.00156	.19999	.00526	.29992	.01245	.39966	.02433	.49896
34°	.00020	.10000	.00158	.19999	.00534	.29992	.01265	.39965	.02469	.49892
30'	.00020	.10000	.00161	.19999	.00542	.29992	.01284	.39964	.02505	.49889
35°	.00020	.10000	.00163	.19999	.00550	.29992	.01302	.39963	.02541	.49886
30'	.00021	.10000	.00165	.19999	.00558	.29991	.01321	.39962	.02578	.49883
35°	.00021	.10000	.00168	.19999	.00565	.29991	.01340	.39961	.02614	.49880
30'	.00021	.10000	.00170	.19999	.00573	.29991	.01358	.39960	.02650	.49876
37°	.00022	.10000	.00172	.19999	.00581	.29991	.01377	.39959	.02686	.49873
30'	.00022	.10000	.00175	.19999	.00589	.29990	.01395	.39958	.02722	.49869
38°	.00022	.10000	.00177	.19999	.00597	.29990	.01414	.39957	.02758	.49866
30'	.00022	.10000	.00179	.19999	.00605	.29990	.01432	.39955	.02795	.49862
39°	.00023	.10000	.00182	.19999	.00613	.29989	.01451	.39954	.02831	.49859
30'	.00023	.10000	.00184	.19999	.00620	.29989	.01470	.39953	.02867	.49855
40°	.00023	.10000	.00186	.19999	.00628	.29989	.01488	.39952	.02903	.49851
30'	.00024	.10000	.00189	.19999	.00636	.29989	.01507	.39951	.02939	.49848
41°	.00024	.10000	.00191	.19999	.00644	.29988	.01525	.39949	.02974	.49844
30'	.00024	.10000	.00193	.19999	.00652	.29988	.01544	.39948	.03011	.49840
42°	.00024	.10000	.00195	.19999	.00660	.29988	.01562	.39947	.03047	.49836
30'	.00025	.10000	.00198	.19999	.00667	.29988	.01581	.39946	.03084	.49832
43°	.00025	.10000	.00200	.19999	.00675	.29987	.01600	.39944	.03120	.49828
30'	.00025	.10000	.00202	.19998	.00683	.29987	.01618	.39943	.03156	.49824
44°	.00026	.10000	.00205	.19998	.00691	.29987	.01637	.39942	.03192	.49820
30'	.00026	.10000	.00207	.19998	.00699	.29986	.01655	.39941	.03228	.49816
45°	.00026	.10000	.00209	.19998	.00707	.29986	.01674	.39939	.03264	.49812

6		7		8		9		10		Sc
x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	
.02886	.59877	.04577	.69733	.06820	.79478	.09683	.89060	.13230	.98409	23°
.02949	.59871	.04676	.69721	.06966	.79455	.09890	.89018	.13511	.98340	30'
.03011	.59866	.04775	.69709	.07113	.79432	.10097	.88977	.13791	.98269	24°
.03074	.59860	.04874	.69697	.07260	.79408	.10304	.88934	.14071	.98197	30'
.03136	.59854	.04973	.69684	.07406	.79384	.10510	.88890	.14350	.98123	25°
.03199	.59849	.05072	.69672	.07553	.79359	.10717	.88845	.14629	.98048	30'
.03261	.59843	.05171	.69659	.07699	.79334	.10923	.88800	.14908	.97971	26°
.03324	.59836	.05269	.69645	.07845	.79308	.11129	.88753	.15186	.97893	30'
.03386	.59830	.05368	.69632	.07992	.79282	.11325	.88706	.15464	.97814	27°
.03449	.59824	.05467	.69618	.08138	.79255	.11540	.88658	.15741	.97733	30'
.03511	.59817	.05565	.69604	.08284	.79228	.11745	.88609	.16018	.97651	28°
.03574	.59811	.05664	.69590	.08429	.79200	.11950	.88560	.16294	.97567	30'
.03636	.59804	.05762	.69576	.08575	.79172	.12155	.88509	.16569	.97482	29°
.03698	.59797	.05861	.69561	.08721	.79143	.12359	.88458	.16844	.97395	30'
.03761	.59791	.05959	.69546	.08866	.79114	.12564	.88405	.17119	.97307	30°
.03823	.59783	.06058	.69531	.09012	.79084	.12768	.88352	.17393	.97218	30'
.03885	.59776	.06156	.69515	.09157	.79054	.12971	.88298	.17666	.97127	31°
.03948	.59769	.06254	.69499	.09302	.79024	.13175	.88243	.17939	.97035	30'
.04010	.59762	.06352	.69483	.09447	.78993	.13378	.88188	.18212	.96942	32°
.04072	.59754	.06451	.69467	.09592	.78961	.13581	.88131	.18483	.96847	30'
.04135	.59747	.06549	.69451	.09737	.78929	.13783	.88074	.18754	.96750	33°
.04197	.59739	.06647	.69434	.09882	.78996	.13986	.88015	.19025	.96653	30'
.04259	.59731	.06745	.69417	.10026	.78863	.14188	.87956	.19295	.96554	34°
.04322	.59723	.06843	.69400	.10170	.78830	.14390	.87896	.19564	.96453	30'
.04384	.59715	.06941	.69382	.10315	.78796	.14591	.87836	.19833	.96352	35°
.04446	.59707	.07039	.69365	.10459	.78762	.14792	.87774	.20101	.96248	30'
.04508	.59698	.07136	.69347	.10602	.78727	.14992	.87712	.20368	.96144	36°
.04570	.59690	.07235	.69329	.10747	.78692	.15193	.87649	.20635	.96038	30'
.04632	.59682	.07332	.69310	.10890	.78656	.15393	.87584	.20901	.95931	37°
.04694	.59673	.07430	.69291	.11034	.78619	.15593	.87520	.21167	.95822	30'
.04757	.59664	.07527	.69273	.11177	.78583	.15793	.87454	.21432	.95712	38°
.04819	.59655	.07625	.69253	.11321	.78545	.15992	.87387	.21696	.95601	30'
.04881	.59646	.07723	.69234	.11464	.78508	.16191	.87320	.21959	.95488	39°
.04943	.59637	.07820	.69214	.11607	.78470	.16389	.87252	.22222	.95374	30'
.05005	.59628	.07918	.69194	.11750	.78431	.16588	.87183	.22484	.95259	40°
.05067	.59619	.08015	.69174	.11892	.78392	.16785	.87113	.22746	.95143	30'
.05128	.59609	.08111	.69154	.12034	.78352	.16982	.87042	.23006	.95025	41°
.05191	.59600	.08209	.69133	.12177	.78312	.17180	.86971	.23266	.94906	30'
.05253	.59590	.08306	.69112	.12319	.78272	.17377	.86898	.23525	.94785	42°
.05315	.59580	.08403	.69091	.12462	.78231	.17573	.86826	.23784	.94663	30'
.05377	.59570	.08500	.69070	.12603	.78189	.17769	.86752	.24041	.94540	43°
.05438	.59560	.08597	.69048	.12745	.78147	.17965	.86677	.24298	.94416	30'
.05500	.59550	.08694	.69026	.12887	.78105	.18160	.86602	.24554	.94290	44°
.05562	.59540	.08791	.69004	.13028	.78062	.18355	.86525	.24810	.94163	30'
.05624	.59529	.08888	.69982	.13169	.78019	.18550	.86448	.25064	.94035	45°

A pesar de haber sido empleada en el diseño de la Carretera Inter-Americana, tanto en la Sección Norte, como en la Sección Sur, en toda su extensión, la espiral de diez cuerdas es poco conocida, y como contribución para lograr una mayor difusión, he elaborado con la ayuda de una H.P. 25, la presente tabla de las coordenadas de los diez puntos de la espiral, para Ls 1, y para ángulos de  $0^{\circ}$  a  $45^{\circ}$  con incrementos de 30 minutos.

Con el empleo de esta tabla, se facilita: el dibujo de las espirales sobre el papel, su trazado en el campo a pura cinta, el cálculo de otros elementos y permite calcular la cuerda entre dos puntos cualesquiera de la espiral, lo cual es de suma utilidad cuando se trata de salvar obstáculos en el campo, si la espiral es trazada por medio de ángulos de deflexión y de sus respectivas cuerdas.

Este minúsculo trabajo no representa novedad alguna: hace unos sesenta y cinco años, la Sociedad Americana de Ingenieros de Ferrocarriles, desarrolló y adoptó esta curva, por lo que también se la llama la Espiral de la Sociedad Americana de Ingenieros de Ferrocarriles.

Con todo cariño dedico este trabajito al Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, al que tengo el honor de estar incorporado, hará en breve cuarenta años.

Ing. Top. Jacobo Sanabria Cruz

San José, 2 de abril de 1979



**EL CONCRETO  
Y LA ENERGIA  
EN LA REPUBLICA DE  
EL SALVADOR**

Artículo basado en la información proporcionada por el Ing. Rafael Corrales Selva, coronel del Ejército y miembro del Consejo de la Revista IMCYC en El Salvador, C.

## RESUMEN

El presente artículo resume dos de los proyectos de ingeniería más importantes que se realizan actualmente en la República de El Salvador: el Proyecto Hidroeléctrico Cerrón Grande y la Planta de Energía Geotérmica de Ahuachapán.

La Presa Cerrón Grande, situada a pocos kilómetros de San Salvador, alcanzará una capacidad de almacenaje de agua tan considerable, que prácticamente transformará la fisonomía de la región.

La Planta de Energía Geotérmica de Ahuachapán contribuye al aprovechamiento de los vapores candentes que emanan del interior de la tierra. Este recurso de energía, largamente desperdiciado, encuentra en Ahuachapán una óptima aplicación. La capacidad creciente de la planta, a medida que se construyan la segunda y tercera unidades, dará un gran impulso al progreso económico del país centroamericano.

## SUMMARY

In this article are summarized two of the most important engineering projects presently being carried out in the Republic of El Salvador: the Cerrón Grande Hydroelectric Project and the Geothermic Energy Plant of Ahuachapán.

Cerrón Grande Dam, located a few kilometers from San Salvador, is to have such an enormous water-storage capacity that it will practically transform the physiognomy of the region.

The Geothermic Energy Plant of Ahuachapán contributes to utilization of the scalding vapors that emanate from the depths of the earth. This energy resource, largely wasted, finds an optimum application at Ahuachapán. The growing capacity of the plant, as the second and third units are under construction, will greatly promote the economic progress of that Central American country.



Los acontecimientos mundiales que afectaron el mercado del petróleo en 1973 influyeron decisivamente en el Programa Nacional de Electrificación que lleva a cabo el gobierno de la República de El Salvador. Se hacía indispensable emprender inmediatamente el incremento de la producción de energía eléctrica para evitar que el país se viera obligado a frenar su desarrollo económico con las consiguientes repercusiones sociales. De acuerdo con la concepción nacionalista del gobierno, El Salvador debe aprovechar sus propios recursos sin depender del combustible extranjero para satisfacer sus crecientes necesidades de electricidad. Dentro de los 21,000 km<sup>2</sup> que forman su territorio no existen muchos ríos con caudales adecuados para llevar a cabo las obras hidroeléctricas indispensables a una nación esencialmente agrícola cuya producción básica es el algodón, el café y el azúcar. Estos productos son en su mayoría de consumo interno. Una parte se exporta a otros países del área centroamericana.

Ante la urgente necesidad de aumentar los recursos energéticos de El Salvador, la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), ha realizado diversas obras en las que colaboran tanto firmas y técnicos extranjeros como ingenieros salvadoreños a fin de analizar las alternativas que ofrecen los recursos naturales del país y su mejor aprovechamiento.

En este artículo analizamos dos de las más importantes obras que actualmente realiza la comisión:

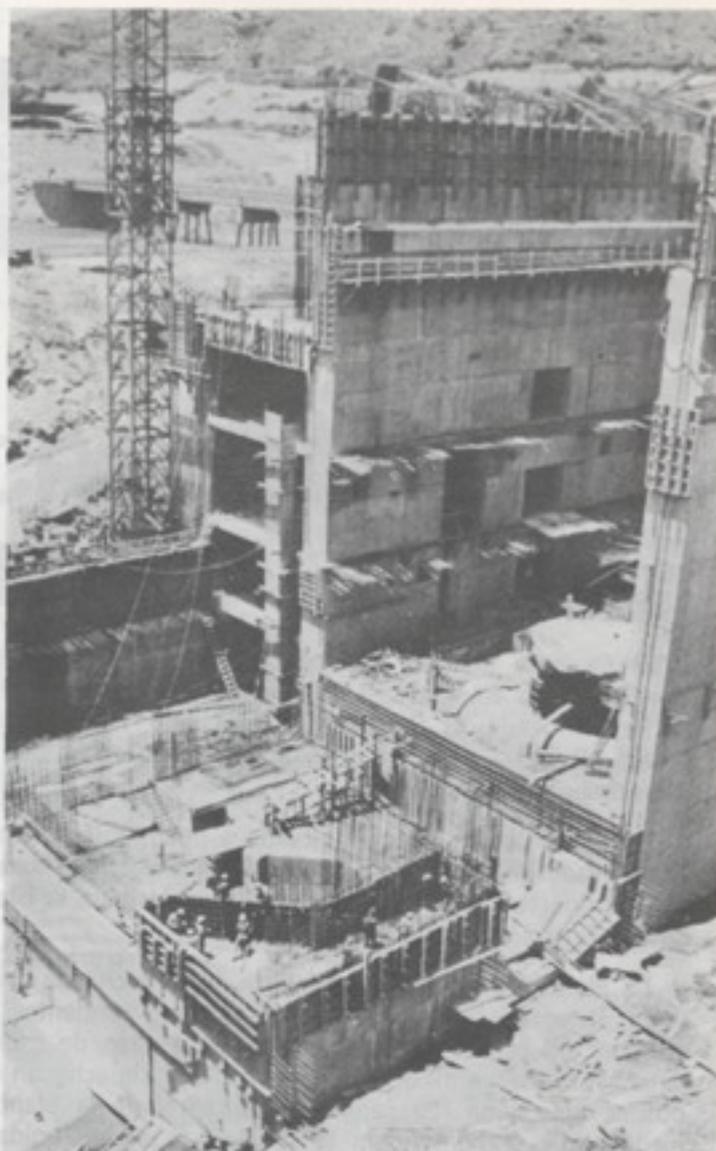
## PROYECTO HIDROELECTRICO DE CERRON GRANDE

Este proyecto constituye la respuesta más conveniente y económica a la demanda de energía de El Salvador. La ejecución de esta importante obra significa el uso de los recursos naturales del país y simultáneamente un impulso al desarrollo económico. Cualquier otra alternativa, como las plantas a vapor o las plantas generadoras a base de combustible importado, traerían repercusiones económicas negativas. Esta presa hace factible, además, el incremento de la potencia y energía de todos los proyectos que se realicen aguas abajo de Cerrón Grande en el Río Lempa. La Planta 5 de Noviembre resultará favorecida con la prolongación de la vida útil de su embalse por la disminución del azolve, e igualmente se beneficiarán los programas de riego y se obtendrá un mejor control de las inundaciones en el Bajo Lempa.

El Proyecto Hidroeléctrico de Cerrón Grande se localiza aguas arriba de la Presa 5 de Noviembre, entre los departamentos de Chalatenango y Cabañas, a 35 kilómetros de la capital en línea recta. Esta planta hidroeléctrica, la reposición de obras de infraestructura, y los servicios derivados de la ejecución del proyecto ejercen innegable influencia en el crecimiento industrial y económico del país, derivando en la generación directa e indirecta de considerables oportunidades de trabajo.

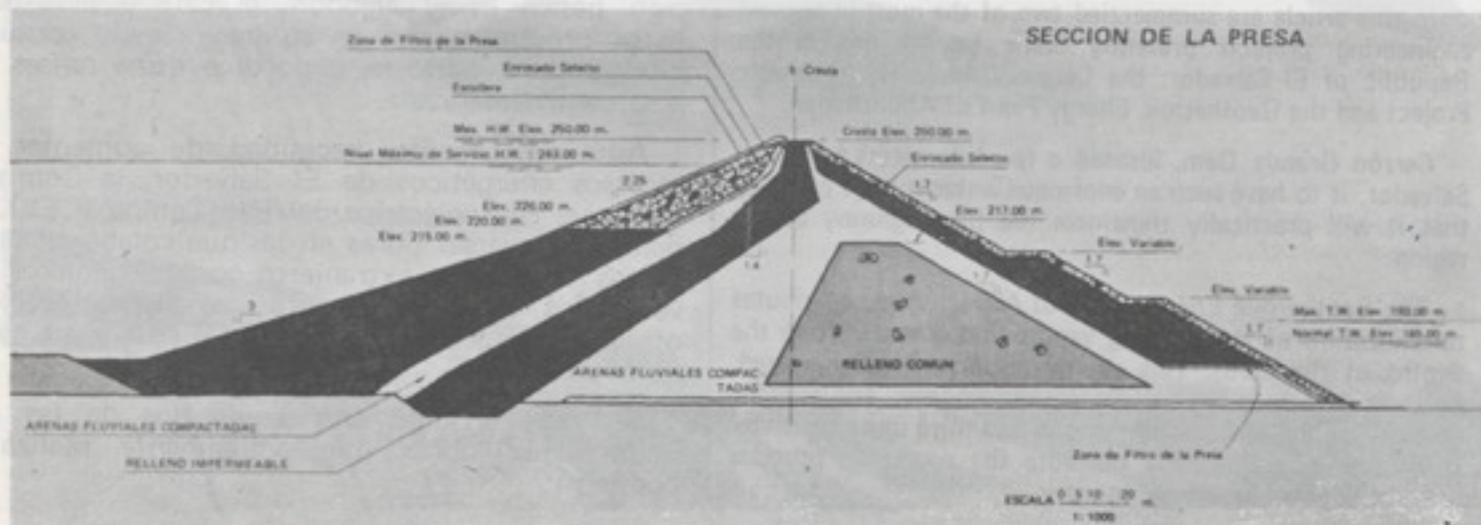
La obra terminada constará de las siguientes secciones:

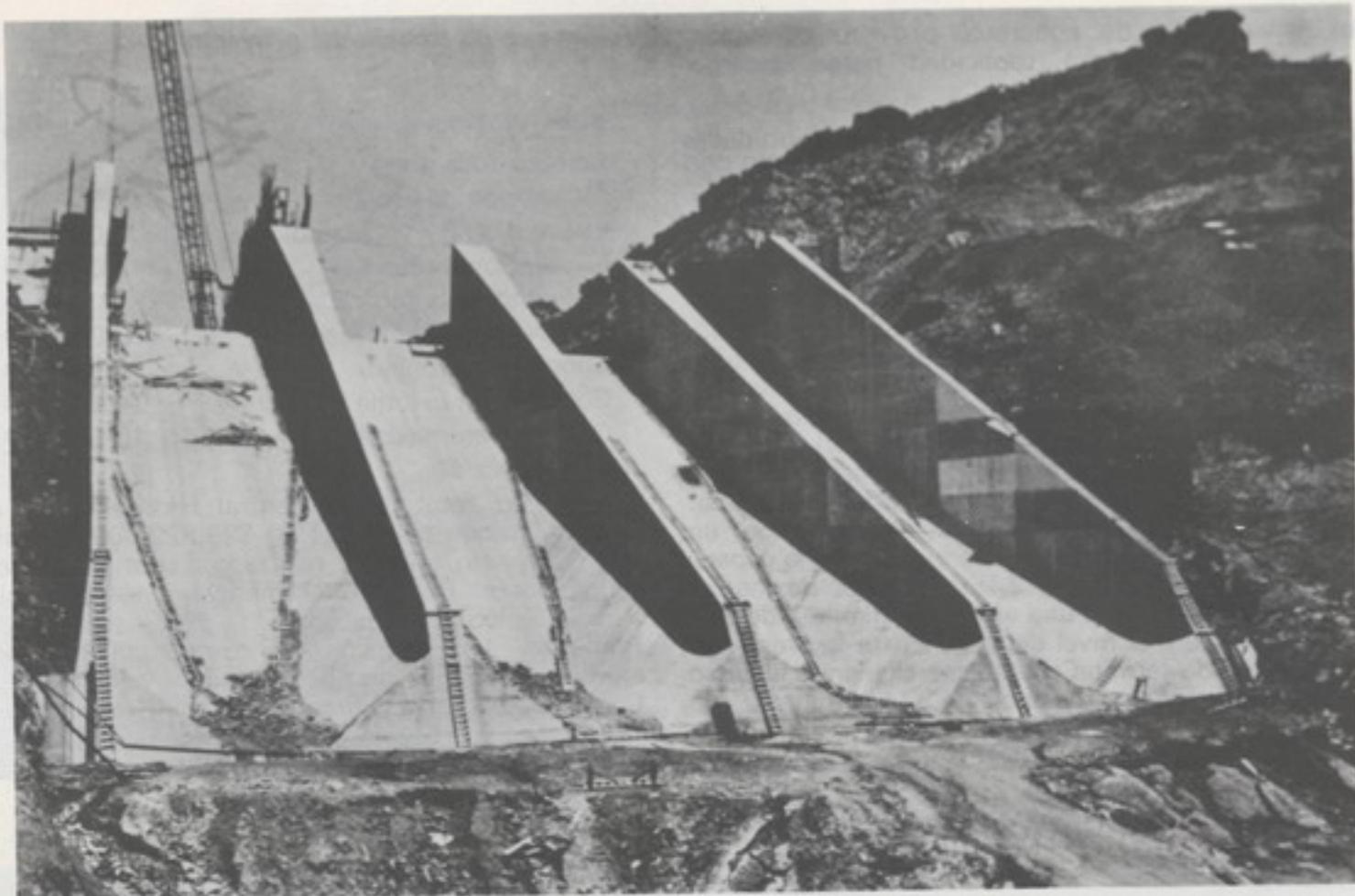
- a) Una presa, construida de tierra, roca y arena con un núcleo impermeable de 800 m de largo, 70 m de alto y 400 m de ancho en la base. La estructura se fabrica con materiales selectos compactados y alcanzará un volumen de relleno de 6 1/2 millones de metros cúbicos y un peso aproximado de 10 millones de toneladas.



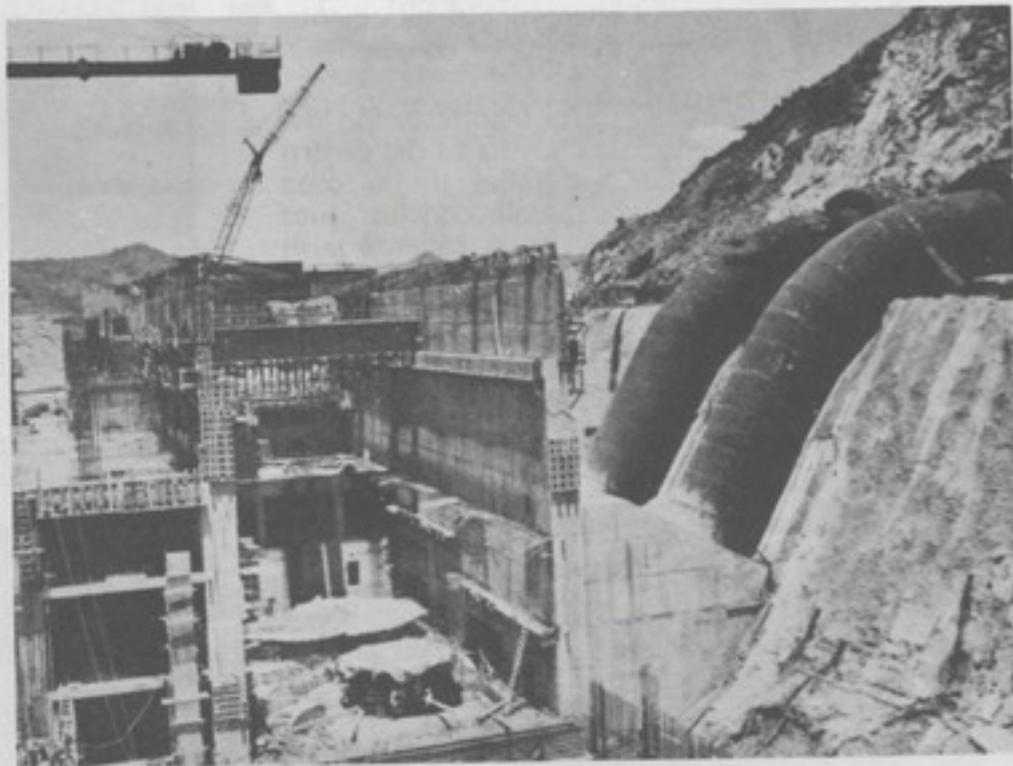
*Construcción de la casa de máquinas de la Planta Hidroeléctrica de Cerrón Grande.*

*Sección esquemática de la Presa de Cerrón Grande.*





*Vertedero de concreto en la planta de Carrón Grande que contará con cuatro compuertas para desalojar  $6,500 \text{ m}^3$  de agua por segundo.*



*Tuberías de presión acopladas a los túneles en la Presa de Carrón Grande.*

b) El vertedero de concreto, provisto de cuatro compuertas tendrá capacidad para descargar 6,500 m<sup>3</sup> de concreto.

c) La casa de máquinas incluirá cuatro unidades generadoras con capacidad máxima de 270,000 kilovatios, e inicialmente, contará con dos unidades de 65,500 KV cada una.

d) El sistema transmisor de doble circuito a 115 KV conectará 3 unidades generadoras con la subestación de Nejapa; una línea de un sólo circuito, también primaria, empalmará con la Planta 5 de Noviembre; una tercera línea del mismo voltaje se construirá cuando se instale la cuarta unidad generadora para llevar la energía a San Salvador. El embalse que formará la presa dará lugar a un cambio importante en la geografía económica: puede afirmarse que nacerá un lago con un área de 135 kilómetros cuadrados y una capacidad de almacenaje de 2,180 millones de metros cúbicos de agua a una elevación máxima de 243 metros sobre el nivel del mar. Entre la presa y el sitio donde termine el embalse, siguiendo el curso del río, habrá una distancia de 30 kilómetros.

## Volúmenes de trabajo del proyecto

Excavación de la presa	1,650,000 m <sup>3</sup>
Relleno de la presa	6,000,000 m <sup>3</sup>
Excavación de la central	410,000 m <sup>3</sup>
Excavación del vertedero	1,300,000 m <sup>3</sup>
Excavación de túneles	18,000 m <sup>3</sup>
Concreto en la central	55,000 m <sup>3</sup>
Concreto en el vertedero	63,000 m <sup>3</sup>
Concreto en túneles	4,500 m <sup>3</sup>
Concreto en la loma	24,000 m <sup>3</sup>
Concreto en misceláneos	10,000 m <sup>3</sup>

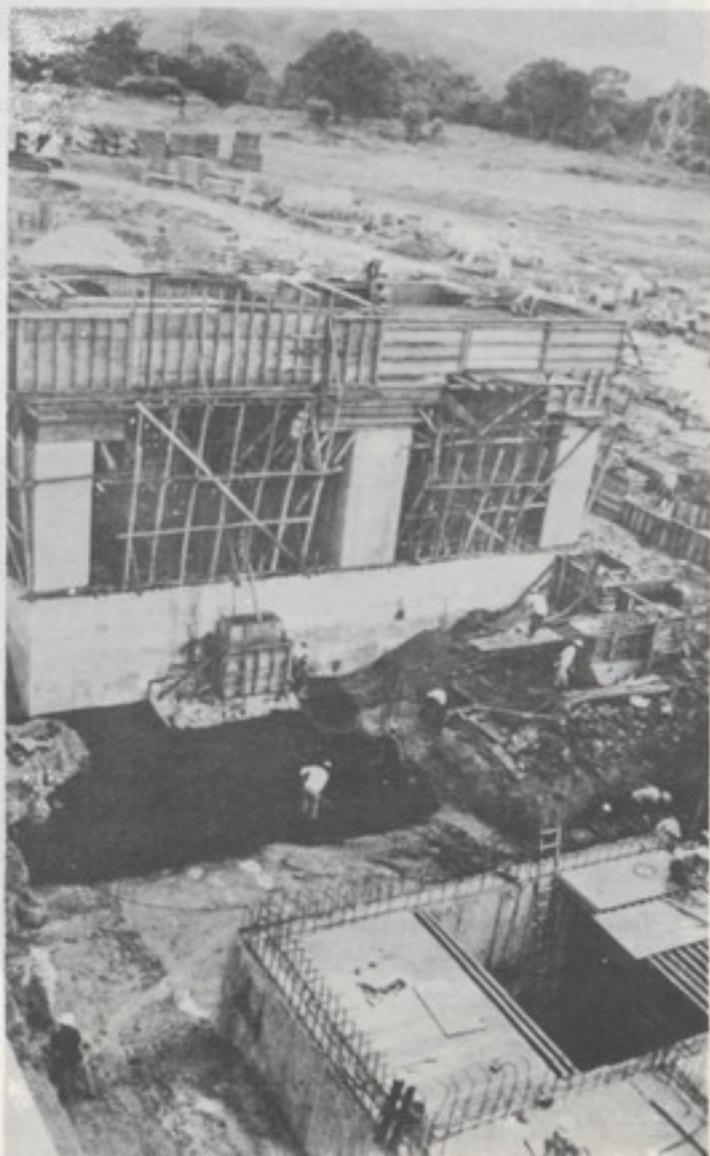
El costo total de la Central Hidroeléctrica de Cerrón Grande se estima en \$99,920,000.00 dólares. Su construcción se realiza con préstamos otorgados por el Banco Interamericano de Desarrollo y del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. La inversión se completará con una emisión de bonos locales y recursos propios de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa.

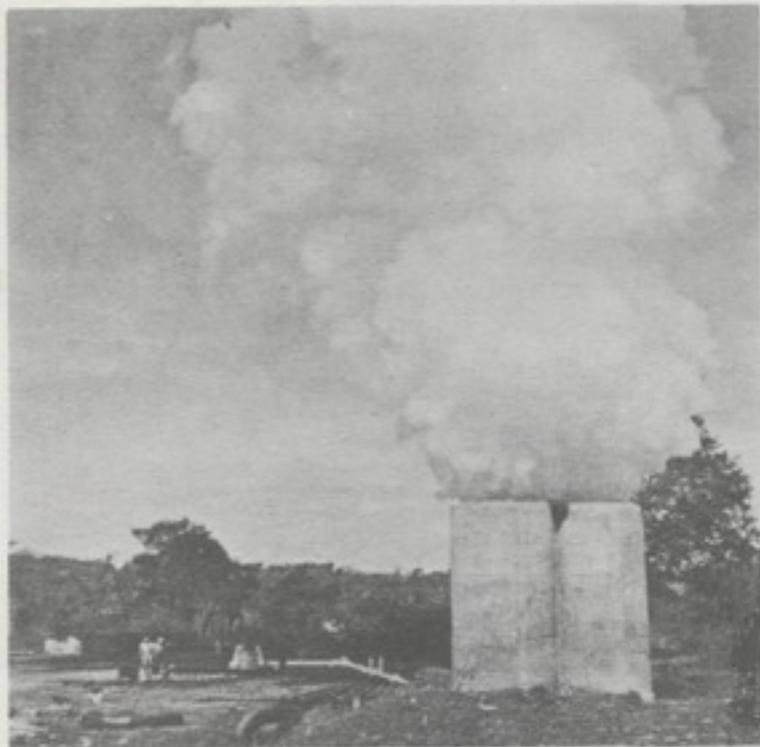
## PLANTA DE ENERGIA GEOTERMICA DE AHUACHAPAN

En el pasado, los ausoles constituían solamente una manifestación insólita de la naturaleza. Se contemplaban las charcas hirvientes y el humo azufrado que brotan de la tierra sin caer en la cuenta de que estos pintorescos lugares guardaban en su interior un potencial energético secularmente desperdiciado.

La energía geotérmica es una manifestación del calor interno de la tierra. La roca ígnea del centro del planeta se cuele por las fallas de la capa terrestre y se mezcla en el subsuelo con las aguas filtradas. En algunos sitios, el agua caliente y el vapor brotan a la superficie dando como resultado la formación de ausoles, géysers, fumarolas, termas y otras manifestaciones de la energía geotérmica. En el área geotermal de Ahuachapán hay una riqueza que el CEL trata de incorporar al patrimonio activo de la economía salvadoreña. Las temperaturas obtenidas en los pozos perforados en esta zona han llegado a los 240 grados centígrados. Se han obtenido presiones promedio de 10.5 kg/cm<sup>2</sup> en pozos de profundidades que van de los 600 a los 1,400 m.

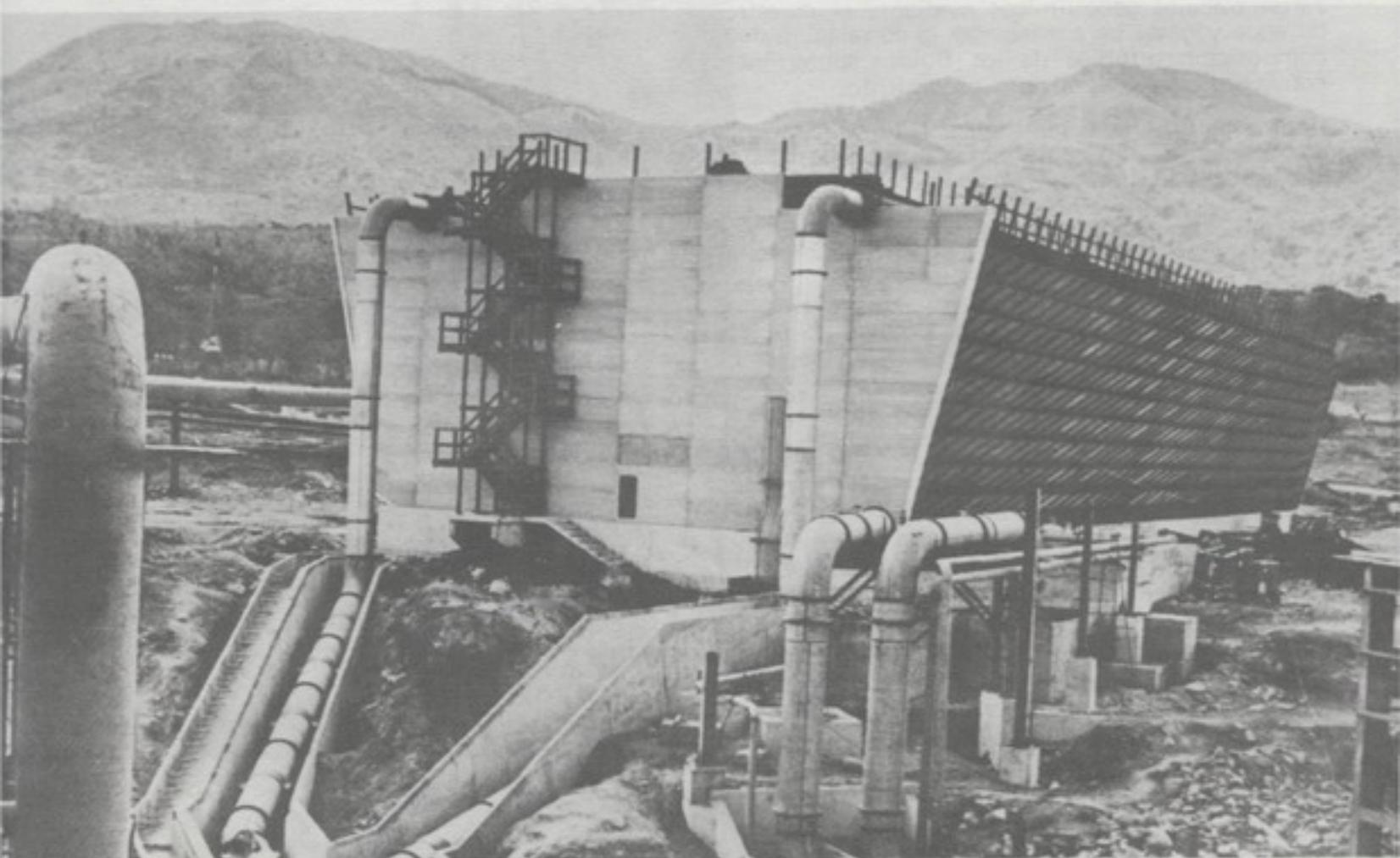
Las primeras perforaciones del subsuelo en los ausoles de Ahuachapán se realizaron en 1957 con la colaboración del Servicio Geológico del Ministerio de Obras Públicas de El Salvador. La CEL





*Pozo geotérmico Ahuachapán - 6.*

*Torre de enfriamiento en la Planta Geotérmica de Ahuachapán.*



buscaba el aprovechamiento de los vapores candentes que emanan del subsuelo, tal como se ha hecho en Italia, Nueva Zelanda, Islandia, y otros países que los utilizan para producir energía eléctrica.

En 1965 se firmó entre el gobierno de El Salvador y el Fondo Especial de las Naciones Unidas, un convenio de asistencia técnica para estudiar el proyecto geotérmico a base de estos recursos naturales. El Fondo Especial de las Naciones Unidas aportó para estos estudios \$924,459.84 dólares y la CEL: \$551,358.56 dólares.

Para determinar el campo geotermal de mayores posibilidades de explotación, se perforaron varios pozos geotérmicos profundos: tres en Ahuachapán, uno en San Vicente y uno en Usulután. A juicio de los expertos, el área de los ausoles de Ahuachapán ofreció mejores perspectivas de aprovechamiento.

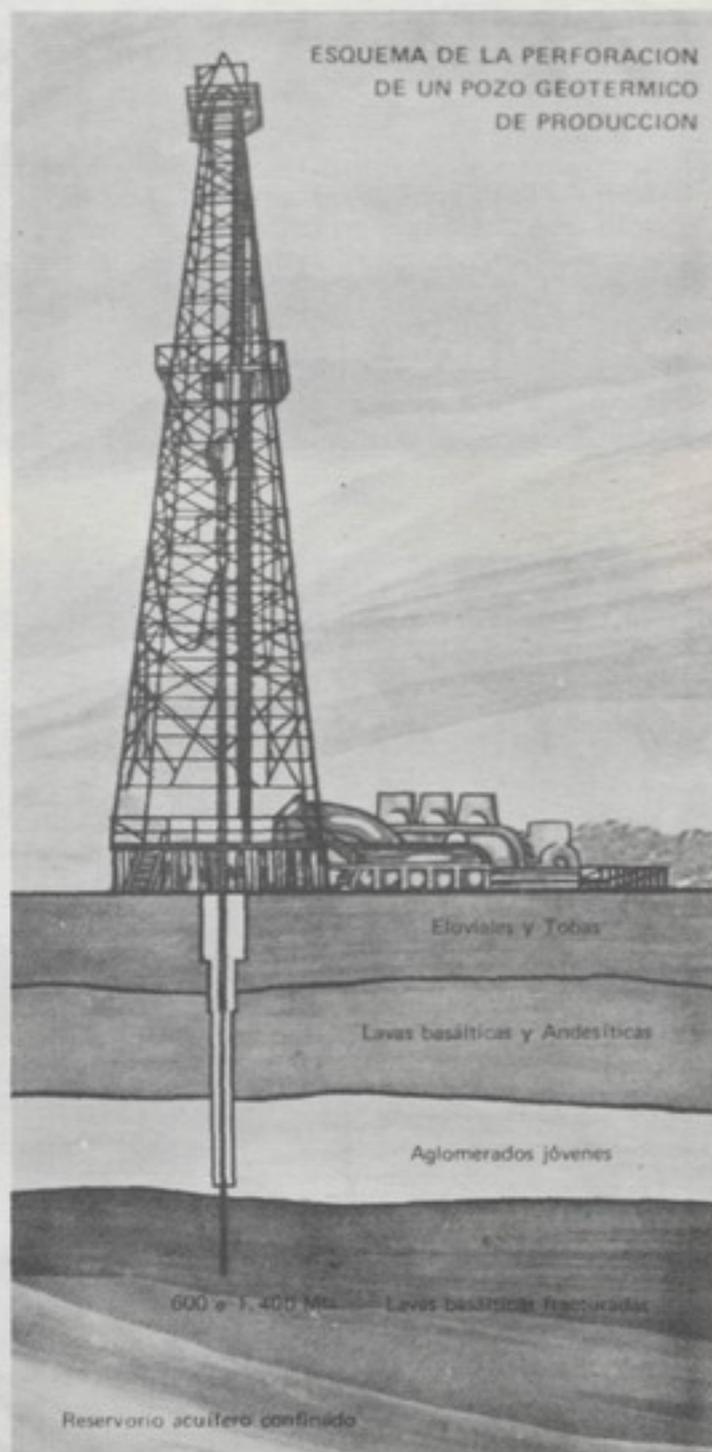
Los técnicos contratados por el Fondo Especial de las Naciones Unidas realizaron importantes estudios geológicos, desde la geología superficial, hasta la obtención de mapas morfológicos por medio de aerofotografía. Se hicieron también exploraciones geotectónicas para detectar fracturas en la corteza terrestre o zonas que presentan alteraciones de origen hidrotermal. Se presentaron informes gravimétricos, magnetométricos, termométricos, sísmicos, y de resistencia eléctrica. Se determinó la estructura del subsuelo, su densidad, etc. Se realizaron trabajos geoquímicos mediante el muestreo de agua y gases para establecer la correlación de la composición química de los fluidos subterráneos con la posibilidad de su aprovechamiento.

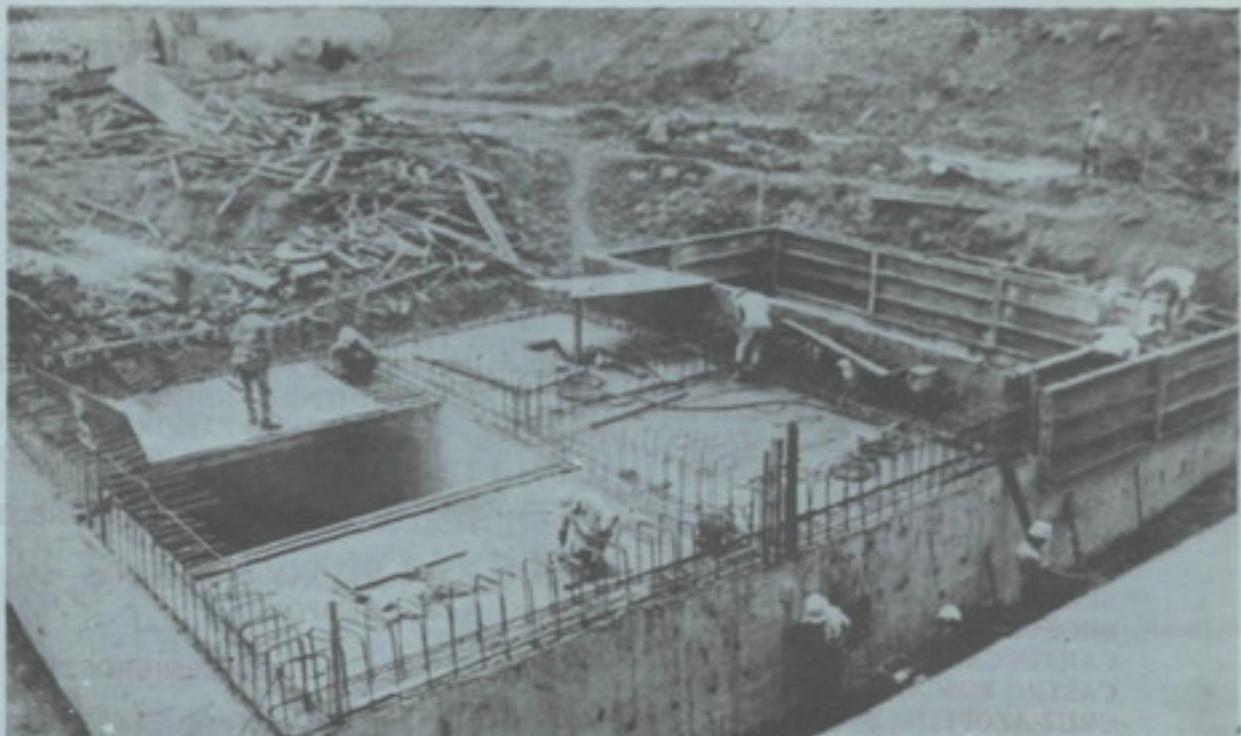
El año 1969 fue el punto de partida de la segunda etapa del proyecto geotérmico, al que se asignaron aportes en el convenio de asistencia técnica: La CEL aportó \$999,200.00 dólares y el Fondo Especial de las Naciones Unidas contribuyó con \$866,106.56 dólares.

En 1970 se perforaron ocho pozos geotérmicos de gran profundidad en Ahuachapán, con el objeto de obtener más información sobre las reservas de vapor del área.

Los resultados del estudio de factibilidad técnica y económica de construcción de la central geotérmica de Ahuachapán se obtuvieron en mayo de 1971, determinando el costo estimado de la obra, el costo de producción de la energía por utilización de los vapores candentes de subsuelo y las alternativas para resolver el problema de las aguas residuales de los pozos geotérmicos.

Durante los años comprendidos entre 1972 y 1974 se han continuado los estudios del área geotermal de Ahuachapán para completar la información científica disponible. Se han perforado nuevos pozos para garantizar reservas de vapor a la





*Pozo de condensación de la segunda unidad de la Planta Geotérmica de Ahuachapán.*



*Canaleta para conducir al mar las aguas residuales de la planta.*

planta geotérmica. Tanto las obras, como los equipos y la adjudicación de los contratos han sido sometidos a concurso.

La planta Geotérmica de Ahuachapán se ha financiado con un préstamo del Banco Mundial, una emisión local de bonos y recursos propios de la CEL. El costo total de la obra se calcula en \$15,987,200.00 dólares aproximadamente. Su capacidad inicial de 30,000 kilovatios será aumentada en los próximos años mediante la adición de la segunda y la tercera unidad generadoras proyectadas por la CEL. La capacidad de la Planta alcanzará un total de 90,000 kilovatios, que ayudarán eficazmente a resolver el problema de la creciente demanda energética del país sin establecer una dependencia de la importación de combustible.

# NUEVOS MIEMBROS INCORPORADOS EL 22 DE MARZO DE 1979

## INGENIEROS CIVILES

AGUILAR DONDI ALVARO ENRIQUE  
ALFARO DEL VALLE MARIO HUMBERTO  
ARAUZ CAVALLINI ARMANDO  
AVALOS MORA OMAR  
BARUCH GOLDBERG DAVID ABRAHAM  
BENAVIDES LEON CARLOS MANUEL  
BERMUDEZ FALLAS GONZALO  
BOCKER NUÑEZ JUAN CARLOS  
CARTIN CARRANZA JAVIER FCO.  
CASTRO BOSCHINI EDWIN JOSE  
CRUZ AZOFEIFA MIGUEL FCO.  
DIAZ BRENES JOSE EDUARDO  
GOMEZ FIGUEROA RAMON ALCIDES  
GOMEZ PASOS LUIS CARLOS  
GONZALEZ CHINCHILLA MARIO ARTURO  
GUILLEN RUIZ CARLOS MARIA  
HERRERA HUSBAND ENRIQUE AUGUSTO  
HERRERA MARTINEZ HERNAN  
LEE QUIROS HECTOR ALBERTO  
LOPEZ RODRIGUEZ OSVALDO  
LOPEZ ROSALES MARIA LORENA  
MESEN VEGA RONALD GERARDO  
OBANDO FONSECA PABLO GUILLERMO  
PACHECO VARGAS ROBERTO GERARDO  
PARRA UGALDE MARIO ALBERTO  
RIMOLO BOLAÑOS MARCO ANTONIO  
SASSO LEVY EDUARDO  
SOLANO SOTO CARLOS ANTONIO  
SUDASASSI CHACON RENATO FERNANDO  
VILLANEVA CALVO ADALID  
SOTO MASIS EDUARDO - MIEMBRO TEMPORAL

## ARQUITECTOS

CASTILLO CAMACHO FRANCISCO

## INGENIEROS ELECTRICOS

ALFARO VARGAS JORGE A.  
BRENES GOMEZ CARLOS GERARDO  
MOLINA LOPEZ LUIS GERARDO  
ODIO CANESSA EMILIANO  
OBANDO SANCHO WILLIAM A.  
PALMA BUTRAGO ABELARDO  
WAHRMANN BRENES CARLOS ENRIQUE  
POVEDANO ALVAREZ ALFREDO

## INGENIEROS MECANICOS

BERMUDEZ DIAZ CARLOS JAVIER

BUCHER CHEVEZ PAUL  
GAMEZ ESCOBAR JORGE ALBERTO  
JIMENEZ NUÑEZ MARIO  
MONTERO ZAMORA FERNANDO  
RIGIONI SOLTERO ANTONIO

## INGENIEROS MECANICOS ELECTRICISTA

TALAVERA SALINAS MARTIN - MIEMBRO TEMPORAL

## INGENIEROS INDUSTRIALES

ARTIÑANO FERRIS DIEGO  
CASCO PEÑA CARLOS EDUARDO  
GONZALEZ ROCHA PAUL FRANCISCO  
HERRERA MOLINA LUIS GUILLERMO  
HIDALGO ZUÑIGA MARIO ALBERTO  
RAMIREZ AGLIETTI RONALD  
RAMIREZ GONZALEZ BERNAL  
SANCHO MONTERO GERARDO  
VARGAS RODRIGUEZ PABLO GERARDO  
VUOLO STEVANATO VALTER

## INGENIERO MECANICO ADMINISTRADOR

MORA BADILLA ALVARO

## PERITOS TOPOGRAFOS

ACUÑA VARGAS JORGE  
ARAYA CESPEDES MARIO ANTONIO  
ARIAS VARGAS JOSE FRANCISCO  
BERMUDEZ MARIN CARLOS ALBERTO  
CARMONA RAMIREZ CARLOS ENRIQUE  
GARCIA BENEDICTIS RAFAEL  
GONZALEZ ESTRADA JOSE ANGEL  
PESSOA PERALTA ROGER FRANCISCO  
REYES ROJAS FRANCISCO

## TECNICOS EN TOPOGRAFIA Y CATASTRO

STROM JAENTSCHE ALLAN  
VANDERLAAT VALVERDE RODOLFO

## LICENCIA EN TOPOGRAFIA Y AGRIMENSURA

BENAVIDES MURILLO ADRIAN

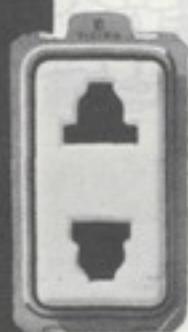
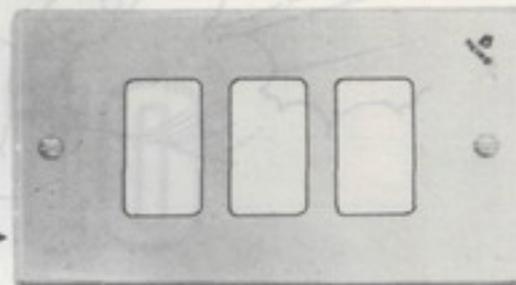
## INGENIERO TOPOGrafo ACADEMICO

RODRIGUEZ MEJIA ROGER

Le ofrecemos

# 1.643.032

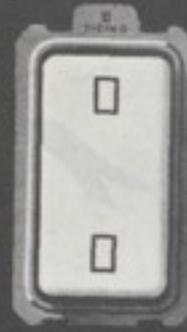
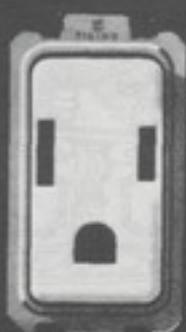
alternativas de combinación  
de los módulos magic en  
una placa de tres huecos →



son 120 diferentes módulos MAGIC de los que  
le mostraremos algunos de ellos en esta página.

*... Y esto es solo el comienzo!!*

tenemos más de 4.000 productos de la más  
alta calidad. . .



HECHO  
EN  
COSTA RICA

 **bticino**®  
**TINCASA**®



Apartado 62 - Heredia - Costa Rica Tel: 22-80-55 Telex 2479



Si su familia  
ha crecido...



o si tiene  
casa nueva...



o lo han  
ascendido...



Usted necesita ampliar su  
programa de Seguro para  
responder a las  
necesidades  
reales de su familia.

Mantenga su Seguro al día.

Consulte a su Asesor de Protección,  
el Agente del INS.



pintura segura,  
pintura que dura,  
pintura

# Protecto®

## LA DURADERA

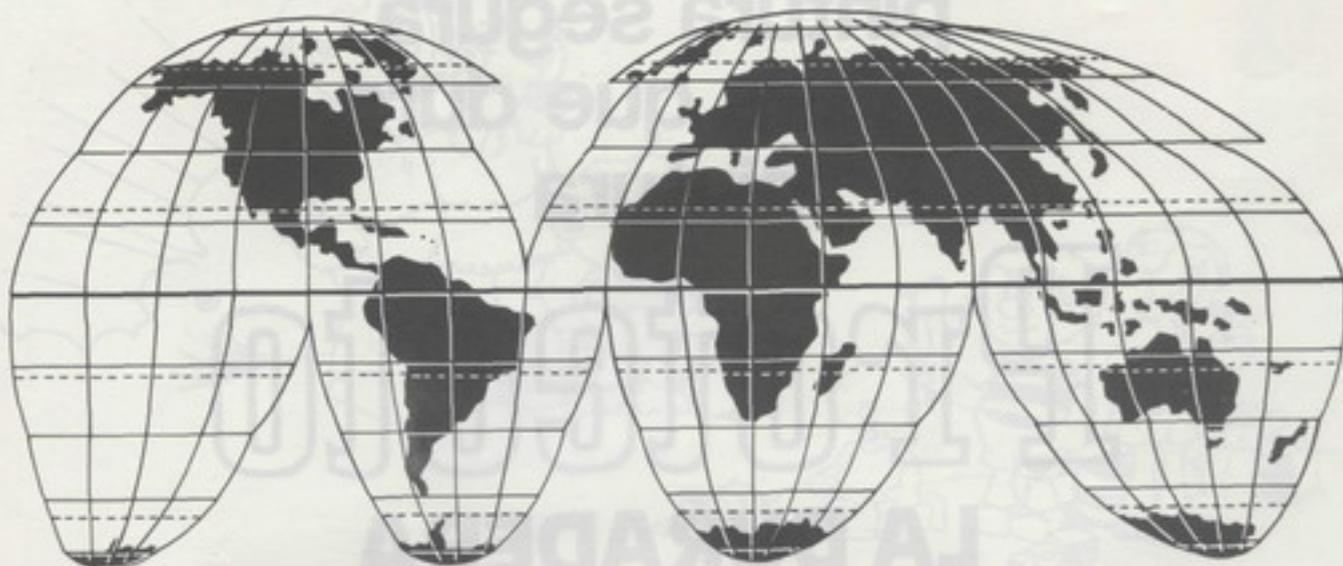


ahora  
en su nueva lata  
**con la flor  
de la alegría!**



otro producto

**KATIVO**



# COMUNIQUESE CON NOSOTROS NOSOTROS LE COMUNICAREMOS CON EL MUNDO

Por un medio de comunicación escrito, recíproco, sencillo, eficiente y rápido.

Con múltiples ventajas:

- ★ Deja constancia escrita de sus mensajes.
- ★ Facilita la comprensión entre abonados situados en países de idiomas diferentes.
- ★ Permite enviar una mayor cantidad de información en el tiempo utilizado.
- ★ Recibe información aún fuera de horas de oficina.
- ★ Recepción simultánea a la emisión.

El servicio de TELEX combina las características de seguridad, rapidez y confidencialidad.



## Radiográfica Costarricense S.A.

Oficina Comercial  
Calle 1 - Avenida 5 - Tel.: 23 58 80  
TELEX 1012 COMERCIAL



# el mundo de las alfombras

APARTADO 5105 — SAN JOSE, COSTA RICA

VENDEMOS — INSTALAMOS — RIBETAMOS Y  
REPARAMOS SUS ALFOMBRAS

TENEMOS VARIEDAD DE ALFOMBRAS.  
DISEÑOS Y COLORES A SU ELECCION.

TAMBIEN INSTALAMOS ALFOMBRAS A SU AUTOMOVIL  
PROTECTORES PLASTICOS PARA ESCRITORIO

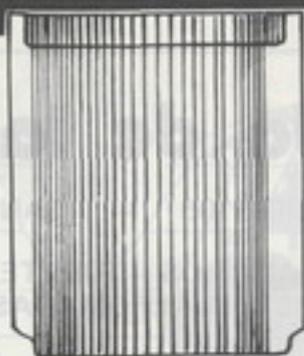


## DISTRIBUIDORES DE **ALCESA ALFOMBRA MAGICA Y FUERTEJIDOS**

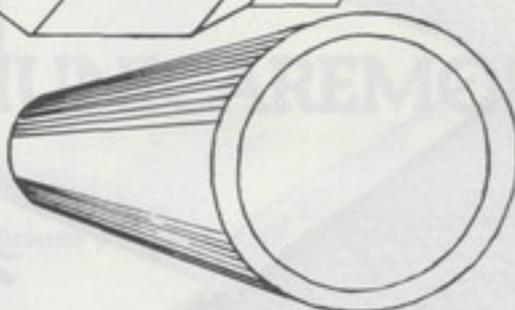
**BODEGA CENTRAL**  
Guadalupe — TEL: 24-29-25  
Del Banco Costa Rica 100 mts. Norte  
100 mts. Este y 50 mts. Norte

**SUCURSAL SAN PEDRO**  
TELEFONO: 24-07-35

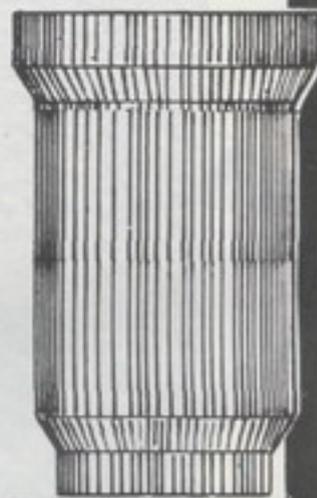
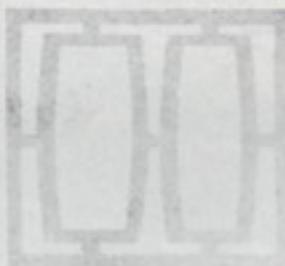
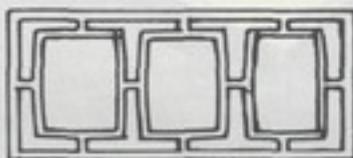
**EXHIBICION Y VENTAS**  
De la Farmacia Primavera 50 mts Oeste  
Pie Cuesta de Moras



**BLOQUES Y  
TUBOS DE  
CONCRETO  
A.S.T.M. C 14  
JUNTA FLEXIBLE**



**BLOQUES DE CONCRETO DE ALTA  
RESISTENCIA**



**CONCRETO INDUSTRIAL S.A.**

OFICINAS CENTRALES  
EL ALTO DE GUADALUPE  
TELEFONOS : 25 32 50  
25 39 49

PLANTA CORONADO  
29 05 69

# 2.000.000 DE COMPRESORES VENDIDOS EN EL MUNDO, RESPALDAN SU INVERSION.

 **Ingersoll-Rand**

PRESENTA SU NUEVA LINEA PARA  
LA CONSTRUCCION



La nueva línea silenciosa  
y de tornillo  
contempla unidades  
desde 100 a 5000 CFM  
a 125 PSI.

En accesorios la calidad  
y el silencio es lo más  
importante, ofrecemos  
la línea completa.



 **HIRBY INC.,  
S. A.**

Garantiza su inversión con el más amplio stock  
de repuestos genuinos, aplicados por manos  
especializadas.



 **HIRBY INC.,  
S. A.**

Santa Cruz  
Guaymas  
Teléfono  
68-00-65  
Dpto. Repuestos 32-89-50  
Avenida 750 San José

San José  
Teléfonos  
23-55-66  
22-12-80

# OMNI'S

AHORA  
EN COSTA RICA!

FILTRA  
LIMPIA



La acción filtrante de OMNI'S, a base de carbón activado, le ofrece agua filtrada y limpia para su bienestar y el de su familia.

Por su fácil manejo e instalación, se recomienda para industrias, oficinas y comercio en general, que se preocupan de la salud de su personal.

Pídanos una demostración sin compromiso y le enviaremos un representante de ventas especializado.

Aceptado por Food and Drug Administration or National Sanitation Foundation.

Distribuye calidad

CORPORACION  
COMERCIAL  
COSTARRICENSE  
S.A.

Tel: 23-22-17 y 23-22-27  
Apdo. 6420

De venta en los principales establecimientos del país.

# En las mejores construcciones:

Tecnología y  
experiencia de  
*phelps  
dodge*



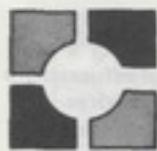
**CONDOCEN**  
CONDUCTORES ELECTRICOS

calidad controlada  
digna de confianza

para  
todo  
tipo de  
instalación

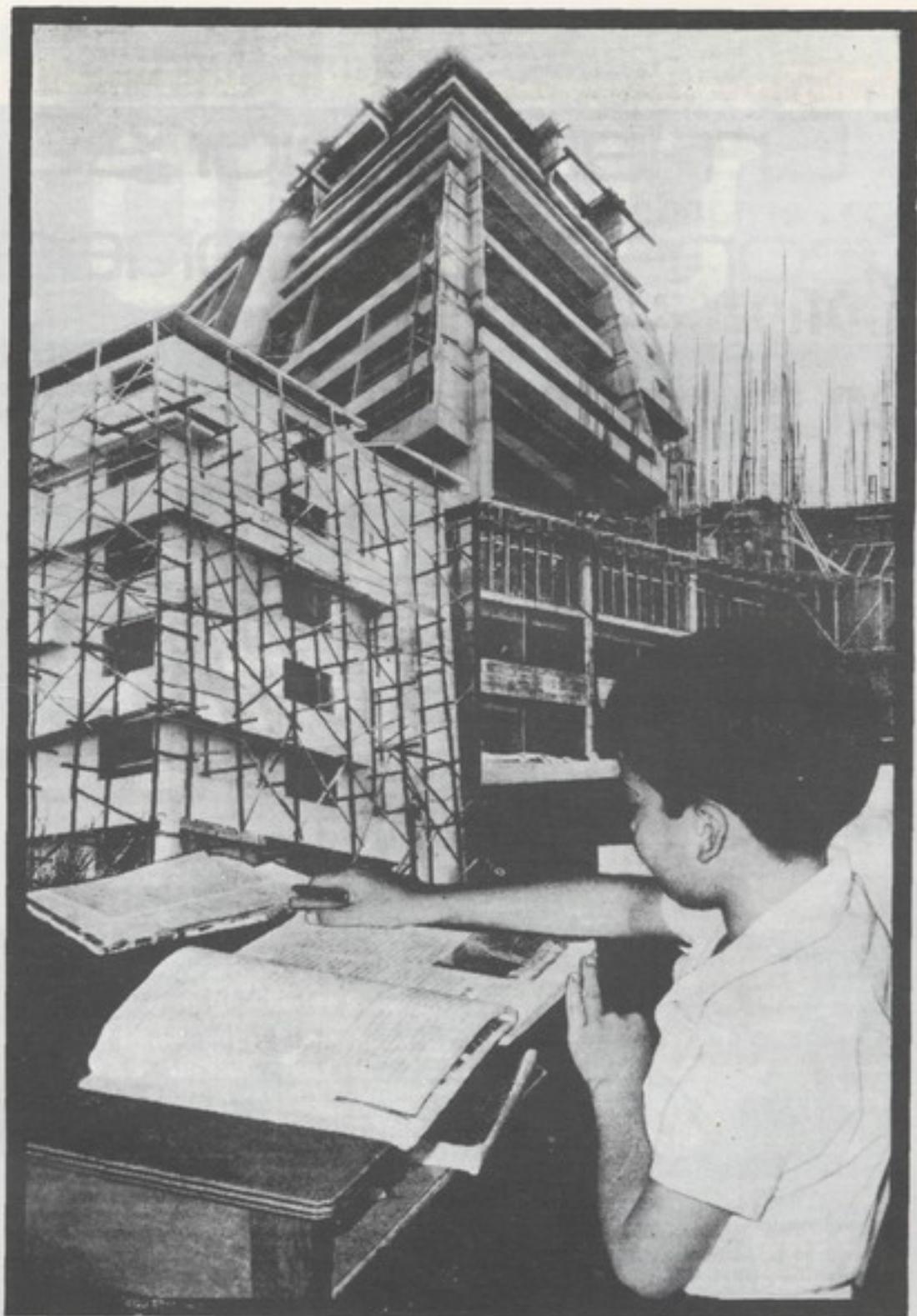


Trofeo internacional a la calidad 1978



**CONDOCEN, S.A.**

KM. 11 AUTOPISTA GENERAL CAÑAS, CRUCE SAN ANTONIO DE BELEN. TELEX: 7503 CONDOCEN. APDO 10274 SAN JOSE. TEL. 39-00-77.



## "El es el futuro."

Así como hemos creado progreso, hemos venido creando las personas que lo conducirán e impulsarán. Los niños que hoy estudian gratuitamente en nuestra escuela, los jóvenes que estamos patrocinando en universidades e institutos tecnológicos . . .

Son niños que ven con orgullo y esperanza su futuro gracias al esfuerzo y a la extraordinaria labor de sus padres . . . los Trabajadores de la Industria Nacional de Cemento.



**INDUSTRIA NACIONAL DE CEMENTO S. A.**

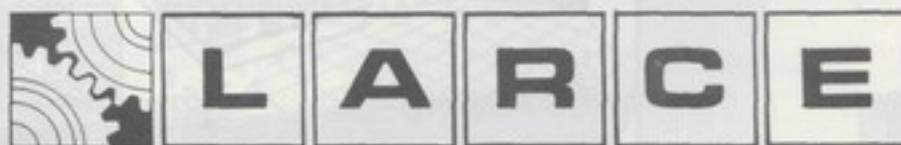


# RETRATOS DE LA FAMILIA

Nuestra familia es grande y activa. Los principales miembros están reunidos en el retrato superior y orgullosamente se los presentamos.

Ustedes los reconocerán como los líderes en equipos de construcción. Respaldados por amplios inventarios de piezas de repuesto, y mecánicos calificados para que su inversión en maquinaria sea productiva año tras año.

Llámenos para sus necesidades de construcción y encontrará una nueva familia de amigos.



**Alberto L. Arce, S. A.**

Carretera a la Uruca. Telf.  
32-45-55

**ESTRUCTURAS DE ACERO**



**Alexis Coto T. S.A.**

CONTIGUO AL DRIVE INN EL RANCHITO - CURRIDABAT  
DISEÑOS Y PRESUPUESTOS SIN COMPROMISO

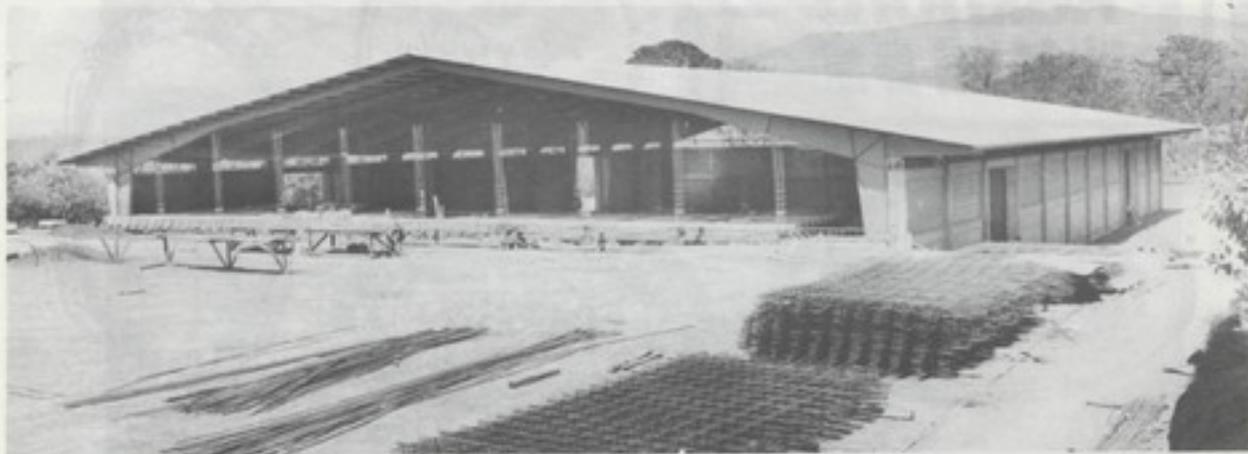
**EL.**  
25-65-74

**SAN JOSE  
COSTA RICA**

**15**

**AÑOS DE EXPERIENCIA**  
EN EL RAMO DE ESTRUCTURAS  
DE ACERO RESPALDAN A LA  
EMPRESA.

NUESTRAS OBRAS CONFIRMAN  
LA CALIDAD DE NUESTROS  
TRABAJOS.



CONTAMOS CON SERVICIO PROPIO DE GRUA Y TRANSPORTE

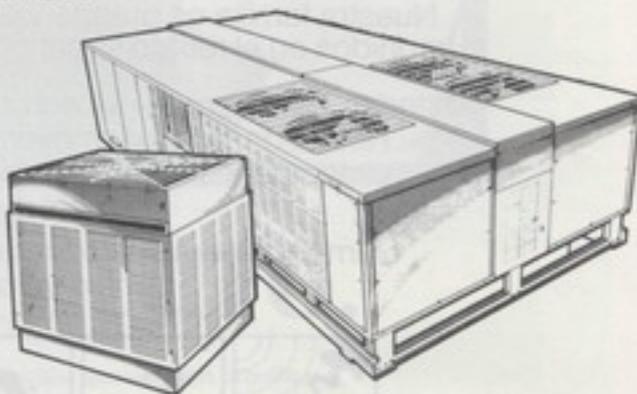
# AIRE ACONDICIONADO-REFRIGERACION

OFRECEMOS LA LINEA COMPLETA PARA APLICACION  
INDUSTRIAL, COMERCIAL Y RESIDENCIAL DE

PROCESOS INDUSTRIALES  
SUPERMERCADOS  
TIENDAS  
SALAS DE COMPUTO

TRANSPORTE REFRIGERADO  
HOTELES  
HOSPITALES  
CUARTOS FRIOS Y  
DE CONGELACION, etc.

**DISEÑO MONTAJE MANTENIMIENTO  
REPUESTOS**



  
**XONEX**  
Costarricense S.A.

TEL: 23-02-85  
Avenida 10 Calles 38-40  
TELEX 2786 - San José

**GENERAL  ELECTRIC**

**E  
QK** **EMERSON QUIET KOOL®**

# Desde el inicio hasta el fin de su proyecto de construcción cuenta con Ricalit



Despreocúpese a la hora de techar.  
En Ricalit usted tiene un amigo, que le ofrece un estudio de presupuesto y la asesoría técnica desde el inicio del proyecto hasta la instalación del techo. Además, le ponemos a su disposición un grupo de expertos que harán todo el trabajo de techado por usted, ahorrándole así tiempo y dinero. Todo esto con una garantía por 5 años sobre el producto y su instalación.

Techando con Ricalit, usted puede estar seguro, que le brinda a su cliente la más alta calidad. Calidad que no cuesta más. Consúltenos... Y se dará cuenta de nuestro servicio especializado. Utilice los productos y servicios Ricalit, inversión que da eternos años de duración.



**La inversión que da  
eternos años de duración.**

**OFICINA DE VENTAS**  
De la Canada Dry, 200 metros Norte.  
La Uruca  
Teléfono: 32-64-64

**PLANTA**  
Paraiso de Cartago  
Teléfono: 51-08-66



# HERMAN BARNES & ASOCIADOS S.A.

EDIFICIO INFILANG - 2º PISO AVENIDA CENTRAL CALLES 2 Y 4  
Teléfonos: 21-28-78 — 21-31-42 — Apartado: 199 FECOSA  
San José, Costa Rica

## ASESORIA:

RENTA  
VENTA  
CONSUMO  
LABORAL  
ARANCELARIO  
ADUANAS

## SERVICIOS:

ORGANIZACION DE EMPRESAS  
CONTABILIDAD  
COSTOS  
AUDITORIA  
ESTUDIO ECONOMICO-FINANCIERO  
APROVISIONAMIENTO DE RECURSOS FINANCIEROS  
INVERSION - FUSION  
ADQUISICION DE EMPRESAS  
CONTRATOS INDUSTRIALES  
CORREDURIA Y BIENES RAICES C. A. T.

## ATENDEMOS:

INDUSTRIA  
COMERCIO  
GANADERIA  
AGRICULTURA  
SERVICIOS  
HOTELES  
ASOCIACIONES  
INSTITUCIONES



# indelec\*

industria de electroconductores, s.a.

**PRIMERA FABRICA EN COSTA RICA  
Y CENTROAMERICA, EN PRODUCIR...**

## ALAMBRE ESMALTADO "POLIMIDE" H-180

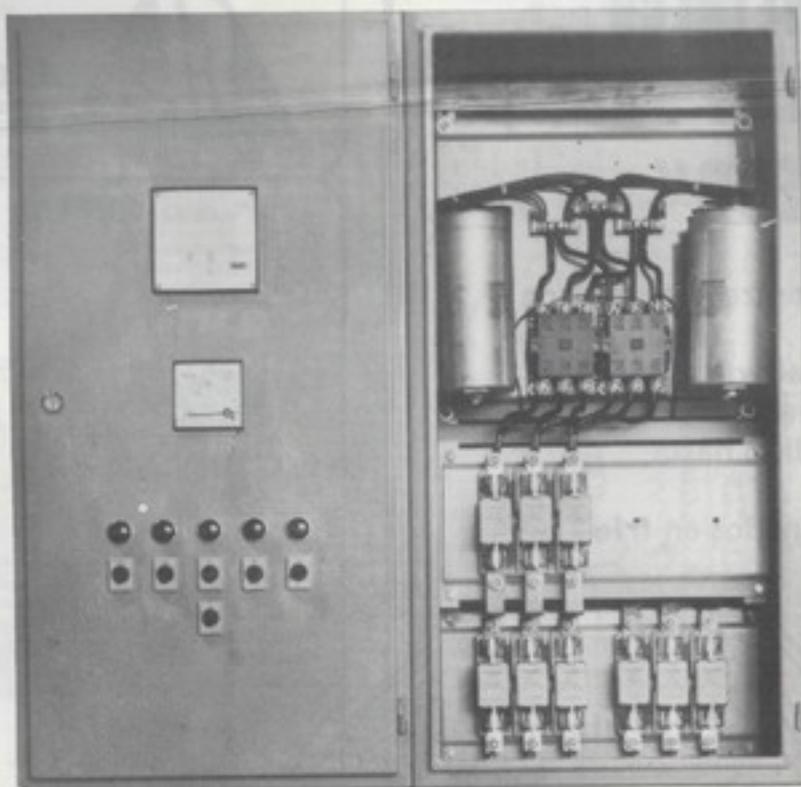
(Alambre Magneto - Alta temperatura)

PLANTA Y OFICINAS:

Parque Regional Industrial de Barreal, Heredia  
TEL. Central 39-09-29 - TELEX 7528 IESAEX, C.R.  
Apartado 4892 San José, COSTA RICA, C.A.

**SIEMENS**

# Equipos automáticos Siemens para corrección del factor de potencia.



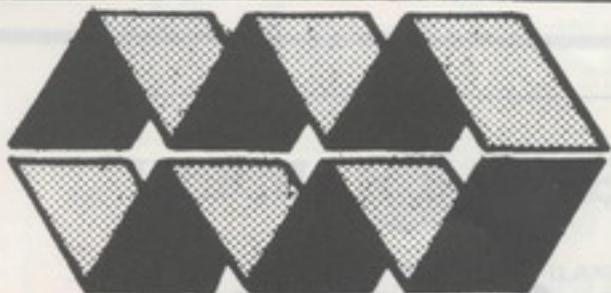
Al cumplir 4 años de haberse instalado el primer "Equipo Corrector de Factor de Potencia" SIEMENS se siente satisfecha de haber ayudado a sus clientes a eliminar de la factura por servicios eléctricos el sobreprecio correspondiente al mal factor de potencia de sus instalaciones.

En la actualidad disfrutan de este beneficio 67 clientes entre los que se cuentan: industria de fertilizantes, industria de acero, industria metal mecánica, industria textil, empacadoras de carne, beneficios de café, ingenios azucareros, aserraderos, etc.

88 sistemas de compensación que totalizan 15.850 KVAR funcionan eficientemente en todo el país.

**Siemens está cada día  
más cerca de Ud.**

**SIEMENS S.A.** Teléfono: 21 50 50



# METALCO SA

## A LA HORA DE CONSTRUIR

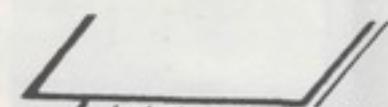
### SU CASA

### UD. Y METALCO

## TIENEN LA ULTIMA PALABRA...

# "TOLEDO"

- Lámina galvanizada corrugada y lisa
- Lámina esmaltada al horno en bellos colores
- Largos a pedido hasta 7.6 metros
- Perfiles laminados en frío



Lisa



Ondulado



Rectangular



Estructural



Perfiles



# TEL. 35-43-66

Colima Tibás, San José

Apdo. 1131



## Para sus construcciones SIKA ofrece...

### PLASTIMENT...

Para retardar velocidad de fragua, aumentar la densidad y resistencia del concreto.

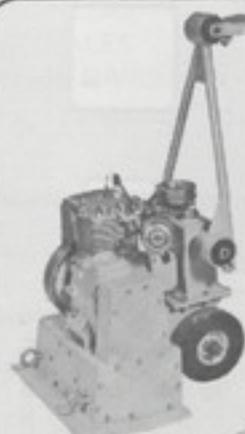
### RESINAS EXPOXICAS SIKADUR...

Para soldar concreto fresco a endurecido.  
Para inyección de grietas.  
Para pisos industriales resistentes al impacto.



## Con experiencia en todo el mundo.

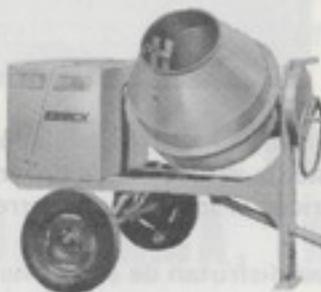
## La familia ESSICK



COMPACTADORA  
Plato de 18"



HELICOPTERO  
Motor:  
Eléctrico y gasolina  
Diámetro: 90 cm



BATIDORAS  
Capacidad 1/2 y 1 saco  
Motor: Eléctrico-Diesel y gasolina.



BOMBAS PARA AGUA  
Centrífugas  
Motor eléctrico y gasolina

### CALIDAD Y LARGA VIDA AL MEJOR PRECIO.



Especialidades para la Industria

## SAGOT & CIA

Tel. 23-81-11 Apto 10204

Si su propiedad es así...

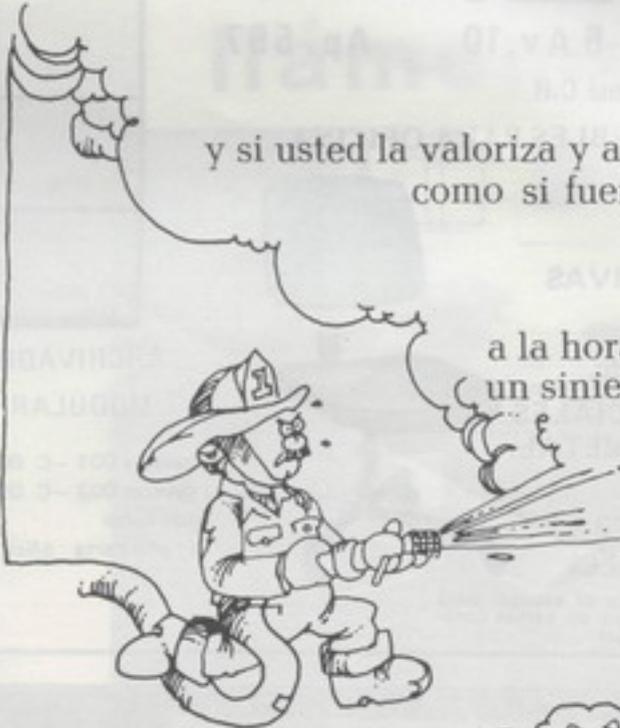


y si usted la valoriza y asegura  
como si fuera así...



a la hora de  
un siniestro

usted  
habrá perdido una propiedad así...



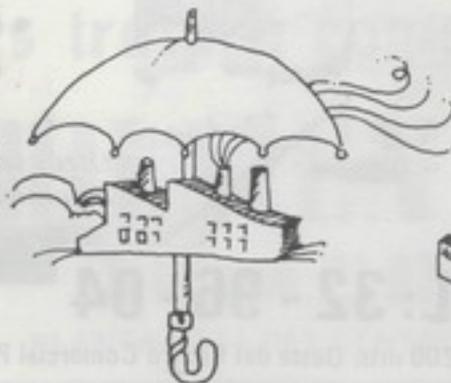
y el Seguro le pagará  
una así.



Para que esto no le suceda,



asegúrese por el valor  
real, sólo así estará  
realmente protegido.



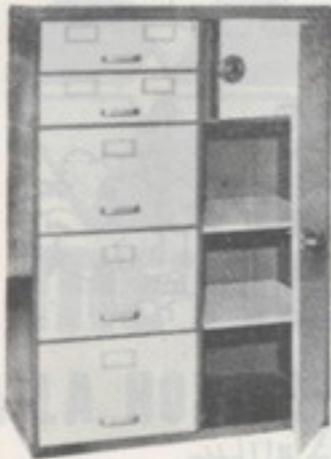
Consulte a su  
asesor de protección,  
el Agente del INS.



## CENTRO MUEBLES

# DELTA

Tel: 23 27 16 C 4-6 Av.10 Ap. 557  
San José C.R.



### ARCHIVADOR CAJA FUERTE

2 gavetas en la parte superior para tarjeteros, 3 gavetas "legal" estantería para libros y un adicional con cerradura especial de laminación.



### ESCRITORIO TIPO ESCUADRA

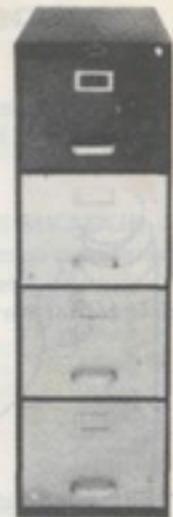
Cuerpo de metal y sobre de formica. 2 gavetas al lado izquierdo (una de archivo); un armario y una gaveta pequeña al lado derecho.

### TODO TIPO DE MUEBLES PARA OFICINA

- ESCRITORIOS
- ARCHIVOS
- SILLAS EJECUTIVAS
- TARJETEROS
- BIBLIOTECAS, etc.
- MUEBLES ESPECIALES EN MADERA Y METAL.

### SILLAS TIPO SECRETARIALES

700 - 703. Dos tipos de escoger para su mayor comodidad en varios colores. Reclinables y fijas.



### ARCHIVADOR MODULAR

4 gavetas 001 -C 001 -L  
2 gavetas 003 -C 003 -L  
Todo color  
Tamaño carta - oficio

## JARDIFEL S.R.L.

Le brinda los siguientes servicios a domicilio:

- RECORTE DE JARDINES
- JARDINES ORNAMENTALES
- LIMPIEZA DE VIDRIOS
- FUMIGACION y
- ABONO DE PLANTAS
- ENZACATADOS

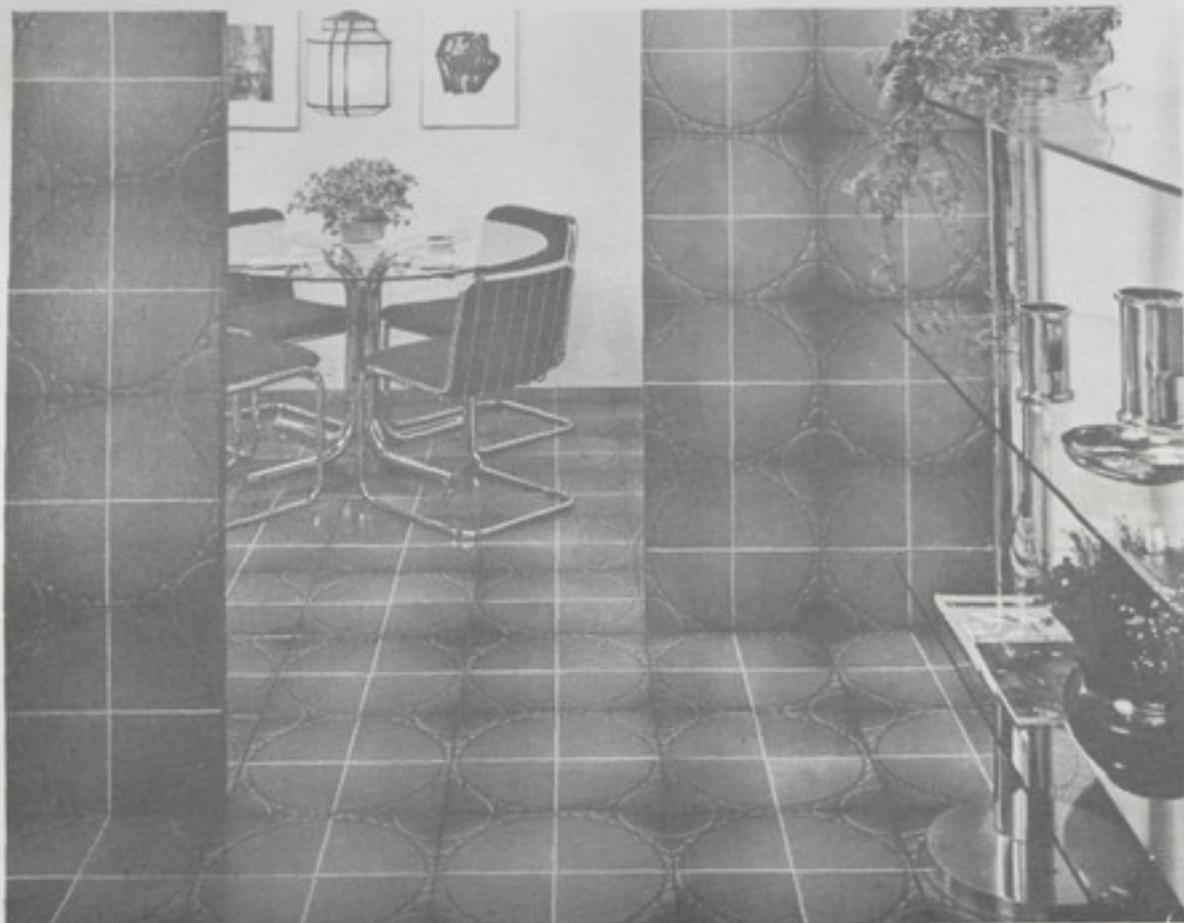
Otros servicios domésticos a domicilio.

Además ponemos a su disposición los VIVEROS JARDIFEL, para el embellecimiento de su casa u oficina.

**TEL: 32 - 96 - 04**

DIRECCION: 200 mts. Oeste del Centro Comercial Pavas.

**Si Usted necesita  
pisos cerámicos:  
solamente .....  
llámenos !**



**Toda la línea de pisos cerámicos  
del Grupo Chiarelli  
es tratada como arte.**

**DOLMEN S. A.**

**Teléfono: 21 97 20**

PLANTA BAJA DEL CENTRO COLON

