

# A del COLEGIO

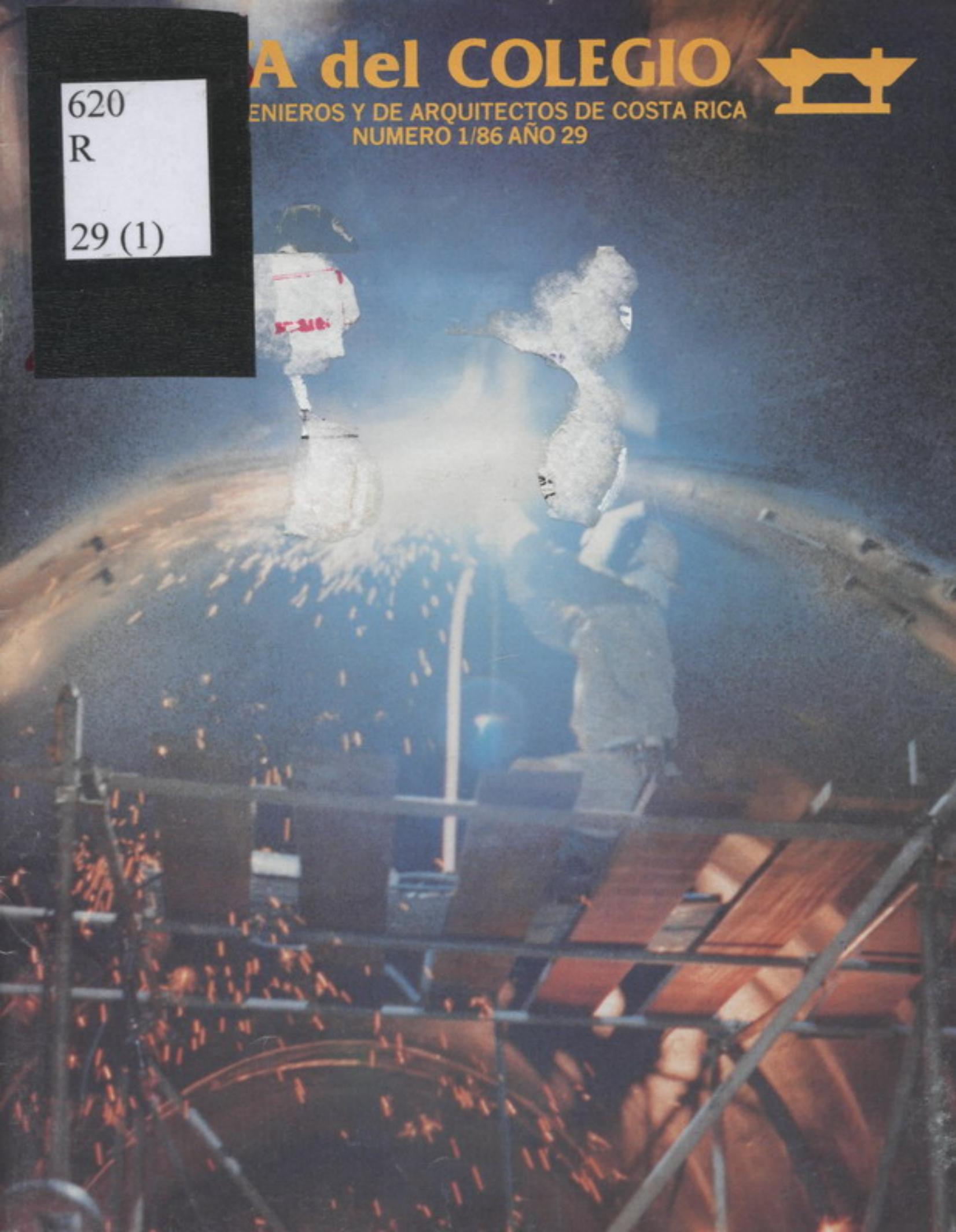
ENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA  
NUMERO 1/86 AÑO 29



620

R

29 (1)





Vental s.a.

ESTRUCTURAS ESPECIALES DE ALUMINIO  
TEL. 37-63-44

BANCO BANEX  
Como sólo Vental sabe hacerlo...

Diseño: Arq. Bruno Stagno

# ASEGURE SU EQUIPO ELECTRONICO ¡ CONTRA TODO RIESGO !



El seguro de Equipo Electrónico le ofrece la más amplia protección para su computador, microcomputador y otros equipos electrónicos.

## COBERTURA BÁSICA:

- a) Incendio, rayo, explosión, implosión.
- b) Daños por humo, hollín, gases o líquidos corrosivos.
- c) Inundación, acción del agua y humedad.
- d) Cortocircuito, arco-voltaico, y otras causas eléctricas.
- e) Defectos de materiales, fallas de fabricación o del montaje.
- f) Errores de manejo, descuido, impericia, así como daños malintencionados y dolo de terceros.
- g) Robo con violencia.
- h) Tempestad, helada, granizo.
- i) Hundimiento del terreno, deslizamiento de tierra.
- j) Otros accidentes no excluidos de la póliza.

## ADEMÁS:

Es posible obtener coberturas adicionales contra los siguientes riesgos:

- Temblor y terremoto.
- Huracán, ciclón, tifón.
- Huelga, motín, conmoción civil.
- Gastos adicionales por horas extra, flete expreso o alquiler de otro equipo en caso de daño del equipo propio.

**SOLICITE MAYOR INFORMACIÓN  
A UN AGENTE DE SEGUROS.**



**EUROPA,  
SUDAMERICA,  
ASIA, AFRICA,  
ALASKA,  
HAWAII E  
ISLAS DEL CARIBE**

*Más a su alcance!*

**por MIDA o  
por operadora.**

Gracias al avance tecnológico en la red mundial de telecomunicaciones, ahora usted puede beneficiarse de la sustancial rebaja en sus llamadas a Europa, Sudamérica, Asia, Africa, Alaska, Hawaii e Islas del Caribe.

En esta forma el ICE brinda un decidido apoyo al importante sector exportador a mercados no tradicionales. Aproveche las nuevas tarifas para llamadas internacionales y económicas más haciéndolo por MIDA.

Llamar por

**mida**

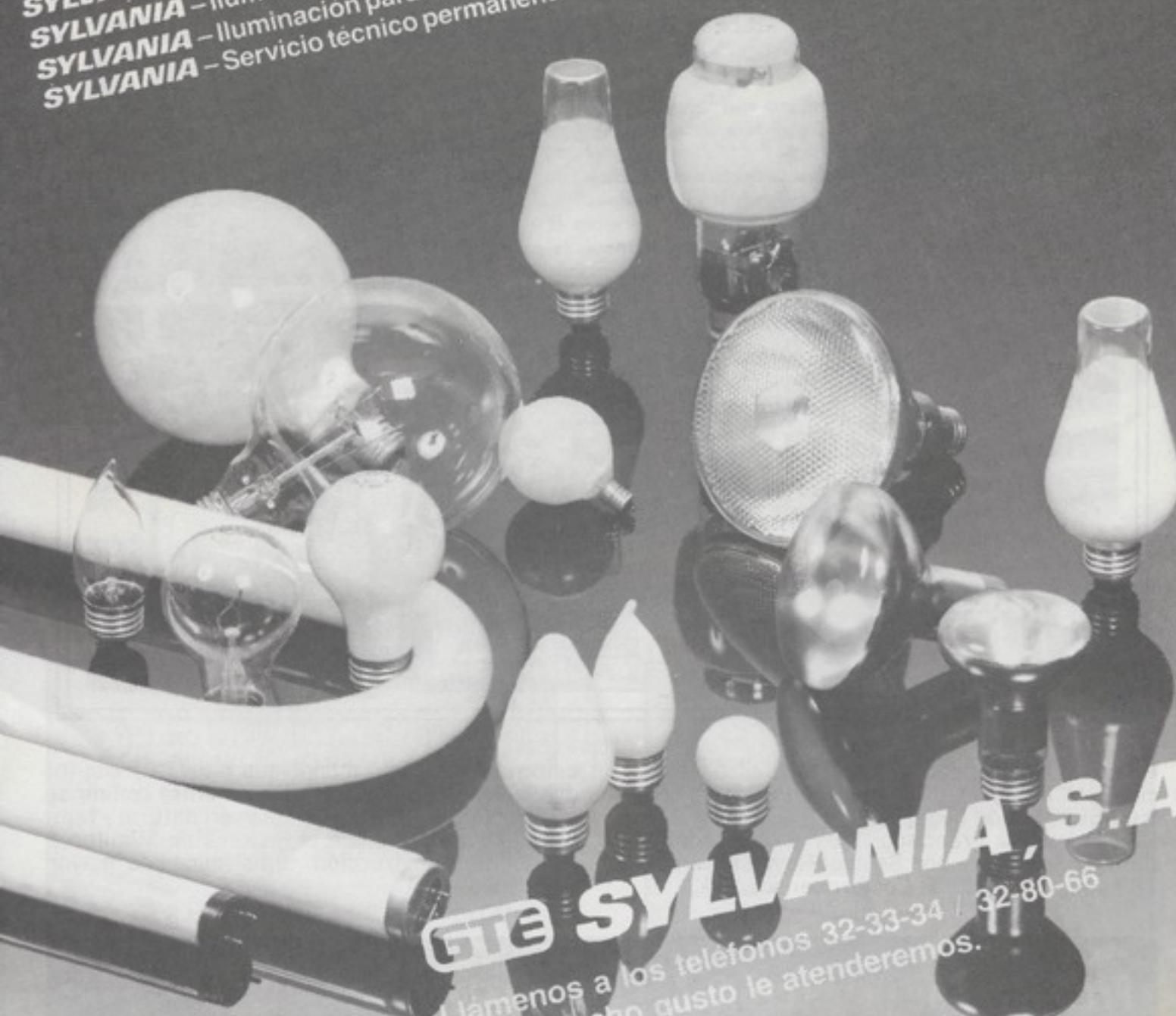
es más rápido y más económico.



**INSTITUTO COSTARRICENSE  
DE ELECTRICIDAD** FUENTE DE PROSPERIDAD NACIONAL

Para obtener excelencia  
y variedad en iluminación  
usted sólo debe decir una palabra:  
**SYLVANIA**

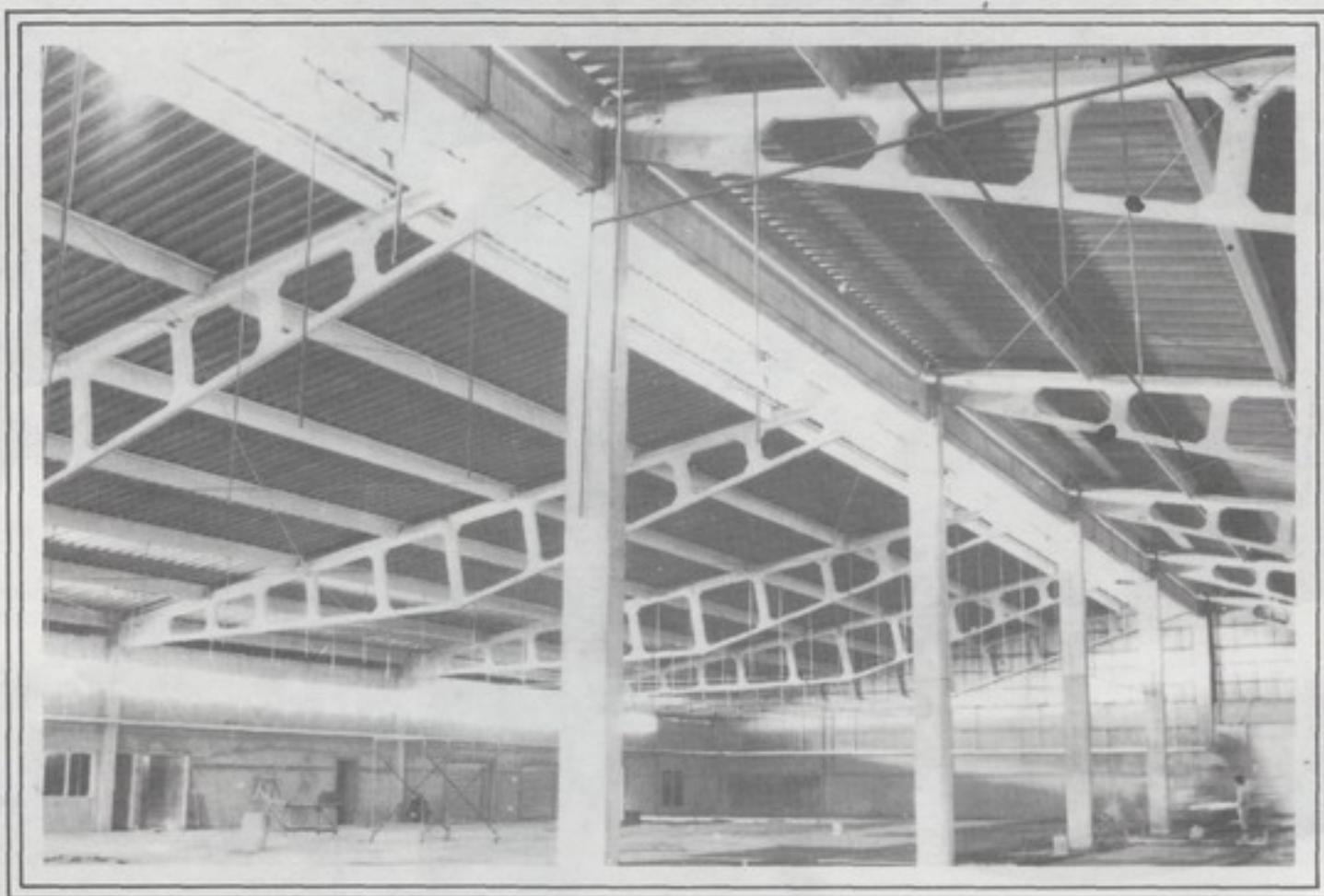
- SYLVANIA** - Bombillos para todo uso
- SYLVANIA** - Amplia gama de tubos fluorescentes
- SYLVANIA** - Iluminación industrial y comercial
- SYLVANIA** - Iluminación para interiores y exteriores
- SYLVANIA** - Servicio técnico permanente



**GTE SYLVANIA, S.A.**  
Llámenos a los teléfonos 32-33-34 / 32-80-66  
y con mucho gusto le atenderemos.

Bodegas prefabricadas de concreto:

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



Hilaturas Costarricenses, S.A., lo analizó y se decidió por el Sistema Construrapid PC para construir 5508 M2 de bodegas.

Diseñadas por Francisco Mas y Asociados Ltda. y construídas por Samuel Rovinski, en sólo 18 semanas Hilaturas Costarricenses, S.A.,

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

Para mayor información

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

# Editorial



## LA ACCION DE UN COLEGIO PROFESIONAL

Resulta a veces difícil para el público y algunas veces para el mismo profesional entender la gran responsabilidad que en Costa Rica tienen los Colegios Profesionales.

El Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, que agrupa entre sus miembros activos a Arquitectos, Ingenieros Civiles, Electricistas, Mecánicos, Industriales, Tecnólogos, Topógrafos, etc., ha estado desde su inicio totalmente consciente del papel regulador y defensor del público en materia de ejercicio profesional.

Un altísimo porcentaje de nuestro presupuesto se dirige a la fiscalización de dicho ejercicio. A velar porque las construcciones del país se ajusten a los códigos y reglamentos vigentes. A luchar porque a toda costa en estas ramas tan vitales para la seguridad de los ciudadanos, se erradique el empirismo y la mala praxis profesional que podrían ser fatales en casos de catástrofe.

Continuamente nuestra Comisión Permanente de Fiscales estudia cada caso de posible violación al Código de Etica y nuestros Tribunales de Honor, cuando procede, recomienda las sanciones que el caso amerita.

Para soportar tan importante función, dicha Comisión cuenta con fiscales, empleados pagados por nuestro Colegio, quienes recorren el país fiscalizando e investigando cualquier anomalía que pueda estarse presentando.

Nuestro Colegio, con orgullo decimos, nunca ha asumido posiciones de carácter gremial. El ambiente en el que normalmente nos desenvolvemos es el de la creación de Programas de Interés Social, reglamentos que mejoren el ejercicio profesional, conferencias, charlas técnicas, seminarios y congresos que cooperen en el desarrollo de cada uno de nuestros miembros, el análisis y posibles soluciones a problemas nacionales y otra gran cantidad de actividades que hacen de nuestro Colegio, una verdadera institución de carácter profesional.

Nuestros fines establecidos en la Ley Orgánica N°. 4925, principalmente tienden a estimular al progreso de la Ingeniería y la Arquitectura, el decoro de las profesiones, su contribución a los asuntos de interés público, la defensa de los derechos de sus miembros y la asesoría a los poderes del Estado, organismos y asociaciones e instituciones públicas o privadas en materia de nuestra competencia.

Hemos venido cumpliendo fielmente con estos principios y hemos ido más allá: programas como el de Asistencia Técnica a Municipalidades, el de Asistencia en materia de Vivienda a Familias de Bajos Ingresos, son muestra de la clara conciencia y proyección social que nos mueve.

Ing. Víctor Herrera  
Presidente del C.F.I.A.

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

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

Director Ejecutivo  
Ing. **GUILLERMO DE LA ROCHA HIDALGO**

Periodista **JORGE COTO C.**

Diagramación **CRISTINA DE FINA**  
Producción **ALFREDO MASS**

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



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



# ILUMINACION

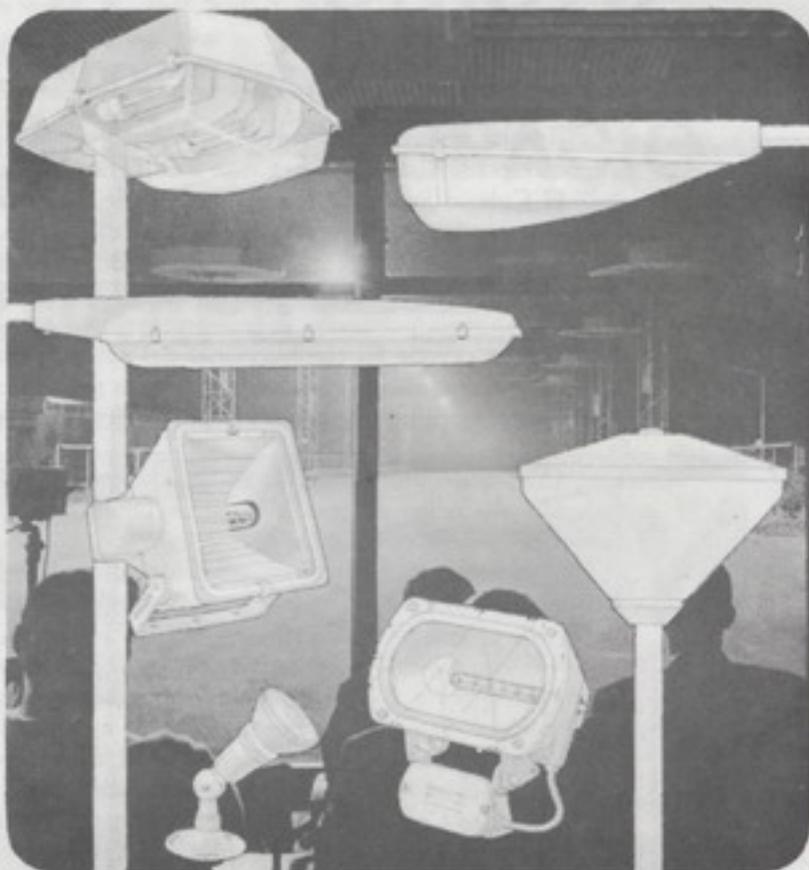
# PHILIPS

Industria de Productos Eléctricos Centro-Americana S.A.

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

## • EQUIPOS DE ILUMINACION EN GENERAL

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



## • LUMINARIAS Y REFLECTORES PARA LA ILUMINACION DE:

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

## • BALASTROS, ACCESORIOS Y REPUESTOS PARA ALUMBRADO.

## • ASESORAMIENTO DE ILUMINACIONES

# INPELCA

# Hay que ver para creer.



## La calidad en vidrios se llama Cebi.

Siempre ha sido así, usted lo sabe y miles de ingenieros y constructores lo han comprobado con el paso del tiempo. Ellos han podido ver a través de nuestros productos que Cebi es sinónimo de vidrios y también de calidad. Porque para creer en la calidad hay que verla, y cuando se ve el sello de Cebi, es suficiente para reconocerla.



Visítenos, nuestra especialidad y nuestra experiencia no le cuestan más.



Avenida 3, Calle 12 Teléfono: 21-6376  
Apartado: 2-842 (1000), San José

**Ponga la mira en**



**ACRY-LITE** Antibala

*Señor Profesional, en sus diseños de arquitectura interior bancaria o de puestos de personal de seguridad en residencias, no deje de considerar la lámina **ACRY-LITE** Antibala. Solicite información sobre el módulo bancario a nuestro representante y él le mostrará una maqueta del mostrador de cajero.*



*Todos los impactos se quedan del otro lado!!!*



**Acrílicos de Centroamérica, S.A.**

**Unicos fabricantes de láminas acrílicas en Costa Rica.**

**Llámenos...  
¡La consulta que resulta!**

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



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



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

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

**CREDOMATIC DE C.R.**

TELS: 24-6055 y 24-2155

# PROGRAMA MBA MASTER IN BUSINESS ADMINISTRATION EN COSTA RICA

NATIONAL UNIVERSITY LO TIENE

NATIONAL UNIVERSITY ha fundamentado su programa MBA, MASTER IN BUSINESS ADMINISTRATION, como un servicio al desarrollo económico del país, cubriendo áreas de actividad que demandan cada día mayor número de profesionales con conocimientos y técnicas actualizadas, indispensables para la función dinámica y precisa de los negocios.

El programa MBA se ofrece en 4 énfasis a escoger:

**MERCADEO:** Un enfoque avanzado de los aspectos que intervienen en el mercadeo de productos y servicios, tales como publicidad, investigación de mercados, y programas de ventas.

**NEGOCIOS INTERNACIONALES:** Trata los aspectos más relevantes de la conducción y técnica de los negocios en el ámbito internacional, como: acceso a mercados extranjeros, evolución monetaria internacional, condiciones de desarrollo.

**RECURSOS HUMANOS:** Toca los aspectos neurálgicos de la relación de los recursos humanos con la organización, su funcionamiento dentro de esta como un todo y como factor dinámico en el proceso de producción.

**FINANZAS Y BANCA:** Proporciona las técnicas y procedimientos generales de Administración Moderna, específicas del mercado financiero y de los negocios bancarios.

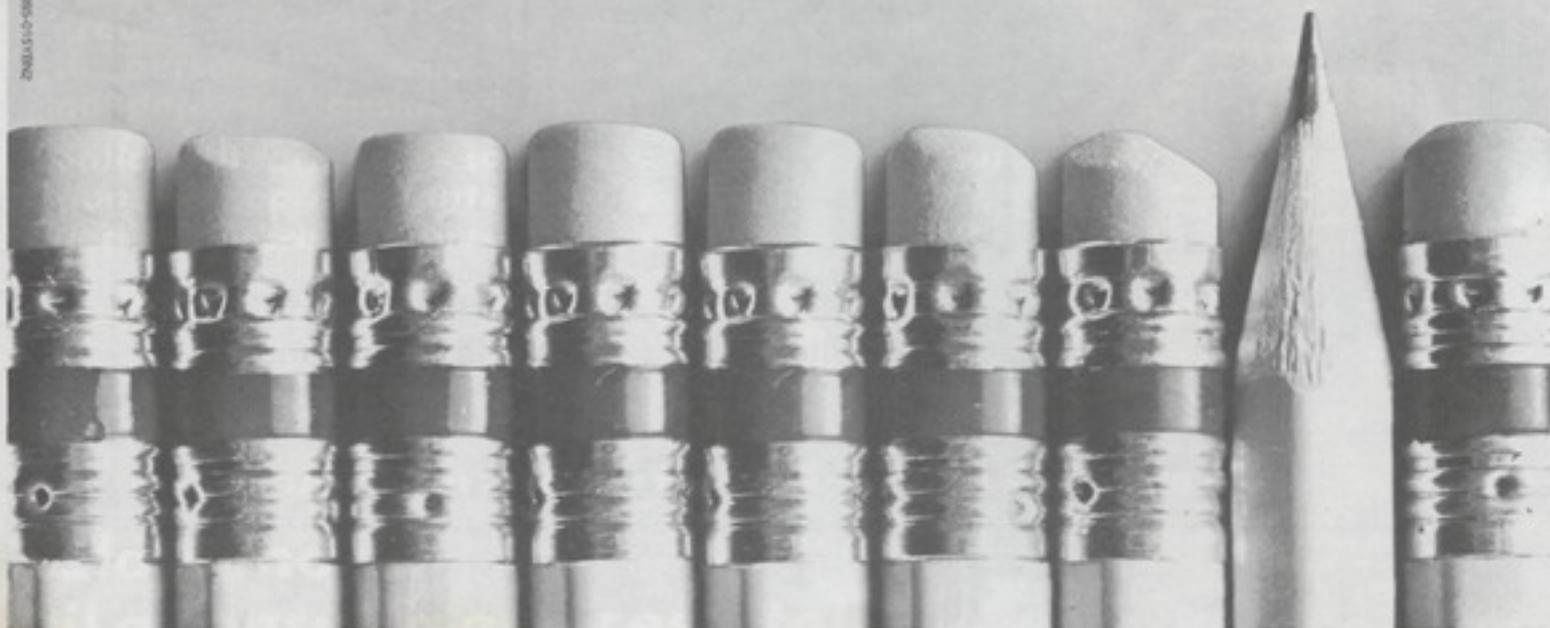
El sistema de enseñanza de NATIONAL UNIVERSITY, un curso por mes y horario nocturno, permite al estudiante realizar sus estudios sin interrumpir sus ocupaciones diarias.



**NATIONAL  
UNIVERSITY**  
San Diego, California  
San José, Costa Rica

*LA EXCELENCIA AL SERVICIO DEL DESARROLLO*

Para informes, llamar a los teléfonos: 25-5878, 53-1426, 53-5270 y 53-5298.



# Sumario



## 3 Editorial

**12** Complejo Hidroeléctrico Arenal-  
Corobici Sistema de automatización

Antonio Antiaño Terán  
Bernal Thalman Cordero  
Hernán Jiménez Nichols  
Marco A. Vásquez Esquivel

**22** Control automático del pH en la  
alcalinización del jugo de caña

Ing. César Brenes A.  
Dr. Guillermo Loría M.

## 30 Noticias

**38** Modelo del sistema de migración  
en Costa Rica

Ing. Elizabeth Coto de M.  
M.Sc.

**48** Un método de balanceo estático

Ing. Domingo Riggioni C.  
Ing. Bernal Arauz C.

**56** Consideraciones sobre los proble-  
mas de planificación en Costa Rica

Vicent Labeyrie

Portada: Soldadura en el Túnel de Arenal  
Foto Archivo Instituto Costarricense de Electricidad

# SÓLO AÑADA AGUA Y LISTOS

Concre Mix le ofrece la arena, la piedra y el cemento, todo en una sola bolsa y al precio más económico.

Concre Mix se usa sin complicaciones para contrapisos, vigas corona, vigas sísmicas, columnas, aceras, patios, entradas y pisos de garajes, cunetas, diferentes bases de concreto, gradas, bacheo de calles y carreteras de cemento o asfalto y en fundaciones para postes.

Todo esto sin desperdicio ni complicaciones. Concre Mix viene en 2 cómodos tamaños de bolsa para que usted use exactamente el que necesite.

Pega Mix, arena y cemento técnicamente mezclados, viene en 2 cómodos tamaños de bolsa. Es especial para pegar blocks y ladrillos.

Para repellos verdaderamente duraderos.

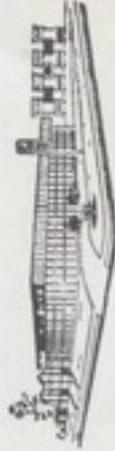
Y para la pega de pisos como mosaico, terrazo, terracín, losetas de barro, cerámicas y otros. Con Pega Mix usted puede hacer prácticamente cualquier tipo de trabajo que requiera mortero, al precio más económico.



Exíjalos para trabajar más fácil y económicamente.  
Dos productos calidad



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



# FONT S.A.

36 AÑOS SIRVIENDO AL PAIS SON SU MEJOR GARANTIA

ALMACEN FONT S.A.  
APDO. 10295 SAN JOSE  
LA URUCA TEL.: 32-82-22

## Aveling Barford

Motoniveladoras con doble  
tracción y dirección.  
Volquetes roqueros.  
Equipos para compactación.  
Cargadores en llantas.

Con las Mejores Marcas:  
• **BARBER GREENE:**  
Plantas para producir  
mezclas asfálticas.  
• **TELSMITH:**  
Equipos para trituración de  
roca.

• **E.D. ETNYRE:**  
Distribuidores de asfalto y  
agregados.

• **DELMAG:**

Hinca pilotes a diesel.

• **PETTIBONE:**

Grúas hidráulicas.

• **BENFORD:**

Mezcladoras de Hormigón.



ASG 113



ASG 018



ASG 021

---

---

# Complejo Hidroeléctrico Arenal - Corobici Sistema de automatización

**Autores:**

Antonio Antiñano Terán  
Bernal Thalman Cordero  
Hernán Jiménez Nichols  
Marco A. Vásquez Esquivel  
Universidad de Costa Rica

## RESUMEN

El complejo hidroeléctrico Arenal-Corobici es un conjunto generador de 370 MW de capacidad, que consta de dos plantas con tres unidades generadoras cada una, ligadas hidráulicamente en serie. El sistema controlador CIBERTEC consta de dos computadores, uno al mando y otro alerta (hot stand-by) y sus interfaces con el proceso conectan con 43 entradas analógicas, 120 entradas digitales, 48 salidas de mando, un tablero de controles e indicadores, 2 impresoras para registro cronológico de eventos y reportes estadísticos y una terminal de video (CRT) para el intercambio de información con el operador. La estrategia de control fue desarrollada en base a una simulación digital del sistema hidroeléctrico y sus funciones principales son las de: determinar la fuente de consigna (Centro de Despacho Automático de Carga, CRT o unidad reguladora local); distribuir la consigna entre las plantas, modificándola para mantener el nivel del embalse intermedio; determinar la entrada y salida de unidades y ejecutar las consignas individuales ajustándolas para corregir errores de frecuencia.

## 1. COMPLEJO HIDROELECTRICO ARENAL - COROBICI

El complejo hidroeléctrico consta de dos plantas con tres unidades generadoras cada una, que aprovechan la energía hidráulica en dos caídas sucesivas: Arenal en el nivel superior y Corobicí aguas abajo (Ver Figura 1).

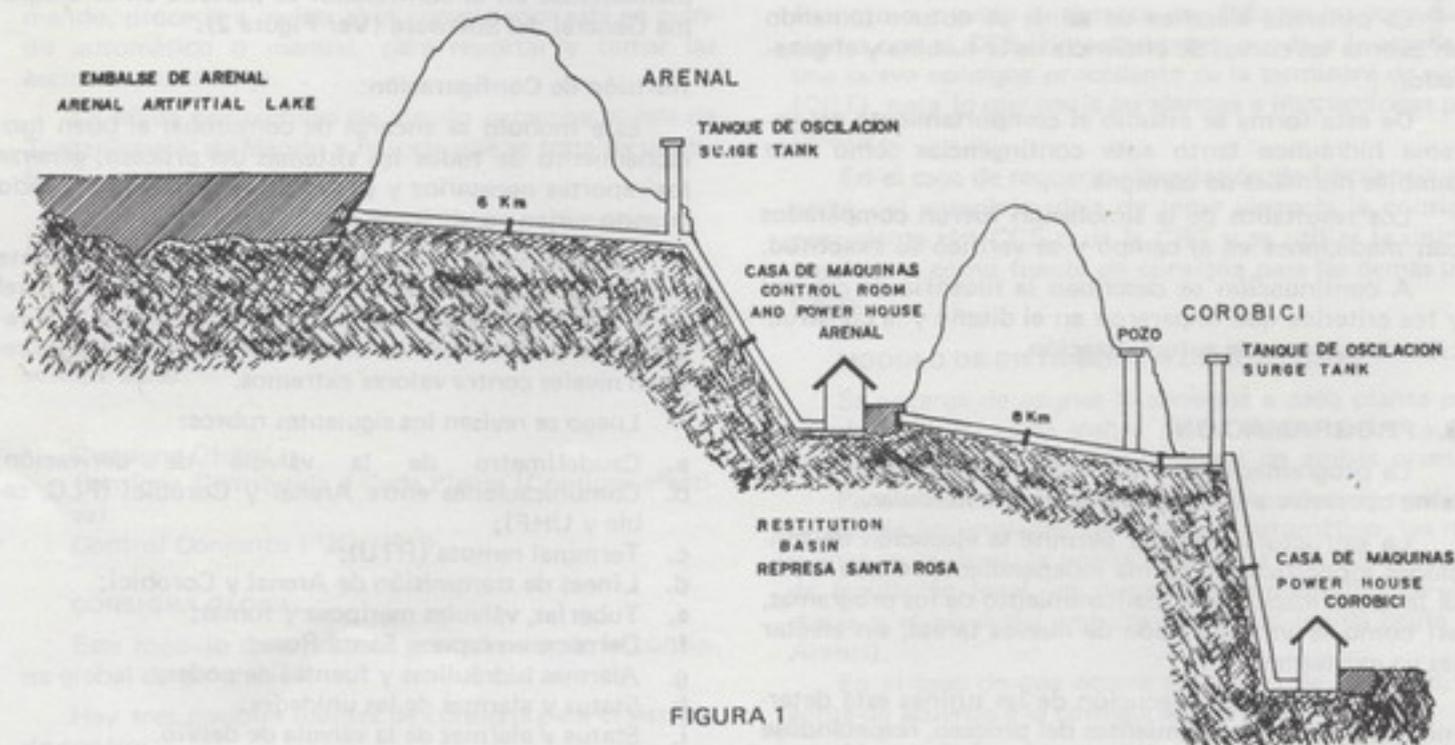


FIGURA 1

El complejo tiene una capacidad de generación equivalente a la instalada en el resto del país, lo que evita la utilización de combustibles fósiles importados en la producción de energía eléctrica.

El ligamen hidráulico de las plantas en cascada hace necesaria la utilización de un sistema de control inteligente que garantiza la operación optimizando la utiliza-

ción de los recursos de generación y garantizando la estabilidad hidráulica y la continuidad del servicio.

En Costa Rica existe un centro de despacho automático de carga (CCE), localizado en la ciudad de San José, donde se calculan y distribuyen las consignas de generación del sistema nacional interconectado.

La utilización del controlador inteligente permite al Centro de Despacho considerar al complejo como un solo centro de generación, sin tomar en cuenta factores hidráulicos.

## 2. SIMULACION

Con el fin de establecer los límites de estabilidad del sistema hidráulico, probar la eficacia de la estrategia de control y realizar el ajuste de los algoritmos de regulación hidráulica, se implementó una simulación digital del complejo hidroeléctrico Arenal - Corobicí.

Cada uno de los componentes del sistema hidráulico fue modelado considerando en detalle la geometría, la rugosidad de las paredes, la variación de los coeficientes de pérdida con el número de Reynolds y respetando las relaciones no lineales.

En el modelaje de las tuberías de alta presión se incluyó la elasticidad de las paredes y la compresibilidad del agua para el estudio de la conducta transitoria.

Las turbinas fueron introducidas al modelo de acuerdo a sus curvas características y los gobernadores simulados a partir de la válvula piloto en base a las curvas medidas por el fabricante.

La potencia eléctrica de salida se obtuvo tomando en cuenta las curvas de eficiencia de la turbina y el generador.

De esta forma se estudió el comportamiento del sistema hidráulico tanto ante contingencias como ante cambios normales de consigna.

Los resultados de la simulación fueron comparados con mediciones en el campo y se verificó su exactitud.

A continuación se describen la filosofía de control y los criterios que imperaron en el diseño y la construcción del sistema de automatización.

## 3. PROGRAMACION

La programación del automatismo se basa en un sistema operativo a tiempo real de diseño modular.

La estructura modular permite la ejecución de funciones específicas en forma independiente lo que facilita la modificación y el mantenimiento de los programas, así como la incorporación de nuevas tareas, sin afectar las ya existentes.

La secuencia de ejecución de las rutinas está determinada por los requerimientos del proceso, respetándose un orden de prioridades preestablecido.

Cada rutina tiene la capacidad de establecer su propia frecuencia de ejecución en forma independiente de acuerdo a lo que el sistema le demande.

La configuración duplicada determina dos formas distintas de operación para los computadores, a saber: ACTIVO (al mando) y ALERTA ("hot stand-by").

El computador ALERTA mantiene actualizada su memoria con los datos del proceso y a través del sistema de comunicación entre computadores.

Permanentemente revisa cada una de sus funciones (autodiagnóstico) y se reporta como bueno en caso de no encontrar falla. Su actuación sobre el proceso permanece inhibida tanto por programación (bloqueo de rutinas) como por "hardware" (Conmutación del mando).

El computador activo es el que tiene a su cargo las funciones de control del proceso. Su tarea primordial es la de mantener la estabilidad del flujo hidráulico entre las plantas y el nivel del embalse Santa Rosa. Paralelamente y en coordinación con la regulación hidráulica se realizan las siguientes tareas complementarias:

- Distribución de consignas de generación que conlleva comunicaciones con el CCE y con los operadores;
- Ejecución de consignas de control conjunto ("JOINT") para cada planta;
- Control automático de generación con corrección de frecuencia en cada una de las unidades;
- Operación bajo regulación local de frecuencia;
- Recolección de datos del proceso;
- Registro cronológico de eventos;
- Impresión de reportes estadísticos.

La coordinación en la ejecución de las funciones implementadas en el controlador se muestra en el Diagrama General del Software (Ver Figura 2).

### Revisión de Configuración:

Este módulo se encarga de comprobar el buen funcionamiento de todos los sistemas del proceso; generar los reportes necesarios y provocar el rechazo del mando cuando surjan condiciones que lo requieran.

La revisión de configuración procede de la siguiente manera. Inicialmente se revisan los medidores de nivel de la represa de Arenal, los tanques de oscilación y la represa Santa Rosa. Si los medidores están buenos, se revisan niveles contra valores extremos.

Luego se revisan los siguientes rubros:

- Caudalímetro de la válvula de derivación;
- Comunicaciones entre Arenal y Corobicí (PLC, cable y UHF);
- Terminal remota (RTU);
- Líneas de transmisión de Arenal y Corobicí;
- Tuberías, válvulas mariposa y tomas;
- Derrame en represa Santa Rosa;
- Alarmas hidráulicas y fuentes de poder;
- Status y alarmas de las unidades;
- Status y alarmas de la válvula de desvío.

Si el computador no está al mando, a la hora de ejecutarse esta rutina, se desactivan todas las órdenes al proceso y se inhiben las rutinas correspondientes a mando.

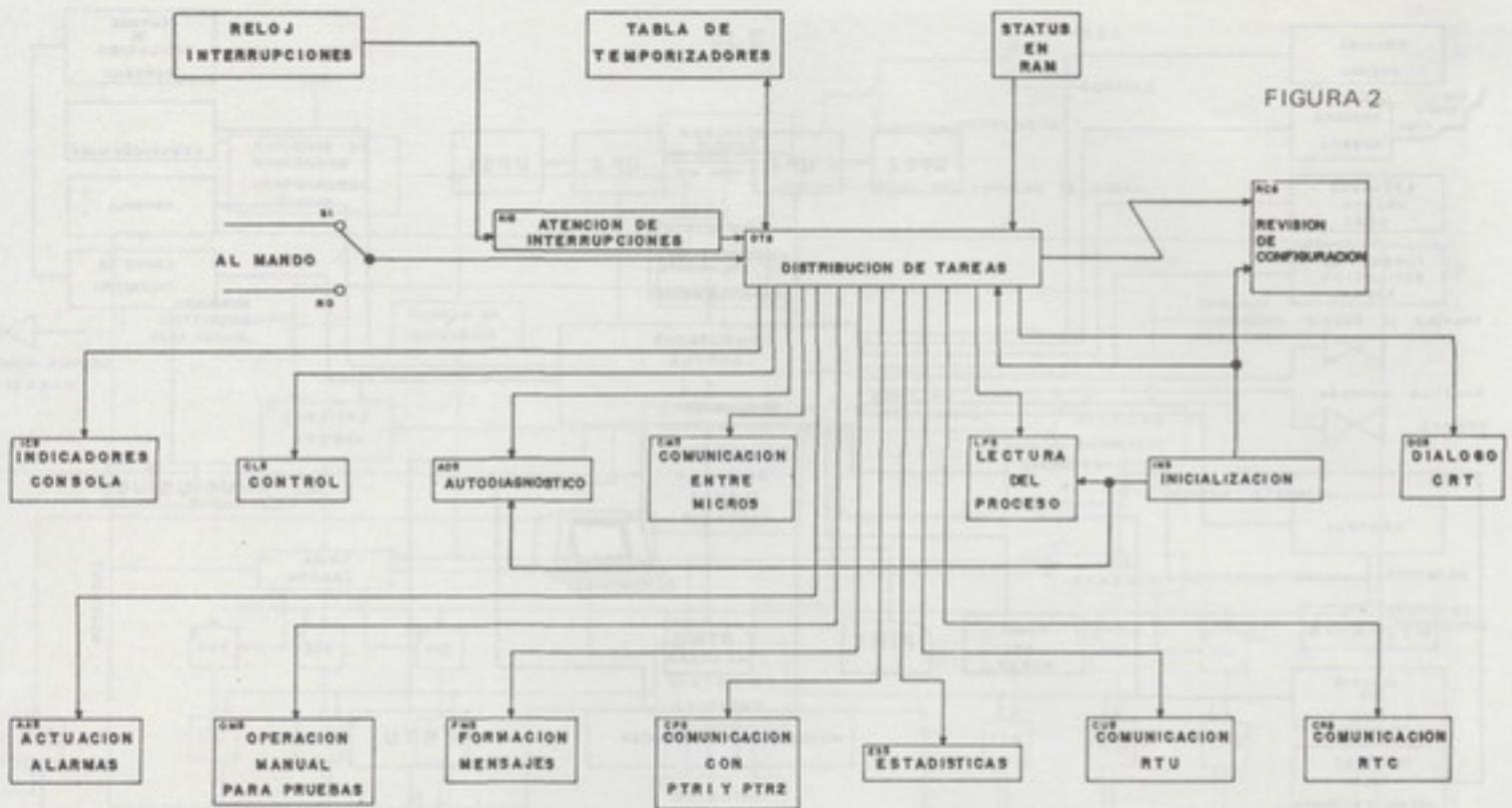


FIGURA 2

Si este módulo pasa por todas las revisiones sin encontrar ninguna condición que implique un rechazo de mando, procede a revisar si el computador está en mando automático o manual, para reportar y tomar las acciones pertinentes.

La salida por rechazo de mando desactiva el relé de Toma General de Mando y reporta que se trata de un defecto en el sistema.

**Esquema de Control:**  
(Ver figura 3)

Los módulos que componen la programación de control están organizados en forma jerárquica en tres niveles, a saber:

- Consigna Global
- Consigna Distribuida a Cada Planta (Consigna efectiva)
- Control Conjunto ("JOINT")

**CONSIGNA GLOBAL**

Este módulo determina la procedencia de la consigna global de generación.

Hay tres posibles fuentes de consigna para el sistema de control.

Normalmente la consigna proviene del centro de Control de Energía y su valor es leído periódicamente desde la terminal remota (RTU).

La consigna puede ser recibida en forma local cuando el operador lo pida, por medio del interruptor Local-Remoto o cuando se detecta una falla en las comunicaciones con el CCE. En estos casos, queda a la espera de una nueva consigna procedente de la terminal de vídeo (CRT), para lo que envía las alarmas e instrucciones pertinentes.

En el caso de requerirse regulación de frecuencia por parte del complejo, deja de tener vigencia la consigna procedente del CCE o de la CRT y se utiliza la unidad reguladora como fuente de consigna para las demás unidades.

**MODULO DE DISTRIBUCION DE CONSIGNAS**

Se encarga de asignar la consigna a cada planta partiendo de la consigna global, de tal forma que el caudal en estado estable tienda a igualarse en ambas plantas.

Para el cálculo de consignas se considera la configuración de las unidades bajo control automático, las máquinas en manual, la potencia de cada unidad, el status de regulación local, los status de disponibilidad de unidades y el nivel del embalse de Arenal (caída bruta de Arenal).

En el caso de que ocurra el disparo de unidades, se actúa de acuerdo a la configuración resultante.

Al ser declarada una máquina del complejo como reguladora, la consigna global se toma de la unidad reguladora y se distribuye entre ambas plantas considerándose el balance hidráulico del sistema.

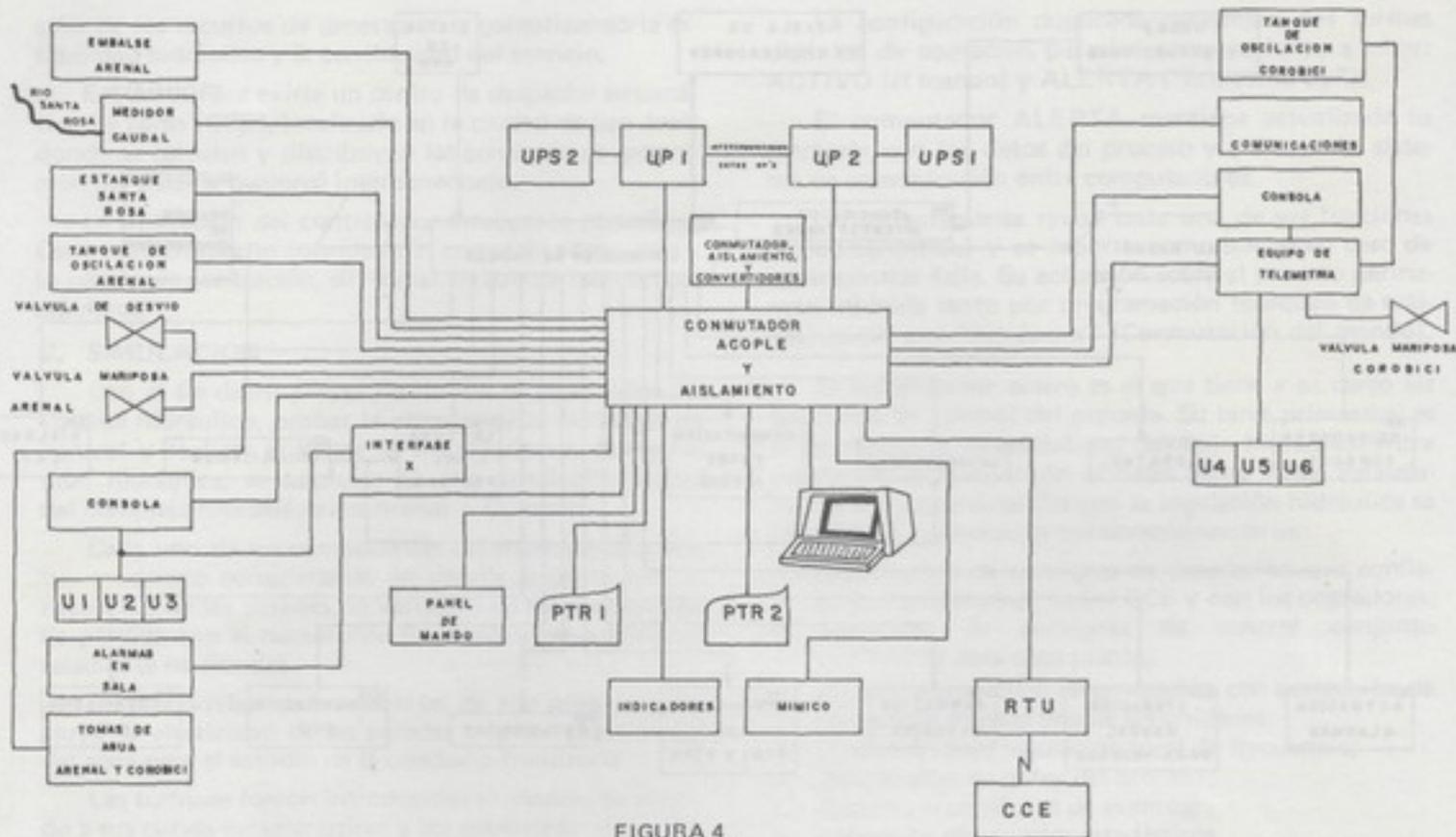


FIGURA 4

del sistema, de acuerdo a límites de histéresis y respetando el caudal máximo de las tuberías de presión, llevando un control de rotación para uniformar desgaste.

Las órdenes al sistema son retroalimentadas al computador con el fin de revisar su correcto accionamiento. También se revisan tiempos excesivos de ejecución y si es del caso, se generan las alarmas y reportes correspondientes.

#### 4. ARQUITECTURA DEL EQUIPO ("Hardware")

El controlador está compuesto por dos computadores, un pupitre de mando e indicadores, un sistema de conmutación automática del mando, un reloj de tiempo real, interfaces y aislamiento galvánico entre el proceso y el controlador, un sistema de adquisición de datos, una terminal de video y dos impresoras (Ver Figura 4).

El controlador recibe las señales eléctricas e hidráulicas de las unidades, la válvula de desvío, el nivel de los embalses y tanques de oscilación, el estado de válvulas y tomas de agua, que son adecuadamente convertidas para su procesamiento.

Los datos procedentes de Corobicí y del embalse de Arenal, se transmiten mediante el equipo de telemetría. Las señales de entrada llegan a los computadores simultáneamente.

Se utiliza un total de 46 entradas analógicas, 100 señales digitales y 48 salidas de mando.

Las funciones de intercambio de información con el operador se realizan mediante la terminal de video (CRT) y las dos impresoras (PTR1 y PTR2). La CRT se utiliza además para el despliegue de barras y datos del estado eléctrico e hidráulico del sistema, así como de informe de fallas eventuales del proceso. Una de las impresoras (PTR1) se utiliza para llevar un registro cronológico de los eventos que suceden durante la operación del controlador. La otra impresora se emplea para generar reportes estadísticos de las variables del proceso.

El pupitre de mando mantiene además de la CRT, una serie de interruptores, botones y luces indicadoras mediante las cuales se selecciona entre otros la toma general de mando (manual o automático), la fuente de consigna, el paso individual de unidades o la válvula de desvío a manual o automático, el computador al mando e indicación luminosa del estado de las unidades de generación y de alarmas propias del sistema.

Todas las salidas del controlador pasan a través de un sistema de conmutación de salidas, controladas desde el conmutador de mando ("watch dog"), que asegura que únicamente el computador al mando tenga control sobre el proceso.

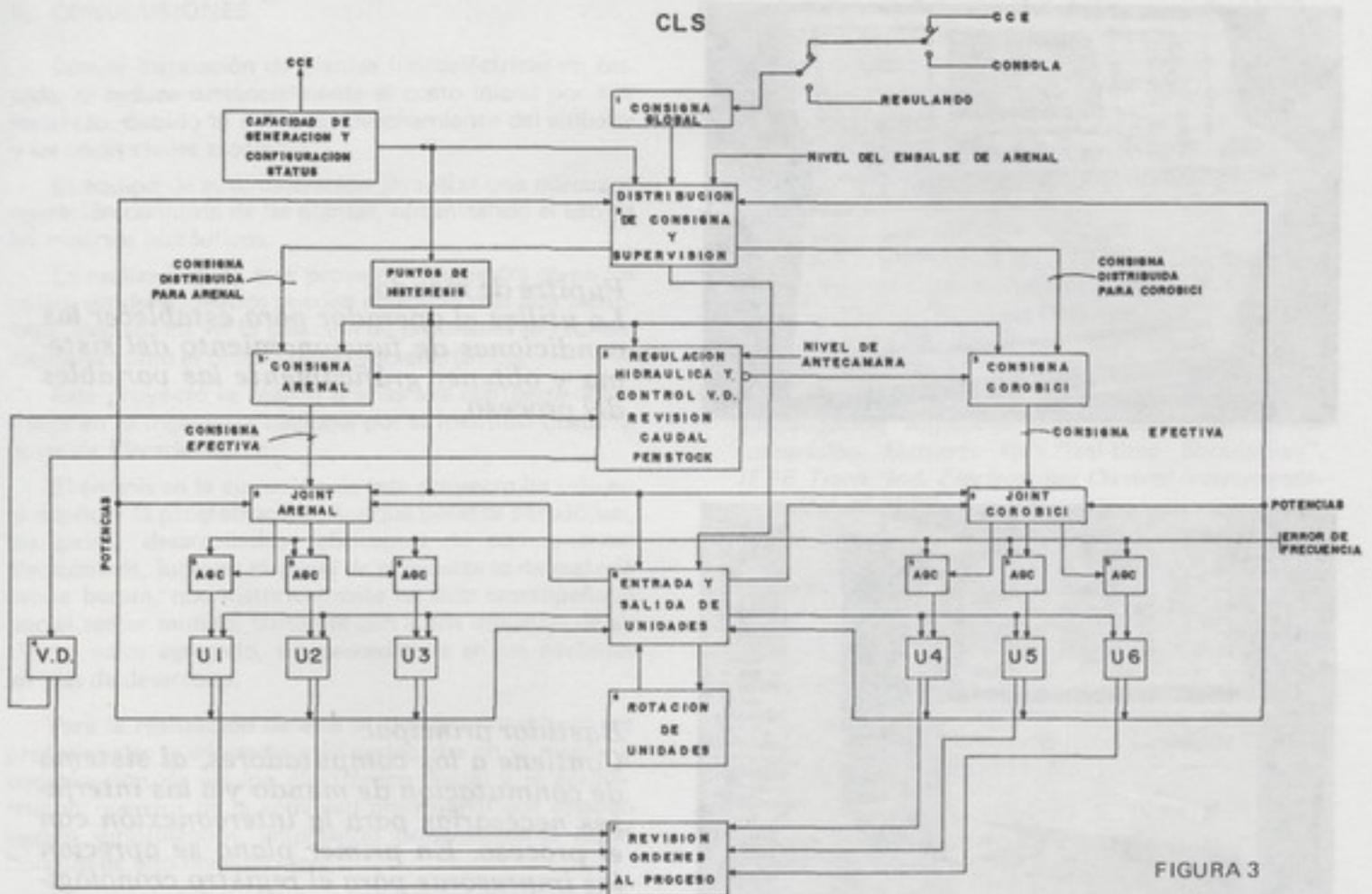


FIGURA 3

#### MODULO DE REGULACION HIDRAULICA

Este módulo se encarga de mantener el nivel de la represa Santa Rosa dentro de un ámbito de operación normal.

Para la regulación del nivel se utilizan los siguientes mecanismos:

1. Modificación de las consignas calculadas por el MODULO DE DISTRIBUCION DE CONSIGNAS, aplicada en sentido opuesto para la planta de Arenal respecto a la de Corobicí y se calcula en forma proporcional e integral al error de nivel respecto a una cota de referencia.
2. Utilización de la válvula de desvío, previa autorización, si el nivel alcanza valores muy bajos. La consigna de apertura de la válvula de desvío se calcula en forma proporcional al error de nivel respecto a una cota fija.
3. Reducción de la consigna de Corobicí cuando el nivel ha disminuido hasta entrar en un ámbito de emergencia. En dicho caso, se reduce la consigna de Corobicí en forma proporcional al error de nivel respecto a la cota preestablecida para este efecto.

Si el nivel llega a una cota límite inferior, se efectúa el cambio de mando hacia manual.

#### MODULO DE CONTROL CONJUNTO ("JOINT")

El control conjunto realiza las siguientes funciones para cada una de las unidades en la planta correspondiente:

- Cálculo de consignas individuales,
- Ajuste de la potencia refiriéndola a 60 Hz,
- Actuación ante contingencias,
- Envío de órdenes de subir o bajar potencia.

La subrutina cuenta con un sistema de control proporcional independiente para cada unidad, que opera bajo el principio de modulación por posición de pulsos ("Pulse position modulation").

Al sincronizarse o salir una unidad, el módulo "JOINT" recalcula las consignas individuales y procede a llevar la nueva configuración a control conjunto.

Para implementar las funciones del Control Automático de Generación (AGC) se utiliza junto con la subrutina de Envío de Pulsos, un lazo secundario de realimentación de frecuencia, que permite compensar la curva de respuesta Carga-Frecuencia del gobernador.

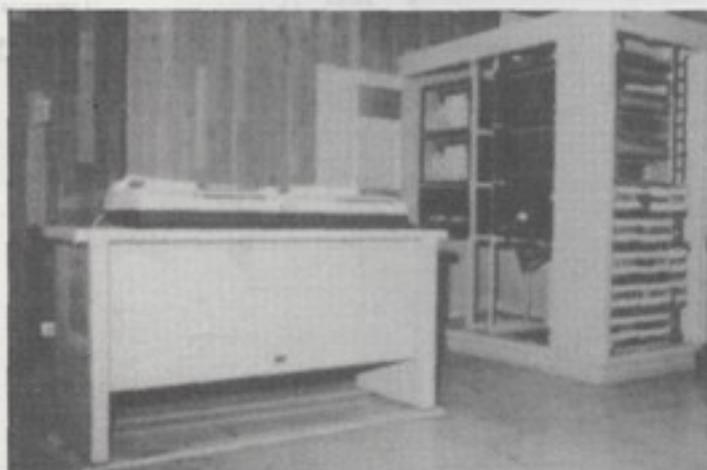
#### MODULO DE ENTRADA Y SALIDA DE UNIDADES

Sus funciones son las de introducir y sacar unidades



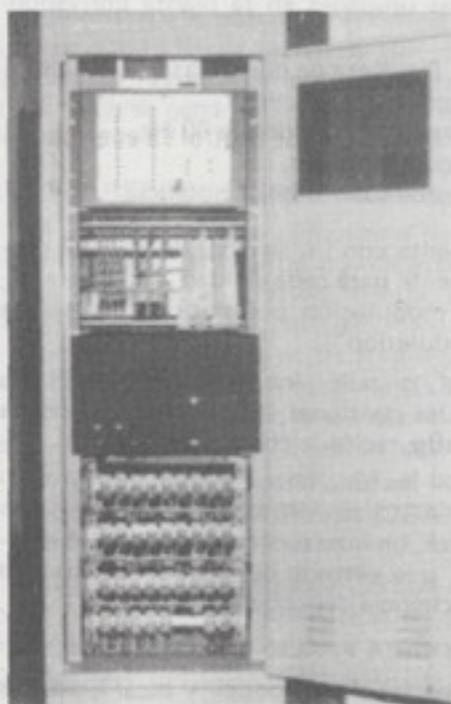
**Pupitre de mando:**

Lo utiliza el operador para establecer las condiciones de funcionamiento del sistema y obtener gráficamente las variables del proceso.



**Bastidor principal:**

Contiene a los computadores, al sistema de conmutación de mando y a las interfaces necesarias para la interconexión con el proceso. En primer plano se aprecian las impresoras para el registro cronológico de eventos y datos estadísticos.



**Equipo de Telemando TM32:**

Este sistema desarrollado por la empresa CIBERTEC S.A., permite controlar la generación de la planta de Corobici desde la sala de control de Arenal, transmitiendo y recibiendo señales de mando del controlador automático y del operador.

## 5. CONCLUSIONES

Con la instalación de plantas hidroeléctricas en cascada, se reduce sustancialmente el costo inicial por KW instalado, debido al doble aprovechamiento del embalse y las obras civiles asociadas.

El equipo de automatización garantiza una adecuada operación conjunta de las plantas, optimizando el uso de los recursos hidráulicos.

La realización de este proyecto demuestra cómo los países subdesarrollados pueden aplicar la más alta tecnología electrónica en la solución de problemas tan fundamentales como el propio desarrollo energético.

Este proyecto se realizó gracias a la confianza depositada en la ingeniería nacional por el Instituto Costarricense de Electricidad.

El énfasis en la ejecución de este proyecto ha sido en el diseño y la programación. Aunque parezca paradójico, los países desarrollados fabricantes de componentes electrónicos, jugaron el papel de proveedores de materia prima barata, que históricamente ha sido desempeñado por el tercer mundo, dando origen a una industria de altísimo valor agregado, sin precedentes en las naciones en vías de desarrollo.

Para la realización de este proyecto se reunieron los profesionales y empresas más destacadas en el diseño y construcción de equipo electrónico digital y se aprovecharon recursos de la actividad profesional que estaban siendo subutilizados, empleando principalmente horas hombre de alto nivel técnico.

Nuestros profesionales y empresarios han tenido la oportunidad de enfrentar el desafío que implica la responsabilidad de ejecutar obras de gran magnitud, caracterizadas por normas de calidad y términos improrrogables. De esta manera se ha consolidado un consorcio en el campo del control electrónico, que a través de este impulso inicial producirá un efecto multiplicativo para el desarrollo tecnológico de nuestro medio.

## BIBLIOGRAFIA

- Ashkenas, D.J. & DeGabriele, R.F., (1982). "Powerful Diagnostic Philosophy Reduces Downtime". *Hewlett Packard Journal*, Vol. 33, No. 3, p.p. 11.
- Auslander, D.M.; Takahashi, Y. & Tomizuka, M., (1978). "Direct Digital Process Control: Practice and Algorithms for Microprocessor Application". *Proceeding of the IEEE*, Vol. No. 2, p.p. 199.
- Aylor, J.H.; Cook, G. & Ramey, R.L., (1980). "Design and Application of a Microprocessor P.I.D. Predictor Controller". *IEEE Trans Industrial Electronics and Control Instrumentation*, Vol. IECI-27, p.p. 133.
- Bayne, J.P.; Dandeno, P.L. & Kundur, P., (1978). "Hydraulic Unit Dynamic Performance Under Normal and Islanding Conditions - Analysis and Validation". *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, Vol. PAS-97, No. 5.
- Bourque, E.J.; Hill, E.F.; Phi, D.T. & Thorne, E.F., (1981). "Analysis and Applications of the Stability Limits of Hydro-Generating Unit". *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, Vol. PAS-100, No. 7.
- Bradshaw, P.; Evans, L. & O'Neill, B.; Fullagar, D., (1976). "Interfacing Data Converters and Microprocessors". *Electronics*, Vol. 49, No. 25, p.p. 81.
- Bryant, G.F., "Microcomputers in an analog world". *Mini-Micro Systems*.
- Cadzow, J.A.; Martens, H.R., (1970). "Discrete-Time and Computer Control Systems". *Prentice-Hall*.
- Connors, S., (1980). "Protect Data-Acquisition Systems with the right input isolation". *Electronics*, Vol. 53, No. 10, p.p. 134.
- Cook, G. & Lin, C.F., (1980). "Comparison of a Local Linearization Algorithm with Standard Numerical Integration Methods for Real-time Simulation". *IEEE Trans. Ind. Electron and Control Instrumentation*, Vol. IECI-27, p.p. 129.
- Dhaliwal, N.S. & Wichert, H.E., (1978). "Analysis of P.I.D. Governors in Multimachine System". *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, Vol. PAS-97, No. 2.
- Dineley, J.L., (1964). "Influence of Governors on Power-System Transient Stability". *Proc. IEE*, Vol. 111, No. 1.
- Dineley, J.L., (1964). "Power-System Governor Simulation". *Proc. IEE*, Vol. 111, No. 1.
- Goda, K. & Yokota, H.; Hagihara, S.; Isobe, K., (1979). "Stability of a Hydraulic Turbine Generating Unit Controlled by P.I.D. Governor". *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, Vol. PAS-98, No. 6.
- González, L., (1960). "Turbinas Hidráulicas". *Publicaciones de la Universidad de Costa Rica, Serie Ingeniería y Arquitectura*, No. 2.
- Jiménez, H., (1980). "Alternativa en la Transferencia de Tecnología en la Microelectrónica". *I Seminario de Transferencia de Tecnología UPADI*, p.p. 177-179.
- Kovalick, H.W., (1981). "8662A Power-On and Self-Test Sequences". *Hewlett-Packard Journal*, Vol. 32, No. 2, p.p. 9.
- Pantalone, D.K.; Piegza, D.M., (1981). "Limit Cycle Analysis of Hydroelectric Systems". *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, Vol. PAS-100, No. 2.
- Raamot, J., (1978). "Microprocessor Applications of Integer Arithmetic". *Proceedings of the IEEE*, Vol. 66, No. 22, p.p. 238.
- Vásquez, M., (1980). "Transferencia y Desarrollo en Electrónica y Telecomunicaciones". *I Seminario de Transferencia de Tecnología UPADI*, p.p. 171-176.
- Wakerly, J.F., (1976). "Microcomputer Reliability Improvement using Triple-Modular Redundancy". *Proceedings of the IEEE*, Vol. 64, No. 6, p.p. 889.
- Zuch, E.L., "Linking the Analog World to Digital Computers". *Instruments and Control Systems*.

**No se herrumbra, ni se corroe  
no necesita pintarse.**  
**canoplast La canoa de PVC, PPC,**  
**para toda la vida.**



Se acabaron los problemas con canoas golpeadas, despintadas y herrumbadas. Ahora, lo nuevo y lo moderno son las canoas prácticamente eternas de PVC Canoplast. Canoplast tiene los accesorios para instalarse con gran facilidad sin necesidad de mano de obra especializada.

Coloque hoy mismo canoas Canoplast, la canoa para toda la vida.



PLÁSTICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Arterias para el desarrollo

Teléfono: 32-14-34

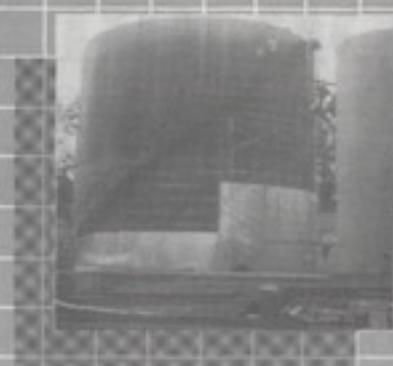
# Hay más de 100 buenas razones para preferir los trabajos de León Cortés y Asociados S.A. Aquí hay sólo algunas...



Planta de Tratamiento de Aguas  
Recope-Limón



Tanque para Agua, 300 m3  
Turrialba



Tanque para Asfalto  
Recope-El Alto



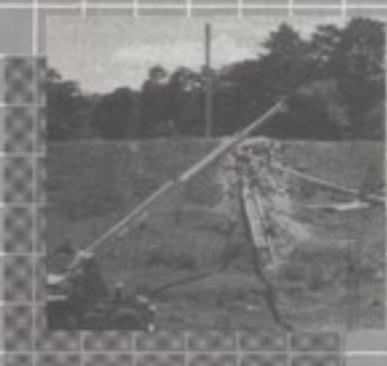
Molino para Emulsión



Tanque Elevado para Agua  
75 m3 de capacidad



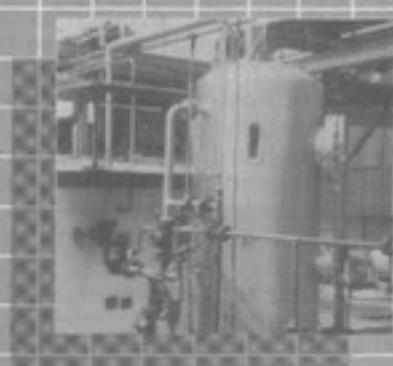
Planta de Emulsiones  
Asfálticas



Puente Colgante para Tubería  
Río Reventado



Tanque para Agua, 1000 m3  
Ochomogo



Filtro para Agua  
Recope-Limón

**Nos especializamos en construcciones metálicas empleando los  
códigos API, ASME y AWS.**

**Asesoría, diseño y fabricación de Estructuras y Tanques de Acero,  
Tuberías de Alta Presión, Instalaciones Mecánicas,  
Intercambiadores de Calor, Camiones Cisterna.**

Teléfonos 23-7542 y 24-6278 - Apartado 727-1007 Centro Colón  
Cable: Lecosa - Telex 3461 - San José - Costa Rica (C.A.)

# Control automático del pH en la alcalinización del jugo de caña

Ing. César Brenes A.  
Dr. Guillermo Loría M.  
Profesores Escuela de Ingeniería Eléctrica.  
U.C.R.

## RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo el diseño y construcción de un control electrónico automático para regular el pH (acidez) en el proceso de alcalinización del jugo de caña.

Inicialmente se realiza una descripción de la manera en que se fabrica el azúcar de caña, así como un estudio teórico detallado sobre el punto de operación óptimo para el control (nivel de referencia) y los problemas que pueden presentarse sino se realiza un control adecuado de dicho proceso. Posteriormente, se estudia la instalación tecnológica, junto con la planta y el elemento sensor, con el fin de proponer y justificar la estructura del lazo de control tal que modifique lo menos posible las instalaciones existentes así como para llevar a cabo el modelado del lazo. Además, se efectúa una simulación digital del mismo, observando el posible comportamiento del sistema a lazo cerrado y ajustando los parámetros del control. Se concluye que la reacción de neutralización puede regularse con el uso de un control proporcional —derivativo (P.D.), obteniéndose resultados satisfactorios.

El circuito electrónico de control no presentó mayores problemas en su construcción, comprobándose su funcionamiento correcto por medio de una simulación analógi-

ca. Se dan además recomendaciones sobre el elemento sensor, la estructura del lazo de control, mejoras al control electrónico y posibles temas de investigación.

## 1. INTRODUCCION

En los ingenios azucareros se llevan a cabo procesos, en donde el control adecuado de los mismos es fundamental para obtener una producción eficiente. Motivados por tal hecho, se estudió la instalación tecnológica del ingenio "LA ARGENTINA" (Cantón de Grecia), buscando aquellos puntos del proceso en la fabricación del azúcar de caña, en los cuales, el control automático adecuado podría beneficiar la producción a un bajo costo de inversión.

Se llegó a la conclusión de que la alcalinización del jugo de caña era una buena alternativa para realizar un estudio más detallado, teniendo como objetivo: el diseño y construcción de un control electrónico automático para regular el pH (acidez) en el proceso de alcalinización del jugo de caña (mezcla de jugo de caña con hidróxido de calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ).

La variable controlada queda así definida como el pH de la mezcla, mientras que la variable manipulada es el caudal de alcalinizante.

## 2. ALCALINIZACION DEL JUGO DE CAÑA

Uno de los pasos seguidos en la

fabricación del azúcar de caña es la clarificación del jugo; proceso necesario, ya que el jugo salido de los molinos posee una gran cantidad de impurezas que necesitan eliminarse. Se utilizan el azufre y la cal como agentes clarificadores.

Existen muchas variantes en la clarificación del jugo; pero el sistema empleado en "LA ARGENTINA", es el sistema simple de sulfitación ácida, en donde, primero se hace pasar el jugo a través de una torre de sulfitación para que absorba  $\text{SO}_2$  (dióxido de azufre) y posteriormente se mezcla con lechada de cal (hidróxido de calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  con el fin de neutralizar la acidez del jugo sulfitado.

El control en la adición de cal es la base de una buena clarificación. La adición de poca cal produce una decantación defectuosa, o sea, un jugo turbio; además se agravan las pérdidas por inversión de azúcares. La adición de demasiada cantidad de cal produce oscurecimiento de los jugos causados por la descomposición de los azúcares reductores, aumento de gomas y producción excesiva de melaza.

El pH (medida de acidez) óptimo al que se debe llevar el jugo, mediante la alcalinización, depende de muchos factores, pero aún así se establecen algunas pautas para elegir el pH adecuado. Con base en estas pautas se concluye que en la alcalinización del jugo, para

la producción de azúcar blanco de consumo directo, el pH debe estar en el ámbito de 6.7 a 7.2.

El pH define en la ecuación (2.1)  $pH = -\log_{10} [H^+]$  (2.1) donde  $[H^+]$  representa la concentración de iones de hidrógeno, en moles/litro.

Para medir el pH se utilizan varios métodos, siendo el más exacto el método eléctrico. Este método utiliza dos electrodos (uno de referencia y uno de medición). El electrodo de medición está construido de un cristal que produce potencial eléctrico que depende de la concentración de iones de hidrógeno, mientras que el electrodo de referencia produce un potencial estable que sirve de referencia al circuito de medición.

La reacción de neutralización es altamente no lineal e irreversible tal como puede observarse en la figura 2.1, por lo tanto, los sistemas que regulen el pH cerca del punto neutro ( $pH=7$ ) deben ser de gran precisión, requiriéndose cero error en régimen permanente y una respuesta a lazo cerrado a lo

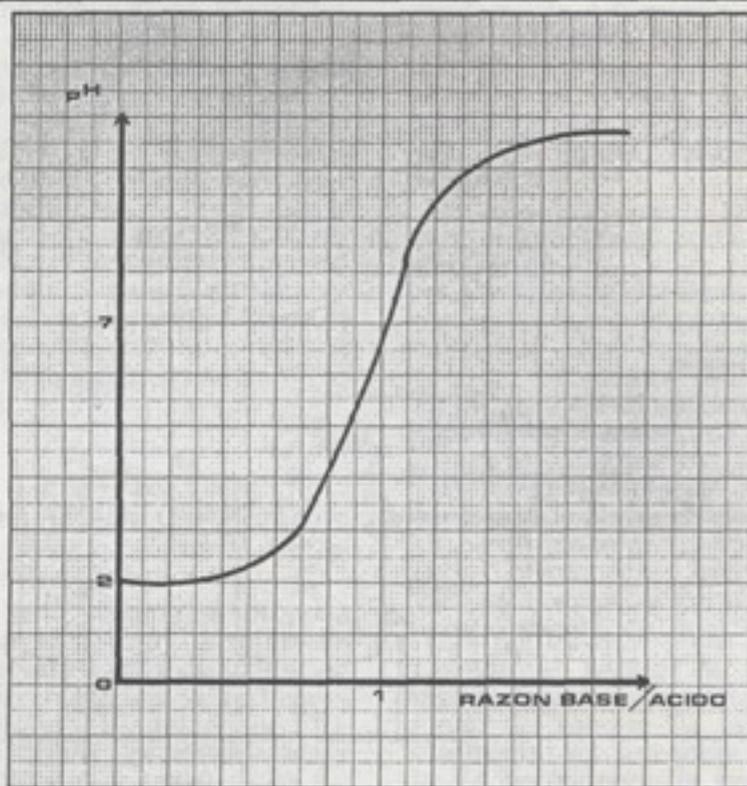


Figura 2.1. Curva de neutralización

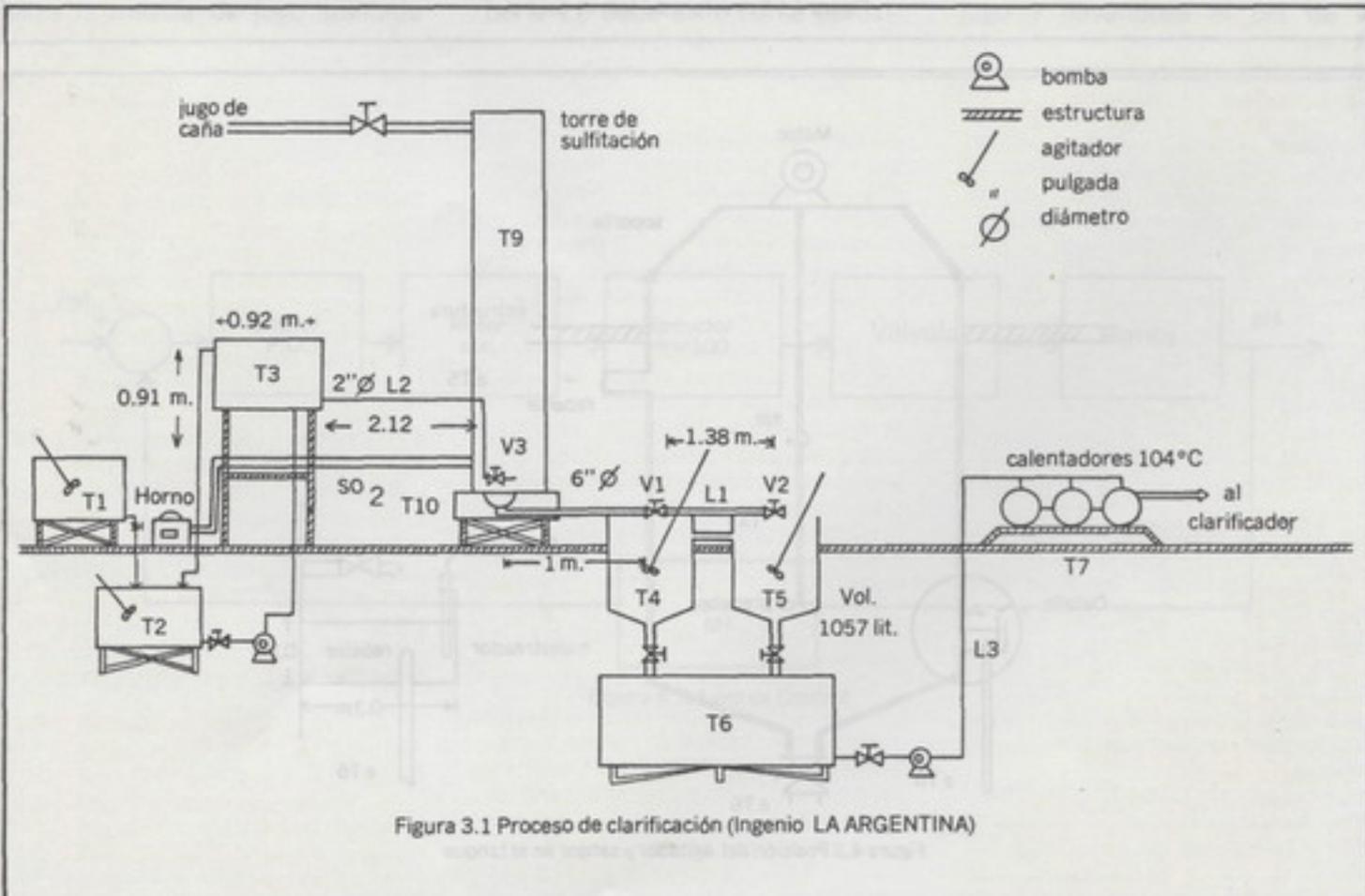


Figura 3.1 Proceso de clarificación (Ingenio LA ARGENTINA)

a producción de azúcar. Para  
 el control de la temperatura  
 se emplea un controlador  
 de temperatura. Este controlador  
 recibe una señal de un sensor  
 de temperatura y envía una  
 señal a un motor que acciona  
 un calentador. Este calentador  
 calienta el agua que se  
 utiliza en el proceso. El  
 controlador también recibe una  
 señal de un sensor de nivel  
 de agua y envía una señal  
 a una válvula que regula el  
 flujo de agua. Este sistema  
 de control asegura que el  
 proceso se realice de manera  
 eficiente y segura.

- ∅ Diámetro
- Pulgada
- T Tanque
- V Válvula
- L Tubería

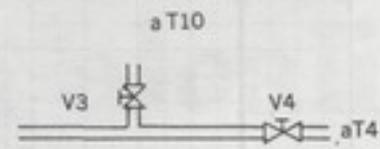


Figura 3.1 Tubería

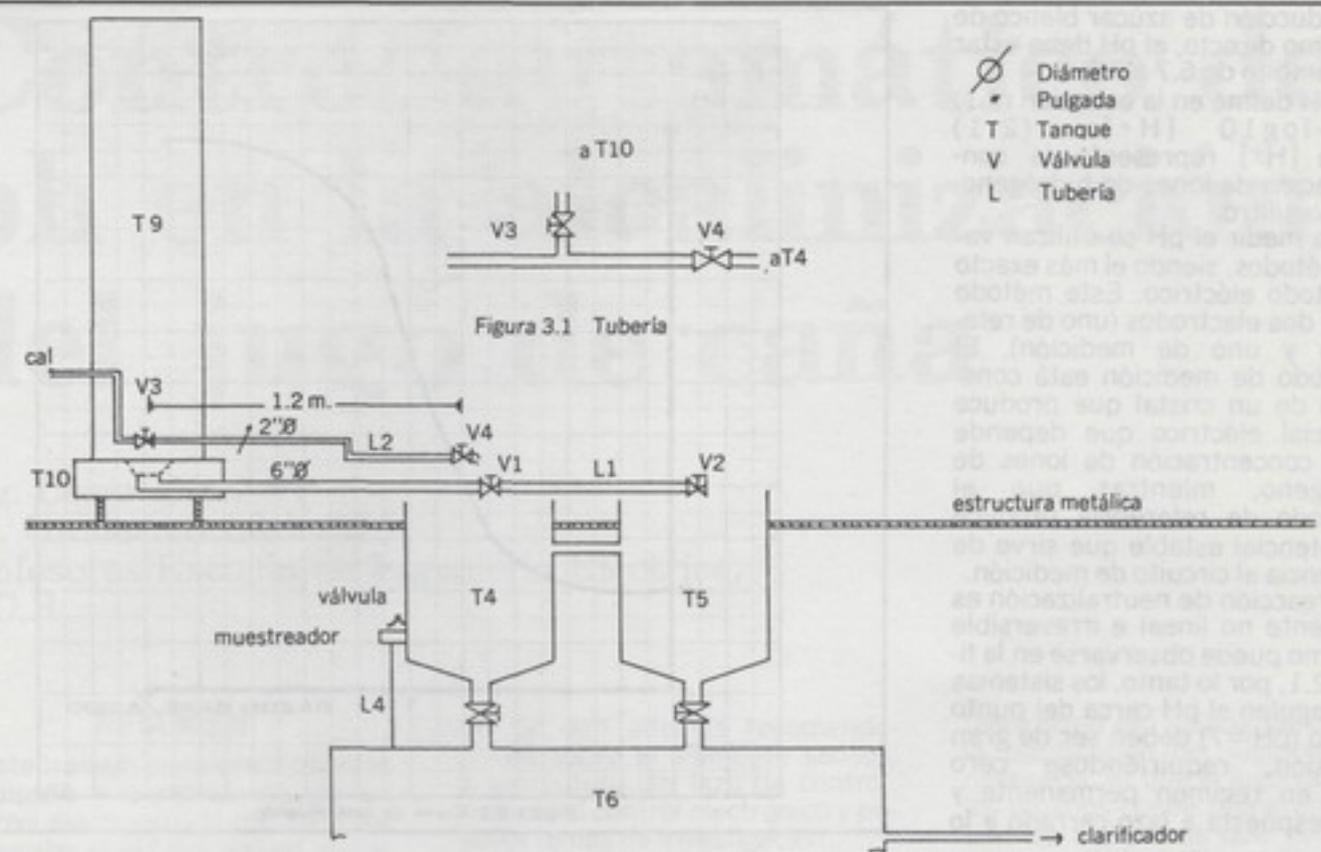


Figura 4.1 Estructura del lazo de control

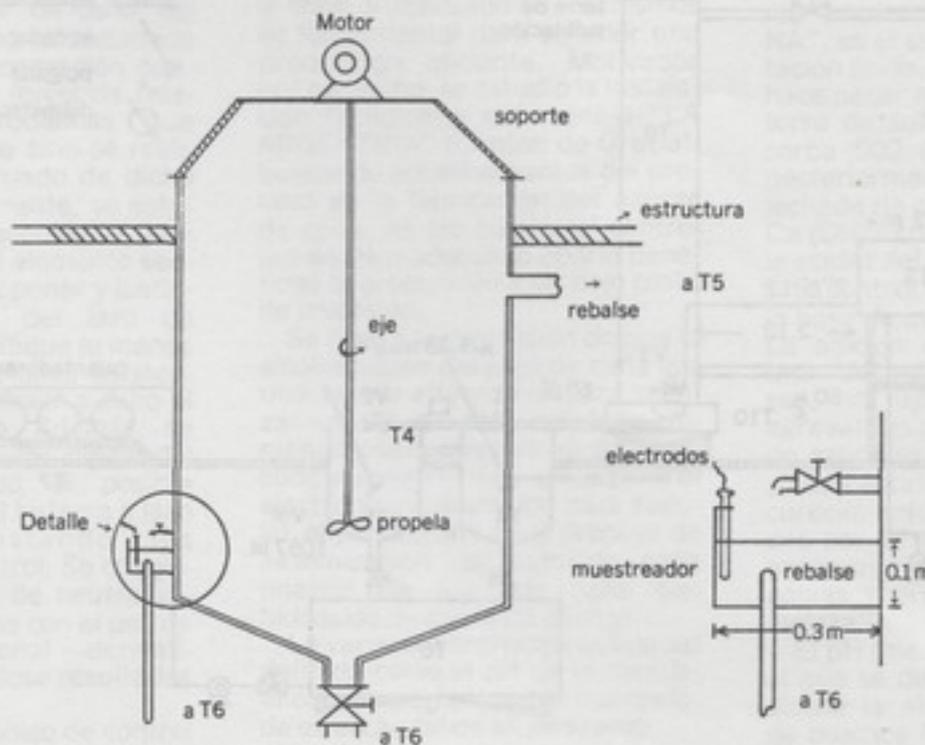


Figura 4.2 Posición del agitador y sensor en el tanque

sumo críticamente amortiguada. Las características anteriores pueden conseguirse con controladores proporcional-integral-derivativo (P.I.D.) o proporcional-integral (P.I.).

### 3. DESCRIPCION DE LA PLANTA

El sistema de clarificación empleado en el ingenio "LA ARGENTINA" es el sistema simple de sulfitación ácida descrito anteriormente. En la figura 3.1 se muestra el diagrama de flujo utilizado para la clarificación.

Los tanques T1, T2, T3 se utilizan para preparar la lechada de cal (mezcla de óxido de calcio con agua), la cual se transporta por medio de una tubería a la base de la torre de sulfitación T9. Por la parte superior de la Torre T9 se introduce el jugo de caña, el cual desciende por el interior de la misma absorbiendo SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre), para depositarse luego en el tanque T10. Con la válvula V3 se controla la entrada de lechada de cal al tanque T10, donde se realiza la mezcla de jugo sulfitado

con dicho alcalinizante. El jugo sulfitado debe tener un pH 3.5, mientras que la mezcla que sale de T10 debe tener un pH en un ámbito de 6.7 a 7.2. En los tanques T4, T5 se homogeniza y controla el pH del jugo sulfitado y alcalinado. Cuando se obtenga el pH adecuado, la mezcla se transporta hacia los calentadores y posteriormente al tanque clarificador donde se separa el jugo claro de los lodos. Actualmente el control que se lleva a cabo en la planta es manual.

### 4. ESTRUCTURA DEL LAZO DE CONTROL

La estructura del lazo de control se muestra en la figura 4.1

Para este sistema se propone que la alcalinización no se realice en la base de la torre de sulfitación T 10, sino más bien, se permita al jugo sulfitado salir del tanque T10, con un caudal aproximadamente constante y por medio de la tubería L1 se transporta el jugo directamente al tanque T4. La tubería L2 debe extenderse aproxi-

madamente 1.2 m con el fin de verter la lechada de cal en el tanque T4. El tanque T4 debe poseer un agitador tal como se muestra en la figura 4.2, así la mezcla se realiza en forma rápida y homogénea

La válvula V4 es la válvula de control gobernada por el control electrónico.

La instalación del elemento sensor es un factor importante para conseguir un funcionamiento correcto del control automático. En la figura 4.2 se puede observar el punto de muestreo de pH de la mezcla en el tanque T4.

En modo de operación automático, el lazo se puede describir de la siguiente manera: La válvula V2 debe permanecer cerrada, la válvula V3 debe permanecer totalmente abierta al igual que V1.

Cuando el sensor de pH (pH metro) detecte jugo sulfitado en el fondo del tanque T4, el control electrónico actuará sobre la válvula V4 permitiendo la entrada al tanque T4 de la lechada de cal, disminuyéndose así la acidez del jugo y llevándose el pH de la

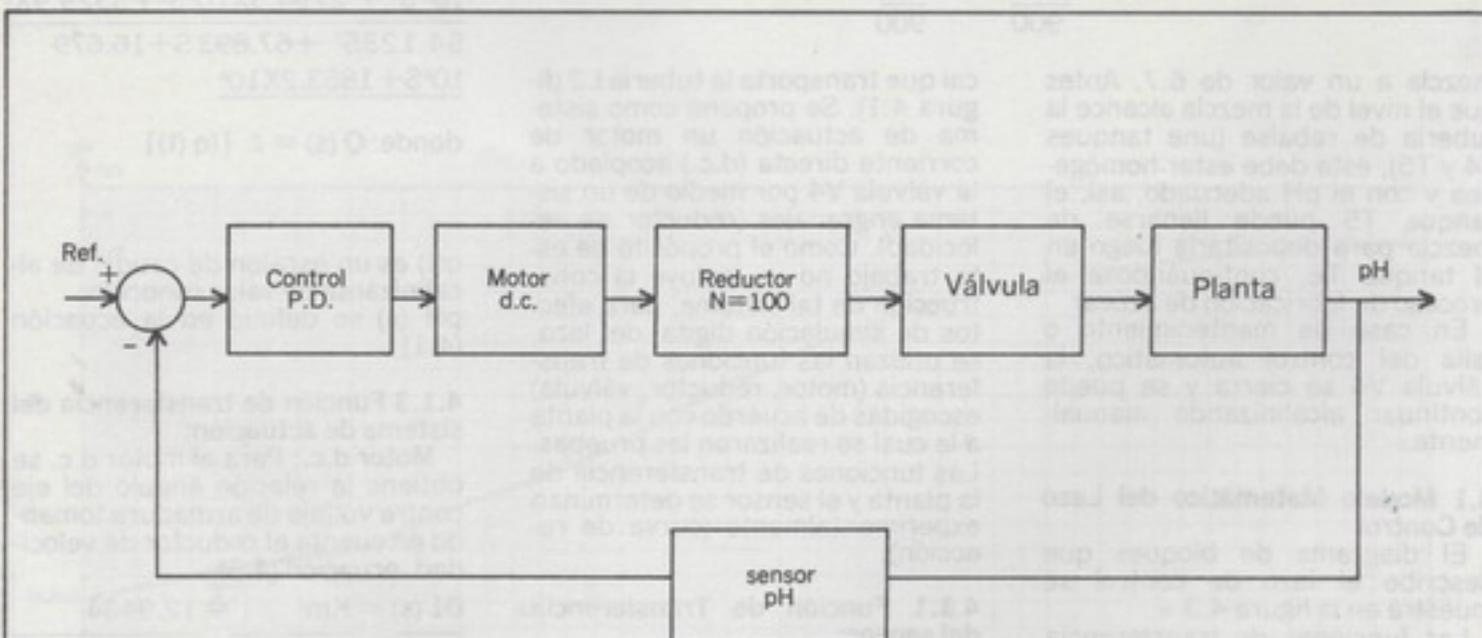


Figura 4.3. Lazo de Control

**Cálculo de la salida pH(T)**

**KP=900**

**KD=10**

**Referencia=6.7**

**Paso de Integración=.01**

.....

pH (0)	= 0.
pH (.01)	= 4.77279191
pH (.02)	= 6.1292892
pH (.03)	= 6.5171293
pH (.04)	= 6.63008867
pH (.05)	= 6.66483658
pH (.06)	= 6.67714246
pH (.07)	= 6.68283765
pH (.08)	= 6.68643153
pH (.09)	= 6.6892254
pH (.1)	= 6.69159724
pH (.11)	= 6.69369219
pH (.12)	= 6.69552872
pH (.13)	= 6.69716554
pH (.14)	= 6.6986137
pH (.15)	= 6.69989097
pH (.16)	= 6.70101315
pH (.17)	= 6.70199455
pH (.18)	= 6.70284821
pH (.19)	= 6.70358601
pH (.2)	= 6.7042188
pH (.21)	= 6.70475646
pH (.22)	= 6.70520002
pH (.23)	= 6.70558173
pH (.24)	= 6.70590507
pH (.25)	= 6.7061249
pH (.26)	= 6.70630747
pH (.27)	= 6.70643047
pH (.28)	= 6.70652306
pH (.29)	= 6.70656598
pH (.3)	= 6.70657153
pH (.31)	= 6.70654362
pH (.32)	= 6.70648502
pH (.33)	= 6.70640137
pH (.34)	= 6.70629322
pH (.35)	= 6.70616405
pH (.36)	= 6.7060163
pH (.37)	= 6.7058522
pH (.38)	= 6.70567373
pH (.39)	= 6.70548275
pH (.4)	= 6.70528089
pH (.41)	= 6.70506966
pH (.42)	= 6.70485042
pH (.43)	= 6.70462441
pH (.44)	= 6.70439274
pH (.45)	= 6.70415641
pH (.46)	= 6.70391634
pH (.47)	= 6.70367335
pH (.48)	= 6.70342815

**FIGURA 5.1 Respuesta del sistema**

**(Kp = 900, Kd = 10)**

$\frac{900}{900}$

mezcla a un valor de 6.7. Antes que el nivel de la mezcla alcance la tubería de rebalse (une tanques T4 y T5), ésta debe estar homogénea y con el pH adecuado, así, el tanque T5 puede llenarse de mezcla para depositarla luego en el tanque T6, continuándose el proceso de fabricación de azúcar.

En caso de mantenimiento o falla del control automático, la válvula V4 se cierra y se puede continuar alcalinizando manualmente.

**4.1 Modelo Matemático del Lazo de Control**

El diagrama de bloques que describe el lazo de control se muestra en la figura 4.3.

Las funciones de transferencia obtenidas (modelo matemático) para cada bloque, se utilizan en la simulación digital del lazo de control.

Como se mencionó anteriormente, la variable controlada es el pH de la mezcla en el tanque T4, mientras que la variable de control es el caudal de lechada de

cal que transporta la tubería L2 (figura 4.1). Se propone como sistema de actuación un motor de corriente directa (d.c.) acoplado a la válvula V4 por medio de un sistema engranajes (reductor de velocidad). Como el propósito de este trabajo no incluye la construcción de tal sistema, para efectos de simulación digital del lazo, se utilizan las funciones de transferencia (motor, reductor, válvula) escogidas de acuerdo con la planta a la cual se realizaron las pruebas. Las funciones de transferencia de la planta y el sensor se determinan experimentalmente (curva de reacción).

**4.1.1 Función de Transferencia del sensor:**

El sensor está constituido por un medidor electrónico de pH (pH metro). La respuesta de este dispositivo a una entrada escalón es de primer orden y está dada por la ecuación (4.1).

$$\frac{Mv(s)}{pH(s)} = \frac{1.49 \times 10^2}{4.7 \times 10^{-3} S + 1} \quad (4.1)$$

donde:

$K_s = 1.49 \times 10^3$  m V/pH, es la ganancia

$T_s = 4.7 \times 10^{-3}$  minutos, es la constante de tiempo

$Mv(s) = \mathcal{L} \{m v(t)\}$

es la transformada de Laplace del argumento.

$pH(s) = \mathcal{L} \{pH(t)\}$

$m v(t)$ , es la salida en milivoltios del sensor,  $pH(t)$  es el valor del pH (acidez) en el tiempo.

**4.1.2. Función de transferencia de la planta:**

La planta constituye la mezcla de jugo de caña con lechado de cal  $Ca(OH)_2$ . La respuesta de la planta a un escalón de alcalinizante se muestra en la figura 4.4.

El modelo matemático de dicha curva se obtuvo por medio del método de las logaritmizaciones sucesivas, la ecuación (4.2) muestra los resultados.

$$pH(s) = \frac{51.13 \times 10^4 S^4 + 731.8 X Q(s)}{S^4 + 13.195 S^3 + 10^6 S^2 + 2794.3 \times 10^6 S^2 + 3329.9 X 54.123 S^2 + 67.893 S + 16.679 10^4 S + 1853.2 \times 10^4}$$

donde:  $Q(s) = \mathcal{L} \{q(t)\}$

$q(t)$  es un escalón de caudal de alcalinizante de valor conocido;  $pH(s)$  se definió en la ecuación (4.1)

**4.1.3 Función de transferencia del sistema de actuación:**

**Motor d.c.:** Para el motor d.c. se obtiene la relación ángulo del eje contra voltaje de armadura tomando en cuenta el reductor de velocidad, ecuación (4.3)

$\theta_1(s) = \frac{K_m}{s(T_{ms} + 1)} = \frac{12.9434}{S(5 \times 10^{-3} S + 1)}$

$U(s) = \mathcal{L} \{u(t)\}$  (4.3)

$\theta_1(s) = \mathcal{L} \{\theta(t)\}$

$U(s) = \mathcal{L} \{u(t)\}$

$\theta(t)$ , es el ángulo en función del tiempo



$v(t)$ , es el voltaje de armadura  
 $K_m=12.9434$  radianes/V d.c., es la ganancia  
 $T_m=5 \times 10^{-3}$  minutos, es la constante de tiempo

Cálculo de la salida  $pH(T)$   
 $K_P=900$   
 $K_D=10$   
 Referencia=6.7  
 Paso de Integración=.01

Válvula:

$$\frac{Q(s)}{\theta_2(s)} = \frac{K_v}{T_v S + 1} = \frac{2 \times 10^5}{(1 \times 10^{-3} S + 1)}$$

(4.4)

donde:

$$Q(s) = \mathcal{L} \{ q(t) \}$$

$$\theta_2(s) = \mathcal{L} \{ \theta_2(t) \}$$

$q(t)$  = caudal de alcalinizante

$\theta_2(t)$  = ángulo de apertura de la válvula

$K_v = 2 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{min-rad}$

$T_v = 0.001$  minutos

#### 4.1.4 Función de transferencia del control:

Como se mencionó anteriormente, la reacción de neutralización es



Figura 5.2. Respuesta del sistema cuando existe perturbación

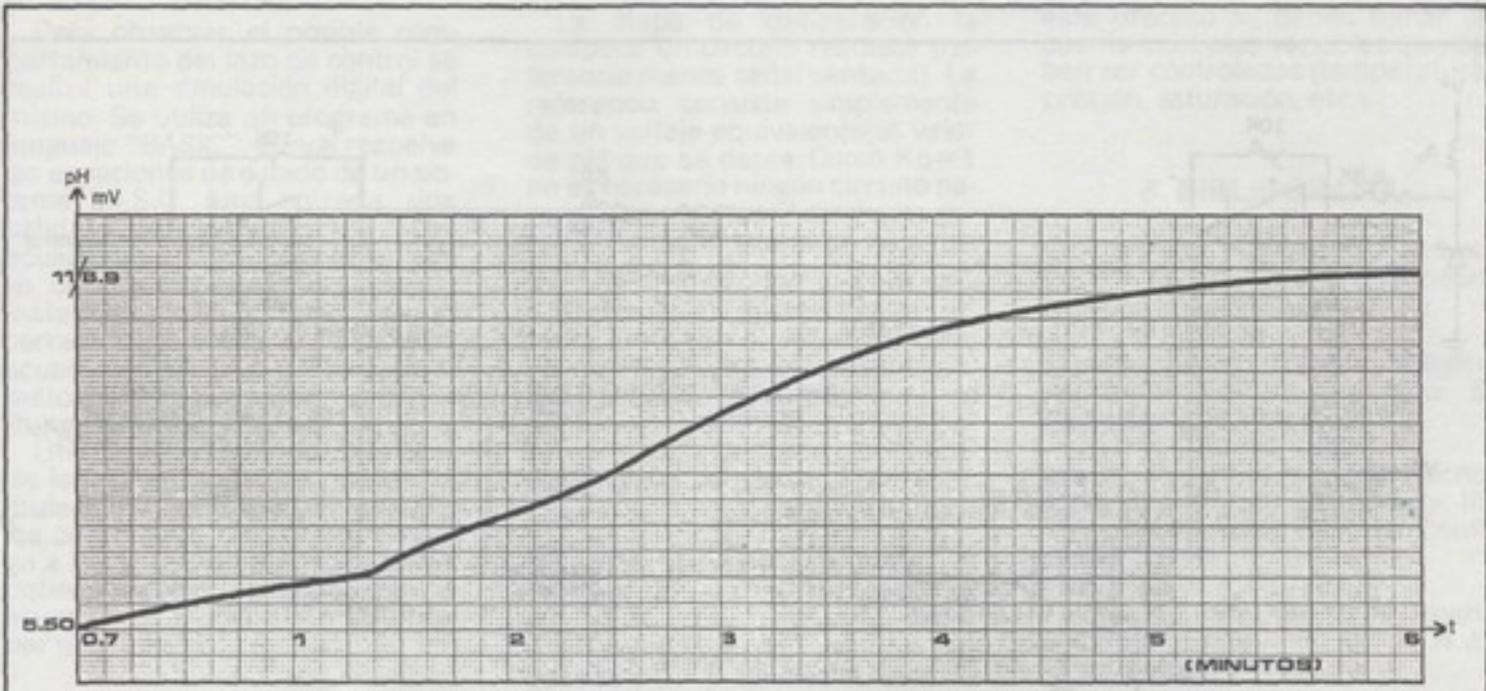


Figura 4.4. Curva de reacción de neutralización de ácido débil (jugo de caña) con base fuerte.

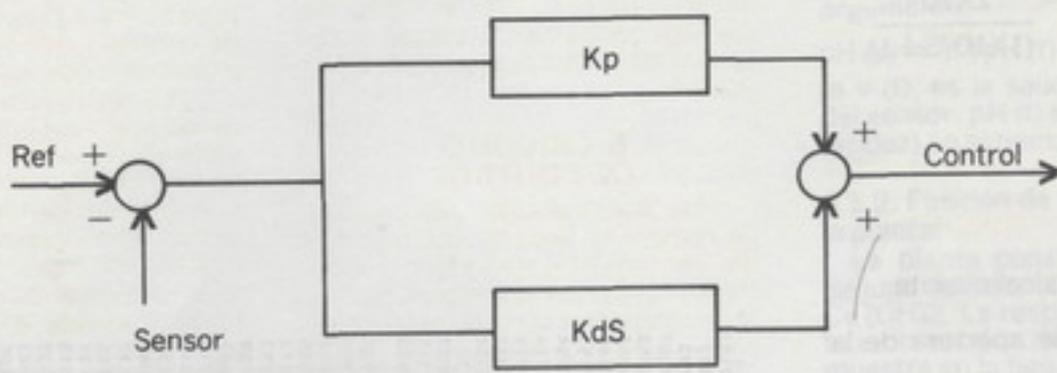


FIGURA 6.1 Diagrama de bloques del diseño

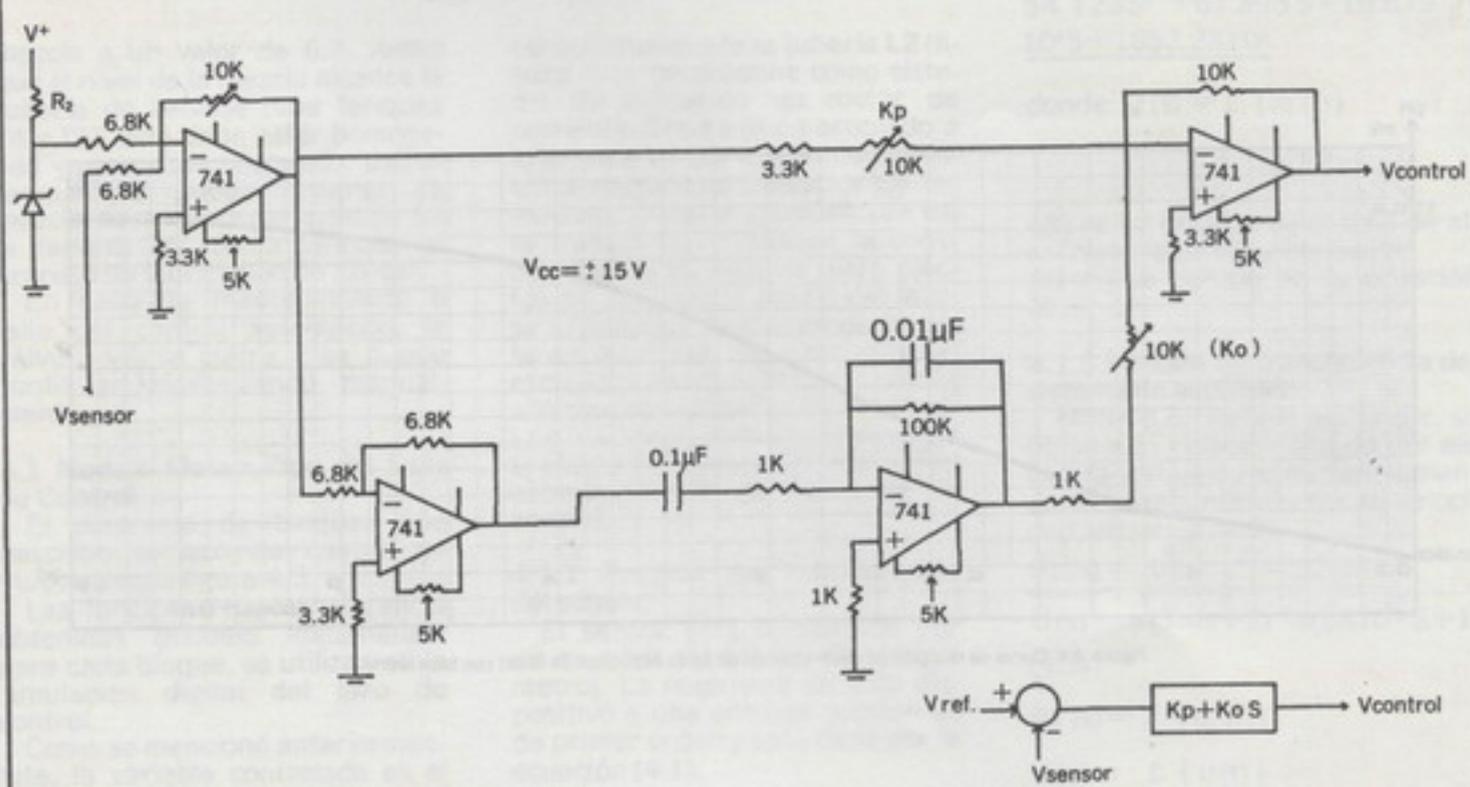


Figura 6.2. Diagrama general del circuito de control.

un proceso irreversible, por lo tanto la respuesta a lazo cerrado del sistema deber ser, a lo sumo, de la forma críticamente amortiguada, con cero error en régimen permanente. Como se puede observar de la ecuación (4.3), la función de transferencia del motor d.c. introduce un integrador libre al lazo lo que produce, en la respuesta del sistema, un error de cero en régimen permanente, pero que puede ser causa de posibles oscilaciones en el transitorio. Por esta razón se escoge un control con estrategia proporcional más derivativa (P.D.), dada por la ecuación (4.5):

$$U(s) = K_p + K_d \cdot S \quad (4.5)$$

$E(s)$

$U(s) = \mathcal{L}\{u(t)\}$ ;  $u(t)$ , es la señal de control

$E(s) = \mathcal{L}\{e(t)\}$ ;  $e(t)$ , es el error de comparación

$K_p$ , es la constante proporcional  
 $K_d$ , es la constante derivativa

## 5. SIMULACION DIGITAL

Para observar el posible comportamiento del lazo de control se realiza una simulación digital del mismo. Se utiliza un programa en lenguaje "BASIC", el cual resuelve las ecuaciones de estado de un sistema S.I.S.O. (una entrada, una salida) de orden "n". Las ecuaciones en variables de estado se obtienen a partir del modelo matemático del sistema a lazo cerrado. La solución de dichas ecuaciones se lleva a cabo por el método de integración numérica Runge Kutta de 4° orden.

Utilizando el método del lugar de las raíces, junto con varias simulaciones digitales se escogen los parámetros del control. Se llega a la conclusión que sus valores deben ser los descritos por la ecuación (5.1) con el fin de obtener una respuesta óptima.

$$\begin{aligned} K_p &= 1 \text{ voltio/voltio} \\ K_d &= 0.011 \text{ voltio/voltio} \end{aligned} \quad (5.1)$$

La salida del sistema (utilizando estos valores para los parámetros) se puede observar en la figura 5.1.

El programa también simula posibles perturbaciones en el caudal de jugo de caña entrando al tanque T4. En la figura 5.2 se puede observar la respuesta del sistema al existir un aumento de caudal del jugo de caña cuando el sistema se encuentra en estado estable. Vemos que el control es capaz de corregir dicha perturbación y retornar el sistema a su operación normal.

## 6. CIRCUITO DE CONTROL

La construcción del circuito de control se lleva a cabo por medio de componentes electrónicos. Para realizar las diferentes partes que componen el control (comparador, sumador, derivador, amplificador) se utilizan circuitos integrados 741 (Amplificadores Operacionales), principalmente por su disponibilidad y flexibilidad de operación. Si observamos la figura 4.3, lo que corresponde al diseño es: la etapa de comparación de la referencia y la señal sensada, el amplificador, el derivador y el circuito sumador (ver figura 6.1).

La etapa de comparación la compone un circuito restador (referencia menos señal sensada). La referencia consiste simplemente de un voltaje equivalente al valor de pH que se desea. Como  $K_p=1$  no es necesario ningún circuito para implementarla. El diagrama general de los circuitos se muestra en la figura 6.2

El circuito (1) lo compone el restador junto con el voltaje de referencia además de una entrada para la señal de salida del elemento sensor. El circuito (2) se utiliza para corrección de signo (Amplificador inversor de ganancia unitaria).

El circuito derivador es el número (3) con el cual se tiene una ganancia derivativa de  $0.011 = K_d$ . El circuito (4) realiza la suma de  $K_p + K_d S$ . Los potenciales identificados con ( $K_p$ ) y ( $K_d$ ) sirven para realizar pequeños ajustes de los parámetros del control alrededor de los valores escogidos para la simulación ( $K_p=1$ ,  $K_d=0.011$ ). La señal de control se obtiene en la salida del circuito (4) ("pin 6").

Se realizó una simulación analógica para probar el circuito de control. Los resultados obteni-

dos fueron satisfactorios y se corroboró el buen funcionamiento del circuito.

## 7. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la simulación digital, pruebas realizadas con el circuito de control junto con las investigaciones teóricas, se concluye que:

1. La regulación del pH en la alcalinización del jugo de caña es posible utilizando un circuito de control electrónico.
2. El valor óptimo para regular pH en este proceso se encuentra en un ámbito de 6.7 a 7.2.
3. El control puede llevar al sistema a estado estable en forma amortiguada con error cero en régimen permanente y es capaz de corregir posibles perturbaciones causadas por irregularidades en el caudal de jugo de caña.

A manera de recomendación, es necesario un estudio más detallado del sistema de actuación para escoger la alternativa óptima. Un posible tema de investigación es la cristalización del azúcar, ya que en este proceso se deben tomar en cuenta múltiples variables que deben ser controladas (temperatura, presión, saturación, etc.).

## 8. BIBLIOGRAFIA

Clayton, G. "Operational Amplifiers". Second Edition, London, Newnes - Butterworths, 1979.

Dumitrache, I. "Tehnica Reglari Automate. Editura Didactica. Si Pedagogica, Bucarest, 1980

Honig, P. "Principios de Tecnología Azucarera", Vol I, II y III, México, compañía Editorial Continental, 1969.

Lajoy, M. "Industrial automatic Controls" Englewood Gliffs, N.J., Prentice Hall, 1955.

Ogata, K. "Ingeniería de Control Moderna", Madrid, Prentice-Hall, 1977.

Stout, D. "Hand book of Operational amplifier Circuit Design". 1° Edition, New York, Mc Graw-Hill, 1976.

becas  
concursos  
seminarios  
congresos  
exposiciones

## Juntas Directivas

### Junta directiva general

Ing. Víctor Ml. Herrera Castro, reelecto presidente por unanimidad (10 votos).

Ing. Fernando Cañas Rawson, vicepresidente (ocho votos).

Arq. Hugo Guzmán Escalante, contralor (siete votos).

### Directores generales

Ing. Carlos Obregón Quesada, Arq. Hugo Fernández Sandí, Ing. Francisco Quesada Martos, Ing. Carlos Cordero Calderón, Ing. Enrique Muñoz Alvarado, Ing. Juan Carlos Coghi Montoya, Ing. Mario Rivas Vargas.

Lic. Rodolfo Yglesias Vieto, asesor legal.

Ing. Guillermo de la Rocha Hidalgo, director ejecutivo a.í.

### Colegio de Ingenieros Civiles (CIC)

Ing. Fernando Cañas Rawson, presidente  
Ing. Carlos Obregón Quesada, vicepresidente  
Ing. José A. Rodríguez Barquero, secretario  
Ing. Carlos Mata Castillo, tesorero  
Ing. Herbert Farrer Crespo, fiscal  
Ing. Víctor Acón Jiménez, vocal I  
Ing. Vilma Padilla Guevara, vocal II

### Colegio de Arquitectos de Costa Rica

Arq. Hugo Guzmán Escalante, presidente  
Arq. Hugo Fernández Sandí, vicepresidente  
Arq. Edgardo Mora Morales, secretario  
Arq. Roberto Pérez Sáenz, fiscal  
Arq. Lilliana Cordero Quesada, tesorera  
Arq. Edgardo Barrenechea Coto, vocal I  
Arq. Carlos Matarrita Albenda, vocal II

### Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos e Industriales (CIEMI)

Ing. Víctor Herrera Castro, presidente  
Ing. José Joaquín Azofeifa Saavedra, vicepresidente  
Ing. Ramón Mora Badilla, secretario  
Ing. José Fco. Quesada Martos, tesorero  
Ing. Carlos Ml. Arias Rojas, fiscal  
Ing. Fernando Rodríguez Alvarado, vocal I  
Ing. Baltazar Chaverri Quesada, vocal II

### Colegio de Ingenieros Topógrafos

Ing. Carlos Cordero Calderón, presidente  
Ing. Enrique Muñoz Alvarado, vicepresidente  
Ing. Manuel Benavides Flores, secretario  
Ing. Luis Enrique Portilla Barquero, fiscal  
Ing. Rodolfo Torres Calderón, tesorero  
Ing. Rodrigo Vega Herrera, vocal I  
Ing. Federico Carmiol Arguedas, vocal II

### Colegio de Ingenieros Tecnólogos (CITEC)

Ing. Daniel Guzmán Ovarés, presidente  
Ing. Juan Carlos Coghi Montoya, vicepresidente  
Ing. Rodrigo Alonso Paniagua Carranza, secretario  
Ing. Mario Rivas Vargas, tesorero  
Ing. Saúl Fernández Espinoza, fiscal  
Ing. Oscar Campos Rodríguez, vocal I  
Ing. Francisco Quirós Valverde, vocal II

## Método de ajuste de honorarios profesionales

**COLEGIO FEDERADO  
DE INGENIEROS  
Y DE ARQUITECTOS  
DE COSTA RICA**

### AVISA

A todos los miembros del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica que en Sesión No. 15-85-G.O. del 21 de mayo de 1985, se acordó lo siguiente:

"a) En concordancia con lo que establece el Artículo 1° del Reglamento a las Leyes #s. 5501 y 5518 que establece que dicho Reglamento se aplicará para "...ajustes de precios en contratos con empresas nacionales de la construcción, contratos con **empresas proveedoras de servicios o suministros de origen local para la construcción...**" (el subrayado no es del original), los miembros activos del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica deberán cobrar los honorarios mínimos por servicios profesionales de Ingeniería y de Arquitectura afectados por la Tarifa Variable según el presupuesto de la obra, calculados mediante el siguiente procedimiento:

1.-Aplicando los índices establecidos en el Artículo 1° de la Ley 5518, se obtiene el valor de la obra al mes en que entraron en vigencia los índices (Enero 1976), por la siguiente fórmula:

$$V_o = V \left( \frac{i_o}{i} \right)$$

En donde:

$V_o$  = Valor de la obra al mes en que entraron en vigencia los índices (Enero 1976).

$V$  = Valor actual de la obra.  
 $i$  = Índice de precios del mes actual.

$i_o$  = Índice inicial de precios (Enero 1976) = 100.

2.-Se obtiene los honorarios correspondientes al valor de la obra al mes en que entraron en vigencia los índices (Enero 1976), aplicando la tarifa variable.

3.-Mediante el método sintético alterno, establecido en el Artículo 18 del Reglamento a las Leyes 5501 y 5518 se obtiene el reajuste a los honorarios mediante las siguientes fórmulas:

$$R = P \times C \quad (\text{Fórmula 1})$$

En donde:

$R$  = Valor del reajuste.  
 $P$  = Valor de los honorarios correspondientes al mes en que entraron en vigencia los índices (Enero 1976).

$C$  = El factor de reajuste.

El factor de reajuste,  $C$ , se calcula por la siguiente expresión:

$$C = \frac{i}{i_o} - 1 \quad (\text{Fórmula 2})$$

En donde:

$i$  = Índice del mes actual.

$i_o$  = Índice inicial de precios (Enero 1976) = 100.

4.-Se suman los valores obtenidos en los numerales 2 (honorarios en Enero 1976) y 3 (reajuste) y se obtiene el valor reajustado de los honorarios.

b) Comunicar este acuerdo y publicarlo en el Diario Oficial La Gaceta y en la Revista del Colegio Federado.

## Donación a UCR

### Ingenieros civiles hacen donación a UCR

El Colegio de Ingenieros Civiles (CIC) donó recientemente la suma de ₡ 50 mil al Laboratorio de Materiales y Modelos de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica (UCR).

En el acto de entrega, efectuado en la sede del Colegio Federado, participaron los ingenieros Fernando Cañas Rawson, presidente del CIC; sus compañeros de directiva José Antonio Rodríguez, Carlos Mata y Carlos Obregón. Por la UCR estuvieron presentes don Rodolfo Herrera del Consejo Universitario, el Ing. José Bernardo Sandoval, director de la Escuela de Ingeniería Civil y el Ing. Juan Pastor, jefe del laboratorio.

Este último se mostró muy agradecido por la donación y comunicó a nuestra Oficina de Prensa que será empleada en la compra de un vibrador portátil para la investigación en el área de concreto reforzado.

En una entrevista realizada a mediados de diciembre manifestó que planeaban poner en práctica ese aparato, en enero, en comprobación de concretos de alta resistencia.



Durante la entrega del cheque por ₡ 50 mil aparecen, en el orden usual, los ingenieros Fernando Cañas, José Sandoval, Juan Pastor, el señor Rodolfo Herrera del Consejo Universitario y el Ing. Carlos Mata.

## Información bibliográfica

Una lista que contiene información respecto a la bibliografía que hay en la Biblioteca Nacional sobre el Colegio Federado, fue remitida por su director el Lic. Efraín Picado, a nuestra Oficina de Prensa.

Este documento presenta títulos de artículos publicados en periódicos, libros y revistas. Con esta guía se pueden solicitar fácilmente en la Biblioteca Nacional.

Quienes tengan interés en esta bibliografía pueden consultarla en la Biblioteca del Colegio Federado.

## Softbol

El equipo de softbol (modalidad lanzamiento lento) se coronó en 1985 campeón en el Torneo Copa (preinaugural del nacional) con lo cual se adjudicó un valioso trofeo que será entregado a nuestra Junta Directiva General.

Así lo manifestó el Ing. Juan Pastor, capitán del equipo, quien además se mostró muy satisfecho por el desempeño de sus compañeros en el torneo nacional de ese deporte, que se desarrolla en el parque metropolitano La Sabana, desde hace varios meses.

Los encuentros culminarán en febrero de este año. Se efectúan corrientemente a partir de las 9 a.m., los fines de semana. El Ing. Pastor invita a los miembros del Colegio Federado a participar de "este ambiente festivo que se vive en cada competencia".

Añadió que los interesados en formar parte del equipo, tanto miembros del Colegio Federado, como su personal administrativo, pueden ponerse en contacto con él.

## Beisbol

Oswaldo Palomo Marín, Mario Martínez Bustos y los hermanos Oscar y Alejandro Navarrete Oporto, empleados administrativos del Colegio Federado, forman parte del equipo de beisbol de la Universidad de Costa Rica.

Bajo la orientación del entrenador Mario Zeledón Mayorga, participarán este año en el campeonato nacional de esta disciplina deportiva, según comentó Palomo. Actualmente entrenan en las instalaciones deportivas universitarias, en Sabanilla y en el parque metropolitano La Sabana.

Palomo opinó que tienen buena experiencia, ya que algunos de ellos tuvieron la oportunidad de participar en los Juegos Universitarios en Cuba, en 1983 y en los Juegos Universitarios Centroamericanos y del Caribe en 1982, en Venezuela.

## Calendario de actividades (\*)

### Nacionales

\***Conferencia sobre proyecto de riegos.** Se efectuó el 14 de enero, en el auditorio del Colegio Federado. Organizó la Asociación de Ingeniería Económica y de Costos.

\***Charla sobre vidrios.** Febrero (fecha tentativa). Organiza el Colegio de Ingenieros Tecnólogos (CITEC). Mayor información con la secretaria Flor Chacón, extensión 226, Tel. 24-7322.

\***Curso de formulación y evaluación de proyectos (segunda etapa).** Del 13 de marzo al 22 de agosto; lunes y jueves, de 6:30 p.m. a 9:30 p. m. En el Colegio Federado.

\***Seminario sobre adobe.** A mediados de marzo; una semana de duración. Con exposiciones, mesas redondas, charlas y conferencias. Organiza el Colegio de Arquitectos.

\***Seminario nacional de Ingeniería y Arquitectura.** A mediados de 1986. Organiza el Colegio Federado.

\***Seminario sobre bambú.** A mediados de abril, una semana. Variedad de actividades. Mayor información con la secretaria Flory González, extensión 215, Tel. 24-7322. Organiza Colegio de Arquitectos.

\***Seminario sobre maderas.** A mediados de mayo, una semana. Con participación de especialistas en el campo. Informes en el Colegio de Arquitectos, extensión 215, Tel. 24-7322.

\***Asamblea general de delegados de la Cooperativa de Ahorro y Servicios Múltiples.** Segunda semana de mayo. Organiza el Consejo de Administración. Mayores detalles con los ingenieros Juan Luis Flores (23-5482) y Roberto Avilés Carranza (26-7092).

\***Foro para analizar realizaciones del Tercer Congreso de Ingeniería Civil,** efectuado en mayo de 1985. En abril. Organiza el Colegio de Ingenieros Civiles.

\***Seminario de Ingeniería Técnica.** Del 23 al 26 de julio. Auditorio del Colegio Federado Comisión Organizadora: Ing. Mario Alberto Rivas Vargas e Ing. Lindbergh Blanco Argüello, Colegio de Ingenieros Tecnólogos. Mayor información por la extensión 226, Tel. 24-7322.

### Internacionales

\***Ciclo de formación: Gestión Técnica del Medio Urbano.** Del 1º de marzo al 30 de noviembre. En Francia. Organiza la Universidad Tecnológica de Compiègne. Interesados pueden escribir a: Université de Technologie de Compiègne. Service Formation Continue/G.T.U. Rue Personne de Roberval. B.P. 233 60 206 Compiègne Cedex. Francia.

\***Semana internacional de la "productica", uso de maquinarias, herramientas y robótica.** Versailles, Francia. Del 28 de mayo al 4 de junio. Interesados escribir a: SEPIC 17, rue d'Uzes-75002 París-Francia. Tel. (1) 233.88.77. Telex Sepic 217 477 F.

\***Edición número 19 de la Convención de la Unión Panamericana de Ingenieros (UPADI).** Del 24 al 29 de agosto, en Guatemala. Interesados comunicarse con el Ing. Luis Llach Cordero (32-7772) o con la secretaria Flora Usaga (24-7322).

\***Congreso de la FIG.** Del 1º al 11 de junio, en Canadá. Interesados escribir a: FIG Congress 86. P.O. Box 186, Station Q. Toronto, Ontario, Canadá. M4T 1M2.

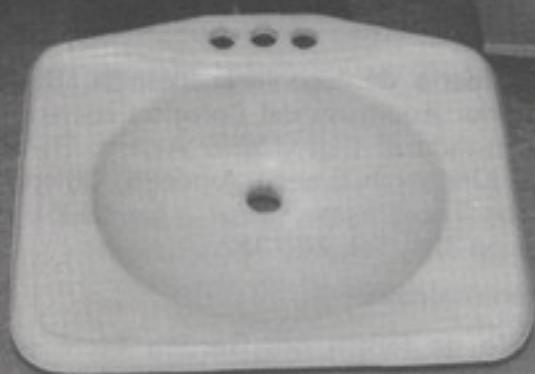
\***Reunión de verano para ingenieros dedicados a la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica.** Del 20 al 25 de julio en México D.F. Mayor información: Sociedad de Ingeniería de Potencia. 1986 "Summer Meeting". Leibnitz N° 14 P.H.; México D.F. C.P. 11590. Apdo. 5-489. Tel. 514 82 59, Telex 17-76352.

(\*) Recogidos hasta diciembre de 1985.

**Nota:** Con su colaboración este calendario continuará publicándose en futuras ediciones, con nuevas actividades. Quien tenga información, favor remitirla a la Comisión de la Revista o a la Oficina de Prensa del Colegio Federado, Apdo. 2346, San José.



# ¡Los Especialistas en Mármol!



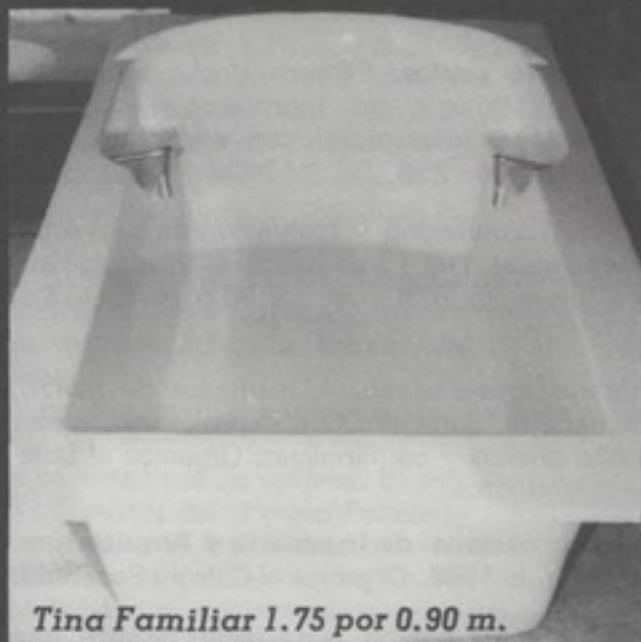
Aqualín Liviano "Crexma"



Lavatorio "Crexma Clásico"



Esquinero "Crexma Práctico"



Tina Familiar 1.75 por 0.90 m.

## PARA LOS PROFESIONALES EN CONSTRUCCION:

*El mármol ha causado, desde tiempos antiguos, una sensación de elegancia, sobriedad, exclusividad y belleza. Desde la Antigua Grecia hasta las canteras de Carrara, se ha trabajado el Mármol como símbolo de elegancia, como tributo a los Grandes de la Historia.*

*Los escultores se fascinaban con esta graciosa piedra, ya que la naturaleza había pintado exquisitos matices en sus entrañas, que su dureza y uniformidad les permitía dar rienda suelta a su imaginación, y que tenían, por así decirlo, garantizada la eternidad de sus obras.*

*Hoy en día, el Mármol sigue siendo el mismo símbolo de elegancia de la Historia misma, pero su adquisición se ha vuelto más y más difícil ya que los yacimientos se están agotando.*

*La ciencia moderna nos demuestra que el mármol no es sino una piedra caliza, básica en Carbonato de Calcio, y que por circunstancias que sólo la Naturaleza puede crear, a través de siglos, ha creado delicadas formas y colores que nos fascinan.*

*En Crexma hemos combinado la misma ciencia moderna con el Arte heredado por generaciones de las Culturas antiguas. Hemos logrado reproducir los mismos matices y colores del Mármol natural, que combinamos con Carbonato de Calcio y resinas sintéticas, logramos crear "nuestro" mármol.*

*Un mármol que cuenta con todas las características del mármol natural con una ventaja: Disponibilidad inmediata y precio.*

*Además, hemos logrado lo que la naturaleza no ha logrado en siglos: "Nuestras propias creaciones". Si, podemos darle la forma y el color que queremos al Mármol, y ajustarlo a nuestras necesidades estéticas y de espacio con que contamos.*

*Nos especializamos en Mármol, es decir, Tinas, lavatorios, enchapes, azulejos, fregaderos, ceniceros, sobres de cocina, en fin, la imaginación es el límite; Ah!... y en los colores que Ud. Necesita.*

*Llámenos sin compromiso, y le haremos una visita, o se puede dar una vuelta por nuestra fábrica.*

**Crexma S.A.: Apartado 6698-1000 San José, Costa Rica - Teléfono 25-9125**

**Sala de Exhibición: Bajos del Condominio Vistareal,  
contiguo al Colegio de Ingenieros y de Arquitectos.**

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

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

Somos distribuidores autorizados de las primeras marcas en:

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



Surtido y alistado en maderas finas, corrientes y de diferentes medidas.

Para un mejor servicio, contamos con aserradero propio.

Quirós Coto Hnos. S.A.  
500 m. E. Ig. Purral Guadalupe  
Apartado 50 Teléfono **25-82-64**

**EL GUADALUPANO S.A.**

100 m. N. de la Iglesia de Guadalupe

Teléfono **24-22-44**

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

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

Amplia zona parqueo

**La Petite Venetienne**

**Persiana Vertical**

*Nuevos diseños para controlar la luz en el hogar o en la oficina*

**PERSIANAS CANET S.A. TELEFONO: 25-22-95**

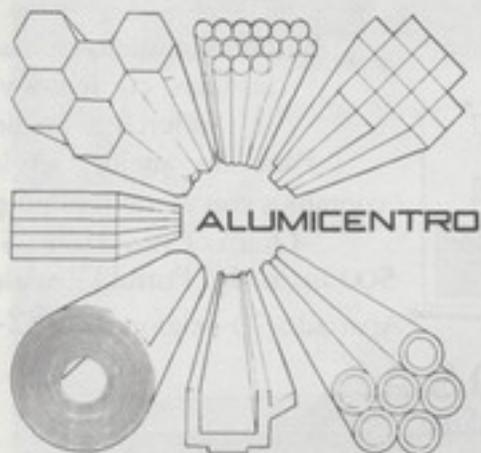
**BARRIO QUESADA DURAN, ZAPOTE**

# ALUMICENTRO S.A.

## PERFILES DE ALUMINIO

Contamos con todo tipo de perfiles para fachadas externas e internas

- \* Platinas, Barras, Tubos, Canales.
- \* Puertas de baño.
- \* Puertas corredizas.
- \* Láminas, Planchas y otros.



### PRODUCTOS ALUMICENTRO TODO EN ALUMINIO

Venta mínima en Perfiles desde 24Cm. en adelante

Los pedidos pueden ser tanto de fabrica como de distribuidores. Además tenemos catálogos completo de planos al servicio del cliente en el almacén.

### DISTRIBUIDORES DE ALUMINIO DE CENTROAMERICA-ALDECA

Telex: Alumic 2995 C.R. carretera a Desamparados  
Centro Comercial del Sur 100 Mts. sur

**30-2423 27-7883**

## Cinco "ideas constructivas" en una sola calidad:

# METALCO

Más techo, más calidad.

Metalco Colima de Tibás

Teléfonos: 35-20-28  
36-43-39  
36-08-39

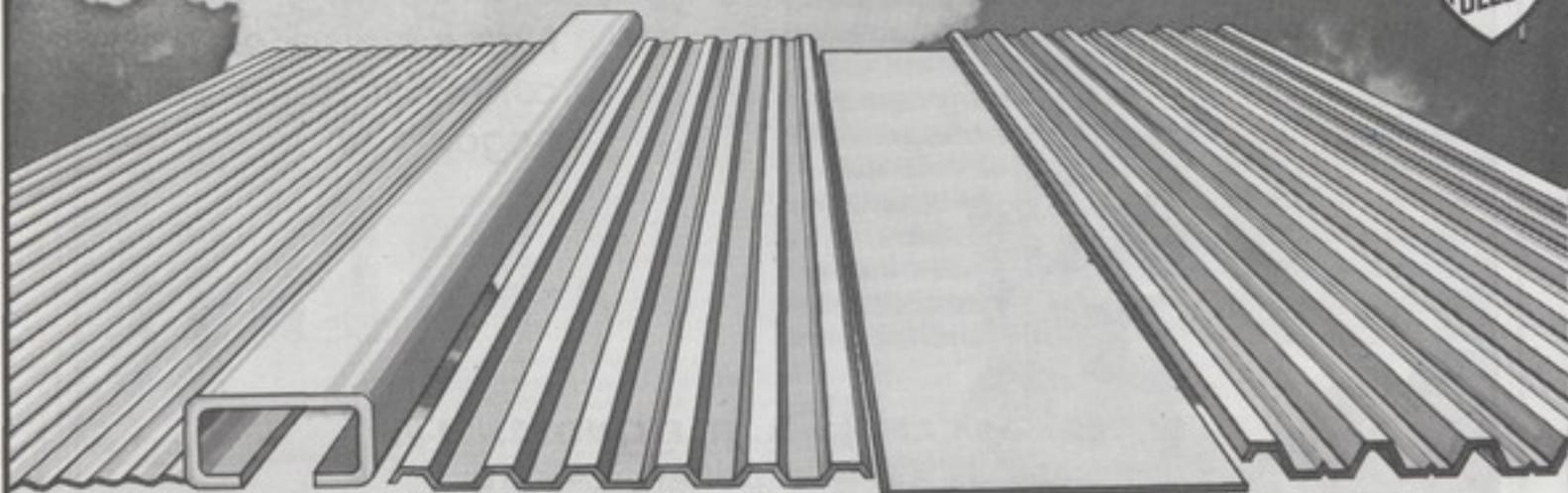


Lámina ondulada

Perfiles

Lámina rectangular

Lámina lisa

Canaleta

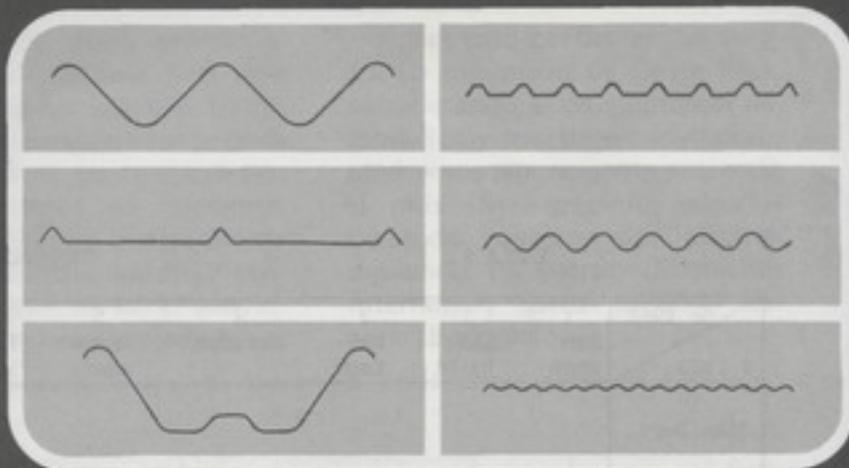
# Mil y un usos del Acrílico Láminas Plastiluz Acanaladas



*Nuestra línea de láminas acanaladas permite el acoplamiento del acrílico con las láminas para techo más comunes de nuestro mercado.*

*Este sistema permite su utilización sin necesidad de modificar las estructuras de sostén de la cubierta, lo cual puede significar una considerable reducción de costo, tanto en obras nuevas como en la solución de esos "rincones oscuros" en construcciones existentes.*

*Además de las láminas que aquí presentamos podemos fabricar, contra pedido láminas para adaptarse a cualquier tipo de cubierta.*



Galerías del Este

Asesoramiento,  
Diseño,  
Fabricación e  
Instalación: por **neon nieto s.a.**

Haga su consulta a nuestro  
Departamento Técnico: Tel: 35-6755

# PLASTILUZ®



© MARCA REGISTRADA DE **neon nieto s.a.**

# Modelo del sistema de migración en Costa Rica

Ing. Elizabeth Coto de Morales, M.Sc.

TABLA #1 TRANSACCIONES

de 1968 a 1973	1 San José	2 Alajuela	3 Cartago	4 Heredia	5 Guanacaste	6 Puntarenas	7 Limón	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
1 San José								$Y_{1,}$	$Y_{2,}$	$Y_{3,}$
2 Alajuela										
3 Cartago										
4 Heredia										
5 Guanacaste										
6 Puntarenas										
7 Limón										
	$A, (a_{i,j})$ Matriz de transacciones									
								In-migración (1968-1973)	Nacimientos (1968-1973)	Población 1967
8	$B, (b_{8,j})$ Emigración (1968-1973)							0	0	0
9	$C, (c_{9,j})$ Muertes (1968 - 1973)							0	0	0
10	$D, (d_{10,j})$ Stay Put (1968-1973)							0	0	0

## RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo modelar el sistema de migraciones de Costa Rica utilizando la teoría del modelo de flujo lineal complejo con el procedimiento de Leontieff como herramienta matemática. La información utilizada para hacer una prueba del modelo fue recopilada del Censo 73 para el período (1968-1973), con totales agrupados por provincia y con cierto faltante de información al momento del estudio. Sin embargo, el objetivo de construcción del modelo del sistema de migraciones se cumple plenamente en este artículo.

## EL SISTEMA DE MIGRACIONES EN COSTA RICA Y EL MODELO ENTRADA-SALIDA DE WASSILY LEONTIEFF

La teoría del modelo de flujo lineal complejo será usada para modelar el sistema de migración en Costa Rica, con el procedimiento de Leontieff como herramienta matemática.

Cada una de las provincias en Costa Rica experimenta movimientos de migración de tres tipos:

1. Gente de otros países entrando a esa provincia. Este tipo de migración es llamado In-migración y se considera parte de la entrada total de gente al sistema.

2. Movimientos de migración de esta provincia a cualquiera de las otras provincias o el flujo contrario de gente de otras provincias que fluye hacia esa provincia.

El set total de este tipo de migraciones será llamado Migración Interna, siendo llamada "urbana" cuando la gente se mueve hacia ciudades más desarrolladas y "rural" cuando la migración es hacia áreas más alejadas del país.

3. Gente saliendo de una provincia para ir a un país en el extranjero. Este flujo se llamará "Emigración" y se considera parte de la salida de gente del sistema. Es además uno de los sectores de cierre del sistema como se explicará posteriormente.

En el caso particular del sistema de migración de Costa Rica, considerando al país como el sistema (con sus siete provincias), tendremos alguna gente entrando al país (In-migración), algunos fluyendo dentro del sistema siguiendo un patrón (Migración Interna), y gente saliendo del país. (Emigración).

Tabla #2. Matriz de Transacciones del Sistema Migraciones en Costa Rica (desde 1968)  
 $i = 1, \dots, 10$   $j = 1, \dots, 7$

a 1973	San José 1	Alajuela 2	Cartago 3	Heredia 4	Guanacaste 5	Puntarenas 6	Limón 7	Inmi- gración $Y_1$	Nacimi- tos $Y_2$	Pobla- ción ( '67) $Y_3$	Total
San José 1	0	10,730	9,954	3,230	5,953	11,200	4,307	10,002	87,721	552,066	649,789
Alajuela 2	4,706	0	663	1,859	4,847	4,371	793	2,021	44,732	262,040	308,793
Cartago 3	4,940	716	0	375	276	462	1,355	547	29,149	166,879	196,575
Heredia 4	4,692	4,567	1,079	0	2,077	2,277	1,035	583	17,024	100,510	118,117
Guanacaste 5	1,174	2,006	105	269	0	1,883	450	1,236	27,326	144,242	172,804
Puntarenas 6	8,350	3,130	330	577	5,451	0	724	1,254	34,905	163,487	199,646
Limón 7	4,188	2,260	2,377	543	4,426	3,890	0	897	18,078	78,780	97,755
Emigración <sup>8</sup>	93,359	29,377	15,964	22,425	5,041	21,974	22,581	0	0	0	210,721
Muertes 9	21,688	11,206	7,348	4,056	6,378	8,664	5,414	0	0	0	64,754
Stay Put 10	552,066	262,040	166,879	100,510	144,242	163,487	78,484	0	0	0	1,467,708
TOTAL	695,163	326,032	204,699	133,844	178,691	218,208	115,143	16,540	258,935		

Las diversas entradas al país constituyen el vector de entrada del sistema y consiste de:

- 1.-In-migración
- 2.-Nacimientos en el período (1968-1973) en el que el estudio se lleva a cabo.
- 3.-Población ya presente en el país que corresponde a la población de 1967.

Los tipos de salidas del sistema constituyen los "sectores de cierre" del sistema y son tres en el caso en estudio: (referencia Tabla #1).

- 1.-Emigración, Fila de cierre #1 (línea 8).
- 2.-Muertes (por provincia) durante el período (1968-1973)

Fila de cierre #2 (fila 9).

3.-Gente que se mantuvo en la provincia, "Stay Put" que corresponde al número de personas que no emigraron de la provincia en que se encontraban en 1968, a pesar de que pudieron haber migrado dentro de la misma provincia; este es entonces el sector Fila de cierre #3 (fila 10).

En el sistema en estudio habrán siete sectores correspondientes a las siete provincias, tres sectores de entrada y tres sectores de cierre. La descripción estadística de las entradas y las salidas del sistema para el período de tiempo (1968-1973) se presentan como una matriz cuadrada, llamada "Matriz de Transacciones" que forma parte de la Tabla #1.

Donde:

A: es una matriz de  $7 \times 7$  con datos  $a_{ij}$ ;  $i \neq j$  representando el segundo tipo de migración, Migración Interna de la provincia  $j$  a la provincia  $i$ .

B: es un vector fila de  $1 \times 7$  con  $b_{g,j}$  representando el primer tipo de salida del sistema: Emigración de la provincia  $j$  al resto del mundo (ROW).

C: es un vector fila de  $1 \times 7$  con  $c_{g,j}$  representando el segundo tipo de salida: muertes que ocurren en la provincia  $j$  (1968-1973).

D: es un vector fila de  $1 \times 7$  con  $d_{10,j}$  representando el tercer tipo de salida: "Stay Put" en provincia  $j$ .

$Y_1$  es un vector columna de  $7 \times 1$  con  $y_{i,1}$  representando el primer tipo de entrada: In-migración.

Tabla #3

Coefficientes Técnicos

de 1968 de 1973	1	7	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
1			$(y_{i,1})$	$(y_{i,2})$	$(y_{i,3})$
..					
7		M	0	0	0
8			0	0	0
9					
10			0	0	0

$Y_2$  es un vector columna de  $7 \times 1$  con  $y_{i,2}$  representando el segundo tipo de entrada: nacimientos que ocurren en la provincia  $i$  (1968-1973).

$Y_3$  es un vector columna de  $7 \times 1$  con  $y_{i,3}$  representando el tercer tipo de entrada: población de la provincia  $i$  en 1967, llamado en este estudio como "arrastre".

En todos los casos,  $i = 1, \dots, 7$  y  $j = 1, \dots, 7$ .

Basados en la Matriz de Transacciones, los datos de una nueva matriz pueden ser ahora calculados. Esto se logra dividiendo los datos de cada columna  $j$  de la Matriz de Transacciones entre el valor total de la población correspondiente a la provincia  $j$  como se muestra seguidamente:

$$a_{i,j}^{(1)} = \frac{a_{i,j}}{p_j} ; i \neq j \quad (1)$$

$$i, j = 1, \dots, 7$$

donde  $a_{i,j}^{(1)}$  = proporción de  $p_j$  que se movió de la provincia  $J$  al sector  $i$ .

$a_{i,j}$  = número de personas que se movieron de  $j$  a  $i$  (datos de la matriz de transacciones  $A$  de la tabla # 1).

$p_j$  = población en (1973) de la provincia  $j$ .

Esta nueva matriz será llamada "Matriz de Coeficientes Técnicos" y estará representada por la letra  $A'$ .

Utilizando la fórmula (1) se pueden también calcular los datos correspondientes a las filas

8, 9 y 10, de la tabla # 1 de Transacciones con  $j = 1, \dots, 7$  o sea:

$$b_{8,j}^{(1)} = \frac{b_{8,j}}{p_j}$$

$$c_{9,j}^{(1)} = \frac{c_{9,j}}{p_j}$$

$$d_{10,j}^{(1)} = \frac{d_{10,j}}{p_j}$$

con  $b_{8,j}$  y  $c_{9,j}$  y  $d_{10,j}$  (para  $j=1, \dots, 7$ ) tomados de la Tabla # 1.

La forma general de la tabla de Coeficientes Técnicos se presenta en la Tabla # 3.

Tabla #4. Matriz de Coeficientes Técnicos del Sistema de Migraciones (desde 1968)  
 $j = 1, \dots, 7$

a 1973	San José <sub>1</sub>	Alajuela <sub>2</sub>	Cartago <sub>3</sub>	Heredia <sub>4</sub>	Guanacaste <sub>5</sub>	Puntarenas <sub>6</sub>	Limón <sub>7</sub>
San José 1	0	.03291087	.0486274	.02413267	.03331449	.05132717	.08740566
Alajuela 2	.00676963	0	.0032389	.01388930	.02712503	.02003134	.00688708
Cartago 3	.0071062	.00219610	0	.00280176	.00154456	.00211724	.01176797
Heredia 4	.00614949	.01400782	.00527115	0	.01162341	.01043499	.0089882
Guanacaste 5	.00168881	.00615277	.00051294	.00200980	0	.00862938	.00390813
Puntarenas 6	.01201157	.00960028	.00161212	.00431098	.03050517	0	.00628783
Limón 7	.00602443	.00693183	.00116121	.00405696	.02476901	.01782702	0
Emigración 8	.3429799	.09010465	.07798761	.16754579	.02821071	.10070208	.19611265
Muertes 9	.03119843	.03439085	.03589660	.03030393	.0356929	.03970523	.04701979
Stay Put 10	.79416331	.80372478	.81524091	.75094886	.80721468	.74922550	.68162198

Tabla #4 (continuación)

a 1973	In-migración $Y_1$	Nacimientos $Y_2$	Población 1967 $Y_3$	TOTAL
San José 1	10,002	87,721	552,066	649,789
Alajuela 2	2,021	44,732	262,040	308,793
Cartago 3	547	29,149	166,879	196,575
Heredia 4	583	17,024	100,510	118,117
Guanacaste 5	1,236	27,326	144,242	172,804
Puntarenas 6	1,254	34,905	163,487	199,646
Limón 7	897	18,078	78,780	97,755
Emigración 8	0	0	0	
Muertes 9	0	0	0	
Stay Put 10	0	0	0	

Observando esta tabla general, la matriz M es de tamaño  $10 \times 7$ , con elementos  $a_{i,j}^{(1)}$  para  $i=1, \dots, \dots, 7$  y  $j=1, \dots, 7$  y elementos  $b_{8,j}^{(1)}$  para  $j=1, \dots, 7$ ;  $c_{9,j}^{(1)}$  para  $j=1, \dots, 7$  y  $d_{10,j}^{(1)}$  para  $i=1, \dots, 7$ .

Para el presente estudio la tabla de coeficientes técnicos se muestra en Tabla #4.

La solución matemática del modelo está dada por la fórmula:

$$(I-M)P=Y \text{ ó } (I-M)^{-1}Y=P \quad (2)$$

donde  $(I-M)$  es la matriz de Leontieff con I igual a la matriz identidad.

P es un vector columna de  $10 \times 10$  cuyos primeros 7 datos son los valores de población (en 1973) de las provincias j's. ( $j=1, \dots, 7$ ) y los restantes son zeros.

Y es un vector columna de  $(10 \times 10)$  cuyos primeros 7 datos

son el resultado de sumar  $Y_{i,1}$ ,  $Y_{i,2}$  y  $Y_{i,3}$  para  $i=1, \dots, 7$  y los restantes son zeros.

$(I-M)^{-1}$  es la inversa de la matriz de Leontieff y es llamada Matriz de Coeficientes Independientes cuyos datos son llamados Coeficientes de Interdependencia,  $\alpha_{i,j}$

Con los coeficientes de Interdependencia ya definidos, es posible ahora definir los Multiplicadores del Sector como sigue:

$$q_j = \sum_{i=1}^7 \alpha_{i,j}, \quad j=1, \dots, 10 \quad (3)$$

Todos los datos para este estudio se tomaron del Censo (1968-1973) y se resumen en la tabla #2, Transacciones del Sistema de Migraciones de Costa Rica. En esta tabla, cuando  $j=1, \dots, 7$  los datos representan:

Tabla #6 Multiplicadores de Sectores

Sector #	Provincia	Valor* del Multiplicador de Sector
1	San José	1.04389747
2	Alajuela	1.07671072
3	Cartago	1.07473588
4	Heredia	1.05464579
5	Guanacaste	1.13874329
6	Puntarenas	1.11750994
7	Limón	1.08006763

\* Los valores en esta columna fueron obtenidos restando 1.00 a cada uno de los multiplicadores de sectores que aparecieron en el listado de salida del programa de computadora.

a) si  $i=1, \dots, 7$ ; el # de personas que migraron de la provincia  $j$  a la provincia  $i$  en un solo paso.

b) si  $i=8$ , la Emigración de la provincia  $j$  a ROW en un solo paso.

c) si  $i=9$ , muertes en la provincia  $j$ .

c) si  $i=10$ , "Stay Put" en la provincia  $j$  con (b), (c) y (d) siendo los tres sectores de cierre ya definidos en la teoría.

Las columnas  $y_1, y_2$  y  $y_3$  ya han sido definidas como los vectores de entrada al sistema.

La tabla de Coeficientes Técnicos, se obtiene de la aplicación de la fórmula (1) como se explicó previamente y se muestra en la tabla # 4, Coeficientes Técnicos del Sistema de Migraciones de Costa Rica. En esa tabla

cuando  $j=1, \dots, 7$ , los datos representan el porcentaje de población de la provincia  $j$  que:

a) se movieron a la provincia  $i$  en una transferencia (con  $i=1, \dots, 7$ ).

b) Emigraron ( $i=8$ )

c) murieron ( $i=9$ )

d) se mantuvieron en el mismo lugar  $j$  donde estuvieron en 1968 ( $i=10$ )

La Matriz de Leontieff se utiliza como la matriz de entrada de un programa de computadora que da como resultado la Matriz de coeficientes Interdependientes del Sistema de Migraciones de Costa Rica, tabla # 5 y los multiplicadores de Sectores, en tabla # 6.

Los coeficientes de Interdependen-

cia son el porcentaje de gente de la población de la provincia  $j$  en 1973 ( $j=1, \dots, 7$ ) que se movió del sector  $i$  ( $i=1, \dots, 10$ ) en una o más transferencias.

Los multiplicadores de Sectores representan el número promedio de veces que una persona que entra al sector  $j$  ( $j=1, \dots, 7$ ) se mueve en el sistema antes de salir de él para dirigirse a uno de los tres sectores de cierre.

Con las tablas # 2 a # 6 queda así concluido este artículo, con el objetivo principal de modelar el Sistema de Migraciones en Costa Rica con la Teoría de Leontieff como herramienta matemática. Debido a que en la etapa de recopilación de datos específicos para este estudio del sistema de migraciones de Costa

Tabla #5 Matriz de Coeficientes de Interdependencia (desde 1968)

hasta 1973	San José 1	Alajuela 2	Cartago 3	Heredia 4	Guanacaste 5	Puntarenas 6	Limón 7
San José 1	1.00169584	.03444235	.04951274	.02525431	.03727290	.05348936	.03899797
Alajuela 2	0.00724422	1.00087501	.00380556	.01426509	.02838885	.02095771	.00757982
Cartago 3	.00725896	.00260431	1.00052407	.00308044	.00227954	.00281094	.01211787
Heredia 4	0.00710843	.01451617	.00580232	1.00050309	.01285275	.01138931	.00954991
Guanacaste 5	.00188516	.00636559	.00069932	.00220223	1.00063716	.00895681	.00410938
Puntarenas 6	.01224198	.01033099	.00236619	.00485380	.03146645	1.00128762	.00701945
Limón 7	.00646297	.00757637	.01202590	.00448687	.02584569	.01861819	1.00069386
Emigración 8	0.13948902	0.10015001	.08860949	.17397812	.04636093	.11593504	.20553685
Muertes 9	.03283356	.03700249	.03845113	.03219025	.04079021	.04378664	.04967987
Stay Put 10	.82767733	.86284744	.87293906	.79383158	.91284881	.84027827	.74418313

Sectores (provincias) Internos  
Salida (cierre) Sectores

Rica fue muy difícil obtener la información de las migraciones de cada provincia hacia el extranjero y el flujo inverso igualmente, los resultados de la aplicación del modelo con los datos obtenidos en esa ocasión no son del todo representativos y por lo tanto será necesario realizar estudios posteriores con información revisada, tal vez basados en los resultados del Censo más reciente (1984). Posteriormente será de gran interés y utilidad una descripción y análisis del modelo, que ya el autor de este trabajo ha realizado y que puede ser objeto de una segunda publicación.

## BIBLIOGRAFIA



1. Raventein, E.G. *Journal of the Royal Statistical Society*, III, June 1889, pp. 241-301.
2. Leontief, W. *The Structure of the American Economy, 1914-1939*. 2nd rev. ed. Oxford: Oxford University Press, 1951.
3. Leontief, W. "National Economic Planning - Methods and Problems," *The Economic System in an Age of Discontinuity*, The Charles C. Moskowitz Memorial Lectures, xvii. New York: New York University Press, 1976, pp. 29-41.
4. Diab, M.A. *The United States Capital Portion and the Structure of Its Foreign Trade*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1956.
5. Gamble, Hays B., and David L. Raphael. *A Microregional Analysis of Clinton County Pennsylvania*. Vol. II. The Pennsylvania Regional Analysis Group. University Park, Pa.: The Pennsylvania State University, June 1966.
6. *Anuario Estadístico de Costa Rica, 1967-1973*. Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de Economía, Industria y Comercio, San José, Costa Rica, 1967-1973.
7. *Censo de Población. 1973*. Censos Nacionales de 1973, Tomos 1 y 2. Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de Economía, Industria y Comercio, San José, Costa Rica, 1973.
8. Lee, Everett. "A Theory of Migration," *Demography*, Vol. III, No. 1, pp. 47-57.
9. Thomas, Robert N., Robert E. Nunley, and Andrew J. Schlagel. "Population Bibliography of Latin America," *Population Dynamics of Latin America*. A Review and Bibliography. The Conference of Latin Americanist Geographers Publication Series, 2nd General Session, Boston, Mass., April 17, 1971.
10. Brunn, Stanley D., and Robert N. Thomas. "The Migration System of Tegucigalpa, Honduras," *Population Dynamics of Latin America*. A Review and Bibliography. Ed. by Robert N. Thomas. Papers presented at the 2nd General Session of the Conference of Latin Americanist Geographers, Boston, Mass., April 17, 1971, pp. 63-82.
11. Viel, Benjamín, M.D. *The Demographic Explosion in Latin America*. Population and Family Planning in Latin America. Report No. 17, The Victor-Bostrom Fund Report, Washington, D.C., Fall 1973.
12. Ortiz M., Antonio. *Population and Development in Latin America*. Population and Family Planning in Latin America. Report No. 17. The Victor-Bostrom Fund Report, Washington, D.C., Fall 1973.
13. Sanchez-Albornoz, Nicolas. *The Population of Latin America, a History*. Berkeley, Calif.: University of California Press, 1974.
14. Gómez, Miguel B., and Vera V. Bermudez M. *Country Profiles—Costa Rica*. A Publication of the Population Council, April 1974.
15. Gómez, Miguel B., and Jack Reynolds. *Numerator Analysis of Fertility Changes in Costa Rica: A Methodological Examination*. Studies in Family Planning, Vol. 4, No. 12. A Publication of the Population Council, Dec. 1973.
16. Flores Silva, E. *Tendencias de Cambio de la Población de Costa Rica*. International Union for the Scientific Study of Population, General Conference, Mexico City, Mexico, Aug. 8-13, 1977.
17. Trejos, Juan. *Geografía Ilustrada de Costa Rica*. Trejos Hnos., eds., San José, Costa Rica, 1960.
18. Monge A., Carlos. *Historia de Costa Rica*. Imprenta Trejos Hnos., San José, Costa Rica, 1962.
19. *Evaluación del Censo de 1973 y Proyección de la Población por Sexo y Grupos de Edades, 1950-2000*. Dirección General de Estadística y Censos, Sección de Publicaciones, San José, Costa Rica, June 1976.

# Nosotros se lo garantizamos...

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



**CONCRETO INDUSTRIAL S.A.**

Teléfono 29-00-77

Apdo. 17 7 Moravia - San José, Costa Rica

## Presentación de Artículos

Los siguientes son los requisitos que deben cumplir los artículos presentados para su publicación en esta Revista del Colegio:

- 1.— Los originales deben ser presentados escritos a máquina a doble espacio y deben tener una extensión máxima de 10 carillas de 8,5 por 11", tamaño carta.
- 2.— Se debe presentar original y una copia del mismo, siendo indispensable presentar original de los cuadros estadísticos, dibujos o diagramas para su reproducción fotográfica en la revista (nunca fotocopias).
- 3.— En lo posible, el artículo debe ser acompañado de ilustraciones o fotografías.
- 4.— Se debe adjuntar un pequeño resumen del contenido del artículo en un máximo de cinco renglones.
- 5.— El contenido del artículo debe ser expuesto en forma comprensible a no especialistas en el tema, pudiendo tener un anexo de justificación matemática de las fórmulas utilizadas en el mismo.
- 6.— Es conveniente presentar un pequeño currículum del que suscribe el artículo (título académico), especialización (si la tiene) y puesto que desempeña en ese momento. En lo posible enviar foto tamaño pasaporte.
- 7.— La recepción de los materiales no implica compromiso de pronta publicación, los mismos son sometidos a la Comisión Editora para su evaluación y futura inserción en la Revista.



Embellezca su casa  
y ahorre con  
Sherwin Williams



Al decorar su hogar, pinte siempre con SHERWIN WILLIAMS.

Su rendimiento, protección, durabilidad, economía y lindos colores, hacen de SHERWIN WILLIAMS la pintura para decorar su hogar.



Presente este anuncio en cualesquiera de nuestras tiendas, y obtenga un 16% de descuento en todas las compras de pintura.

**VISITE A QUIEN SABE DE PINTURAS**

Su distribuidor



# SHERWIN Williams

Más de un siglo de prestigio en pinturas

Para escuela, formación profesional y profesión:

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



Estilógrafo rotring variant B para el dibujo a tinta china

rotring fineliner F para el boceto técnico

Juegos de estilógrafos

Reglas, escuadras, transformadores

Plantillas de rotulador

Plantillas de dibujo para todo uso

Compasses y estuches de compases para todas las exigencias

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

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

Pues rotring significa **PRECISION SIN CONCESIONES.**

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



### Distribuidores



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



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



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



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



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



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



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

# Un método de balanceo estático

Ing. Domingo Riggioni Cordero  
Ing. Bernal Arauz Centeno

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es presentar un método de balanceo estático teóricamente fundamentado, que se sugiere como una alternativa al método de prueba y error comúnmente utilizado. Al final del artículo se da un DIAL DE BALANCEO ESTÁTICO que resume el método y simplifica su utilización.

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. VIBRACIONES MECANICAS:

Si un cuerpo que tiene una cierta posición de equilibrio ejecuta en modo alternativo una

serie de movimientos alrededor de esta posición, se dice que se encuentra en movimiento vibratorio.

Un cuerpo que vibra causa alguna influencia al medio que lo rodea, tanto a las personas que estén en sus proximidades como a las máquinas, los equipos, las instalaciones y los edificios.

La influencia de las vibraciones puede ser útil o nociva; en el primer caso las medidas a tomar son inclinadas a utilizar estas vibraciones en diferentes aplicaciones técnicas. En el segundo caso las medidas se inclinan a combatir y reducir estos efectos nocivos.

El avance de la técnica ha permitido fabricar máquinas de altas

velocidades y de construcción más liviana lo que hace que las vibraciones mecánicas nocivas aparezcan con mayor frecuencia.

Las vibraciones en máquinas rotatorias se deben a varias causas, de las cuales se pueden citar: desalineamiento, daños en cojinetes, torceduras en ejes, mal anclaje y desbalanceo estático o dinámico, entre otras.

En este artículo se presenta un método para reducir las vibraciones mecánicas nocivas debidas a desbalanceo estático.

### 1.2. DESBALANCEO ESTÁTICO Y DINAMICO:

#### 1.2.1. Definiciones

Un rotor se encuentra comple-

tamente balanceado cuando su eje de rotación coincide con un eje centroidal principal de inercia. Si a este rotor se le agrega una pequeña masa no contrapesada, su centro de masa se desplazará a un lugar fuera de su eje de rotación, situación que corresponde al desbalanceo estático. En este caso, si el rotor gira, las fuerzas

de inercia se pueden reducir a una fuerza resultante única de desbalanceo.

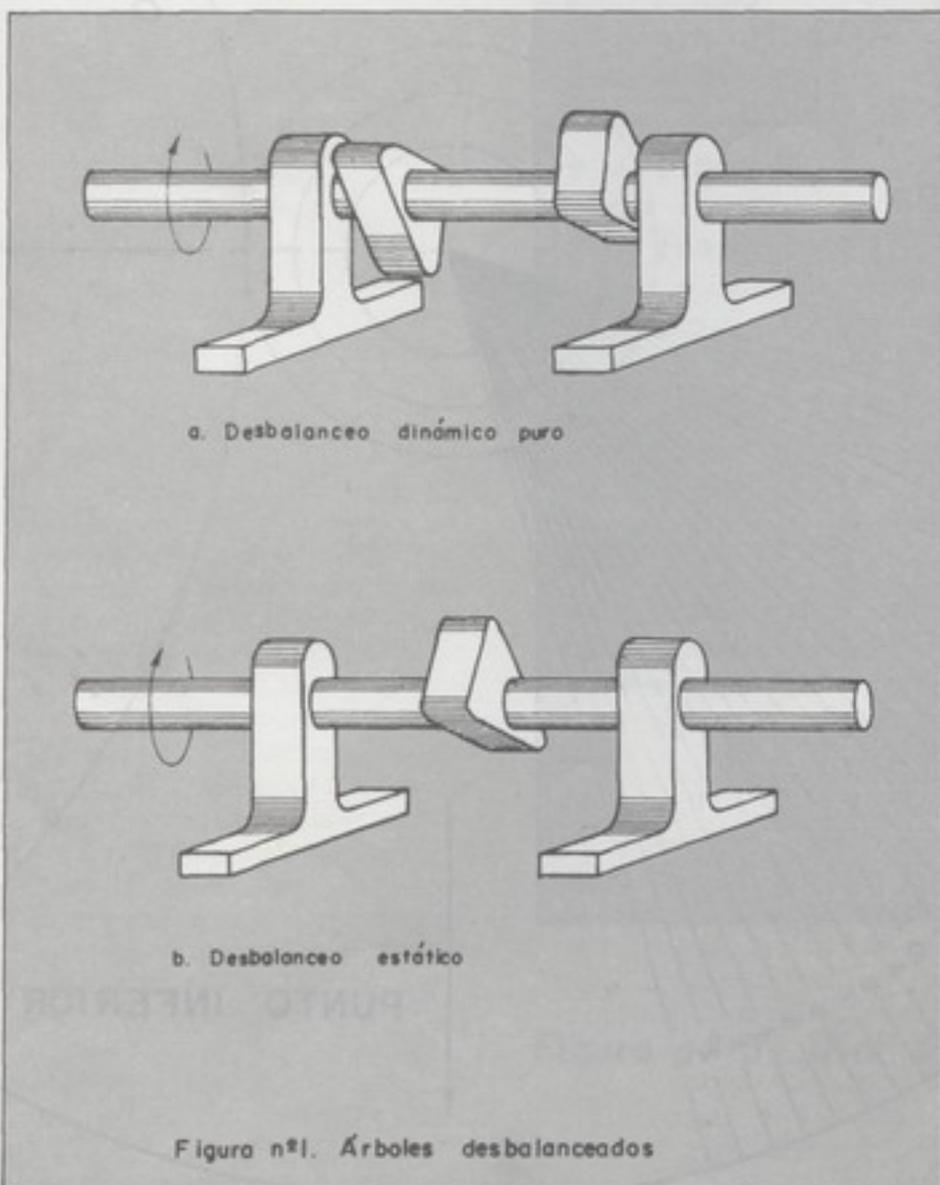
Si al rotor se agregan dos masas en diferentes planos transversales y si estas masas se encuentran desfasadas al observarlas desde un extremo del eje de rotación, la resultante de las fuerzas de inercia se puede reducir a un

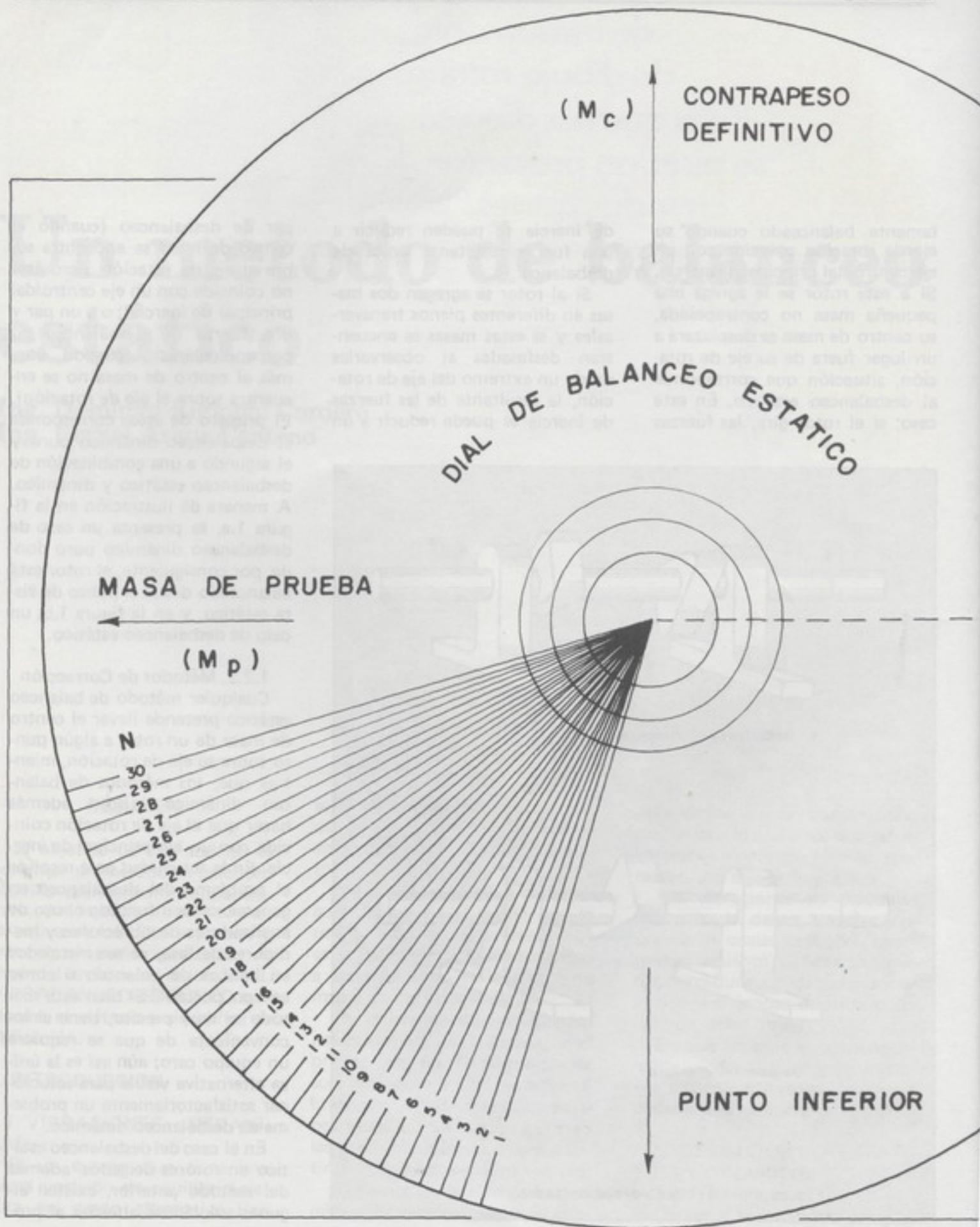
par de desbalanceo (cuando el centro de masa se encuentra sobre el eje de rotación, pero éste no coincide con un eje centroidal principal de inercia); o a un par y una fuerza de desbalanceo no perpendiculares<sup>1</sup> (cuando además el centro de masa no se encuentra sobre el eje de rotación). El primero de estos corresponde al desbalanceo dinámico puro y el segundo a una combinación de desbalanceo estático y dinámico. A manera de ilustración en la figura 1.a. se presenta un caso de desbalanceo dinámico puro donde, por consiguiente, el rotor está balanceado desde el punto de vista estático, y en la figura 1.b. un caso de desbalanceo estático.

### 1.2.2. Métodos de Corrección

Cualquier método de balanceo estático pretende llevar el centro de masa de un rotor a algún punto sobre su eje de rotación, mientras que, los métodos de balanceo dinámico buscan además hacer que el eje de rotación coincida con un eje principal de inercia. En la actualidad para resolver el problema del desbalanceo en general, se ha difundido el uso de analizadores de vibraciones y medidores de fase, ya sea instalados en bancos de balanceo o como equipo portátil. Si bien este método es muy preciso, tiene el inconveniente de que se requiere un equipo caro; aún así es la única alternativa viable para solucionar satisfactoriamente un problema de desbalanceo dinámico.

En el caso del desbalanceo estático en rotores delgados, además del método anterior, existen algunas soluciones alternas al pro-





Mc = K * Mp			
N	K	N	K
1	3.49	16	0.97
2	3.08	17	0.90
3	2.75	18	0.84
4	2.48	19	0.78
5	2.25	20	0.73
6	2.05	21	0.67
7	1.88	22	0.62
8	1.73	23	0.58
9	1.60	24	0.53
10	1.48	25	0.49
11	1.38	26	0.45
12	1.28	27	0.40
13	1.19	28	0.36
14	1.11	29	0.32
15	1.04	30	0.29

Figura n° 3 Dial de balanceo estático

blema, como las máquinas de péndulo y pivote o las soluciones de prueba y error que en este caso son viables pero laboriosas.

El resto de este artículo se ocupa de la fundamentación teórica y el planteamiento de un método de balanceo estático que presenta algunas ventajas sobre los anteriores, principalmente desde el punto de vista del equipo y la laboriosidad.

## 2. METODO DE BALANCE ESTATICO

### 2.1. FUNDAMENTO TEORICO:

En la figura 2.a. se observa un disco estáticamente desbalanceado de masa  $M_d$ , cuyo eje horizontal pasa por "O" y está sostenido en apoyos sin fricción. En esta figura, el disco está en equilibrio estable y por tanto su centro de masa "G<sub>1</sub>" está bajo su centro de rotación "O" y ambos están sobre la misma línea vertical "Y".

Para balancear este disco será necesario colocar en el punto "C" un contrapeso cuya masa deberá determinarse, lográndose con esto llevar su centro de masa a su centro de rotación.

Si se coloca una masa de prueba conocida  $M_p$  en el punto "P" del disco, éste girará y alcanzará una nueva posición de equilibrio estable, mostrada en la figura 2.b. En esta posición el eje "x" solidario al disco, se encuentra girado un ángulo " $\theta$ " con respecto al eje fijo "X". Además, el nuevo centro de masa "G<sub>2</sub>" se encuentra sobre la línea vertical "Y", o dicho en otras palabras, la posición centroidal en el eje "X" es igual a cero. Por tanto, de la mis-

ma figura se puede obtener la siguiente relación:

$$\bar{X} = (M_d * e * \text{sen } \theta - M_p * R * \cos \theta) / (M_d + M_p) = 0$$

de donde

$$M_d * e = M_p * R / \text{tg } \theta \quad (1)$$

En la figura 2.c, se muestra el disco estáticamente balanceado, mediante un contrapeso  $M_c$  colocado en el punto "C", por lo que el nuevo centro de masa "G<sub>3</sub>" coincidirá con el centro de rotación "O". Así, la nueva posición centroidal en la dirección "Y" será igual a cero, pudiéndose escribir la siguiente relación:

$$\bar{Y} = (-M_d * e + M_c * R) / (M_d + M_c) = 0$$

de donde

$$M_c = M_d * e / R \quad (2)$$

Sustituyendo (1) en (2) se obtiene finalmente:

$$M_c = M_p / \text{tg } \theta \quad (3)$$

### 2.2. PROCEDIMIENTO DE BALANCEO ESTATICO

Con base en el análisis anterior, se ideó el DIAL DE BALANCEO ESTATICO que se presenta en la figura 3 y que los autores han

utilizado con resultados satisfactorios.

Para el empleo de este dial se plantea el siguiente procedimiento de balanceo estático, que es aplicable satisfactoriamente en el balanceo de discos delgados cuyo diámetro es al menos 10 veces su espesor,<sup>2</sup> su eje de rotación es horizontal y las fuerzas de rozamiento en los apoyos son despreciables.

A.-Gire el disco suavemente con la mano y déjelo rotar hasta que vuelva a detenerse. Luego marque con tiza el punto más bajo de la periferia del disco.

Repita lo anterior unas cinco veces. Pueden presentarse tres casos:

A.1. Si el disco no gira suavemente significa que los apoyos producen una fricción alta. Si esto no se corrige lubricando los apoyos, no se podrá entonces realizar el balanceo estático. (Apoyar el disco en prismas duros produce buenas condiciones de rodadura).

A.2. Si las marcas de tiza quedan dispersas en lugares muy diferentes de la periferia del disco, significa que éste está estáticamente balanceado.

A.3. Si las marcas coinciden (o casi coinciden) el disco está estáticamente desbalanceado, en cuyo caso se puede aplicar el presente procedimiento de balanceo.

B.-Coloque el DIAL DE BALANCEO ESTATICO concéntricamente con el eje del disco a balancear, de tal manera que la flecha "PUNTO INFERIOR" apunte hacia la marca de tiza correspondiente, (o al punto medio

de las marcas caso de que no coincidan exactamente).

C.-Coloque una masa de prueba conocida en la periferia del disco en la dirección señalada por la flecha "MASA DE PRUEBA".

D.-Gire nuevamente el disco y determine el nuevo punto inferior de la periferia.

Este punto debe estar com-

prendido entre las posiciones 1 y 30 del dial, de lo contrario la masa de prueba debe de aumentarse o disminuirse según corresponda.

E.-La masa de corrección se obtiene multiplicando la masa de prueba por el factor leído en la tabla del dial, correspondiente al nuevo punto inferior.

$$M_c = K * M_p$$

F.-Retire la masa de prueba.

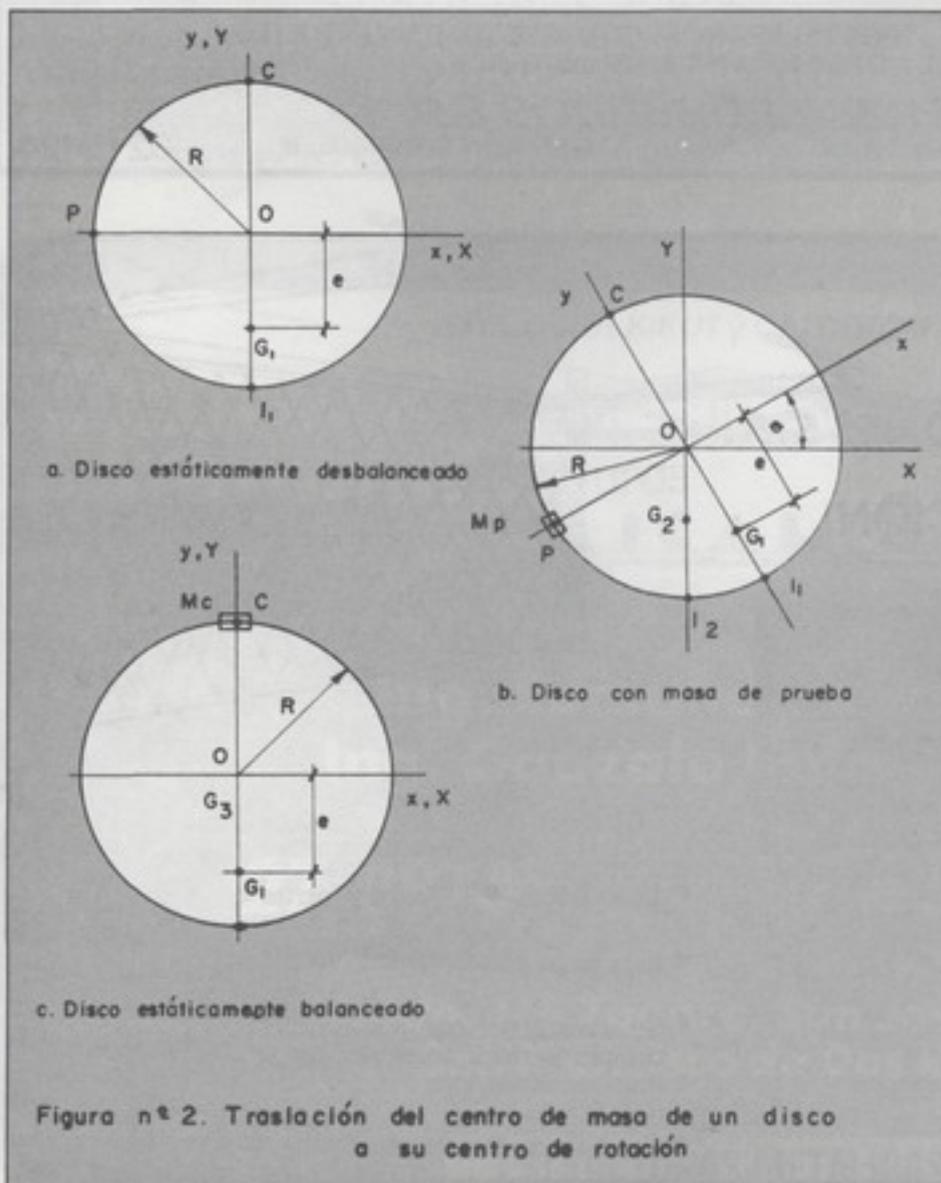
G.-La masa de corrección obtenida en el cálculo se debe de colocar en la dirección dada por la flecha "CONTRAPESO DEFINITIVO" a la misma distancia radial a que se colocó la masa de prueba. (Cualquier variación de la distancia radial implica una variación inversamente proporcional de la masa de corrección).

#### BIBLIOGRAFIA

- 1.-Shigley, J.E. y Vicker, J.J.Jr. "Teoría de Máquinas y Mecanismos" Mc. Graw-Hill, Méjico D.F., 1982.
- 2.-Buzdugan Gh. et. al. "Vibrati Mecanice", Editura Didactica si Pedagogica, Bucaresti, 1982.
- 3.-Beer, F.P y Johnston, E.R. Jr. "Mecánica Vectorial para Ingenieros" Mc. Graw-Hill, Méjico D.F., 1973.
- 4.-Voughan, J. "Static and Dynamic Balancing" Application Notes, Bruel and Kjaer 17-227 Segunda Edición.
- 5.-Wort, J.F.C. "Fundamentals of Balancing Machines" Bruel and Kjaer Technical Review N° 1-1981.

1. Si el par y la fuerza de balanceo resultantes son perpendiculares, el desbalanceo puede reducirse al caso estático.

2. En la literatura no hay un criterio unificado acerca de la relación que debe existir entre el diámetro y el espesor del disco para que el balanceo estático sea satisfactorio y no haya necesidad de un balanceo dinámico. El valor 10 a 1 sugerido es un criterio conservador.



*Staves, Barrels & Parquet Inc.*



**"Stabapari"**

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



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

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

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

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

**MADERAS Y ACABADOS S.A.**

**32-6647**

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

**32-9124**

**Décor**

**PORTONES S.A.**

**¡EL PORTÓN SOLUCIÓN!**

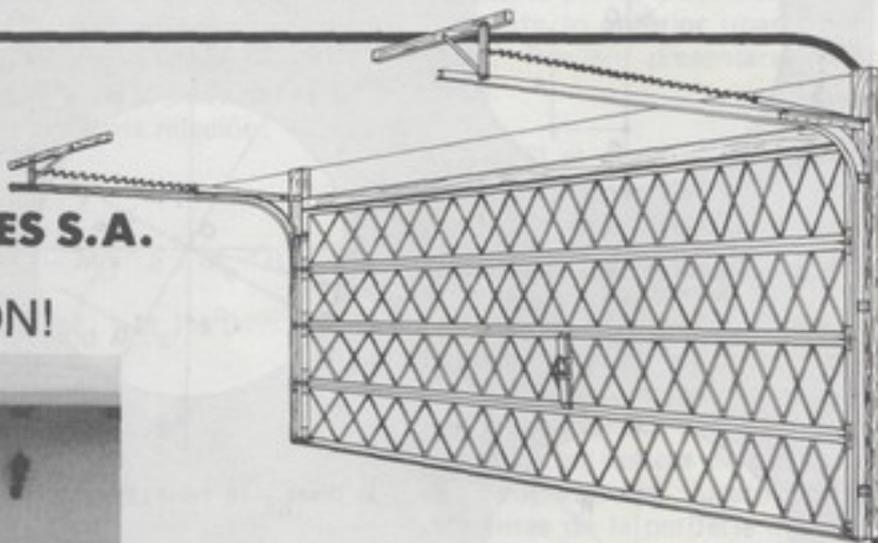


**PORTONES LEVADIZOS**

**TELEFONO  
35-4563**

**Apdo.: 756-1100  
San José, C.R.**

- Económicos ● Livianos y fuertes
- Bajo costo de Mantenimiento
- Se suministran con sus herrajes completos, rieles, accesorios, cerradura con llavin, etc.
- Con o sin control remoto.



**20 años**

**RESPALDAN NUESTRA CALIDAD EN BLOQUES**



Calidad, textura.  
Resistencia garantizada.  
Stock permanente.  
Estricto control de calidad.  
Materia prima seleccionada.  
Pruebas de resistencia satisfactoria "especial"  
para construcciones de gran envergadura.



**BLOQUERA LA ADUANA S.A.**

**La alternativa económica  
del constructor moderno.**

Dirección: Río Segundo de Alajuela,  
Carretera Marginal Autopista Gral. Cañas  
1 km. al Este de la entrada a San Antonio de Belén.  
Teléfono: 41-11-46.



Estructuras KIKUT y CALDERON S.A.



Estructuras

**KICAL S.A.**

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

**27-0978**

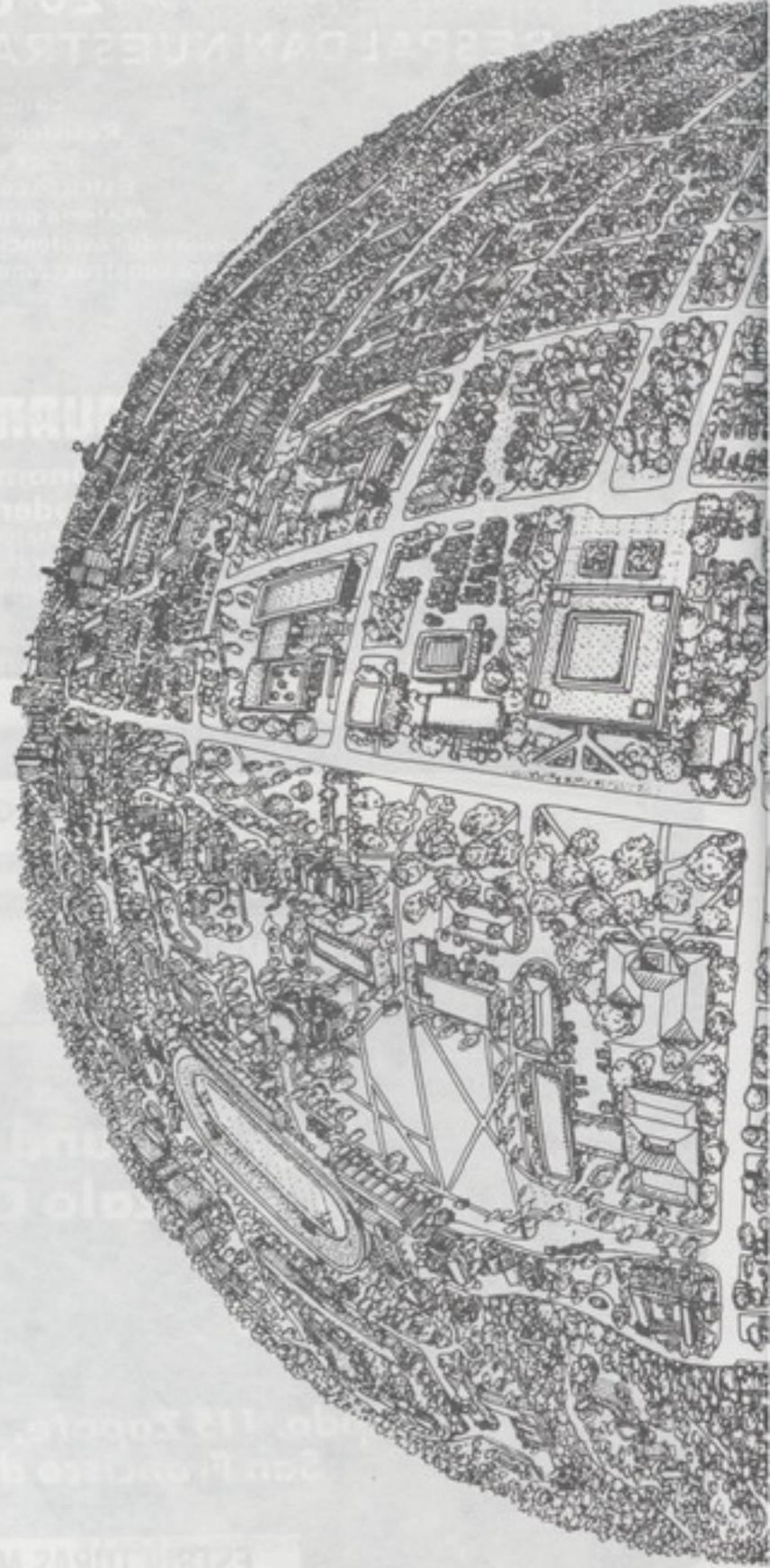
**54-9555**

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

Estructura M. TUPPER

**ESTRUCTURAS METALICAS**

# Consideraciones sobre los problemas de planificación en Costa Rica.





*Conferencia presentada en el  
Seminario de Planificación  
Regional y Urbana - Julio de 1978*

## Vincent Labeyrie.

No conociendo ni Costa Rica, ni los objetivos de la política costarricense, se me hace imposible hacer proposiciones concretas de planificación.

La planificación debe permitir precisar los objetivos de una política. Antes de responder a las preguntas: ¿dónde?, ¿cómo? y ¿cuándo?; es necesario primero, saber por qué y para quién. No existe una planificación abstracta, existen diferentes planificaciones posibles en función de opciones políticas, definiendo los objetivos.

Por ejemplo, los objetivos de la planificación pueden ser de vender las materias primas al más bajo precio, para ser tratadas en el extranjero o al contrario podría ser que se utilicen las riquezas nacionales para colocar sobre el mercado internacional, productos acabados, preferiblemente diversificados para limitar así las consecuencias de las variaciones de precios de las materias primas. El objetivo podría ser también de proporcionar trabajo al conjunto de la población costarricense, de forma que el empleo y las condiciones de trabajo no dependan de centros de decisiones localizadas en el extranjero.



En el caso de que partamos del principio de que el objetivo es de permitir la utilización de los recursos del país, para asegurar el desarrollo económico y social para una política determinada en Costa Rica, la planificación debe ser utilizada para asegurar la independencia económica dentro de un mundo donde la división del trabajo está caracterizada por las relaciones económicas desiguales entre los países industriales y no industriales.

¿Podría Costa Rica fijarse tal objetivo? Para responder esto, una respuesta debe ser dada a las dos preguntas siguientes: Es que existe en Costa Rica una voluntad política, apoyándose en las fuerzas sociales, suficientemente consciente de la necesidad absoluta de llegar a este porvenir objetivo? El territorio costarricense permite proporcionar los medios necesarios para una política de este tipo?

Solamente los habitantes de Costa Rica, pueden responder a la primera pregunta. En relación a la segunda, una primera observación es necesaria. Con el desarrollo de la revolución científica y técnica, cada vez más materiales y objetos de la naturaleza, pueden convertirse en recursos valiosos. Este número y la diversidad de los recursos potenciales aumentan.

Así también el número de países potenciales pobres disminuyen, siempre y cuando ellos dispongan de una mano de obra apta para utilizar esta expansión de las posibilidades humanas ofrecidas por la revolución científica y técnica.

Costa Rica parece que tiene muchas ventajas en este aspecto, siempre y cuando explote la integralidad de sus posibilidades materiales e intelectuales, sin que se deje imponer modelos tecnológicos inadaptados a su realidad.

Todas las características geográficas de Costa Rica, son a la vez un triunfo y una desventaja. Por ejemplo la heterogenidad del relieve hacen difícil la utilización de ciertas formas de transporte, pero en contraposición, esto a la vez diversifica los climas.

Por esta razón Costa Rica se presta a una utilización muy diversificada de las posibilidades técnicas ofrecidas por la revolución científica y técnica. De esta forma gracias a una fuerte pluviosidad y a un relieve muy marcado, Costa Rica puede utilizar numerosas quebradas para hacer represas hidroeléctricas, sin que haya necesidad de construir estas en planicies, las cuales esterilizan y disminuyen las tierras agrícolas.

A causa de la fuerte actividad volcánica existente, se puede utilizar la energía geotérmica para

abastecer la industria y las ciudades, más aún cuando las principales aglomeraciones están concentradas en el piedemonte de los macizos volcánicos.

La multiplicidad de ríos, permite la creación de numerosas represas para la producción local de electricidad, lo cual reduce al mismo tiempo, el problema de las crecidas. La energía solar, la energía eólica, pueden jugar un rol complementario muy importante.

Costa Rica puede también reservar su eventual petróleo al desarrollo de una industria petroquímica, la cual es muy importante, ya que ella utiliza materiales poco pesados y de fácil reconversión.

La naturaleza volcánica del país hace suponer la existencia de grandes posibilidades de minerales que han adquirido una gran importancia en los últimos cincuenta años.

Hoy en día el relieve marcado y la distribución heterogénea de la población, ya no son más un obstáculo para la explotación de las riquezas minerales o de los recursos hidroeléctricos en lugares aislados del país ya que el transporte está poco ligado a la alta tensión de la energía y el transporte de materiales y pasajeros se puede hacer por doble (teleférico), cubriendo decenas de kilómetros que permitan absorber el relieve



quebrado y se evite así construir aglomeraciones en zonas donde las condiciones climáticas son inhospitalarias.

Un país relativamente pequeño como Costa Rica, donde la población se ubica instintivamente en las zonas de piamonte montañoso, (entre 800 y 1800 metros) en el mejor clima, hace innecesario que se incentive o prevea el asentamiento de población en zonas menos hospitalarias, ya que lo que debe hacerse es proyectar medios de transporte rápidos que permitan reducir la estadía en zonas climatológicamente difíciles. De Turrialba a Tortuguero hay 70 kilómetros aproximadamente o sea 30 minutos por tren eléctrico moderno y aún menos por aerotren. Este a su vez tiene la cualidad que reduce la infraestructura por tierra.

En el caso de utilizar teleférico para este mismo trayecto, se requerirá una hora. La distancia es todavía más reducida en el caso de que se tome de Ciudad Quesada a Celba (Río Sarapiquí cerca del Río San Juan). La duración entre San Ramón y Turrialba debería ser menos de 1 hora. Todo esto se lograría siempre y cuando se acabe con el mito del transporte automotor. El tren eléctrico (que permite vencer los problemas del relieve por medio de túneles y pasos elevados)

debería ser la base de todo el transporte de mercaderías; los teleféricos y aerotrenes bastante más livianos, deberían permitir las comunicaciones frecuentes, confortables y rápidas, en todo el Valle Central.

Yo he insistido aquí sobre este aspecto del transporte, porque esto es capital en un país accidentado geográficamente, y también porque Costa Rica ha sufrido la aplicación del modelo americano que le da privilegio al transporte automotor.

Costa Rica no solamente tiene los medios de llevar a cabo una política como la planteada, sino que se convertiría también en este campo, en un ejemplo para los países vecinos. Para lograr esto, es necesario terminar a todo precio con el peligro de la dependencia tecnológica. La investigación en Costa Rica no podría sin que se comprometa totalmente el futuro del país ser una investigación aplicada, es decir, basada en la transferencia de tecnología, elaborada en otros países, para otras situaciones, para otros objetivos.

La investigación científica debe ser por esta razón, a la vez fundamental y aplicada. Estas dos formas de investigación son indisolubles.

Tres sectores deben ser privilegiados para la creación de institutos de investigación nacional:

- a. Instituto Geológico y Mineralógico
- b. Instituto de la energía
- c. Instituto de transportes

Para el desarrollo de estos institutos, no sería cuestión de consultar "expertos", sino más bien de hacer seminarios científicos que reunan en cada caso, aquellos que más hayan estudiado el problema y a partir de los debates en vez de los clásicos monólogos sucesivos, considerar los ejes de acción.

El mayor problema se presenta donde casi todo deberá combinarse, por ejemplo en el campo de la investigación agrícola y ganadera. Excluyendo la papa en las zonas altas y las producciones marginales de frutas tropicales, toda la agricultura es orientada hacia la exportación, y la ganadería hacia producciones totalmente inadaptadas y destructoras del suelo.

La responsabilidad de los agrónomos de los países templados, es inmensa ya que, son ellos quienes sirven de expertos aquí, no obstante que trabajan en institutos tropicales en su país de origen. El ejemplo más desastroso y más típico es el de la ganadería bovina. La destrucción de los suelos de una gran parte del territorio de Costa Rica, está relacionada con la ganadería y sin embargo, observamos el ganado flaco, lo cual no podría ser de otra forma, ya que el ganado no puede ser adaptado a

los trópicos, esto, me imagino, provocaría vergüenza a los ganaderos de Francia o Suiza. A pesar de ello sería posible tener en Costa Rica, crías adaptadas al medio, mejorando las especies locales (cola de algodón, armadillo, danta, manatí, zaino, cariblanco, venado blanco y rojo, tepezcuintles, guatuzá, etc.). Por esta vía se orientan actualmente los países africanos.

Estas especies podrían proporcionar una alimentación segura a otras especies de origen tropical y ecuatorial, que podrían ser importadas, para lo cual los ríos y canales de la Región Atlántica servirían para la cría del manatí y tal vez otros animales como el hipopótamo.

Las superficies recuperadas por la supresión de la ganadería, deberán ser reforestadas por especies locales (y no eucaliptos que agotan y gastan los suelos). Es inaudito que en los hoteles de Costa Rica no se sirvan a excepción de la papa otra cosa que legumbres europeas (zanahoria, repollo, remolacha, etc.), cuando decenas de plantas locales podrían ser cultivadas con mayores rendimientos.

Las excelentes frutas tropicales, de las cuales algunas como la papaya, está entre las más ricas en enzimas, no son cultivadas científicamente y algunas otras como es el caso del zapote están en vía de



desaparición. Los hongos muy ricos en enzimas y proteínas podrían ser estudiados para una producción importante. Lo mismo que las plantas medicinales deberán ser investigadas. Los métodos agrícolas utilizados, son totalmente inadaptados a las condiciones ecológicas (cultivo escardado, ausencia del empleo de terrazas, etc.)

En general todo el sector agrícola es necesario que se revise, ya que la mayoría de los agrónomos cultivan como si los problemas ecológicos no existieran. En los Estados Unidos el 90% de los progresos de la agricultura se deben a las investigaciones en las Facultades de Biología y 10% en las Facultades de Agronomía. Generalmente "los expertos" agrónomos que van a los países tropicales, lo único que hacen es transportar los métodos de los otros países.

Es absolutamente necesario comprender que si las técnicas industriales pueden ser transferidas, lo mismo no se puede practicar para las técnicas agronómicas, ya que los fenómenos biológicos son adaptaciones a las condiciones ecológicas que cambian totalmente según la latitud. Es necesario una liberación intelectual en Costa Rica para salvar la agricultura mediante el desarrollo de sus potencialidades. Es necesario cre-

ar institutos de domesticación y mejoramiento de las especies tropicales; un instituto para la protección de los suelos y la lucha contra la erosión. Es necesario proteger las tierras de alto valor agrícola y de prohibir la utilización para la construcción urbana e industrial o para infraestructura vial o de aeropuerto.

Evidentemente que estas observaciones son muy limitadas, muy superficiales, ya que no abordan los problemas socioeconómicos, tales como la estructura agraria o la distribución del ingreso nacional.

Es necesario sin embargo, subrayar que el ingreso nacional será aumentado considerablemente por el procesamiento en Costa Rica de las materias primas agrícolas, a los desarrollos de industrias agroalimenticias (el cacao es procesado en chocolate en Costa Rica), metalúrgicas y químicas.

En Venezuela es posible beber en todo lugar jugos de magníficas frutas locales, en Costa Rica es casi imposible y limitado, solo algunos. Mientras que jugos de pera, durazno, y Coca Cola son disponibles en todo lugar.

Este ejemplo es típico de una alienación de las posibilidades nacionales, es como si en Francia no se encontrara otra cosa que Whisky en lugar de Cognac y del Azmagnac.



ESTRUCTURAS FERRICAS  
DE CENTROAMERICA, S.A.

***Cuando quiera que su creatividad  
se vuelva tangible, llame a sus amigos***

**Tel.: 26-12-56**

**Iglesia de San Sebastián 200 metros al norte.**

## Abonos Agro S.A.

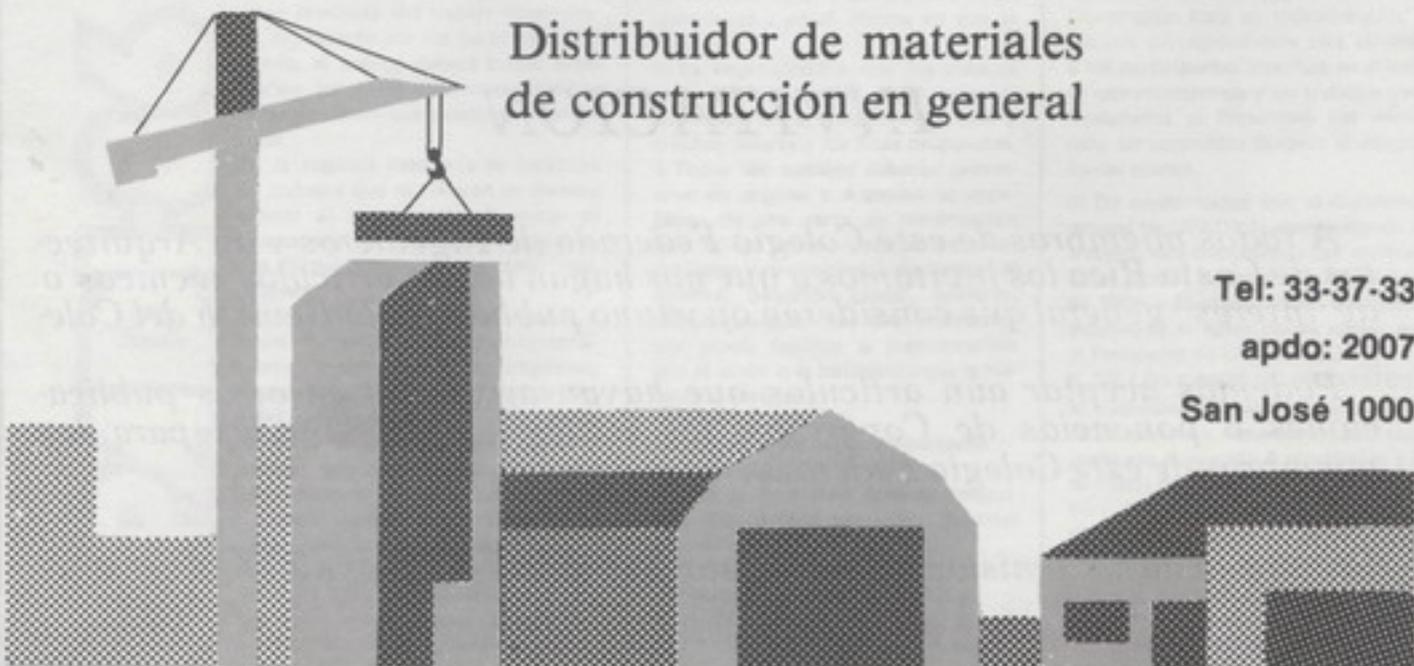
siempre presente en la construcción

Distribuidor de materiales  
de construcción en general

Tel: 33-37-33

apdo: 2007

San José 1000





# Presupuestos

Delegue en un equipo profesional con  
más de seis años de especialización  
en el tema.

## Le garantizamos:

Eficiencia  
Rapidez  
Responsabilidad

## Le ofrecemos:

Presupuestos Generales  
de Obra



**JOSE AUBERT**  
Presupuestista  
Tel. 54-5559

## REVISTA del COLEGIO

FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA



### INVITACION

*A todos miembros de este Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica los invitamos a que nos hagan llegar artículos técnicos, o de interés general que consideren oportuno publicar en la Revista del Colegio.*

*Podemos aceptar aún artículos que hayan aparecido en otras publicaciones o ponencias de Congresos, los cuales sean de interés para los miembros de este Colegio Federado.*

Secretaría de la Comisión de la Revista: Tel: **24-7322 ext. 217**

**REGLAMENTO DE PRESENTACION DE TRABAJOS XIX CONVENCION UPADI '86**

Para la presentación de trabajos en cada uno de los eventos técnicos a desarrollarse como parte de la XIX Convención de la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros UPADI '86, los ponentes se deberán ceñir a las siguientes condiciones:

**1. DE LAS CATEGORIAS DE TRABAJOS:**

Los trabajos presentados serán clasificados de conformidad con las características de su forma y contenido, en tres categorías diferentes, a saber:

- a) Documentos básicos
- b) Documentos complementarios y
- c) Documentos informativos

En la primera categoría se incluirán aquellos que se relacionen específicamente con uno de los temas o subtemas del evento y cuyo contenido, además de referirse de manera integral al mismo, permita la discusión y para ese objeto deberá establecerse un marco general.

Los trabajos básicos deberán, por tanto, incluir en forma de anexo un capítulo que contenga las conclusiones y recomendaciones que a juicio del autor puedan ser puestas también a discusión durante el desarrollo del evento, después de concluido el tema correspondiente, con el objeto de que sirvan de referencia para la redacción de las conclusiones y recomendaciones finales. En el caso de que el tema permita la implementación de medidas encaminadas a profundizar sobre el mismo, como producto del trabajo desarrollado, al respecto por los participantes al evento, el trabajo deberá incluir sugerencias sobre las diferentes medidas de seguimiento que puedan ser adoptadas.

En la segunda categoría se incluirán los trabajos que se refieran de manera general al tema y que permitan el intercambio de experiencias que puedan afirmar criterios y concretar aspiraciones.

Este tipo de trabajos pueden incluir, a juicio del autor, pero no obligatoriamente, algún tipo de conclusiones, recomendaciones y sugerencias de medidas de seguimiento. En la tercera categoría se incluirán todos aquellos trabajos, esencialmente divulgativos y estos pueden referirse libremente a cualquier aspecto relacionado con el tema o los subtemas del evento.

**2. DE LA FORMA DE PRESENTACION DE LOS TRABAJOS:**

Los trabajos presentados deberán respetar el formato y la forma de estructuración siguiente:

a) Estar escritos a máquina a espacio sencillo, en hojas de papel tamaño carta (215 x 277 mm) sobre una sola cara del papel.

b) Respetar un margen de 30 mm en los cuatro bordes del papel, tanto para los textos como para las tablas o ilustraciones que se incluyan.

c) Tener la nitidez necesaria para ser fácilmente reproducibles a través de un sistema de fotocopiado, o similar.

d) La carátula deberá identificar la Convención, el evento técnico a que corresponda, el país sede y la fecha del evento. Deberá destacar el título del trabajo, el nombre completo del autor y del Organismo o Institución a que pertenezca, si ese fuera el caso.

e) Al principio del trabajo deberá incluirse una hoja que contenga una síntesis del mismo, y a continuación los capítulos siguientes:

- Antecedentes;
- Marco teórico de referencia (si fuere necesario);

-Desarrollo del tema (incluyendo las gráficas, cuadros y esquemas que se considere conveniente);

-Conclusiones;

-Recomendaciones;

-Propuesta de medidas de seguimiento (en caso de que las hubiere);

-Bibliografía y textos de consulta sobre el tema;

-Índice de capítulos, gráficas y cuadros.

f) Los trabajos informativos no tienen que incluir los 5 últimos capítulos del inciso anterior.

g) Los trabajos podrán ser presentados en español, inglés y portugués y serán reproducidos en el idioma en que se presenten.

h) Es imprescindible que los trabajos sean inéditos, versen sobre materias contenidas en el temario del evento y revistan interés a los fines propuestos.

i) Todos los trabajos deberán presentarse en original y 4 copias, acompañados de una carta de presentación que incluya un breve currículum-vitae del autor y donde conste claramente el nombre, dirección postal, teléfono, télex y cualquier otro dato importante que pueda facilitar la comunicación con el autor o la institución que le respalde y enviarse a:

**Original y 2 copias a:**  
**Colegio de Ingenieros de Guatemala**  
**7a. Avenida 39-60, Zona 8**  
**Ciudad de Guatemala América Central**  
 Una copia a cada uno de los siguientes organismos:

- Consejo Técnico UPADI
- Secretaría General de UPADI  
 Parque Central Torre Oeste Piso 4,  
 Of. 26 y 27. Caracas, Venezuela  
 (Télex 21381 VC)

j) Los trabajos presentados no excederán de 45 páginas en total, salvo que, previa justificación, se haya obtenido autorización expresa en contrario, del Comité Organizador del evento.

**3. DE QUIENES PUEDEN PRESENTAR TRABAJOS:**

Pueden presentar trabajos:

- a) Los delegados ante el evento técnico correspondiente;
- b) Los miembros y organismos de UPADI;

c) Los asociados de los miembros de UPADI por intermedio de éstos;

d) Las entidades o personas que fueran expresamente invitadas a tal fin por el Comité Organizador, el Directorio o alguna institución miembro de UPADI;

e) Los Comités Técnicos y el Directorio de UPADI.

**4. DE LAS FECHAS DE PRESENTACION Y EL PROCEDIMIENTO DE ACEPTACION DE TRABAJOS:**

a) La fecha límite para recibir trabajos en la sede del Comité Organizador de la Convención es el día 31 de mayo de 1986.

b) Los trabajos recibidos hasta ese día serán conocidos por los miembros del Comité Organizador del evento, el Comité Técnico correspondiente de UPADI y las personas que el Comité Organizador nombre para el efecto, a fin de determinar si los mismos cumplen con los requisitos establecidos para ser aceptados en la categoría en que se presentan.

c) Los trabajos aceptados serán trasladados al Comité Organizador de la Convención para su reproducción; la síntesis correspondiente será remitida a los participantes inscritos en el evento que corresponda y los trabajos serán trasladados al Presidente del evento para ser conocidos durante el desarrollo del mismo.

d) De conformidad con el reglamento general de UPADI, la aceptación de los trabajos será comunicada por escrito al autor, a más tardar el día 30 de junio de 1986 y en el caso de los trabajos no aceptados, el autor podrá apelar ante el Presidente de UPADI.

**5. DE LOS CASOS NO PREVISTOS:**

a) Cualquier situación no contemplada en el presente reglamento; así como cualquier aclaración o ampliación a los términos del contenido del mismo, deberá ser consultada directamente con el Comité Organizador de la Convención a:

Dirección: 7a. Avenida 39-60 Zona 8.  
 Ciudad de Guatemala  
 Teléfonos: 40193 - 40195  
 Télex: 5895 - CIG - GU

# Informe de labores

Oficina de Prensa

La disminución de la crisis experimentada por el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos desde mediados de 1985 fue uno de los principales puntos de atención de sus máximas autoridades.

El presidente de la Junta Directiva General de este organismo, Ing. Víctor Herrera Castro, en su informe de labores ante la Asamblea de Representantes (efectuado a fin de año), expresó: "A partir de julio de 1985 nos enfrentamos con la crisis financiera, que no es más que un reflejo de las deficiencias administrativas de nuestro Colegio".

Ante este panorama el funcionario explicó: "Hemos tenido que centrar nuestro esfuerzo en la solución de los problemas apuntados y cuando ha sido necesario tomar decisiones lo hemos hecho con gran responsabilidad".

No obstante, el trabajo desarrollado por la directiva general se reflejó en diversos campos, por lo que reproducimos a continuación un resumen de esa labor, presentada por el Ing. Herrera Castro ante la Asamblea de Representantes.

## Administración

a) Manual de Administración Salarial. Se elaboró y se puso en práctica el Manual de Administración Salarial, de urgente necesidad ya que no se contaba con esta importante herramienta administrativa. En su oportunidad se mejorará o modificará de acuerdo con la recomendación de los consultores.

b) Registro de firmas: Se estableció un Registro de firmas para órdenes de pago del Colegio Federado.

c) Se decretó tasación mínima de \$ 7.000,00 por metro cuadrado en vista del promedio tan bajo con que se estaba tasando.

d) Se elaboró un Proyecto de Subejecución de Presupuesto el cual cooperó a solventar, en parte, el problema financiero.

e) Se sustituyó a los Auditores Externos con que trabajaba el Colegio por la firma Herrero Villalta y Asociados.

f) Se contrató y se llevó a cabo una Auditoría Externa a mediados de año, cuyo dictamen puntualizó falta de controles y procedimientos administrativos.

## Reglamentos

a) Instalaciones mecánicas: Se aprobó dicho reglamento después de un año de estar en suspenso el reglamento original vigente. Dicho reglamento constituye un gran paso a la consolidación de la Ingeniería Mecánica.

b) Reglamento Especial para Regular la Labor de las Comisiones: La Comisión de Reestructuración de Comisiones elaboró un nuevo Reglamento que agilizará y aumentará la eficiencia de las Comisiones.

c) Reglamento Interior General: Las modificaciones para actualizar dicho reglamento se encuentran avanzadas y pronto se someterán a la Asamblea de Representantes.

d) Reglamento Especial de la Comisión de Fiscales: Se encuentra ya listo el proyecto elaborado por la Comisión de Reestructuración de Comisiones.

e) Reglamento de Uso de Instalaciones del Edificio: Fue aprobado en Junta Directiva General dicho reglamento que vino a llenar una necesidad sentida en el Colegio.

f) Fue adjudicado el Contrato para la Revisión del Reglamento de Construcciones y el Reglamento de Ley de Propiedad Horizontal.

g) Fondo de Mutualidad: Fue debidamente aprobado por la Asamblea de Representantes y está a punto de ser publicado en La Gaceta.

## Participación internacional

a) Se asistió a varias reuniones de Directorio FOICAP a fin de coordinar la Organización del XIX Congreso de UPADI que se llevará a cabo en Guatemala en Agosto de 1986.

b) Se envió representación a la Reunión de Directorio de UPADI (Habana, Mayo de 1985).

c) Representación a Congreso de la Unión Internacional de Arquitectos (El Cairo).

d) Representación a Reunión Anual Extraordinaria del Comité Upadi-Enseñanza de la Ingeniería (México).

## Varios

a) Se celebró el Día Panamericano del Ingeniero con entrega de Certificados a Ingenieros con más de 25 años de incorporados.

b) Se contrató a un Periodista a fin de mejorar el sistema de información del Colegio a sus miembros y a la sociedad costarricense.

Esto es resumen de la labor efectuada por esta Junta Directiva en el Período Nov. 1984-Octubre 1985, el cual complementa a la Memoria de los Trabajos, preparada por la Dirección Ejecutiva en Octubre del presente año y copia de la cual fue enviada con anticipación a cada uno de ustedes miembros de esta Asamblea".

# TEJAS MEDITERRANEO®

La belleza clásica  
y la moderna tecnología  
a su servicio



Las Tejas Mediterraneo de cemento se fabrican en diferentes colores, incorporados en la masa. Son totalmente impermeables; son mucho más resistentes que una teja normal y son aislantes térmicas y acústicas.

Además son totalmente uniformes y de gran belleza estética.

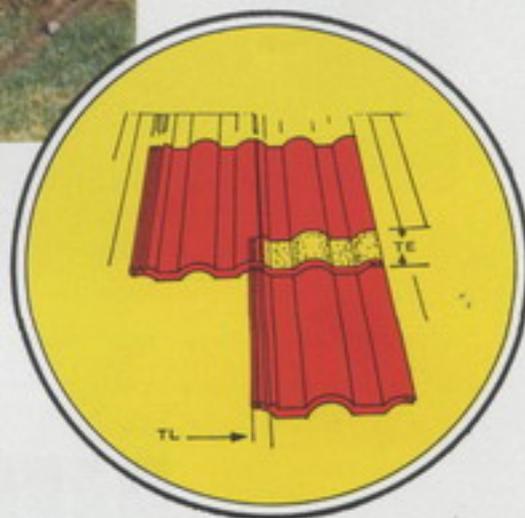
En Europa se admiran las tejas de cemento desde hace 150 años. Las suyas serán admiradas por generaciones.

**¡CONSULTENOS!**



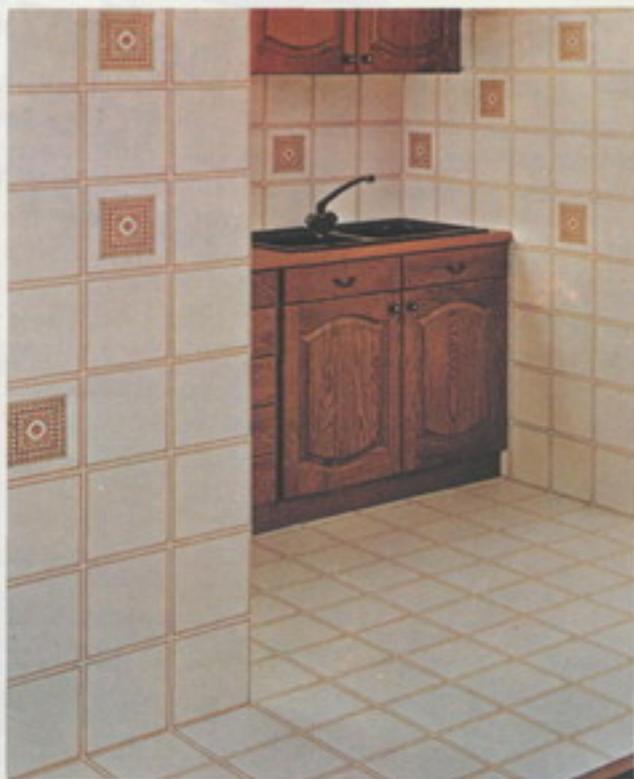
tejas  
mediterráneo, s.a.

...UN TECHO PARA TODA LA VIDA



Pie de Cuesta de Moras;  
Edificio 1117 - 2º Piso  
TELEFONO: 21-62-97

*En el hogar,  
elegancia y sobriedad*



*La vida sólo es una. Vale la pena disfrutarla, haciendo de su hogar una estancia elegante y confortable. Macopa le ofrece materiales y accesorios de calidad, para dar a su hogar esa atmósfera sobria y acogedora que su familia merece, para vivir bien...*

**MACOPA** S.  
A.

225 m este del Gimnasio Nacional.  
Central Telefonica 33-12-33

*Recuerde: Macopa es buen servicio, amplio parqueo  
y sala de exhibición.  
Abierto los sábados hasta mediodía*

# RACSA-DATOS

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

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

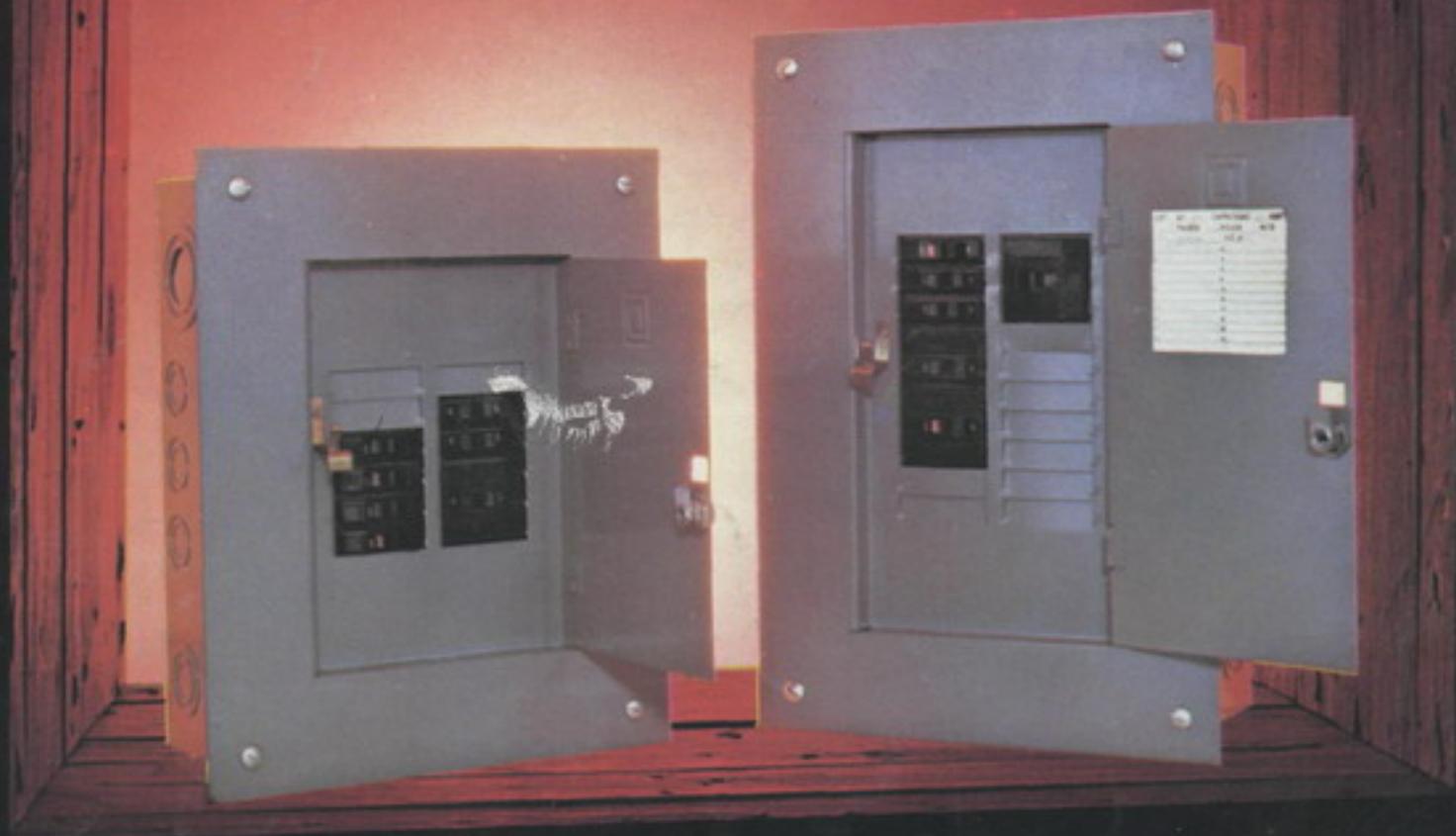
- Verificación de tarjetas de crédito
- Información educativa y financiera
- Información económica
- Información agropecuaria
- Información técnica
- Información médica
- Información de compañías petroleras
- Información bancaria
- Información sobre agencias de gobierno
- Información sobre hospitales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

**Radiográfica Costarricense**  
S.A.

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

# SQUARE D®

## Introduce el más versátil Centro de Carga



La línea de los centros de carga tipo **QOL** de **Square D** es diseñada y construida con un alto nivel de calidad pensando en el instalador y en el usuario.

Existen centros de carga con interruptor principal y con barras principales, monofásicos o trifásicos, todos con neutro sólido para 120/240V un producto de **Square D** para cualquier aplicación.

Todos estos centros de carga tipo **QOL** de gran calidad son construidos para ser usados con el magnífico interruptor termomagnético tipo **QO**, el único interruptor que tiene indicación **Visi-Trip**.

La combinación de los centros de carga e interruptor termomagnético protegen la instalación eléctrica de su casa y edificio.

Los interruptores termomagnéticos tipo **QO** poseen la característica de disparo **Trip-Free** que les permite interrumpir el circuito en caso de falla, aunque la palanca permanece prisionera. Los interruptores de 15 y 20 amperios 1 polo, son construidos con la característica **SWD (switching duty)** que permite su uso como apagadores en sistemas con iluminación fluorescente.

Los interruptores junto con los centros de carga establecen una combinación difícil de superar. También la amplia variedad de los interruptores termomagnéticos y de los centros de carga de **Square D** hace posible que el electricista tenga el equipo, apropiado para cualquier trabajo requerido, existen centros de carga de uno hasta 42 circuitos, . . . para una gran variedad de rangos de carga, . . . con interruptor principal hasta 100 amperios o con barras principales desde 50 hasta 225 amperios.



**SQUARE D CENTROAMERICANA S.A.**

*Dondequiera que se distribuye y controla electricidad.*

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