

620

R

REVISTA del COLEGIO



FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA
NÚMERO 5/87 AÑO 30

30(5)





Nuestros conocimientos al servicio de su empresa

Radiográfica Costarricense, S.A.

Cualquiera que sean las necesidades de su empresa en cuanto al manejo de información, nuestros conocimientos pueden serle sumamente útiles para recomendarle servicios que debe implementar o bien para optimizar los que ya posee.

No vacile en llamarnos para obtener una asesoría inmediata que lo lleve a solucionar sus necesidades en materia de telecomunicaciones. Recuerde que los años de experiencia nos han hecho expertos para servirle mejor.

Radiográfica Costarricense
S.A.

La empresa de la telemática en Costa Rica

Calle 1 Ave. 5 Teléfono: 33-5555 Télex: 1012+ Facsímil: 23-1609

**MAS DE
500.000
personas**

**Caminaron, pasearon
y se detuvieron
sobre este piso en
FERCORI '87**



**Se demostró así la
excelente calidad
de la tecnología
italiana de Ceinsa...**

**Belleza
Duración y Limpieza**



**Teléfonos. 73-7144 / 73-7061
Apartado 8-5.400**

ESTRUCTURAS DE ACERO ARMCO



Para Drenajes



Para Colectores Pluviales



Puentes



Seguridad Vial

Soluciones rápidas y eficientes para diferentes aplicaciones de ingeniería.

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

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

nizadas o con Recubrimiento Epóxico.

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

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

Para mayor información, favor contactar:

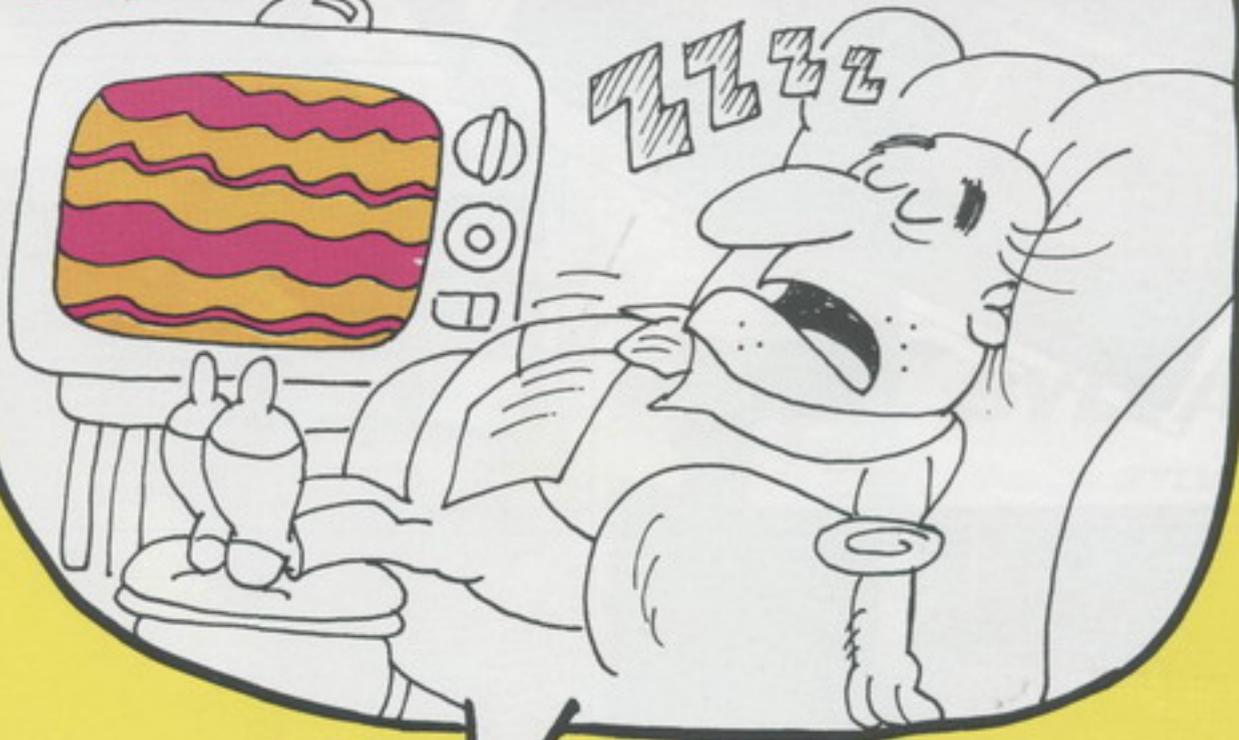
¡CONSULTENOS!



**ARMCO LATIN AMERICA DIV.
AMERICA CENTRAL**

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

¡Apague la tele cuando no la vea!



Un buen
consejo de
su amigo:

Icetico

Tener encendido un televisor que nadie está viendo, es un gasto innecesario.

Vea bien su televisor y ahorre energía y dinero.

**AHORRE DINERO...
USE LA CORRIENTE
RACIONALMENTE**



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



CNFL

Solicite más consejos sobre ahorro en el ICE o en Fuerza y Luz.

Décor
PORTONES S.A.

Tel. 36-0125 - 35-4563

Apdo. 756-1100 Tibás, C.R.

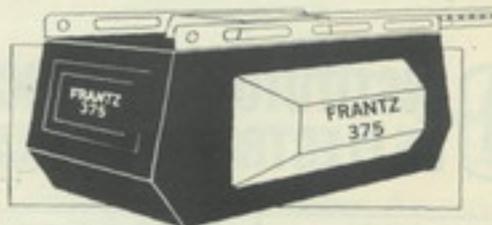


el portón solución!

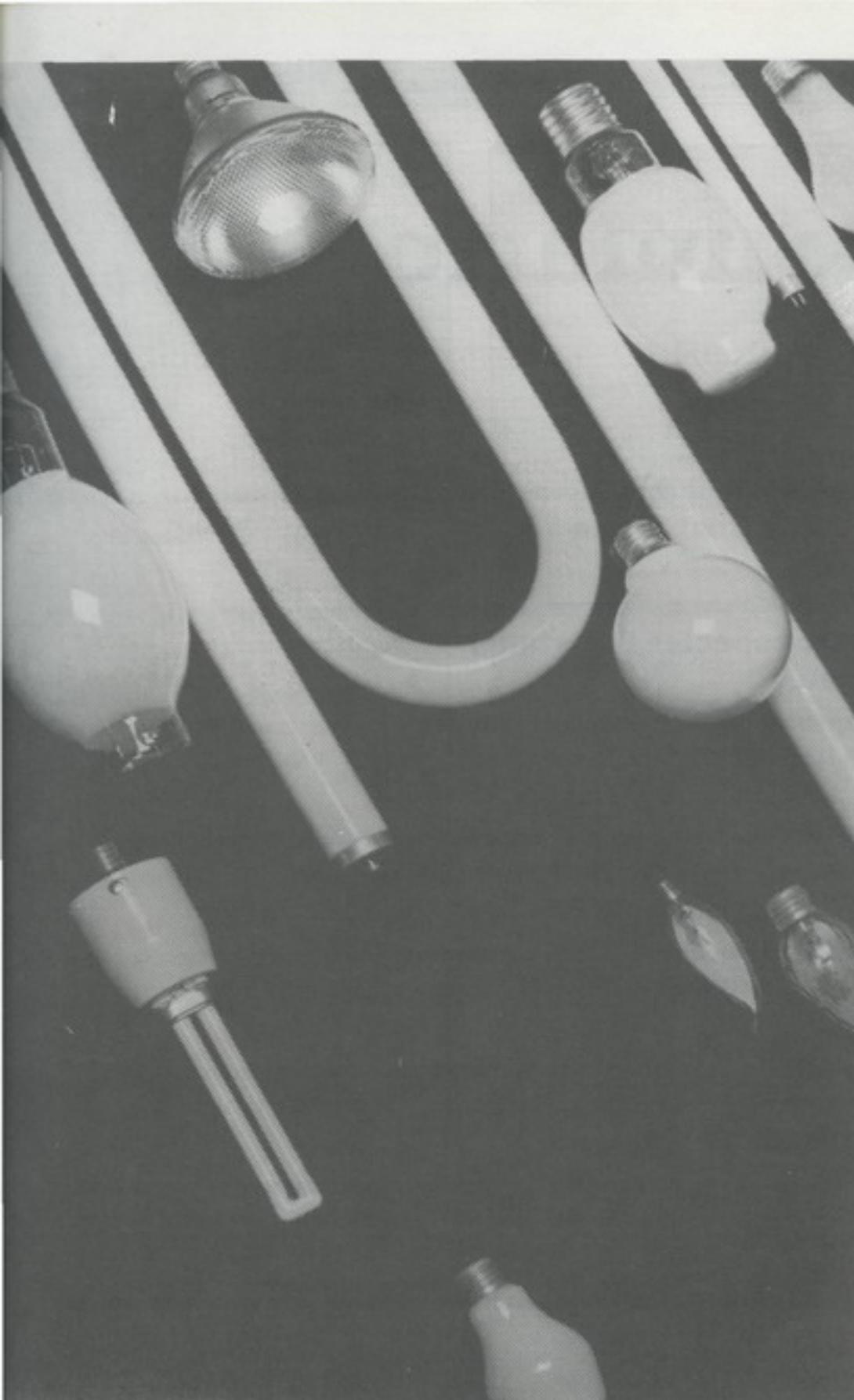
Portones Levadizos,
Corredizos y Abatibles.

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

operadores electrónicos



La solución al
problema de abrir
y cerrar su portón



Obtenga
ahorro y
variedad en
iluminación
con sólo
una palabra:
SYLVANIA

Porque **SYLVANIA** | **GTE**

le ofrece, además de una gran variedad de productos para la iluminación, productos ahorradores de energía dentro de cada familia.

Bombillos para todo uso.

Amplia gama de tubos

fluorescentes.

Iluminación industrial y comercial.

Iluminación para interiores y exteriores.

Servicio técnico permanente.

Cuando pida productos para la iluminación sólo diga

SYLVANIA | **GTE**

Excelencia en iluminación

Llámenos a los teléfonos 32-33-34 32-80-66 con gusto le atenderemos.

Sumario

-
- | | | |
|----------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 6 | Crisis forestal de Costa Rica | Rodrigo Artavia Quirós
Geógrafo |
|----------|--------------------------------------|------------------------------------|
-
- | | | |
|-----------|--|---------------------------|
| 14 | Resistencia de especies forestales no tradicionales | Ing. Jaime Sotela Montero |
|-----------|--|---------------------------|
-
- | | | |
|-----------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 26 | Estructuras indeterminadas | Ing. Rodrigo Bustamante Vargas |
|-----------|-----------------------------------|--------------------------------|
-
- | | | |
|-----------|--|-----------------------------|
| 46 | Mantenimiento y rehabilitación de carreteras por contrato | Ing. Carlos E. Hernández H. |
|-----------|--|-----------------------------|
-
- | | | |
|-----------|--|-----------------------|
| 60 | Agua pluvial para consumo doméstico | Ing. Edmundo Kikut Ly |
|-----------|--|-----------------------|
-
- | | | |
|-----------|---|---------------------------|
| 66 | El papel de los recursos humanos en la productividad | Ing. José Leñero González |
|-----------|---|---------------------------|
-
- | | | |
|-----------|---|--------------------------------|
| 78 | ¿Dónde está el Ingeniero Industrial en Costa Rica? | Ing. Sergio A. González Duarte |
|-----------|---|--------------------------------|
-

COMISIÓN DE LA REVISTA DEL
COLEGIO FEDERADO DE
INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS
DE COSTA RICA

Ing. Topógrafo
MARTÍN CHAVERRI

Ing. Civil
BERNAL LARA

Ing. Electricista
ISMAEL RETANA

ICO
AHIAS STELLER PORRAS

Director Ejecutivo a.i.
Ing. **RODRIGO SOJO JIMENEZ**

Periodista
JORGE COTO E.

Producción
ALFREDO MASS

Publicidad
GINNETTE ARIAS M.

Diseño Original
CRISTINA DE FINA

Tel.: 21-5005
Apdo. 780-2100

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



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

Editorial

La Revista del Colegio en 1988

La Revista del Colegio la hemos venido dedicando a la publicación de artículos escritos, en su gran mayoría, por miembros del CFIA sobre temas generales y sobre temas técnicos y específicos. Hemos recibido algunas opiniones, y otras en contrario, de que lo ideal es publicar únicamente artículos generales que sean de interés para todos los miembros, pero esto impide profundizar en ciertos temas, ya que entre más se profundiza o entre más técnico es el tema, más pequeño es el grupo de profesionales al que va dirigido y no es de interés para los miembros de las otras disciplinas de la ingeniería y de la arquitectura. Creemos que debemos publicar ambos tipos de artículos: los que interesan a todos y los que interesan sólo a un grupo de colegiados. Podemos mejorar mucho en este aspecto en 1988 pero necesitamos la ayuda de todos los miembros del Colegio enviándonos artículos (de tres a ocho páginas a doble espacio) para ser publicados.

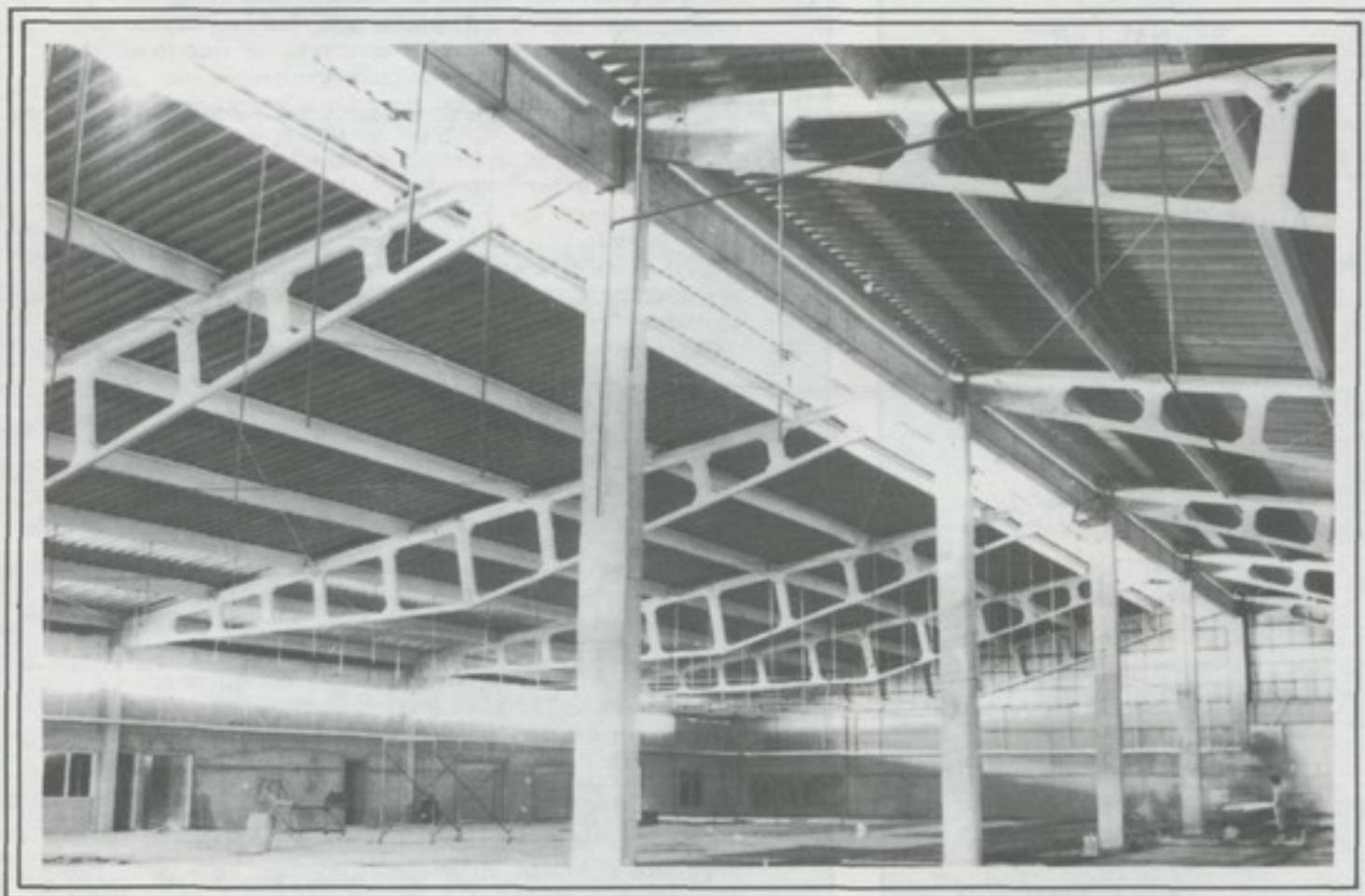
Los anuncios comerciales de la Revista tienen la doble función de financiar la publicación de la misma y de informar a los miembros del Colegio sobre los productos y servicios disponibles en el mercado. Esta información la hemos venido ampliando con artículos sobre empresas, productos y servicios y queremos ampliarla aún más en 1988. Queremos mejorar y estamos a la espera de sus comentarios, críticas y sugerencias.

En la primera revista del año 1988 queremos iniciar una nueva sección que consistirá en la publicación de cartas, comentarios, críticas, sugerencias y artículos cortos (una o dos páginas a doble espacio) sobre temas generales o específicos de las profesiones, del Colegio, de la Revista, del país en general etc. y toda clase de inquietudes que quieran expresar Uds. los miembros del CFIA. Ayúdenos a mejorar la Revista, a hacerla más dinámica e interesante y hagamos uso del derecho y de la libertad que tenemos en Costa Rica de expresar nuestros pensamientos, críticas constructivas, comentarios e inquietudes.

Les agradecemos enviarnos sus artículos y cartas a la Revista del Colegio, Apartado Postal 780-2100 en donde serán bienvenidos. La Revista del Colegio debe convertirse en tribuna y en foro abierto para todos los miembros del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. ¡Ayúdenos a cumplir con este objetivo que nos hemos trazado para 1988!

Bodegas prefabricadas de concreto:

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



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

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

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

Para mayor información

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

A LUMICENTRO DISTRIBUYE EL MEJOR ALUMINIO QUE UTILIZA COSTA RICA



Suspensión de Cielos. Canales, haches, esquineros para remodelaciones o divisiones. Barras, tubos y platinas para antenas. Perfil para ventanas, puertas de baño, mosquitero, alfombras y piso vinílico, closet y urnas. Láminas y planchas. Barras hasta de 4 pulg. para torno e industria...

Y UN SIN FIN MAS DE EXTRUCCIONES DE ALUMINIO



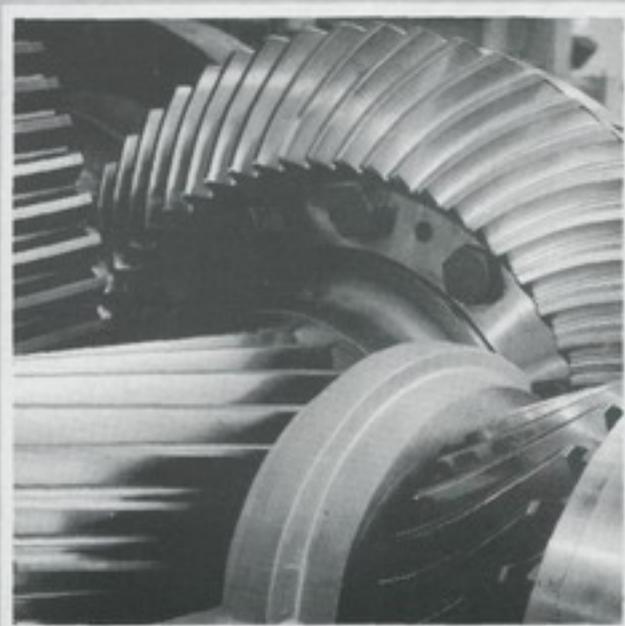
ALUMICENTRO

"El Supermercado del Aluminio"

COSTADO SUR DE POZUELO EN LA URUCA, C.R.

Tels. 20-0101/20-0202

FLENDER Sinónimo de Calidad...



FLENDER es el primer fabricante en el mundo de todos los elementos de la línea de accionamiento, es decir, FLENDER tiene una solución óptima para cualquier caso de transmisión.

Los elementos que FLENDER produce y garantiza comprenden reductores, elementos de transmisión y sistemas completos de accionamiento para los constructores de maquinarias e instalaciones de todo tipo de industria que se destacan en el mercado mundial por su excelente calidad.

En Costa Rica FLENDER ha confiado su representación exclusiva a:

Almacén RUDIN S.A.

TEL. 22-44-66 - Apdo. 10228 - SAN JOSÉ, COSTA RICA
300 M SUR Y 50 OESTE DE LA CATEDRAL
Av. 10 a. CALLES CENTRAL Y 2a
Telex 3031

Nuestro esfuerzo se levanta día a día en toda obra



CEMENTOS DEL PACIFICO S.A.
En concreto... el mejor cemento.

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



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

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

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



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

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



SQUARE D CENTROAMERICANA S.A.

Dondequiera que se distribuye y controla electricidad.

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

usted

TIENE DERECHO A DORMIR TRANQUILO...



En lo que se refiere a Domos y Láminas Plásticas, nosotros asumimos los problemas. Tenemos la experiencia, tenemos la tecnología y tenemos un excelente personal, muy capacitado y muy responsable.

plastiluz.

MARCA REGISTRADA DE:



neon nieto s.a.

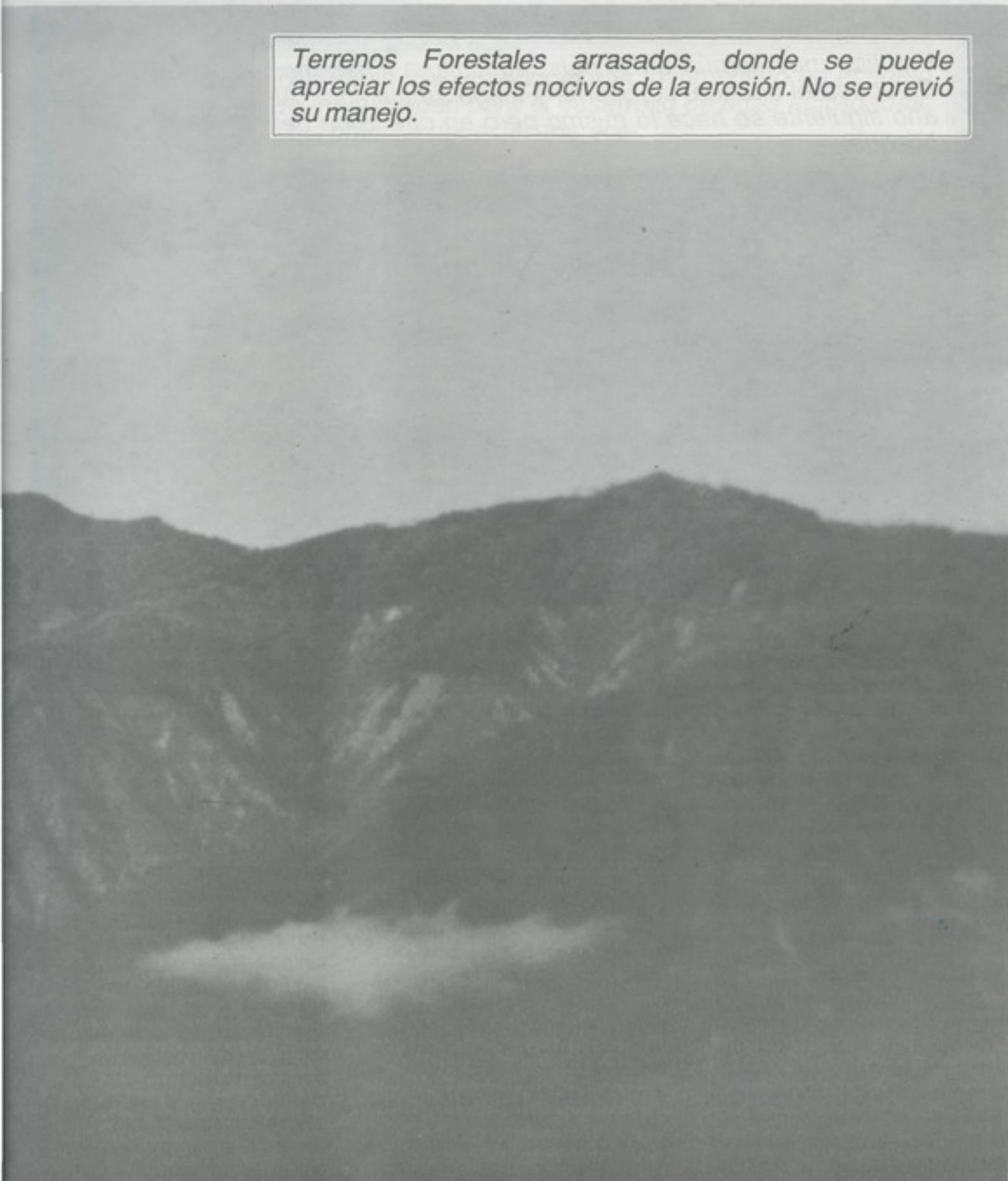
TEL. 35-6755 APDO. 3499-1000 S.J. C.R.

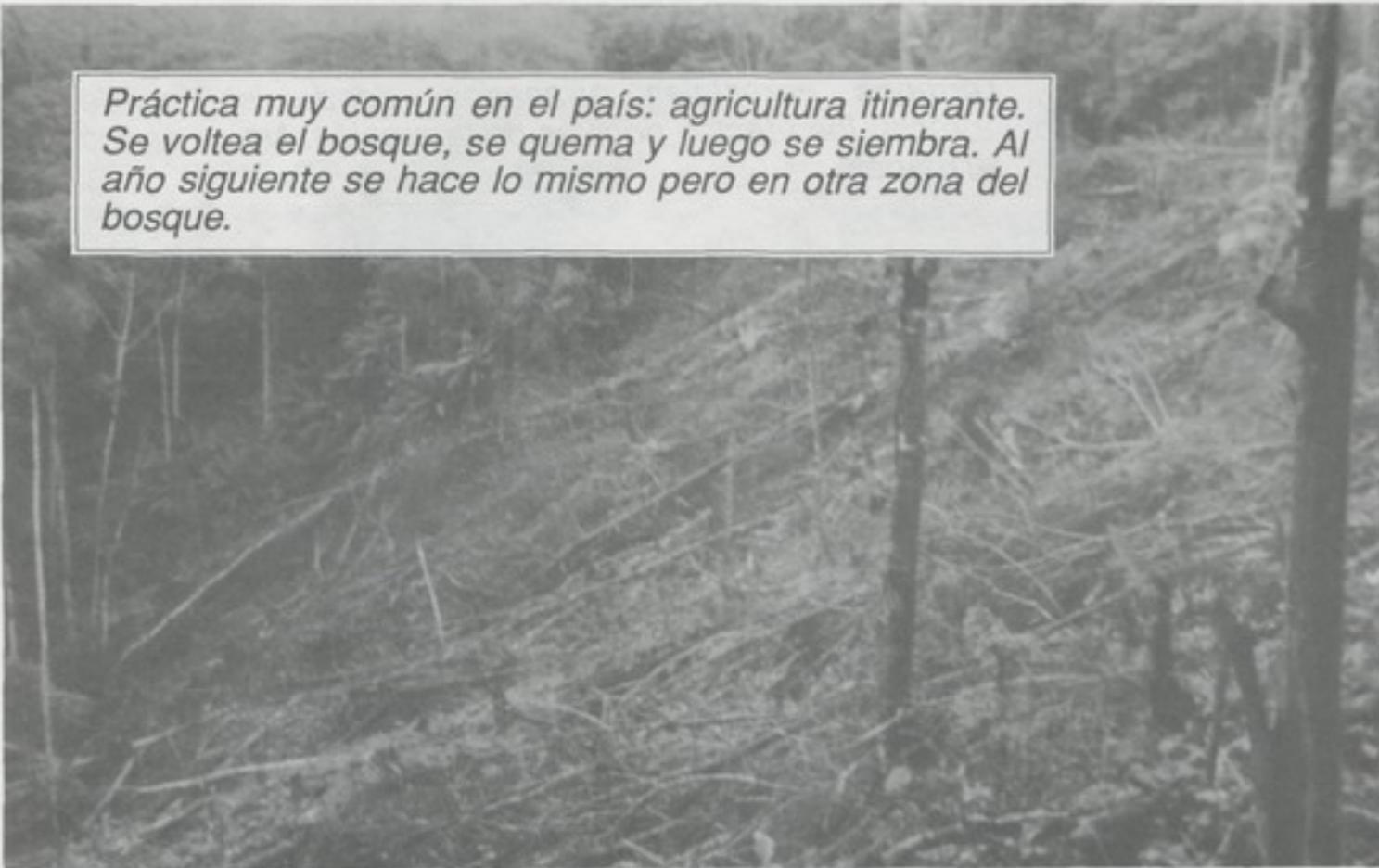


Crisis forestal de Costa Rica

Rodrigo Artavia Quirós
Geógrafo

Terrenos Forestales arrasados, donde se puede apreciar los efectos nocivos de la erosión. No se previó su manejo.





Práctica muy común en el país: agricultura itinerante. Se voltea el bosque, se quema y luego se siembra. Al año siguiente se hace lo mismo pero en otra zona del bosque.

Hace unos meses a través de los diversos medios de comunicación, dando un carácter sensacionalista, salió a relucir un problema como alarma general por las implicaciones que este tiene y me refiero al problema forestal del país. En realidad aunque es grave no resulta nada nuevo a estas alturas y en estas pocas líneas se tratará de hacer un ligero análisis de dicha situación.

No se debe perder desde ningún punto de vista la perspectiva histórica de lo planteado, pues el proceso de deforestación del territorio nacional se remonta a mucho antes de que inicie el proceso colonial de Costa Rica, ya que nuestros aborígenes practicaron la agri-

cultura itinerante, que consiste en derribar el bosque, quemar y cultivar por períodos que en muchos de los casos no superaban los dos años.

Los historiadores, en sus escritos, han señalado que al llegar los españoles a Costa Rica, el territorio estaba cubierto por bosques y narran con todo detalle las bellezas que encontró el europeo en estos bosques tropicales por la incalculable riqueza de especies que ellos contienen. Cabe señalar aquí, que aunque las prácticas itinerantes eran frecuentes, el trastorno ecológico causaba poco impacto, pues al abandonarse este bosque se recuperaba naturalmente.

Durante el proceso colonial empieza el fenómeno de la deforestación al darse lo que se ha llamado el "colonialismo ecológico" (Hall C.) al implantarse los sistemas de agricultura importados de Europa, surgiendo de esta manera los diversos tipos de fincas como la chacra, la hacienda, la plantación, etc., lo que implicó la destrucción del bosque, donde los árboles maderables se quemaban o se perdían, pues se dificultaba transportarlos, ya que había que hacerlo con animales de tiro, de este modo se puede apreciar cómo este proceso de destrucción del bosque se aceleró en los últimos ciento cincuenta años conforme se incrementó la población del país alcanzando un nivel crítico a esta fecha.



Tala Rasa. Se observa el efecto inmediato en el suelo de mala calidad para el desarrollo de otras actividades. Esta práctica debe desaparecer.

Es bien sabido que siempre en la historia de la humanidad, la acción del hombre ha transformado el medio natural y resulta impresionante lo que el género humano ha hecho en los cincuenta millones de años que tiene de existir en el planeta.

Actualmente, el problema de la deforestación y el impacto ecológico en el país han cobrado fuerza, por cuanto se "descubrió" que las reservas forestales, continuando con las prácticas actuales apenas alcanzan para el año 1995 y entonces había que culpar a alguien y se generaron criterios como "el beneficio de unos pocos", la "irresponsabilidad de los industriales", "los que se han hecho ricos con los recur-

sos del bosque", etc. Aquí se presenta la discordia absoluta.

La geógrafa Carollyn Hall en su libro, Costa Rica, una interpretación geográfica con perspectiva histórica; afirma "el problema ecológico crucial, inherente al proceso histórico del subdesarrollo, no es la escasez de recursos, sino la coexistencia paradójica de la subutilización y sobreexplotación del ambiente físico".

Ante esta perspectiva se puede asegurar que la culpabilidad debe compartirse, pero indiscutiblemente la mayor cuota le corresponde cargarla al Estado, a los diversos gobernantes que ha tenido el país y nunca hubo ni hay, voluntad política para solucionar el problema y

mucho menos para proyectar a futuro la situación forestal del país, mediante leyes que vinieran a ordenar nuestro medio.

En forma abierta se ha culpado al industrial forestal como el causante número uno de la deforestación del país y lo que categóricamente se tiene que desmentir, por las siguientes razones:

a- Las proyecciones de desarrollo del país, generaron que otras actividades como la ganadería, cafetalera, bananera, cacaofera, desplazarán enormes cantidades de bosque sin reposición, y lo que es más grave la mayor parte de la madera fue quemada o destruida por el tiempo. De ahí que se afirme que la actividad indus-

Terrenos dedicados a otra actividad. Obsérvese la pérdida del recurso madera por pudrición.



trial ha operado siempre con los desperdicios de otras actividades.

b- La falta de una cultura forestal, ya que nuestro campesino desconoce el valor económico del árbol, por cuanto éste ha continuado con la práctica de agricultor itinerante, pues tiene que enfrentarse a altos costos para cultivar y mayores para extraer la madera del bosque y transportarla al aserradero.

c- Para nadie es un secreto que instituciones del Estado como el Instituto de Desarrollo Agrario ha patrocinado la deforestación, porque al otorgar tierras al campesino, le pide mejoras para titular y dichas mejoras consisten en derribar el bosque y que ante la falta de recur-

sos no puede extraer el producto de ese bosque y como necesita sembrar tiene que quemar. Así, un funcionario del I.D.A., aseguró hace unos días que en cinco asentamientos en la zona sur se habían desperdiciado aproximadamente 10 millones de metros cúbicos de madera, que hubieran generado trabajo para la industria nacional por lo menos por un año a tiempo completo.

El I.C.E. ha deforestado para sus tendidos eléctricos.

El S.N.A.A. ha permitido que se hicieran explotaciones en importantes cuencas y no exigió ni manejo y mucho menos controló la reposición del recurso.

ch- No debe ignorarse que el industrial siempre ha comprado la madera en el patio de su aserradero, no ha cortado el bosque, no transporta su madera, únicamente la recibe y procesa, para ser utilizada posteriormente en diversidad de actividades como la construcción, mueblerías, etc.

¿Qué ha hecho el Estado ante esta situación? Simplemente nada por el problema de siempre "no hay presupuesto". Hoy se habla de una deforestación salvaje, que se cortan 52.000 hectáreas por año, que la mayor parte de la madera se corta sin permiso, etc., pero esos son solamente lamentos, pues no hay voluntad política y mucho menos decisión.



Testigos mudos. Suelos forestales dedicados a otra actividad.

La Dirección General Forestal creada en 1969, empieza a regular y legislar sobre los recursos naturales hasta en 1983 o sea 14 años después.

La industria forestal desde los años 70 comenzó a llamar la atención de la necesidad de controlar la corta de madera, lo imperioso de reforestar, a lo cual no se prestó la atención suficiente y al final se concluyó con choques e inclusive ruptura entre el Estado y la empresa privada.

En el campo de la reforestación aunque existen incentivos para generarla, las mismas políticas estatales la restringen, y todas las iniciativas de la empresa privada quedan en el papel.

Hoy se hace un nuevo intento, la Dirección General Forestal ha comprendido que no puede trabajar sola y ha iniciado un proceso de "acercamiento" con la empresa privada buscando las mejores soluciones para el país, existiendo siempre algún grado de distensión entre ambas partes y se debe comprender que para dialogar no se debe ser estricto, se debe ser amplio y buscar incentivar al empresario privado que realiza enormes esfuerzos económicos que a la postre generan trabajo, tranquilidad y seguridad.

Bien dice el adagio popular "valoramos lo que tenemos cuando lo perdemos", hoy se habla del impacto ecológico, del desastre de la deforesta-

ción, pero esto debió preverse hace cuarenta o más años.

Hoy tenemos todos los costarricenses un verdadero reto para el futuro, pues debemos aprender a ordenar y manejar los recursos naturales que nos quedan, iniciar una campaña masiva de reforestación con amplitud de parte del Gobierno sin entorpecer con sus mecanismos y un esfuerzo importante de la empresa privada por aunar esfuerzos y lograrlo.

BIBLIOGRAFIA

HALL, CAROLYN. Costa Rica: Una Interpretación Geográfica con Perspectiva Histórica. Primera Edición. San José. Editorial Costa Rica, 1983, 119-131 p.p.

DOLFUS, O. El Espacio Geográfico. Trad. de Damia de Bas Oikos-tau-España. P. 124.

FONT S.A.

36 AÑOS SIRVIENDO AL PAIS SON SU MEJOR GARANTIA

LA URUCA TEL.: 32-82-22



APDO. 10295 SAN JOSE



Retroexcavadoras



Equipo Retro:

Profundidad máxima de excavación	5.77m
Fuerza rotura cucharón	4475kgf
Capacidad de elevación	1321kg



Equipo Cargador:

Altura de descarga	2.68m
Fuerza de rotura (en la cuchara)	4574kgf
Capacidad de elevación a plena altura	2615kg

Opciones:

Ejes:
Tracción a 2 ruedas.



Tracción a las 4 ruedas.



Disponibles para una movilidad extra en la obra en terrenos difíciles. Ideal para aplicaciones tales como ripado del terreno y excavación de cimientos.

Motor:

Tipo diésel, 4 cilindros.
Potencia 65kW (87.5hp)

Accesorios

Cabina con acabado de lujo, cinturón de seguridad, luz rotativa, pomo en volante de dirección, batería para trabajos pesados, luces de trabajo, bomba para repostar gasóleo, almohadillas para los estabilizadores para no dañar el pavimento, juego piezas de emergencia, juego suplementario de herramientas, válvulas de retención de seguridad para el retro, brazo y estabilizadores, elevación de la cargadora, aislamiento ruido motor, antivaho parabrisas trasero, caja de herramientas con cerradura.

SOLUCIONES PARA LA CONSTRUCCION

SISTEMA MURO SECO

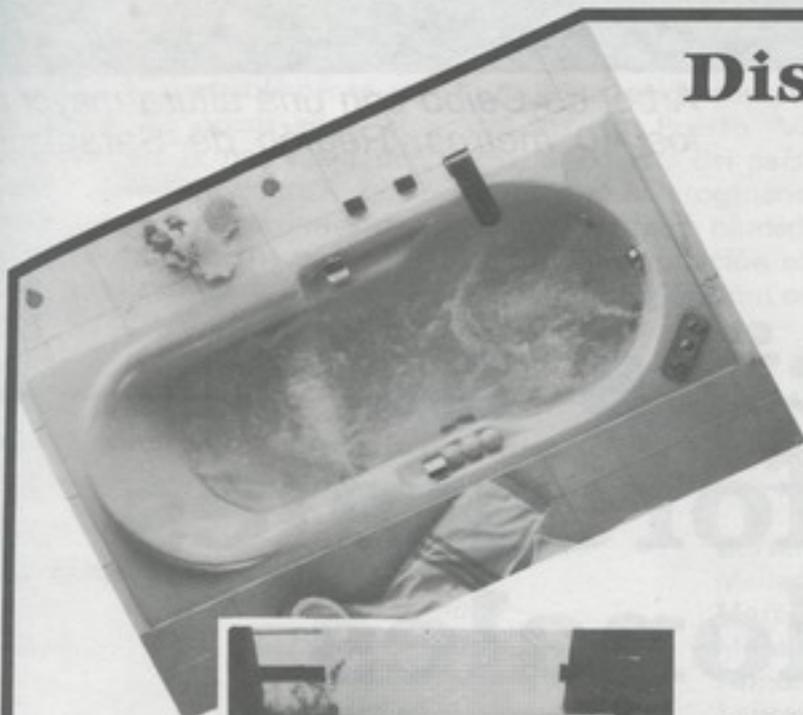
FIBROLIT 100

En Empresas Tabaré, S.A. nos especializamos en la construcción de obras con el Sistema Muro Seco con otras empresas constructoras. Nuestro servicio abarca desde elaboración de planos, presupuestación, instalación de cielos, paredes y toda la línea de productos Ricalit, hasta la construcción completa de viviendas, residencias y obras mayores. Consúltenos y con gusto le ampliaremos la información de cómo el Sistema Muro Seco con Fibrolit 100 y nosotros, podemos ayudarle al construir.



EMPRESAS TABARE, S.A.
Teléfonos: 31-75-71, 31-75-78 y 32-64-64

Con el respaldo y la asesoría de **Ricalit**



Distinción que sólo el mármol da...

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



CORHE INTERNACIONAL S. A.
Fabricante de Mármol Prins

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



Arbol de Ceibo con una altura mayor a los 40 metros. Región de Sarapiquí.

Resistencias de especies forestales no tradicionales

Ing. Jaime Sotela Montero

Introducción

En el año 1984 el Laboratorio de Productos Forestales del Instituto de Investigaciones en Ingeniería, Universidad de Costa Rica, inició en conjunto con la Dirección Forestal y con financiamiento de la Agencia Internacional para el Desarrollo, un proyecto tendiente a evaluar las propiedades tecnológicas de especies no tradicionales de la región de Sarapiquí. En término de 14 meses se pudo obtener información técnica de diez especies de la región con resultados bastante satisfactorios dada la calidad del producto evaluado.

En realidad, la zona de Sarapiquí puede considerarse como una de las regiones de mayor potencial boscoso del país, aún cuando es indudable que la explotación irracional de la madera ha alcanzado niveles tan grandes que muy probablemente y a ese ritmo, en pocos años, el país se vea en la necesidad de importar este producto. Los estudios serios y conscientes de esta problemática se hacen cada vez más importantes e indispen-

sables, lo anterior en razón de explotar racional y técnicamente un recurso natural tan importante. Una adecuada evaluación de especies maderables no sólo permite establecer los niveles permisibles de explotación y uso con el máximo de eficiencia, sino que también orienta el rumbo de los adecuados sistemas de reforestación de acuerdo a los niveles de producción esperados.

A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos en la evaluación de las propiedades mecánicas de dichas especies y algunas características adicionales importantes de tomar en cuenta por el ingeniero al momento de utilizar este producto en su profesión.

Características de la zona de estudio

El lugar de extracción del material se ubica en Sarapiquí, en una vasta región comprendida entre los ríos Puerto Viejo y Succión, al noreste del país. Los bosques son heterogéneos clasificados como muy húmedo tropical y cuya precipitación oscila entre los 4000 y 5000 mm con un pro-

CUADRO No. 1

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Canfín	<i>Protium panamensis</i>	Burseraceae
Cedro Manteco	<i>Trichilia</i> sp.	Meliaceae
Chumica	<i>Pouroma minor</i>	Moraceae
Chumico	<i>Pouroma aspera</i>	Moraceae
Flaco	<i>Xylopia sericophylla</i>	Annonaceae
Ira	<i>Ocotea</i> sp.	Laureaceae
Manga Larga	<i>Laetia procera</i>	Flacourtiaceae
Papa	<i>Sterculia recordiana</i>	Sterculiaceae
Sudor de Buey	<i>Hirtella triandra</i>	Rosaceae
Zoncho	<i>Hernandia didymantha</i>	Hernandiaceae



Prueba de flexión estática en madera de "Canfín".



ILUMINACION

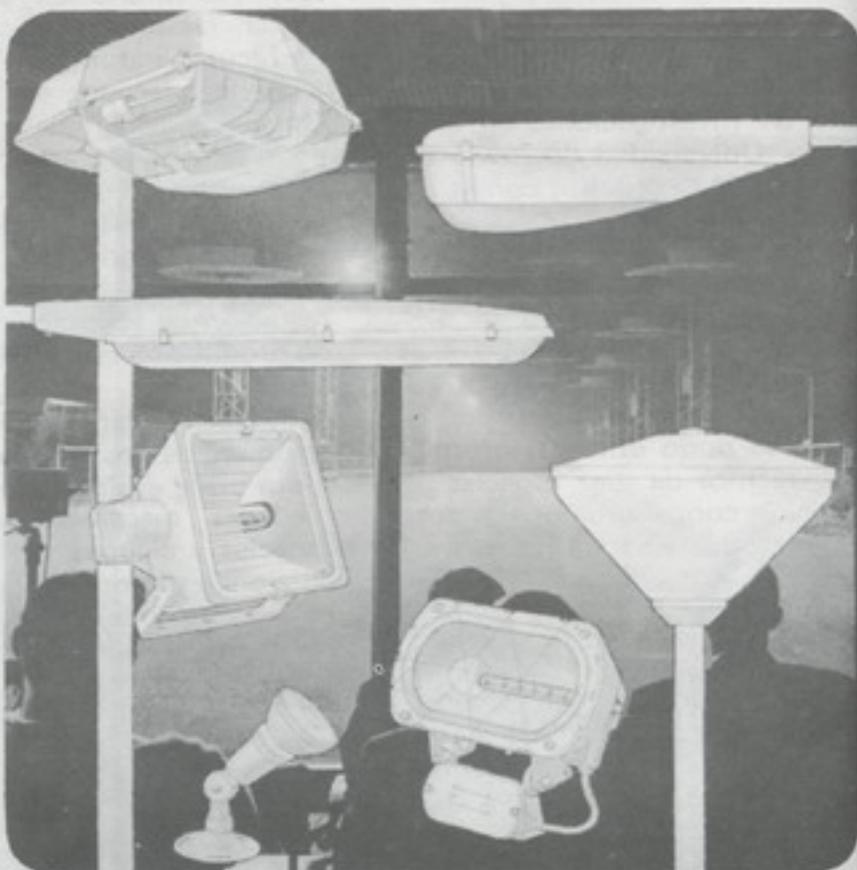
PHILIPS

Industria de Productos Eléctricos Centro-Americana S.A.

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

• EQUIPOS DE ILUMINACION EN GENERAL

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



• LUMINARIAS Y REFLECTORES PARA LA ILUMINACION DE:

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

• BALASTROS, ACCESORIOS Y REPUESTOS PARA ALUMBRADO

• ASESORAMIENTO DE ILUMINACIONES

INPELCA

medio de temperatura anual de 25°C. Los suelos son del tipo aluvial, mal drenados clasificados como Aquepts pero también se encuentran Humults y Udults (suelos desarrollados sobre terrazas antiguas disectadas, de relieve suavemente colinado). Además, se anota la alta capacidad de retención de humedad y lenta permeabilidad con un pH ácido a través del perfil.

En el Cuadro No. 1 se denota el Nombre Común, Científico y Familia de cada una de las 10 especies evaluadas.

Propiedades Mecánicas

La resistencia de la madera proveniente de las diferentes especies forestales del Cuadro No. 1 se determinan utilizando la especificación ASTM-D143 "Norma para la Determinación de la Resistencia de la Madera en Especímenes Pequeños Libres

de Defectos". En este caso se evaluó la resistencia última del material bajo diferentes condiciones de carga: Flexión, Compresión y Cortante. Es importante recalcar que en estos casos los esfuerzos presentados son últimos y por tanto no poseen el factor de seguridad correspondiente a un diseño normal en el campo de la ingeniería civil. Es conveniente hacer este tipo de aclaraciones ya que es común en nuestro país encontrar profesionales que interpretan mal los valores de esfuerzos últimos corrientemente obtenidos en los procesos de experimentación con madera. Los factores de reducción de tales esfuerzos, conllevan un proceso de evaluación un poco más sofisticado que no son objeto de explicación en este artículo, pero que sin embargo, pueden ser consultados en el Laboratorio si el lector deseara una ampliación mayor respecto al proceso de diseño de estructuras en madera.



Zona de extracción en Horquetas de Sarapiquí, a orillas del río Puerto Viejo.

CUADRO No. 2
RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION ESTATICA
ASTM D-143
(Valores de Esfuerzo al 12% Contenido de Humedad)

Nombre Común	PEB	% Contracción Volumétrica	Esfuerzo (kg/cm ²)		
			Límite Proporcional	Módulo Ruptura	Módulo Elástico
Canfín	0.45	12.02	455.9	787.6	108.396
Cedro Manteco	0.44	9.49	576.2	772.6	111.117
Chumica	0.41	9.99	551.0	696.7	113.273
Chumico	0.48	11.31	537.6	741.1	106.016
Flaco	0.54	10.87	643.8	1.061.7	142.294
Ira	0.42	8.72	499.9	773.2	98.145
Manga Larga	0.63	15.94	874.1	1.189.6	199.771
Papa	0.43	11.92	607.6	849.4	115.210
*Sudor de Buey	0.79	17.00	844.1	1.125.0	174.800
Zoncho	0.25	10.90	345.6	445.0	74.611

* Evaluada a un contenido de humedad superior (26%).

El Cuadro No. 2 presenta los valores experimentales promedio del ensayo de Flexión Estática, así como el peso específico básico (PEB). El PEB corresponde a la densidad del material con respecto al agua, tomando en cuenta el peso seco y el volumen verde de la madera.

La Contracción volumétrica mide en términos porcentuales los efectos de reducción de volumen en las piezas por la salida del agua de las paredes celulares.

El Cuadro No. 3 incluye los restantes valores promedio de los ensayos de compresión y cortante.

De todos los valores numéricos esbosados en los cuadros anteriores, es posible hacer algunas observaciones respecto de las cualidades de las maderas estudiadas. Por ejemplo, la contracción volumétrica es un indicador de las di-

ficultades de secado del material, es decir, un caso como el Sudor de Buey con una contracción elevada (17%) implica problemas importantes como rajaduras y torceduras de las piezas. El Manga Larga es un caso similar pues los niveles de contracción (16%) y la experimentación comprobaron la misma circunstancia para esta madera. Una de las especies más prometedoras para su uso en construcción es la de "Flaco" tanto desde el punto de vista de su resistencia así como de su apariencia estética. Similarmente el "Canfín" exhibe propiedades interesantes para el uso discutido, siendo una especie con un probable potencial comercial elevado. Casos como la Chumica, Ira, Cedro Manteco y Papa, son maderas susceptibles al ataque de hongos e insectos por lo que es inevitable la utilización de preservantes para garantizar su durabilidad. El Zoncho es una madera extremadamente liviana y por ende su uso es desestimado para



Cuarto de condiciones controladas para el secado de las muestras.

CUADRO No. 3
RESULTADO DEL ENSAYO EN COMPRESION Y CORTANTE
ASTM D-143
(Valores de Esfuerzo al 12% Contenido de Humedad)

Nombre Común	Compresión (kg/cm ²)		Cortante (kg/cm ²)
	Paralela al grano (Esfuerzo Máx.)	Perpendicular al grano (Esfuerzo Lim. Propor.)	
Canfín	294.9	44.3	126.8
Cedro Manteco	392.7	75.7	115.7
Chumica	390.9	44.3	82.3
Chumico	371.1	43.1	82.3
Flaco	591.5	78.9	97.2
Ira	432.8	50.5	97.3
Manga Larga	586.2	75.8	164.6
Papa	452.8	59.0	101.8
*Sudor de Buey	527.8	98.2	118.1
Zoncho	245.0	19.9	51.5

* Evaluada al 26% de contenido de humedad.

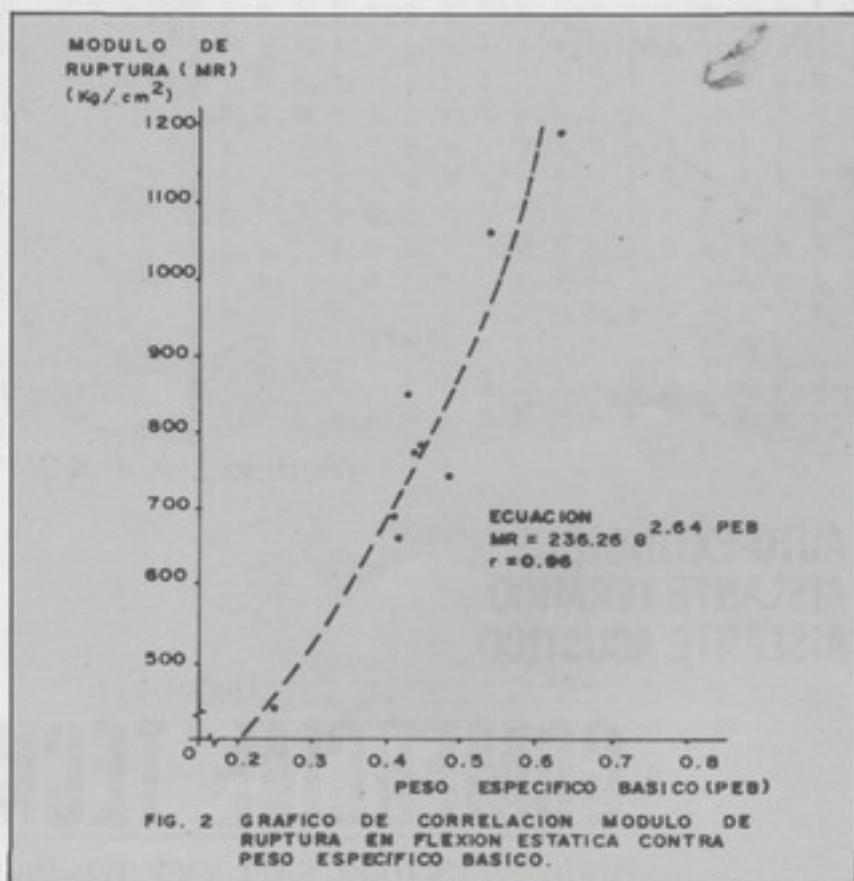
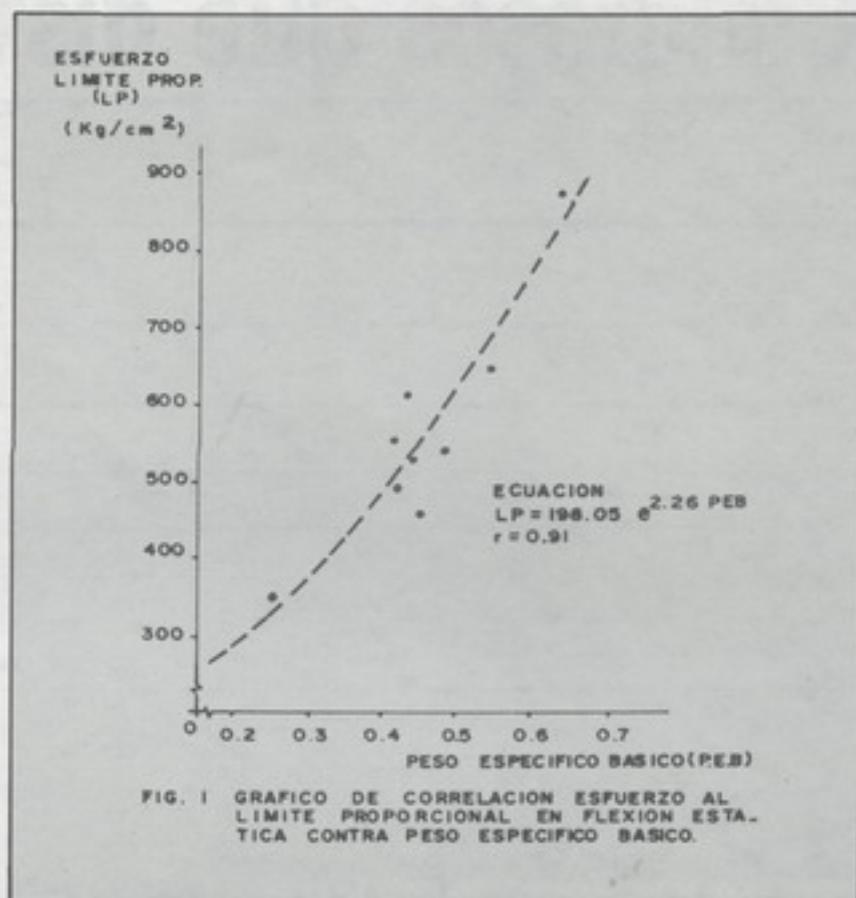
construcción, sin embargo, puede ser un sustituto para la madera de balsa.

Correlaciones Matemáticas con el Peso Específico Básico

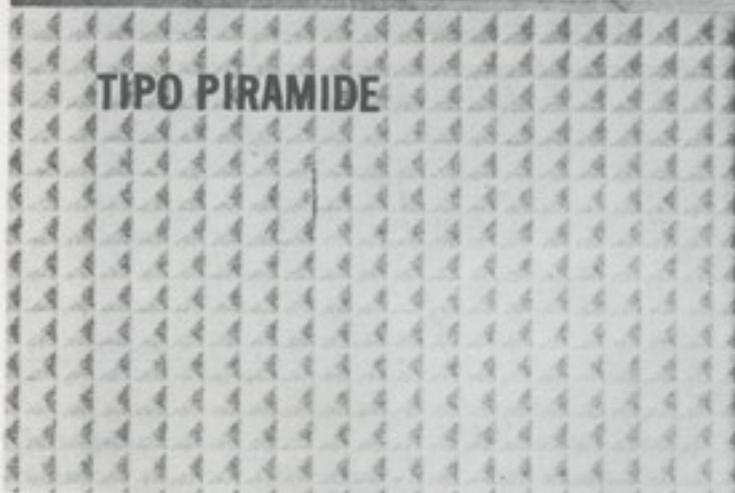
Los ensayos de propiedades mecánicas en madera son delicados y revisten de una peculiaridad interesante, especialmente en países tropicales: ninguna especie es idéntica a otra en cuanto a su resistencia. Esto es importante en el tanto que en Costa Rica existen alrededor de unas 2000 especies forestales, de las cuales si acaso en el 10% se ha efectuado algún tipo de investigación. La experimentación es el único medio de evaluar el material y realmente el procedimiento es caro. Es en este sentido de que en muchas ocasiones, se ha tratado de establecer parámetros más sencillos de evaluación y en el campo de la madera el PEB ha sido el tradicional.

Es de esperar que a mayor contenido de masa por unidad de volumen mayor sea la resistencia. De toda suerte, el PEB es un parámetro mucho más sencillo de obtener que las propiedades mecánicas propiamente enumeradas; aún cuando posee limitaciones en cuanto a la validez de la interpretación dada.

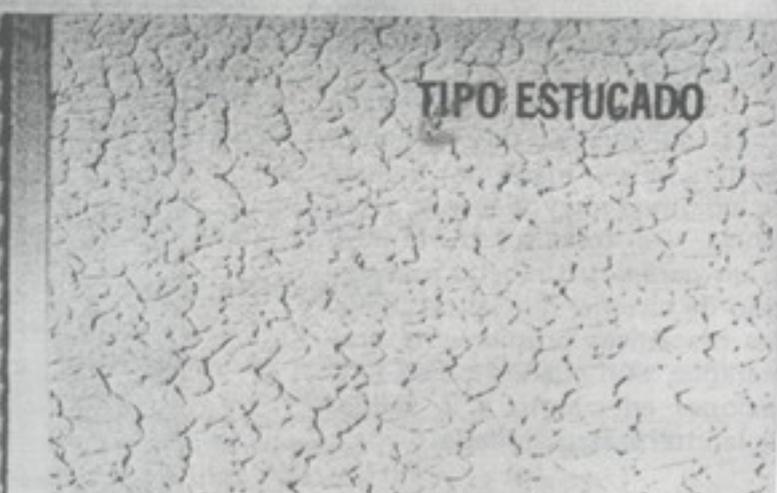
En el caso que interesa, se procedió a confeccionar un programa de cómputo para establecer dos posibles soluciones de una ecuación de correlación entre el PEB, como variable independiente, y las demás propiedades mecánicas anotadas en el Cuadro No. 2 y No. 3. Estas dos soluciones corresponden a una del tipo lineal y otra del tipo exponencial, calculado en ambos casos el coeficiente de correlación respectivo. A través de este, es posible



Cielorastos que distinguen...



TIPO PIRAMIDE



TIPO ESTUCADO

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

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

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

Distribuye

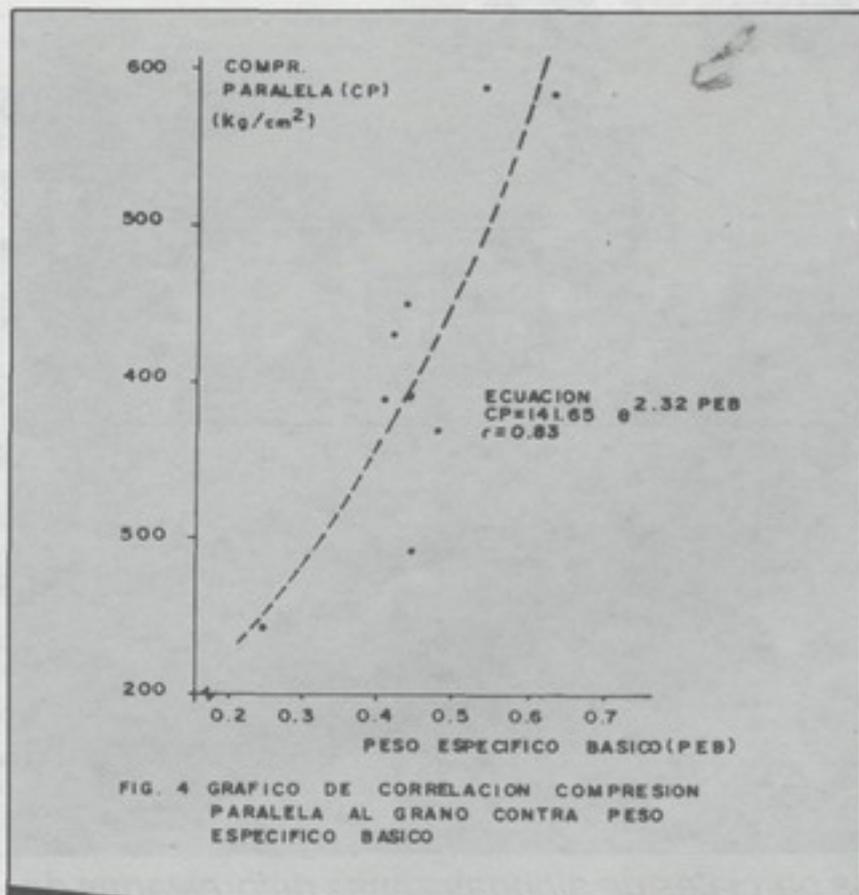
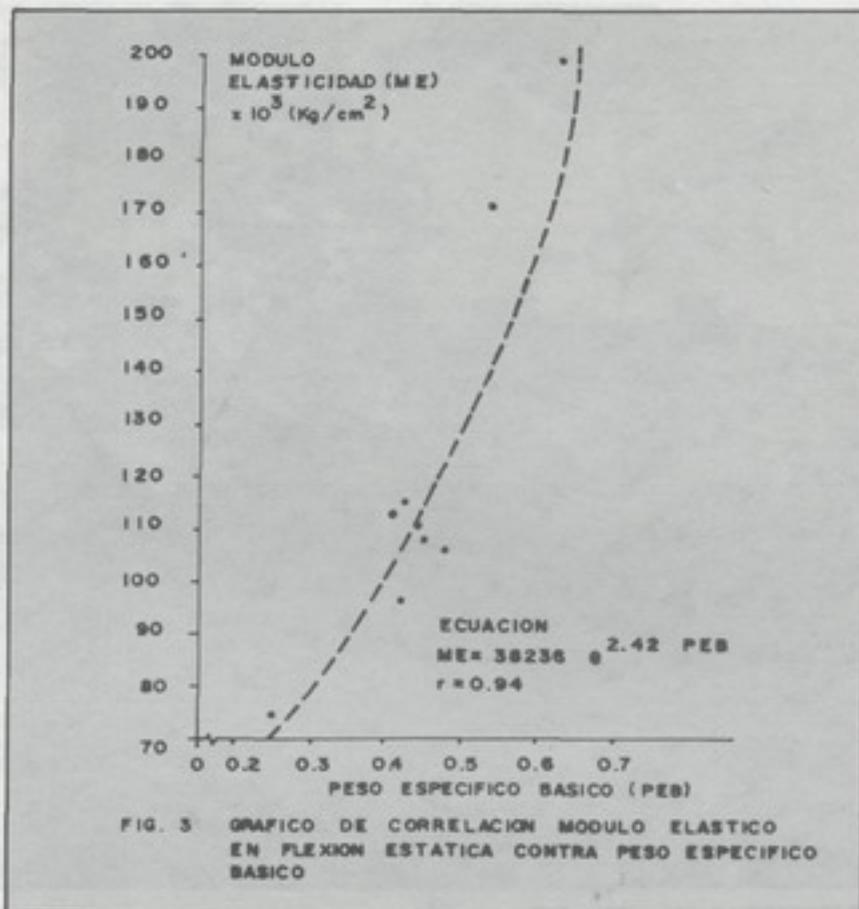
COMERCIAL TECNICA S.A.

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

obtener el grado de confiabilidad de la solución matemática como primera aproximación. El mismo nunca excede la unidad (valor máximo) y se considera que la aproximación es válida en el tanto que sea mayor de 0.8. Es, en resumen, un indicador de la dispersión de los puntos experimentales con respecto a la ecuación calculada.

Las figuras de la No. 1 a la No. 6 muestran los gráficos de correlación obtenidos con los valores promedios experimentales de cada uno de los ensayos de resistencia y el PEB de cada especie. En ellos se anota la ecuación matemática de más alto coeficiente "r". Se incluyen nueve valores debido a que los ensayos en la madera de Sudor de Buey se efectuaron a una humedad superior a las demás (26%). Nótese en cada caso, como existe una tendencia matemática a pesar de la poca cantidad de puntos experimentales y como el coeficiente "r" es aceptable en términos generales.

Lógicamente las ecuaciones calculadas requieren de una mayor comprobación en el sentido de que para que realmente sean aplicables desde el punto de vista técnico, es necesario un mayor número de ensayos de especies procedentes de la zona e incluir nuevos puntos experimentales en los gráficos. La confiabilidad de las ecuaciones dependen de un análisis estadístico en una población mayor. Si es importante ratificar la existencia de una correlación con la densidad, siendo esta una característica determinante de la madera en muchos aspectos, no sólo la resistencia. Las ecuaciones en estos términos pueden ser aplicadas en el tanto de que se conozcan las limitaciones de su validez.





En estos momentos se consideran una aproximación, pero conforme el Laboratorio incluya nuevos valores experimentales la confiabilidad podrá ir en aumento.

Conclusiones

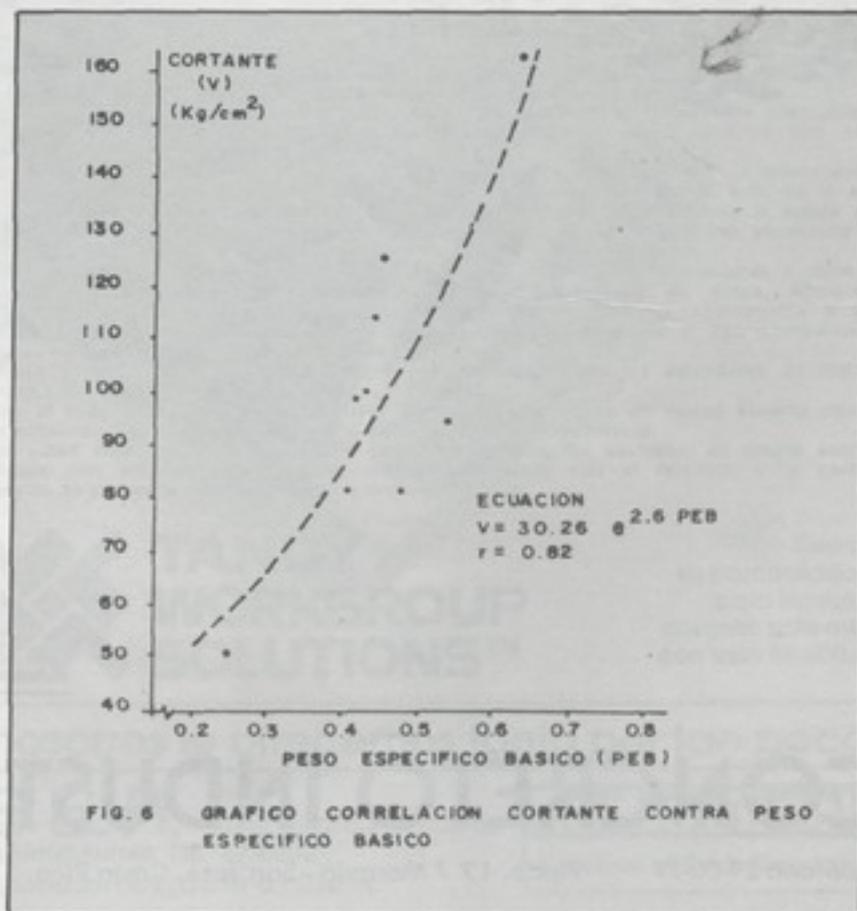
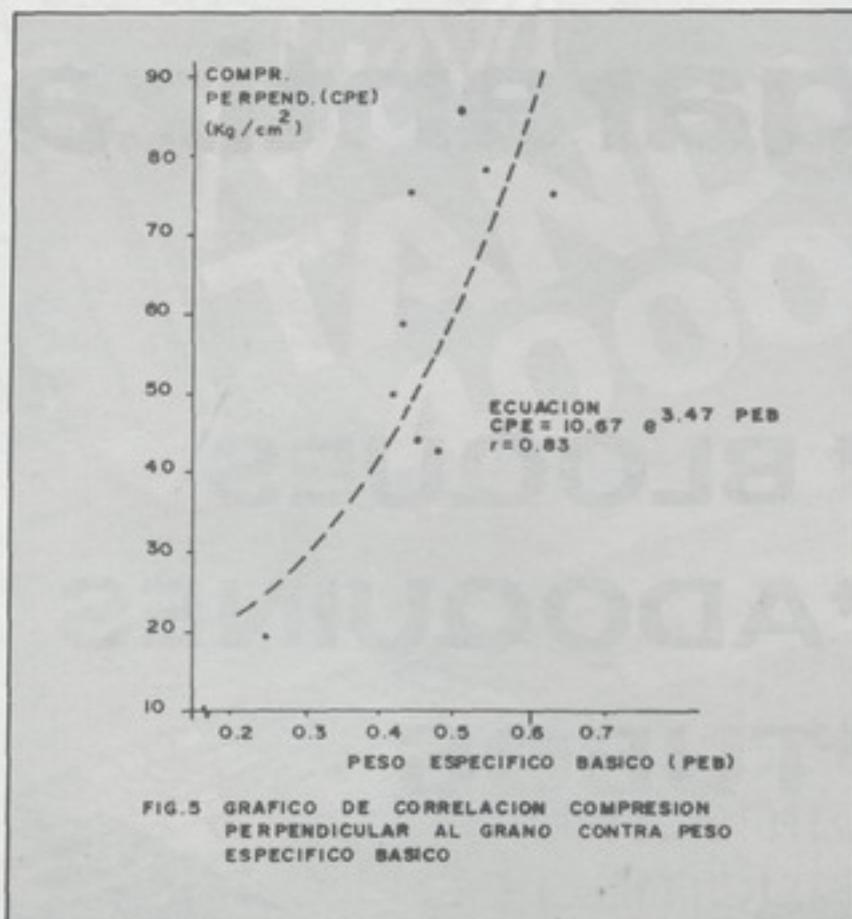
El mercado de la madera en Costa Rica es realmente especial en el sentido de que se rige por la "moda". Los aserraderos distribuyen en muchas ocasiones un solo tipo o un número limitado de especies de madera pues la oferta y la demanda actual del producto les confiere ese derecho. El análisis y estudio científico de maderas no tradicionales demuestran la existencia de productos del bosque con muy buenas perspectivas de uso industrial y comercial.

Se podrá, en este sentido, incluir análisis de "planes de manejo forestal" que abarquen los aspectos más importantes del concepto de reforestación.

En cuanto al caso de la investigación anotada, es importante recalcar que la calidad del producto que se obtuvo es realmente satisfactoria. Existe y es de esperar una buena cantidad de especies no tradicionales que podrían eventualmente ser incorporadas al mercado nacional e incluso ser utilizadas en algunos casos como especies autóctonas para reforestación. Obtener este logro tan importante significa una sola cosa: fortalecer, desarrollar y poner en práctica la investigación forestal.

Bibliografía

Laboratorio de Productos Forestales. Estudio de 10 Especies Forestales de Sarapiquí. Informe Final de Proyecto, San José, Costa Rica. 1985.



Nosotros se lo garantizamos...

*** BLOQUES**

*** ADOQUINES**

*** TUBOS**



ci

CONCRETO INDUSTRIAL S.A.

Teléfono 29-00-77

Apdo. 17 7 Moravia - San José, Costa Rica

Nueva TANDY 4000



...todo
un centro
de cómputo
en su escritorio.

La nueva Tandy 4000 no es simplemente otro microcomputador, es el resultado de 66 años de experiencia y el más connotado descendiente del primero de los PCs.

Si, porque en hace más de una década, Tandy se convirtió en la primera compañía en fabricar y mercadear exitosamente un computador personal, eso demuestra que nadie ha estado más tiempo en este negocio.

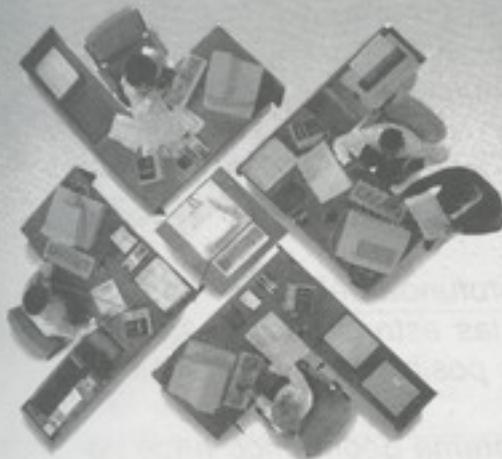
La nueva Tandy 4000 con RAM de 1 MB, expandible hasta 16 MB, microprocesador 80386 de 32 bits, velocidad de 16 Mhz y disco duro de 40 MB, por sí solo es la solución a cualquier problema de información en su empresa, pero además la puede convertir en el centro de un eficiente sistema multiusuario o si lo prefiere; conectarla como terminal a un mainframe.

Como centro de un sistema multiusuario, la Tandy 4000 puede conectarse a otros PC compatibles para actualizar archivos comunes en una base de datos, administrar mensajes entre los diferentes usuarios, compartir impresoras y adicionalmente a esto aún puede mantener la comunicación con un computador central o con computadores en otras oficinas o sucursales de su empresa.

Además su red 3Com le permite utilizar software basado en los estándares de IBM tales como dBASE III Plus o WordPerfect.

Como al todo esto fuera poco, la nueva Tandy 4000 le ofrece un nuevo sistema operativo y software de aplicación que antes solo podían correr en un mainframe.

Y si usted cree que todo esto tiene un costo elevado, se equivoca, su precio solo se compara con su compacto tamaño, además de contar con el respaldo y la garantía Tandy de un excelente y oportuno soporte técnico.



 **TANDY
WORKGROUP
SOLUTIONS™**

 Separe
su computadora
para Navidad
durante este mes,
con solo \$6.000,99

Estamos seguros que solo nosotros le ofrecemos tanto por tan poco.

EQUIPOS DIGITALES S.A. distribuidor autorizado de

Calle 5, Avenida 7, N° 293, San José 100 m norte del Hotel Aurora. Tel.: 57-0202

Horario de Lunes a Viernes de 9:00 a.m. a 6:00 p.m., Sábados de 9:00 a.m. a 1:00 p.m.

Radio Shack

A Division of Tandy Corporation

Estructuras indeterminadas

Ing. Rodrigo Bustamante Vargas

Ref.: File: 3858-3-S.T.B. (ASCE)

Ensayo de análisis crítico del método de distribución de momentos por rigideces relativas en las estructuras indeterminadas.

Resumen

Los Ingenieros Estructurales han ignorado por más de 50 años la existencia de una geometría interna en lo que ellos llaman estructuras "indeterminadas". Esta geometría interna que se expone en las páginas siguientes puede reemplazar a todos los métodos conocidos: Teorema de los Tres Momentos, Pendiente-Deflexión, Hardy-Cross, Cross-Morris, Kani, Matrices de Rigideces, Elemento Finito, etc.

Cuando uno deriva los diagramas de momento de acuerdo a esta geometría, al mismo tiempo está derivando los diagramas de momento para vigas en voladizo en una retícula estructural, que parten de los nudos y los apoyos hacia los puntos de inflexión, descubriendo que existen "rótulas elásticas", antes de que se formen las rótulas plásticas. Todo esto puede probarse en un laboratorio cuya prueba indicará un patrón de esfuerzos denotando estas rótulas elásticas. Consiguientemente este método reemplaza o supera el concepto de "diseño plástico".

La importancia del descubrimiento radica en el hecho de que los diez o más métodos referentes a esta materia son casos particulares de este nuevo teorema geométrico general que los involucra a todos.

El descubrimiento permite tener una visión más profunda del comportamiento estructural, de modo general, pero sobre todo en las estructuras de edificios y marcos o estructuras aeronáuticas, con lo cual es posible una dramática reducción en materiales y consiguientemente en costos.

Un programa de computación basado en este teorema geométrico hace posible obtener la herramienta más poderosa en este campo de la ingeniería, con el menor tiempo del computador.

Como respaldo a mi presentación de este nuevo teorema estructural me permito indicar que se me han adjudicado por dos veces en los últimos años (1966-70) el primer premio a los mejores trabajos de investigación en dos Congresos Interamericanos, incluyendo a Canadá y U.U. EE.

arquitectura de hoy



05-87

Ricalit

ARQUITECTURA DE HOY EN LAS OFICINAS

Oficinas de Empresas Tabaré S.A., en La Uruca, San José.

Hace pocas semanas fueron inauguradas las oficinas de Empresas Tabaré, consultora y constructora especializada en diseño, construcción, asesoría e instalación con los productos de Fibrocemento de Ricalit.

Ettore Resenterra Maschio, Gerente General, explicó que el propósito de Tabaré es trabajar con los consultores y constructores para desarrollar en conjunto nuevos usos y formas de aplicación para el Fibrolit 100, el cual desde su nacimiento en 1983 ha tenido un crecimiento exagerado hasta convertirse en un producto de construcción de primera necesidad. Como consecuencia, se han desarrollado y creado nuevos sistemas de aplicación como el muro seco con perfiles de hierro galvanizado, con madera o con tubo industrial; otros sistemas con perfiles metálicos; Paneles de Fibrolit 100; sistemas de entrepisos, fachadas para edificios,

etc. El señor Resenterra agregó, que todos estos sistemas están a disposición de los constructores y consultores y que Tabaré les asesorará gratuitamente en cualquier aspecto para lograr el uso más eficiente para el Fibrolit 100. El sistema muro seco, por sus múltiples ventajas está llamado a ser el sistema más usual de construcción en nuestro país al igual que ya lo es en Estados Unidos y Europa, de ahí el objetivo de Tabaré

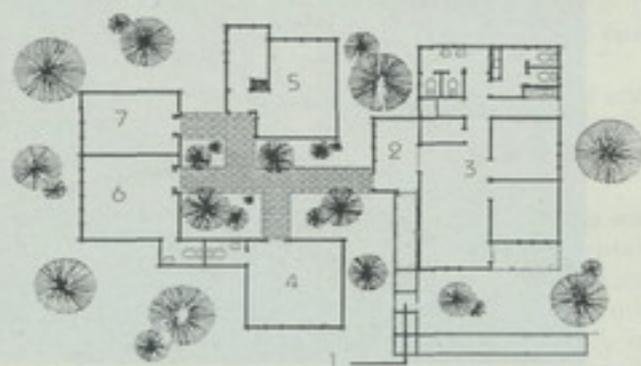
de lograr que el muro seco sea el más usado en el mayor número de aplicaciones y lo más eficiente posible. Además, ofrece un servicio de instalación de paredes y cielos como contratistas para las empresas constructoras. Para las nuevas oficinas de Empresas Tabaré se aprovechó el jardín existente, el cual fue tomado en cuenta en el diseño para poder hacer la construcción sin cortar árboles ni destruir las zonas verdes. La Arq. María Lourdes Paéz, Jefe de Diseño, tu



su cargo el diseño arquitectónico, de gran belleza y funcionalidad, consistente en módulos de oficinas unidos por pasillos exteriores en donde cada oficina tiene acceso a una gran cantidad de luz natural, ventilación, vista al jardín y sobre todo a la tranquilidad que estos tres elementos proporcionan. La Arq. Póez, de gran experiencia en el uso de Fibrolit 100 en paredes, cielos y elementos decorativos, resaltó las características de este producto que permiten grandes libertades en cualquier tipo de diseño. El Ing. José Vindas, Jefe de Construcción, explicó la rapidez y facilidad de erección de las obras con el sistema muro seco. Estas oficinas fueron construidas en tres semanas con seis trabajadores. Primero se chorrearon los planchés de concreto de las oficinas y pasillos, para lo cual no se hizo ningún movimiento de tierras y, en los casos que se requería, se construyeron entrepisos con estructura metálica y Fibrolit 100, sobre bases de concreto. Luego se erigieron las estructuras de perfiles de hierro galvanizado

de las paredes exteriores y se colocó el forro interior de Fibrolit 100 de 8 mm, para proceder luego a colocar la estructura del techo (vigas artesonadas y techos) y luego los cielos y el techo. Se procedió a instalar los marcos de puertas y ventanas y a hacer las instalaciones eléctricas y mecánicas, y una vez probadas se puso el forro exterior de Fibrolit 100 de 11 mm. Luego, se puso la cerámica sobre los planchés de concreto y directamente sobre el Fibrolit 100 en los entrepisos (usando cemento y látex). Se hicieron las paredes interiores con

Fibrolit 100 de 8 mm, se enchapó el Fibrolit 100 en los baños, y se colocaron las puertas y ventanas para finalmente dar los acabados con pintura y revestimiento. El Ing. Vindas recomendó hacer las paredes interiores no soportantes al final de la obra para facilitar la instalación y disminuir los cortes y desperdicio de los pisos y cielos.



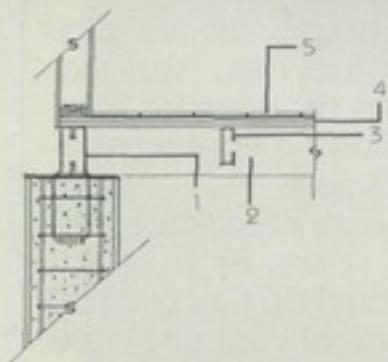
DISTRIBUCION DE OFICINAS

1. Acceso
2. Recepción
3. Ingeniería y Presupuestos
4. Arquitectura
5. Dibujo
6. Gerencia General
7. Sala de Reuniones





DETALLE DE ENTREPISO



1. 2 RT3 - # 16
@ 200 cm
2. 2 RT3 - # 16
@ 200 cm
3. 1 RT1 - # 11
@ 40 cm
4. 2 láminas de
Fibrolit 100
de 11 mm
5. Cerámica



Señor Ettore Resenterro Maschio, Gerente General de Empresas Tobaré S.A.



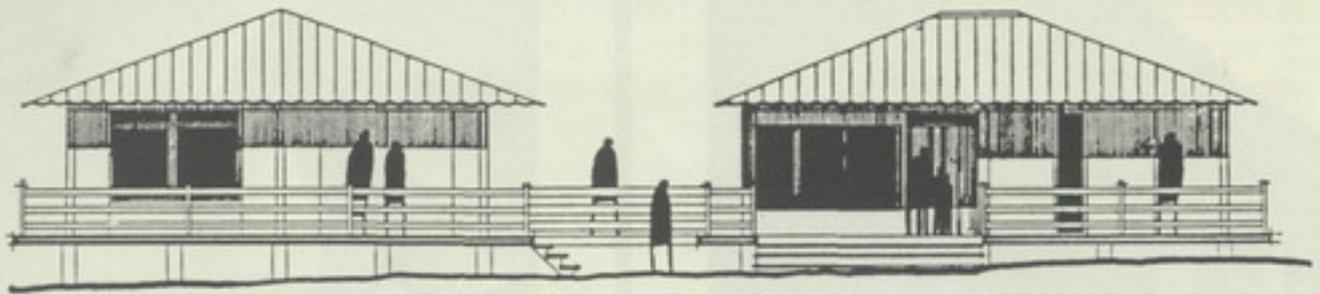
Arquitecta María Lourdes Póez Sóenz, Jefe de Diseño de Empresas Tobaré S.A.



Ingeniero José Vindas Muñoz, Jefe de Construcción de Empresas Tobaré S.A.

ARQUITECTURA DE HOY EN EL COMERCIO.

Abastecedor y Tienda de AERSA en Paraíso, Cartago.



ELEVACION PRINCIPAL

La Asociación Solidarista de Empleados de Ricalit, AERSA, inauguró su nuevo edificio en la carretera a Paraíso de Cartago, el cual aloja al abastecedor, la tienda y las oficinas.

El diseño estuvo a cargo de Empresas Tobaré, al igual que la construcción que se hizo únicamente en ocho semanas con ocho trabajadores. Las paredes se hicieron con el sistema muro seco con Fibrolit 100 y perfiles de hierro galvanizado, usando láminas de 11 mm en los exteriores y 8 mm en los interiores. Los cielos se hicieron artesanos con

vigas de madera y láminas de Fibrolit 100 en 8 mm de espesor.

En el diseño arquitectónico se respetaron las condiciones del terreno quebrado para aprovechar el drenaje natural, los árboles y las zonas verdes y sobre todo para no incurrir en gastos y atrasos con un movimiento de tierras. Se dividió el diseño en dos grandes módulos y se construyeron dos plataformas, las que se unieron con pasillos elevados. La distribución y la arquitectura con pasillos, puentes y balcones y con los jardines, se asemeja

mucho a la arquitectura japonesa, cuyo concepto arquitectónico se basa en el respeto e integración a la naturaleza. La Arq. María Lourdes Páez fue la encargada del diseño y resaltó las ventajas del muro seco con Fibrolit 100 para ser usado en cualquier tipo de diseño.

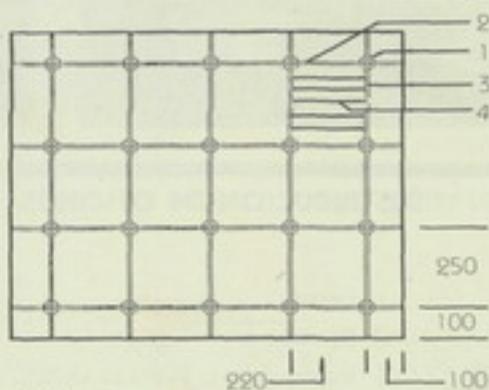
La construcción de las plataformas fue muy sencilla. Primero se hicieron las placas y bases de concreto reforzado sobre las que se soldó la estructura metálica con RT y sobre ésta se colocó un forro de Fibrolit 100 de 17 mm, el cual sirvió de



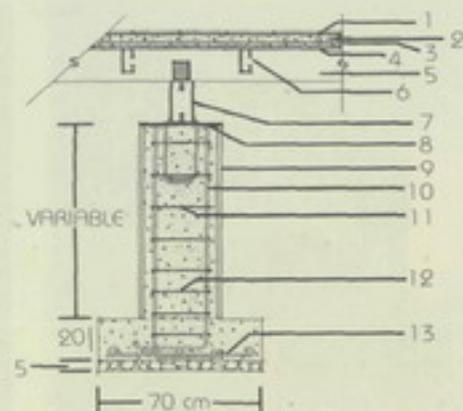
formaleta para chorrear la losa de 5 cm de concreto reforzado (con malla electrosoldada). En caso de haber sido usado el sistema en un segundo piso, el Fibrolit 100 hubiera servido también como cielo para el primer piso. Lo liviano de las paredes de Fibrolit 100 ayudó mucho en el diseño y en los costos de la estructura del entrepiso.



DETALLE DE ESTRUCTURA DEL ENTREPISO



1. Baso
2. 2 RT4 - # 11 @ 250 cm
3. 2 RT4 - # 11 @ 220 cm
4. 1 RT1 - # 11 @ 40 cm



1. Concreto Lujado o Cerámico
2. Losa de Concreto de 5 cm
3. Malla Electrosoldada
4. 1 lámina de Fibrolit 100 " de 17 mm
5. 2 RT4 - # 11
6. 1 RT1 - # 11
7. 2 RT4 - # 11
8. Placa de 200x200x4 mm
9. Tubo de Fibrocemento (Formoleto)
10. 4 Varillas # 3
11. Prrs # 2 @ 15 cm
12. Prrs # 2 @ 10 cm
13. 5 Varillas # 3 en ambos sentidos

DETALLE DE FUNDACION Y BASA

Nuevo método para resolver los problemas de distribución de momento por medio de nuevo teorema geométrico.

Los métodos tradicionales para resolver el problema estructural de distribución de los esfuerzos en una estructura indeterminada de varios tramos y varios pisos se basan en asunción previa de los momentos de inercia, o sea de las secciones transversales de los miembros en juego. Esta asunción se realiza de forma empírica, o sea de acuerdo con la experiencia del diseñador.

Al aplicar los métodos conocidos, a saber: "tres momentos", "pendiente deflexión", "Hardy-Cross", "Kani", "Cross Morris", "Matrices de Rigideces", etc., se llega a una solución, que no siempre es la más feliz en cuanto a la distribución de momentos y menos en cuanto a la economía del diseño. Esto hace que mediante los programas de computación existentes se propongan cambios en algunos miembros de la estructura para llegar finalmente a una solución más o menos satisfactoria. Todos estos procedimientos se realizan por tanteos sucesivos y es siempre la geometría de los miembros propuestos la que dice la última palabra, y no el ingeniero diseñador.

La escogencia geométrica de los miembros en juego permite una única solución, que si bien puede corregirse, como se dijo más arriba, no le permite al diseñador tener una gama de alternativas muy variada sino mediante la aplicación sucesiva y repetitiva del programa de computación.

Sin embargo, según la opinión de algunos ingenieros estructurales, esto no constituye un inconveniente mayor.

A pesar de lo anterior, dadas las implicaciones académicas que contiene el enfoque que me atrevo a presentar, a pesar que mi especialidad es la Ingeniería Sanitaria, creo que puede tener algún valor para penetrar más profundamente en la mecánica de la resolución más racional de los problemas estructurales de las estructuras indeterminadas.

Todas las soluciones que se obtienen por cualquiera de los métodos citados más arriba tienen en común una geometría interna que debe respetarse so pena de que sean falsos los resultados obtenidos. O sea que dicha geometría es la base fundamental que subyace en todas las soluciones basadas en los métodos de rigideces relativas.

Conociendo el dimensionamiento de la estructura, o sea la longitud de sus miembros y las cargas impuestas a la misma, es posible formular un número "n" de soluciones posibles siempre y cuando se respete la geometría interna dicha, además de las condiciones ya conocidas tales como suma de momentos igual a cero en cada nudo; suma de las fuerzas horizontales igual a cero y suma de las fuerzas verticales igual a cero. Dicha formulación prescinde absolutamente de las rigideces relativas y le permite al diseñador escoger mediante una computadora la solución más racional y económica desde el punto de vista de las cargas estáticas impuestas.

El enfoque geométrico propuesto parte de los diagramas de momento para simple apoyo y no de los momentos fijos finales (fixed end moments) que implican cero rotación en los nudos y luego se establece un conjunto de ecuaciones simultáneas basadas en las áreas de los diagramas de momento de acuerdo a las cargas verticales u horizontales que intervienen.

La justificación matemática de la geometrización utilizada que "prácticamente" convierte en determinadas las estructuras indeterminadas se origina en una de las ecuaciones fundamentales que ligan las rotaciones de la línea elástica con las áreas de momento, a saber:

$$\pm \theta_{ab} = \int_a^b \frac{M \, dx}{EI}$$

Las rotaciones levóginas totales deben ser iguales a las rotaciones dextrográficas totales, lo cual implica que las áreas de los diagramas de momento internas a la estructura deben ser iguales a las áreas externas. Esta condición se puede comprobar fácilmente utilizando cualquiera de los métodos tradicionales conocidos.

A pesar de que tengo numerosos ejemplos de aplicación de la geometrización, con cargas de toda índole y de estructuras con miembros desiguales (vigas y columnas) he escogido unos ejemplos bien sencillos para mejor comprensión de la teoría, con el fin de no hacer muy largo el artículo presente.

En los métodos en que se asumen de antemano los momentos de inercia y se aplican las distribuciones por rigideces relativas, a pesar de haber también asumido EI constante la distribución de momentos es tan irregular que las secciones se encuentran sometidas a valores muy desiguales de momento, obligando al diseñador a escoger la sección sometida a máximo esfuerzo como sección típica para el resto de la estructura, en el caso de elementos de acero y en el caso de concreto reforzado se buscaría una sección, que con acero en compresión en ciertas zonas y disminuyendo el acero normal en otras, se satisfagan las diversas magnitudes de los momentos resultantes.

Por otro lado, en los casos con desplazamientos laterales, se necesita asumir soportes imaginarios para obtener resultados consistentes en los casos en que se aplican los métodos basados en rigideces relativas.

Una vez resuelto el equilibrio estático, los métodos tradicionales obligan tediosamente a buscar por diferencia de los momentos en los nudos, los momentos a que están sometidos los miembros en juego a lo largo de su longitud. La geometrización produce todos los valores a la vez.

Estoy al tanto de que existen métodos basados en ecuaciones abstrusas que sólo pueden ser resueltas por medio de computadoras que corrigen los desequilibrios o concentración de esfuerzos producidos al asumir de antemano los momentos de inercia en una estructura, pero el método de geometrización que propongo no solamente es más racional sino que le permite al diseñador tener mejores opciones para la distribución de los esfuerzos, con lo cual el ingeniero estructural verdaderamente diseña y le permite obtener estructuras infinitamente más económicas desde el punto de vista estático, debido a una mejor homogenización.

Hecha la introducción anterior no me queda sino que recordar que en todas las estructuras indeterminadas hay una continuidad de acción al resistir las cargas aplicadas en cualquier parte de ellas y que la continuidad de la estructura hace que **dicha cargas sean resistidas por todos los miembros que componen el marco estructural.**

Con base en lo anterior y por no haber comprometido la estructura en cuanto a momentos de inercia se pueden plantear "n" soluciones diferentes entre las cuales estará también aquella en la cual se han planteado de antemano cualquier sistema de rigideces relativas.

El marco estructural con las cargas aplicadas pero exento de secciones transversales (momentos de inercia) "desconoce" como va a resistir esas cargas hasta tanto no se le asignen los valores a las secciones. Con la geometría interna y las condiciones de equilibrio citadas más arriba podemos entonces plantear diferentes soluciones entre las cuales podemos escoger mediante un programa de computación la solución más racional, más homogénea y más económica en cuanto a distribución de esfuerzos en el marco estructural. Las rotaciones en los nudos, las deflexiones y los desplazamientos laterales, que si bien originan la geometrización que propongo, quedarían como meras curiosidades matemático-estructurales para no sobrepasar las normas establecidas en cuanto a máximos permitidos.

Dicho lo anterior no me queda sino aplicar la teoría a ejemplos específicos, ofreciendo soluciones por los diferentes métodos a saber: "pendiente deflexión"; Cross-Morris y "geometrización".

Ejemplo No. 1. Hallar todos los momentos en el marco de la Fig. 1. en el cual no hay desplazamiento lateral por simetría.



Solución por "slope deflection"

Se determinan los momentos fijos:

$$FEM_{BC} = -\frac{(2)(20)^2}{12} = -66.7'k$$

$$FEM_{CB} = +\frac{(2)(20)^2}{12} = +66.7'k$$

Planteando las ecuaciones y notando que: $\theta_A = \theta_D = \psi = 0$ y 2 EK constante para todos los miembros.

$$\begin{aligned} M_{AB} &= \theta_B \\ M_{BA} &= 2\theta_B \\ M_{BC} &= 2\theta_B + \theta_C - 66.7 \\ M_{CB} &= \theta_B + 2\theta_C + 66.7 \\ M_{CD} &= 2\theta_C \\ M_{DC} &= \theta_C \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_B = 0 &= M_{BA} + M_{BC} \\ 2\theta_B + 2\theta_B + \theta_C - 66.7 &= 0 \\ 4\theta_B + \theta_C &= 66.7 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \sum M_C = 0 &= M_{CB} + M_{CD} \\ \theta_B + 2\theta_C + 66.7 + 2\theta_C &= 0 \\ \theta_B + 4\theta_C &= -66.7 \end{aligned} \quad (2)$$

Resolviendo las ecuaciones (1) y (2) simultáneamente

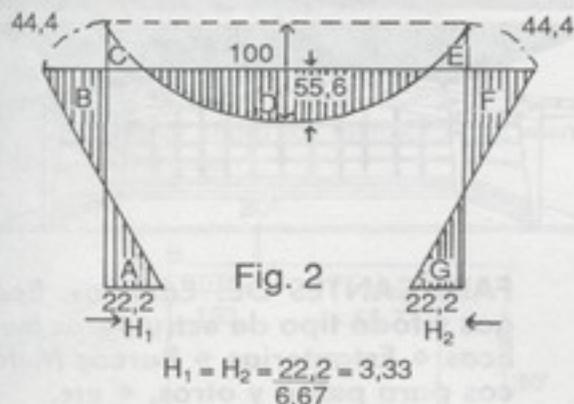
$$\begin{aligned} \theta_B &= +22.2 \\ \theta_C &= -22.2 \end{aligned}$$

Momentos finales:

$$\begin{aligned} M_{AB} &= +22.2'k \\ M_{BA} &= +44.4'k \\ M_{BC} &= -44.4'k \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{CB} &= +44.4'k \\ M_{CD} &= -44.4'k \\ M_{DC} &= -22.2'k \end{aligned}$$

Diagrama de Momento



Verificación por geometrización:

Áreas de los diagramas de momento:

$$\begin{aligned} A = G = 74; \quad B = F = 295.93; \quad C = E = 52.84; \quad D = 555 \\ A + D + G = 703 \\ B + C + E + F = 697.3 \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} A = G = 74; \quad B = F = 295.93; \quad C = E = 52.84; \quad D = 555 \\ A + D + G = 703 \\ B + C + E + F = 697.3 \end{aligned}} \right\} \sim O.K.$$

Ejemplo No. 1 (Ver Fig. 1)

El diagrama del momento para simple apoyo es una parábola con su máximo valor en el centro:

$$\frac{1}{8} wL^2 = \left(\frac{1}{8}\right) (2) (20)^2 = 100'k$$

Solución por "geometrización"

EDISON S.A.



edison s.a. iluminación

FABRICANTES DE:
LUMINARIAS FLUORESCENTES
INDUSTRIALES Y COMERCIALES

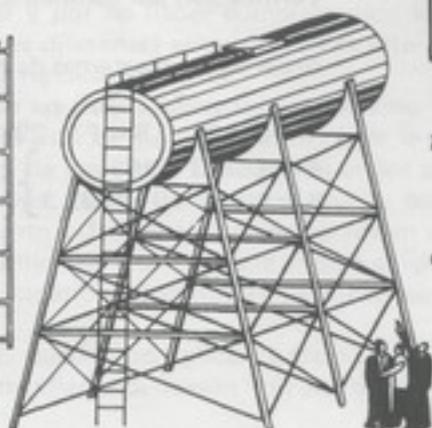
ADMINISTRACION:
39-0336
VENTAS:
39-0330

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



ACEROS CENTROAMERICANOS S.A.

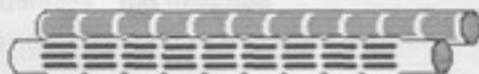
FABRICANTES DE: Tanques para agua, diesel y presión (únicos con tapas rebordeadas) • Tanques de acero inoxidable • Tanques australianos • Containers • Silos • etc.



FABRICANTES DE: Edificios, Bodegas y todo tipo de estructuras metálicas • Estanterías • Barcos Metálicos para pesca y otros, • etc.

Tels:
35-0304/35-4835

Apdo.: 3642-Cable: ACESA
Colima de Tibás



Tubería, Rejilla y Ademe para pozos

ING. CLAUDIO ORTIZ GUIER
Presidente

Para uniformar los momentos lo más posible se asume el arreglo de fig. 3

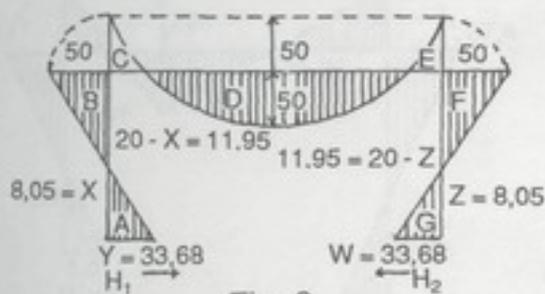


Fig. 3

Incógnitas: X, Y, W, Z

Ecuaciones:

$$A + D + G = B + C + E + F$$

Áreas de los diagramas de momento.

$$H_1 = H_2 = \frac{Y}{X} = \frac{W}{Z}$$

(Ver Conclusiones Finales y Diálogo)

$$C = E = 70.59; D = 466.67 \text{ (de fig. 3)}$$

$$\frac{XY}{2} + 466.67 + \frac{WZ}{2} = \frac{(50)(20-X)}{2} + 70.59 + 70.59 + \frac{(50)(20-Z)}{2}$$

$$\frac{Y}{X} = \frac{50}{20-X}$$

$$\frac{W}{Z} = \frac{50}{20-Z}$$

Cuatro incógnitas y cuatro ecuaciones (resolviéndolas simultáneamente)

$$A = 135.56$$

$$B = 298.75$$

$$X = Z = 8.05 ; Y = W = 33.68$$

$$D = 466.67$$

$$C = 70.59$$

(ver fig. 3)

$$G = 135.56$$

$$E = 70.59$$

$$H_1 = H_2 = \frac{33.68}{8.05} = 4.18'k$$

$$F = 298.75$$

$$737.79$$

O.K.

$$738.68$$

Nota: hay otras soluciones posibles pero ésta es mejor que la derivada por "pendiente-deflexión"

Nótese que el enfoque geométrico penetra más profundamente en la mecánica de la distribución de momento con lo cual se reduce el costo de las estructuras al producirse una homogenización mayor de los valores de los momentos. Si la estructura fuera de acero habría que usar una sección para el momento máximo en todo el marco para mantener I igual constante.

Ejemplo No. 2

Determinar todos los momentos del marco mostrado en la figura 4 en el cual E e I son constantes por "Pendiente Deflexión".

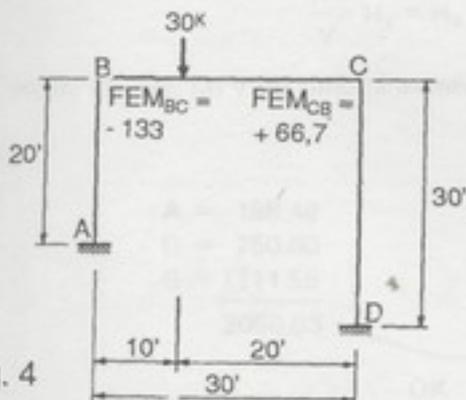


Fig. 4

$$FEM_{BC} = -133'k$$

$$FEM_{CB} = +66.7'k$$

Solución: usando valores relativos de ψ

$$\psi_{AB} = \frac{\Delta}{20}$$

$$\psi_{CD} = \frac{\Delta}{30}$$

$$\frac{\psi_{AB}}{\psi_{CD}} = \frac{3}{2}$$

Usando valores relativos de 2EK.

$$\text{Para AB } 2EK = \frac{2E}{20} : 3$$

$$\text{Para BC } 2EK = \frac{2E}{30} : 2$$

$$\text{Para CD } 2EK = \frac{2E}{30} : 2$$

Planteando las ecuaciones y notando: $\theta_A = \theta_D = \psi_{BC} = 0$,

$$M_{AB} = 3(\theta_B - 3\psi) = 3\theta_B - 9\psi$$

$$M_{BA} = 3(2\theta_B - 3\psi) = 6\theta_B - 9\psi$$

$$M_{BC} = 2(2\theta_B + \theta_C) - 133 = 4\theta_B + 2\theta_C - 133$$

$$M_{CB} = 2(\theta_B + 2\theta_C) + 66.7 = 2\theta_B + 4\theta_C + 66.7$$

$$M_{CD} = 2[2\theta_C - (3)(2/3\psi)] = 4\theta_C - 4\psi$$

$$M_{DC} = 2[\theta_C - (3)(2/3\psi)] = 2\theta_C - 4\psi$$

$$\Sigma M_B = 0 = M_{BA} + M_{BC}$$

$$6\theta_B - 9\psi + 4\theta_B + 2\theta_C - 133 = 0$$

$$10\theta_B + 2\theta_C - 9\psi = 133 \quad (1)$$

$$\Sigma M_C = 0 = M_{CB} + M_{CD}$$

$$2\theta_B + 4\theta_C + 66.7 + 4\theta_C - 4\psi = 0$$

$$2\theta_B + 8\theta_C - 4\psi = -66.7 \quad (2)$$

$$\Sigma H = 0 = H_A + H_D$$

$$\frac{M_{AB} + M_{BA}}{L_{AB}} + \frac{M_{CD} + M_{DC}}{L_{CD}} = 0$$

$$\frac{3\theta_B - 9\psi + 6\theta_B - 9\psi}{20} + \frac{4\theta_C - 4\psi + 2\theta_C - 4\psi}{30} = 0$$

$$27\theta_B + 12\theta_C - 70\psi = 0 \quad (3)$$

Resolviendo ecuaciones (1), (2) y (3) simultáneamente

$$\theta_B = +21.2$$

$$\theta_C = -10.5$$

$$\psi = +6.4$$

Momentos finales

$$M_{AB} = +6.0'k$$

$$M_{CB} = +67.4'k$$

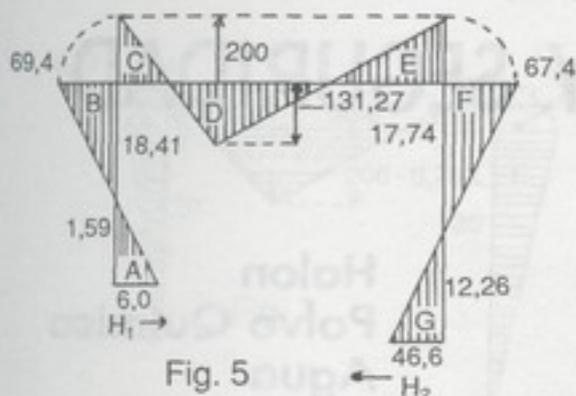
$$M_{BA} = +69.4'k$$

$$M_{CD} = -67.4'k$$

$$M_{BC} = -69.4'k$$

$$M_{DC} = -46.6'k$$

Diagrama de momento para "Pendiente Deflexión"



Momento máximo para simple apoyo $\frac{Pab}{L} = \frac{30 \times 10 \times 20}{30} = 200'k$

Prueba por el teorema geométrico

Σ áreas momento inter.: A + D + G = 1586.72
 Σ áreas momento exter.: B + C + F + F = 1585.55 } O.K.

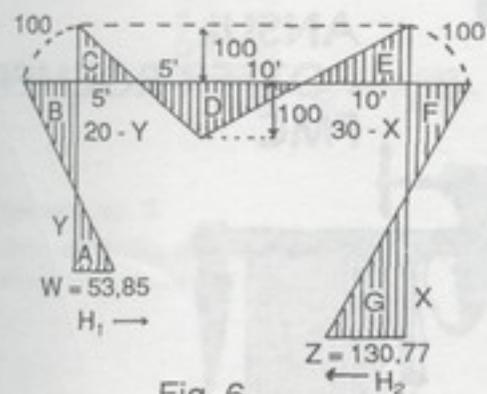
$H_1 = H_2 = \frac{6}{1.59} = \frac{46.6}{12.26} = 3.8$

Obsérvese la diversidad de valores de los momentos obtenidos, y cómo se asumió El constante esto obliga a escoger una sección que absorba el momento máximo (131,27) y conservarla en todo el marco con el consiguiente desperdicio de material.

Ejemplo No. 2 (ver fig. 4).

Resuelto por el teorema geométrico

Se buscará la mayor uniformidad de los momentos asumiendo un valor de 100 en B y C fig. 4.



$\frac{Pab}{L} = \frac{30 \times 10 \times 20}{30} = 200'k$ (momento máximo para simple apoyo).

$D = \frac{1500}{2} = 750$

$C = \frac{(5)(100)}{2} = 250$

$E = \frac{100 \times 10}{2} = 500$

$A + D + G = B + C + E + F ; H_1 = H_2$

Incógnitas... : X, Y, W, Z

(Ver Conclusiones Finales y Diálogo)

Ecuaciones: $\frac{WY}{2} + \frac{750}{2} + \frac{ZX}{2} = \frac{(20-Y)100}{2} + 250 + 500 + \frac{(30-X)100}{2}$ ①

$\frac{W}{Y} = H_1 = H_2 = \frac{Z}{X}$ ②

$\frac{W}{Y} = \frac{100}{20-Y}$ ③

$\frac{Z}{X} = \frac{100}{30-X}$ ④

Resolv. ecuac. (1), (2), (3) y (4) simultáneamente X = 17; Y = 7; W = 53.85; Z = 130.77

Prueba:

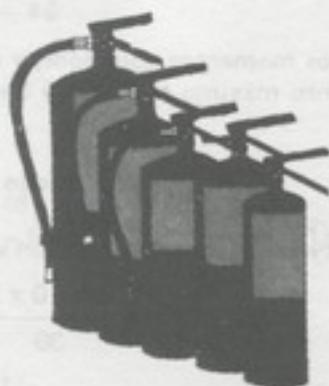
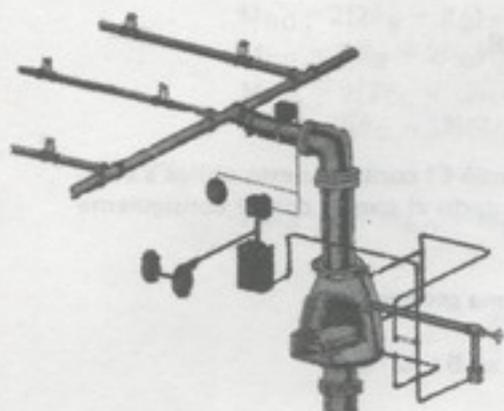
A = 188.48
 D = 750.00
 G = 1111.55
 2050.03

B = 650
 C = 250
 E = 500
 F = 650
 2050.

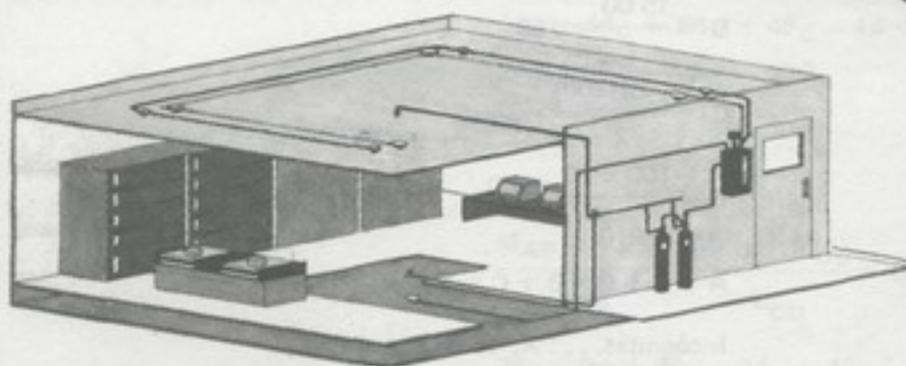
$H_1 = H_2 = \frac{53.85}{7} = \frac{130.77}{17} = 7.69$

OK

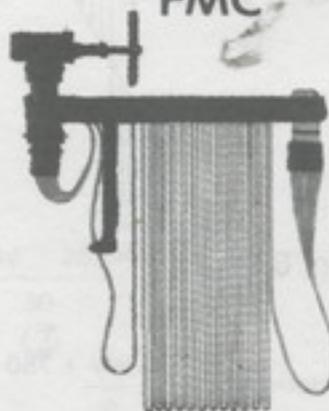
INGENIERIA EN SISTEMAS CONTRA INCENDIO Y SEGURIDAD



Halon
Polvo Químico
Agua
Espuma
CO2
Gabinetes
Alarmas
Equipos
para Vigilancia



ANSUL
POTTER ROEMER
FMC



Consúltenos, con gusto le ayudamos en su diseño o asesoría.

DISTRIBUIDORA ALBERTO L. ARCE S.A.

APARTADO 296-1000 — TELEFONOS 32-4555 32-8256 — Cable: LARCE — Télex C.R. 2181 LARCE

Ejemplo No. 2: Resuelto por geometría, eliminando "w" y "z" (ver fig. 6) o sea condición de gozne en los apoyos.

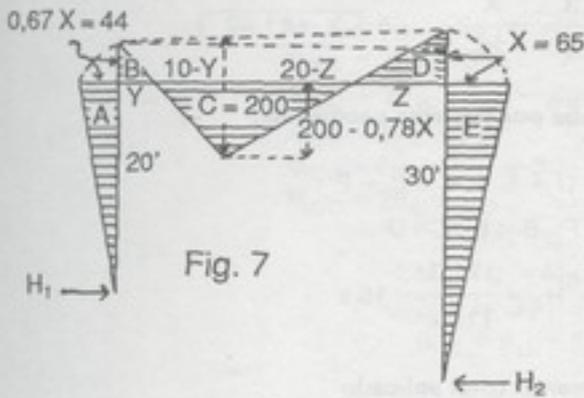


Fig. 7

Para las condiciones de la fig. 7 se pueden establecer las ecuaciones: $A + B + D + E = C$ Incógnitas: X, Y, Z

$$\frac{200 - 0.78X}{10 - Y} = \frac{0.67X}{Y} \quad (1)$$

$$\frac{200 - 0.78X}{20 - Z} = \frac{X}{Z} \quad (2)$$

$$\frac{20 \times 0.67X}{2} + \frac{0.67XY}{2} + \frac{XZ}{2} + \frac{X30}{2} = \frac{(10 - Y + 20 - Z)(200 - 0.78X)}{2} \quad (3)$$

(Ver Conclusiones Finales y Diálogo)

Resolviendo ecs. (1), (2) y (3) simultáneamente

$$x = 65, ; Y = 2.3 ; Z = 6.0;$$

Prueba

$$\begin{array}{r} A = 440 \\ B = 51 \\ D = 195 \\ E = 975 \\ \hline 1.661 \text{ OK} \end{array} \quad \begin{array}{r} C = 1.692 \\ \hline 1.692 \end{array}$$

$$H_1 = H_2 = 2.2$$

NOTA:

En los nudos A y D de Fig. 4, los momentos se reducen a cero.

Ejemplo No. 3

Determinar los momentos finales para la estructura mostrada en la fig. 8, usando el método de correcciones sucesivas del Profesor C.T. Morris.

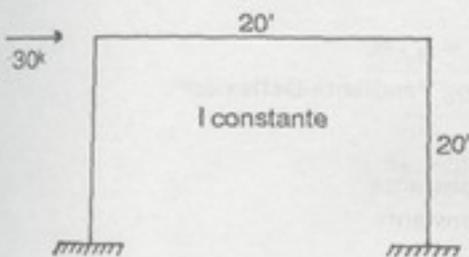


Fig. 8

Solución:

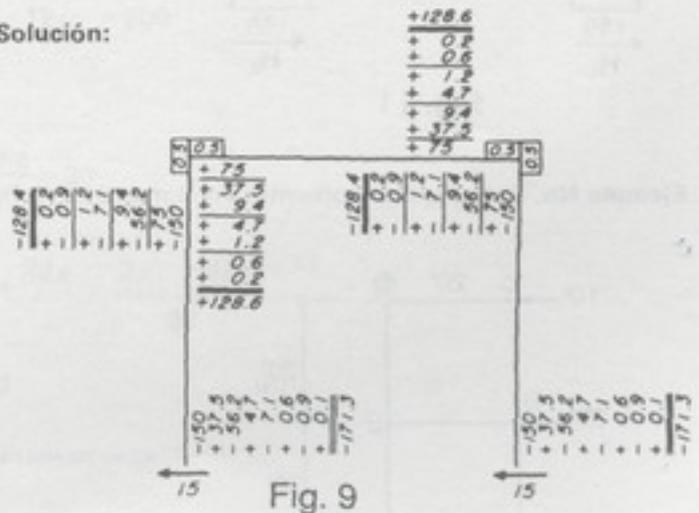


Fig. 9

Diagrama de momentos

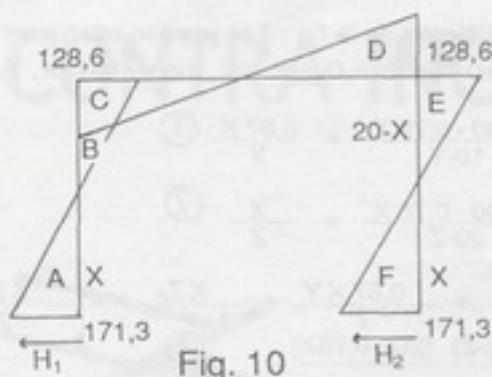


Fig. 10

$$\frac{171.3}{128.4} = \frac{X}{20-X} \quad \boxed{X = 11.42}$$

Prueba por teorema geométrico

$$A + D + E = B + C + F$$

$$A = F; B = E; C = D$$

$$H_1 = H_2 = \frac{171.3}{11.42} = 15 \text{ k}$$

Momento total aplicado

$$30 \times 20 = 600 \text{ k}$$

$$A = \frac{171.3 \times 11.42}{2} = 978.12$$

$$D = \frac{128.4 \times 10}{2} = 642.00$$

$$E = \frac{128.4 \times 8.58}{2} = \frac{550.84}{2170.96}$$

Debe ser absorbido sólo por las columnas $(128.4 + 171.3) (2) = 599.4 \text{ k} \sim 600 \text{ k}$

Nótese la diferencia entre los momentos resultantes a pesar de $I = \text{constante}$.

Solución del ejemplo No. 3 por el teorema geométrico (Ver fig. 8).

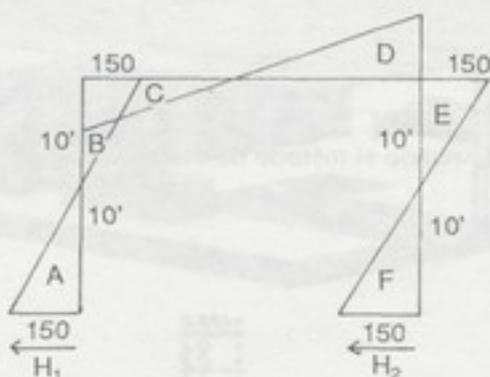


Fig. 11

El momento total aplicado debe ser tomado por las columnas $(20) (30) = 600 \text{ k}$. Se propone la solución mostrada en la fig. 11 en la cual $A + D + E = B + C + F =$

$$750 \times 3 = 2250. H_1 = H_2 = \frac{150}{10} = 15 \text{ k}$$

Evidentemente la solución por geometría es más conveniente por la uniformidad de los momentos y nótese que los momentos fijos del Prof. C.T. Morris eran ya una solución más racional y económica del problema.

(Ver Conclusiones Finales y Diálogo)

Ejemplo No. 4: Hallar los momentos en el marco de la fig. 12 por el método "Pendiente-Deflexión".

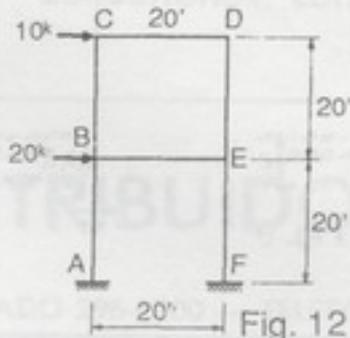


Fig. 12

$$E \text{ e } I \text{ constante} \\ \therefore 2 EK \text{ constante}$$

Solución: Haciendo notar que las cuerdas BE y CD no rotan $\psi AB = \psi EF = \psi_1; \psi BC = \psi DE = \psi_2$.

Planteando las ecuaciones y notando que: $\theta_A = \theta_F = 0$

$$M_{AB} = \theta_B - 3\psi_1$$

$$M_{BA} = 2\theta_B - 3\psi_1$$

$$M_{BC} = 2\theta_B + \theta_C - 3\psi_2$$

$$M_{BE} = 2\theta_B + \theta_E$$

$$M_{CB} = \theta_B + 2\theta_C - 3\psi_2$$

$$M_{CD} = 2\theta_C + \theta_D$$

$$M_{DC} = \theta_C + 2\theta_D$$

$$M_{DE} = 2\theta_D + \theta_E - 3\psi_2$$

$$M_{ED} = \theta_D + 2\theta_E - 3\psi_2$$

$$M_{EB} = \theta_B + 2\theta_E$$

$$M_{EF} = 2\theta_E - 3\psi_1$$

$$M_{FE} = \theta_E - 3\psi_1$$

$$\Sigma M_B = 0 = M_{BA} + M_{BC} + M_{BE}$$

$$2\theta_B - 3\psi_1 + 2\theta_B + \theta_C - 3\psi_2 + 2\theta_B + \theta_E = 0$$

$$6\theta_B + \theta_C + \theta_E - 3\psi_1 - 3\psi_2 = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma M_C = 0 = M_{CB} + M_{CD}$$

$$\theta_B + 2\theta_C - 3\psi_2 + 2\theta_C + \theta_D = 0$$

$$\theta_B + 4\theta_C + \theta_D - 3\psi_2 = 0 \quad (2)$$

$$\Sigma M_D = 0 = M_{DC} + M_{DE}$$

$$\theta_C + 2\theta_D + 2\theta_D + \theta_E - 3\psi_2 = 0$$

$$\theta_C + 4\theta_D + \theta_E - 3\psi_2 = 0 \quad (3)$$

$$\Sigma M_E = 0 = M_{ED} + M_{EB} + M_{EF}$$

$$\theta_D + 2\theta_E - 3\psi_2 + \theta_B + 2\theta_E + 2\theta_E - 3\psi_1 = 0$$

$$\theta_B + \theta_D + 6\theta_E - 3\psi_1 - 3\psi_2 = 0 \quad (4)$$

$\Sigma H = 10$; Nivel superior

$$\frac{M_{BC} + M_{CB}}{20} + \frac{M_{DE} + M_{ED}}{20} = 10$$

$$\frac{2\theta_B + \theta_C - 3\psi_2 + \theta_B + 2\theta_C - 3\psi_2}{20} + \frac{2\theta_D + \theta_E - 3\psi_2 + \theta_D + 2\theta_E - 3\psi_2}{20} = 10$$

$$3\theta_B + 3\theta_C + 3\theta_D + 3\theta_E - 12\psi_2 = 200 \quad (5)$$

$\Sigma H = 30$; Nivel inferior

$$\frac{M_{AB} + M_{BA}}{20} + \frac{M_{EF} + M_{FE}}{20} = 30$$

$$\frac{\theta_B - 3\psi_1 + 2\theta_B - 3\psi_1}{20} + \frac{2\theta_E - 3\psi_1 + \theta_E - 3\psi_1}{20} = 30$$

$$3\theta_B + 3\theta_E - 12\psi_1 = 600 \quad (6)$$

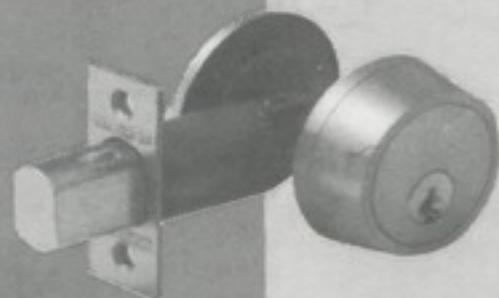
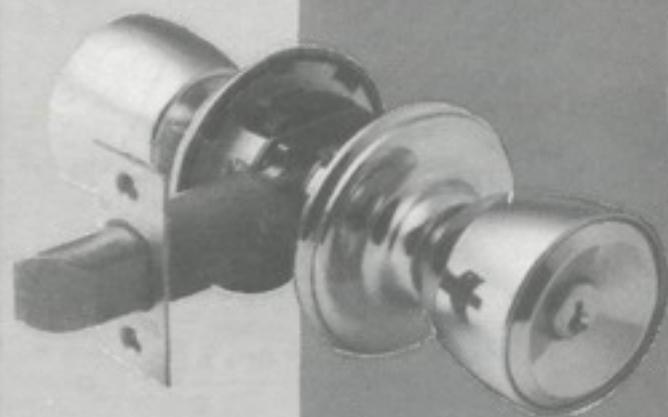
Resolviendo las ecuaciones simultáneamente

$$\theta_B = \theta_E = +52.75$$

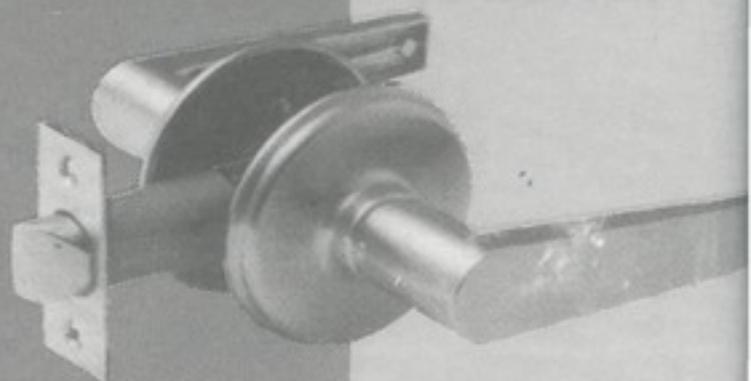
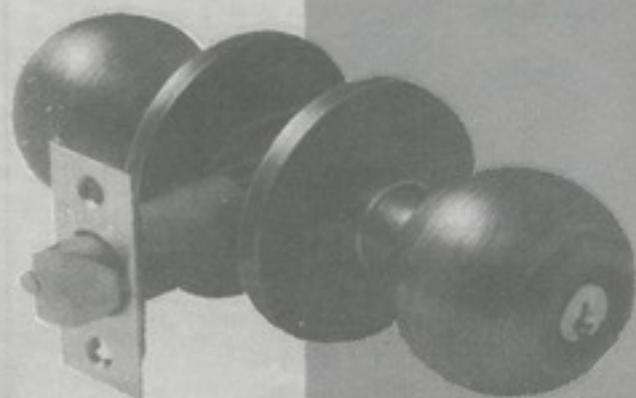
$$\theta_C = \theta_D = +21.82$$

$$\psi_1 = +76.37$$

$$\psi_2 = +53.95$$



CERRADURAS
WEISER®



Distribuidore
ABONOS AGE
Tel. 33-37-33
LAPEIRA S.A.
Tel. 22-43-65

Los momentos aplicados al marco deben ser tomados enteramente por las columnas.
Sumando los momentos en las columnas obtenidos por Cross-Morris

$$173.3 + 121.5 + 32.1 + 63.3 = 390.2 ; (390.2)(2) = 780.4^k$$

$$\text{Error } \frac{800 - 780.4}{800} = 2\% \quad (\sim 10\,000 \text{ } \#^{-1})$$

Ejemplo No. 4. (Resuelto por Geometría) (Ver fig. 12).

$$\text{Momento total en el marco } (10)(40) + (20)(20) = 800^k$$

$$\text{Nivel superior } M_T = 200, M_{BC} + M_{CB} = 100^k; M_{ED} + M_{DE} = 100^k$$

$$\text{Nivel inferior } \frac{M_{AB} + M_{BA}}{L_{AB}} + \frac{M_{EF} + M_{FE}}{L_{EF}} + P_1 + P_2 = 0$$

$$M_{AB} + M_{BA} + M_{EF} + M_{FE} = -600^k$$

Momento Total

$$\begin{array}{r} 10 \times 40 = 400 \\ 20 \times 20 = 400 \\ \hline 800^k \end{array}$$

Las columnas toman
 $400 + 400 = 800^k$

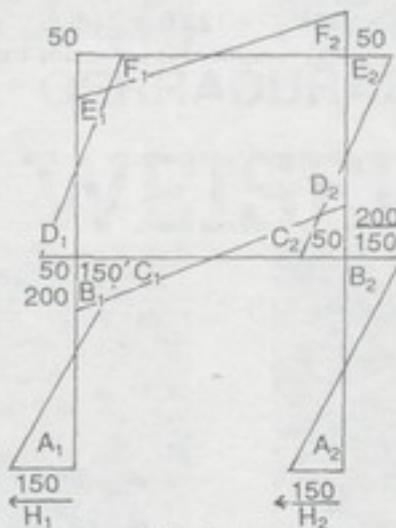


Fig. 15

$$\begin{array}{l} A_1 = A_2 = 750 \\ B_1 = B_2 = 750 \\ C_1 = C_2 = 1000 \\ D_1 = D_2 = 250 \\ E_1 = E_2 = 250 \\ F_1 = F_2 = 250 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} A_1 + B_1 + C_1 + D_1 + E_1 + F_1 = 3250 \\ A_2 + B_2 + C_2 + D_2 + E_2 + F_2 = 3250 \\ H_1 = H_2 = \frac{150}{10} = 15^k \end{array}$$

Nótese que los FEMs del método por correcciones sucesivas del Prof. C.T. Morris eran ya una mejor solución del problema, ya que presentan una gran uniformidad en los valores de los momentos que redundaría en mayor economía en el uso de los materiales.

Bibliografía

1. Structural Analysis (Jack C. McCormac, 1972).
2. Frames and Arches (Valerian Leontovich, 1959).
3. Analysis of Rigid Frames (A. Amerikian, 1942).
4. Structural Analysis (Sutherland and Bowman, 1946).
5. Introduction Au Calcul des Systemes Hyperstatiques (P. Pernot, 1958).
6. Structural Theory (A. Morley, 1946).
7. Analysis of Statically Indeterminate Structures (Clifford D. Williams, 1943).

Diálogo hipotético entre Rodrigo Bustamante, Ingeniero Civil y Sanitario de Costa Rica y
Roberto H. Dods, Ingeniero Estructural de USA

- R.B.: Mi proposición es un corolario derivado de la "Ecuación Integral de Area-Momento": $\pm \theta_{ab} = \int_a^b \frac{M dx}{EI}$ de la cual se obtiene una "geometría" que puede ser aplicada para resolver problemas de retículas estructurales indeterminadas, en forma directa, sin asumir las rigideces relativas de antemano y prescindir de los "momentos fijos finales" (fixed-end moments). Le he presentado cuatro ejemplos desarrollados por medio de esta geometría, los cuales difieren radicalmente de los obtenidos por los métodos tradicionales.
- R.H.D.: He leído su artículo y creo que sería perder lastimosamente el tiempo estudiarlo. Además "claramente" viola la cinemática de los desplazamientos continuos impuestos a una estructura. El "teorema" también ignora completamente los efectos de las rigideces relativas en la distribución elástica de los momentos.
- R.B.: En la ecuación de "área-momento" están implícitas las rotaciones, deflexiones, y desplazamientos laterales que usted menciona y las rigideces relativas no se ignoran, sino que por el contrario éstas resultan al final derivadas de los diagramas de momento que se obtienen.
- R.H.D.: Los diagramas de momento desarrollados por esta "geometría" difieren radicalmente de los desarrollados por los métodos de "pendiente-deflexión", "tres momentos", "Hardy-Cross", "Cross-Morgan", "matrices de rigideces", "trabajo virtual", etc. Está usted realmente en un gran problema.
- R.B.: Recuerde que yo hice abandono de la asunción de rigideces relativas de antemano y también de los momentos fijos finales.
- R.H.D.: ¿Cómo se atreve usted a abandonar tales parámetros fundamentales probados y conocidos por todo el mundo? ¿Cómo puede usted abandonar los momentos fijos, especialmente en los apoyos?
- R.B.: Observe los diagramas de momento desarrollados por esta "geometría". Realmente difieren radicalmente de los desarrollados tradicionalmente. Pero examínelos más cuidadosamente: están en equilibrio?
- R.H.D.: ¿Cómo puede decir eso? Si aparentan estar en equilibrio es mera casualidad.
- R.B.: No. Obsérvelos más cuidadosamente: ellos tienen en equilibrio las fuerzas horizontales y verticales; además la suma de los momentos en cada nudo es igual a cero. Si usted le asigna los momentos resistentes en concordancia con estos diagramas, tendrá usted estructuras en equilibrio o no?
- R.H.D.: Déjeme ver. Pareciera que las estructuras serían estables.
- R.B.: ¿Es mera casualidad o habrá alguna otra razón para que se produzcan estas estructuras estables?
- R.H.D.: No, vea. No me va a decir que la ecuación área-momento puede aplicarse a estos marcos. Vea usted asume I constante para el marco estructural y luego al derivar los diagramas cambia arbitrariamente los valores de I . Para esto sería necesario desarrollar rótulas plásticas.
- R.B.: Yo no he dicho que he asumido la I constante para todo el marco. Observe la ecuación integral de área-momento. Usted debería hallar el intervalo de integrabilidad, o sea los límites de integración (a , b). Para su sorpresa estos límites son los puntos de inflexión, en donde los momentos se hacen cero. Para este intervalo es que rige la I constante. No en todo el marco estructural.
- R.H.D.: ¿Cómo es posible tener un marco estructural compuesto de diferentes momentos de inercia en una sola unidad?

Durante 100 años

 **CHAMPION**

el especialista en niveladoras

¡...la campeona



SERIE 700

* 8 velocidades * tren de potencia modular * bastidor garantizado de por v

¡LA MOTONIVELADORA MÁS ESPECIALIZADA!

- * Motor Cummins de gran economía y potencia
- * Fácil de desmontar y cambiar
- * Mecanismo de alta productividad
- * Fabricada totalmente en Canadá

 **CHAMPION**
Desde 1886

Distribuidores
exclusivos:



Tecno Motore
La Uruca
Tel: 32-43-33

Abrimos también los sábados de 8 a.m. a 12 M.

R.B.: Sí. Se podría tener un marco estructural de sección variable o en su defecto, en concreto armado, se podría escoger una sección uniforme y reforzar con los momentos resistentes, de acuerdo con los diagramas de momento. Uno de los objetivos del nuevo "teorema" es homogenizar los valores de los momentos lo más posible. Esto sólo se puede hacer usando la nueva "geometría".

R.H.D.: ¿Cómo es posible que todo el marco esté en equilibrio integrado por secciones de diferentes momentos de inercia?

R.B.: La estructura total se comporta como una cadena de vigas en voladizo unidas por las "rótulas elásticas", en los puntos de inflexión. Después de todo la ecuación área-momento fue desarrollada para hallar el ángulo θ y la deflexión en cualquier punto de éstas.

R.H.D.: Nunca creí que fuera posible utilizar esta ecuación en esta forma.

R.B.: Ahora se puede apreciar la gran potencialidad que tiene esta ecuación y la posibilidad de sustituir los métodos aproximados de interacciones por el "teorema geométrico" exacto. Y hay más para su sorpresa. Este método puede aplicarse elemento por elemento en una retícula estructural y luego puede extenderse el equilibrio a todo el conjunto, en forma directa. ¿Está de acuerdo?

CONCLUSIONES FINALES

(¿Diseño plástico o elástico?)

Es claro que la única explicación conocida hasta el presente que le da validez a los diagramas obtenidos por el método geométrico es el del concepto de diseño plástico o sea la asunción de rótulas plásticas, con lo cual se justificaría los diagramas de momento obtenidos.

Sin embargo este ingenuo concepto de rótula plástica, si bien justifica el comportamiento mecánico de la estructura, no da mayores explicaciones en cuanto a la validez matemática ni del análisis estructural que daría más rigor a este comportamiento.

Del estudio más minucioso de la ecuación del teorema área-momento, presentado por el profesor Charles E. Greene de la Universidad de Michigan en 1873 se pueden obtener justificaciones matemático-estructurales de mayor valor que la simple asunción de rótulas plásticas.

En primer lugar esta ecuación transforma rotaciones (θ) en áreas de momento (Mdx), lo cual justifica la cinemática de los diagramas de momento obtenidos. En segundo lugar, la igualdad de las rotaciones levóginas y dextróginas produce los diagramas de momento con igualdad de áreas positivas y negativas (fundamento de la geometrización), y al mismo tiempo produce los valores de los momentos y en consecuencia los valores de los momentos de inercia (I) cuyas rigideces relativas producen el equilibrio estático de la estructura.

En tercero y último lugar se produce la más importante de las justificaciones matemático-estructurales del "teorema geométrico", sin recurrir a las rótulas plásticas: si se observan los diagramas de momento obtenidos tanto por los métodos tradicionales como por el método geométrico y se visualizan las estructuras como vigas en voladizo a partir de los apoyos y a partir de los nudos, dirigidas hacia los puntos de inflexión, se puede comprobar que obviamente en estos puntos los momentos son cero, la rotación es cero y **las deflexiones se igualan**, lo cual origina el concepto de "rótulas elásticas".

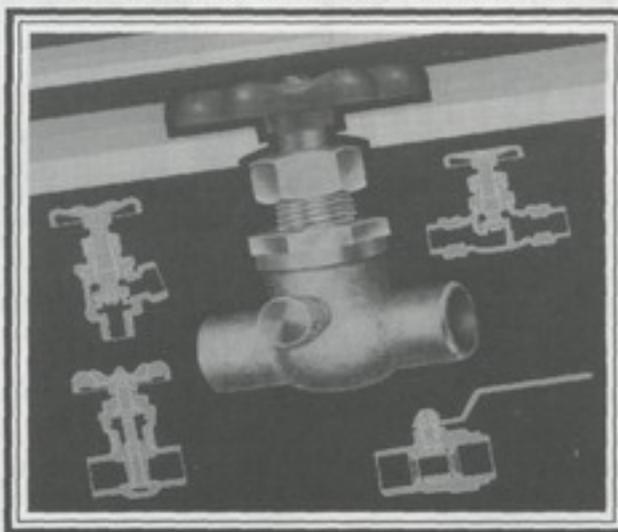
Finalmente si se observa la ecuación de área-momento en cuanto al intervalo de integrabilidad, obviamente este requiere I constante entre los puntos de inflexión solamente.

Como corolario final se puede decir que este método permite extender el equilibrio estático en una retícula estructural en forma directa. Si se tiene duda compruébese su validez por el Método de Hardy-Cross.

TUBOCOBRE, S. A.

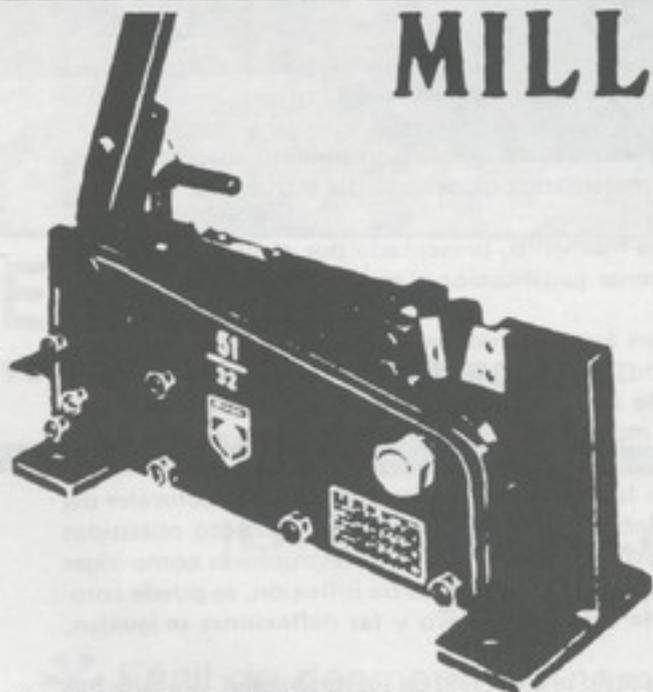
Tel.: 33-8822, Apdo. 3814-1000 San José
Telex. 2312. San José, Costa Rica. A.C.

Tubería de Cobre rígida y flexible	Válvulas de bola NIBCO
Accesorios de Cobre	Válvulas de compuerta NIBCO
Válvulas de bola de acero al carbono	Válvulas de globo NIBCO
Pletinas de cobre	Cacheras para cocina, baño, lavatorio NIBCO



Pasta fundente y soldadura	Tubería de hierro negro
Llaves de control	Accesorios de hierro negro soldables
Accesorios de Hierro Galvanizado	Accesorios de hierro negro roscables
Cañuela con barrera de aluminio para vapor	Barras de bronce redondas y hexagonales

MILLER HNOS S.A.



**HERRAMIENTAS DE
PRESTIGIO MUNDIAL
PARA RESOLVER SUS
PROBLEMAS EN
CORTES DE HIERRO**

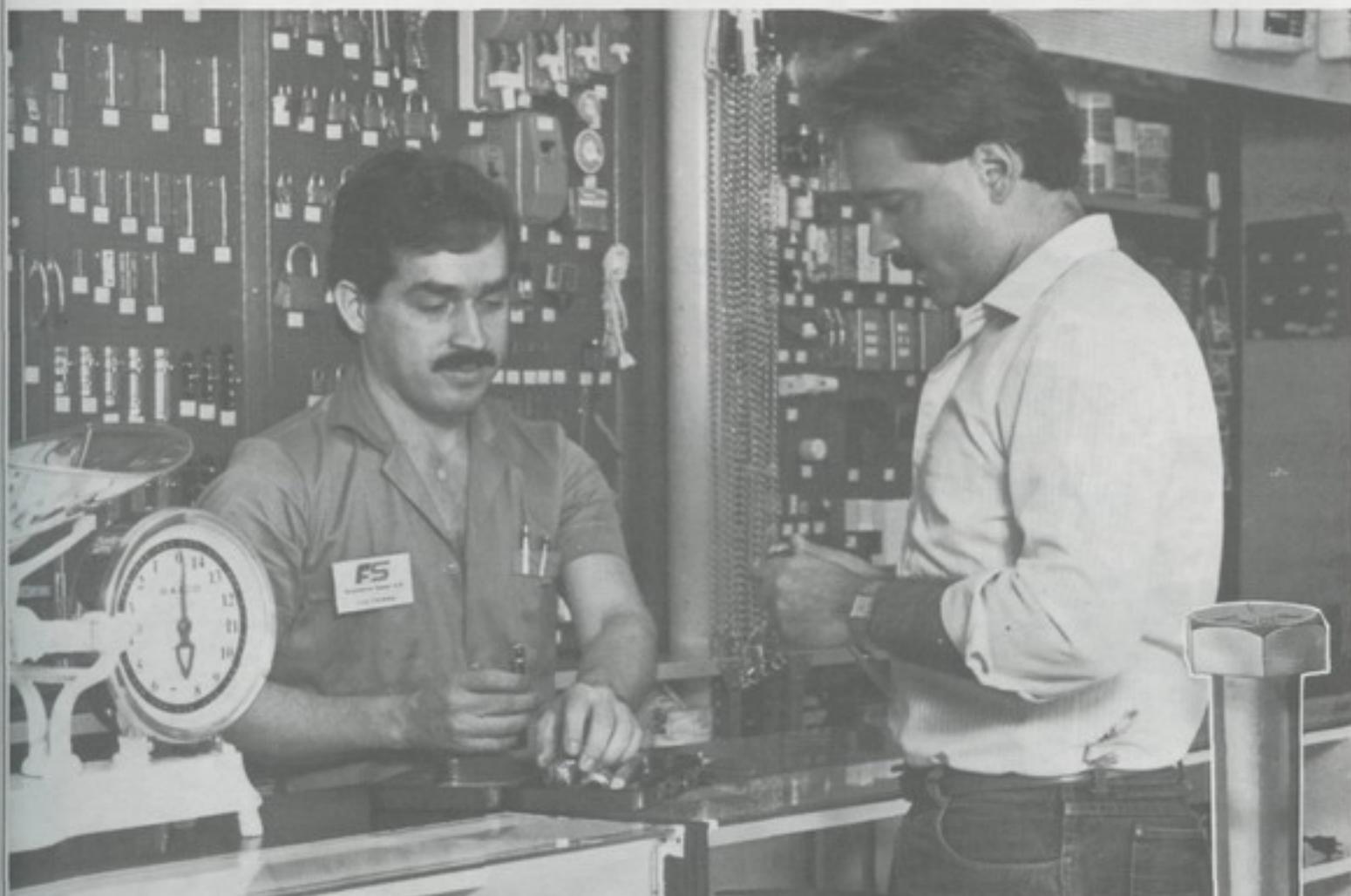
Compresores para aire y Equipos para pintar. Maquinaria para trabajar Metales, Equipos soldadores eléctricos y autógena; oxígeno, acetileno, hidrógeno, nitrógeno, aire comprimido.

Tel: 22-4244

CALLE 4-6 — AV. 8 APARTADO 2890

servicio

A tiempo y con excelencia



Más que una bonita palabra, creemos que "servicio" debe ser una vivencia diaria, un modo de relacionarnos con nuestros clientes, con el entusiasmo de servirlos en todo momento, ¡y con excelencia!

Conozca nuestro departamento especializado con más de 18.000 tipos diferentes de tornillos calidad



**Por servicio, variedad y ubicación
es más fácil comprar en**

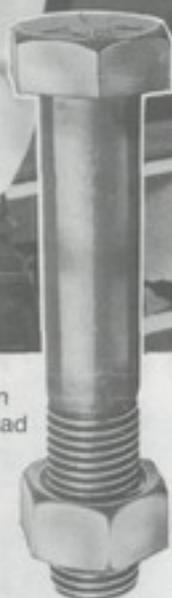
Parqueo Propio



Abierto Sábado y Domingo

Ferretería Sasso S.A.

50 metros oeste del Cine California.
Frente a la Estación al Atlántico. Teléfono: 57-02-03.



Mantenimiento y rehabilitación de carreteras por contrato

Programa demostrativo

Ing. Carlos E. Hernández H.
Asociación de Carreteras y Caminos
de Costa Rica





TABLA 1
Extensión de la Red Vial de Costa Rica

Red	Extensión en Km
Red nacional total	6990
Red cantonal total	20840
Caminos vecinales clasificados	7280
Calles metropolitanas	1050
Resto de calles urbanas	1330
Caminos vecinales no clasificados	11180
 Gran total	 27830

544 Km por cada 100 Km²
11 Km por cada 1000 habitantes

1. INTRODUCCION

Costa Rica se considera un país de mediano desarrollo con una población de aproximadamente 2.5 millones de habitantes. Se estima que para el año 2000 la población se incrementará a cerca de 3.5 millones de habitantes, ocasionando esto demandas constantes y crecientes en los servicios. Estas serán muy difíciles de satisfacer a menos de que se aumente la producción y la productividad de todos los sectores económicos del país.

La vitalidad de la economía de un país depende, en gran parte, de la condición del sistema de transporte vial. El buen estado de las carreteras facilita la distribución de bienes y servicios, la movilidad de los habitantes, el acceso a los servicios sociales y la preservación de la seguridad pública.

2. EL PROBLEMA

2.1 Descripción de la Red Vial

El sistema vial de Costa Rica se divide en dos: la Red Nacional y la Red Cantonal.

De acuerdo con la legislación actual, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) es responsable de operar la Red Nacional y los Municipios la Red Cantonal. Este Ministerio puede asistir a los Municipios, cuando se vean incapacitados de darle el servicio necesario a su red, por falta de recursos.

La densidad de caminos en Costa Rica es de 544 kilómetros por cada 100 km² y de 11 km por cada 1.000 habitantes— se compara favorablemente con la de otros países de mediano desarrollo.

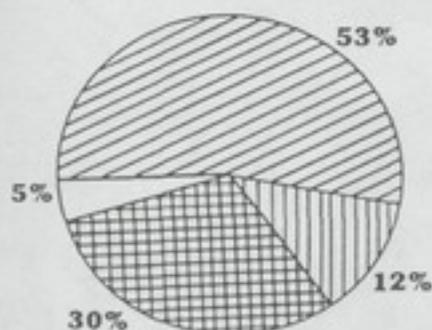
El Gráfico No. 1 muestra el recorrido de la flota nacional y la extensión de cada tipo de ruta. Como se puede observar, la Red Nacional representa un 42% de la extensión de la red clasificada con un 53% del recorrido total. Las vías del área metropolitana aún cuando sólo representan el 6% de la extensión de la red clasificada inciden en un 30% del recorrido total. A pesar de que los caminos rurales clasificados representan solamente un 5% del recorrido total de la flota, son de suma importancia para la producción agrícola y el desarrollo de las zonas rurales del país.

2.2 La condición de la Red Vial

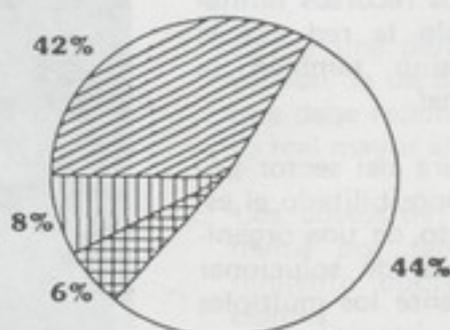
El Gráfico No. 2 muestra la condición de la Red Nacional de acuerdo con los índices de mantenimiento establecidos por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Como puede apre-

GRAFICO I

Recorrido y Extensión del Sistema Vial de Costa Rica



Recorrido en %	del total
Red Nacional	53
Caminos Vecinales	5
Vías Urbanas Cantonales	12
Vías Area Metropolitana	30
Total	100



Longitud en %	del total
Red Nacional	42
Caminos Vecinales	44
Vías Urbanas Cantonales	8
Vías Area Metropolitana	6
Total	100

ciarse, más del 85% de la red tiene indicadores insuficientes. En la Red Cantonal la situación también es crítica, pues casi el 100% necesita rehabilitación urgente.

2.3 Causas del Estado Actual

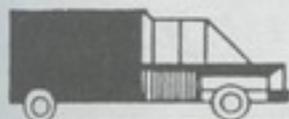
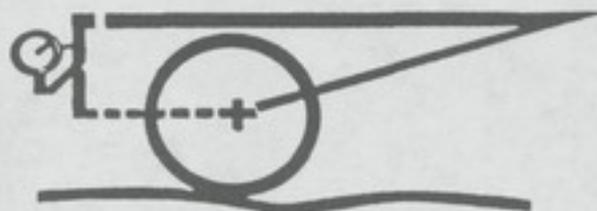
En el pasado se le ha puesto especial atención a la construcción de la red vial que une los sitios de producción con los centros de consumo.

Con la apertura de mercados internacionales se ha hecho una gran inversión en los corredores de exportación. Sin embargo, es evidente que se le ha asignado una baja prioridad al mantenimiento de la infraestructura construida.

La razón del descuido de nuestra red vial es compleja. Algunas causas son claras:

1. Los políticos asignan prioridad a actividades de carácter proselitista. Para ellos es más importante inaugurar obras, que mantener en buen estado las existentes.
2. Ha existido una demanda real para expandir la red vial de manera que se habiliten las zonas de producción y se acomode el aumento constante del número y peso de los vehículos.

RUGOSIDAD



1 M/Km.

9-12 M/Km.

3. Las Municipalidades son incapaces de mantener la Red Cantonal que está bajo su jurisdicción. Esto ha obligado al Gobierno Central ha asumir, con sus recursos limitados, no sólo la red que le compete, sino también la Red Cantonal.
4. La estructura del sector público ha imposibilitado el establecimiento de una organización capaz de solucionar adecuadamente los múltiples problemas existentes.
5. El énfasis en la construcción desarrolló una industria fuerte que promueve la continuidad de la política actual.

No obstante la validez relativa de las causas, es importante recordar el objetivo primordial de nuestras carreteras:

Prestar un servicio eficiente y económico para la producción nacional.

Para cumplir el objetivo, especialmente en un país lluvioso y de pendientes fuertes, es necesario un programa enorme y constante de mantenimiento, mejoramiento y rehabilitación de carreteras debidamente administrado y financiado.

Esto implica el establecimiento de un sistema de administración vial, el cual se define como un conjunto de procedimientos sistemáticos para planificar, programar, ejecutar y controlar un programa en forma predeterminada, eficiente y aprovechando al máximo todos los recursos disponibles.





2.4 Consecuencias Financieras

Las consecuencias financieras del mal estado de las carreteras son muy serias:

1. Existe una pérdida en la inversión de un bien de capital que debe reponerse a un costo real mayor al original.
2. Los costos de reparación de daños por falta de mantenimiento oportuno son crecientes.
3. Se incrementa el costo al usuario debido a accidentes, muertes y daños a vehículos; pérdida de tiempo, incremento en el consumo de combustibles, llantas y repuestos.

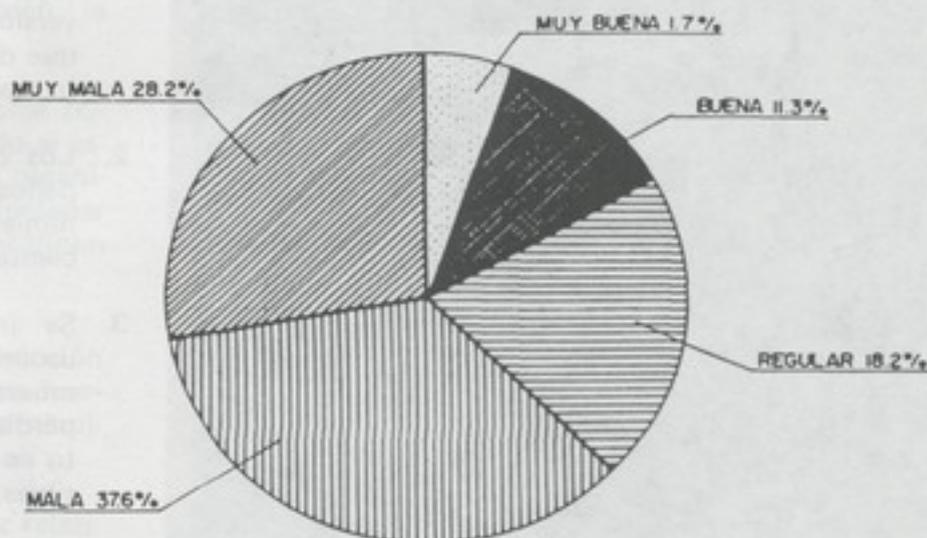
Merece especial mención el costo de operación anual de la flota nacional el cual está en el orden de los \$ 680 millones, de los cuales el componente del costo con divisas es aproximadamente \$ 400 millones. Este monto representa más o menos el 50% de las exportaciones del país.

Para efectos de evaluación, se ha desarrollado un método de medición de la superficie de ruedo llamado índice de rugosidad, que es la acumulación de fluctuaciones del eje de una rueda que recorre la superficie de la carretera con respecto a su bastidor.

El Gráfico No. 5 muestra la relación entre la rugosidad y el costo de operación de la flota. Los resultados de la evaluación de la Red Nacional de Costa Rica en 1983 demostraron que el promedio de rugosidad de la Red Nacional oscilaba entre 9 y 12 m/km, es decir, bien arriba de lo que podría ser aceptable. Esto

GRAFICO 2 RED VIAL NACIONAL - 1984

NIVELES DE CONDICION DE LAS CARRETERAS
(INDICE DE MANTENIMIENTO)



indica que el estado de la Red Vial es muy deficiente y requiere un programa de rehabilitación para disminuir este costo.

Lo anterior es crítico para un país como Costa Rica, el cual ha tenido que endeudarse para construir su infraestructura. El mal uso o desperdicio de los fondos previstos para mantenimiento y sus consecuencias, tienen un efecto negativo en la recuperación de la inversión.

Además del costo directo en recursos escasos, se deben considerar las necesidades sociales de los habitantes como el acceso a los hospitales, clínicas y centros de salud, a centros educativos y sitios comerciales y recreativos.

3. LA BUSQUEDA DE UNA SOLUCION

La magnitud del deterioro actual de las carreteras demanda

la búsqueda de soluciones desde un nuevo punto de vista. Ante esta situación el MOPT planteó la necesidad de ejecutar una serie de proyectos piloto de mantenimiento y rehabilitación a fin de formar un marco de referencia para la formulación posterior de planes maestros.

Se optó por llevar a cabo el Programa a través de la contratación con el sector privado, método conocido como **Mantenimiento por Contrato o Privatización**.

4. PROGRAMA DEMOSTRATIVO DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE CARRETERAS POR CONTRATO CON EL SECTOR PRIVADO

4.1 Los Proyectos

El programa se desarrolló en tres proyectos y demostró distin-

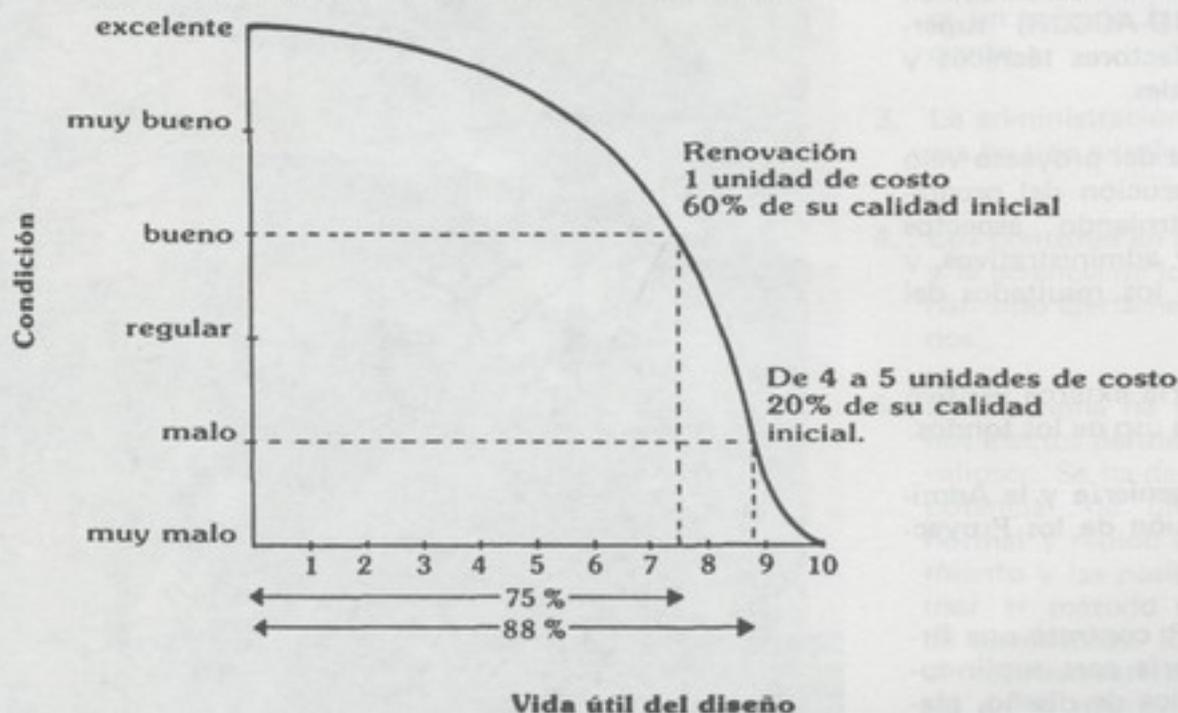
tas facetas de las labores a desarrollar en un programa futuro de rehabilitación de carreteras, a nivel nacional. Los proyectos fueron los siguientes:

1. Revestimiento de una vía primaria de la Red Nacional utilizando la técnica conocida como reciclaje de pavimentos.
2. Mantenimiento de rutina, periódico y de emergencia por dos años de un circuito de la Red Nacional.
3. Rehabilitación y mantenimiento de rutina, periódico y de emergencia de caminos vecinales.

4.2 Los Objetivos

Los objetivos principales del programa fueron:

GRAFICO 3
Consecuencias del mantenimiento inoportuno.



1. Coadyuvar con los esfuerzos del MOPT para implantar un mantenimiento eficaz en todo el sistema vial.
2. Neutralizar el entramamiento administrativo en las obras de mantenimiento.

Los objetivos específicos fueron:

1. Probar la eficacia del mantenimiento por contrato.
2. Demostrar los beneficios de un programa de conservación vial bien planeado.
3. Verificar la objetividad e integridad de los procedimientos contables y de pago.
4. Mejorar los procedimientos de licitación y contratación.
5. Adiestrar a personas y organi-

zaciones en mantenimiento por contrato y su administración.

6. Establecer técnicas y procedimientos para la adopción del mantenimiento por contrato.

4.3 La Estructura del Programa

4.3.1 El Propietario

De acuerdo a la Constitución de Costa Rica el acceso a la propiedad es un servicio público propiedad del Estado. El MOPT por ley, es el ente rector de todo el sistema vial y su responsabilidad no es delegable. Las funciones de asistencia en la organización, planeamiento, dirección, control, ejecución de la obra pública y evaluación pueden ser privatizadas.

4.3.2 El Agente Financiero

El Programa se financió me-

dante una donación del Gobierno de los Estados Unidos de América al Gobierno de Costa Rica a través de la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID).

4.3.3 La Unidad Ejecutora

El Ministerio de Obras Públicas y Transportes delegó la ejecución del Programa en la Asociación de Carreteras y Caminos de Costa Rica (ACCCR).

En un programa de naturaleza experimental, es necesario establecer mecanismos de control y balance que no permitan que, a través del cambio y el ajuste, se desvirtúen los objetivos principales. Con este propósito se establecieron niveles de control en la siguiente forma:

- La Junta Directiva de la ACCCR veló por el fiel cum-

plimiento de los objetivos del programa.

- El Comité de Construcción (MOPT-AID-ACCCR) supervisó los factores técnicos y contractuales.
- El Gerente del proyecto veló por la ejecución del programa, controlando aspectos técnicos y administrativos, y evaluando los resultados del programa.
- La auditoría externa verificó el correcto uso de los fondos.

4.3.4 La Ingeniería y la Administración de los Proyectos

La ACCCR contrató una firma de ingeniería para suplir todos los servicios de diseño, planos, presupuestos, documentos de licitación y supervisión requeridos por los proyectos. La selección se llevó a cabo mediante un concurso de antecedentes profesionales.

4.3.5 La Ejecución

La ejecución de los proyectos se contrató por medio de un proceso de licitación.

4.3.6 Auditoría Técnica

La AID contrató los servicios de consultoría de la firma Wilbur Smith & Associates para evaluar el programa, la cual concluye lo siguiente:

1. El esfuerzo por conservar las carreteras de Costa Rica que está haciendo el MOPT con sus propios recursos no es adecuado.



Arrancadores de tipo

TRIMA - TR



2. El Programa ha sido muy exitoso demostrando que el mantenimiento por contrato es un método factible y eficiente.
3. La administración del programa ha sido excelente.
4. Los controles en la ingeniería y la gerencia de los proyectos han sido ciertamente adecuados.
5. El programa ha tenido algunos efectos permanentes muy valiosos. Se ha demostrado el potencial de un programa normal y rápido de mantenimiento y las posibilidades de usar el método de reciclaje de pavimentos. El MOPT ha demostrado nuevamente interés en el mantenimiento de carreteras; los gobiernos locales se han estimulado y el público está mejor informado.

5. RECOMENDACION

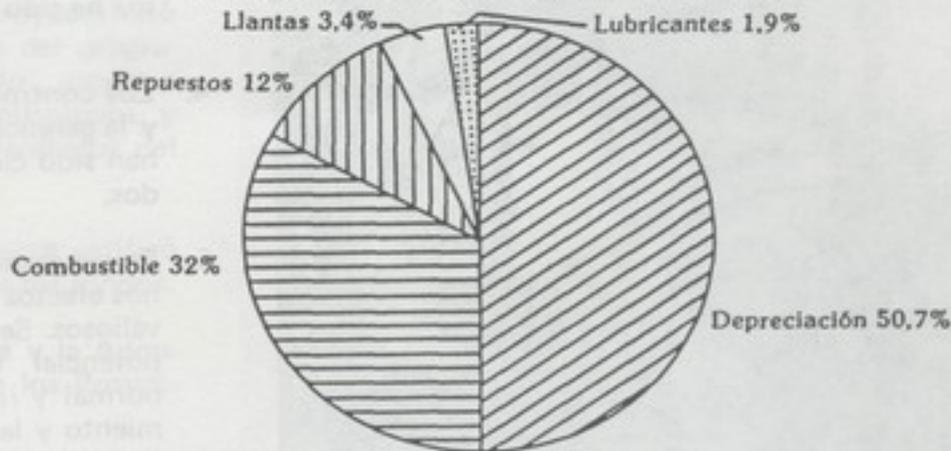
5.1 Plan de Emergencia

Con base en el diagnóstico del problema, los resultados del Programa, conscientes de la gravedad de las consecuencias y convencidos de que se puede mejorar, se recomienda poner en práctica un plan de emergencia, con los siguientes lineamientos básicos:

1. Asignar máxima prioridad al mantenimiento y rehabilitación de carreteras.
2. Utilizar la tecnología más apropiada para desarrollar una capacidad efectiva en el planeamiento, administración y ejecución del programa.

GRAFICO 4
Estructura del costo
de operación de la flota

Costo anual de operación: U.S.\$680 millones.
 Costo anual en divisas: \$400 millones.



Este dato no incluye el componente local en colones.

3. Aceptar ayuda y financiación exterior siempre y cuando exista la voluntad política de fomentar y ejecutar un cambio estructural serio y profundo en la organización actual.

5.2 Plan de Acción

Para la puesta en práctica de una nueva política de operación de la red vial, es posible identificar siete tareas urgentes:

1. Fortalecer al MOPT como ente rector del sector transporte capacitándolo para establecer y llevar a cabo efectivamente las políticas de operación de toda la red vial.
2. Reorganizar la división de mantenimiento formando un núcleo central multidisciplinario capaz de planear, orga-

nizar, dirigir, controlar y evaluar los programas de mantenimiento y rehabilitación.

3. Limitar la responsabilidad de ejecución con fuerzas propias del Gobierno Central a actividades en la Red Nacional que no son adecuadas para la contratación.
4. Crear una organización regional para atender la Red Cantonal dotándola de mecanismos para que los beneficiarios participen en la planificación, control y evaluación de su propia red dentro de los lineamientos establecidos por el organismo rector.
5. Planificar el financiamiento a corto, mediano y largo plazo para asegurar un mantenimiento continuo y permanente.

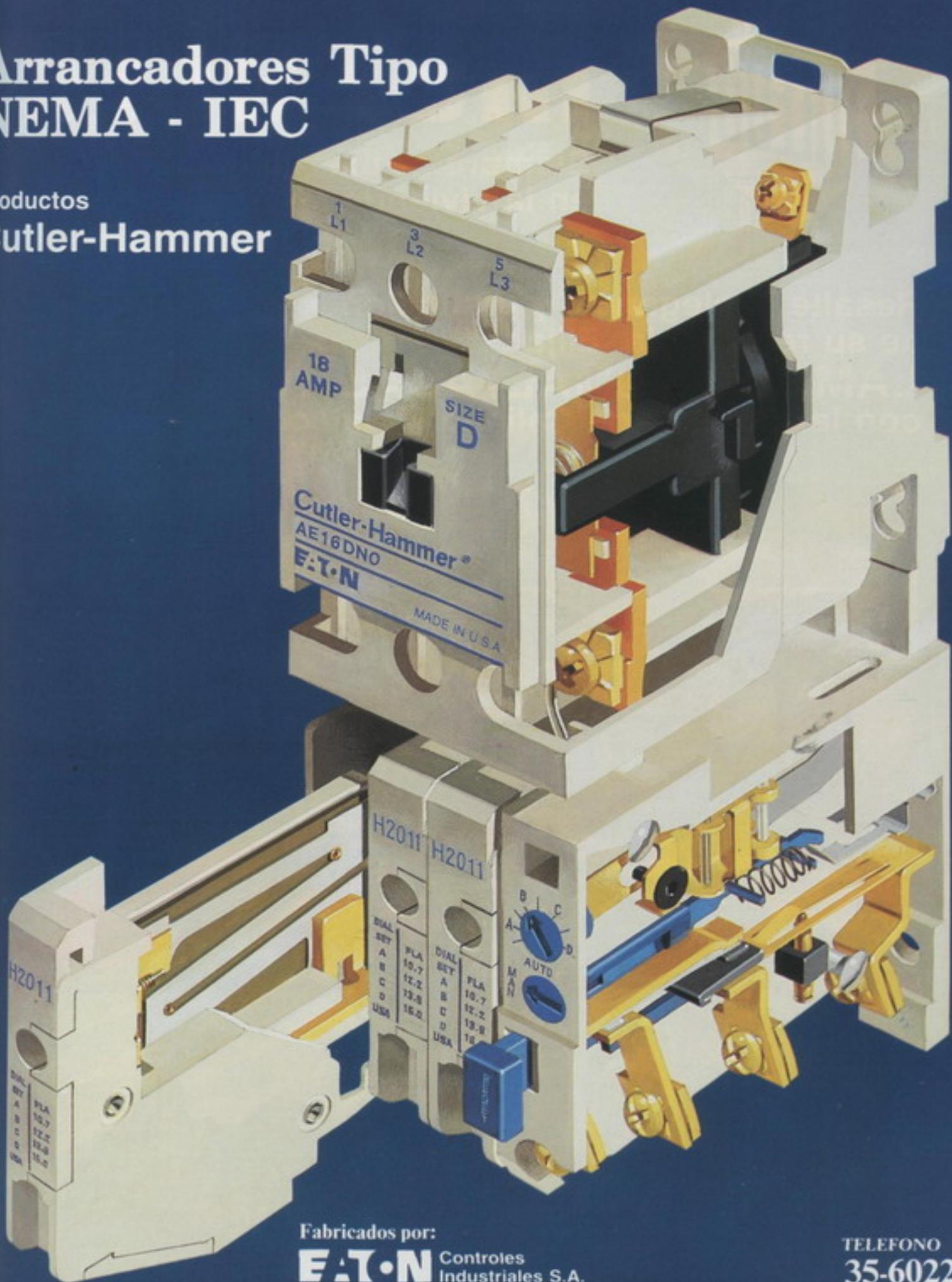
6. Efectuar un programa de rehabilitación y mantenimiento por contrato, agresivo y a corto plazo con el propósito de revertir el acelerado proceso de deterioro actual traspasando sustancial y progresivamente la responsabilidad de ejecución al sector privado.

7. Acelerar la instrumentación de las medidas anteriores, a través de la contratación de consultores para preparar programas, contratos y proveer la administración y la supervisión de los proyectos.

En la planificación de una nueva política de operación de la red vial, se debe prestar una atención especial a los problemas que se pueden derivar de la reestructuración de los organismos existentes.

Arrancadores Tipo NEMA - IEC

Productos
Cutler-Hammer



Fabricados por:

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

TELEFONO
35-6022

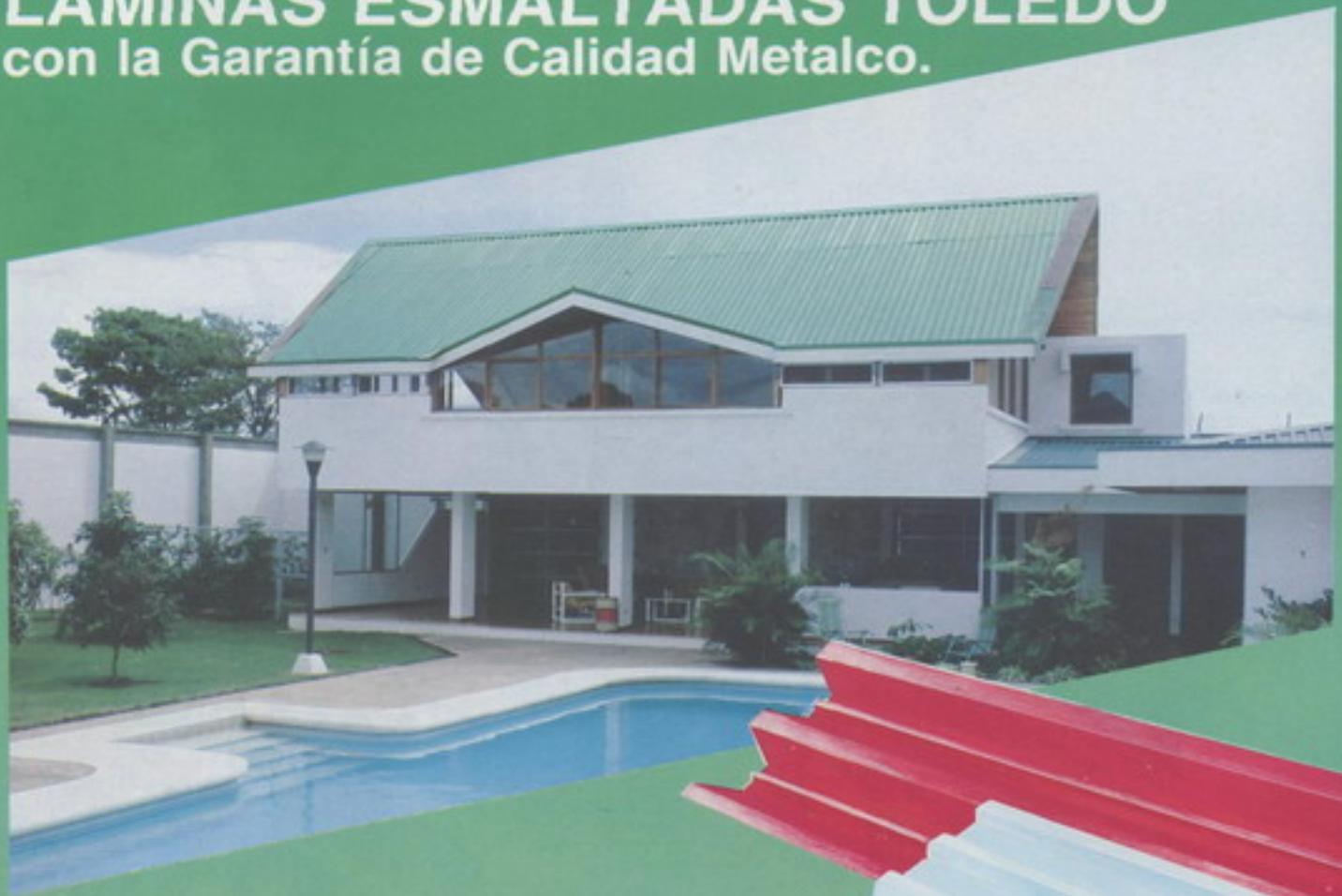


de **METALCO**

Siempre arriba,
en la vivienda costarricense.

Resalte la elegancia y distinción
de su residencia. Elija

LAMINAS ESMALTADAS TOLEDO
con la Garantía de Calidad Metalco.



Asegúrese usted
de seleccionar lo mejor
para su construcción.

Busque la Garantía
de Calidad **METALCO**

USTED ES TESTIGO



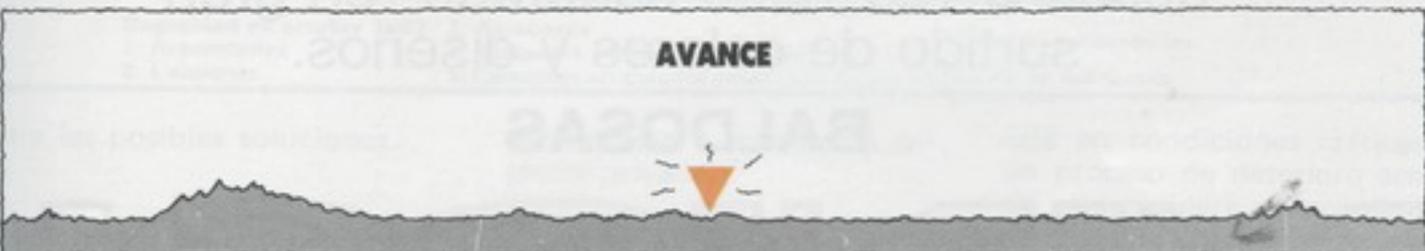
DEL NACIMIENTO



DEL MAS SIGNIFICATIVO



AVANCE



EN LA HISTORIA DE LAS COMUNICACIONES.




ALCATEL

El 1° de enero, C.G.E. se unió con ITT para convertirse en el líder mundial en sistemas de comunicación empresarial, sistemas públicos digitales de conmutación, cables, fibras ópticas y transmisiones por microonda y satélite.

Además, con el apoyo de recursos masivos en todo el mundo, podemos garantizarle que estamos impulsando hacia el siglo XXI, una nueva corriente de pensamiento.

**en su casa,
en su negocio.**



Pisos elegantes al mejor precio

desde ~~C~~420 metro cuadrado* en gran surtido de colores y diseños.

BALDOSAS

VINISOL

Espesor de 1,6 mm para su residencia y 2,5 mm y 3 mm para su oficina, local comercial y áreas de mucho tránsito.

Muy resistentes y durables.

Antideslizantes y totalmente lavables

Fáciles de instalar y de reemplazar.

Ideales para remodelaciones.

Le ofrecemos servicio de instalación.

KATIVO comercial

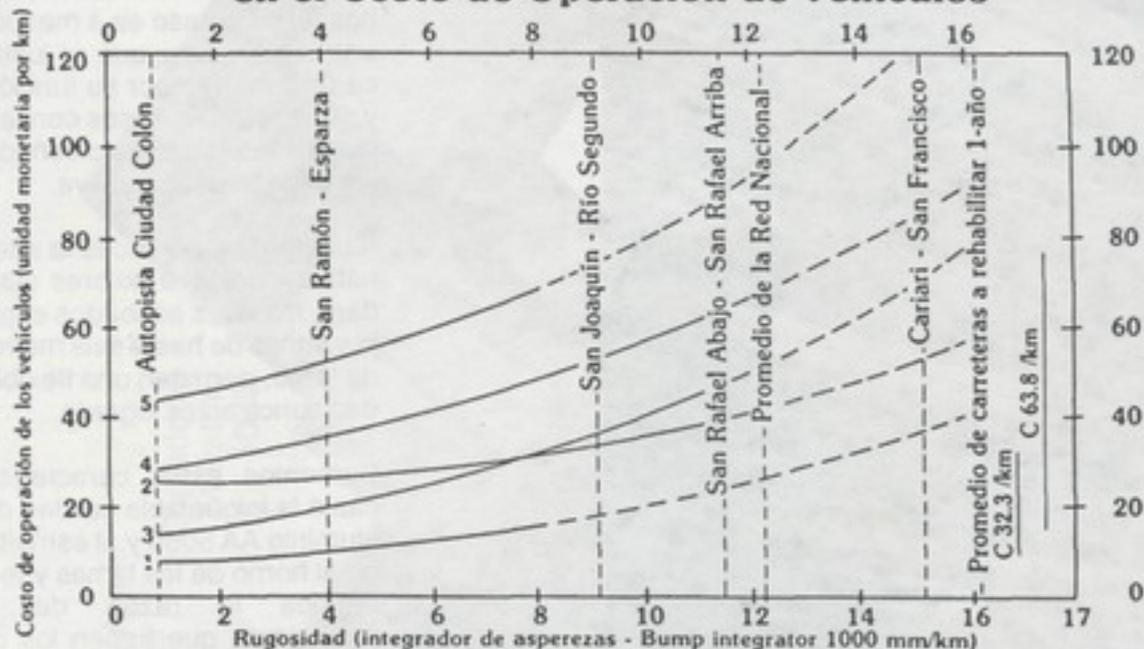
Pie de Cuesta de Moras
Tels. 22-9013 y 22-8567

Todo para el acabado de su casa.

*Precio incluye pegamento, no incluye instalación

GRAFICO 5

Influencia de la Rugosidad de las Carreteras en el Costo de Operación de Vehículos



Rugosidad en octubre 1983
 1: Automóviles
 2: Camiones
 3: Autobuses
 4: Volquetes medianos de 3 ejes
 5: Camiones articulados pesados de 5 ejes
 — Ahorro en automóviles
 — Ahorro en autobuses

Entre las posibles soluciones están:

- Vender todos los equipos innecesarios para que el Gobierno opere como ente rector del sector.
- Fomentar la creación de cooperativas y empresas de autogestión de empleados desplazados, para ejecutar proyectos de mantenimiento y rehabilitación por contrato.
- Obligar a las empresas constructoras y consultoras, a contratar por un mínimo de tiempo empleados desplazados, idóneos para la ejecución de contratos de mantenimiento y rehabilitación.
- Proporcionar adiestramiento y ayuda financiera a los funcionarios desplazados que de-

seen ingresar a actividades del sector privado.

CONCLUSIONES

En los últimos 30 años se ha llevado a cabo un proceso de centralización y estatización en todos los sectores de la actividad nacional. La situación demanda un cambio hacia la descentralización y la privatización.

La descentralización sitúa la toma de decisiones en los niveles que disponen de mayor información y son directamente beneficiados, agilizando y simplificando el proceso.

La privatización permite un freno al crecimiento del aparato estatal y la activación del sector privado.

está en condiciones críticas, en un proceso de deterioro acelerado que requiere un programa de emergencia para estabilizar el nivel de servicio y eventualmente mejorarlo.

Los efectos negativos de la situación actual sobre la economía nacional son enormes y de mantener el status quo, se convertirían en catastróficos.

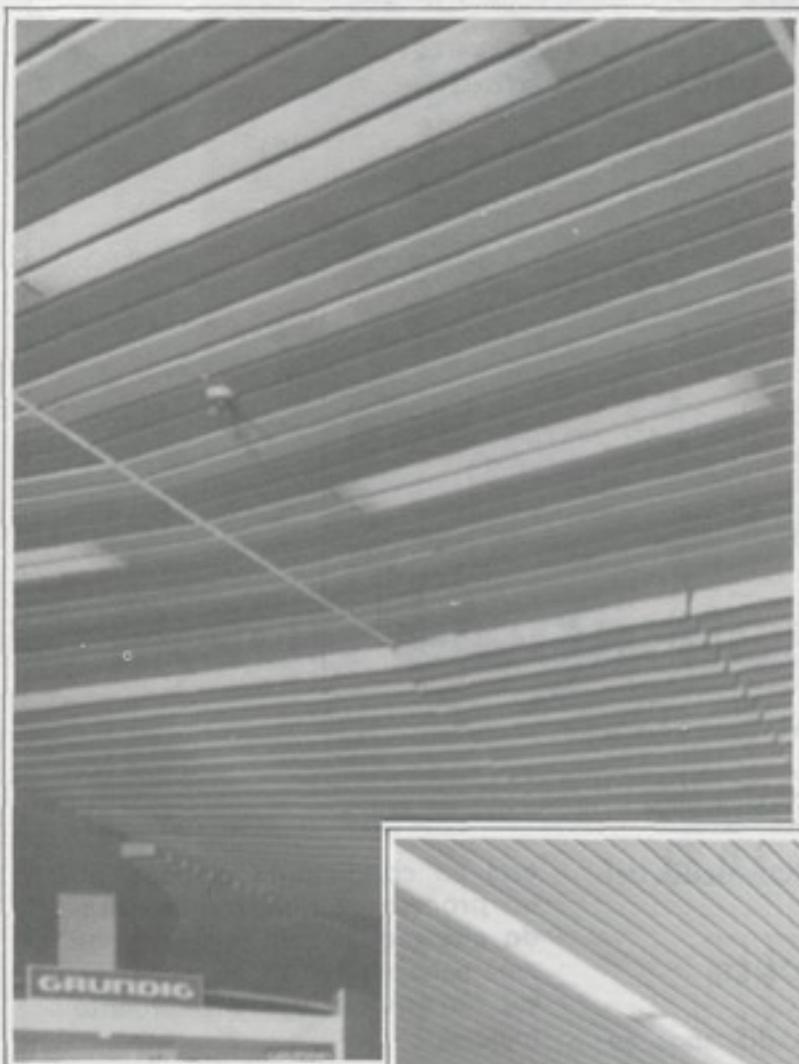
En contraste, los beneficios del mantenimiento bueno, y oportuno son considerables. Los beneficios económicos afectan en gran parte el gasto en divisas, lo que trae consecuencias muy favorables para el país.

Asociación de Carreteras y Caminos de Costa Rica

¡Mejores caminos para Costa Rica!

La Red Vial de Costa Rica

LIBERTAD DE CREACIÓN



Incluso en el marco muy luminoso de los ambientes modernos, el cielorraso es a menudo una zona neutra, que se justifica únicamente por su función, ya que los cielorrasos convencionales dejan a los diseñadores poca libertad creativa.

"Luxalon" es entonces la alternativa ideal. 19 colores standard, más tres acabados espejo y lamas de hasta seis metros de largo, permiten una flexibilidad nunca antes lograda.

Sumemos estas características a la inigualable calidad del aluminio AA 5050 y al esmaltado al horno de las lamas y tendremos la razón de la preferencia que tienen los diseñadores por los cielorrasos "Luxalon".



LUXALON

HunterDouglas

DISTRIBUIDORA

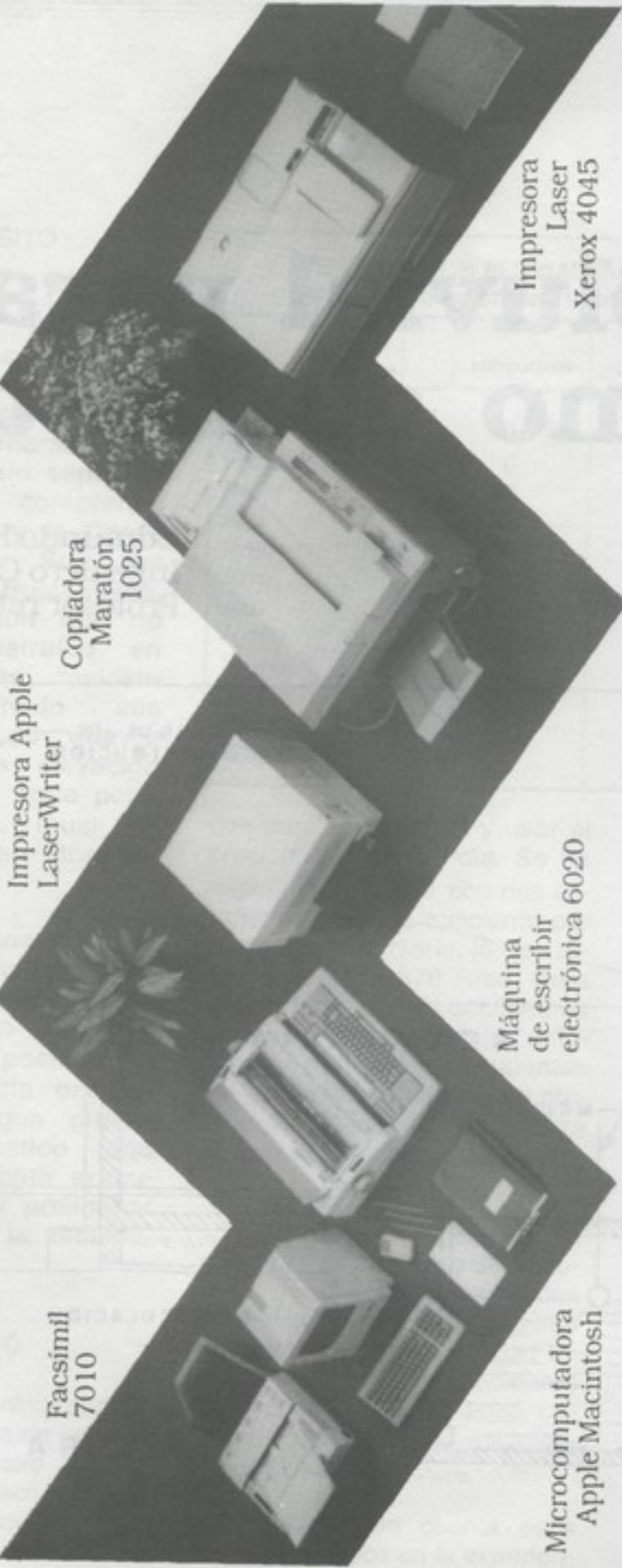
LUJO S.A.



Tel.: Fábrica 51-9952
San José, Costa Rica
Telex: 2913 CECOTEX
Apartado Postal 5615
San José

XEROX

Facsimil
7010



Microcomputadora
Apple Macintosh

Impresora Apple
LaserWriter

Copiadora
Maratón
1025

Máquina
de escribir
electrónica 6020

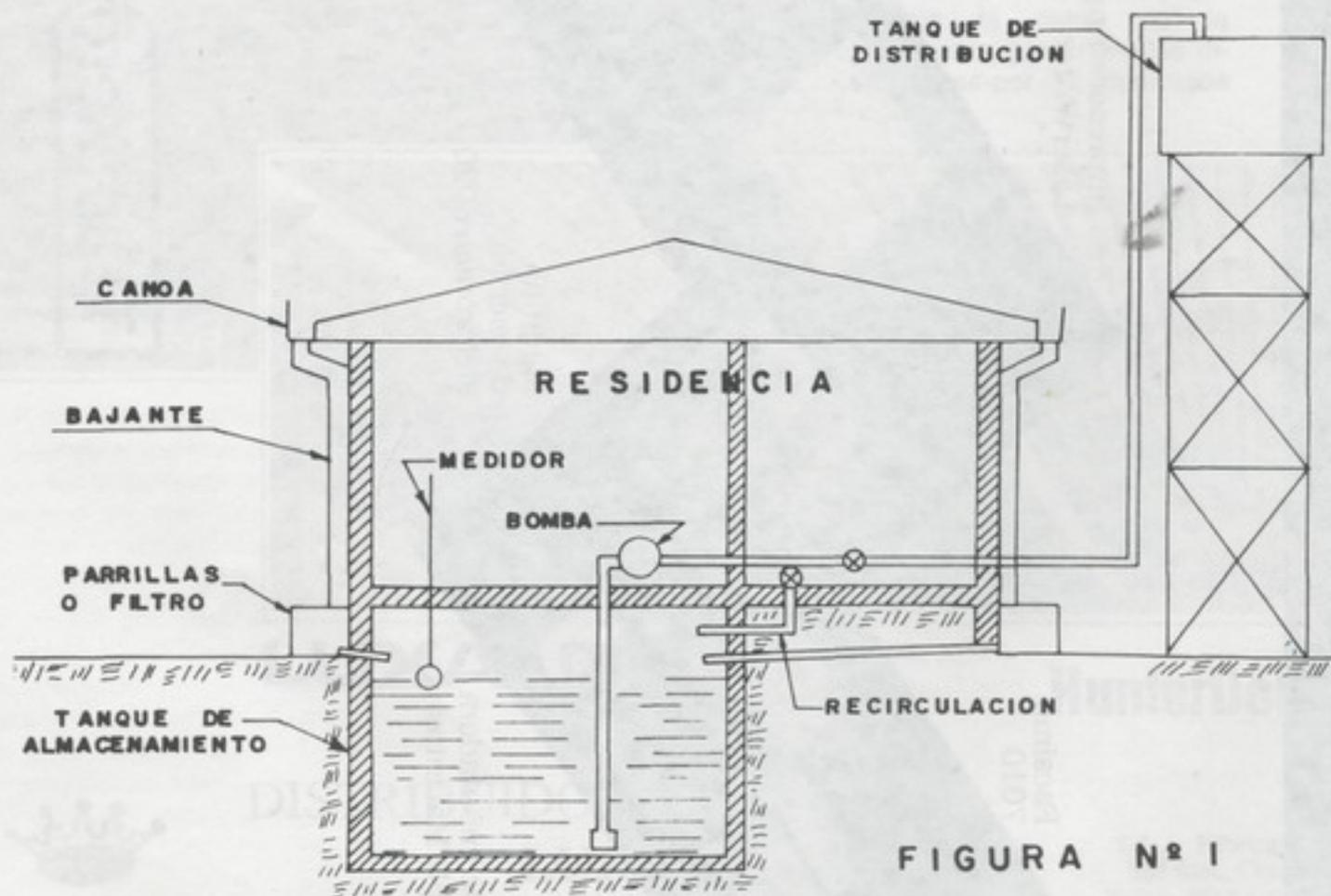
Impresora
Laser
Xerox 4045

Team Xerox

La mayor organización de sistemas y servicios para oficinas.

Agua pluvial para consumo doméstico

Edmundo Kikut Ly
Ingeniero Civil,
Profesor retirado UCR.



PROPOSITO

Al Sur de los Cantones de San José, Escazú y Santa Ana se levantan unos montes altos, cubiertos de vegetación, pintorescos y acogedores. Desde ellos se ve un espléndido paisaje que comprende el Valle Central y la Cordillera Volcánica. Son los Montes de Bustamante. Llama la atención que no se hayan construido en sus faldas más residencias aprovechando sus ventajas, pero es que a partir de cierta elevación no se encuentra agua potable permanente. Igual situación sucede en otras regiones del país.

Teniendo Costa Rica un régimen pluvial muy estable con precipitación abundante, salta la pregunta de si es posible dotar una residencia exclusivamente con agua pluvial para uso doméstico todo el año. El siguiente artículo es un estudio preliminar para determinar la factibilidad de esa idea.

CONSUMO

Debemos determinar el consumo diario de agua de una residencia para nuestro medio. En la práctica es fácil ver que en los barrios donde el agua llega solamente de noche, se usan tanques de agua eleva-

Mes	mm por mes	Captado m ³	Captado menos 27m ³	Acumulado m ³
Enero	0	0	—	—
Febrero	0	0	—	—
Marzo	0	0	—	—
Abril	44	0	—	—
Mayo	400	76	49	49
Junio	400	76	49	98
Julio	225	43	16	114
Agosto	43	8	-19	95
Setiembre	228	54	27	122
Ocubre	450	85	58	180
Noviembre	49	9	-18	162
Diciembre	0	0	-27	135

dos para recolectarla y usar el preciado líquido de día. Se ha experimentado que con dos estaciones se tiene suficiente para el consumo diario, lo que representa unos 370 litros. Para gastar tan reducida cantidad es necesario un cuidadoso estudio por parte de los ocupantes de esa casa y además una presión hidráulica muy baja para disminuir el desperdicio.

Los recibos mensuales del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados no dan buena indicación del consumo por casa, pues esta entidad toma la lectura de los medidores con varios meses de lapso, cobrando una cantidad estimada en ese tiempo.

Tomando en cuenta esos datos y basados en la experiencia de algunos colegas consul-

tados, en este estudio se tomará un consumo diario de 150 litros por habitante, o de 900 litros diarios para una casa con seis ocupantes. Este es un gasto diario amplio para todas las necesidades caseras, que permite aun regar algunas plantas ornamentales. Si se tomara otro gasto diario, el área de captación y el tanque de almacenamiento variarían en sus dimensiones, como se verá.

SUMINISTRO

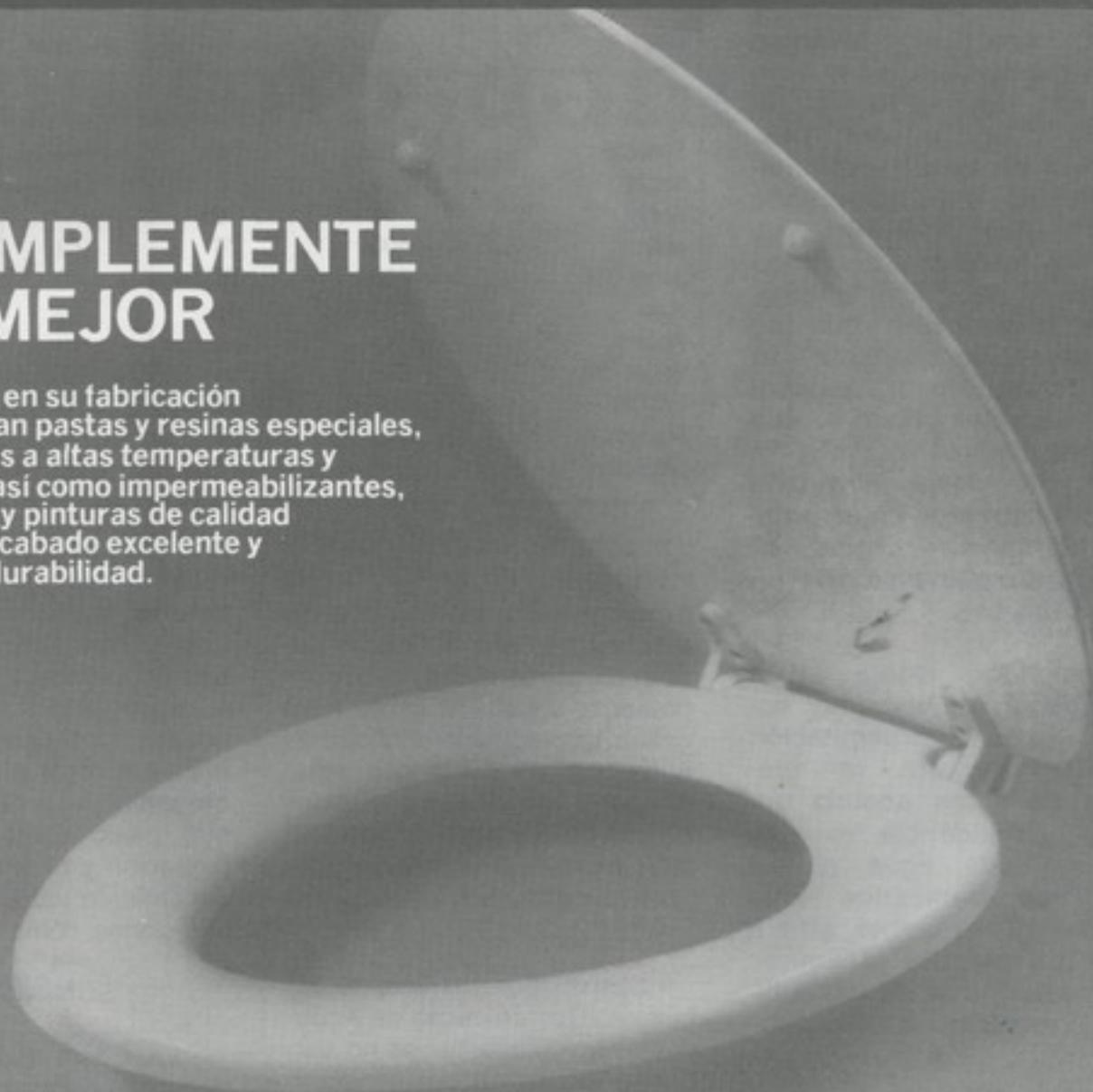
En Costa Rica el régimen de lluvias es muy constante todos los años, con pocas variaciones en cuanto a la cantidad de precipitación pluvial y en cuanto a la fecha de entrada y de salida de la época seca.

Para nuestro estudio tomaremos el año 1982, que es bas-

ASIENTOS PARA INODOROS INCESA STANDARD

...SIMPLEMENTE LO MEJOR

...porque en su fabricación se emplean pastas y resinas especiales, prensadas a altas temperaturas y presión, así como impermeabilizantes, esmaltes y pinturas de calidad para un acabado excelente y máxima durabilidad.



INCESA STANDARD

Tel: 32-5266, Apdo. 4120 San José, Costa Rica

tante típico aunque algo más seco que el promedio, como se puede ver en la Figura 2. Los datos de precipitación pluvial fueron suministrados telefónicamente por el Instituto Meteorológico Nacional, para la estación pluviométrica de Escazú. Es entendido que para un estudio real deberán tomarse más años en consideración.

A continuación damos una tabla con las precipitaciones mensuales en milímetros, la cantidad captada por mes usando una área de captación de 210 m² que se obtuvo por tanteos y multiplicando el resultado por 0,90, como factor para compensar las pérdidas ocurridas en esa área (Factor de escorrentía). En otra columna se consigna lo captado por mes, restando la cantidad de 27m³

del gasto de la casa y en la última columna se consigna la cantidad de agua acumulada.

GRAFICO

La lluvia del mes de abril no se capta, sino que se usa para limpiar el área de captación. De la tabla se desprende que la máxima cantidad de agua acumulada es de 180 m³ por lo que necesitaremos un tanque de almacenamiento de esa capacidad, que podría ser de 2,50 m. de profundidad útil, por 8,50 m. de lado. Al final de diciembre quedan 135 m³ que alcanzan cinco meses a razón de 27 m³ de gasto mensual, lo que abarca toda la época seca incluyendo todo el mes de mayo.

CAPTACION

Cualquier área con el piso impermeable sirve para captar el agua de la lluvia, por ejemplo un patio cementado o el techo de una casa. En el primer caso, aunque se cerque con tapias, es difícil impedir la entrada de pequeños reptiles, insectos y otros animales. En el segundo no debe pintarse nunca el techo porque la pintura puede tener sustancias químicas nocivas a la salud. La superficie necesaria se obtiene por tanteos basados en los datos de precipitación pluvial. El agua así captada se conduce a un tanque de almacenamiento, previo paso por parrillas y cedazo para colarla, o se puede usar un filtro como el que se muestra en la figura 9, recomendado en el folleto Water for the World.

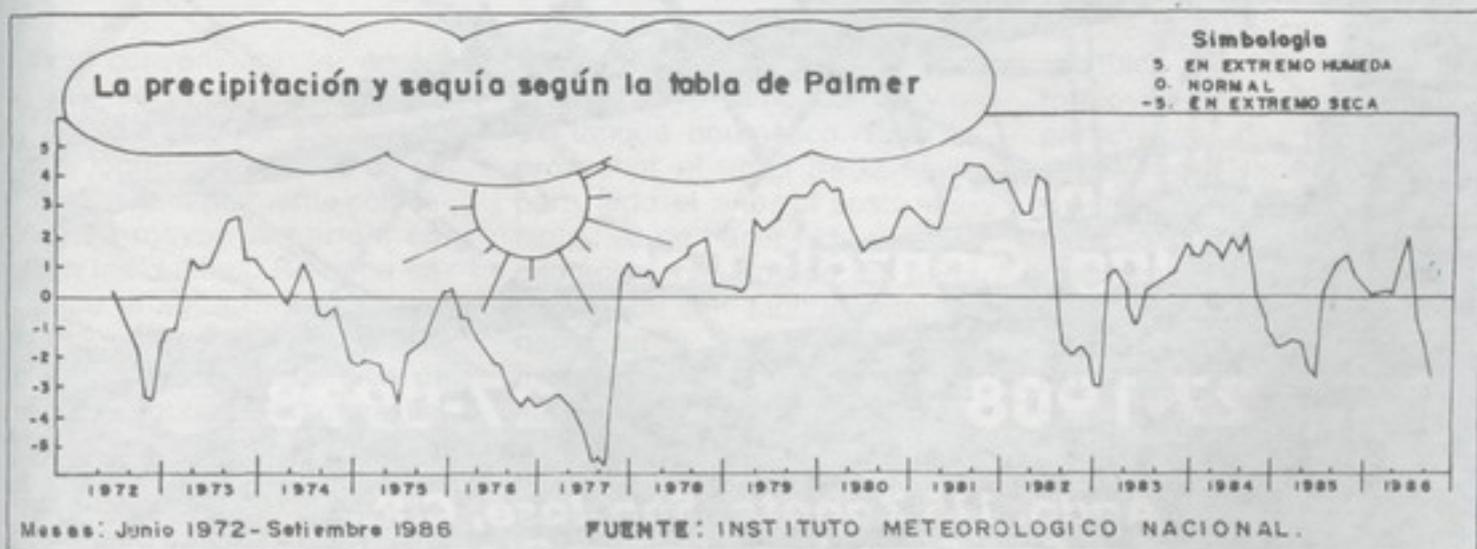


FIGURA Nº 2

CORTINAS ARROLLABLES

- Aluminio - mill Finish
- Aluminio - esmaltado
- Exhibición - visibilidad interna

Todo tipo de accesorios...



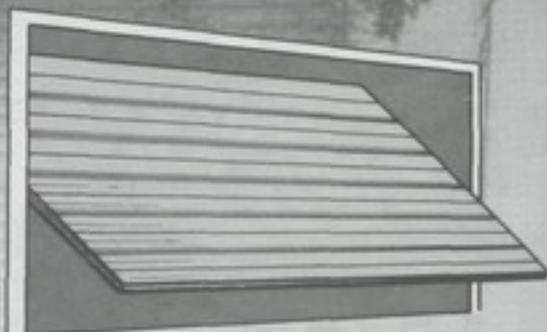
Todo en portones...

PC PORTONES Y MOTORES S.A.

Apdo. 115-2010, San José
TELÉFONOS:
27-0978 / 27-1908

PORTONES DOMÉSTICOS

- De levantar
- Corredizo
- Con motor eléctrico
- Con control remoto
- De aluminio
- De hierro galvanizado
- Materiales y diseños a escoger



Estructuras KIKUT y CALDERON S.A.

Estructuras
KICAL S.A.

Ing. Edmundo Kikut L.
Ing. Gonzalo Calderon V.

27-1908

27-0978

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

ESTRUCTURAS METALICAS

Estructura: Costa Rican Cocoa Products - Zapote

CONSERVACION

Las aguas estancadas o almacenadas pueden sufrir alteraciones cuando tienen contenido orgánico. El peor enemigo son las algas, que les dan mal aspecto, sabor y olor. Afortunadamente estas plantas necesitan de la luz solar para desarrollarse, de manera que haciendo el tanque de almacenamiento totalmente tapado y oscuro se puede eliminar ese problema. Por otra parte, el agua de lluvia captada como se indicó tiene muy poco contenido orgánico que se pueda descomponer y siempre queda el recurso de tratarlas como las de una piscina, aplicándoles cloro. El autor ha tenido agua de lluvia sin tratamiento alguno en pequeños recipientes, en la oscuridad, por seis meses, sin que se le haya notado ningún cambio en el sabor, olor o aspecto.

Es conveniente la aereación y recirculación de esa agua almacenada, lo que se puede lograr con un tubo de retorno convenientemente colocado. Para mayor aereación, como en las duchas. Se debe saber que el agua de lluvia tiene distinto sabor a la de manantiales por falta de minerales disueltos. Algunas personas tienen la idea de que el agua de lluvia no es aseada, pero teniendo el área de captación limpia, ésta lo es más que la de ríos y quebradas de donde la toman algunos sistemas de suministro.

DISTRIBUCION Y USO

Usar el agua directamente desde la bomba y el tanque neumático puede ser molesto a bajas presiones, por lo que se recomienda un tanque elevado de distribución, que no solamente mantendrá la presión constante, sino que puede servir para enseñar al personal de la casa a usarla con moderación llenándolo solamente en la mañana. Desde luego, ambos tanques pueden estar en el lugar más conveniente de la casa o el lote, y si este es a desnivel, se podrán colocar en la parte más elevada, sirviendo a la residencia por gravedad. El techo del tanque también puede servir de área de captación.

COSTOS

En toda casa que use el servicio de cañería donde éste es deficiente, se construyen tanques elevados, o bien, tanque de almacenamiento, bomba y otro tanque neumático. Para aprovechar el agua de la lluvia para todo el año, el costo adicional es de hacer el tanque de captación más grande. Es pues el valor de este tanque determinante en la factibilidad económica del proyecto. Cada caso hay que resolverlo individualmente. Puede ser uno como el mostrado en la Fig. 1 que aprovecha las fundaciones de la casa, o bien uno totalmente construido con hormigón armado o bien, donde el terreno es arcilloso, simplemente una excava-

ción en el suelo cubierto con lámina galvanizada.

En general, haciendo presupuestos aproximados, se ve que el proyecto es aceptable económicamente para residencias de mediano y alto valor. No parece ser una solución para la vivienda popular.

FACTIBILIDAD

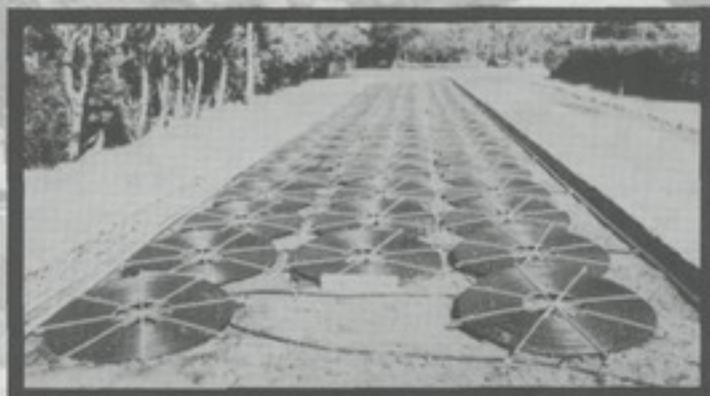
En este estudio se encontró que hay dos puntos determinantes en la factibilidad del proyecto: el costo y la conservación del agua guardada por meses. Ambos casos fueron estudiados.

CONSULTAS

La idea original de este proyecto fue consultada con tres colegas, expertos en el suministro de agua potable, quienes me dieron buenas ideas y me alentaron a publicar este artículo. Ellos son: Ing. Rafael Alberto Moya Acuña, Ex-jefe del Departamento de Perforaciones del Servicio Nacional de Riego y Avenamiento, (SENARA), Ing. José Luis Cabada Martínez, Ex-presidente Ejecutivo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA), Ing. Rafael Angel Chinchilla Corrales, Ex-consultor de la Oficina Sanitaria Panamericana de la Organización Mundial de la Salud.

BIBLIOGRAFIA: Publicaciones WATER FOR THE WORLD de U. S. Agency for International Development

Deje el sol en nuestras manos...



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

DREZNER
COMPAÑÍA S.A.

ING. MECANICO ISRAEL DREZNER COSIOL
PRESIDENTE

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

Sistema del Club Deportivo Israelita

Staves, Barrels & Parquet Inc.



"Stabapari"

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



Maderas y acabados.
S.A.

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

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

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

MADERAS Y ACABADOS S.A.

32-6647

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

32-9124

Abonos Agro S.A.

siempre presente en la construcción

Distribuidor de materiales
de construcción en general

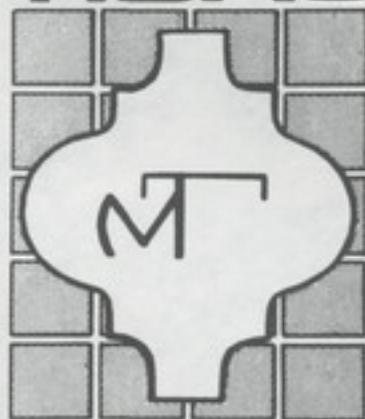
Tel: 33-37-33

apdo: 2007

San José 1000



TERRAZOS Y MOSAICOS **TIBAS**



Ing. José Rivera Molina
PRESIDENTE

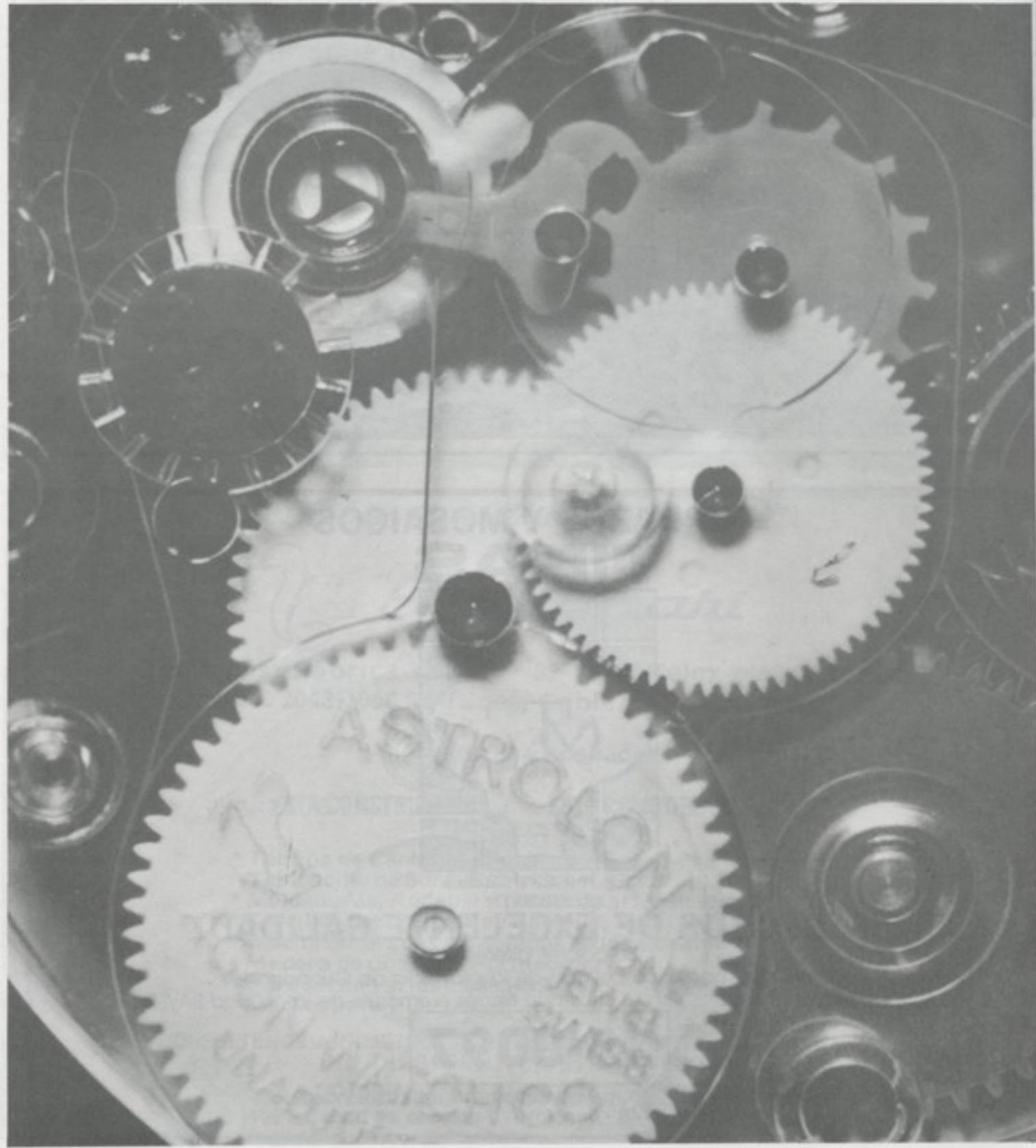
TERRAZOS DE EXCELENTE CALIDAD

80 colores diferentes

Mármol de magnífica calidad de la provincia de Guanacaste.
Todos nuestros productos son hechos con óxidos alemanes de la calidad BAYER.

35-0097

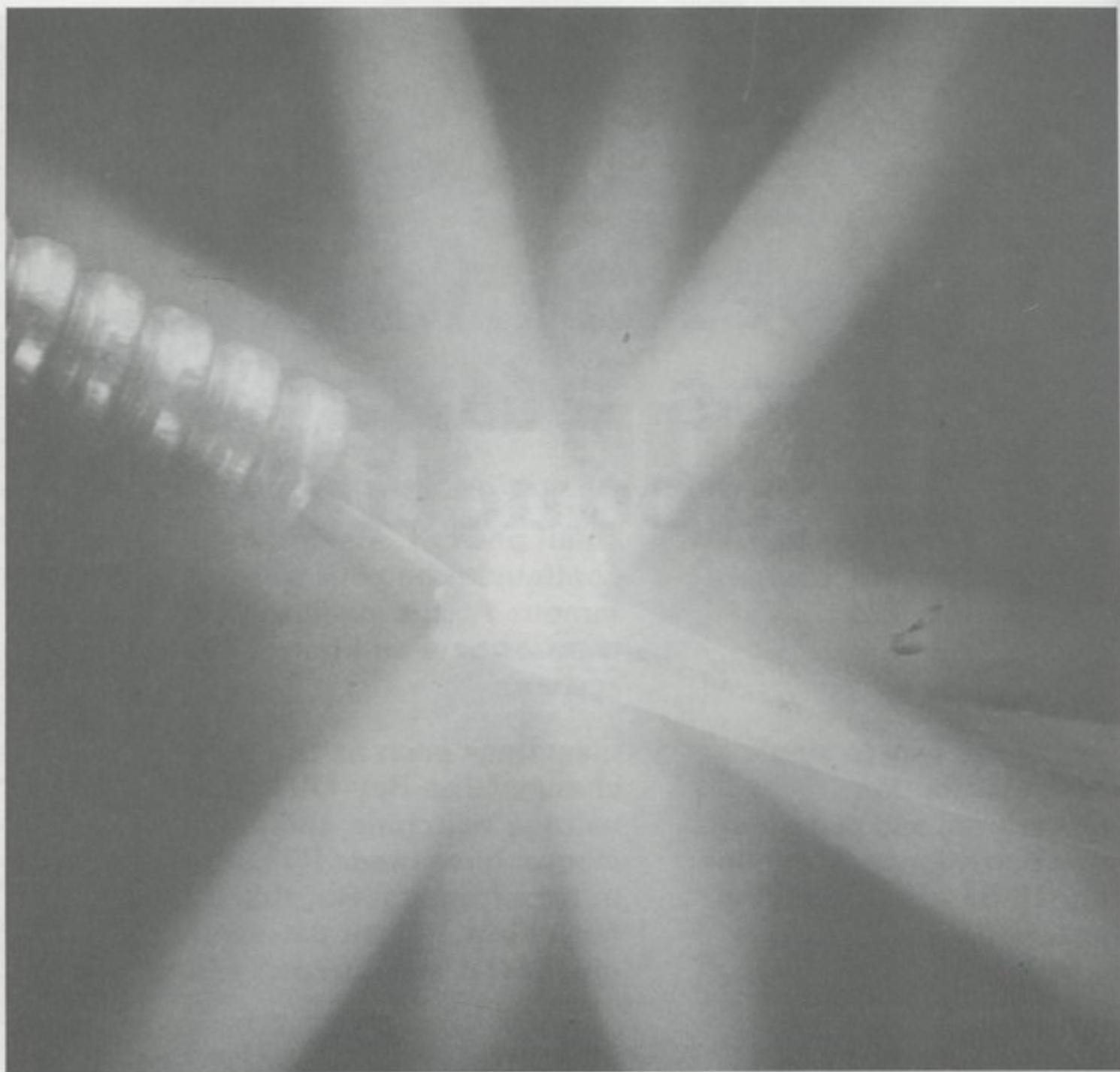
Colima - Tibás - 100 m este del plantel del ICE en Colima.
Apartado 2748 - San José - Apartado 44 Tibás



El papel de los recursos humanos en la productividad

José Leñero González:
ingeniero civil,
consultor en
Administración
de Empresas.





**Calidad es producir lo
que el cliente necesita. . .**

SIGNIFICADO DE LA PRODUCTIVIDAD

Hablar de productividad en el medio costarricense, no siempre evoca la imagen de una actitud necesaria y enaltecida para cada trabajador manual o intelectual. Muchas veces, pareciera evocar el comportamiento afiebrado de algún chiflado por el trabajo, o la ambición desproporcionada de algún empresario inescrupuloso, por expoliar a sus trabajadores.

Por eso es conveniente revisar el concepto de productividad y sus implicaciones para el desarrollo de las personas, de las empresas y del país.

De acuerdo con los economistas, productividad es la relación entre el producto físico de una actividad y el insumo físico que requirió producirlo. En forma de ecuación sería así:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producto}}{\text{Insumos}}$$

Un análisis elemental nos permite ver, en esa expresión,

que utilizando los mismos insumos —o, lo que es equivalente, el mismo costo de producción— el nivel de productividad determina la cantidad de productos que la actividad es capaz de generar. Así, el costo unitario para elaborar esos productos será tanto menor, cuanto mayor sea la productividad.

De aquí que para la empresa, cuanto más alta sea su productividad, mejor es su posición para competir en el mercado.

Desde el punto de vista del país, cuanto mayor sea la cantidad de bienes y servicios que las empresas y organismos económicos puedan poner en el mercado, utilizando el mismo capital de trabajo, mayor será la disponibilidad de ellos que tendrá cada uno de sus habitantes, lo que equivale a decir que será mejor su nivel de vida.

Las consideraciones anteriores resaltan la indudable ventaja de la alta productividad para las empresas y para el país; pero ¿cuál es su efecto en

cada una de las personas que laboran en esas empresas y organismos económicos?

En diversos ambientes se advierte que muchos interpretan que la alta productividad que tanto beneficia a las empresas, provoca la ambición de los empresarios de explotar a sus trabajadores. Un análisis más fino sobre esta interpretación muestra que ello podría ser cierto sólo si la productividad dependiera de cuán duro fuera la dedicación al trabajo de los empleados.

Esto no es tan simple. Con muy buenas razones, Walter Fallén de la Eastman Kodak, dice que trabajando más duro se puede aumentar la productividad de un 20 a 25 por ciento, pero que trabajando más inteligentemente, ese aumento puede ser de 100 por ciento, 150 por ciento y más.

Hasta donde conocemos la forma en que se realiza el trabajo organizacional, esa mayor inteligencia en realizarlo nunca se ha logrado con el uso del látigo ni de la amenaza. . . Por el

En agosto de 1987 la Comisión del Institute of Industrial Engineers (IIE), perteneciente al Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos e Industriales (CIEMI), organizó una mesa redonda sobre "Productividad en Costa Rica: un reto nacional", la cual congregó gran cantidad de público en el auditorio del Colegio Federado. Uno de sus expositores fue el Ing. José Leñero González, quien muy gentilmente a solicitud de nuestra Oficina de Prensa redactó el siguiente artículo, especialmente dirigido a los miembros del Colegio Federado.

Para escuela, formación profesional y profesión:

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



Estilógrafo rotring variant B para el dibujo a tinta china

rotring fineliner F para el boceto técnico

Juegos de estilógrafos

Reglas, escuadras, transformadores

Plantillas de rotulado

Plantillas de dibujo para todo uso

Compases y estuches de compases para todos los estándares

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

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

Pues rotring significa **PRECISION SIN CONCESIONES.**

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

Distribuidores



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



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



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



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



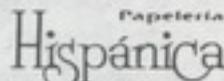
COPiACO LIBERIA LTDA.
225 M. E. DE LA MUNICIPALIDAD
TEL.: 66-16-06



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



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



HEREDIA, 50 M. O DE LA
ENTRADA PRINCIPAL DE LA UNA
TEL.: 36-23-38

MODELO DE PRODUCTIVIDAD
Y CALIDAD

contrario, son muchos los factores que contribuyen a una baja productividad que pueden ser corregidos enseñando al trabajador y dándole seguridad y alegría por cada trabajo bien hecho. Como ejemplo de lo anterior podemos citar el caso del empleado que necesita hacer dos o más veces una suma, o un cálculo, para tener seguridad de que está bien hecho, la del que necesita releer varias veces una carta o un documento para sentir que puede enviarlo, la del que pesa varias veces una mercadería para estar seguro de que no se ha equivocado.

RELACION ENTRE PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD

Antes de continuar analizando los factores que contribuyen a que varíe el nivel de productividad de una empresa, es conveniente establecer la relación que existe entre calidad y productividad.

Estamos viviendo una época que ha sido calificada, con razón, de Revolución de la Calidad.

En efecto, los consumidores de todo el mundo estábamos acostumbrados a aceptar, con un cierto grado de estoicismo, que los bienes y servicios que comprábamos, pudieran salirnos de una calidad inferior a la que se nos había ofrecido. Frases como: lo barato sale caro, expresan ese desaliento im-

potente frente a la compra que no correspondió a las esperanzas que ciframos en ella.

A partir de la década de los sesenta, los japoneses empiezan una campaña para borrar la imagen de su industria de preguerra, caracterizada por la imitación burda, de calidad ínfima, de los productos de otros países, bien acreditados en el mercado.

En esta campaña hacen redefiniciones de los conceptos de calidad, enriqueciendo el antiguo de: "entregar productos sin defectos", a "producir Cero Defectos", y luego a "calidad es producir lo que el cliente necesita".

El mérito del desarrollo de estos conceptos no es sólo de la industria japonesa, ya que en los Estados Unidos hacen otro tanto las empresas que califican de "excelentes" de acuerdo con el famoso libro EN BUSCA DE LA EXCELENCIA, de Peters y Waterman.

En la búsqueda de satisfacer estos nuevos conceptos, las empresas de avanzada garantizan a sus clientes la calidad de lo que compran, ofreciendo corregir o cambiar, sin costo ¡y con excusas por la molestia! cualquier defecto que el cliente pueda reclamar con razón.

Lo curioso es que el dar esta garantía, que incluye el servicio de postventa, no cuesta

más caro, sino que la mayor parte de las veces, va acompañada de un precio de venta más bajo que los de los artículos o servicios similares de la competencia.

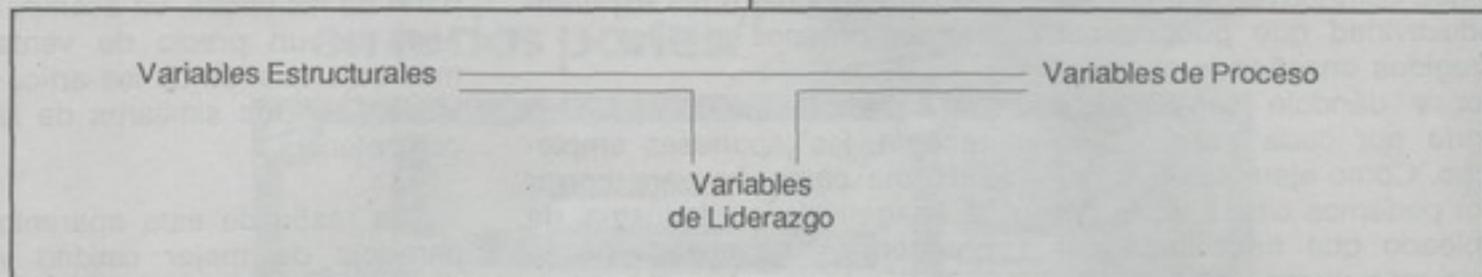
La razón de esta aparente paradoja de mejor calidad y mejor servicio, a menor precio, se debe a una nueva filosofía gerencial, llamada Sistema de Control de Calidad Total (Total Quality Control System), que define que la calidad debe obtenerse en un solo paso por el proceso, esto es, sin reprocesamientos. Para lograr estos resultados, es necesario hacer una revisión completa de los procesos para elaborar cada bien o servicio, desde su diseño, siguiendo luego por los métodos de producción, control de las materias primas, estado de la maquinaria y equipo, formas de prestar los servicios de pre-venta y de postventa, incluyendo la capacitación y motivación del personal de cada una de las etapas.

La feliz paradoja que se obtiene de este enfoque gerencial, es que, al obtener la calidad deseada sin reprocesamientos, también se abaratan los costos de producción, lo que permite que el precio de venta de estos productos de alta calidad, sea menor que los que se han sometido a reprocesamientos, que rara vez mejoran su calidad.

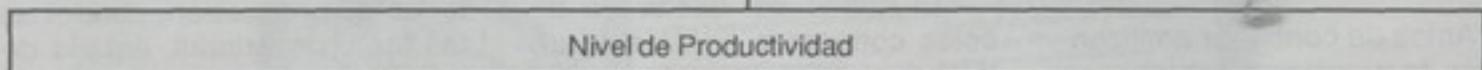
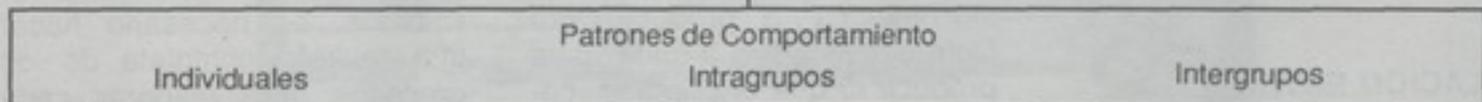
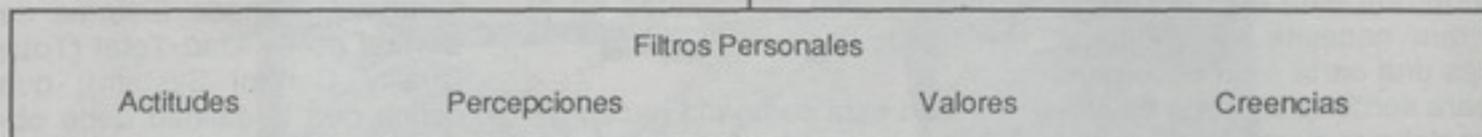
Una breve idea de lo que se ha logrado en materia de ca-

MODELO DE PRODUCTIVIDAD

INFLUENCIAS DEL AMBIENTE EXTERNO



Efectos:



En este modelo son:

Influencias Externas:	Políticas Competencia	Sociales Tecnológicas	Gobierno Económicas
Variables Estructurales:	# Empleados Maquinaria	Métodos Layout	Organización Cond. Físicas
Variables de Proceso:	Objetivos Información	Autoridad Control	Delegación Premios
Liderazgo:	Animación Participación	Interacción Soluc. Problemas	Apoyo Metas
Filtros Personales:	Concepción personal del sistema que minimiza, suprime o modifica el impacto de las Variables de Estructura, Proceso y Liderazgo.		
Patrones de Comportamiento:	Efecto en los empleados de las tres variables, modificadas por los Filtros.		

lidad, lo aporta el profesor de Harvard University, Hirotaka Takeuchi, en un artículo publicado en 1983, donde relata que, al momento en que Matsushita Electric compró la fábrica de televisores Quasar, en 1974, estos salían de fábrica con 1,5 a 1,8 defectos por unidad; cuatro años más tarde, los nuevos propietarios habían logrado bajar los defectos a 0.03 por unidad, en tanto que los Panasonic y National (de la misma firma) hechos en Japón, salían con sólo 0.005 defectos por unidad. Por otra parte, Tom Peters, en un artículo de 1986, señala que en 1970, el índice Rogers, que mide el número de reclamos recibidos, por cada 100 automóviles nuevos, durante el primer año después de su venta, tenía los siguientes promedios: norteamericanos = 500, europeos = 300, japoneses = 200. El mismo índice para algunas fábricas muy conocida en 1984, era el siguiente: GMC = 350, Ford = 187, Toyota = 60.

Las consecuencias de todo lo anterior es que los clientes de los países industriales, y luego también en los nuestros, nos hemos acostumbrado a comprar los productos japoneses, lo que hizo posible que ellos desplazaran a los relojes suizos, a las cámaras fotográficas alemanas, a los barcos españoles e ingleses y, en 1982, a los automóviles americanos, dentro de los Estados Unidos.

Esta revolución en la calidad, hace que el concepto de

productividad enunciado en el primer párrafo, haya cambiado un tanto, ya que ahora no podemos considerar como numerador de la ecuación el valor de todos los productos fabricados, sino sólo a los que cumplen los niveles de calidad que exigen los clientes, ya que los que no lo logran, no se podrán vender. Sin embargo, el valor de los insumos será el mismo para los productos de buena y de mala calidad, de modo que la productividad final se reduce proporcionalmente a los productos que no tienen la calidad necesaria. De aquí que la verdadera fórmula para expresar la productividad, podría ser la siguiente:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{valor total de los productos de buena calidad/}}{\text{valor total de los insumos utilizados}}$$

Esta realidad crea una marcada diferencia con la creencia y consecuente actitud, muy frecuente en Costa Rica, de que lo importante es producir cantidad, sin detenerse a pensar que lo importante es producir con la calidad necesaria para que el producto sea aceptable al cliente.

FACTORES QUE DETERMINAN LA PRODUCTIVIDAD

A la luz de lo anterior, vale la pena examinar cuáles son los factores que determinan la productividad.

John English y Anthony Marchione, en un interesante artículo en California Management Review (Enero, 1983), señalan que hay dos grandes áreas que afectan a la productividad:

- 1.- Los sistemas productivos que se utilizan, entendiéndose por tales, las máquinas, equipos y tecnologías y
- 2.- La capacidad, conocimiento y actitud del personal que los opera.

La estrategia general de posguerra de los Estados Unidos, fue hacer cada vez, máquinas y equipos más sofisticados que incorporaran en sí, la mayor parte de las habilidades necesarias en cada proceso productivo. Esta estrategia rindió frutos excelentes en las décadas de los 50 y 60, período en que la economía norteamericana tomó un liderazgo indiscutible.

Al promediar la década de los 70, los estudiosos de la economía norteamericana empiezan a manifestar preocupación: el nivel de crecimiento de la productividad del país se había debilitado considerablemente, en tanto que la de Japón y la de Europa sigue creciendo con gran impulso. Al iniciarse la década de los 80, esta tendencia tiende a acentuarse y asimismo la alarma en los medios económicos norteamericanos más conscientes.

Libros y artículos sobre el tema se suceden en forma continua poniendo en claro que es-

PROBLEMA DE PRODUCTIVIDAD
MEXICANOS AL SER

No es
cierto que
haya
empleados
malos,
lo que hay
son jefes
malos.



ta diferencia en el nivel de productividad entre las naciones del "Primer Mundo", no se debe a los sistemas productivos que utilizan (ya que siempre existe la oportunidad de comprar la tecnología más avanzada), sino a la diferencia de actitud del personal de sus empresas.

Es el momento de los múltiples análisis sobre la diferencia entre la gerencia norteamericana y japonesa, que da a ésta tan claras ventajas no sólo en su productividad, sino también en la calidad de su producción.

El artículo de English y Marchione que citamos, es uno de los que con mayor énfasis señala la importancia del recurso humano en la productividad, pero agregando un enfoque categórico, la productividad no depende de los empleados, sino de la actitud de los jefes.

Para demostrar su aserto, esos autores proponen un Modelo de los Determinantes de la Productividad que se indica en cuadro aparte.

De este modelo se deduce que es la jefatura la que tiene la capacidad de operar sobre las tres variables causales y por tanto es la claridad y consecuencia con que actúe sobre ellas, lo que condicionará, primero los filtros, y luego el comportamiento de los empleados.

Visto de otra manera: si un jefe es consciente de que su papel fundamental es mantener en el mayor nivel la productividad de su Unidad, entendiendo por tal, tanto volumen de producción como la calidad de los productos, y su personal no le está produciendo lo que se espera, no puede culpar de ello a sus subordinados, sino que es a él a quien corresponde fijar, tanto la tecnología a emplear como la motivación a dar a los empleados.

Tanto en el caso de que la tecnología sea más sofisticada de lo que sus empleados pueden hacer, como en el caso de que no encuentra la manera de motivarlos, no puede buscar culpas en ellos, sino en su falta de conocimientos: o de cómo son en realidad sus empleados, o de cómo debe tratarlos.

Si un empleado, a pesar de ser preparado en la forma correcta por su jefe, no da la talla que requiere su puesto, debe ser trasladado a otro puesto. Si el jefe acepta un comportamiento inferior, es porque no es un buen jefe.

Esto significa que NO ES CIERTO QUE HAYA EMPLEADOS MALOS, LO QUE HAY SON JEFES MALOS.

De lo anterior se deduce claramente que el nivel de productividad que alcanza cada unidad es la medida de la capacidad de su jefe.

A nivel del empleado operativo, tener una productividad más alta o más baja, no depende de lo que le paguen, sino de su grado de conocimiento de lo que hace, de su capacidad de concentrarse en ello y de su chispa para imaginar cada vez como hacerlo mejor y más rápido. De aquí que la productividad individual es la medida exacta de la calidad profesional de cada empleado.

Como lo señalara brillantemente Carlos Alberto Montaner, la democracia en Costa Rica está tan arraigada porque la gran mayoría de los ticos no sólo cree en ella, sino que hacen alarde de nuestra calidad democrática, comentándola en las reuniones familiares y sociales, transmitiéndola de padres a hijos y de maestros a alumnos. Así, nuestro comportamiento democrático no es más que el reflejo de nuestras profundas creencias.

Si nuestra actitud hacia la productividad es la que señalábamos al comienzo, pobre será nuestra esperanza de hacernos un lugar entre los países que han logrado superar el subdesarrollo.

Nuestro camino a la superación como país desarrollado, está, a no dudarlo, estrictamente ligado a la actitud personal y social de cada costarricense hacia la productividad.

¿Dónde está el Ingeniero Industrial en Costa Rica?

Ing. Sergio A. González Duarte *



Este artículo define a la Ingeniería Industrial y la imagen que ha tenido desde hace tiempo. También se hace una descripción del panorama que se le presenta al profesional en nuestro país y la poca participación y motivación que tiene actualmente en la vida productiva nacional.

Introducción

A pesar de ser una de las ramas ingenieriles que más contribuyen al desarrollo económico de los países industrializados, la Ingeniería Industrial es poco conocida en Costa Rica. Por diversos factores, su participación en el sector productivo nacional ha pasado casi despercebida. En este artículo se hace un breve análisis sobre el presente y futuro de esta importante disciplina.

Definición y alcances de la Ingeniería Industrial

La siguiente es la definición 'oficial' que señala el IIE (INSTITUTE OF INDUSTRIAL ENGINEERS): "La Ingeniería Industrial se interesa en el diseño, mejoramiento e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipo y energía. Utiliza conocimientos especializados de las ciencias matemáticas, físicas y sociales junto con los principios y métodos de análisis ingenieril para especificar, predecir y evaluar los resultados obtenidos de dichos sistemas".¹

Esta puede parecer una definición muy general, pero el lector debe comprender que la Ingeniería Industrial abarca varios campos del conocimiento. Especialmente está enfocada al manejo de tres recursos en un sistema: materiales, tecnológicos y humanos. Está considerada como la 'ingeniería humanista' ya que es la única que toma en cuenta al ser humano como parte vital de todo sistema productivo.

La ingeniería industrial es la única que toma en cuenta al ser humano como parte vital de todo sistema productivo.

¿Qué estudia la Ingeniería Industrial? . . . Las áreas de estudio son tan amplias como su campo de acción: desde las ciencias básicas de Ingeniería (Matemática, Física, Química, etc.) hasta las ciencias de la Administración (Contabilidad, Economía, etc.). Precisamente esta amplitud de conocimientos es uno de los motivos por el cual la profesión ha sido un 'misterio' para muchos.

¿Qué hace un Ingeniero Industrial? . . . En el ámbito profesional, el Ingeniero Industrial (lo abreviaremos 'I I') ocupa gran variedad de posiciones a nivel gerencial y operacional; no sólo en compañías manufactureras sino en el sector de servicios (hoteles, hospitales, líneas aéreas, etc.). El I I se ha convertido en una especie de 'comodín' en cualquier empresa productiva de bienes y servicios. Sería muy largo enumerar las áreas de interés de un I I; a continuación, algunas:

- Investigación de Operaciones
- Sistemas de Información
- Control de Producción e Inventarios
- Control de Calidad
- Administración Industrial
- Relaciones Industriales
- Ingeniería de Métodos
- Productividad
- Ingeniería Económica

El problema de identidad

Uno de los factores que ha perjudicado la imagen de la Ingeniería Industrial es el término 'industrial'. Así se le llamó desde la Segunda Guerra Mundial, cuando se aplicaron conocimientos de producción en serie a gran escala. Este término ha causado confusiones e interpretaciones erróneas. Al I I se le confunde con el Ingeniero Mecánico, mecánico industrial y el químico industrial. Muchas veces se nos pide que "arreglemos algún tipo de maquinaria". Incluso en una ocasión, alguien llamó al CIEMI para que enviaran una "cuadrilla de Ingenieros Industriales con el fin de componer unas sillas en una fábrica"(!). Por si esto fuera poco, al I I se le tilda de generalista y se le culpa de "saber poco de muchas cosas"; cuando en realidad es todo lo contrario, puesto que el solo hecho de ser una rama de la Ingeniería, esto califica al I I como especialista. Este desconocimiento ha generado un

(*) *Presidente de A & S - CONSULTORES INDUSTRIALES, una firma costarricense de asesoría industrial. Es Ingeniero Industrial incorporado, graduado de la Universidad Regiomontana en Monterrey, México. Es miembro del IIE (Institute of Industrial Engineers) y es coordinador de la Comisión Permanente del IIE, dentro del CIEMI (Colegio de Ingenieros Eléctricos, Mecánicos e Industriales).*

desprestigio que en otras latitudes se ha ido borrando, pero que aquí todavía existe.

El Ingeniero Industrial en Costa Rica

Ultimamente ha aumentado el número de egresados en Ingeniería Industrial. Se puede decir que es la carrera de mayor crecimiento dentro de las Ingenierías. Sin embargo, un gran porcentaje de los I I's (colegiados y no-colegiados) ejercen parcialmente su profesión: algunos trabajan en instituciones públicas cumpliendo labores burocráticas, un grupo desempeña funciones netamente administrativas y otros definitivamente se dedican a otras disciplinas.

Es comprensible, entonces, que el I I se haya 'perdido' dentro del contexto de la vida productiva nacional. Así como en la década de los sesenta, la Ingeniería Industrial tuvo su auge; ahora en los años ochenta, ha caído en un extraño 'letargo' profesional. Por falta de interés, se están desaprovechando muchas oportunidades de acción. Dentro de poco se hablará de productividad y eficiencia; conceptos que describen precisamente el campo del I I y que involucran sus áreas de especialización. Dependerá de la actitud que tome el I I, para afrontar el reto que ahora se presenta.

La Ingeniería Industrial dentro del Colegio Federado

Hasta hace poco, la participación del I I dentro del CFIA y el CIEMI, había sido inexistente. Hace unos meses se creó

El Ingeniero Industrial se interesa por el diseño, mejoramiento e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipo y energía.

la Comisión Permanente del IIE.² Los objetivos de ésta Comisión son:

- 1) Enaltecer la identidad del I I por medio de su participación profesional directa, ya sea dentro o fuera del Colegio.
- 2) Crear un 'Chapter' del IIE en Costa Rica. Este chapter será una representación local de este Instituto, por medio del cual se organizará una serie de actividades a nivel profesional, tales como: conferencias, seminarios, campañas de productividad, etc. Todo profesional

y estudiante que le interese la profesión, podrá ser miembro del IIE y así beneficiarse directamente.

Se busca de esta manera, una mayor participación del I I en todos los sectores y niveles del país.

Futuro promisorio

Una de las Ingenierías con el futuro más prometedor es, sin duda alguna, la Ingeniería Industrial. Por algo se le llamó por mucho tiempo 'la carrera del futuro'.



Imperial

Primera por su gusto grande

Con las nuevas políticas de exportación, el programa de coinversión industrial y el fondo de mejoramiento de la productividad, nuestro país ofrece mucho campo para el I I. Los alcances son mayores, si consideramos la nueva tecnología como las computadoras y los sistemas de automatización.

La imagen que se ha tenido hasta ahora, debe ser mejorada por cada individuo que diga llamarse 'Ingeniero Industrial'. Cada uno deberá demostrar sus conocimientos y cualidades, en cualquier lugar donde se encuentre.

Conclusión

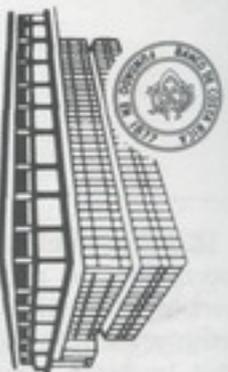
El Ingeniero Industrial debería sentirse satisfecho con el panorama que se le presenta. Pero a su vez, debe preocuparse ya que tiene tres grandes responsabilidades:

1. Aclarar la imagen confusa que se tiene del I I en la actualidad.
2. Aplicar todas sus habilidades, en la solución de problemas en los distintos campos donde labore.
3. Integrar sus conocimientos, participando en todos los sectores productivos de la economía, con el fin de contribuir al mejoramiento de la productividad nacional.

1 Traducido al español por el Autor.

2 El Institute of Industrial Engineers (IIE) es una organización profesional con sede en Estados Unidos, creada en 1948 para representar a la Ingeniería Industrial. Actualmente cuenta con más de 40.000 miembros a nivel mundial.





Banco de Costa Rica
el banco del futuro ...

¡CONOZCA MEJOR SUS TARJETAS!

PARA QUE SIRVE Y COMO FUNCIONA SU
TARJETA DE DEBITO (AZUL Y BLANCO)

DEBITAR

SU TARJETA DEBITAR, PREMIADA Y ÚNICA EN EL PAÍS, sirve para realizar compras y obtener servicios en cientos de establecimientos afiliados a esta institución en todo el país, hasta por un monto igual al saldo de su Cuenta Corriente, con lo que usted se evita portar dinero en efectivo o llevar su cheque. Para obtenerlo, sin costo alguno para usted, es preciso que a su Cuenta Corriente le de un buen mesaje, y que su saldo promedio mensual sea del orden de los \$ 20.000.00.

Funciona como dinero efectivo y es más práctico que un cheque.

PARA QUE SIRVE Y COMO FUNCIONA SU
TARJETA DORADA

CAJERO AUTOMATICO

Sirve para realizar operaciones elementales de un solo bancario, como:

- HACER RETIROS DE DINERO DE SU CUENTA CORRIENTE. HASTA POR UN MONTO DE \$ 20.000.00 POR DÍA.
- HACER DEPÓSITOS EN SU CUENTA CORRIENTE POR CUALQUIER MONTO EN BILLETES O CHEQUES, ÚNICAMENTE CONSULTAR EL SALDO DE SU CUENTA CORRIENTE.
- CANCELAR RECIBOS POR SERVICIOS (NO VENCIDOS) DE LUZ, AGUA Y TELÉFONO.
- SOLICITAR CHEQUES Y LIBROS DE DEPÓSITOS.
- SOLICITAR CAMBIOS DE DIRECCIÓN Y DE NÚMEROS TELEFÓNICOS.
- HACER PAGOS DE CANTAS DE SEGURO.
- HACER PAGOS DE PREPACIOS DE CREDITO.

Todo esto durante las 24 horas del día, incluyendo sábados, domingos y días feriados.

Para obtenerlo, usted debe darle buen mesaje a su Cuenta Corriente y cancelar, una suma mínima por cada día y operación.

Tienen Cajeros Automáticos a su servicio en:

- OFICINAS CENTRALES, SOGRE AVIENCA CENTRAL, PABLO COLÓN, AEROPUERTO SAN PEDRO, ACCIÓN COMERCIAL, DEL SUR.
- SUCURSAL EN HEREDIA.
- Presuntamente en otras oficinas y sucursales en el resto del país.

PARA QUE SIRVE Y COMO FUNCIONA SU
TARJETA DE CREDITO (PLATEADA)

CREDITAR

Sirve como un excelente auxiliar de su salario, cuando este es insuficiente para cubrir necesidades económicas inmediatas.

Diferencia es el mejor calificativo para describirlo, por su estilo de vida, su dinamismo y modernidad.

Con ello puede obtener servicios o realizar compras en cientos de establecimientos afiliados al sistema en todo el país, hasta por la suma que se le otorga, con un plazo mínimo para pagar de 9 meses y con los más bajos costos por servicio.

Funciona mejor que el dinero efectivo por ser más fácil, seguro y cómodo, y además, el respaldo del Banco de Costa Rica lo hace muy confiable.



SOLICÍTAN EN LAS
OFICINAS CENTRALES DEL
BANCO DE COSTA RICA,
SOGRE,
ADMINISTRACION DE
TARJETAS, 5º PISO,
TELS. 33 9607 ó 33 5387

bticino

PRESENTA
SU EXCLUSIVA LINEA DE INTERCOMUNICADORES



TERRANEO

(IMPORTADOS DE ITALIA)

Intercomunicador tipo portero eléctrico, con abre puertas, para residencias, apartamentos, condominios, oficinas, etc. Con sistemas ampliables para más extensiones y opcional para conversación secreta.

Intercomunicador tipo multipar de 8 y 12 teléfonos con opcional para portero eléctrico y abre puertas. Ideal para oficinas y fábricas.

Diseños modernos de gran belleza y de muy fácil instalación. Línea completa, repuestos y asesoramiento para la instalación.



Terkit de uno y de dos teléfonos ampliables.

Placa de empotrar adaptable a cualquiera de los modelos anteriores con amplificador y microaltavoz interior.

bticino

Nuestra marca es su garantía... ¡Exijala!

Solicite informes a:
Ticino Industrial de Centro América, S.A.
Teléfono 22-8055 con 5 troncales.