

620

R

No. 76

No. 76



# REVISTA del COLEGIO

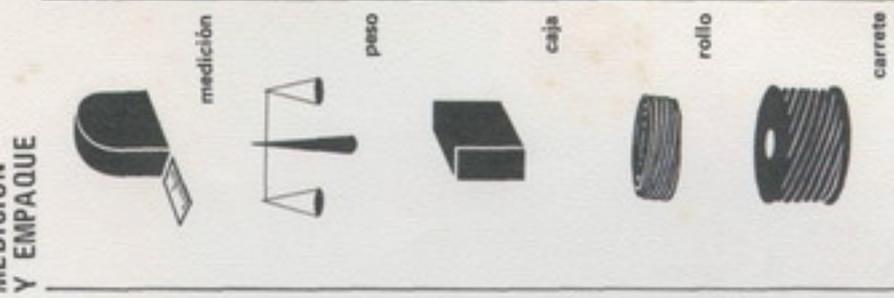
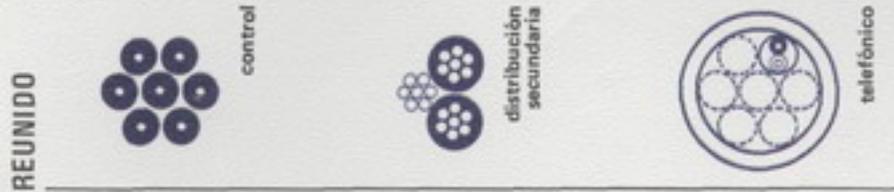
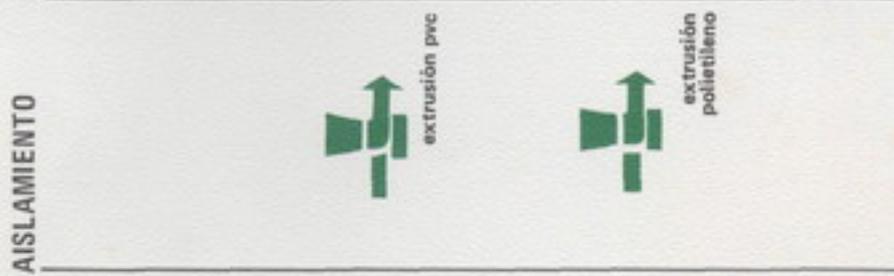
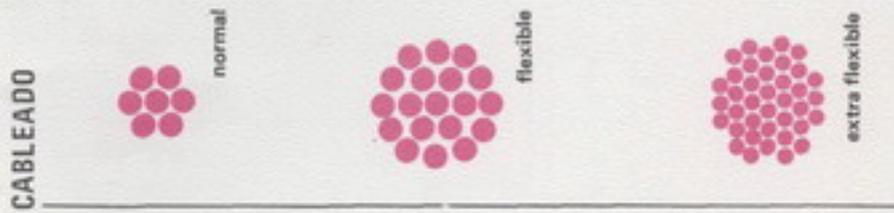
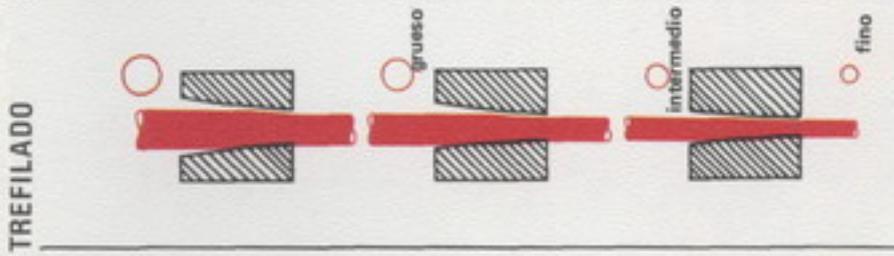
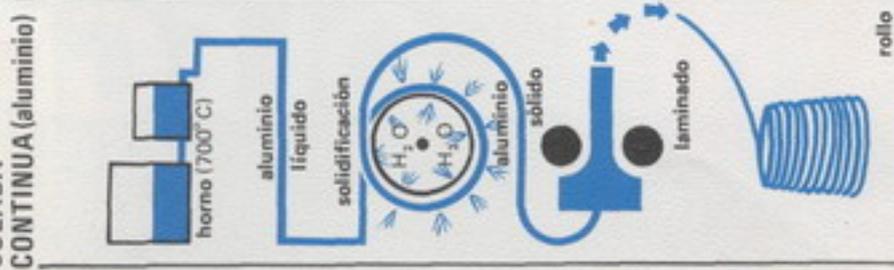
FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA

NUMERO 76 · OCTUBRE DE 1982



# CONDUCEN PROCESO DE FABRICACION DE CONDUCTORES ELECTRICOS

COLADA



## PRODUCTOS TERMINADOS

ALAMBRE DESNUDO:	ALAMBRE DESNUDO:	ALAMBRES Y CABLES FORRADOS:	CABLES MULTI-CABLES CONDUCTORES: MULTICONDUCTORES:
duro	tw	núcleos para:	tgp
semi duro	thw	tgp	tsj
suave	gpt (sae)	tsj	control telefónico
	spt	control telefónico	nm
	ttu	ttu	uf
	portaelectrodos		ttu
	antena tv		
	intemperie wp		
	neutracen multiplex		



COBRE

ALUMINIO

duro  
suave

aac  
aac  
acsr

# En el mundo de la **ILUMINACION**



## LA **S** DE SYLVANIA <sup>GTE</sup> **SIEMPRE SOBRESALE**

Porque en SYLVANIA somos especialistas en ILUMINACION. Y al hablar de iluminación lo hacemos en el más amplio concepto, dado que producimos la más amplia gama de productos, desde un simple bombillo hasta la más sofisticada luminaria de la marca SYLVANIA. Pero al hablar de iluminación también incluimos otro concepto: eficiencia, pues todos nuestros productos llevan implícita la promesa de alta eficiencia, dada la magnífica calidad de su producción y el estricto control de calidad a que son sometidos. Por eso, cuando usted piensa en iluminar piensa en SYLVANIA porque...

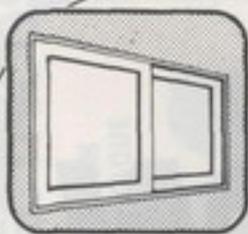
**SYLVANIA** <sup>GTE</sup>  
**TRABAJA PARA USTED  
CUANDO  
EL SOL DESCANSA**



UNIDAD DE INFORMACION

# **SYLVANIA** | **GTE**

San José, Pavas Apdo.10130 Tel. 32 33 34

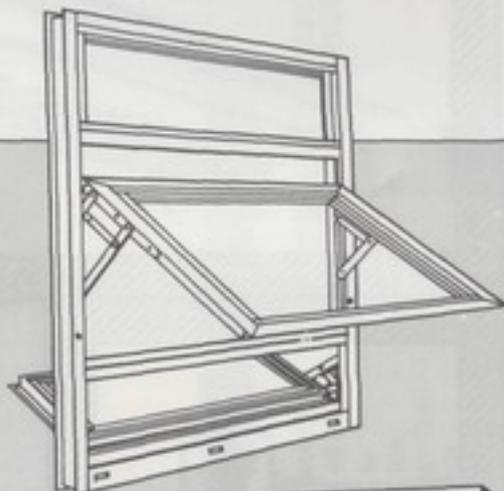
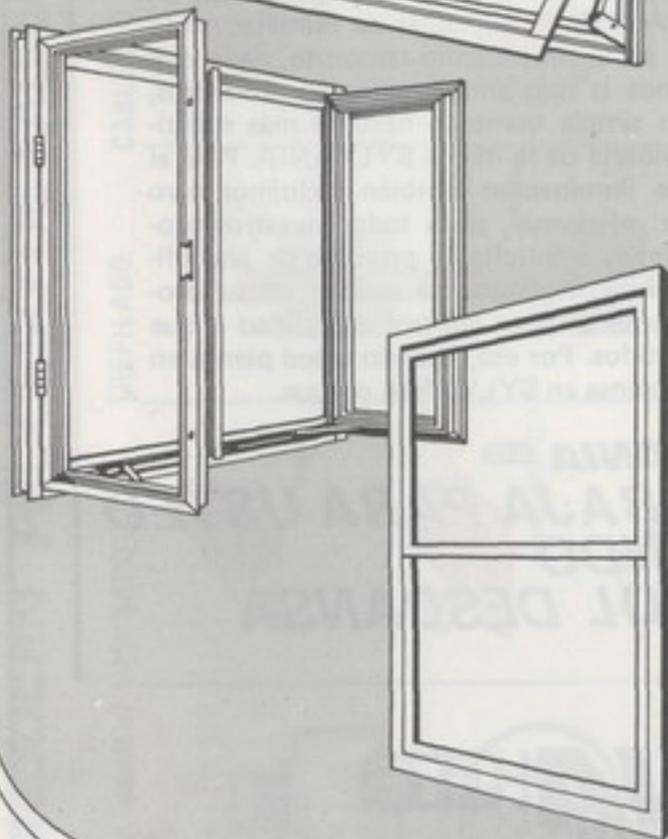
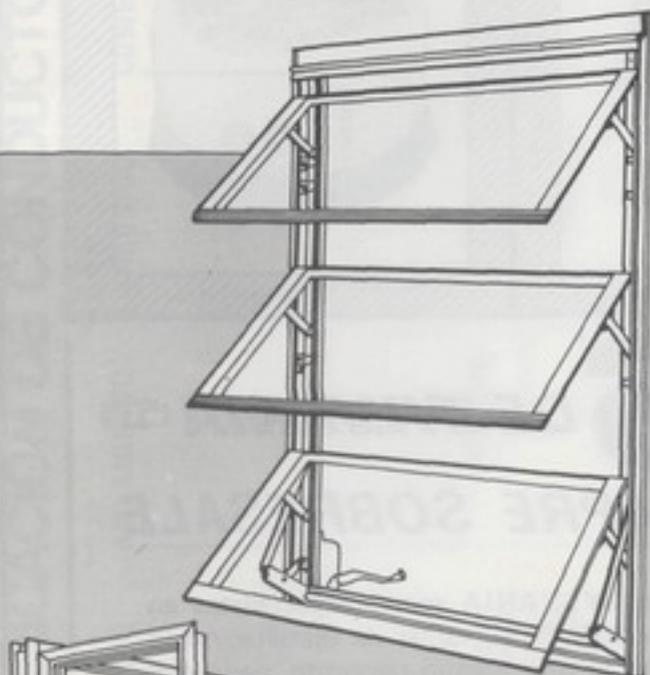


# Viven s.a.

TODO EN VIDRIO Y ALUMINIO

LOS PROFESIONALES DEL VIDRIO

Como profesionales que somos hablamos su lengua, nos interesa asesorarlo en el vidrio y aluminio de su proyecto. El equipo de trabajo de VIVEN arquitectos, ingenieros químicos, economistas etc. ha llevado la comercialización del vidrio a un servicio técnico especializado.



CONOZCA LA DIFERENCIA, LLAMENOS AL TEL.: 37-63-44 ESTAMOS A SU SERVICIO

# Editorial

La Revista del Colegio vuelve a aparecer después de un lapso de ausencia.

Como en todas las cosas, después de un largo tiempo de vida, necesitábamos replantearnos varios objetivos.

Doce años atrás la Revista del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos era dirigida a un pequeño grupo de profesionales y los temas no iban más allá de las pocas actividades y problemas con que se enfrentaban.

La Revista reflejaba el quehacer y los intereses del CFIA los que, durante mucho tiempo, no sufrieron cambios.

Pero en un lapso muy corto de tiempo aquel pequeño grupo de profesionales aumentó considerablemente, los problemas a nivel nacional se hicieron más complejos y la economía del país sufrió duros embates. Todo eso repercutió, necesariamente, en el ejercicio profesional de todos los miembros del Colegio y, también necesariamente, repercutió en el enfoque que le estábamos dando a la Revista.

También tuvo importancia la ocupación del nuevo edificio que permitió desarrollar nuevas actividades y que imprimió, en general, un mayor dinamismo al Colegio.

La Revista del Colegio debió replantear su anterior línea para adaptarse a las nuevas exigencias que implican, entre otras cosas:

- \* Difundir las actividades de los Colegios miembros
- \* Publicar proyectos de interés nacional
- \* Promover la integración de equipos de trabajo interprofesionales
- \* Propiciar la participación de todos los miembros a actos de los Colegios.

Tenemos la intención que nuestra publicación salga seis veces al año lo que significa un enorme esfuerzo en estos difíciles momentos.

Pero podremos lograrlo porque la Consolidación de la Revista del Colegio también depende de Usted.



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

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

Director Ejecutivo

Lic. EDUARDO MORA VALVERDE

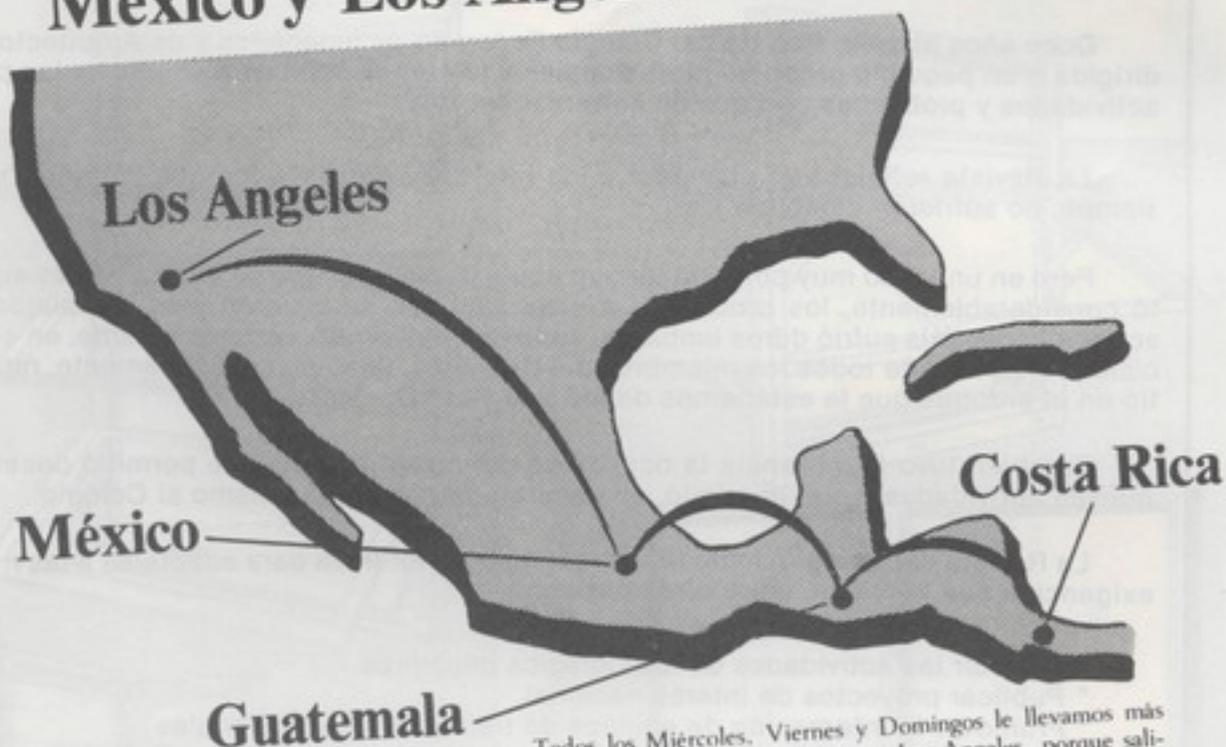
Comisión de la Revista

MARTIN CHAVERRI Ing. Topógrafo  
JORGE GRANE Arquitecto  
BERNAL LARA Ing. Civil  
LUIS E. BALTODANO X. Ing. Tecnólogo.

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.

**Sígale con mexicana...**

**“Y llegue más temprano a Guatemala, México y Los Angeles”**



Todos los Miércoles, Viernes y Domingos le llevamos más temprano a Guatemala, México y Los Angeles, porque salimos a las 11:55 A.M. y nuestra ruta es directa a Guatemala. Luego, vía México, sin cambio de avión, sin pasar por aduana y con una sola reservación, usted disfruta cuanto antes las maravillas de Los Angeles.

¡Viaje a lo Mexicana, gozando de bebidas de cortesía y comidas de primera!

Consulte con su agente de viajes.

TARIFA	IDA Y VUELTA
Guatemala	\$396.00
México	\$264.00*
Los Angeles	\$537.00*

\* GRUPAL 5



**Sígale con...**

**MEXICANA** 

Edificio Metropolitano - Calle 1, Avenida Segunda

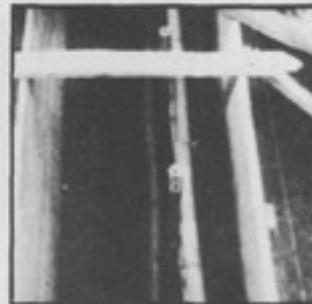
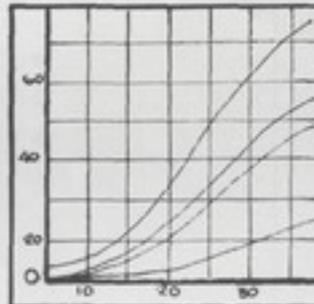


La cuestión no es saber cuánto cuesta emplear el método de la RUTA

**PISOS DE VINO GATSTAR MAS FUERTES QUE UN ELEFANTE DE CEMENTO**

**Pronóstico de daños para seguro contra terremoto**

Página 8



**Materia prima y autoconstrucción**

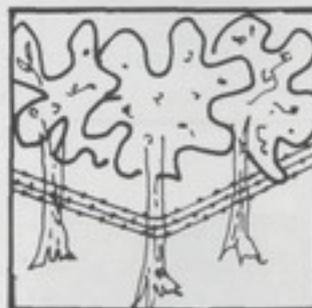
Página 42

**Sistema electroenergético**

Página 20

Comparación entre el voltaje estimado y el voltaje verdadero. Error cuadrático de estimación

Nº (Sector PDU)	$\sigma$ (rad)	$\phi$ (rad/mm)
93030	.059	.0114
9244	-.075	$2.41 \times 10^{-3}$
9235	0	0
931	$2.97 \times 10^{-3}$	.01233
9245	$-3.4 \times 10^{-3}$	$2.67 \times 10^{-3}$
9235	0	0
9317	.0136	.01352
9246	$2.9 \times 10^{-3}$	$2.67 \times 10^{-3}$
9235	0	0



**Levantamientos de agrimensura**

Página 53

**El Complejo de Arenal**

Página 29



recientemente a través de un período de crisis... la necesidad de revisión... individual se experimenta e... nes que ayuden a superación, consecuentemente, le... en los casos en que se... de materiales de construcción ha surgido entre los que... or el costo social que sign... la Revista creyó interesada

**Noticias**

- Cutler Hammer S.A.
- Decorama S.A.
- Conducen S.A.

Su libreta de cheques  
Su libreta de ahorros  
Su depósito a plazo  
Obténalos con la mejor  
atención humanamente  
posible...

OFICINAS CENTRALES EN CARTAGO  
SUCURSAL SAN JOSE  
SUCURSAL EN TURRIALBA  
SUCURSAL EN ALAJUELA  
SUCURSAL TRES RIOS  
AG. URBANA DE LOS ANGELES-CARTAGO  
AG. EN JUAN VINAS

Tel. 51-30-11  
Tel. 23-88-55  
Tel. 56-14-10  
Tel. 41-32-55  
Tel. 29-90-61  
Tel. 51-20-11  
Tel. 56-00-51



Almacén **MAURO**  
*Limitada*

Para el profesional,  
poseemos el más amplio  
surtido en  
materiales eléctricos

Esperamos su visita

Calle 6 Avenidas 1 y 3 — San José  
Tel. 22-49-11

La cuestión no es saber  
cuánto cuesta emplear el  
método de la RUTA  
CRITICA, sino cuál es el  
costo de no usarlo...

Usando nuestro método en:

- CONSTRUCCION
- OPERACION
- MANTENIMIENTO

Usted obtendrá:

- PLANEAMIENTO
- PROGRAMACION
- PRESUPUESTO
- CONTROL

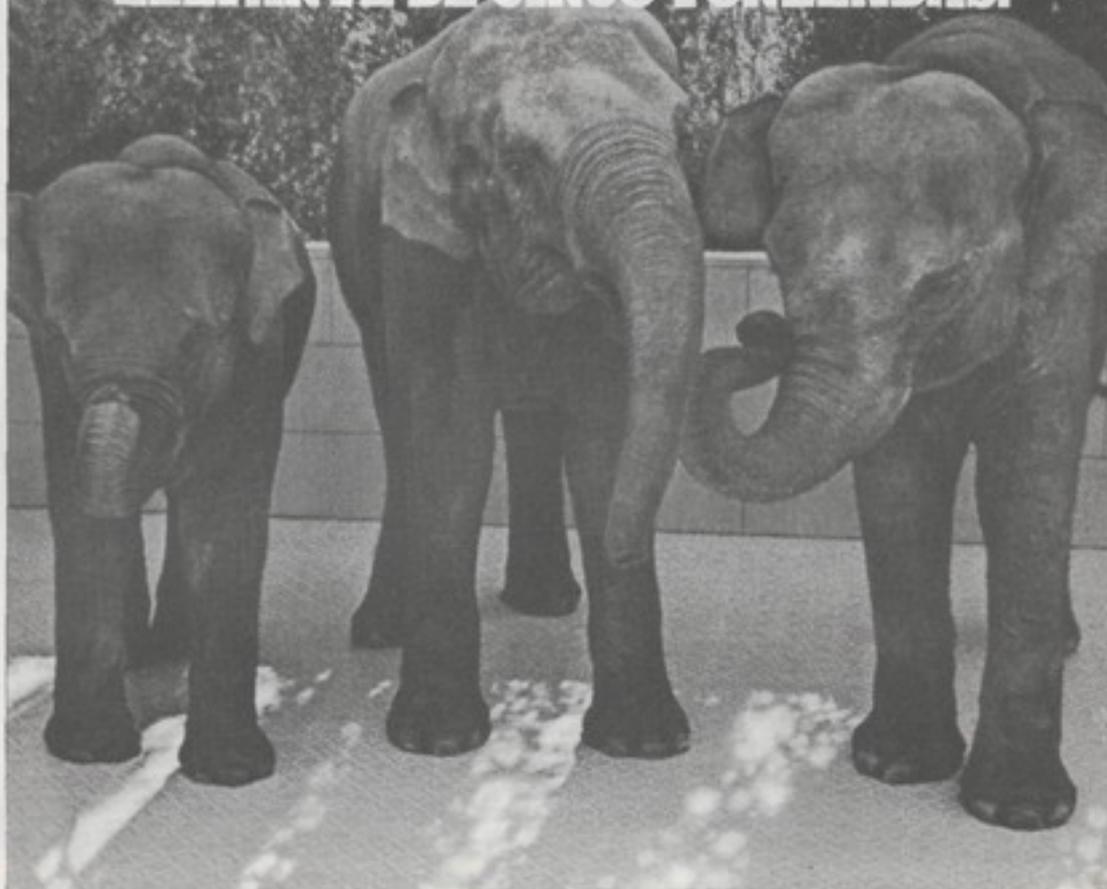
**Programación y control  
de obras y proyectos**

ING. RODOLFO GUARDIA OROZCO

**Programación y Control**  
S.R.L.

APTDO. 7-0020 SAN JOSE 1000  
TEL. 24-69-90 COSTA RICA

**PISOS DE VINILO GAFSTAR-  
MAS FUERTES QUE UN  
ELEFANTE DE CINCO TONELADAS.**



Hemos puesto una familia de elefantes sobre un piso de vinilo GAFSTAR para destruir su brillo sin cera y hemos fracasado. Su sección transversal muestra la razón. Su acabado está constituido por una capa de vinilo super que hace al piso resistente al manchado, desgaste y cambio de color por

el calor y la luz solar. Debajo de esta capa protectora se halla una capa interior de espuma silenciosa. Para una mayor información sobre la línea completa de pisos de vinilo GAFSTAR, consulte con nuestro representante de ventas y jamás tendrá que volver a encerar sus pisos.

**GAFSTAR**  
PISOS VINILICOS  
Tarkett, Made in U.S.A.



**VIDRIOS • CRISTALES  
ESPEJOS • ALUMINIO**

21-63-76 - 23-09-09 - 33-39-49 - 33-35-85 - 26-06-93 - 33-47-38 - 33-25-58 - 33-37-01



# Pronóstico de daños para seguro contra terremoto

Franz Sauter Fabián  
Ing. Consultor

## INTRODUCCION

En la mayoría de los países expuestos al riesgo sísmico, se utiliza el seguro contra terremoto y generalmente se ofrece como una extensión a la póliza de seguro contra incendio. No obstante, la mayoría de las tarifas han sido establecidas empíricamente, y en la mayoría de los casos no toman en consideración los diferentes factores que afectan el potencial de daño y no reflejan adecuadamente el riesgo suscrito. Sólo muy recientemente se ha tratado de incorporar al seguro contra terremoto modelos que incluyen conocimientos científicos aportados por diferentes disciplinas, tales como la geotectónica, geología, sismología y la ingeniería estructural y sísmica, así como la información y los da-

tos estadísticos obtenidos de eventos sísmicos pasados.

En un sistema racional de seguros contra terremoto es necesario establecer los criterios y las condiciones bajo las cuales se debe ofrecer la protección, y que incluyan como aspecto esencial el cálculo de las tarifas para cubrir adecuadamente el riesgo. El pronóstico de los daños causados por terremoto utilizado conjuntamente con la determinación del riesgo sísmico, constituye la base para determinar estas tarifas. Esto requiere formular la relación de la demanda o carga sísmica vrs. la capacidad o resistencia de la estructura.

Las características micro-

sísmicas de una región, tal como se determinan de un análisis de riesgo sísmico, dadas en forma de mapas de iso-aceleración o iso-intensidad, permiten una mejor comprensión del riesgo futuro probable y la determinación de la probabilidad de ocurrencia de los eventos. Estas características deben ser complementadas con información sobre las condiciones locales del suelo obtenidas de la microzonificación. Los daños debidos al movimiento del terreno ocurren cuando la respuesta del edificio excede la capacidad de los componentes estructurales y arquitectónicos para absorber las deformaciones impuestas, sea cuando la demanda sobrepasa la capacidad o resistencia. Los daños o pérdidas resultantes se expresan como función del valor

Informe presentado ante la  
I.I.U.S. National Conference  
On Earthquake Engineering  
Celebrado en Stanford, California



de reposición del edificio.

En este trabajo se discuten los diferentes métodos para pronosticar los daños causados por terremotos y se propone una metodología simple para calcular las pérdidas anuales esperadas, así como las tarifas de seguro. Se presenta un resumen valioso de información disponible sobre estadísticas de daños en forma de curvas que expresan la relación de la razón de daño vs. la intensidad, para los tipos de construcción de mayor utilización.

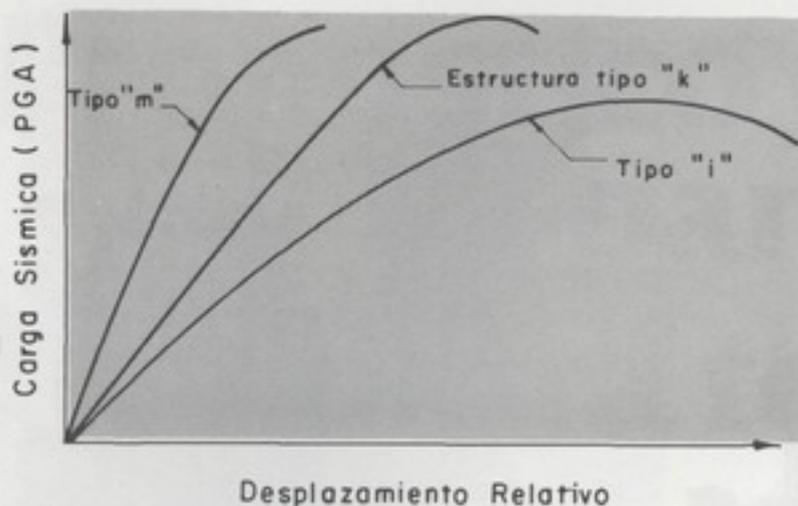
#### MÉTODOS PARA EL PRONOSTICO DE DAÑOS

Básicamente hay dos métodos para pronosticar los daños en edificios producidos por terremotos.

Se puede construir un modelo teórico para calcular la respuesta estructural y las deformaciones, y de él, se puede estimar el comportamiento del edificio y de sus componentes, y consecuentemente el daño resultante, relacionando el daño con el desplazamiento relativo entre pisos, o se puede seguir un procedimiento empírico basado en observaciones e información estadística de daños durante eventos pasados como función de la intensidad registrada. Estos métodos fueron discutidos en publicaciones recientes (Benjamin, Ref. 3, Reed and Blume, Ref. 15, Villaverde y Esteva, Ref. 23). Algunos autores han propuesto métodos que combinan aspectos del modelo teórico con observaciones empíricas. Blume et. al. (Ref. 5) comparan los resultados obtenidos por los diferentes métodos.

#### MODELO TEORICO

El método teórico de pronóstico de daños requiere idealizar la estructura y modelarla matemáticamente para diferentes tipos de construcción con el propósito de calcular la respuesta y las deformaciones como una función de la carga sísmica, representada por un parámetro conveniente (máxima aceleración del terreno- PGA, o velocidad máxima del terreno- PGV). Se obtienen curvas de deformación angular entre pisos vs. PGA, similares a las mostradas en la Fig. 1. El método, parte de la hipótesis que el daño a una estructura y sus contenidos es una función de la deformación relativa o deformación angular entre pisos y por lo tanto, requiere un conocimiento cabal de la relación entre la razón de



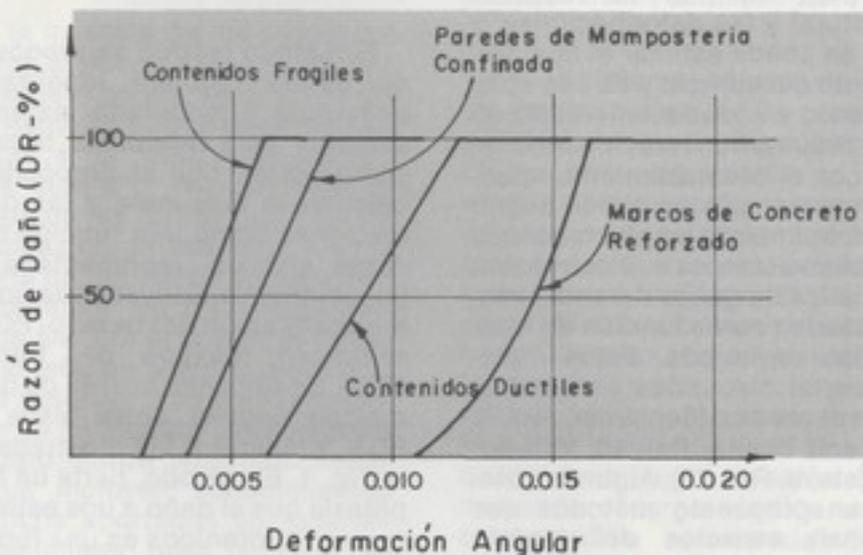
Relaciones Carga Sísmica vrs Desplazamiento

FIG. 1

daño, vrs. la deformación angular entre pisos, la cual está representada por curvas similares a las mostradas en la Fig. 2, tomadas de la Ref. 23. La combinación de ambas relaciones nos da la información necesaria sobre el daño esperado como función de la carga sísmica y está representada por curvas como las mostradas en la Fig. 3.

Este método ha sido considerado por URS/John Blume (1975, Ref. 21) y ha sido utilizado también por Villaverde y Esteva (1974, Ref. 23) en un estudio similar de aplicación al seguro de terremoto, el cual adopta la siguiente metodología: 1) Estimación de la respuesta estructural y el cálculo teórico de las deformaciones para diferentes clases o tipos de construcción, modelados convenientemente, pa-

ra eventos de intensidad variable y para determinados períodos de recurrencia. 2) Estimación de los daños en elementos estructurales y no-estructurales en función de la deformación angular entre pisos, dependiendo los daños de las características de la estructura y de los componentes arquitectónicos. Relaciones como las dadas en Fig. 2 han sido idealizadas para algunos tipos de estructuras y para divisiones y acabados frágiles y dúctiles. 3) Integración de las pérdidas en el edificio para un período de tiempo dado y para una serie de eventos de intensidad variable y con período de tiempo dado, y para una serie de eventos de intensidad variable y con probabilidades de ocurrencia dadas, a los cuales la estructura podrá estar sometida.



Relaciones Razón de Daño vrs Desplazamiento

FIG. 2

Una distribución de probabilidades se asocia con las características de los eventos, de acuerdo con el análisis de riesgo sísmico. 4) Cálculo de la razón media de daños esperada por año, incluyendo probabilidades de excedencia.

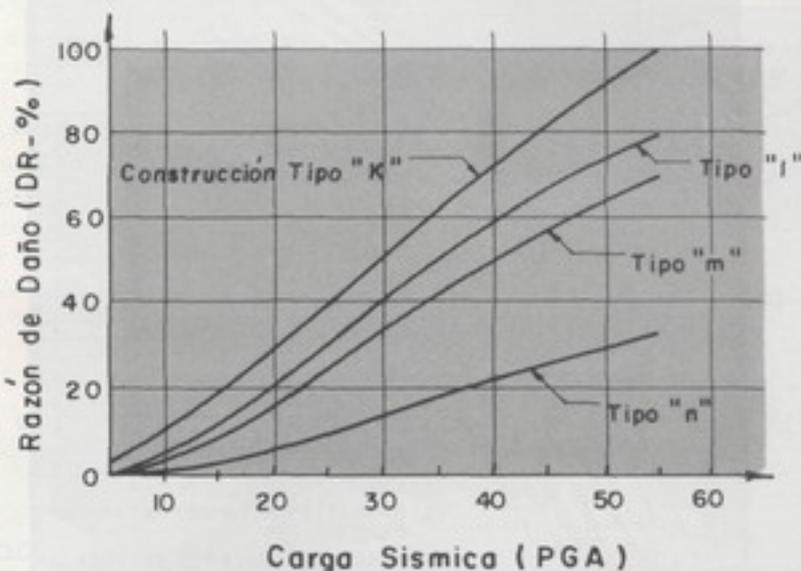
El método teórico tiene la ventaja que representa un procedimiento racional, puede explícitamente tomar en cuenta el comportamiento a daños de la estructura y sus componentes, y considerar los diferentes factores que influyen en la respuesta estructural, tales como las características de carga-deformación, ductilidad, disipación de energía, amortiguamiento, resistencia y rigidez de los elementos estructurales. Toma en consideración la carga sísmica utilizando parámetros diferentes a la intensidad MM, tales como aceleración o velocidad del suelo, y expresa la respuesta en términos del espectro de respuesta. El método ofrece más flexibilidad en el pronóstico de daños y mediante la modificación de los diferentes factores permite considerar varias combinaciones de sistema estructural, tipo de construcción y materiales. No obstante, esta flexibilidad y la gran cantidad de parámetros involucrados pueden ser un obstáculo, ya que la simplificación en los datos de entrada y los errores en la determinación de las características y propiedades tienen un impacto importante en los resultados finales. El método requiere extensos análisis por computadora, a no ser que se introduzcan grandes simplificaciones, pero éstas a su vez pueden reducir la racionalidad del método y por lo tanto no es un procedimiento simple para el pronóstico de daño. La gran cantidad de combinaciones posibles de sistemas de construcción, número de tramos y pisos, materiales y componentes encontrados en la práctica, dificulta la modulación de la estructura, y el análisis matemático tiene que ser realizado en un número reducido de modelos simplificados con características y propiedades ideales, y los resultados no siempre reflejan adecuadamente el comportamiento real. Más importante aún, existe muy poca información ya sea experimental u obtenida mediante observaciones empíricas, que relacionan los daños con las deformaciones angulares entre pisos. Las

curvas dadas en la Fig. 2 representan solamente una tendencia general. Por lo tanto, estas relaciones deben ser construidas en la mayoría de los casos mediante hipótesis, a su vez empíricas.

## METODO EMPIRICO

Este método para el pronóstico de daños está basado en observaciones estadísticas y datos sobre daños recopilados en terremotos pasados. Ha sido tratado por Benjamín (1975) Ref. 3). Estudios sobre pérdidas esperadas por Algermisén et. al. (1972) Ref. 1) y Steinbrugge et. al. para el USC&GS (1969), Ref. 19) han seguido este procedimiento, el cual está basado en eventos pasados y ofrece relaciones empíricas, directas y simples, entre los daños o pérdidas esperadas y la carga sísmica, expresada generalmente como intensidad MM, como se muestra en la Fig. 4 El parámetro MMI para expresar la carga sísmica está lejos de ser ideal, por ser un valor subjetivo basado en apreciación personal y puede introducir variaciones considerables en la determinación e interpretación de los datos sobre daños. No obstante, MMI continúa siendo un parámetro potente y útil y la mayoría de los datos estadísticos que relacionan las pérdidas con la severidad del movimiento del terreno están dadas en función de este parámetro.

El método no toma en consideración los daños a edificios individualmente, en cambio se basa en el estudio de estadísticas sobre el daño a edificios del mismo tipo de construcción en general, relacionándolo con la intensidad registrada en la localidad. No requiere información sobre la capacidad o resistencia de cada edificio individual. Tiene la desventaja que no toma en cuenta el comportamiento estructural y tales factores como resistencia, rigidez, características de carga-deformación, y disipación de energía, ni la interacción de la estructura y los componentes arquitectónicos. Además, no siempre se dispone de información sobre algunos tipos de construcción, y datos obtenidos de acuerdo a diferentes procedimientos de muestreo pueden conducir a una interpretación errónea de la información. No obstante, debido a su simplicidad el procedimiento empírico representa un



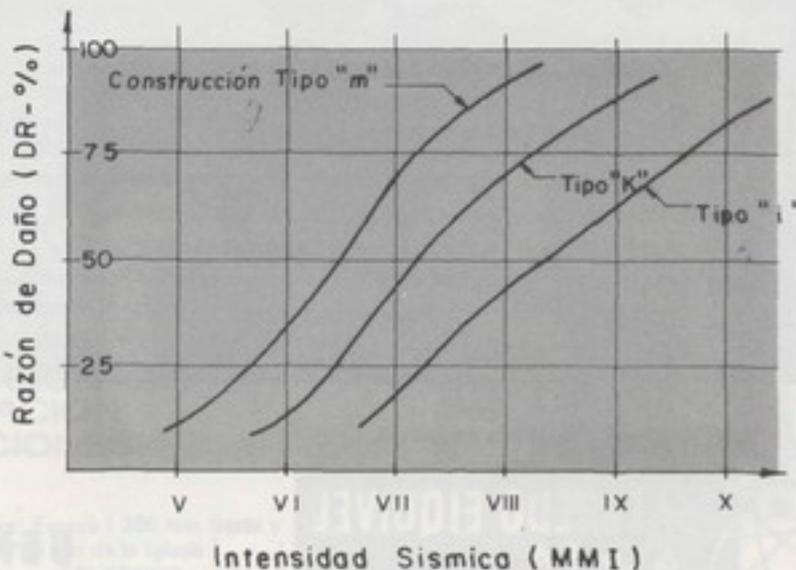
Relaciones Teóricas - Razón de Daño vrs PGA  
FIG. 3

método potente y efectivo para la estimación de los daños, especialmente para estudios relacionados con el seguro de terremoto, ya que está basado en datos estadísticos y debe recordarse que los seguros están basados en estadísticas de siniestros y en probabilidades de ocurrencia. A medida que se acumule mayor cantidad de datos y se disponga de más registros, este método puede ser complementado, relacionando los daños con parámetros tales como la aceleración (PGA).

## ESTADISTICAS DE DAÑOS

En un estudio experimental realizado por el autor conjuntamente con el Prof. Hareh C. Shah (1978),

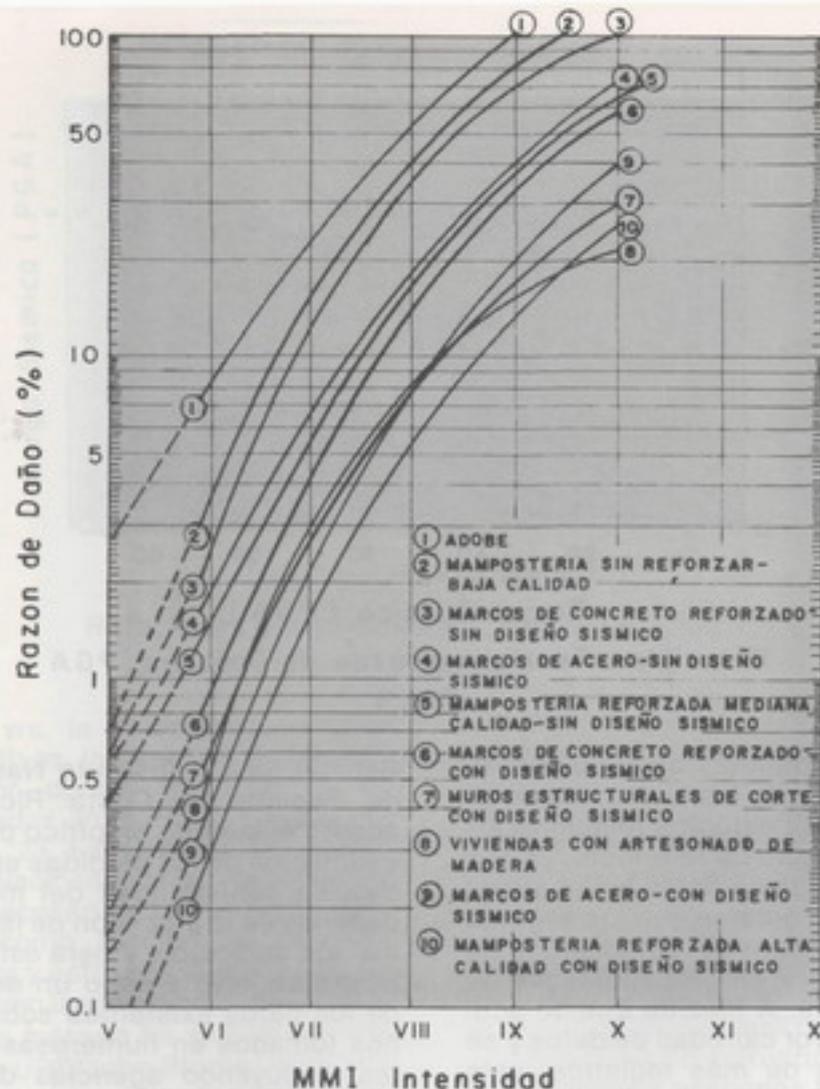
Ref. 17) para el Instituto Nacional de Seguros de Costa Rica, se adoptó el método empírico para la estimación de las pérdidas esperadas. La confiabilidad del método depende de la precisión de la información disponible y para este propósito se llevó a cabo un estudio de los datos existentes sobre daños tomados en numerosas fuentes, incluyendo agencias de gobierno, centros de investigación, bibliotecas universitarias y compañías de seguros. Los autores han dado en la Ref. 17 una recopilación completa y detallada de todos los datos obtenidos, con referencia a las fuentes de información y sobre su interpretación. Las relaciones de daños disponibles



Relaciones Empíricas Razón de Daño vrs Intensidad  
FIG. 4

para varios tipos de construcción fueron modificadas ligeramente para ajustarse a prácticas de construcción locales y se simplifican diez clases o tipos como sigue:

- Tipo 1 - Adobe
- Tipo 2 - Mampostería sin reforzar-baja calidad
- Tipo 3 - Marcos de concreto reforzado-sin diseño sísmico
- Tipo 4 - Marcos de acero-sin diseño sísmico
- Tipo 5 - Mampostería reforzada-mediana calidad-sin diseño sísmico
- Tipo 6 - Marcos de concreto reforzado-con diseño sísmico
- Tipo 7 - Muros estructurales de corte-con diseño sísmico
- Tipo 8 - Viviendas con artesonado de madera
- Tipo 9 - Marcos de acero-con diseño sísmico
- Tipo 10 - Mampostería reforzada-alta calidad con diseño sísmico

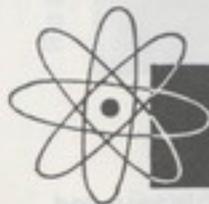


## ECONOMICICE DINERO — AHORRANDO ENERGIA



- El nuevo bombillo GE WATT-MISER INCANDESCENT reduce el costo de energía entre un 10 y un 15% manteniendo su nivel de luz
- Tiene el mismo precio que el estándar
- Su filamento está protegido contra golpes y vibraciones por un nuevo soporte, lo cual le da mayor durabilidad
- Posee un mayor volumen del más puro gas Argón
- Tiene más eficiencia de iluminación por watts ya que su filamento es de superior calidad

Distribuidores exclusivos:



**ALFREDO EIQUIVEL**  
& Cía. S.A. Tel. 22-92-22  
Apt. 855 - San José

En General, Electrico lo tenemos todo.

BOMBILLOS

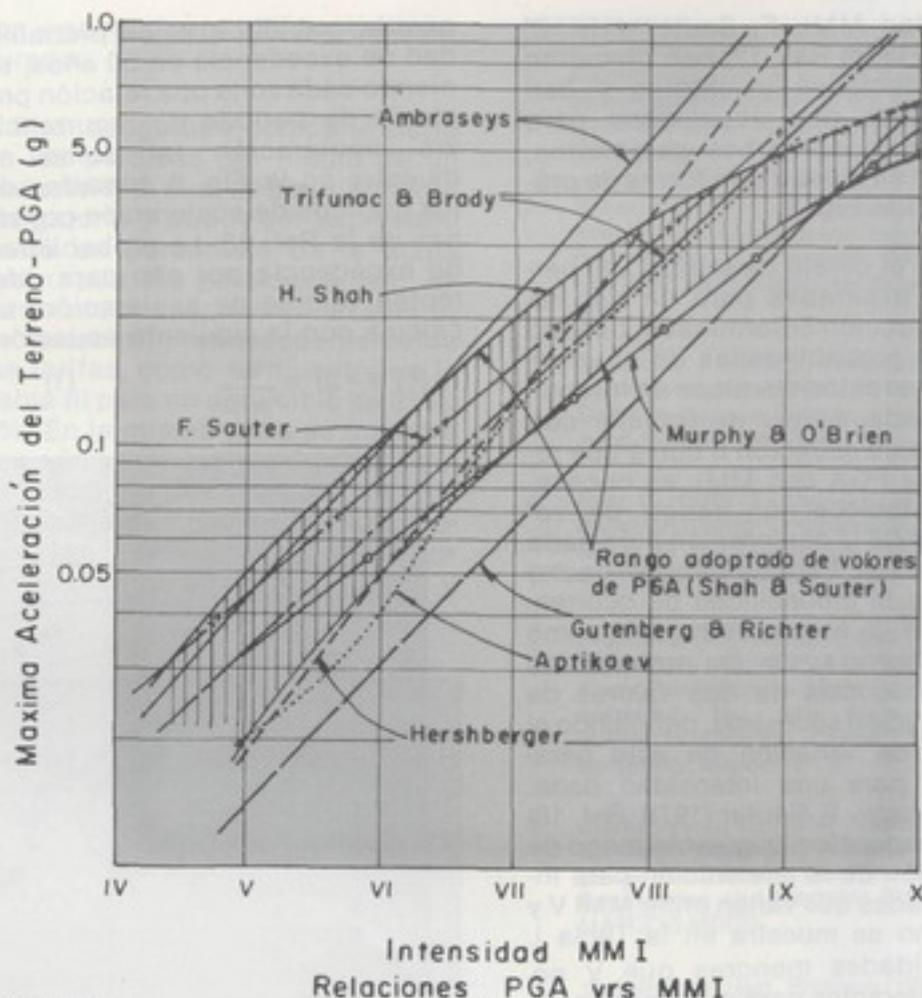
**GENERAL ELECTRIC**

SIEMPRE PRIMEROS

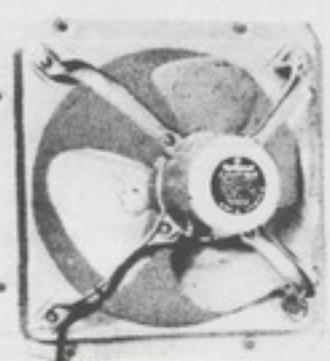
La Fig. 5 tomada de la Ref. 17 (Sauter y Shah, 1978) da curvas promedio que representan la relación entre la razón de daños, como un porcentaje del valor de reposición y la carga sísmica en términos de MMI para los tipos de construcción mencionados anteriormente. Estas relaciones representan un resumen valioso de la información disponible sobre daños y ha sido adoptada para la estimación de las pérdidas y el cálculo de las tarifas en el trabajo de investigación de la Ref. 17.

### CORRELACION ENTRE LA ACELERACION Y LA INTENSIDAD

Con el fin de establecer la correlación entre la información obtenida del análisis de riesgo sísmico, normalmente dada en forma de máxima aceleración del terreno y probabilidades de excedencia, y la información sobre estadísticas de daños, es necesario encontrar una relación entre el parámetro del movimiento del terreno (PGA) y la in-



Relaciones Existentes y Rangos Propuestos  
FIG. 6



# AGRINSA

## AGRUPACION INDUSTRIAL S.A.

**Extractores e Inyectores de Aire.**  
**Campanas Extractoras de Grasas - Ventiladores,**  
**Sistemas de Ductos, Accesorios ( rejillas, difusores, filtros etc. )**  
**para Industrias, Oficinas, Teatros, Restaurantes, Hoteles, Casas,**  
**Habitaciones, etc..**

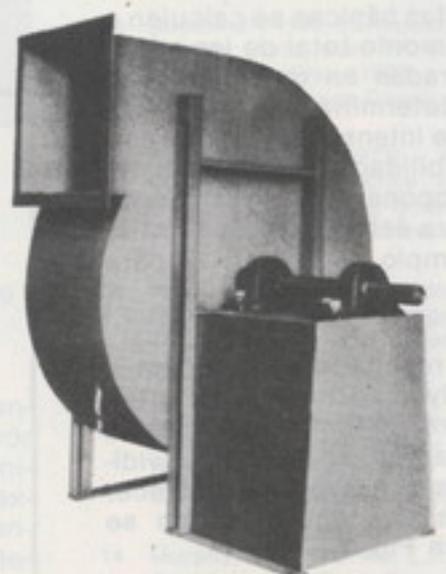
**Eliminación de olores en Cocinas e Interiores, Chimeneas,**  
**Bombas para Agua.**  
**Gazas ( soportería )**

**Muebles de Metal para Supermercados y Otros.**

**AIRE ACONDICIONADO**  
**Y VENTILACION**  
**INSTALACIONES**

Oficina: De la Clínica Bíblica,  
100 mts Sur y 100 mts Este.  
( Esquina Av. 16 C. 3 ) San José.  
TELEFONO  
**22-89-85**

Fábrica: Escazú ( 300 mts Oeste y  
700 Sur de la Iglesia )  
TELEFONO  
**28-02-06**



Apartado: 6087, San José.  
**FABRICACION NACIONAL**

tensidad MMI. F. Sauter y H. C. Shah (1978) Ref. 17) han discutido las relaciones existentes y han propuesto dos ecuaciones para correlacionar ambos parámetros, lo cual se muestra en forma de gráfico en la Fig. 6.

Con el objeto de evaluar las pérdidas esperadas para un tipo de construcción determinado, basado en las probabilidades de ocurrencia de eventos sísmicos de intensidad dada, en vez de trabajar con una única ecuación o curva que relaciona PGA con MMI, es necesario establecer un rango de variación de la aceleración para cada intensidad. Esto se debe al hecho de que la probabilidad de ocurrencias de un evento se calcula como la diferencia de la probabilidad de excedencia de dos valores de aceleración sucesivos, definiendo el rango de variación de este parámetro para una intensidad dada. H.C. Shah y F. Sauter (1978, Ref. 18) han propuesto el siguiente rango de variación de la aceleración para intensidades que varían entre MMI V y X como se muestra en la Tabla I. Intensidades menores que V no son relevantes para el propósito de daños y para intensidades mayores que X solamente se dispone de muy pocos datos registrados. La relación se muestra en la Fig. 6 como la zona sombreada.

### METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE LAS PERDIDAS ESPERADAS Y TARIFAS DE SEGURO

Las tarifas básicas se calculan a partir del monto total de las pérdidas esperadas en un período de tiempo determinado, debido a eventos de intensidad variable con una probabilidad de ocurrencia dada. Se propone un procedimiento simple para éste cálculo y se utiliza un ejemplo de la Ref. 17 para ilustrarlo.

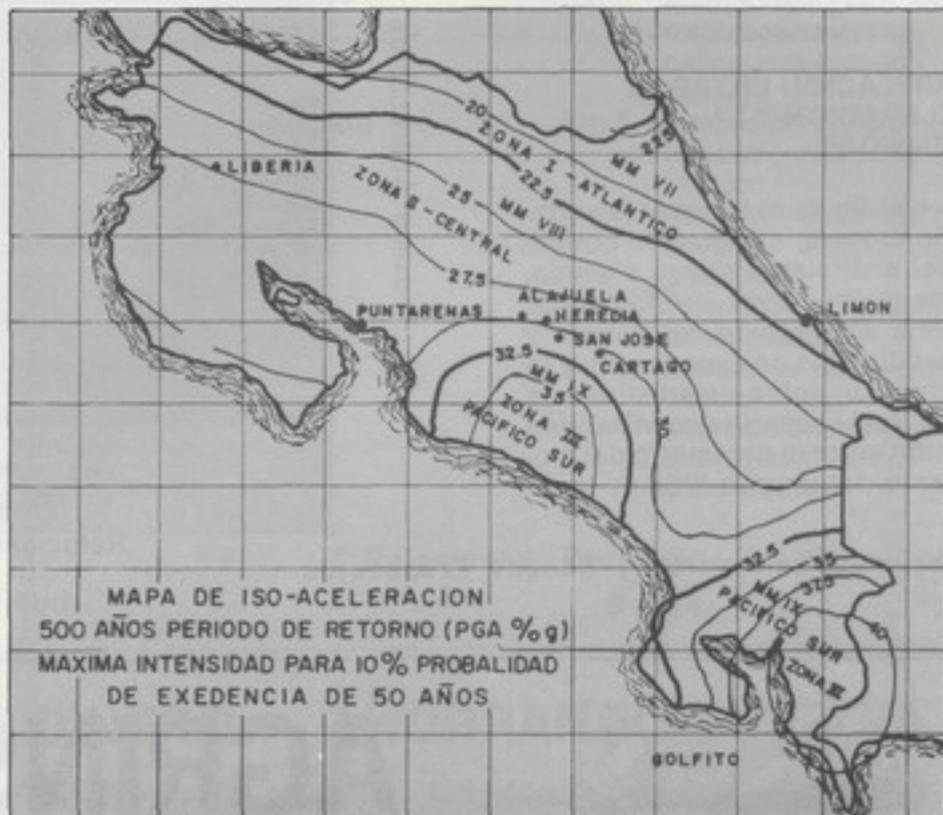
De los resultados del "Seismic Risk Study for Costa Rica" (Ref. 13), dadas en la forma de mapas de iso-aceleración, el país fue dividido en tres zonas para establecer las tarifas de seguros como se muestra en Fig. 7.

Basado en la relación de PGA vrs. MMI dada en la Tabla I se asignó a cada zona una intensidad es-

pérada con un 10% de probabilidad de excedencia en 50 años, teniendo cada zona una relación promedio de período de recurrencia vrs. aceleración tal como se muestra en la Fig. 8, tomadas de los gráficos de aceleración por zonas de la Ref. 13. La probabilidad de excedencia por año para diferentes valores de aceleración, se calcula con la siguiente ecuación:

$$P(a > g) = \frac{1}{RP} \quad (1)$$

donde: RP = período de retorno o recurrencia, tomado de la Fig. 8. Estos valores se muestran en la Tabla II para la Zona II de Costa Rica. En la misma tabla se calculan las posibilidades de ocurrencia por año para el rango de valores de aceleración que definen la intensidad de MMI de V a X, tomando la diferencia de las probabilidades de excedencia para cada par de valores sucesivos.



Costa Rica - Zonas Sísmicas para las Tarifas de Seguros  
FIG. 7

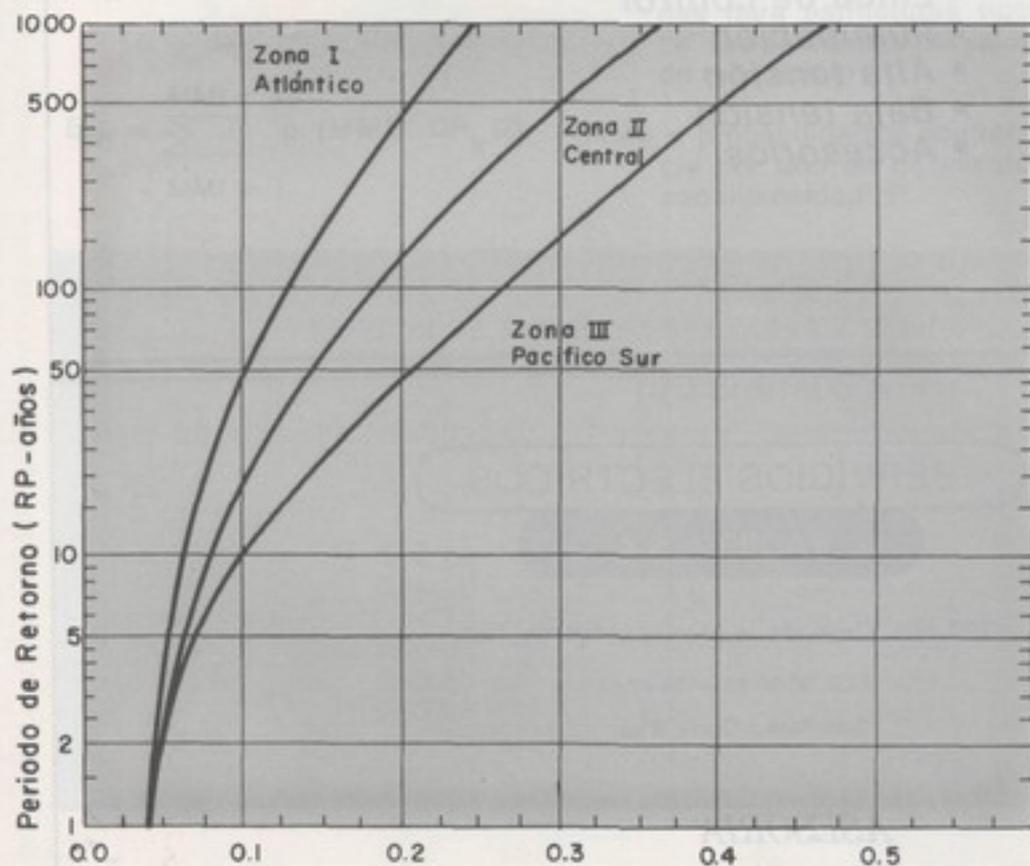
TABLA N° 1  
RELACION ENTRE ACELERACION  
E INTENSIDAD  
(Rango de Variación)

INTENSIDAD (MMI)	ACELERACION (PGA) (en % de g)
V	<5
VI	5 - 10
VII	10 - 20
VIII	20 - 35
IX	35 - 50
X	>50

De la metodología anterior la estimación de pérdidas está basada en 1) probabilidad de ocurrencia de eventos sísmicos, y 2) en las razones de daño esperadas para diferentes tipos de construcción. Deberá mencionarse que los resultados obtenidos en esta forma son solamente una estimación de las pérdidas probables, ya que los valores básicos en la ecuación (2), sean probabilidades de ocurrencia y razón de daños, están lejos de ser definitivos y precisos, y están basados en información sísmológica registrada que cubre un período corto de no mayor de 90 años, ya en apreciaciones de daños causados por eventos pasa-

vos y generales, y utilidad del asegurador.

Si el asegurado comparte parte de las pérdidas por medio de un deducible, el cual es generalmente obligatorio y puede ser expresado como un porcentaje de la suma asegurada, las pérdidas a ser indemnizadas después de un evento se reducen y consecuentemente las tarifas, como se muestra en la Tabla III para un deducible de 2% y 5%. En la misma tabla se muestra que aún un deducible del 2% reduce considerablemente las tarifas del seguro, ya que se eliminan todas las pérdidas causadas por terremotos de intensidad MM VI y



Maxima Aceleración del Terreno - PGA (g)

Relaciones Período de Retorno vrs PGA para Costa Rica

FIG. 8

dos, que pueden diferir considerablemente. De este modo deben tomarse en cuenta las limitaciones inherentes a la metodología al establecer las tarifas. Estas se calculan de las pérdidas anuales esperadas, modificadas por un factor que considera fluctuaciones y variaciones, así como comisiones, gastos administrati-

menor, de los reclamos correspondientes y para eventos de mayor intensidad el asegurador indemniza solamente las pérdidas que excedan el 2% del monto. Por lo tanto, los deducibles permiten mantener las primas a un nivel razonable y hacen el seguro más atractivo para los aseguradores, y simplifica los ajustes en los reclamos.

## REFERENCIAS

1. Algermissen, S.T. et al. (1972) - A Study of Earthquake Losses in the San Francisco Bay Area - N.O.A.A., U.S. Department of Commerce, Washington, D.C.
2. Baker, L.C. (1971) - Availability and Desirability of Earthquake Insurance - Proceedings, Conference Earthquake Risk, Joint Comm. on Seismic Safety.
3. Benjamin, J.R. (1975) - Probabilistic Decision Analysis Applied to Earthquake Damage Surveys - Earthquake Engineering Research Institute.
4. Berz, G. (1978) - Earthquake Loss Accumulation Control - Proceedings, Conference on the Guatemala 1976 Earthquake, Guatemala City 1978.
5. Blume, J. A., Wang, E.C.W., Scholl, R.E., Shah, H.C. (1975) - Earthquake Damage Prediction: A Technological Assessment. The John Blume Earthquake Engineering Center, Stanford University, Report N°. 17.
6. Clarke Mann, O. (1974) - Building and Contents Damage Parameters - Regional Earthquake Risk Study, M&H Engineering and Memphis State Univ. MATCOG-MDDD.
7. Culver, Lew, Hart, Pinkham (1975) - Natural Hazards Evaluation of Existing Buildings - Building Science Series, N°. 61, US. Government Printing Office.
8. Earthquakes, Part III: Earthquake Insurance and Reinsurance (1974) - Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, München.
9. Freeman, J.R. (1932) - Earthquake Damage and Earthquake Insurance - McGraw-Hill Book Co., New York.
10. Guatemala 1976, Earthquake of the Caribbean Plate, Part IV: Insurance of Earthquake Risk (1976) - Münchener Rückversicherungs-Gesell., München.
11. Kunreuther, H. (1973) - Values and Costs-Building Practice for Disaster Mitigation - Building Science N°. 46, US. Department of Commerce.
12. McClure, F.E. (1976) - Studies in Gathering Earthquake Damage Statistics - U.S. Coast and Geodetic Survey, Washington, D.C.
13. Mortgat, Zsutty, Shah, Lubetkin (1977) - A Study of Seismic Risk for Costa Rica - John Blume Earthquake Engineering Center, Stanford, Univ. Report N°. 25.
14. Murphy, J. R., O'Brien, L.J. (1977) - The Correlation of Peak Ground Acceleration Amplitude with Seismic Intensity and other Physical Parameters - Bulletin Seismological Society of America, Vol. 67, p.877.



## ALMACEN DE MATERIALES ELECTRICOS

OSMIN VARGAS S.A.

TELS: 35-37-64 — 35-37-71 — 36-31-28 — 36-36-85

200 Mts. Oeste y 25 Norte de la Municipalidad de Tibás.

San José, Costa Rica

*DISTRIBUIDOR EN GENERAL DE TODAS LAS MARCAS  
DE MATERIALES ELECTRICOS*

- Línea de control
- Iluminación
- Alta tensión
- Baja tensión
- Accesorios



## SERVICIOS ELECTRICOS

PADILLA S.A.

200 Mts. Oeste de la Municipalidad de Tibás

TELS: 35-36-43 — 35-47-28

San José, Costa Rica

*ASESORIA*

*INSTALACIONES ELECTRICAS*

*INDUSTRIALES Y RESIDENCIALES*

*PROYECTOS DE INGENIERIA*

**Ing. Eléctrico Jorge A. Padilla B**  
Presidente

**TABLA II**  
**PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA Y DE OCURRENCIA PARA LA**  
**ZONA II-COSTA RICA**

PGA	PERIODO RETORNO (AÑOS)	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA (POR AÑO)	RANGO DE ACELERACION	INTENSIDAD MMI	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (POR AÑO)
4	1	1.00000	<5	<V	0.60000
5	2.5	0.40000	5-10	VI	0.34440
10	18	0.05556	10-20	VII	0.04798
20	132	0.00758	20-35	VIII	0.00646
35	900	0.00111	35.50	IX	0.00085
50	3800	0.00026	>50	>X	0.00026

Las pérdidas anuales esperadas son estimadas de acuerdo con la siguiente ecuación:

donde:

$EL_k =$

perdidas anuales esperadas para estructuras tipo "k" (en porcentaje del valor de reposición)

$DR_k$

razón de daños para construcciones tipo "k" todo de la Fig. 5

$$EL_k = \sum_{MMI=I}^{MMI=XII} p(MMI) DR_k \quad (2)$$

$P(MMI)$  = probabilidad de ocurrencia por año de un evento con intensidad "i"

La tabla III resume los resultados obtenidos para una estructura a base de marcos de concreto reforzado - tipo (6) localizada en la Zona II de Costa Rica

**TABLA III**  
**PERDIDAS ANUALES ESPERADAS Y TARIFA DE RIESGOS PARA**  
**ZONA II-COSTA RICA - MARCOS DE CONCRETO REFORZADO -**  
**TIPO CONTRUCCION (6)**

INTENSIDAD MMI	PROBABILIDAD OCURRENCIA (POR AÑO)	RAZON DE DAÑOS P/ TIPO (6)	PERDIDAS ANUALES ESPERADAS	PRIMA BASICA PARA DEDUCIBLE	
< V	0.60000	0.2	0.1200	2.0%	5.0%
VI	0.34440	0.9	0.3100	0.0000	0.0000
VII	0.04798	4.0	0.1919	0.0960	0.0000
VIII	0.00646	13.0	0.0840	0.0711	0.0517
IX	0.00085	33.0	0.0281	0.0264	0.0238
> X	0.00026	58.0	0.0151	0.0146	0.0138
		Total (%)	0.7491	0.2081	0.0893

15. Reed, J.W., Blume, J.A. - Predicting Damage Probabilistically for Buildings Subjected to Ground Motions.
16. Sauter, F. (1976) - El Riesgo Sísmico en el Istmo Centroamericano y la Cobertura contra Daños por Terremoto -VI. Congreso de Aseguradores de Centro América y Panamá, San José, Costa Rica 1976.
17. Sauter, F., Shah, H.C. (1978) - Estudio de Seguro contra Terremoto - Instituto Nacional de Seguros, San José, Costa Rica.
18. Sauter, F., Shah, H.C. (1978) - Studies on Earthquake Insurance - Proceedings, Vol. II, Central American Conference on Earthquake Engineering, El Salvador.
19. Steinbrugge, K.V et al. (1969) - Studies in Seismicity and Earthquake Damage Statistics, Apendix A. - USC&GC, US. Department of Commerce, Washington.
20. Trifunac, M.D., Brady, A.G. (1975) - On the Correlation of Seismic Intensity Scales With Peaks of Recorded Strong Ground Motions - Bulletin Seismological Society of America, Vol. 65, p. 139.
21. URS/John Blume & Associates (1975) - Effects Prediction Guide lines for Structures Subjected to Ground Motion - JAB-99-115, San Francisco, Calif.
22. Vagliante, V.N. (1971) - Forecasting the Risk Inherent in Earthquake Resistant Design - Ph.D. Thesis, Stanford University.
23. Villaverde, R., Esteva, L. (1974) - Costos Probables de Daños Causados por Temblores en Construcciones - Instituto Ingeniería, Universidad Nacional Autón., México.
24. Whitman, R.V., Biggs, J. M. et al. (1974) - Seismic Design Decision Analysis-Methodology and Pilot Application, Report N°. 10, Str. 385, M.I.T.

# Abonos Agro S.A.

siempre presente  
en la construcción

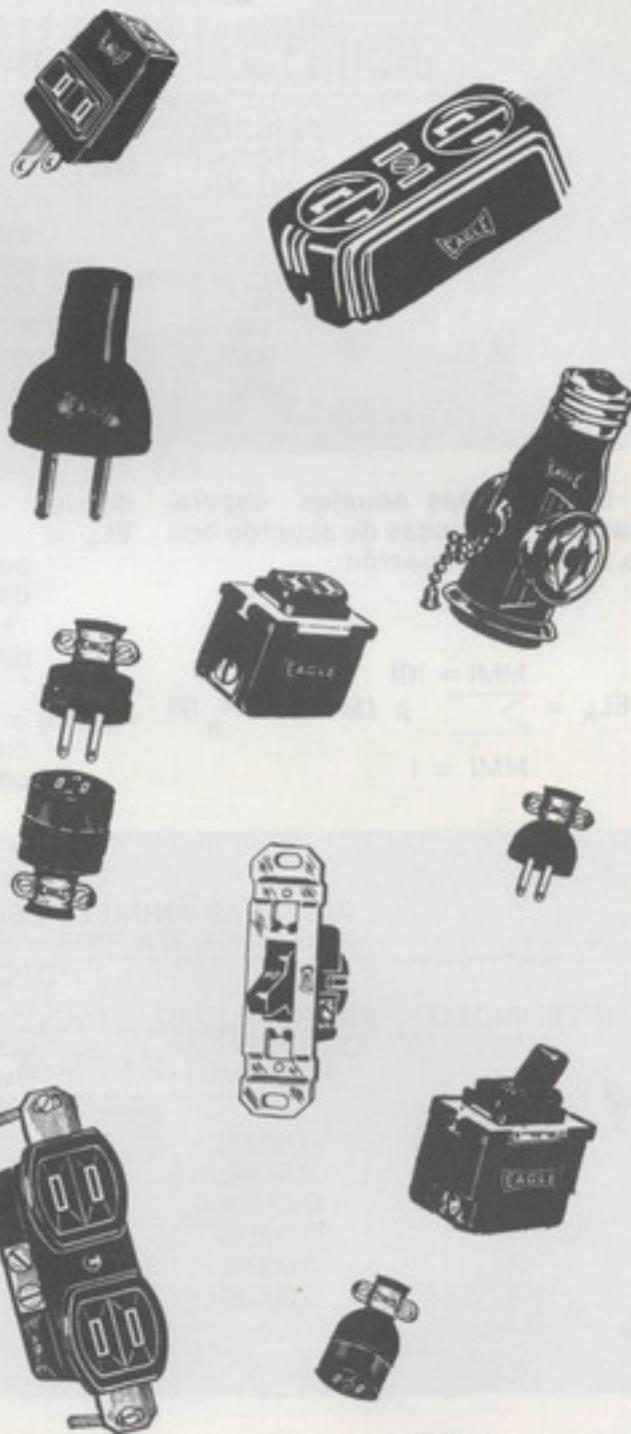


Distribuidor de  
materiales de  
construcción en general

Tel: 33-37-33

apdo: 2007

San José 1000



100 V.

15 A.

Son productos de calidad





Un simbolo en electricidad por más de 50 años

Fabricado en Costa Rica por:

**Equipos y Materiales Eléctricos de Centroamérica S.A.**  
**E.M.E.S.A.**

Pavas 1 Km. oeste del Hospital Psiquiátrico  
Tel. 32-61-94

Con los mejores controles de calidad



# Sistema electroenergético

Estimación de su estado estático

Ing. Jorge Arce  
Ing. Jorge Blanco

## 1. Introducción

Un sistema eléctrico funcionando en régimen permanente, se basa en el supuesto del carácter cuasiestacionario del régimen de cambio en el tiempo de las variables de estado del campo electromagnético. Debido a esta suposición, el estado del sistema en un instante determinado se denomina estado estático y el vector que define este estado en un sistema eléctrico de potencia está constituido por las magnitudes y los ángulos de la tensión en todas las barras de la red. El estimador del estado estático es un algoritmo de procesamiento de datos que convierte lecturas de mediciones redundantes y otra información disponible en un estimado del vector de estado estático. La estimación de estado de un sistema permite aumentar su confiabilidad pues provee una base de datos en tiempo real, necesaria para un análisis de seguridad en línea. Además facilita la ejecución de ciertas funciones de control que son necesarias para mantener la calidad de la energía entregada y la optimización en el uso y repartición de los recursos energéticos disponibles.

## 2. Planteamiento del problema

Por hipótesis se supone que el sistema está en estado estacionario. En ecuaciones, esta condición de operación se expresa como:

$$x_{k+1} = x_k + w_k \quad (1)$$

donde:  $x_k$  representa el vector del estado en el instante  $k$ .

$w_k$  es el vector de perturbaciones aleatorias que modela las variaciones en el estado del sistema. Este vector se considera como un vector aleatorio con distribución gaussiana de media cero y matriz de covarianza  $Q$ .

Para inferir sobre el estado del sistema se tiene a disposición una serie de mediciones que podrían ser:

- a) mediciones de potencia circulada por las líneas.
- b) mediciones de potencia inyectada en los nodos del sistema.
- c) mediciones de voltaje en las barras

Todas éstas pueden ser modeladas de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$z_k = h(x_k, k) + v_k \quad (2)$$

$h(x_k, k)$  representa el sistema de mediciones, el cual es no lineal respecto a los estados, y aunque en realidad es variante con el tiempo, se está modelando como invariante.

$v_k$  es un vector aleatorio con distribución gaussiana con media cero y matriz de covarianza  $R$ . Este vector toma en cuenta los errores de imprecisión de los aparatos de medida así como los errores en el envío de los datos al centro procesador de la información.

El problema se plantea como sigue:

Se quiere un algoritmo de cálculo para estimar el estado del sistema en cada instante (cada 10 minutos) en base a lecturas de potencia activa y reactiva circu-

lada por las líneas, además de lecturas de voltaje no en todas las barras.

### 3. Algoritmo de solución

El algoritmo que se usó está basado en la teoría de Kalman sobre el filtrado óptimo de sistemas lineales. Esta teoría hace uso de un procesamiento lineal de las mediciones para dar un estimado óptimo del estado del sistema en cada instante en que llega un conjunto de mediciones al centro de cálculo. Se considera óptimo en el sentido de que el estadístico generado es no sesgado y de mínima varianza.

Debido a que el sistema de mediciones es no lineal, se hizo una extensión del algoritmo de Kalman con el objeto de linealizar estas mediciones, haciendo un desarrollo en series de Taylor alrededor del estimador más reciente.

Cabe apuntar en este momento que el estimador será óptimo si se conocen exactamente las matrices de covarianza de la dinámica de los estado (Q) y del sistema de medición (R).

Las ecuaciones que describen el algoritmo son las siguientes:

$$\hat{x}_k^+ = \hat{x}_k^- + k_k [z_k - h(x_k, k)] \quad (3)$$

$$p_k^+ = p_k^- - p_k^- H_k^t [H_k p_k^- H_k^t + R]^{-1} H_k p_k^- \quad (4)$$

$$k_k = p_k^+ H_k^t R^{-1} \quad (5)$$

$$H_k^{i,j} = \frac{\delta h_i}{\delta x_k^j} \quad x_k^j = x_k^j(-) \quad (6)$$

$$j = 1, 2 \dots 2N-1; i = 1, 2 \dots 2L$$

$$\hat{x}_k^- = \hat{x}_{k-1}^+ \quad (7)$$

$$p_k^- = p_{k-1}^+ + q \quad (8)$$

donde:

$\hat{x}_k^+$  representa el estimador del estado actualizado

$\hat{x}_k^-$  representa el estimador propagado del estado anterior

$k_k$  es la ganancia matricial del filtro de Kalman  $(2n-1) \times 2L$

$p_k^+$  es la matriz de covarianza actualizada del error de estimación.  $(2n-1) \times (2n-1)$

$H_k$  es el jacobiano del sistema de medición.  $(2L) \times (2N-1)$

La linealización de que se hizo mención anteriormente,

se realiza para obtener el valor esperado de la medición a procesar, i.e.

$\hat{h}(x_k, k)$ . Esto se hace con el siguiente algoritmo:

$$h(x_k^i, k) = h[\hat{x}_k^i(-), k] + H_k^{i-1} \cdot [x_k^{i-1} - \hat{x}_k^i(-)] \quad (9)$$

$$\hat{h}(x_k^i, k) = h[\hat{x}_k^i(-), k] + H_k^{i-1} \cdot (\hat{x}_k^{i-1} - \hat{x}_k^i(-)) \quad (10)$$

$$\hat{x}_k^i = \hat{x}_k^{i-1} + k_k (z_k - h) (\hat{x}_k^{i-1}, k) \quad (11)$$

$$\hat{x}_k^0 = \hat{x}_k(-) \quad (12)$$

### 4. Ilustración del algoritmo

El siguiente ejemplo se programó en el microcomputador Rockwell AIM-65 de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

El diagrama que se muestra en la Figura No. 1 es un ejemplo muy simplificado de lo que podría ser una red de distribución de energía.

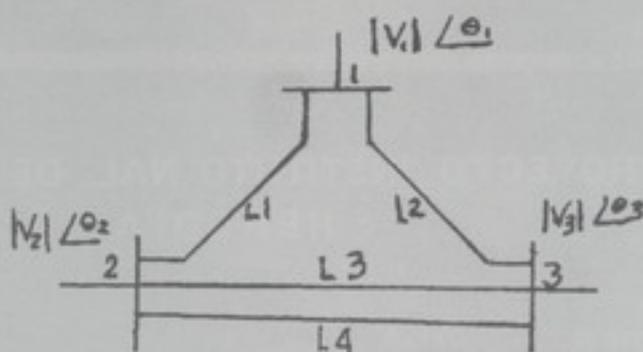


FIGURA 1

Diagrama unificador del sistema de distribución usado en el ejemplo

TABLA 1  
Valores de resistencia y reactancia de la red usada en el ejemplo

Línea No.	Resistencia (%)	Reactancia (%)
1	.01	.07
2	.02	.08
3	.03	.09
4	.03	.07



## PROYECTO INSTITUTO NAL. DE SEGUROS HEREDIA

Diseño: DYP  
ARQ. ADRIAN GUZMAN

Constructor: DYCON LTDA.  
ING. JOSE ANGEL DIAZ

Fabricación

Asesoramiento

Inspección

Instalación

Domos, láminas acanaladas, bóvedas y formas diversas de aplicación de la lámina acrílica Plastiluz, altamente resistente a las inclemencias del tiempo, son utilizadas tanto en la remodelación de un pequeño patio de luz, como en obras de gran magnitud. En el nuevo edificio del I.N.S. en Heredia se ha logrado un atractivo ambiente mediante el uso de nuestros productos, permitiendo a la luz natural filtrarse hasta el corazón del edificio.

Por: **neon nieto s.a.**

# PLASTILUZ®



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

Tel: 35 - 67 - 55

Para llevar a cabo la simulación, primero se obtuvieron datos de magnitud y ángulo de los voltajes en cada nodo, compatibles con la red, corriendo un programa de flujo de carga. Los datos para este programa fueron potencias inyectadas en cada nodo del sistema. Variando estos datos se obtuvo un conjunto de valores de voltaje que representan el estado verdadero de dicho sistema.

Luego se generaron las mediciones a las que se les agregó "ruido" de medición para así simular la imprecisión de los medidores y los errores debido a la transmisión de los datos.

Una vez contaminados los datos, se procedió a obtener un estimado del estado del sistema.

En la tabla siguiente se muestran algunos resultados sobre la estimación y el error cuadrático de la estimación.

Hay dos cosas que se deben notar, primero que el filtro es óptimo siempre que se conozca el valor exacto de Q y R, valores que no se tienen a disposición y que son difíciles de precisar. Actualmente se están haciendo esfuerzos en esa dirección o sea tratar de determi-

nar Q y R de los datos. Con esto se logra una clase de filtro llamado adaptivo.

Como segunda cosa a hacer notar, es que la optimalidad del filtro también está sujeta al conocimiento de los parámetros de la red. La solución para esto es aumentar el vector de estados en los parámetros de la red y estimarlos. En esta modificación estamos trabajando y se prevé factible este método de solución.

De la Tabla No. 2 se puede observar la rapidez con que el estimador "sigue" el valor verdadero del estado, tanto en la magnitud como en el ángulo. Prueba de ello es que la matriz de covarianza del error cuadrático de estimación se estabiliza rápidamente.

## 5. Conclusiones

Se ha puesto en ejecución un filtro de Kalman "extendido" para la estimación de estados de un sistema de distribución de energía, procesando datos de potencia activa y reactiva en todas sus líneas además de la medición de la magnitud del voltaje en el nodo 1.

Se observó que el algoritmo es bastante eficiente en el sentido de que el error de estimación se estabiliza rápidamente y a un valor del orden de  $10^{-3}$  voltios en la magnitud y de  $10^{-4}$  radianes en el ángulo.

Tabla 2  
Comparación entre el voltaje estimado y el voltaje verdadero. Error cuadrático de estimación

Medición No.	$\hat{V} $ (voltios PU)	$V $ (voltios PU)	$\hat{\Phi}$ (rad)	$\Phi$ (radianes)	$P_v$ $\times 10^{-6}$ (voltios <sup>2</sup> )	$P\Phi$ $\times 10^{-8}$ (radianes) <sup>2</sup>
1	.92113	.93030	.059	.0114	.99	9.096
	1.34	.9244	-.075	$2.41 \times 10^{-3}$	1.086	1.096
	1.19	.9235	0	0	1.132	0
2	.929	.931	$2.97 \times 10^{-3}$	.01233	.9106	4.04
	.921	.9245	$-3.4 \times 10^{-3}$	$2.67 \times 10^{-3}$	3.26	1.34
	.919	.9235	0	0	4.1	0
3	.930	.9317	.0136	.01352	.97	5.0
	.923	.9246	$2.9 \times 10^{-3}$	$2.67 \times 10^{-3}$	1.0	3.0
	.921	.9235	0	0	1.0	0
6	.9341	.93386	.016	.015869	.97	5.81
	.9255	.924965	$3.4 \times 10^{-3}$	$3.44 \times 10^{-3}$	1.02	3.28
	.9239	.9235	0	0	1.03	0
7	.9351	.9345	.0184	.01825	.97	5.8
	.9250	.92505	$4.4 \times 10^{-3}$	$3.96 \times 10^{-3}$	1.027	3.27
	.9239	.9235	0	0	1.03	0

El algoritmo representado por las ecuaciones (3)–(8) fue programado en el microcomputador de la Escuela de Ingeniería Eléctrica con resultados bastante satisfactorios. Se simuló un sistema de energía con condiciones de operación (generación y demanda de energía) variantes con el tiempo. Se observó que el estimador "sigue" estas variaciones manteniendo un error de estimación del orden de  $10^{-4}$  voltios PU, lo cual es bastante aceptable.

Actualmente se está trabajando en un algoritmo adecuado para la estimación de R que es muy crítica en

el proceso de cálculo. Este es un problema que aún no tiene solución satisfactoria hasta donde la revisión bibliográfica nos lo ha dejado ver.

## 6. Bibliografía

1. GELB, A. "Applied Optimal Estimation". The M.I.T. Press. Massachusetts, USA, 1974.
2. DEBS, A.S. "Estimation of Steady-State Power System Model Parameters". IEEE Trans. on P.A.S. Vol. 93, No. 5. pp1260–1268.

## SCHINDLER... abre las puertas



En ambientes de prestigio, como grandes hoteles, bancos, aeropuertos, las puertas automáticas SCHINDLER representan una solución eficaz.

SCHINDLER con su gran experiencia, también está en condiciones de suministrar una línea de productos a la vanguardia técnica:

ASCENSORES, MONTACARGAS, ESCALERAS MECANICAS

# ELVATRON S.A.

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS



La Uruca, de Chautelle 300 m. norte. Tels. 21-54-78 / 21-44-12 / 31-24-74 - Apartado 8-3770

## "PRIMER SIMPOSIO SOBRE SUELO-CEMENTO O SUELO-CAL EN LA VIVIENDA ECONOMICA"

Promovido por: I.N.V.U.

A celebrarse en la primera quincena de Diciembre de 1982

### TEMARIO

#### 1) INTRODUCCION

"La realidad socio económica en Costa Rica y el uso del suelo-cemento como una alternativa".

#### 2) MATERIALES

Se explicará cuáles son las características de los materiales de una mezcla de suelo-cemento o suelo-cal.

#### 3) ELEMENTO

Una vez analizados los diversos materiales se hace necesario estudiar las características de los diferentes elementos, entendiéndose como elemento: el módulo básico para la construcción, sea éste bloque pequeño, estratos apisonados, etc.

#### 4) FORMAS Y CRITERIOS ARQUITECTONICOS Y ESTRUCTURALES

Analizando el elemento se estudia el comportamiento de este en un paño de pared, siendo imprescindible el análisis de las formas arquitectónicas y estructurales, determinándose de éste el diseño final y las bondades o no del suelo-cemento.

PROGRAMA A CELEBRARSE EN EL IX COPIMERA 82

*Jueves 11 de Noviembre*

*Llegada del Comité Ejecutivo Internacional a San José, Costa Rica.*

*Viernes 12 y sábado 13 de Noviembre*

*Sesión de trabajo del Comité Ejecutivo Internacional*

*Domingo 14 de Noviembre*

*Llegada e Inscripción de los participantes*

*Lunes 15 de Noviembre*

*En la mañana:*

*Inauguración del IX Congreso Copimera 82*

*En la tarde:*

*Sesión de trabajo*

*Martes 16 de Noviembre*

*Sesión de trabajo*

*Miércoles 17 Noviembre*

*Sesión de Trabajo*

*Jueves 18 Noviembre*

*Sesión de trabajo*

*Viernes 19 Noviembre*

*En la mañana:*

*Libre*

*En la tarde:*

*Sesión de trabajo*

*En la noche:*

*Ceremonia de clausura*

*Sábado 20 y domingo 21 de Noviembre*

*Diversas y entretenidas actividades para los congresistas y sus acompañantes.*

5) CONSTRUCCION Y COSTOS

Definido el diseño se comentará la secuencia y métodos constructivos. A este nivel, es de gran importancia presentar una estimación de la incidencia en el costo de la construcción del suelo-cemento o suelo-cal y una comparación con la construcción tradicional.

6) PROPOSICIONES VARIAS

Como no necesariamente el temario presentado cubre el amplio campo en que se puede utilizar el suelo-cemento o suelo-cal, se aceptan trabajos en otros aspectos por ejemplo: su uso en pavimentos, losetas para piso, otros usos no estructurales, etc. Presentarlos en el Depto. Construcciones, 5to. piso, INVU.

EN EL PROXIMO NUMERO:  
"VISITA A UNA FABRICA DE  
MODULOS DE VIDRIO Y  
CONCRETO"

ARTE Y TRANSPARENCIA S.A. nos abrirá sus puertas para que conozcamos la fabricación de pequeños módulos de VIDRIO Y CONCRETO pintado con resinas que lo convierten en un elemento decorativo a la vez que estructural.

Este nuevo producto se fabrica en el país por ARTE Y TRANSPARENCIA S.A. con planta ubicada en La Uruca, Apdo 242, Centro Colón, San José. Tel. 33-26-30.

**Se' ulitane dör añi' èl...  
Sa tsá tsikine, e'r sa tséwe' bua'**

(BRIBRI)



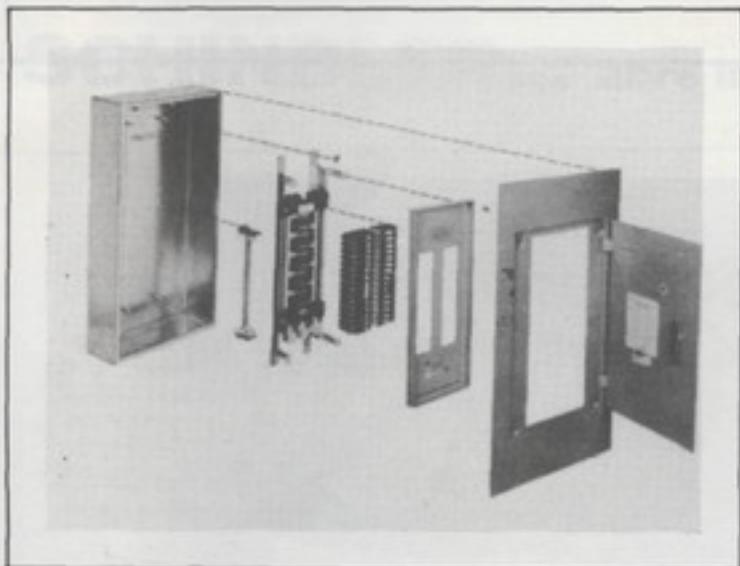
**¡ TODOS SOMOS HERMANOS...  
ORGULLOSOS  
DE NUESTRO ORIGEN!**

**BANCO  
NACIONAL**

EL BANCO QUE ESTA MAS CERCA DE USTED

# Cutler-Hammer®

## El Nuevo Tablero PB



Nuestro nuevo tablero PB le da muchos grados de flexibilidad que no habían estado antes al alcance para aplicaciones de iluminación comercial e industrial ni para usos de distribución de potencia.

Es el primero y único tablero de 240 voltios que tiene la capacidad de combinar dentro del mismo, disyuntores a presión y atornillables. Esta capacidad no está sujeta a una sola línea de disyuntores de circuitos ramales, ya que se puede usar cualquier disyuntor de circuito de la línea estándar CUTLER HAMMER, cualquier tipo de disyuntor CH o CHB de uno, dos o tres polos, bobina de disparo, protección de falla tierra (GFCI), pueden ser usados.

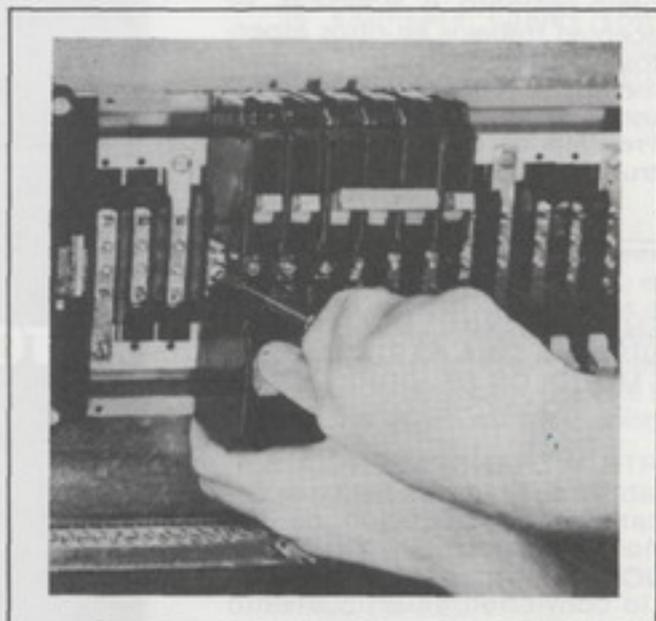
**Ahorrar tiempo en instalación significa ahorrar dinero.**

Instalar el nuevo tablero PB es rápido y fácil. Tiene amplio espacio lateral superior e inferior para el alambrado, lo que facilita su colocación.

Otro distintivo que le da flexibilidad es la posición simétrica de los interiores, ya que pueden ser colocados con el conductor de alimentación en la parte de arriba o de abajo, aún cuando las cajas hayan sido instaladas.

Todos los productos de CUTLER HAMMER son de una calidad de construcción óptima y el tablero PB no es la excepción. Esto significa que los trabajos progresan uniformemente. Por ejemplo todas las partes se ajustan apropiadamente, cajas, interiores, disyuntores, bateas y puertas. La puerta lisa y totalmente nivelada tiene bisagras y sujetadores detrás de ella que evitan que la tapa sea removida estando el tablero bajo llave.

Nuestra buena reputación está basada en altos estándares de control de calidad. Todos los disyuntores son rígidamente probados y calibrados individualmente para ofrecer un mínimo de problema en el trabajo. Los conectores de la barra y los puntos de contacto de los disyuntores ramales son de cobre recubierto de plata (3) así como la prensa del contacto del disyuntor a presión y la pierna de contacto del disyuntor atornillable.



**Con el Panel PB usted obtiene una nueva dimensión de flexibilidad y de disponibilidad del producto, pudiendo hacer cambios de último momento que le permiten entregar su trabajo a tiempo. Estas son características que ahorran dinero en la instalación y le ofrecen una probada credibilidad en CUTLER HAMMER.**



# Cutler-Hammer® CENTROAMERICANA S.A.



## Arrancador Magnético Línea "Citation" A-10

Montaje horizontal o vertical 100% acceso frontal.  
Gran facilidad para cambiar la bobina.  
Indicador de disparo.  
Gran cantidad de accesorios para variedad de operaciones.  
Ahorro de espacio, tiempo y dinero.



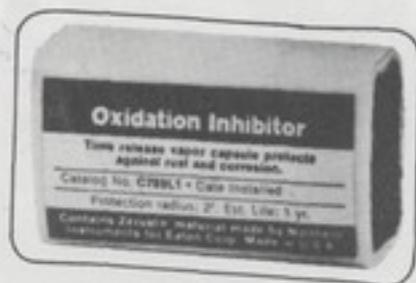
## Banco de Capacitores

Bancos automáticos y manuales.  
Compensación del factor de potencia práctica y económica.  
Unidades modulares.  
Todas las protecciones necesarias incluidas.  
Permite compensación individual de motores si fuere necesario.  
Las etapas múltiples permiten usar sólo los capacitores que se necesiten a cada instante.



## Centro de Control de Motores Unitrol

Centralizar el control y la protección de los motores.  
Barras horizontales de 600 A a 2000 A, de cobre.  
Barras verticales de 400 A a 600 A, de cobre.  
Gavetas individuales modulares, permiten unir fácilmente varios cuerpos,  
Para arrancadores a voltaje pleno o reducido.



## Inhibidor de Oxidación

Detiene el herrumbre y la corrosión, prolongando la vida útil de su equipo industrial.  
Es una cápsula que emite un vapor invisible que rodea el metal a proteger, saturando el ambiente que lo rodea.  
No necesita ninguna herramienta para su instalación.  
Protege una zona de 60 cm y tiene una vida media de un año.  
Es un producto ampliamente probado.

**CUTLER/HAMMER**

**SAN JOSE - COSTA RICA**

Apartado 10156 - Tel. 35-60-22 / 35-60-44

*¡Su Mejor Decisión!*



# El complejo



Instituto  
Costarricense  
de Electricidad

Hace aproximadamente siete años, cuando la maquinaria del ICE rasgaba las tierras de Arenal nadie podía imaginar que de sus entrañas saliera una fuente de agua que daría la máxima producción de energía eléctrica y resolviera en gran parte la crisis energética de estos tiempos.

Hoy el Instituto Costarricense de Electricidad puede ofrecer al país dos gigantescas obras que tienen su sede en la provincia de Guanacaste. Se trata de las plantas hidroeléctricas de Arenal y Corobicí, que forman el complejo de Arenal y vienen a aumentar la capacidad energética del país, y a permitir inclusive la exportación de energía sobrante en época lluviosa a otros países, especialmente: Nicaragua y Panamá, donde ya se encuentran trabajando en las obras necesarias.

Este conjunto de plantas hidroeléctricas y de obras de riego constituye un verdadero esfuerzo del ICE por dotar al país de energía eléctrica permanente, sin tener que recurrir a plantas térmicas.

Para lograr este objetivo utiliza las aguas del río Arenal. Aguas que una vez producida la energía, permitirán irrigar zonas nunca antes aprovechadas en términos económicamente explotables.

## PLANTA DE ARENAL

Esta planta que aporta al país 157 400 kW de potencia; es el primer aprovechamiento del potencial energético del río Arenal. Fue concebida para resolver las demandas de energía que se presentan a partir de 1979 en Costa Rica, año en que dio sus primeros frutos.

Arenal, desde el punto de vista técnico, tiene como característica la explotación en cascada de las aguas de la cuenca del Arenal para la producción de la energía, utilizando como caída la diferencia de elevación que existe entre el embalse de Arenal a 545 metros sobre

# de Arenal

-PLANTA HIDROELECTRICA DE ARENAL  
-PLANTA HIDROELECTRICA COROBICI  
-PROYECTO DE RIEGO

el nivel del mar y el río Santa Rosa en el sitio de la casa de máquinas, con nivel de restitución a la elevación 330 metros sobre el nivel del mar.

Sus obras más importantes son: el Túnel de conducción que mide 6.667 metros de longitud por 5,2 metros de diámetro en los 5.517 metros iniciales; los últimos 1.333 metros están blindados y tienen un diámetro de 4,6 metros.

Luego está la tubería de presión; correspondiente a la parte final de la obra de conducción. Tiene 456,6 metros de longitud y diámetros que varían de 4,6 a 2 metros.

También cuenta con el tanque de oscilación, cuya función es amortiguar las altas presiones internas que se originan dentro de la tubería de presión durante algunas fases de la operación de la planta; está semienterrado: la sección enclavada mide 54,5 metros y la expuesta es de 51 metros por lo que tiene una altura total de 105,5 metros y tiene de diámetro 12,5 metros.

Por otra parte está la Casa de Máquinas, ubicada en la margen derecha del río Santa Rosa, inmediatamente aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Lava,

aproximadamente a 5 kilómetros de la ciudad de Tilarán, construida de hormigón armado, con una superficie de 1 145 metros cuadrados. Este edificio alberga tres turbinas de reacción tipo Francis, que giran a razón de 360 r.p.m., acopladas por eje vertical a los respectivos generadores de 61 725 kVa con 0,85 de factor de potencia, para una capacidad nominal de 52.466,25 kW cada uno.

En la parte posterior se alojan los tres transformadores principales que elevan el voltaje de generación, 13.800 voltios, al de transmisión de 230 000 voltios.

Las aguas, una vez turbinadas, pasan a la Antecámara de Restitución para luego ser usadas en la planta de Corobicí.

La energía producida en esta planta se transmite a la subestación de Cañas, donde se incorpora a la red de transmisión del Sistema Nacional Interconectado.

## REUBICACION DE LA ZONA

La construcción de Arenal fue un asunto muy complejo por la cantidad de problemas que entrañó, no sólo en el aspecto de la construcción sino en otros más.

Al levantarse la presa de Sangre-gado el nivel del agua subió aguas arriba. La laguna se amplió e inundó inicialmente una área de aproximadamente 75 kilómetros cuadrados (7 500 hectáreas), la mayoría de ellas ocupadas hasta 1975 por fincas ganaderas y bosques y el resto por poblaciones y cultivos diversificados.

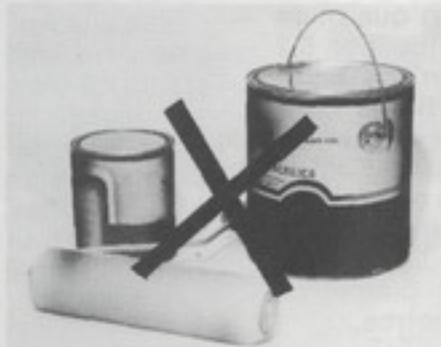
# Es cosa de sentido común construir con Escosa

**PORQUE NUESTRA CALIDAD ESTA SOBRE BASES MUY FIRMES Y LE AHORRAMOS HASTA UN 50% DE TIEMPO (QUE ES MUCHO DINERO) Y UN 30% DE DINERO EN LOS COSTOS DE SU CONSTRUCCION**

**PARA NAVES INDUSTRIALES Y EDIFICIOS ESCOSA LE BRINDA ESTAS VENTAJAS:**



**CALIDAD.** El control de calidad más estricto porque se hace, bajo un sistema industrial, en nuestra planta en Cartago. La más moderna de Latinoamérica, con la tecnología europea más avanzada, y la experta mano de obra costarricense.



**ECONOMIA TOTAL EN LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO.** Tales como: pintura, anticorrosivos, tratamiento de materiales. En Costa Rica país de la "eterna primavera", (donde llueve ocho meses al año) esto es una gran ventaja. Además construir con ESCOSA, a orilla del mar o en zonas sumamente húmedas es ideal.

**AHORRO DE TIEMPO Y DINERO.** La construcción (sobre todo en época de inflación) debe tener un objetivo fundamental, terminar lo antes posible; porque los materiales y las planillas suben constantemente. Algunos semana a semana. En cierta forma ESCOSA **CORRE** sobre bases firmes.

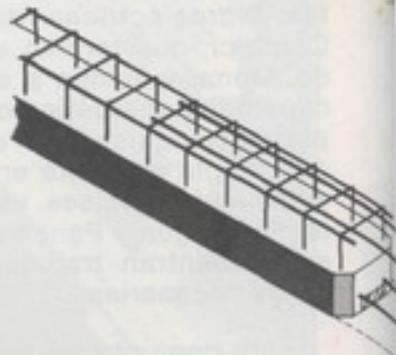
De hecho la construcción de una industria, una bodega, almacenes fiscales, comedores, estaciones de buses, lecherías, talleres, salones de patines, escuelas, salones de convenciones, con la versatilidad que solo ESCOSA le brinda, puede tomarse un 50% menos de tiempo, y usted sabe que eso significa mucho dinero ahorrado. **HASTA LA MITAD DE LO QUE COSTARIA CONSTRUIR CON METODOS CONVENCIONALES.**

En la construcción de edificios para oficinas o apartamentos (de una altura ideal de 3 a 8 pisos) el ahorro de tiempo también es de aproximadamente un 50%. ESCOSA le garantiza que usted ahorrará un mínimo de 30% en dinero, en el costo de la estructura de su construcción.



**MAYOR RESISTENCIA AL FUEGO.** Hasta tres veces más que las estructuras de metal, con el importante ahorro en sus pólizas de seguro de incendios.

## ESTRUCTURA CIVIL



**COMODIDAD DE LOS AMBIENTES.** Ya se trate de una escuela, de una fábrica, de un salón de reuniones o de una iglesia, ESCOSA ofrece gran luminosidad y comodidad en sus ambientes. Aprovechando la luz natural brinda un considerable ahorro en los crecientes gastos de energía eléctrica. Y si piensa construir una escuela con ESCOSA, mejor encargue los pupitres de una vez, porque la rapidez de su ejecución es realmente fuera de serie.

# ...sobre bases muy firmes.

Factores de carga  
Factores de viento  
Factores de sismo



EDIFICIOS MULTIPISOS hechos a la medida con ESTRUCTURA CIVIL para emplearse en la Costa Rica de hoy. Ofreciendo una respuesta positiva y aportando una solución en firme ante los problemas de la construcción y vivienda, en la extraordinaria crisis que vive nuestro país. Se pueden transportar fácilmente por el todo el territorio nacional.

Es cosa de sentido común  
construir con

**Escosa**



ESTRUCTURAS DE CONCRETO, S.A.

Tels. 24-33-33 San José  
51-74-54 Cartago  
Apartado 177-7050 Cartago  
Telex: 2513 RENZIN SAN JOSE  
COSTA RICA.



Ofrece a los profesionales  
del Colegio Federado,  
sus más fieles equipos.



- Cargadores
- Excavadoras
- Tractores de cadenas
- Tractores de ruedas



- Motoniveladoras
- Tiende tubos
- Arrastradores de troncos
- Montacargas



- Motores y  
Grupos electrógenos
- Mototrallas
- Compactadoras



- Con el respaldo de nuestro  
Servicio técnico especializado  
y un extenso stock  
de repuestos.



# CATERPILLAR

Caterpillar, Cat y  son marcas de Caterpillar Tractor Co.  
**FIABILIDAD Y ECONOMIA, PARTE INTEGRAL  
DE TODO EQUIPO CATERPILLAR**

En las dos poblaciones mayores reubicadas —Arenal y Tronadora se albergan 3 300 habitantes en 720 casas. Contaban con una serie de servicios públicos y privados que por la distribución llenaban bien las necesidades del momento.

Los servicios públicos existentes no sólo se mantienen sino que fueron ampliados o complementados con el establecimiento de algunos con los que no se contaba, tales como alumbrado público y residencial, teléfonos, agua potable, etcétera.

Desde junio de 1975 se inició la construcción de los nuevos poblados. Tronadora se estableció muy cerca del actual distrito de San Luis. Arenal fue reubicado en la zona de Santa María, a la margen izquierda del embalse. Así se le dio oportunidad de continuar su marcha ascendente hacia un mayor resurgimiento.

## ANTECEDENTES

El ICE, desde 1959, estudió la posibilidad de llevar a cabo este Complejo. Por esta razón trabajó en el planeamiento para el que se necesitaron una serie de datos básicos, que conforme avanzaban los estudios eran más amplios y precisos, hasta disponer de la totalidad de ellos al momento de iniciar la construcción de cada una de las diferentes obras.

Esta información se compuso de datos topográficos, hidrológicos, meteorológicos y geológicos.

Respecto a la topografía, se utilizaron primeramente mapas preparados por el Instituto Geográfico de Costa Rica y luego levantamientos de todos los sitios de interés, tales como: zona de embalse, sitio de presa, zonas de préstamos, túnel de desvío, zona de la estructura de toma, línea de conducción, sitio del tanque de oscilación, sitio de casa de máquinas, sitios de subestaciones, líneas de transmisión, deslinde de propiedades, etcétera.

Además, se recolectaron datos hidrológicos y meteorológicos desde 1960 y se efectuaron investigaciones geológicas desde 1967.

Por otra parte, se realizaron estudios de mecánica de suelos con el objeto de investigar la fundación de la presa. Estos incluyeron la toma de muestras, descripción

## Miembros del Colegio de Ingenieros Civiles en Corobicí

*El 20 de marzo de 1982, un grupo de miembros del Colegio de Ingenieros Civiles visitó el Proyecto Hidroeléctrico Corobicí, como parte de un programa de visitas técnicas organizado por la Junta Directiva de dicho Colegio. La visita aunque breve para la cantidad y magnitud de las obras, permitió a los integrantes del grupo, adquirir una idea clara de dicho proyecto y de la problemática de su planeamiento, diseño y construcción.*

*La primera parte de la visita consistió en una explicación, por parte de los ingenieros a cargo de las obras, de los desarrollos hidroeléctricos de Arenal y Corobicí, luego se visitó la toma de aguas de Planta Arenal, la Presa de Santa Rosa la cual se encontraba en su fase de excavación hasta el nivel de fundación, la tubería en trinchera, el tanque de oscilación ya concluido y la casa de máquinas en su última fase de construcción.*

*El Colegio de Ingenieros Civiles desea por este medio hacer público su agradecimiento al I.C.E. y a los Ingenieros Carlos Corrales V., Jefe de la Dirección*

*de Construcción, Pablo Cob, Jefe del Proyecto Corobicí; Edgar Baltodano, Jefe del Sistema Constructivo; Calixto Carrías; Rogelio Castro; Ronald Vindas; José A. Sánchez; Marco A. Jara, Jefe Sistema Inspección y Control de Calidad; Gilberto de la Cruz; Jefe de la Oficina de Diseños Hidráulicos y el Geólogo Gerardo Jager C., por habernos acompañado durante la visita, por sus explicaciones técnicas y por sus atenciones.*

*La Junta Directiva del C.I.C. consciente de la capacidad técnica de sus miembros y de las grandes obras de ingeniería desarrolladas y en proceso a cargo de sus miembros, en todo el territorio nacional, programará nuevas visitas, con la confianza de una amplia participación de sus colegiados; pues estamos seguros del deseo de todos de enriquecer los conocimientos ingenieriles con la experiencia de nuestros compañeros. Debemos sentirnos orgullosos del alto nivel técnico alcanzado por la Ingeniería Civil en Costa Rica y darle la más amplia difusión a sus logros.*

detallada de los materiales de las perforaciones, definición de zonas compresibles, etcétera. Las muestras obtenidas de la fundación fueron sometidas a análisis estáticos y dinámicos. Dentro de los parámetros determinados se incluyeron: resistencia al corte, compresibilidad y disipación de presión de poros, entre otros.

Similarmente se realizó un estudio para los materiales de préstamo, tanto para el núcleo como para los filtros y el enrocamiento. Se evaluaron también todas las características físicas y mecánicas, entre ellas, permeabilidad, compactibilidad y resistencia al corte necesarios para establecer el comportamiento de los materiales de relleno.

## PLANTA DE COROBICI

Corobicí es el segundo aprovechamiento del complejo y se origina en la propia antecámara de restitución de la casa de máquinas de Arenal.

Se encuentra ubicada entre las ciudades de Cañas y Tilarán, donde se inició la etapa de construcción a mediados de 1979.

Esta planta utiliza nuevamente el caudal afluyente al embalse de Arenal más un pequeño aporte del río Santa Rosa.

Entre sus obras figuran las siguientes: túnel de conducción; tiene 4.800 metros de longitud, un diámetro acabado de 5,20 m. y su gradiente media es de 1%. Los últimos 450 m. están blindados con lámina de acero y tienen un diámetro de 4,70 m. Tubería de trinchera; este tramo de la conducción de aguas está a poca profundidad, por lo que la cobertura es baja y es necesario que esté blindado. Para construirlo se hizo una excavación tipo trinchera. La longitud de esta tubería es de 3 362 m y su diámetro es de 4,70 m. Tanque de oscilación, es de tipo simple; tiene una altura de 97,5 m., los cuales están expuestos en su totalidad. El diámetro es de 18 m. Se localiza a 84 m. aguas abajo del final de la tubería de trinchera, directamente sobre la tubería de presión.

Esta mide 803 m de longitud; el diámetro interno varía de 4,40 m. a 2 m. Casa de Máquinas: se encuentra ubicada cerca de la margen derecha del río Santa Rosa, a

unos 1 500 metros aguas abajo del puente de la carretera Cañas-Tilarán. Es una estructura rectangular que aloja tres turbinas Francis, de eje vertical, con una velocidad de 360 r.p.m. y de 58 000 kW cada una. El caudal es de 32,44 m<sup>3</sup>/s por turbina.

Cada generador tiene una capacidad de 63 000 kVA y un factor de potencia de 0,85. La capacidad instalada de la planta Corobicí es de 174 000 kW y su generación anual de 784 GWh.

Todas estas obras han sido diseñadas para permitir la construcción futura de la tercera etapa del Desarrollo Arenal, sin mediar mayor interferencia en la operación. Esto es posible ya que la obra de arranque de la futura toma fue construida en la primera etapa del desarrollo y se consideró en el planeamiento un túnel paralelo y una conducción forzada de iguales diámetros que los actuales; asimismo se hicieron previsiones para la futura expansión de las casas de máquinas.

Si la planta de Arenal deja de generar a capacidad completa, por mantenimiento u otra razón, será posible pasar directamente el agua de la planta de Arenal a la de Corobicí, a través de una conducción alterna, que consiste en una

tubería derivada de la conducción forzada de Arenal y que tiene en su final una válvula cónica disipadora de energía y una válvula esférica de seguridad, para entregar el agua a la antecámara de restitución.

Al igual que en Arenal, las instalaciones de la planta Corobicí fueron sometidas a una serie de pruebas hidrostáticas, orientadas a comprobar la resistencia del acero y la calidad de las soldaduras, con el fin de que no haya fugas de agua mayores al límite tolerable.

Estas pruebas consisten en someter las obras a una presión mayor de la que realmente deberán soportar en condiciones normales.

### ANTECEDENTES

El análisis técnico para definir el proyecto Corobicí comenzó simultáneamente con el de Arenal. Una vez iniciada la construcción de Arenal se continuó el estudio de Corobicí en sus diferentes aspectos: geología, hidrología, ecología, topografía, relación con riego y con la planta, comparación económica con proyectos alternos y otros.

El ICE empezó a recolectar los datos hidrológicos y meteorológicos desde 1969 y los geológicos se iniciaron en 1975.

Cuando ya se tenían los estudios realizados, se inició su etapa de construcción a mediados de 1979 para concluir con esta obra en este año 1982.

### EMBALSE

El embalse de Arenal constituye una parte muy importante en la generación de electricidad, ya que sus aguas son utilizadas por la planta de Arenal y ahora servirán en igual forma a la recién terminada planta de Corobicí.

Este embalse contribuirá a solucionar una debilidad del sistema, cual era la falta de embalses con capacidad plurianual, anual o al menos estacional, ya que los ríos que alimentan las plantas generadoras, tales como Cachí, La Garita, y Río Macho, disminuyen considerablemente su caudal en verano, lo que antes obligaba a poner en uso las plantas térmicas para suplir los faltantes de generación hidroeléctrica, con el lógico inconveniente del pago de hidrocarburos comprados al exterior.

Este embalse es el mayor lago artificial del país y de Centroamérica y se encuentra ubicado a unos cinco kilómetros al noreste de la ciudad de Tilarán. El desaguadero natural es el río Arenal y aprovecha también las aguas de los ríos: Aguas Gatas, Caño Negro y Chiquito y otros de menor importancia como: San Luis, Sábalo, Piedra, Aguacate, Dos Bocas y Mata de Caña.

Es importante también mencionar que el instituto realizó el recrecimiento de la presa de Arenal con el fin de almacenar mayor cantidad de agua en el embalse, lo que dará un incremento considerable de energía.

Con esta ampliación, el nivel máximo normal del embalse será la cota 546 metros sobre el nivel del mar cubriendo un área de 86,7 kilómetros cuadrados. Su volumen total máximo es de 2 252 millones de metros cúbicos. De ellos, 1 877 millones son embalse útil y equivalen a una cantidad similar en kWh.

Para que la cantidad de líquido aumente, el ICE también trasladará aguas del lago de Cote, situado



Tubería de presión y casa de máquinas de Arenal, con una potencia de 157.400 Kw.



Miembros del Colegio de Ingenieros Civiles visitando las obras de Corobicí.

**IX CONGRESO PANAMERICANO  
DE INGENIEROS MECANICOS,  
ELECTRICOS Y RAMAS AFINES**



**COPIMERA**

*Del 14 al 19 de Noviembre 1982*

*Copatrocinado por:*

*Colegio Federado  
de Ingenieros y Arquitectos*



*Colegio de Ingenieros Electricistas,  
Mecánicos e Industriales.*

*San José, Costa Rica*



**Hemos conseguido que sus cortinas luzcan naturalmente  
nuevas siempre**



Con nuestro nuevo sistema, sus  
cortinas no pierden el acabado  
ni decoloran.

Con sólo llamarnos Ud. estrenará  
cortinas en 24 horas. Nosotros reco-  
gemos, lavamos e instalamos.

**corsa**

COLOCACIONES DE CORTINAS S.A. TEL 28-09-59 Escazú





Distribuidores Mayoristas  
**alfombras decorativas**  
 TAPICES FOTOMURALES CORTINAS

ALFOMBRA  
**GANON**



ALQUILER DE  
 ALFOMBRAS

Paseo Colón, 150 oeste del Hospital de Niños.

Teléfonos: 22-03-03, 33-10-36

Horario: lunes a viernes de 8am a 5.30pm • sábado de 8am a 12m.



**ELECTROCOM**



Equipos de Radiocomunicación  
 Profesional



Sonido Público P.A.

- Parlantes
- Micrófonos
- Columnas
- Amplificadores, etc.

- Móviles VHF-UHF
- Walkie Talkies
- Repetidores
- Radio Marítimo
- Radio Enlaces, etc.



**PHILIPS**

Apdo. 7742, Tlx. 3050 CR, Tel. 53-00-83

a poca distancia, al embalse de Arenal. Esto será posible construyendo un túnel de 396 metros de largo y 3 de diámetro. Las aguas atravesarán esta excavación y continuarán por un canal de 80 metros, que a su vez las llevará hasta la quebrada Rugama, la cual nace a escasos 50 metros donde termina el canal y desemboca en el lago Arenal.

Aparte de esta obra, en el futuro el ICE podría pensar en el desvío por túneles y canales de otros ríos, que actualmente riegan la vertiente atlántica, y trasladar sus cauces durante el invierno al embalse. Entre esos, se pueden mencionar los ríos Venado, Cañas, Peñas Blancas y otros.



Presa de Magdalena, tipo gravedad vertedora. Es el punto de partida del Proyecto de Riego Arenal. Tempisque

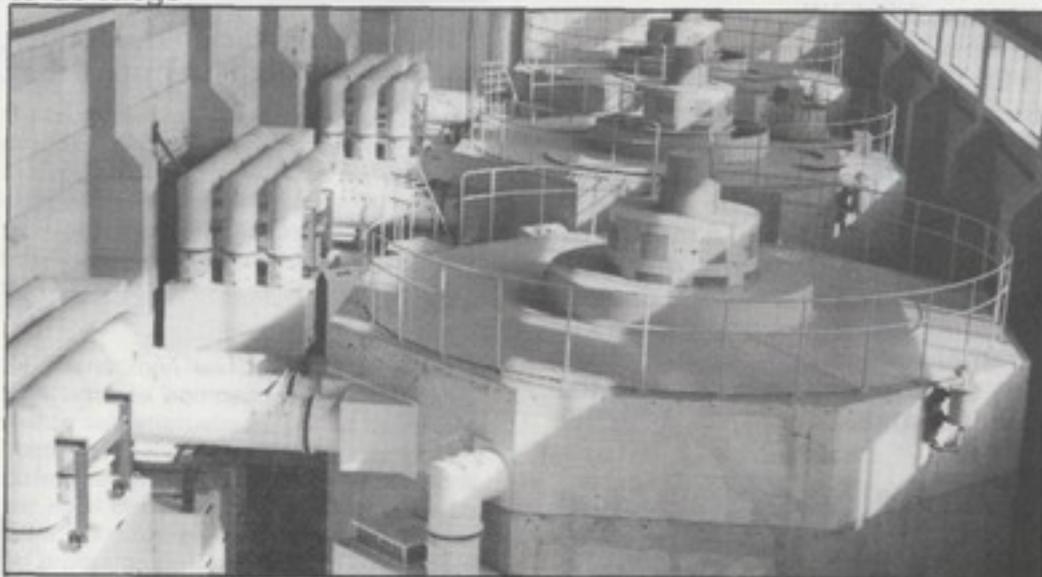


Canal del Sur, construido por el ICE en un tramo de 10 Km. Junto con el del Noroeste, constituirán las dos arterias básicas del Proyecto de Riego

## VENTAJAS ECONOMICAS

El volumen útil del embalse es de 1 877 millones de metros cúbicos capaces de producir anualmente 530 millones de kilovatios hora en la Casa de Máquinas Arenal y 650 millones de kWh en Corobicí.

Para producir esos 1 180 millones de kWh con plantas térmicas se haría necesario utilizar 573 millones de litros de diesel al año lo que da una clara idea de la importancia del Complejo Arenal para la economía del país.



Generadores trifásicos sincrónicos de Arenal. Cada uno tiene una capacidad instalada de 52.000 Kw.



Unidades turbogeneradoras de la planta hidroeléctrica Corobicí

## PROYECTO SANDILLAL

Este proyecto constituye el último aprovechamiento potencial energético del río Arenal y es, a su vez, la primera obra de riego, utilizando las aguas de dicho río. Es decir, Sandillal tendrá dos funciones básicas: Generación eléctrica y la regulación, por medio del embalse, de las aguas turbinadas por Arenal y Corobicí para adecuarlas a los requerimientos de riego, y permitir así un grado adecuado de autonomía, diariamente, entre la generación eléctrica y el riego.

El proyecto consiste en una presa de enrocamiento de 38 metros de alto y 245 metros de longitud de cresta que se ubicará sobre el río Santa Rosa, 1,6 kilómetros aguas arriba de la presa derivadora Magdalena. La presa permite la formación de un embalse de regulación diaria, de 6,0 hectómetros cúbicos de capacidad útil.

En la margen izquierda se ubica un vertedor de excedencias de 1.100 metros cúbicos por segundo de capacidad; la toma se ubica en la margen derecha y de ella parte un túnel blindado de 6,5 metros de diámetro de 430 metros de longitud seguido de una tubería de acero de 60 metros de longitud en cuyo final está la casa de máquinas con dos turbinas Francis de 16.400 kW cada una.

La caída bruta máxima de 39 metros se obtiene entre las cotas 94 y 55 metros sobre el nivel del mar, la potencia total instalada será de 32,8 MW y la energía media anual 138,7 GWh.



Tanque de oscilación de Corobicí, de 97,5 m. de altura por 18 m. de diámetro

## PROYECTO DE RIEGO

Después de que las aguas del embalse de Arenal han producido electricidad, serán trasladadas de la vertiente del Atlántico a la del Pacífico para regar gran parte de los cantones de Abangares, Cañas, Bagaces, y Liberia y ayudar en la producción agrícola de dicha zona.

Dentro de este proyecto ya se han construido varias obras, entre las que se pueden mencionar la presa de Magdalena y un tramo de 10 kilómetros de longitud del canal sur.

## TURISMO

A la par de la explotación racional y planificación de la tierra, cabe colocar en primera línea la explotación de la gran riqueza panorámica de toda la cuenca de Arenal, vale decir, el volcán Arenal, el Cerro Chato, los bosques y montañas, la laguna, los ríos, la flora y la fauna que serán el marco ideal para atraer turismo. La zona puede entonces ser un complejo turístico, que al atraer a muchas gentes de las comunidades de Guanacaste y otras, puede transformar la economía general de la extensa región.

También se puede pensar en la creación de un Parque Nacional o una reserva forestal que no sólo sirva para proteger la cuenca que provea las aguas necesarias para producir la energía eléctrica, sino que permita también crear centros científicos que mejoren la cultura local y nacional.

Las condiciones que la zona ofrece no pueden encontrarse en otros sitios y ello atraerá a los científicos nacionales y extranjeros.

## MAS ENERGIA

Con la entrada en funcionamiento en diciembre de 1979 de la planta hidroeléctrica de Arenal y de la planta hidroeléctrica Corobicí en abril de 1982, Costa Rica cuenta con una capacidad de 324 000 kW más de potencia para los próximos años.



## Fabricando calidad

En 1971 nació en Costa Rica la empresa CONDOCEN, S.A., establecida para suministrar a Centroamérica y el Caribe, conductores eléctricos de óptima calidad, producto de la más avanzada tecnología. Además de la tecnología desarrollada localmente desde entonces, CONDOCEN ha agregado la experiencia de casi dos siglos proveniente de la asesoría técnica de PHELPS DODGE INTERNATIONAL, con lo que su producción en Costa Rica está permanentemente integrada a los avances mundiales de la industria.

CONDOCEN elabora tres líneas de productos: (1) alambres y cables con aislamiento eléctrico para la construcción y el uso doméstico; (2) alambre de cobre desnudo para la conducción de electricidad; y (3) alambres y cables de aluminio y aluminio reforzado con acero. Además, CONDOCEN fabrica cables telefónicos.

La producción de los conductores eléctricos parte de los lingotes del metal. Una vez verificada la calidad del metal se pasa a los molinos de laminación, en los cuales se va obteniendo, mediante una serie de reducciones de diámetro, lo que se conoce con el nombre de "alambroón" de calibre grueso.

Tratándose del cobre, los rollos de alambroón son sometidos a un enfriamiento rápido para fijar su calibre y luego pasan al proceso que se llama "decapado", el cual consiste en introducir el alambroón en una solución de ácido sulfúrico para eliminar cualquier vestigio de oxidación que se haya producido durante el laminado. Una vez decapado y limpio el alambroón, se introduce en máquinas estiradoras que, por medio de tracción mecánica, lo hacen pasar a través de dados sumergidos en una solución de aceite para convertirlo en el alambre del diámetro deseado. Este proceso se conoce con el nombre de "trefilado". El alambre obtenido se suaviza utilizando corriente eléctrica y se enrolla en bobinas de metal. Los alambres de pequeño calibre han pasado por varias etapas sucesivas de estirado.

Con el alambre estirado se forman entonces los alambres y cordones, proceso que se conoce como "cableado". CONDOCEN produce cables hasta de 54 hilos y cordones de 2.000 ó más hilos.

El proceso llamado "extrusión" consiste en la aplicación del aislamiento o cubierta a los conductores. Los aislamientos son de tipo plástico: polietileno y cloruro de polivinilo (PVC).

Para los cables multiconductores existe un proceso adicional llamado "reunido", el cual consiste en agrupar los conductores aislados.

Una vez obtenido el producto final se procede a su fraccionamiento para reembobinarlo en las medidas deseadas: "medición y empaque".

En el caso de los conductores de aluminio, el alambroón del mismo metal no requiere decapado. Los demás procesos (trefilado, cableado, extrusión, etc.) son similares a los seguidos para los conductores de cobre. También existen conductores de aluminio reforzado con acero, que son conductores a los que se les ha incorporado almas de acero para lograr una mayor resistencia mecánica.

Para garantizar productos de óptima calidad, CONDOCEN posee una considerable inversión en planta física y equipos de producción y ante todo, un estado de ánimo muy positivo que reina en todos los órdenes de la empresa. Su personal técnico y operario ha aplicado, con excelentes resultados, el concepto de que la calidad no se inspecciona... se produce.

Se cuenta con un moderno laboratorio ampliamente equipado donde constantemente se comprueba la calidad de los productos. Pruebas mecánicas, eléctricas y químicas son aplicadas con el máximo rigor en el Departamento de Control de Calidad. El esfuerzo continuo por mantener un programa óptimo ha dado como resultado un equipo de personas orgullosas y satisfechas de su trabajo.

En 1978 CONDOCEN se convirtió en el primer fabricante de conductores eléctricos de Latinoamérica aprobado por Underwriters Laboratories de los Estados Unidos de Norteamérica, que es la máxima autoridad controladora de la calidad de los conductores eléctricos. Ello constituye un indudable sello de calidad para los productos de CONDOCEN a nivel internacional. En ese mismo año fue galardonado con el "Trofeo Internacional a la Calidad", en Santiago de Chile.

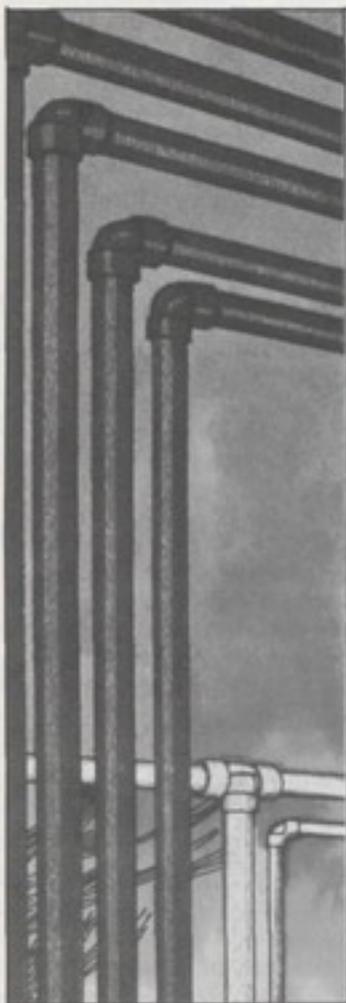
Centroamérica y Panamá son de fácil, cercano y práctico acceso desde San José de Costa Rica por la vía terrestre, lo que permite una rápida y segura entrega de bodega a bodega. Esta ventaja de ubicación permite a CONDOCEN dar un servicio excelente, no sólo por la rápida entrega de sus productos, de los cuales se mantiene un stock permanente en las bodegas y patios de almacenamiento, sino también por la oportuna asesoría técnica, los precios favorables y el servicio que se da a los clientes.

Pero el mercado de CONDOCEN no se limita a Centroamérica y Panamá, sino que se proyecta al Caribe y a Sudamérica, en donde se ha tenido el privilegio de abastecer grandes proyectos y en donde se compite con agresivos fabricantes de renombre internacional.

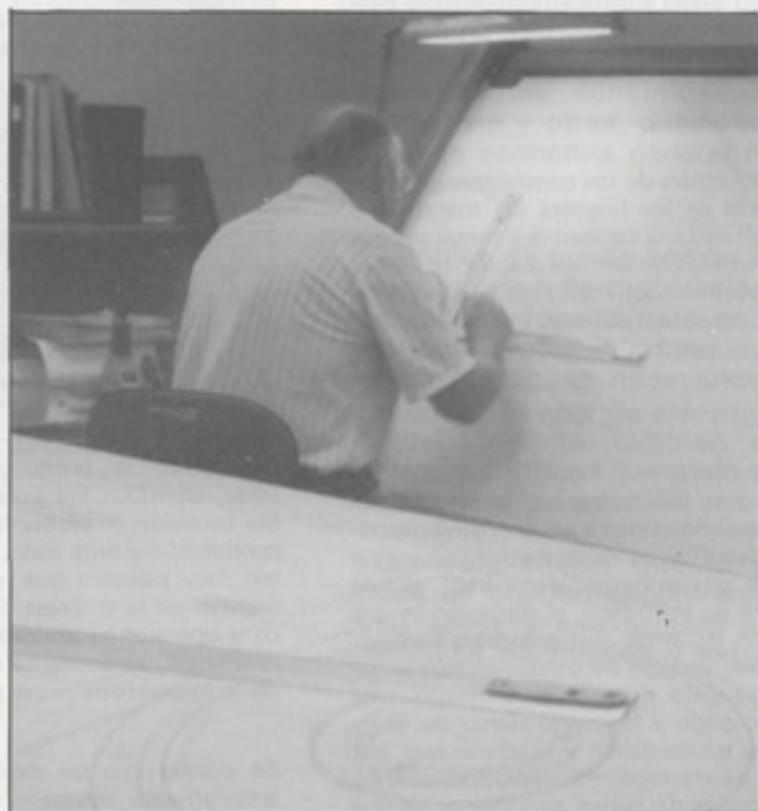
La distribución y venta comercial se lleva a cabo, en los distintos países, a través de prestigiosas redes de distribución formadas por los mejores almacenes del ramo eléctrico en cada localidad. Las ventas institucionales a compañías de servicio público se realizan directamente, en muchos casos mediante la participación en licitaciones internacionales que constantemente ponen a prueba la eficiencia de la organización.

La calidad de los productos es fiel reflejo de la del equipo humano que los manufactura. El personal de CONDOCEN goza de facilidades para capacitarse constantemente en labores afines a las que desempeñan en su trabajo. Además, cuenta con servicio médico permanente, un moderno comedor, facilidades deportivas e incentivos a su buen desempeño en el trabajo. Mención especial merece la Sección de Seguridad en la que profesionales y operarios deciden sobre las normas de seguridad, cada día más rigurosas a fin de evitar accidentes.

CONDOCEN representa un excelente equipo humano, avanzada tecnología y las mejores materias primas para producir la más alta calidad en conductores eléctricos de cobre y aluminio.



- Tuberías y accesorios para agua fría y caliente.
- Tuberías y accesorios sanitarios.
- Tuberías y accesorios a presión SCH40.
- Accesorios de incersión.
- Tuberías y accesorios conduit.
- Mangueras para riego y conducción de aguas.



**Plásticos Para la Construcción S. A.**

San José, Costa Rica Apartado Postal 6402 Teléfono 32-14-34

LAMINAS DE FIBRO ASFALTO

# SUPERFLEX



## La lámina de hoy y del futuro.

INFORME DE ITCR SOBRE PRUEBAS EFECTUADAS  
EN LAS LAMINAS SUPERFLEX PARA COMPROBAR QUE,  
DESPUES DE 5 AÑOS DE USO, MANTIENEN CASI  
INALTERABLES SUS CARACTERISTICAS Y SUS CUALIDADES.

### ABSORCION DE HUMEDAD (PROMEDIO)

- LAMINAS NUEVAS: 22.9%
- LAMINAS VIEJAS: 24.7%

### PERMEABILIDAD (ABSORCION SUPERFICIAL)

- LAMINAS NUEVAS: 8.1%
- LAMINAS VIEJAS: 7.8%

### PESOS POR AREA

LAMINAS NUEVAS	LAMINAS VIEJAS
- PESO NATURAL: 2.68 Kg.M <sup>2</sup>	- PESO NATURAL: 2.95 Kg.M <sup>2</sup>
- PESO HUMEDO: 2.63 Kg.M <sup>2</sup>	- PESO HUMEDO: 2.81 Kg.M <sup>2</sup>
- PESO SECO: 2.43 Kg.M <sup>2</sup>	- PESO SECO: 2.60 Kg.M <sup>2</sup>

- DIMENSIONES: 0.66 M. x 1.83 M.
- ESPESOR: 2-2 1/2 Mm.

Este análisis demuestra que las láminas SUPERFLEX son 100% impermeables. Además, en otros estudios realizados se comprobó que durante el día aíslan el calor exterior y durante la noche mantienen una temperatura agradable, proporcionando así un equilibrio térmico.

Distribuye para todo el país



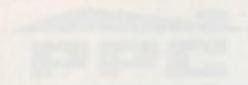
DISTRIBUIDORA  
**SANTAFE, S.A.**

Teléfonos: 22-22-09 y 22-32-68  
150 Mts. Oeste de la Clínica Clorito Picado



# Materia prima

# y autoconstrucción



**Plásticos Para la Construcción S. A.**

San José, Costa Rica

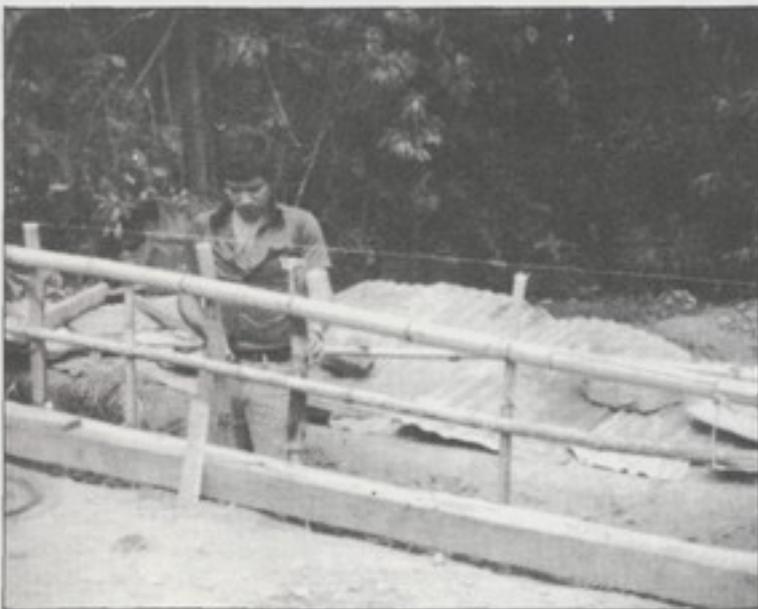


La crisis por la que atraviesa el país ha obligado a replantearse más de una acción en nuestro campo profesional. El Colegio de Ingenieros Civiles lo ha manifestado recientemente a través del tema de un Congreso "La Ingeniería Civil ante un período de crisis nacional". Institucionalmente, el INVU se ha planteado la necesidad de revisar viejas y nuevas opciones. También a título individual se experimenta e investiga con el afán de llegar a una, o varias, soluciones que ayuden a superar la crisis que nos agobia.

A toda acción, consecuentemente, le acompaña una reacción y eso también ha ocurrido en los casos en que se han propuesto cambios en técnicas constructivas o de materiales de construcción.

La polémica ha surgido entre los que abogan por la seguridad y los que se preocupan por el costo social que significa el creciente déficit de vivienda. La Comisión de la Revista creyó interesante difundir la preocupación del arquitecto Francisco Castillo por buscar nuevas posibilidades para viejos materiales en su afán de encontrar una salida al creciente costo de las viviendas.

De la apropiada combinación de los elementos de seguridad con los de economía dependerá el éxito de su experimentación.



## INTRODUCCION

"Mientras los animales inferiores sólo están en el Mundo, el hombre trata de entenderlo". Así inicia Mario Bunge su libro "La Ciencia su método y su filosofía", para guiarse a una definición clara y sencilla de la investigación científica que "Como actividad" la hace pertenecer a la vida social donde el hombre construye la sociedad y a la vez es construido por ella, de tal suerte, la investigación científica por sí sola no necesariamente conlleva la práctica de aplicación a nuestro medio, sino como acción posterior, se introduce, utilizando sus "hipótesis verificadas" para convertir la ciencia en "Tecnología", en el supuesto de mejorar la vida del hombre en la tierra.

Mi interés con esta introducción es darle luz verdadera y sincera a lo que este artículo pretende describir como práctica profesional y adquisición de conocimientos en el campo de acción del arquitecto dentro de un país en crisis. Así pues, en la problemática de la investigación científica me interesa sobremanera ubicar el nivel de esta experiencia, donde convivo diariamente con el empirismo, pero tampoco olvido que el conocimiento fáctico verificable a veces se le llama "Ciencia empírica".

La ciencia fáctica verifica sus hipótesis como lo apuntamos, no las prueban o demuestran como así se da en las ciencias formales, en una sencilla ecuación matemática. Así entiendo la diferencia entre verificar y probar o demostrar, siendo características de la verificación la temporalidad, además de ser incompleta. Buscando finalizar esta introducción (que ya la siento muy justificativa), concreto que esta experiencia está dentro del campo de la "verificación" no sólo por pertenecer a la "ciencia fáctica" nuestra ocupación, sino porque también he decidido partir de lo ya investigado y "verificado" científicamente que lo considero amplio y suficientemente estudiado, no sólo de hecho sino a través del tiempo, o sea: no es nada nuevo científicamente y no necesariamente lo novedoso en nuestro conocimiento profesional particular, es nuevo en el general.

Se conjuga así el tomar y conocer la investigación científica desarrollada y la capacidad profesional donde la verificación entonces se hace más interesante y beneficiosa al conocimiento de

nuestros campos profesionales, pudiendo generar invención y manufactura de bienes materiales y culturales basados científicamente, que son tecnología; campo de gran importancia en nuestro desarrollo y que automáticamente adquiere un mayor movimiento en crisis como la actual.

Concluyo citando lo que Bunge expone sobre la ciencia formal y factica: *El estudio de las ciencias formales puede vigorizar el hábito del rigor y el de las ciencias fácticas puede inducirnos a considerar el mundo como inagotable y al hombre como una empresa inconclusa e interminable*".

## DESCRIPCION DE OBJETIVOS

Los problemas actuales de la Construcción no tienen una solución clara, ni las que existen son paralelas a los enormes cambios de relación mercantil que hemos sufrido en los últimos años. Yo diría que los profesionales y los usuarios hemos ido aprendiendo a convivir con ellos, posiblemente porque el impacto del cambio y lo corto del tiempo en que se ha dado no es compatible con un desarrollo responsable, claro y seguro de nuevas tecnologías.

El usuario se enfrenta a la posesión de su terreno sin posibilidades (o pocas por lo menos) de "poner" sobre su tierra materiales de construcción que muchas veces, parte de ellos son manufacturados con tierras traídas de otros sitios posiblemente lejanos de su lugar de construcción el cual excava y extrae su tierra para botarla (en algunos casos) y darle sitio a la nueva tierra visitante ya tratada o industrializada.

No analizo la problemática de la adquisición de propiedad, ya que no es objetivo del presente artículo y nos lleva a un conflicto social y político muy amplio.

Entonces buscamos las posibilidades de eliminar algunas importaciones al lugar o sitio de construcción, autoabasteciéndose al máximo del lugar y sus alrededores, eliminando no sólo costos de los mismos sino transporte general, manufacturando los materiales en el propio sitio. Con este enfoque apenas inicio la experiencia y entro al lugar a estudiar lo que me ofrece y que es lo que definitivamente requiere importar.

Para esto observo el proceso metodológico de nuestro hacer profesional, donde el interés por conocer el terreno para diseñar ya

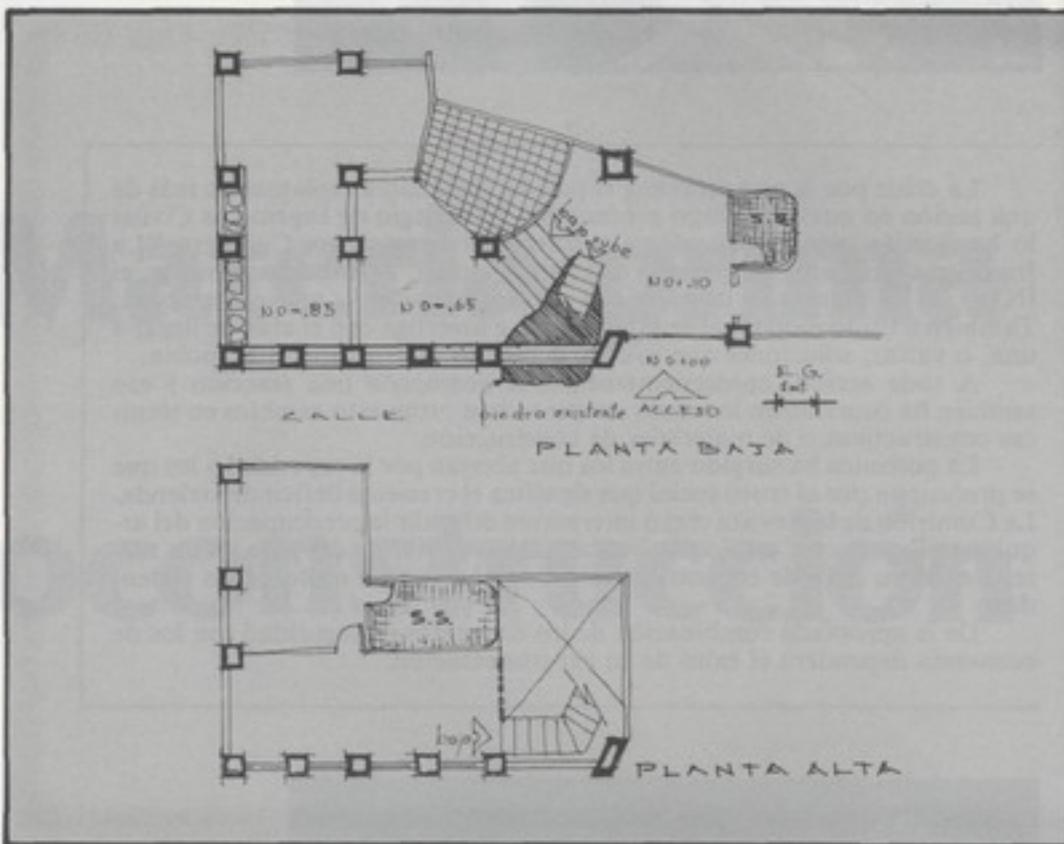
no sólo es topográfico y de resistencia, por lo que estamos hablando no sólo de construcción sino de diseño y planeamiento.

Considero hasta ahora tres elementos básicos generales para iniciar la labor, que deben involucrarse con suficiente profundidad y unidad:

- 1) Diseño adecuado.
- 2) Conocimiento de materiales del sitio y sus posibilidades.
- 3) Definición del sistema constructivo particular.

## DESCRIPCION DE LA EXPERIENCIA

Se ubica en un terreno pequeño



y se inicia a finales de Agosto pasado.

El área de construcción no sobrepasa los 80 metros cuadrados y es en dos plantas con programa para estudio y habitación. El lote es mínimo y se plantea un diseño adecuado después de decidir utilizar su tierra, caña de bambú y rocas que abundan como material de construcción.

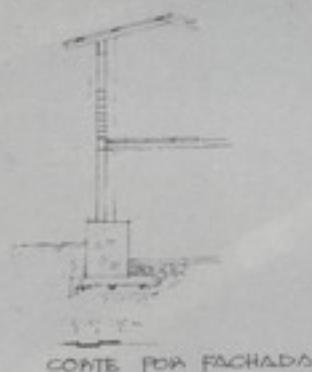
Basados en todos los estudios que existen de tierra-cemento, tierra-cal y toba-cemento, se determinó el uso de los materiales para los elementos constructivos (cimientos, paredes, pisos, entrepi-

tos, columnas, etc.), conociendo en la práctica la manufactura de los mismos. Descubrimos que existe bastante bibliografía vieja y nueva, desde revistas de Arquitectura de los años 50 que hablan del suelo-cemento como material de construcción hasta estudios de la O.E.A.

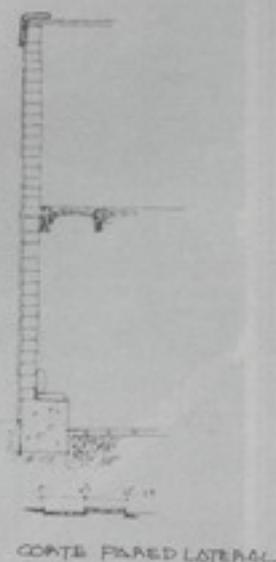
Confieso que al conocer estos elementos, la autoconstrucción emerge, o por lo menos así lo veo, como fiel compañera de estas técnicas. Por lo tanto sencillamente se trata de estabilizar la tierra ya conocida y como agente estabilizador el cemento Portland u otro agente estabilizante.



DETALLE DE ENTREPISO



CORTE POR FACHADA



CORTE PARED LATERAL

Las posibilidades que nos dio el terreno en términos generales son los siguientes:

Una capa vegetal de 30 cm., la cual da muy pocas posibilidades de uso, capa de 5 a 10 cm. de suelo en un porcentaje bajo de arena, continúa una capa de suelo (25 cm.) con gran contenido de arena (lastre), y una capa de suelo con un contenido superior al 50% de arena, hasta el final de la excavación que debió realizarse.

## PLANEAMIENTO GENERAL DE LA OBRA

### 1. Cimentación

Se excavaron 70 cm. de profundidad y sobre terreno firme se plantean las cimentaciones, como placas corridas para muros y paredes y aisladas para columnas necesarias para la estructuración de áreas tributarias de entrepisos.

La piedra con toba-cemento conforman este cimienta ciclópeo. El toba-cemento se elaboró con material del lugar en proporción de 8 a 1 de cemento. La placa del muro de contención lleva la caña de bambú (bambú vulgaris), como preparación (vertical) al refuerzo del mismo.

### 2. Muro de contención

Con dimensiones de 1.60 m. de altura, 0.60 m. de ancho y 7 m. de largo, se construye el muro chorreado en suelo-cemento con proporción de 10 de tierra, 1 de cemento y 2 de agua. El nivel de piso terminado de la obra (planta baja) es de -80 cm. referido al nivel 0 + 00 de calle.

El refuerzo de Bambú se colocó en la parte externa del muro para tomar las tensiones.

### 3. Paredes

Las paredes son levantadas en ladrillo de tierra sin cocer, estabilizada con cemento (suelo cemento) que prefiero llamarle tierra cemento, reforzadas con columnas (a cada 3 metros) construidas con los mismos elementos, utilizando 2 ladrillos por lado, dando una dimensión externa de 0.60 x 0.60 m e interna de 0.30 x 0.30 que se chorrea con el mismo material y reforzado con bambú.

En la pared que está sobre el muro de contención que es fachada a la calle se aumentan las columnas a una distancia de 2m. por definiciones arquitectónicas internas, (formación de mobiliario en nichos de pared), además, de ser la pared de mayor altura. Tres de estas columnas se chorrean con toba-cemento y varilla N° 3 para tomar los refuerzos horizontales del entrepiso.

También algunas paredes para eliminar peso en planta alta, se harán chorreado en tierra-cemento con 8 cm. de espesos y 2 m. de altura, lo mismo se utiliza la alternativa de malla metálica (tela metálica) con tierra cemento y estructura de madera en 2.5 x 10 cm.

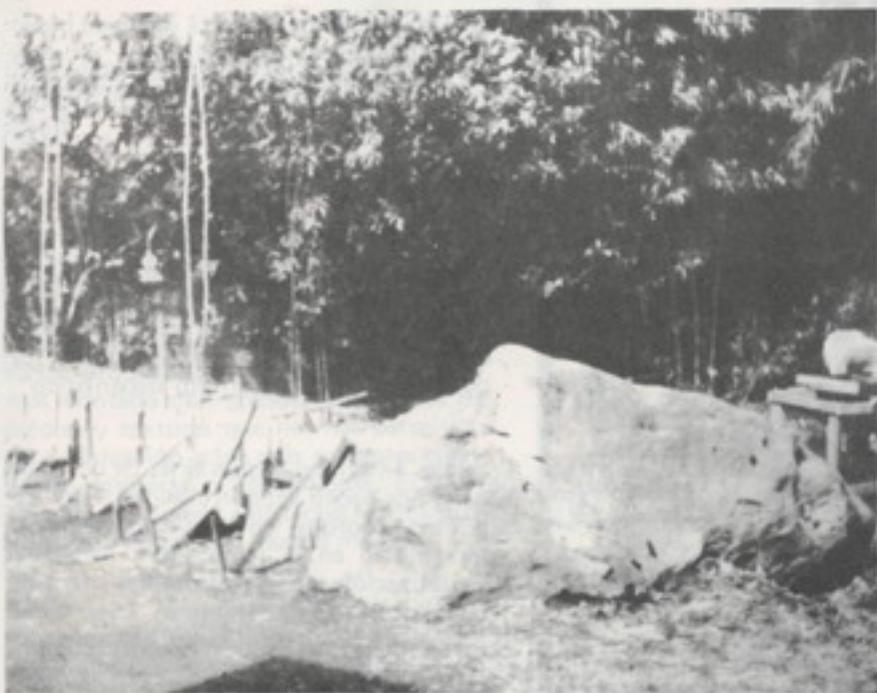


#### 4. Entrepiso

Con claros máximos en ejes estructurales de 3.50 m., nervados con piezas de madera de 5 cm. x 20 cm. a cada 60 cm. que soportan losetas en tierra-cemento colocadas con curvatura hacia arriba, soportantes de una losa en tierra-cemento de 5 cm. de espesor, nervada sobre las piezas de madera con refuerzo de bambú.

#### 5. Cubierta y cielos

Se plantea una estructura liviana de madera para el techo cubierto totalmente de bambú (caña



brava) que servirá como cielo sobre la cual irá la cubierta que será teja y en algunas partes con posibilidades del mismo suelo-cemento, con material asfáltico.

#### VERIFICACIONES Y CONCLUSIONES

La experiencia aún es muy joven para entrar de lleno en proceso de verificación total de la tecnología, sin embargo existen algunos detalles parciales, que quisiera exponer como conclusión del presente trabajo.

Es conocido que entre las bondades de la tierra cuando se le adiciona cemento en forma adecuada están:

a) El reducido cambio volumétrico por absorción o pérdida de humedad.

b) Inalterabilidad al sumergirlo en agua.

c) Resistencia a la comprensión similar al ladrillo común de arcilla cocida. La tierra utilizada para la fabricación de ladrillos por su alto contenido de arena obligó a una alta proporción de cemento 10 a 1, ya que este material puede componerse con proporción mayor a 15, dependiendo del tipo de suelo, sin embargo sabemos que la resistencia obtenida de estos ladrillos no es inferior a 50 Kg-cm<sup>2</sup>. Es importante apuntar la diferencia que existe en mezclar la tierra cemento a mano y en batidora en la cual la secuencia de materiales agregados es vital.

Una de las rocas propias del lugar de gran dimensión, (3.50 x 2m. por 1.20 de alto) se deja como parte de la construcción y su diseño arquitectónico la define como vestibulación de acceso y limitante a cambio de niveles internos.

Para finalizar es importante apuntar que no se requiere mano de obra especializada, al contrario se observan un fácil y rápido proceso de asimilación tanto para la elaboración de bloques (peón) como para construir las paredes con los mismos (albañil no especializado o principiante de albañil) incluyendo la preparación del mortero, que como elemento importante se destaca determinar su rendimiento adecuado.

En esta experiencia me acompañan en forma directa el arquitecto Alejandro Castillo Camacho y el estudiante del Tecnológico Manuel Castillo Camacho y se ha utilizado toda la información y experiencia que con gran sentido profesional ha realizado la Secretaría de la Vivienda, el INVU y el Tecnológico, en cuanto al desarrollo de la tierra-cemento como material de construcción. Además de contar con la asesoría de la experiencia de una persona que se ha dedicado a la construcción por más de 35 años, el señor Francisco Castillo Rojas, que es mi padre.

# Decorama

los profesionales  
en decoración

Srs. Ingenieros y Arquitectos  
con garantía por escrito, ofrecemos, de primera calidad

**alfombras  
persianas  
fotomurales  
viniles para piso  
tapices para pared**

*alfombras para carro, jeep,  
yate, avión, pick-up*

**Lléveselo ya...  
y páguelo hasta en  
12 meses**

**Nosotros damos garantía  
... y por escrito!**

**25 metros Este de la Estatua  
de León Cortés, Paseo Colón  
Tel. 33- 43- 53**

**"La decoración se  
profesionaliza en  
Costa Rica"**

"Una de las características del desarrollo de los pueblos es su búsqueda de las satisfacciones cada vez en mayor grado.

Casi se podría definir a la sociedad hiperdesarrollada como aquella que satisface no sólo necesidades primarias sino, también, los requerimientos individuales de carácter estético y de confort, aparentemente intrascendentes.

"La decoración, lógicamente, es una de las disciplinas que más hacen notorio el desarrollo sociológico de un conglomerado humano, ya que las manifestaciones más refinadas surgen únicamente en los pueblos de gran desarrollo urbanístico".

Las anteriores expresiones de un tratadista nos hacen ver con claridad y nos explican el porqué, en los últimos años, el incremento en la fabricación, mercadeo y utilización de las alfombras ha sido tan notorio para empresas que, como Decorama S.A., son líderes del mercado. Conociendo la apertura existente en este

importante campo decorativo, tuvimos la oportunidad de conversar con el Presidente de Decorama S.A. don Alberto Trejos, a quien encontramos en el local de esta empresa, situado al final del Paseo Colón, cerca de la Estatua de don León Cortés.

Efectivamente, don Alberto nos ratificó que el mercado de alfombras en Costa Rica ha crecido sorprendentemente en los últimos años, cosa de la que Decorama es el mejor testigo por ser la empresa de decoración totalmente profesionalizada en el ramo, que existe en el país.

"—Es cierto" —dice don Alberto— hace 20 años hubiera sido imposible pronosticar el éxito que Decorama ha tenido en todos los campos de la decoración y, especialmente, en la aplicación de alfombras en edificios, residencias y oficinas".



El mercado de alfombras en Costa Rica ha crecido sorprendentemente en los últimos años, dice don Alberto Trejos, Presidente de Decorama S.A.

Solicitamos de don Alberto algunos datos específicos sobre las alfombras y nos ha dicho:

—“Aunque para algunos pareciera un campo sumamente difícil, la verdad es que para nuestra organización, constituida por profesionales de la decoración, la masiva aplicación de alfombras no resultó un problema, por cuanto siempre hemos contado con grandes existencias de colores y texturas que nos han permitido dar satisfacción a los más exigentes clientes de empresas o instituciones. Esta demanda que hemos satisfecho en los últimos años, es hoy día mucho mayor.

Ante esta afirmación nos atrevimos a externar nuestra curiosidad, pues intuíamos que, muy posiblemente, tan excelentes resultados de Decorama deberían tener no una, sino muchas razones de ser. Ante nuestra consulta, don Alberto mani-

festó: Lógicamente no se puede ser simplista. A la par de la magnífica calidad de todos los tipos de alfombra que ofrecemos, está el equipo humano que asesora al cliente y que controla y chequea la instalación adecuada y técnicamente impecable. Si a esto agregamos la “Garantía Por Escrito” que nosotros sí damos, tenemos varios elementos que justifican nuestro éxito.

Hoy por hoy, Decorama exhibe con orgullo su lema: “Los profesionales” y ya ni agregamos en “decoración” porque el consumidor costarricense y aun los extranjeros nos conocen muy bien. Tenemos un prestigio ganado al través de los años que, a la par de nuestra “Garantía Escrita”, es garantía adicional, pues nos sentimos obligados a dar siempre lo mejor de nosotros para mantener incólumes

un nombre y un prestigio que constituyen nuestro verdadero capital.

Debe ser por esa razón que tenemos el respaldo de una grande y selecta clientela y de que podamos dar hasta 12 meses de crédito en las ventas de nuestra organización. Este aspecto es sumamente importante en estos momentos y creo que es una oferta muy tentadora, que, por lo que tengo entendido, somos los únicos que la hacemos.

Al salir de los salones de Decorama tuvimos la oportunidad de observar la textura de las diferentes alfombras de primera calidad que están en exhibición y, lógicamente, de inmediato sentimos que ese valiosísimo elemento de la decoración de todos los tiempos ha persistido y se ha incrementado porque no solamente son bellas sino extremadamente resistentes y cumplen una función de gran utilidad tanto en un hogar, en una oficina, como en un local comercial.



Local central de Decorama S.A., sito al final de Paseo Colón

# COMERCIAL TECNICA S.A.

LA URUCA, 1.000 SAN JOSE  
APDO. 5113 — TEL. 23-24-93

FABRICANTES DE ESPUMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (**STYROPOR**)<sup>®</sup>

## **DECOPOR**<sup>®</sup> ESTUCADO

LAMINAS DE 2'X4' DE 3/4"—4" DE GRUESO  
PARA CIELO RASO



## **TERMOPOR**<sup>®</sup> AISLANTE

LAMINAS DE 2'X4' DE 3/4"—4" DE GRUESO



LAMINAS  
MOLDEADAS CON  
SUPERFICIES  
LISAS, ESPECIAL  
PARA TECHOS,  
PAREDES  
Y FRIGORIFICOS



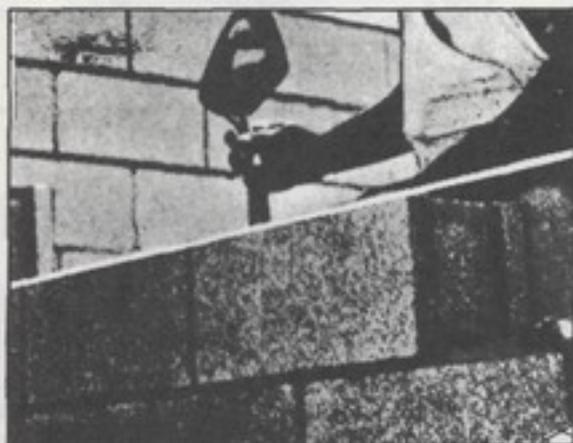
# Concre Tico S.A.

Los Angeles Santo Domingo — Heredia  
Teléfonos: 35-56-66 y 35-51-11  
Apartado 4925 — San José, Costa Rica

## Usted ya nos conoce,

somos nuevos en equipo pero viejos en experiencia,  
somos su amigo en la construcción.

Nuestros bloques son curados con el moderno sistema "CO<sub>2</sub> VAPORIZADO" el cual garantiza máxima eliminación de reventaduras en las paredes, color uniforme, mejor textura y una resistencia para cumplir ampliamente la designación C-90 de la A.S.T.M.

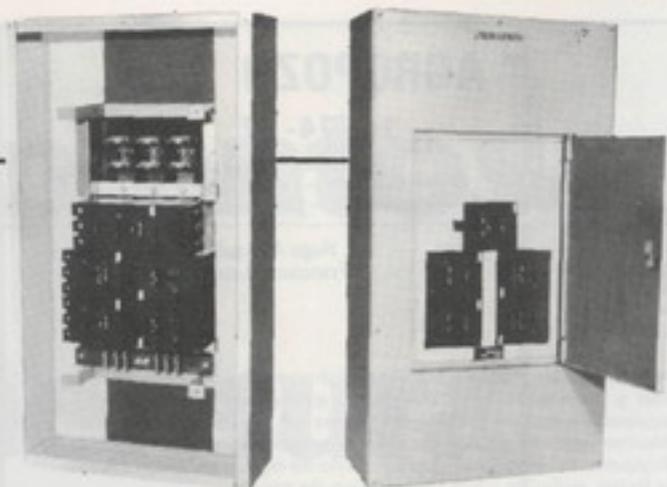


Dimensiones:	20x20x40	12x20x32
	15x20x40	12x40x20
	12x20x40	12x25x25
		10x20x40

Todo tipo de bloques de construcción  
para ENTREGA INMEDIATA

# SIEMENS

## Presenta los nuevos tableros de disyuntores termomagnéticos 8 HL



Y le ofrecen las siguientes ventajas:

- \* PUERTA REMOVIBLE E INTERCAMBIABLE PARA OPERACION DERECHA O IZQUIERDA.
- \* TAPAS SUPERIOR E INFERIOR DESMONTABLES.
- \* DISYUNTORES RAMALES, DESDE 10 HASTA 400 A TIPO AJUSTABLE

### CARACTERISTICAS TECNICAS

Rango de Voltaje. . . . . 660 V AC.  
Servicio . . . . . 1  $\phi$  3 H, 3  $\phi$  4H  
Barras. . . . . 400, 630, 1200 A  
Resistencia al corto  
circuito . . . . . 100 KA (Valor de cresta)

Equipo eléctrico industrial  
**SIEMENS**  
su mejor alternativa.

Lo auténtico y duradero para  
Pisos y Paredes  
LOSETAS DE ARCILLA



“La arcilla cocida transmite al hogar la sensación del fuego que la ha creado...”

**LADRILLERA LA URUCA**  
[PROCULSA]

Tels. 23-33-36 y 22-55-82.

No es necesario viajar  
hasta San José para  
alfombrar, decorar o  
amueblar su casa,  
en Alajuela

*Galeria  
Alajuelense  
de la  
Decoración S.A.*

LE OFRECE:

**ALFOMBRAS DE TODO TIPO Y TAMAÑO  
A LOS MEJORES PRECIOS**

TAMBIEN ENCONTRARAN:

MUEBLES DE CIPRES - TAPICES - FOTOMURALES -  
ARREGLOS FLORALES - CUADROS ETC.

le hacemos su presupuesto sin compromiso llámenos al

**Tel. 41-76-32**

O visítenos 125 metros sur de Alm. Lobet, Alajuela



# AGROPOZO S. A.

24-74-52

Apartado: 1988  
Barrio Escalante - Calle 33 No. 1326  
SAN JOSE - COSTA RICA

Ing. Hugo A. Aguilar Ivankovich  
Francisco Madrigal Cheves

Perforación de Pozos - Estudios Hidrogeológicos - Rehabilitación y mantenimiento de pozos existentes. Instalación de equipos de bombeo - Reparaciones en equipos de bombeo - Mantenimiento en equipos de bombeo - Diseños sanitarios - Tratamiento de aguas - Tratamiento de aguas servidas - Análisis físico, químico y bacteriológico de aguas.



# MILLER HNOS LTDA

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

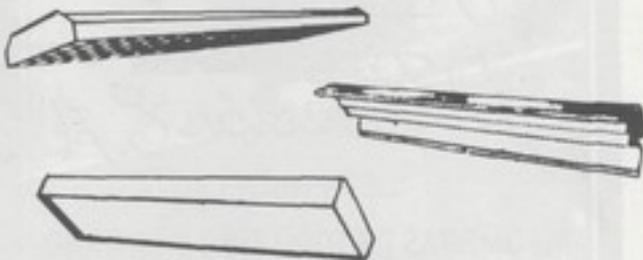


Soldadoras eléctricas tipo transformador, para corriente 110/220 voltios.

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

# Edison S.A.

FABRICANTES DE:  
LUMINARIAS FLUORESCENTES  
INDUSTRIALES & COMERCIALES



PARQUE INDUSTRIAL  
HEREDIA

APARTADO: 7-3010 S.J.  
TELEFONOS: 39-03-36 ADMINISTRACION  
39-03-30 VENTAS

**Viaje en su automóvil  
como... EN 1era. CLASE**

Alfómbrelo con especialistas  
y a bajísimos precios



Almacén de ofertas permanentes,  
alfombras de todo tipo, tamaño  
y color, a los mejores precios de plaza

*Central de Alfombras Nacionales*  
S.A.

TODO TIPO DE ALFOMBRAS

TELS: 33-28-56 • 23-18-36

Ave. 10 calles 4 y 6 175 este antigua Castellana

# Levantamientos de agrimensura

Preservando y conservando su evidencia

Ing. Topógrafo Martín Chaverri

## INTRODUCCION

Estando la Comisión de Catastro estudiando y redactando el reglamento que requiere la nueva ley y como parte del mismo hemos visto la necesidad de proponer normas de exactitud congruentes con el desarrollo de la topografía y sus instrumentos que respondan a la realidad del común de las mediciones de agrimensura, las que serán parte integrante del sistema de mantenimiento del Catastro.

Investigando al respecto, quien esto escribe, encontró en la revista *Surveying and Mapping*, volumen XXXII, N°4, de diciembre de 1972 un artículo del señor R.P. Buckner que consideré de gran interés, no sólo para la Comisión, sino también para todos los profesionales de la agrimensura. Comencé a transcribirlo, pero encontrando que era necesario adaptarlo a nuestra idiosincracia y necesidades, preparé el presente artículo del que puede decirse que conservando la estructura y párrafos enteros del autor citado, contiene principalmente nuestros puntos de vista en la materia.

## PRESERVAR LA EVIDENCIA

Un levantamiento de agrimensura debe ser evidencia de la realidad encontrada o demarcada en el terreno de la existencia o segregación de la propiedad inmobiliaria. La evidencia en los levantamientos de agrimensura incluye: evidencia oral, escrita y real. Las formas co-

munes de esta son: los testimonios verbales de individuos competentes, las descripciones escriturales, los planos y los monumentos físicos. Las mediciones también son evidencia cuando forman parte de la información dada en una descripción o plano, especialmente si este está inscripto.

Si al topógrafo le da la ley el derecho de levantar, subdividir y relocalizar una propiedad, tiene por otra parte obligaciones con el público, y una de ellas es la de buscar los medios de perpetuar sus levantamientos por medio de amojonamiento y referenciación adecuados.

*Esto debe ser también una obligación ética.*

La razón básica por la que un agrimensor debe tener conciencia de la preservación (proteger de daño) de sus levantamientos, es que cada medición original de tierras es un RE-LEVANTAMIENTO potencial. La facilidad y seguridad con que ese re-levantamiento pueda hacerse en un futuro, es inversamente proporcional al costo de éste. Si la evidencia es pobre e insuficiente, puede producir —en ese futuro— costos innecesarios al propietario, al Gobierno o al público en general, al topógrafo que hace la remeida o a todo este grupo de individuos. Esto podría expresarse en una fórmula:

COSTO TOTAL  
= COSTO PRESENTE  
+ COSTO FUTURO

La reducción del último término de esta ecuación es más importante que el primer término del lado derecho.

Un topógrafo o agrimensor socialmente consciente debe comprender su papel en la reducción de los costos e incertidumbre futuros. Atender debidamente a la preservación y perpetuación de la evidencia del levantamiento que realiza hoy, es una forma de lograrlo.

## METODOS PARA PRESERVAR LA EVIDENCIA

### Comentarios generales:

La colocación de monumentos físicos y la protección de estos contra la destrucción, se entiende generalmente por los topógrafos como casi sinónimo con la preservación de la evidencia.

La importancia del amojonamiento es generalmente comprendida. Pero debe recordarse que la posición es más importante que el monumento mismo y que hay otras maneras de resaltar la preservación de posición.

Es necesario conocer estos otros medios y aplicarlos a la preservación de la información obtenida. Mostraremos aquí varios de estos métodos, reunificándolos bajo el tema de preservación y perpetuación de la evidencia e invirtiendo así la tendencia a considerarlos aisladamente y discutiendo la relación de cada uno con el problema.

## MARCAS FISICAS TERRESTRES

### Marcación de los vértices:

Tubos y varillas de hierro, postes de concreto, botellas invertidas enterradas, piedras marcadas, etc., continuarán en el futuro previsible como los medios primordiales para la preservación de la evidencia. Estos hitos son usados para marcar cambios en la dirección de las líneas de propiedad y se colocan en lo que llamaremos esquinas "verdaderas", determinadas por la inspección, medidas, y análisis.

Entre nosotros, el amojonamiento no ha adquirido verdadera importancia, por la falta de educación, consideración o respeto a las líneas de propiedad o trabajo del vecino o del Estado. La costumbre de considerar las cercas, vivas o no y las esquinas de construcciones sin marcar el punto preciso nos conduce a una incertidumbre en la localización de los vértices que no es compatible con la buena práctica profesional. Algunas veces mejoramos algo la situación en el caso de cercas si definimos a quien pertenece (Fig. 1) indicando el lado de que está el alambre y clavando dos clavos grandes en el árbol que señala el vértice y doblándolos de modo de formar una cruz para señalar el punto, aunque olvidamos que si es un árbol vivo, con los años aumenta su diámetro, a veces considerablemente. Las esquinas de los edificios o las paredes intermedias también producen incertidumbre si no se señala el punto de medición con un clavo de acero u otra marca. Debemos despertar en los propietarios conciencia en cuanto a la importancia del amojonamiento. Entre nosotros no se han hecho investigaciones sobre la duración de los hitos, por lo general los arrancan o destruyen muy rápidamente... En una tabla publicada en E.U. dice que una estaca de madera dura 12 años! He visto estacas que de casualidad tenían unos dos o tres años, completamente podridas. Una varilla de hierro o tubo de 3/4 a 1 pulgada puede durar de 40 a 50 años. Es necesario proteger la marca lo más posible, las que están debajo de la cerca por lo general son las que duran más. Debe ser suficientemente larga y estar bien enterrada, por lo menos 75 centímetros. Debe ser

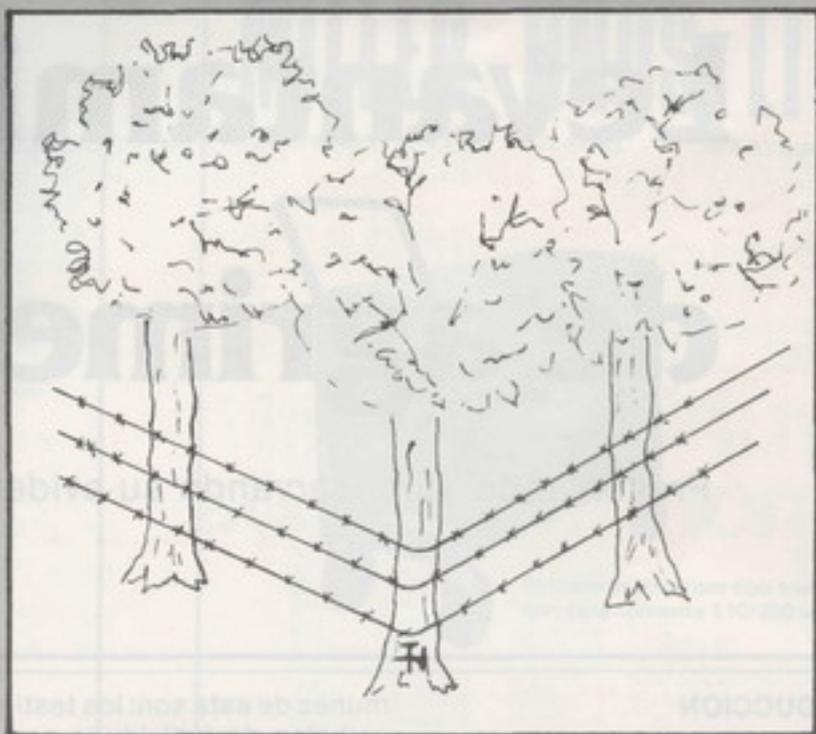


Fig. 1 Clavos doblados en cruz y representación de los mismos en el plano.

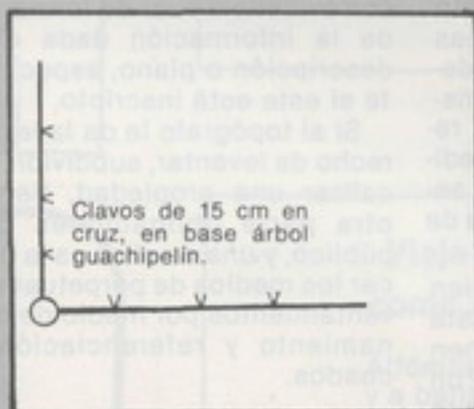


Fig. 2 Brújula de inclinación para localizar estacas de hierro o magnetizadas.

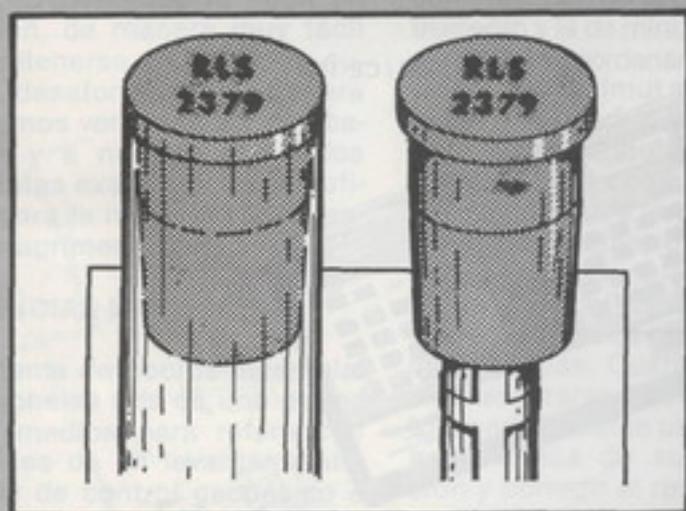


Fig. 3 Tapones de plástico para identificar amojonamiento de tubo o barra de hierro.

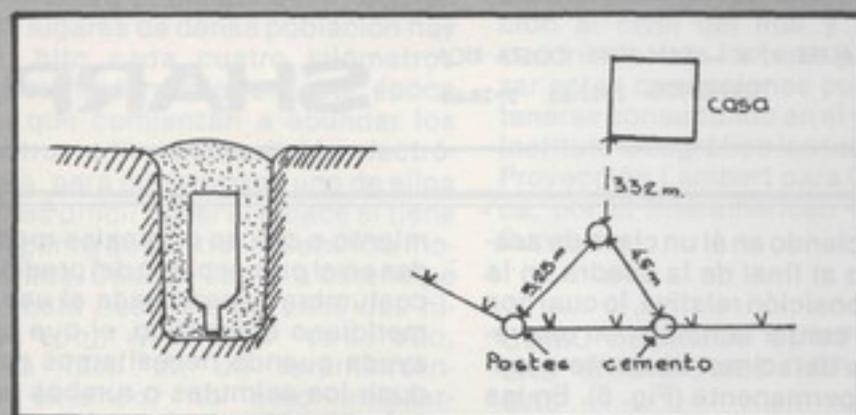


Fig. 4 Hito formado por una botella invertida y oculto. A la par, una forma de referenciarlo.

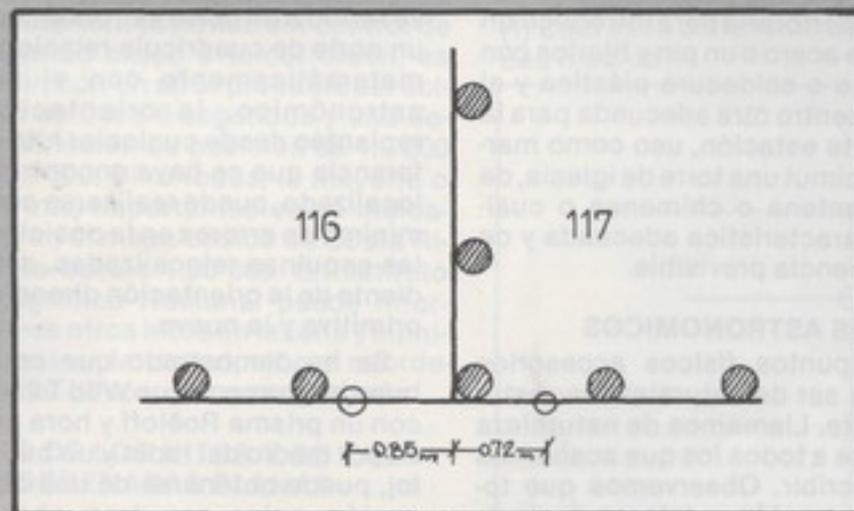


Fig. 5 Hitos testigos.

identificable. Ahora se usan marcas magnetizadas, totalmente enterradas y se pueden localizar en el futuro con un dispositivo magnético, (brújula de inclinación) (Fig. 2). La Misión Técnica Alemana siempre nos ha recomendado el uso de botellas invertidas, enterradas y referenciadas a varios objetos para poder encontrarlas cuando sea necesario. (Fig. 4.)

La bondad de los hitos como evidencia depende de dos cosas: (1) Si están dibujados en los planos o descritos en la escritura, y (2) la certidumbre de que, pueden ser identificados como el objeto descrito en el amojonamiento original. Para esto, siempre que sea posible, deben marcarse en forma permanente, (Fig. 3), o describirlos adecuadamente. La botella invertida que citamos es un caso eficiente de esto: Una botella colocada invertida y enterrada en esta posición sólo puede estar así al propio. Es un material relativamente barato y además está enterrada, lo que la protege. El vidrio es un material muy durable y salvo destrucción total, o excavación de la zona, sabemos que aún cien años después, allí estará. (La cuestión es encontrarla)...

## HITOS TESTIGOS

Los hitos testigos deben emplearse cuando no puede marcarse la propia esquina. Si vamos midiendo un lindero rural, por ejemplo una cerca y hay un árbol no adecuado como marca de esquina en ella, o cualquier otro obstáculo, se coloca un hito a 0,5 o un metro bajo la línea de cerca antes de la esquina, y mejor si se coloca otro punto en la misma o parecida distancia en la nueva dirección. Estos datos deben aparecer en el plano, así como la leyenda "hito testigo" para evitar que se los confunda con la propia esquina (fig. 5).

## HITOS ACCESORIOS

Conocidos también como marcas o puntos de referencia, estos hitos o puntos pueden ayudar en la conservación de la localización de las esquinas.

En la triangulación de C.R. siempre al establecer una estación de triangulación, colocamos también dos puntos de referencia, comúnmente tubos de cañería con

# El genio portátil para hoy y para el futuro

Computador de bolsillo PC-1500 con impresor gráfico en colores alimentador a través de cassette CE-150

Más términos en lenguaje BASIC. Pantalla de exhibición mini-gráfica de 7x156 puntos para cualquier tipo de patrón de puntos. Unidad de procesamiento central (CPU) de 8 bits y con C-MOS para un rápido procesamiento de datos. Gran capacidad de memoria (Estándar: 16 k bytes de ROM y 3,5k bytes de RAM); OPCIONAL: Módulos de memoria CE-151 y CE-155 de 4k bytes de RAM y 8 k bytes de RAM respectivamente. Prácticamente cualquier gráfico o patrón de puntos en cuatro colores (con el Impresor gráfico en colores/Alimentador a través de cassette CE-150 opcional).



ADS-ANKER SISTEMA DATA - LTDA.

AVE. 1a. ENTRE CALLES 7 / 9 — SAN JOSE, COSTA RICA  
APARTADO 2139 TELEFONOS: 21-27-63 21-28-63

**SHARP**

una placa de bronce con una flecha soldada en la parte superior y que se entierran con la flecha señalando hacia la estación de triangulación.

Puede haber puntos que no sean hitos; por ejemplo, esquinas de construcciones en las áreas urbanas, postes eléctricos o del telégrafo, etc. Deben localizarse con tanta exactitud como el hito principal, a fin de que a partir de ellos pueda encontrarse de nuevo este hito o reconstituirlo si se ha destruido.

## HITOS DE LA POLIGONAL

Es conveniente dejar como mínimo un par de hitos de la poligonal en lugares estratégicos, pues constituyen uno de los medios más adecuados para replantear una propiedad con base en las coordenadas y acimut original que puede obtenerse a partir de la libreta de protocolo archivada en Catastro, o el propuesto "comprobante de medición" que en otra ocasión trataremos. En zonas urbanas es conveniente marcar un punto en el cordón del caño

introduciendo en él un clavo de acero y otro al final de la cuadra en la misma posición relativa, lo cual nos permite contar también con una referencia de acimut bastante aceptable y permanente (Fig. 6). En las zonas rurales, es mi costumbre, cuando encuentro una piedra grande e inamovible en posición adecuada para una estación de instrumento, perforarla para introducir un clavo de acero o un pin y fijarlos con cemento o soldadura plástica y si no encuentro otra adecuada para la siguiente estación, uso como marca de acimut una torre de iglesia, de radio, antena o chimenea o cualquier característica adecuada y de permanencia previsible.

## PUNTOS ASTRONOMICOS

Los puntos físicos accesorios pueden ser de naturaleza terrestre o celeste. Llamamos de naturaleza terrestre a todos los que acabamos de describir. Observemos que todos ellos están sujetos a destrucción o perturbación.

Con frecuencia al realizar replanteos, un acimut de origen es casi tan importante como un punto de comienzo si sólo resta escasa o inadecuada evidencia del amojona-

miento o cercas originales mostradas en el primer plano del predio. Es costumbre generalizada el uso del meridiano magnético, el que poco ayuda cuando necesitamos reproducir los acimutes o rumbos originales debido a su inexactitud y variación constante, apenas aproximadamente conocida.

Sin embargo, si el plano original se refirió a un norte astronómico o a un norte de cuadrícula relacionado matemáticamente con el norte astronómico, la orientación y replantío desde cualquier hito o referencia que se haya encontrado y localizado, puede realizarse con un mínimo de errores en la posición de las esquinas relocalizadas, dependiente de la orientación direccional primitiva y la nueva.

Se ha demostrado que con un buen instrumento, un Wild T 2 o T 1 y con un prisma Roëloff y hora precisa por medio del radio y un buen reloj, puede obtenerse de una observación solar con tres observaciones directas y tres invertidas una precisión de tercer orden, es decir de 6". Con un aparato europeo, de lectura al décimo de minuto y semejante al T-16, comparando el reloj con el teléfono y desde luego,

usando el prisma Roëloff, he obtenido una precisión de 15 segundos. Con un tránsito corriente, observando el sol por proyección, es común una precisión de uno o dos minutos. Observando la Polar en elongación, de manera muy fácil puede obtenerse exactitudes superiores, desafortunadamente rara vez logramos verla debido a su baja altura y a nuestros nublados cielos. Estas exactitudes son suficientes para la mayoría de los trabajos de agrimensura.

## REFERENCIAS MATEMATICAS

El sistema de coordenadas planas nacionales nos da uno de los mejores medios para referenciar los vértices de un levantamiento. Los hitos de control geodésico o red de puntos fijos se encuentran distribuidos por todo el territorio y se densifican continuamente y aunque ahora podemos decir, que en los lugares de densa población hay un hito cada cuatro kilómetros aproximadamente, en esta época en que comienzan a abundar los instrumentos de medición electrónica, para quien posea uno de ellos no es difícil hacer el enlace si tiene un punto de control a distancia moderada. Cuando llegue a obtenerse la meta deseada, de unos dos hitos por kilómetro cuadrado, será fácil en un levantamiento extenso, no sólo enlazar se sino también comprobar la medición en otros hitos. La precisión con que la mayoría de los hitos están localizados, corresponde a las especificaciones del control de segundo orden o tercer orden, es decir, con un error probable del acimut de unos 6 segundos y una determinación de posición de 1:0 000 a 1:5 000. Sino todos, la mayoría o los más importantes están indicados en el mapa básico de Costa Rica de escala 1:50 000. El Instituto Geográfico Nacional puede informar de otros hitos en la zona y suministrar la descripción y coordenadas de los que se emplearán.

## USO DE LOS HITOS Y DE LAS COORDENADAS PLANAS

Al enlazarse a un hito deben conocerse también la posición de otro que sea visible del primero a fin de orientarse, el acimut entre ambos hitos se obtiene haciendo la diferencia de coordenadas.

$$\text{acimut} = \text{Tg} \frac{X2 - X1}{Y2 - Y1}$$

siendo, X1 y X2, el valor de las coordenadas Este de la estación de instrumento y la de mira, Y1, Y2, los valores de las coordenadas de latitud o Norte. Este acimut se llama acimut plano o de cuadrícula, porque se refiere a la cuadrícula rectangular de la proyección cónica conforme de Lambert, que es la que usamos en C.R. para el catastro. Como hay dos sistemas nacionales, Costa Rica Norte y Costa Rica Sur, debe decirse a cuál de ellos corresponden las coordenadas. Cuando sólo es posible enlazarse únicamente a un hito, puede hacerse una observación astronómica de suficiente precisión y corregir el rumbo verdadero por la convergencia de meridianos. En medidas de gran precisión (con distanciómetro electrónico), es necesario corregir también por reducción al nivel del mar y largo de cuadrícula. Los factores para realizar estas correcciones pueden obtenerse consultando en el ya citado Instituto Geográfico las tablas de la Proyección Lambert para Costa Rica, por el Interamerican Geodetic Survey.

## COMO DEBEMOS COMPRENDER LAS MEDICIONES TOPOGRAFICAS

Dos preguntas de importancia surgen al hacer una medición:

(1) Cuál es la dimensión de la cantidad medida?

(2) Cuán precisa es su determinación?

Ninguna afirmación en relación con una medida es completa mientras ambas preguntas no sean razonablemente contestadas... La segunda pregunta es desafortunadamente, ignorada en la mayoría de los casos, sin embargo, básicamente es tan importante como la primera. El hecho indiscutible es que todos debemos reconocer que no hay medidas exactas, porque la exactitud es imposible en el mundo físico, quien diga que sus medidas son matemáticamente exactas, sólo se está engañando a sí mismo. Toda medición tiene un cierto grado de incertidumbre, y por supuesto un buen topógrafo se reconoce por su capacidad para reconocer y controlar la incertidumbre, de modo que si su levantamiento va a ser usado en el futuro para relocalizar vértices perdidos o desplazados, caso de un litigio por invasión de propiedad, se confía en que sus mediciones permitan relocalizar o definir los vértices en posiciones que correspondan a las posiciones originales de levantamiento DENTRO DE LA TOLERANCIA ADMISIBLE expresada en su plano o fijada por el catastro en sus especificaciones zonales.

Dos cosas deben hacerse para asegurarse que las mediciones del levantamientos sean buena evidencia. 1) Debe obtenerse una exactitud dada, estando esta relacionada en cierto modo con el costo de la tierra y el propósito del levantamiento. 2) La precisión obtenida debiera ser indicada en el plano

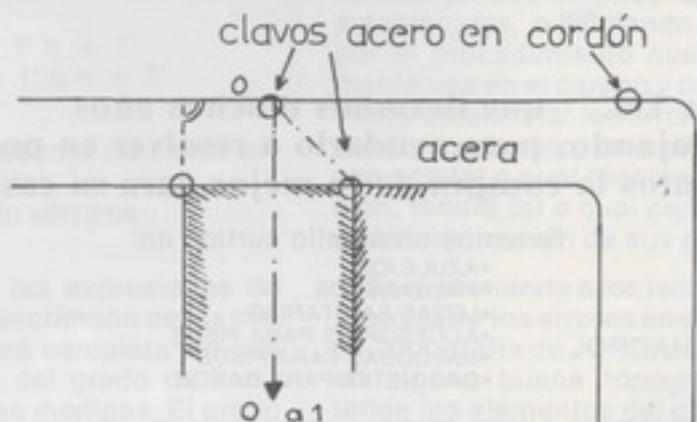


Fig. 6 Puntos de est. marcados en el cordón de la acera

o certificar que se ajusta a las normas de catastro para la zona, de modo que quien deba replantear en el futuro sepa cual va a ser la aproximación de su levantamiento con el viejo. El propósito del catastro en su nuevo reglamento es fijar las condiciones de exactitud en diversas zonas.

Observemos que en nuestra práctica topográfica o de agrimensura usamos prácticas viciadas. Por ejemplo, en un plano para catastro es común que al poner el derrotero calculado en base a una poligonal con estadía, aún en terre-

no rural y quebrado, llevemos las dimensiones al centímetro. Por ejemplo: 325,27 m. Esto implica matemáticamente que la distancia es  $325,27 + 0,05$  m., lo que comprendemos que es absurdo! La última cifra cierta en un levantamiento con estadía está en los metros y si esa distancia calculada está dentro de medio metro, podemos darnos por muy satisfechos, como ya está ajustada debería expresarse así:  $325,3 + 0,1$ , es decir, no llevarla más allá del centímetro, ó 0,2 m. En el caso de una distancia medida con cinta, aunque hayamos leído el

centímetro, en esa magnitud no podremos garantizar más allá del decímetro (en una medición corriente). la distancia debería expresarse:  $325,27 + 0,05$  m. Observemos que si fuéramos a expresar esta distancia en el error relativo a que estamos acostumbrados y con esta tolerancia, equivaldría a  $325,27:0,05 = 6505$ , o sea 1:6505.

## ERROR DE CIERRE

Calcular el error de cierre de una figura cerrada, nos da una comprobación de que no existen equivocaciones —popularmente— medidas de pata, probablemente. También nos da una cierta indicación en cuanto a la exactitud de la posición de los puntos, pero solamente si se han seguido las especificaciones diseñadas para conseguir esta exactitud. Por qué? El error de cierre de una poligonal cerrada depende mucho de la forma de esta.

No hay, por ejemplo, poligonal más peligrosa que una larga y estrecha.

La acumulación de errores en el circuito de ida se compensará, con mucha probabilidad, en el de retorno y el error de cierre será engañoso, lo que podríamos comprobar haciendo un cierre al medio, el que con seguridad mostrará una discrepancia mucho mayor que la del total.

Por tanto, el ERROR DE CIERRE NO SIGNIFICA NADA COMO UNA PRUEBA DE LA PRECISION, a no ser que se use un método apropiado, basado en extensa experiencia, para obtener una precisión dada. Si queremos obtener una exactitud dada en la posición de los vértices debe establecerse entonces con que precisión deben medirse los ángulos y las distancias, de acuerdo con experiencia previa.

Es importante que observemos que las tolerancias posicionales deben ser siempre con respecto a algo, un origen o un monumento de control de la red de puntos fijos. Decir únicamente que tal o cual esquina está dentro de  $+0,5$  ó  $0,05$  metro es incompleto, porque no nos dice con respecto a que, ya que toda medición debe comenzar en alguna parte, tanto en distancia



**Sabe Ud. que llevamos muchos años trabajando, para ayudarlo a resolver en pocos minutos la compra de lo mejor para su casa**

Tenemos un amplio surtido en:

- AZULEJOS
- FREGADEROS
- LOZAS SANITARIAS
- ACCESORIOS PARA PISOS
- BALDOSAS PARA PISOS
- GABINETES PARA BAÑOS

**FERNANDEZ AGUILAR S. A.**

IMPORTADORES

Teléfono 22-56-74

—

Apartado 1517

SAN JOSE, COSTA RICA

TABLA I\*

Nombre del error	Símbolo	Valor	Porcentaje de Certidumbre	Probabilidad de mayor error
Probable	$E_p$	$0.6745 \sigma_3$	50.0	1 en 2
Error Estándar	$\sigma_3$	$1.0 \sigma_3$	68.3	1 en 3
90% de error	$E_{90}$	$1.6449 \sigma_3$	90.0	1 en 10
Dos sigma, o 95% de error	$2 \sigma_3$	$2 \sigma_3$	95.0	1 en 20
99% de error	$E_{99}$	$3 \sigma_3$		
Tres sigma	$3 \sigma_3$	$2.5 \sigma_3$	99.00	1 en 100
"Máximo"	$E_{max}$	$3 \sigma_3$	99.7	1 en 370
		$3.29 \sigma_3$	99.9	1 en 1.000

\*Surveying and Mapping. Dic.1972 pág. 499

Algunas autoridades consideran el error de 95% como el error máximo. Ningún punto de vista es absolutamente correcto desde que el máximo teórico sería

$\pm \infty$ , lo cual no ocurre en la práctica. Es entonces una buena decisión práctica usar el 95% o el 99% de error como el máximo tolerable.

como en dirección. Si el origen y la dirección (acimut) no se especifican, siempre hay posibilidad de deformar el polígono para situar un punto dentro de los límites de la tolerancia, lo cual sería falsearlo.

El entrar en las consideraciones necesarias, para desarrollar este tema a fondo, nos obligaría a meternos en la explicación de la teoría del cálculo de probabilidades, lo que está fuera de los límites de este artículo. Por esta razón hemos propuesto a la Comisión de Catastro el empleo de las fórmulas expresadas en el libro "EL LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO" por la Misión Técnica Alemana y el "TRATADO GENERAL DE TOPOGRAFIA" por Jordan, tomo I, pág. 72-73. Originalmente y dada nuestra costumbre de expresar la tolerancia en error relativo, habíamos pensado que basado en la escala del plano urbano catastral, 1:1 000 y considerando que el error no debe apreciarse en él, proponer que los levantamientos se ajustarán a una precisión de 1/2000, que expresado en función de la distancia podríamos expresarlo así:

Tolerancia admisible  $D = 0,0005 \cdot S + 0,01$  (1)

En esta fórmula, D es la distancia admisible; S la distancia medida o suma de las distancias medidas.

Dice Jordan, sin embargo, que los errores son proporcionales a la raíz cuadrada de la distancia y que hay otros que varían con la distancia, pero en menor proporción, la última cantidad, que también

Incluimos en la fórmula (1), corresponde a errores sistemáticos desconocidos pero probables. Por tanto, nos parece conveniente que se aceptaran las siguientes tolerancias:

Para terreno favorable urbano

$$D_I = 0,004 S + 0,003. S = 0,02$$

Para terreno favorable

$$D_{II} = 9,006 S + 0,0003.S + 0,02$$

Para terreno quebrado

y poco val.

$$D_{III} = 0,008 S + 0,00035.S + 0,02$$

Donde D, sería la tolerancia admisible en los cierres o comprobaciones y S la distancia total, o longitud del circuito.

El error de cierre angular correspondiente debe ser:

$$\begin{aligned} \text{Preciso } e &= 1' n + 1' \\ \text{Corriente } e &= 1' 5 n + 2' \end{aligned}$$

Donde:

e = error tolerable de cierre angular

n = número de vértices

Además de las expresiones de precisión, la descripción de las mediciones no será completa sin una consideración del grado de certidumbre de tales medidas. El grado de certidumbre tiene relación con la probabilidad de que ocurra, y se da en porcentajes. Vea la table I, basada en el ERROR ESTANDAR, término reconocido usualmente en la evaluación de los errores al azar.

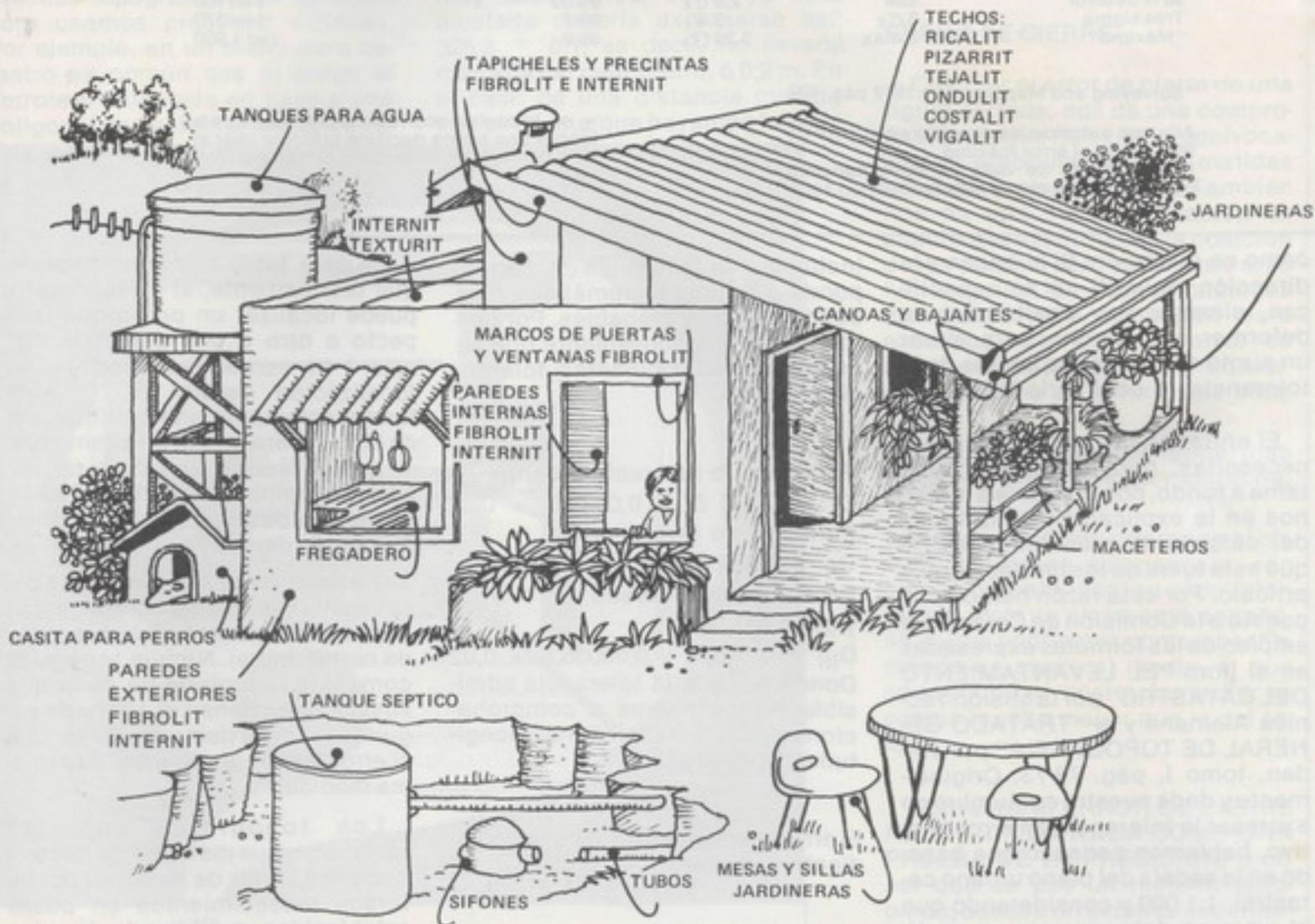
De esta table podemos deducir que teóricamente, si un topógrafo puede localizar un punto con respecto a otro a una distancia de:  $1000 \pm 1m$  con 95% de certeza, su localización dentro de  $\pm 0,5m$  tendrá solamente una certidumbre de 68%, y para localizarlo dentro de  $\pm 0,34m$  tendría una certeza del 50%. Sin embargo tendría un 99,9% de certeza de que estará aproximadamente dentro de  $\pm 1,64 m$ .

Las especificaciones normales para levantamientos de control, estan basadas en el error probable (50% de certidumbre). Ningún topógrafo cometería la tontería de decir que sus medidas tienen el 100% de seguridad todo el tiempo, a no ser que el error tolerable sea igual a la misma medida.

Los topógrafos deberían comprobar sus métodos de campo, haciendo series de medidas por diversos procedimientos en bases establecidas, o midiendo ángulos por el procedimiento que normalmente usa en el campo y por repetición y determinar los errores estándar en cada caso, para así asegurar que con tal o cual técnica de medición, tendrá tal o cual certidumbre en la localización de sus puntos.

Se recomienda a los lectores leer la teoría de los errores en el Tratado de Topografía de JORDAN tomo I, o en alguna buena topografía que tenga los elementos del cálculo de probabilidades. Tal vez este artículo incite a alguno de los nuevos ingenieros topógrafos de la Universidad Nacional a que nos escriban un artículo técnico sobre los errores.

# ¿Sabe usted lo que es una CASALIT?



## Es una casa hecha a base de materiales **Ricalit**

Ahora, prácticamente se puede construir una casa entera a base de materiales RICALIT. La nueva lámina Fibrolit permite hacer paredes exteriores e interiores de distinto grosor, clavadas o atornilladas, además de marcos de puertas y ventanas, cielos rasos, tapicheles y precintas y muchos otros componentes de construcción.

RICALIT fabrica también las láminas lisas Internit y Texturit.

Hay una lámina lisa para cada necesidad. Y por supuesto, las láminas para techo que han hecho famoso a RICALIT: Ondulit, Tejalit, Ricalit, Costalit, Vigalit, Pizarrit.

Los materiales RICALIT no se queman, y resisten maravillosamente a la intemperie.

Pensando en su economía y en la seguridad y durabilidad de su construcción, hacemos también tuberías subterráneas, sifones,

tanques sépticos y tanques para agua, canoas y bajantes, fregaderos y hasta accesorios como macetas, perreras y pequeñas piscinas.

Construya para mucho tiempo. Construya con materiales



Alta calidad, bajo costo

# The Ellisse Suite.



## *La Elegancia y la Belleza*

Ahora INCESA-STANDARD le permite con sus nuevos modelos, hacer maravillosas combinaciones para su baño. La elegancia del lavatorio de Pedestal ELLISSE\*, con la calidad insuperable de la grifería HERITAGE\* se unen a la bella línea del inodoro CADET ELONGADO\* para así rimar a la perfección con la bañera de su agrado.

(\*) Marca registrada de la American Standard.

Fábricas en: Costa Rica, Guatemala, Nicaragua

División de Mercadeo  
Tel. 32-52-66, 32-53-36  
Telex: 2496  
Apdo. Postal: 4120  
San José, Costa Rica

 **INCESA  
STANDARD**

# SQUARE D®

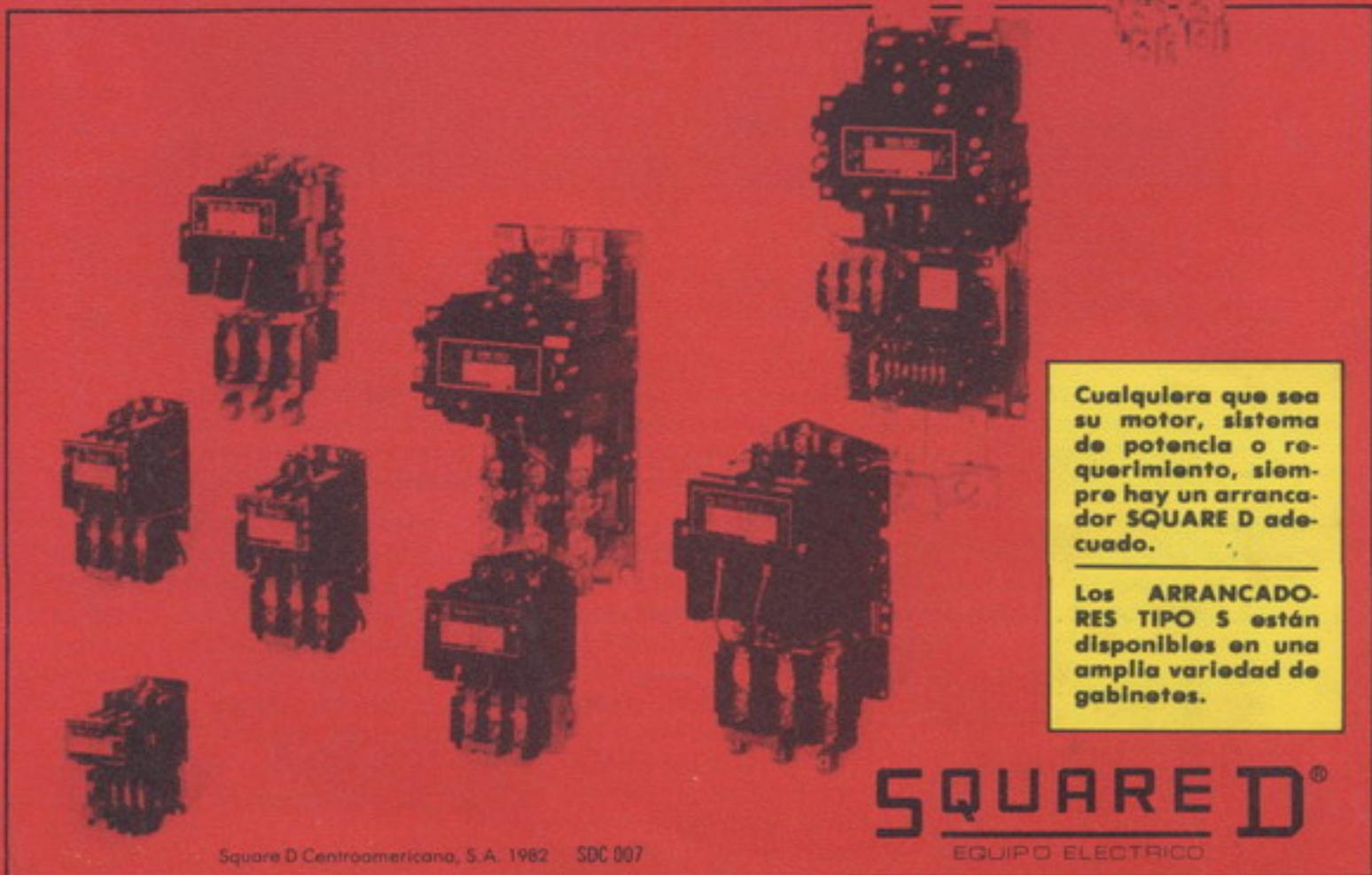
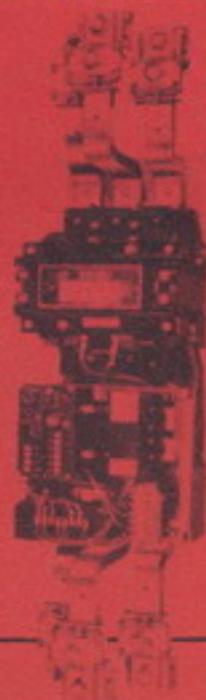
EQUIPO ELECTRICO

## INTRODUCE SU NUEVO ARRANCADOR TIPO S CON UN DISEÑO INNOVADOR DE CONFIABILIDAD PROBADA A TRAVES DEL TIEMPO LE BRINDA...

- Más vida mecánica libre de fallas y funcionamiento eléctrico mejorado.
- Más confiabilidad en la protección del motor.
- Más ahorros en la instalación.
- Más ahorros en mantenimiento.
- Más flexibilidad.
- Más disponibilidad de espacio.
- Más variedad de dispositivos disponibles.
- Más variedad de gabinetes y una amplia selección de estaciones de control para montaje en la cubierta.

Los Arrancadores Tipo S le brindan todas estas ventajas además del funcionamiento libre de fallas que ha hecho de los Arrancadores Magnéticos Tipo S de SQUARE D un símbolo de calidad.

AHORA DISPONIBLES  
ARRANCADORES  
Y CONTACTORES TIPO S  
TAMAÑO 7



Cualquiera que sea su motor, sistema de potencia o requerimiento, siempre hay un arrancador SQUARE D adecuado.

Los ARRANCADORES TIPO S están disponibles en una amplia variedad de gabinetes.

# SQUARE D®

EQUIPO ELECTRICO