

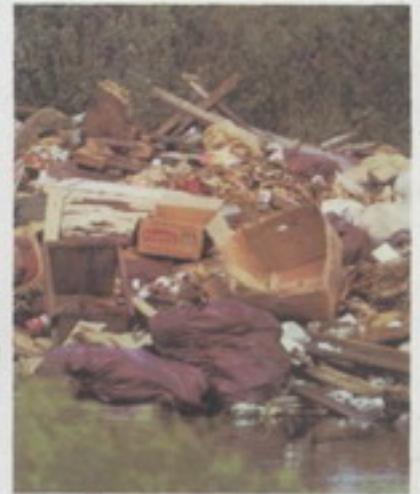
# Revista del Colegio

*Asociación de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica*

620

R

36 (2)

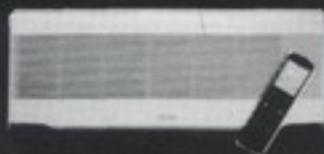


**CIUDADES DEL MAÑANA  
CONTAMINACION SONICA  
AGUAS RESIDUALES**



A ñ o 3 6 - N o . 2 / 9 3

# SILENCIOSA FRESCURA



- Sistemas Ventana y Split para cualquier necesidad
- Acondicionan y deshumedecen ofreciendo un ambiente confortable
- Operación silenciosa
- Diseño compacto y elegante
- Entrega inmediata

Le brindamos sólido respaldo y garantía.

Solicite su presupuesto sin compromiso.



# XONEX

Representante exclusivo de



## GoldStar

Av. 12, calles 18 y 20, 125m oeste de las bodegas de Keith & Ramirez (detrás de Torneca). Tels.: 23-0285 33-5411  
Fax.: 33-2542



**LEHNER<sup>®</sup>**  
**COSTA RICA**

La **nueva solución** en  
aluminio y vidrio  
arquitectónico

-  *ventanas*
-  *puertas*
-  *fachadas flotantes*
-  *frentes comerciales*

**LEHNER DE COSTA RICA**

CARTAGO: Zona Industrial, 700 mts. al Oeste y 150 mts. al Norte del Rest. El Quijongo.  
Teléfonos 737623 - 737624, Fax (506) 737625, Apartado 47-7052 Cartago

**CONSERVEMOS NUESTROS  
BOSQUES NATURALES**



# Guilá Equipos Técnicos S.A.



## Tenemos la solución que usted buscaba...



Cuando las aplicaciones exigen lo máximo de los equipos  
486 VL - Bus System, 486 EISA - Tower System,  
386 SX-25 - Notebook.



Equipos para levantamientos topográficos, fotogramétricos y posicionamiento por satélite GPS.



Estaciones de trabajo fabricadas por el líder mundial en sistemas abiertos.  
Nuevos modelos de gran rendimiento.



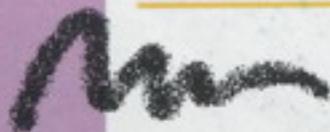
**ARC / INFO** Líder en sistemas de información geográfica.



"Un universo a su servicio"  
Plotters de Plumas y Electrostáticos.  
Graficadores y Mesas Digitalizadoras.  
Impresoras térmicas a todo Color.



Fotocopiadoras MINOLTA  
"Una inteligencia más simple"  
Desde su fotocopiadora personal hasta los modelos a color, con alimentador automático de documentos y compaginadores.



Moravia - Diagonal al Colegio Saint Francis  
Tel: 36-0992 / 40-2386  
Fax 36-7978 / Telex 3436 MARTEC  
Apdo. 2617-1000 San José



**Guilá Equipos  
Técnicos S.A.**

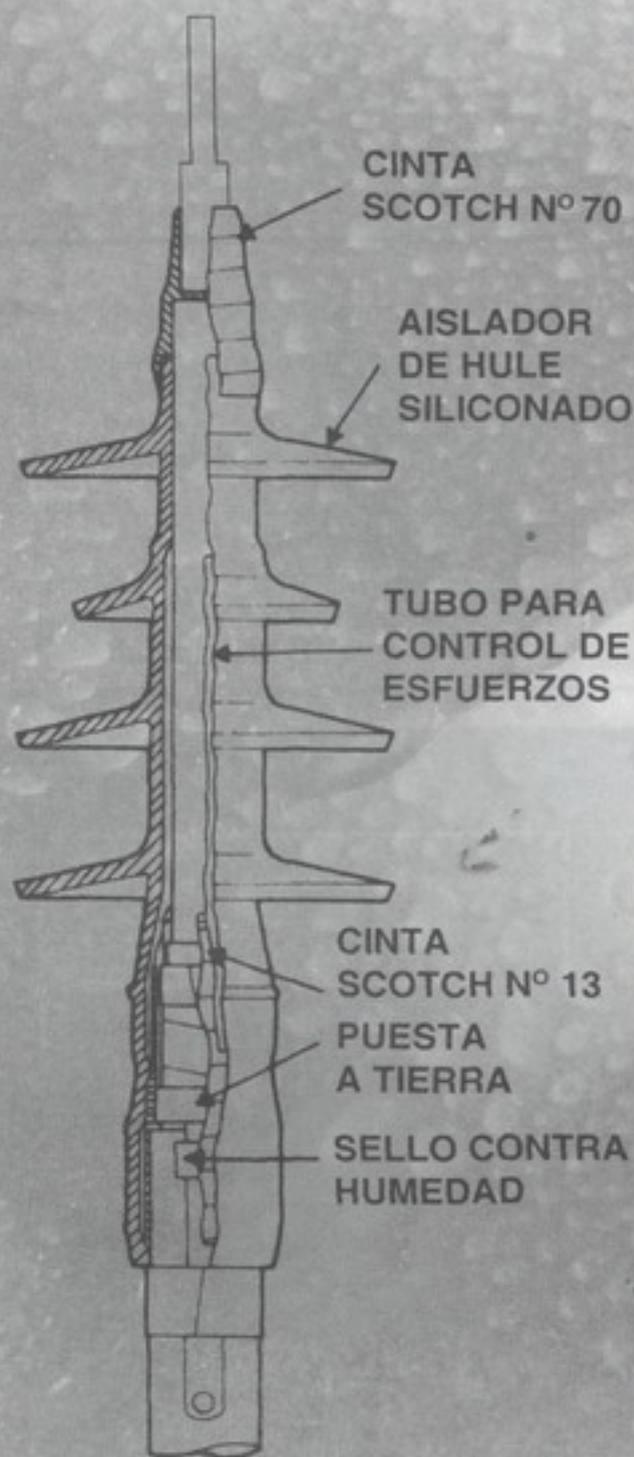
Al servicio del arte y la técnica

# Terminales Retráctiles en Frío para Cables de Media Tensión

A grandes soluciones,  
pocas palabras...

Resistencia a toda prueba con la  
instalación más rápida y segura

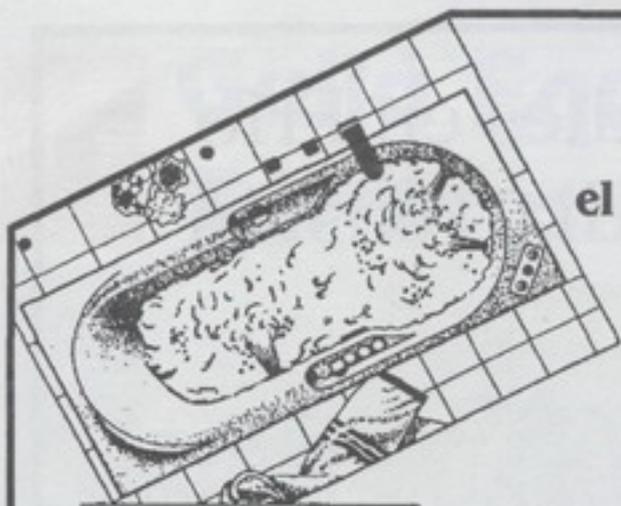
- \* Poseen el más eficiente sistema de control de esfuerzos eléctricos.
- \* Cubren un amplio rango de diámetros de conductores.
- \* Basadas en la tecnología PST (Pre stretched tubes), lo que permite rapidez y simpleza en la instalación.
- \* No requiere herramientas especiales.
- \* No requiere ninguna fuente externa de energía o calor para su aplicación.
- \* Tensión de 5 a 35 kv



Innovación trabajando para usted™

TEL. 37-5033  
FAX 38-0935

**3M**



**Distinción  
que sólo  
el mármol da**

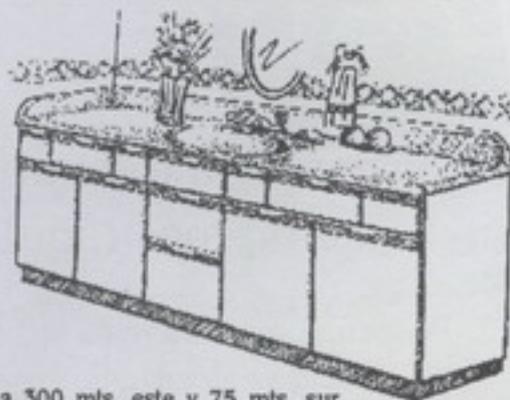
**Tinas y  
Jacuzzi's**  
Lavatorios  
Fregaderos  
Sobres de Cocina  
Pilas

**Mármol  
prins**

**Y ahora ...**

**Mueble  
prins**

**Diseño y  
fabricación  
de muebles**



Ventas 55-4627 - 29-1704 - 29-6296 - Fax 55-4627 De McDonald's Sabana 300 mts. este y 75 mts. sur.



**LUMINARIAS  
FLUORESCENTES E  
INCANDESCENTES**



**edison s.a. iluminación**

Ventas: 39-0330/93-0140  
Adm.: 39-0336 - Fax: 39-0377

# Profesionales y CFIA: por superación y desarrollo

*Este año representa un período singular para el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (CFIA) dentro de su trayectoria de más de dos décadas, como federación.*

*La calidad y variedad de profesiones y especialidades que reúne en su seno y los servicios que ofrece a la sociedad costarricense, convierten al CFIA en un ente dinámico y generador de nuevas alternativas para la superación profesional y el desarrollo nacional.*

*Por tal motivo, 1993 es un año de cambios que posibilitan aún más su acción a todo nivel. Cambios estructurales, administrativos, de tipo legal y de servicio a sus miembros y público usuario de sus servicios. Todo lo anterior de acuerdo con las recomendaciones emanadas de la Asamblea Programática, la cual reunió a distinguidos profesionales, quienes después de un concienzudo análisis, vertieron las recomendaciones que guiarán la acción de nuestro colegio en los próximos años.*

*Propiciaremos constante y activamente la participación de nuestros miembros en las diversas etapas del desarrollo de Costa Rica.*

*Actualmente, a escala mundial, las ingenierías y la arquitectura, se han ganado un puesto clave en sus respectivos países, permitiendo su desarrollo para beneficio de una gran mayoría de ciudadanos.*

*Para consolidar y dar seguimiento al trabajo realizado por anteriores generaciones de ingenieros y de arquitectos, el CFIA se ha impuesto varias metas a corto plazo, que paso a describir en forma resumida:*

*Es necesaria la actualización de Leyes y Reglamentos, que brinden apoyo a la acción de nuestros profesionales y organizaciones.*

*También es básica la publicación y respectiva divulgación y distribución de procedimientos para el buen ejercicio profesional. Todos los profesionales exigen a su colegio este tipo de información.*

*El CFIA, por medio de sus colegios, asociaciones, comisiones y en general por medio de sus miembros, tomará parte activa en los temas de interés nacional que sean de su ingerencia: ecología, tratamiento de aguas residuales, mantenimiento de la infraestructura vial, mantenimiento de monu-*

*mentos, sitios históricos y disposición final de desechos sólidos.*

*Brindaremos apoyo a la creación de un Centro Cultural y Deportivo cuyo origen se da a partir de la firma de un convenio con el Banco Banex. Este proyecto, ya concretado, brindará a ingenieros y arquitectos acceso a actividades culturales, y a la práctica deportiva, tan necesaria para llegar a un equilibrio integral para el profesional.*

*Internamente trabajamos para llegar a una óptima administración financiera, a fin de aprovechar al máximo los recursos humanos y materiales del Colegio.*

*Desarrollaremos planes de capacitación para nuestro personal y se estudiará en detalle el plan de espacio físico, ampliación y remodelación.*

*Realizamos un plan de mantenimiento general de las instalaciones del CFIA.*

*El Centro de Documentación del CFIA, con datos actuales de valor práctico para nuestros profesionales, será una realidad a corto plazo.*

*Continúa el programa de control de calidad de los materiales, por medio de nuestra oficina en esa área y con la inscripción de empresas y de productos.*

*Los medios de comunicación internos del CFIA: el Boletín Informativo y la Revista del Colegio, experimentan cambios en su presentación y contenido, de acuerdo con las necesidades informativas de ingenieros y de arquitectos.*

*Se realizan contactos internacionales, con una activa y eficaz participación de profesionales costarricenses en foros internacionales, y visitas de renombrados especialistas que difunden nuevos conocimientos a los profesionales costarricenses.*

*Lo anterior es parte de lo que el CFIA realiza, con el decidido apoyo de sus miembros, de sus autoridades, personal, y en general de la colectividad costarricense.*

**Ing. Marco Aurelio Montealegre Guillén**  
**Director Ejecutivo del CFIA**



# EXTRALUM COMERCIAL. LOS PROFESIONALES EN ALUMINIO.



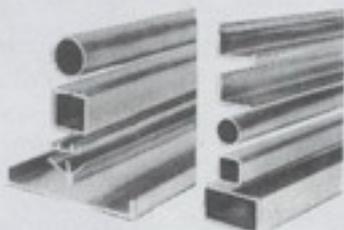
## COMO SOLO EN EXTRALUM PODEMOS HACERLO.

LA MEJOR ALTERNATIVA PARA ADQUIRIR SUS EXTRUSIONES DE ALUMINIO DE PRIMERA, ECONOMICA Y RAPIDAMENTE.

En el nuevo Extralum Comercial, usted encontrará todo lo que busca en aluminio:

- \* Mayor **variedad** de perfiles elaborados con aluminio importado de la mejor calidad.
- \* **Colores** modernos que no se decoloran por su proceso de anodizado electrolítico.
- \* Producción netamente nacional, que le garantiza **entregas inmediatas**.
- \* **Profesionales** altamente capacitados que supervisan la producción.
- \* **Normas y Estándares** de calidad vigentes en los Estados Unidos.
- \* **Asesoría** en su compra.

Visite nuestra sala de exhibición, la más grande y moderna de Centro América



**EXTRALUM**  
*Comercial*  
EXTRUSIONES DE ALUMINIO



Del Gimnasio Nacional 200 m. al este - Tel: 57-3267 Fax: 33-8506 Apdo. 11299-1000 San José  
Planta Industrial de Cartago - Tel: 73-7626/73-7627 Fax: A 73-7190

**NO A LA DEFORESTACION. PROTEJAMOS NUESTROS BOSQUES.**



Apdo. 2346-1000 San José  
Teléfono 24-7322

**CONSEJO EDITOR DE LA REVISTA  
DEL COLEGIO FEDERADO DE  
INGENIEROS Y ARQUITECTOS  
DE COSTA RICA**

**Colegio de Ingenieros Civiles**  
Ing. Vilma Padilla Guevara

**Colegio de Arquitectos**  
Arq. Jorge Grané

**Colegio de Ingenieros Electricistas,  
Mecánicos e Industriales**  
Ing. German Moya Rojas

**Colegio de Ingenieros Topógrafos**  
Ing. Martín Chaverri Roig

**Colegio de Ingenieros Tecnólogos**  
Ing. Roberto Sandoval

**Director Ejecutivo C.F.I.A.**  
Ing. Marco A. Montealegre Guillén

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

**Producción**

Alfredo H. Mass Yantorno

**Diseño**

Cristina De Fina

**Artes**

Alfredo H. Mass Yantorno

Tels. 40-4342 y 40-8070 • Fax. 40-4342

Apdo. 780-2100 Guadalupe

Moravia, La Guaria 50 mts. Sur Primaria del  
Colegio Saint Francis - Casa #12

# Sumario

**3** Editorial.

**8** Contaminación Sónica.  
-Ing. Alvar Saborío Ruiz

**12** El reactor tipo EASA  
-Ing. Manuel E. López M. -MSc

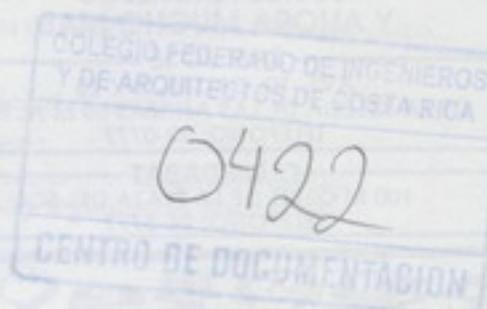
**23** Tubería corrugada DrenaFlex de PPC.  
-Ing. Walter Salas Corella

**27** Ingeniería Oceánica.  
-Ing. L. Murillo B. Ph.D

**34** Cuidades del mañana - Desafío de hoy  
- Nafis Sadi

**36** Arquitectura reciente en Centroamérica.  
- Arq. Jorge Grané

**42** El problema de la vivienda en América Latina.  
- Ing. Guillermo Carazo Ramírez.-MBA





*Gracias a Usted!*

continuamos  
creciendo y usted  
continúa ahorrando  
mucho **DINERO!**

**TORNECA**

El Nombre Cumbre  
en Pernos, Tuercas  
y Tornillos



PARA LA INDUSTRIA  
MARINA, AUTOMOTRIZ,  
FERRETERIA, MECANICA  
EN GENERAL, LA  
AGROINDUSTRIA,  
MUEBLERIA Y  
CONSTRUCCION

Venga y Compruébelo  
ventas al por mayor y al detalle

**Torneca, s.a.**  
Tornillos Especiales de Centroamérica.

**18 MIL TORNILLOS  
Y AHORA MUCHO MAS**

SAN JOSE  
AVE. 10, CALLES 18 Y 20  
DE LA IGLESIA DE LAS ANIMAS 50 M AL ESTE  
TELEFONO: 22-0777

CURRIDABAT  
100 M OESTE DE LA PLAZA DEL SOL  
TELEFONO: 24-3777



**=ANAMARCALA S.A.=**

UNA CURVA QUE HACE LA DIFERENCIA

CALIDAD  
**ARMCO**



Defensas para  
puentes y carreteras...



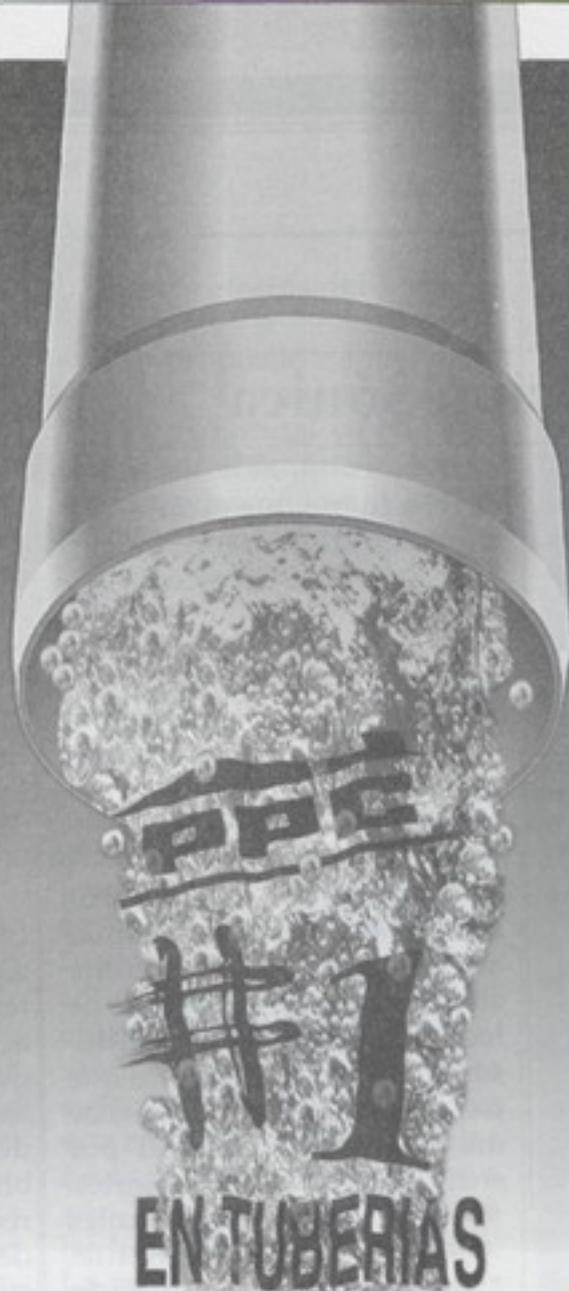
Tuberías biseladas  
de acero corrugado...



Pasos inferiores de acero  
corrugado de gran luz...

*La solución rápida y  
resistente a su proyecto.*

Tel: 33-2378 / Fax 33-2421  
Ave. 10 - calle 11, Edificio Wimmer, 3er. piso.



*Pone a su disposición la más diversa variedad de tuberías, incluyendo tuberías especializadas como:*

***Drenaflex:***

Tuberías corrugadas perforadas para drenajes agrícolas, obras civiles, campos deportivos, tanques sépticos, etc.

***Ducto-flex:***

Tuberías de PVC corrugadas para conductores eléctricos y sub-ductos telefónicos (fibra óptica y cable).

***Riego móvil:***

Tuberías para riego con acople rápido PPC, y POLIRIEGO tuberías de polietileno para riego por goteo.

***Tuberías finas:***

De PVC para muebles, estriadas y en gran variedad de diseños.

***Tuberías Junta Rieber:***

Garantizadas para Urbanizaciones y acueductos por su novedoso proceso de fabricación, el empaque de hule reforzado con acero, y por su facilidad y seguridad de instalación.

Consúltenos...tenemos la tubería que usted necesita.



Plásticos Para la Construcción S.A.

Tel: 32-1055. Parque Industrial Pavas.

Ing. Alvar Saborío Ruiz (\*)

## Contaminación Sónica

Reconocer la diferencia entre un sonido agradable y un ruido molesto es una valoración subjetiva que se hace fácilmente, pero establecer esa diferencia de una manera medible con magnitudes físicas es una tarea que ofrece algunas dificultades y no puede hacerse en forma inmediata. Quizás el tono y la intensidad de las vibraciones sónicas sean las características más apropiadas para discriminar objetivamente entre estos conceptos.

El tono y la intensidad de los sonidos que son percibidos por el oído humano tienen la particularidad de que ocupan unas escalas de variación muy amplias. Es así que la gama de tonos audibles tiene como fronteras las frecuencias de 50 Hz para los sonidos más graves y 15000

Hz para los sonidos más agudos. La amplitud del espectro de intensidades es más extensa aún, abarca desde 0 dB en el umbral del sonido hasta 180 dB, que corresponde al ruido que emite un cohete espacial en el momento del despegue. Por tratarse de una escala logarítmica, este ruido

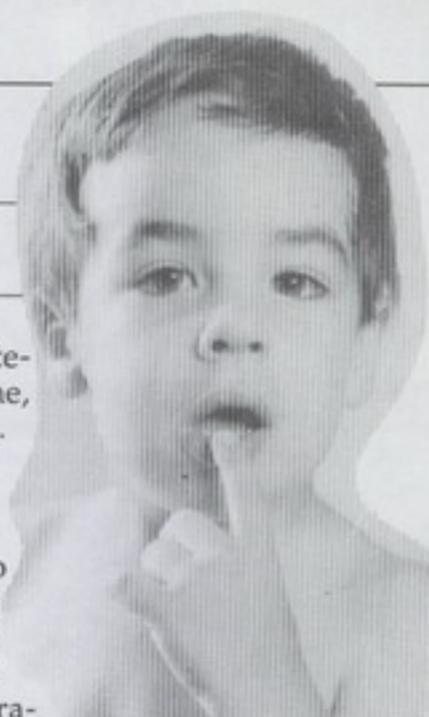
es más fuerte que el anterior en un número enorme,  $10^{18}$ , un trillón de veces.

Los efectos negativos producidos por la contaminación sónica no se limitan solamente a los ruidos molestos, sino que comprenden también los sonidos agradables. Asimismo, estos efectos pueden extenderse más allá de los límites de las vibraciones audibles, al dominio de los infrasonidos y de los ultrasonidos. Puede afirmarse que para cada tipo de ondas existe un nivel de intensidad por encima del cual se convierten

“Es conocido que el ruido a muy alto volumen produce la pérdida prematura del oído, pero aún los de baja intensidad pueden producir varias afecciones.”

en degradantes del ambiente. Es conocido que el ruido a muy alto volumen produce la pérdida prematura del oído, pero aún los de baja intensidad pueden producir varias afecciones, como son los comunes dolores de cabeza y las indisposiciones del aparato digestivo, además de estados depresivos, de cansancio, angustia y hasta miedo.

En el campo de las ondas mecánicas representadas por las trepidaciones y los in-



frasonidos, algunas veces se sienten con justa alarma los temblores producidos por los acomodamientos tectónicos, que muchas veces escapan a los oídos humanos, pero que de todas maneras son percibidos con otros sentidos. Se recuerdan aquellas vibraciones de los equipos pesados de construcción y de los insufribles ruidos producidos por los barrenos perforadores del hormigón armado.

En los centros comerciales de los cascos urbanos es evidente un creciente y acelerado deterioro de la calidad de sus ambientes sonoros. Las principales fuentes de la mayoría de estos fenómenos audibles indeseables tienen origen en los diferentes tipos de motores, máquinas y aparatos, así como en las diversas instalaciones con piezas móviles y en toda clase de vehículos.

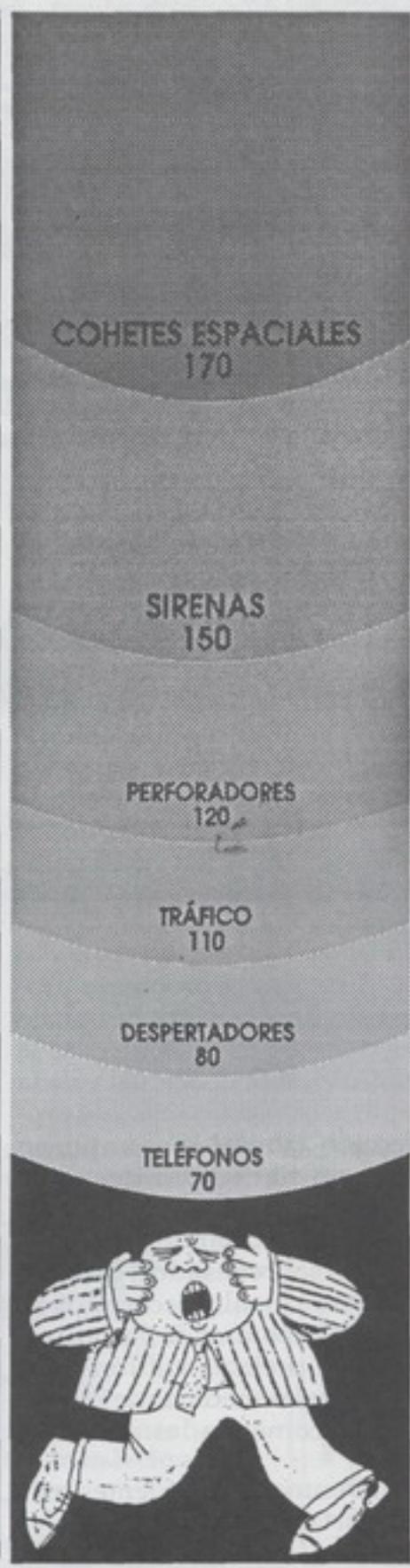
En general, puede decirse que el ruido causado por las actividades del hombre produce mayor degradación del ambiente que el de los fenómenos naturales, aún en el caso de que su intensidad sea similar. Es así que el sonido producido por una fuerte lluvia corrientemente no molesta al hombre y, al contrario, muchas veces puede producirle un efecto calmante. En cambio, es muy diferente cuando se escucha en las ciudades, con aprensión, el aullar de las sirenas pidiendo paso libre.

Un caso especial se presenta en algunas discotecas, en donde sus clientes creen sentir placer cuando el ritmo a todo volumen hace vibrar sus vísceras (en los alrededores de 110 dB). Ciertamente que el "tam tam" se escucha muy bien a varios cientos de metros de estos contaminados sitios que deberían ofrecer distracción y relajamiento a nuestros jóvenes que ahí acuden a alternar con sus amistades.

En una observación más atenta del ruido urbano podemos distinguir, en primer

lugar, los efectos del mensaje sonoro que se hace con el válido propósito de llamar la atención. Tal contaminación sonora es normal ya que está ligada con el sentido lógico de los mensajes sonoros en la vida social del hombre. Pero en cambio, el estruendo que se produce al accionar la bocina de los vehículos, en la casi totalidad de los casos no corresponde a un motivo valedero.

En segundo lugar, podemos distinguir el ruido de fondo como producto de la actividad humana. Esta es una fuente más importante de contaminación sonora que el efecto de los mensajes directamente intencionados, y es especialmente molesta cuando este ruido de fondo se da en las horas de descanso, o más grave aún, cuando ocurre durante las horas destinadas al sueño. La más bella de las sinfonías tocada magistralmente, que escucha embelesado un vecino, puede resultar insufrible si proviene de un equipo de música accionado en horas inoportunas.





Las abarrotadas calles son un espectáculo frecuente en todo el mundo.

En general, las fuentes emisoras de ruido con los más altos niveles de intensidad se encuentran en los aeropuertos, a la hora del despegue de los aviones impulsados con poderosos motores a reacción. También se tienen ambientes muy contaminados sónica-mente en algunas salas de trabajo como son por ejemplo las imprentas rotativas de los diarios y los talleres de reparación de carrocerías de automóviles.

Este grave problema propio de algunos sitios de trabajo es del resorte específico de la seguridad ocupacional y de la aplicación de las leyes de protección laboral que imponen determinados límites a la intensidad del ruido en esos ambientes. Cuando estos límites son sobrepasados, generalmente en los alrededores de 75 dB, se recomienda la utilización de orejeras antifónicas y el uso de las medidas de protección recomendadas.

Dentro de las fuentes más importantes de ruido en las

ciudades tenemos la producida por el creciente tránsito

**“D**entro de las vibraciones ultrasónicas que pueden causar daño se incluye hasta la luz del día, la cual como bien se sabe, puede producir ceguera si se mira directamente al sol. ”

automotor. Y aunque los vehículos se fabrican ahora con motores más silenciosos, la generación del ruido proveniente de la vibración de la carcasa y del golpeteo de las ruedas contra el pavimento aumenta con la velocidad de los automotores, y ésta se eleva constantemente. Para remediar en parte esta penosa situación de excesivo ruido de fondo, producido por el flujo vehicular, un número de ciudades cada vez mayor ha optado por constituir en sus centros comerciales amplias zonas exclusivamente peato-

nales, y han transformado de esta forma las ruidosas calles en agradables parques, en donde de nuevo ha renacido la sonrisa entre sus transeúntes.

A medida que el desarrollo tecnológico se extienda a nuevos campos de utilización, el ambiente se verá poblado con un número creciente de todo tipo de vibraciones, que ya es especialmente grave en algunas empresas industriales que manejan por ejemplo, chorros de vapor a alta presión. Dependiendo de las características propias de cada equipo, de sus usos y principalmente de la amplitud de las ondas que emiten, eventualmente podrían afectar la calidad del ambiente. Es recomendable proceder con cautela cuando se usan aparatos como los de limpieza ultrasónica y de calentamiento por inducción, también es conveniente ser precavidos con el funcionamiento de los hornos domésticos de microondas y seguir al pie de la letra los instructivos que para el uso de los aparatos proveen sus fabricantes.

Dentro de las vibraciones ultrasónicas que pueden causar daño se incluye hasta la luz del día, la cual como bien se sabe, puede producir ceguera si se mira directamente al sol. Se conoce también de algunos efectos espectacularmente destructores de los aparatos conocidos como láser, que emiten la misma luz visible, solamente que en forma coherente y concentrada. Por

supuesto que las aplicaciones a baja intensidad como las que se están haciendo para la transmisión de impulsos en los nuevos ordenadores, son inocuas para los usuarios.

Existen obviamente medidas técnicas para la protección de la salud de las personas tal como el aislamiento de las fuentes de ruido y de las vibraciones infrasónicas y ultrasónicas en sus viviendas y en sus sitios de trabajo. Y, naturalmente que desde los períodos de proyecto y de diseño de los edificios y de las instalaciones industriales, es necesario tener en cuenta el emplazamiento estratégico de las máquinas y de las situaciones peligrosas para su debido control.

Desde luego que frente al flagelo del ruido es necesario aplicar los procedimientos técnicos que ayuden a su control y poner en práctica las mejores medidas de protección existentes; pero la más importante medida para reducir la contaminación sónica tiene que ver con la disciplina personal y la de los grupos de trabajo por mantener la más elemental consideración y

respeto por el derecho que les asiste a las personas de habitar en un medio libre de esta perniciosa degradación ambiental.

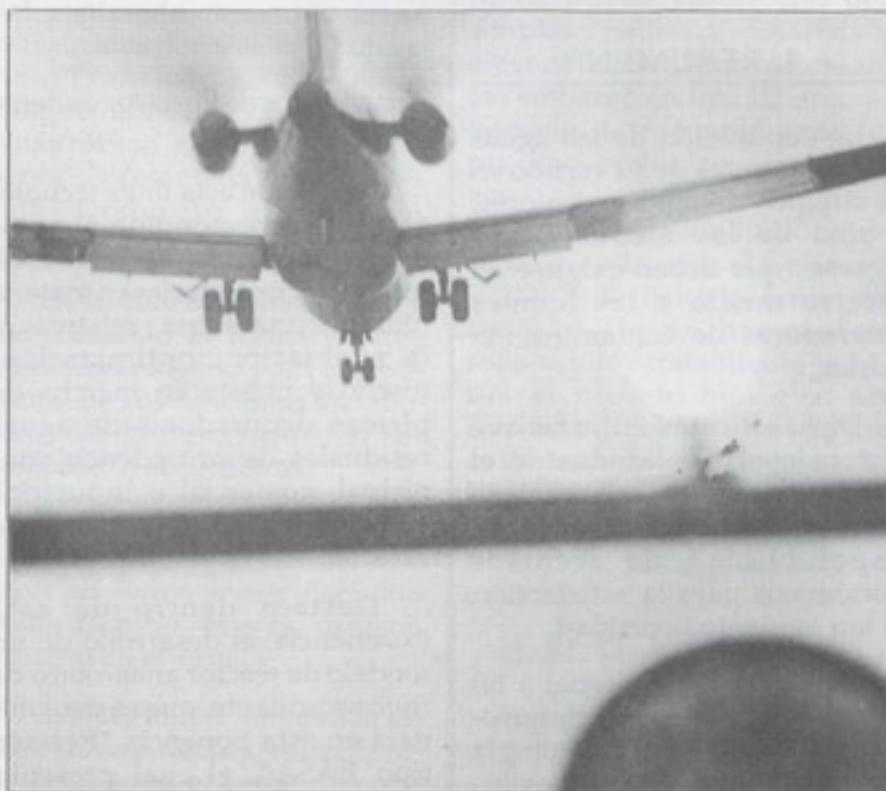
### Bibliografía

- 1.- Ciplea y Ciplea. **Poluarea Mediului Ambient.** Editura Tehnica. Bucarest. Rumanía. 1978.
- 2.- Saborío, A. **Contaminación**

**Ondulatoria.** Ingeniería. Universidad de Costa Rica. Vol. 1. No. 2. 1991.

- 3.- Turk y Wittes. **Tratado de Ecología.** Editorial Interamericana. Méjico. Méjico. 1981.

(\*) Especialista en Ingeniería Ambiental, con grado de Doctor; profesor en la Escuela de Ingeniería Civil, en la Universidad de Costa Rica.



Los aviones son grandes generadores de ruido en altos niveles que podrían causar daños irreparable en el sistema auditivo.

Entrega  
Inmediata



## Cielos Suspendidos en Fibra Mineral

con suspensión de acero esmaltado de  
**USGypsum Interiors, Inc.**

- \*Acústico \*Aislante Térmico \*Aislante Sonoro
- \*Material Liviano \*Limpia y rápida instalación

Desde €815 + I.V. x m<sup>2</sup>

ALUMIMUNDO S.A. Tel: 32-8666 - Fax: 32-5187 - Apdo. 1013-1000 - 75 mts. al este de P.P.C. - Pavas

**ALUMIMUNDO S.A.**  
La abse las puertas a la  
arquitectura

Ing. Manuel E. López M. - MSc.

EASA Consultores S.A.

## El reactor tipo EASA

Tecnología anaeróbica apropiada para el  
tratamiento de aguas residuales

Congreso Nacional de Recursos Hidráulicos

### 1. RESUMEN

La depuración de las aguas residuales antes de su vertido en los cuerpos de agua receptores, es una de las medidas más urgentes que deben exigirse en nuestro medio a las fuentes generadoras de contaminación hídrica.

Dichas fuentes, entre las que destaca (aparte de la industria) el Estado mismo, se encuentran restringidas en cuanto a la disponibilidad de recursos económicos para la satisfacción de tan evidente necesidad.

Como solución parcial a tal restricción, es menester desarrollar y aplicar una tecnología adecuada a nuestras posibilidades técnicas y económicas, así como a nuestras necesidades, tecnología que llamaremos "apropiada".

En el campo de los tratamientos biológicos apropiados, han venido popularizándose los procesos de tratamiento anaeróbico de aguas residuales, sobre todo a partir de las investigaciones efectuadas por Gatzke Lettinga en Holanda en 1980, con los denominados Reactores

Anaeróbicos de Flujo Ascendente - RAFAs.

Dentro de esta línea tecnológica, ha correspondido al autor de esta ponencia llevar a cabo múltiples consultorías en materia hidráulico-sanitaria, relativas a la evaluación, optimización, diseño y puesta en marcha de plantas depuradoras de aguas residuales de procedencia municipal, comercial e industrial, tanto dentro como fuera de Costa Rica.

Destaca dentro de esta experiencia, el desarrollo de un modelo de reactor anaeróbico de flujo ascendente, que se denominará en esta ponencia "Reactor tipo EASA", el cual presenta interesantes características operativas, comparativamente con los modelos generalizados últimamente a raíz de las investigaciones citadas de Lettinga.

El objetivo de la ponencia será dar a conocer al lector técnico las características operativas y aplicabilidad práctica de los RAFAs, aprovechando para describir las características generales operacionales del Reactor tipo EASA, diseñado por el consultor por analogía opera-

cional entre un RAFA convencional y un tanque sedimentador del tipo Dortmund.

### 2. EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES

#### 2.1 ¿En que consiste el "tratamiento"?

A manera de antecedentes técnicos de la ponencia, debe decirse que el "tratamiento de agua residual" se refiere a los procesos tecnológicos utilizados para recuperar la calidad del agua contaminada hasta niveles aceptables por el medio ambiente, pudiendo utilizarse distintas modalidades: tratamiento físico, químico o biológico.

La idea del tratamiento no consiste en purificar el agua hasta tornarla pura o potable. La idea es simplemente mejorar su calidad físico-química y bacteriológica, hasta un grado tal que pueda ser asimilada por el cuerpo de agua receptor, sin daños significativos para su ecosistema y para las actividades humanas interactuantes con el mismo.

En el caso específico de los procesos biológicos, objeto de esta ponencia, se entenderá por tratamiento a la "estabilización" de la materia orgánica, esto es, la transformación de los contaminantes orgánicos presentes en el agua en sustancias orgánicas más simples (menos putrescibles), o en sustancias inorgánicas completamente estables (sin capacidad de degradarse más). Dicha estabilización es llevada a cabo por organismos vivos, razón por la que se conoce como proceso "biológico".

La estabilización de los

desechos orgánicos presentes en el agua residual se requiere para evitar la proliferación de microorganismos potencialmente patógenos, los cuales eventualmente pudieran transmitir enfermedades a las personas en contacto directo o indirecto con ellas. También se requiere para mejorar la calidad estética del agua, así como proteger la vida acuática del cuerpo receptor, ya que la descomposición de la materia orgánica consume el oxígeno presente en el río, requerido por los peces y la vida acuática superior para su subsistencia.

## 2.2 ¿Qué es un tratamiento biológico?

Como ya se indicó en estos antecedentes, los tratamientos biológicos de aguas residuales deben su nombre a la participación de organismos vivos en la depuración o estabilización de las aguas residuales.

Estos agentes vivos, en su mayoría bacterias, son diminutos seres unicelulares que se encuentran normalmente presentes donde haya materia orgánica y humedad.

Las bacterias se alimentan mediante un fenómeno de absorción biológica a través de su membrana citoplásmica, utilizando como sustrato la fracción soluble (disuelta) de la materia orgánica, ya que no pueden utilizar la materia sólida en suspensión directamente, sino que debe ser solubilizada primero gracias a la acción de enzimas producidas por la misma célula bacteriana.

La anterior idea explica porqué es necesario incorporar

los tratamientos biológicos o secundarios para la depuración de las aguas residuales con contaminantes orgánicos, ya que los tratamientos primarios tales como cribado, filtración, sedimentación y flotación únicamente permiten la remoción de una parte de las sustancias contaminantes en suspensión, la cual por lo general representa la menor fracción contaminante de las aguas residuales, comparativamente con la fracción soluble. Para una ampliación detallada del contenido resumido en el párrafo anterior, véase la ponencia "Transformación de un Tanque Imhoff en un Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente", presentada también en este Congreso por EASA CONSULTORES S.A.

En su concepto más general, considerando la forma en que utilizan el oxígeno para la realización de sus funciones metabólicas, las bacterias pueden ser aeróbicas o anaeróbicas.

Las primeras (aeróbicas) son aquellas que requieren del oxígeno en forma molecular para poder respirar, esto es, oxígeno disuelto en el agua.

Las segundas (anaeróbicas) no requieren de oxígeno molecular disuelto en el agua, sino que lo toman directamente de la materia orgánica que utilizan como fuente de alimentación, a través de reacciones bioquímicas.

Es conveniente también aclarar que existen bacterias, llamadas "facultativas", que pueden vivir en presencia o ausencia de oxígeno disuelto, comportándose como aeróbicas o anaeróbicas, según sea la condición en que estén inmersas. Es por esta razón que se considerará, para efectos

de clasificación de los tratamientos biológicos, únicamente dos modalidades: aeróbica y anaeróbica.

Debe indicarse también dentro de estos antecedentes, que los tratamientos biológicos deben ser precedidos siempre por tratamientos preliminares, los cuales variarán en cuanto a su complejidad dependiendo del tipo de agua residual a depurar.

En el caso de un agua negra típica puede bastar con unas simples rejillas y desarenador antes del tratamiento secundario, sin embargo en una tenería, por ejemplo, se requerirá antes del proceso biológico separar las aguas de curtido de las aguas de pelambre, brindando por separado a cada una de ellas un tratamiento físico-químico preliminar. De no hacerse esta separación y tratamiento primario, el proceso biológico será ineficiente, debido al efecto tóxico de los agentes químicos sobre las bacterias responsables del tratamiento, tal es el caso del sulfuro de sodio y las sales de cromo.

## 3. EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO ANAERÓBICO

de presentar el Reactor Tipo EASA, se debe indicar primero la forma en que las bacterias anaeróbicas realizan su metabolismo, base fundamental para comprender la operación general de los procesos de tratamiento anaeróbico.

### 3.1 El metabolismo anaeróbico

El metabolismo anaeróbico puede resumirse en tres etapas:

En la I Etapa, la materia orgánica compleja, tal como carbohidratos, proteínas y grasas, es transformada por un grupo de microorganismos facultativos en materiales orgánicos más simples, los cuales son solubilizados en el agua mediante acción de enzimas producidas por las células bacterianas.

Durante la II Etapa, el material simplificado y solubilizado en la primera, es utilizado por un grupo especial de bacterias denominadas "acidogénicas". Estas bacterias lo fermentan y convierten en ácidos orgánicos como láctico, acético, propiónico y alcoholes simples, dióxido de carbono, nitrógeno e hidrógeno, sustancias que en su mayoría producen problemas de malos olores.

En la III Etapa, aparece otro grupo de bacterias denominadas "metanogénicas", las cuales utilizan los ácidos y alcoholes producidos por el grupo acidogénico, transformándolos en metano y dióxido de carbono, fundamentalmente, con reducción notable en la producción de olores molestos.

El aspecto vital que se debe comprender en este tema, es que las bacterias productoras de metano (metanogénicas) son las responsables de la estabilización o degradación de la materia orgánica, por lo que no se lograría eficiencia alguna en una planta de tratamiento anaeróbica a menos que hayan aparecido en

cantidad y calidad adecuadas, las bacterias metanogénicas.

Es por ello que se podrían resumir las etapas mencionadas en dos fases desde el punto de vista de tratamiento: conversión del residuo (corresponde a la I y II etapas), y estabilización del residuo (corresponde a la III etapa).

### 3.2 Características del tratamiento anaeróbico

Dado que las bacterias metanogénicas son de lento crecimiento, es normal que durante el arranque y operación inicial de una planta de tratamiento anaeróbico, la producción de olores molestos sea mayor, acompañada por una acidificación del agua (descenso del Ph) y una pobre eficiencia en remoción de contaminación orgánica.

Por otro lado, las bacterias metanogénicas son muy susceptibles a las variaciones bruscas de temperatura, de tal forma que inhiben su actividad ante este fenómeno, acumulándose los ácidos producidos por sus homólogas acidogénicas.

Para efectos de reducir las variaciones normales de temperatura en el agua de la planta de tratamiento, amén de minimizar la producción de olores y aumentar la eficiencia del sistema, se recomienda tapar los tanques reactores lo más hermético posible, con sistemas removibles

únicamente para mantenimiento. Esta situación es factible económicamente en sistemas compactos como los RAFAs, sin embargo resulta poco recomendable en sistemas tales como lagunas de estabilización.

Debe decirse en este punto que el metabolismo anaeróbico se torna más eficiente conforme aumenta la temperatura, llegándose a valores óptimos con temperaturas tan altas como 57°C, en la fase denominada termofílica.

Dado que nuestro clima predominante es cálido, resulta muy conveniente la aplicación de los procesos anaeróbicos, siempre que se guarden ciertos cuidados mínimos de diseño, operación, mantenimiento y ubicación del sistema de tratamiento.

### 3.3 Tecnología anaeróbica apropiada

Se puede asegurar sin temor alguno que todas las tecnologías anaeróbicas disponibles son apropiadas para nuestro medio.

Las grandes ventajas del tratamiento anaeróbico con respecto a la modalidad aeróbica son las siguientes:

- ✓ Como la estabilización anaeróbica proporciona a las células poca energía, su crecimiento es relativamente bajo. De esta forma la producción de lodos es mucho menor que en el caso

aeróbico, con mayor sencillez en su operación y mantenimiento.

- ✓ Los requerimientos de nutrientes en el proceso anaeróbico son mucho menores que en el aeróbico, permitiéndose una mayor cobertura de aplicabilidad práctica de estos sistemas sobre el segundo.
- ✓ Como no es necesaria la aeración, los costos operativos son mucho menores así como los de mantenimiento.
- ✓ El gas metano producido en condiciones de equilibrio del proceso puede ser reutilizado como fuente energética. Es aquí donde surge el concepto de "biodigestores para aprovechamiento energético".
- ✓ Posiblemente la principal desventaja del sistema anaeróbico estriba en la producción de malos olores, especialmente en épocas de cambios bruscos en la temperatura. Esta condición puede ser parcialmente controlable, con el diseño adecuado de sistemas de cerramiento de tanques, control operacional del Ph, y alejamiento adecuado de la planta de tratamiento con relación a núcleos poblacionales.

De acuerdo con el criterio técnico del consultor, es posible clasificar las tecnologías anaeróbicas disponibles según las siguientes modalidades:

- ✓ Lagunas de Estabilización.
- ✓ Filtros Anaeróbicos de Flujo Descendente.
- ✓ Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente.

Considerando las limitaciones de espacio asignado para la ponencia, no se abordarán las

dos primeras, sino únicamente la correspondiente a los RAFAs.

#### 4. LOS REACTORES ANAEROBICOS DE FLUJO ASCENDENTE

##### 4.1 Generalidades

Los llamados Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente (RAFAs) consisten en plantas compactas de tratamiento anaeróbico, de reciente aparición luego de investigaciones realizadas en Holanda por Gatzke Lettinga y colaboradores, cerca del año 1980.

Es criterio del consultor que esta tecnología ya se intuía empíricamente desde hace muchos años, al observarse la mayor eficiencia de la sedimentación alcanzada en los decantadores del tipo Dortmund, atribuida al contacto del líquido a decantar con un "manto de lodos" (nombre utilizado por analogía con los clarifloculadores de contacto de sólidos, también denominados de manto de lodos, utilizados para la coagulación y remoción de turbiedad en plantas potabilizadoras mecanizadas).

En términos generales, los RAFAs consisten en tanques cuyo caudal afluente ingresa por su sección inferior, recolectándose el agua tratada en su sección superior.

El período de retención hidráulica (normalmente de unas pocas horas dependiendo de la temperatura de operación, tipo de desecho y otras variables), permite que el material contaminante sea estabilizado parcialmente por bacterias anaeróbicas, con la consecuente producción de biogás. Es por ello que se

denominan "reactores", ya que en ellos se lleva a cabo la reacción bioquímica o biodegradación.

##### 4.2 Tipos de RAFAs

Se han propuesto distintas versiones de RAFAs, destacando entre ellas las siguientes: manto de lodos, lecho expandido, lecho fluidizado, y filtro anaeróbico de flujo ascendente.

Considerando las limitaciones de espacio asignado para la ponencia, y que los resultados experimentales se han orientado especialmente al desarrollo e investigación de dos de estas variantes, se comentarán únicamente: el proceso de manto de lodos, y el filtro anaeróbico de flujo ascendente.

###### a) El proceso de manto de lodos

Conocido también como proceso UASB en honor a las siglas originalmente difundidas en inglés (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), consiste en un tanque de sección normalmente rectangular, el cual se alimenta a través de un sistema de tuberías de distribución del agua residual a partir de su sección inferior.

El líquido a depurar asciende con una pequeña velocidad, poniéndose en contacto con una alta concentración de lodos anaeróbicos de características granulares compactas, lecho que es conocido como "manto de lodos" por su capacidad de expandirse debido al flujo ascendente, sin ser evacuado del reactor. Dicho manto de lodos es el corazón biológico del proceso, pues en él se lleva a cabo la transformación bioquímica de la materia orgánica contaminante.

Precisamente es por ello que

se debe alimentar el reactor con importantes cantidades de lodos anaeróbicos antes de la puesta en operación del proceso (procedentes por ejemplo de tanques sépticos). De esta forma, se propicia la maduración de estos lodos, hasta lograr su transformación en pequeños gránulos anaeróbicos compactos, de alto poder estabilizador.

El agua residual que ingresa por la parte inferior del reactor, ocasiona la expansión del manto de lodos, de tal forma que se presentan simultáneamente procesos de filtración biológica, absorción, adsorción y decantación.

#### b) El filtro anaeróbico

El Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (FAFA) es un reactor de operación similar al proceso UASB, con la diferencia básica que el tanque es totalmente empacado, de tal forma que el lecho de contacto biológico es fijo (inmóvil).

El material de empaque debe tener idealmente alta porosidad, de tal forma que se aumente la superficie específica de contacto entre el material orgánico a estabilizar y el material filtrante.

Resulta evidente aquí el cuidado que se debe tener de incorporar tratamientos preliminares que eliminen material suspendido del agua, con miras a evitar tempranas obstrucciones del filtro anaeróbico, situación que no se presenta en el proceso de manto de lodos.

Tanto en el proceso UASB como en el FAFA la remoción de materia orgánica, medida en términos de Demanda Bioquímica de Oxígeno, oscila entre un

60 y 80%, valores típicos correspondientes al tratamiento de aguas negras domésticas.

En el caso del FAFA, no es necesaria la incorporación en el diseño, de separadores de fases, ya que los sólidos suspendidos arrastrados por el biogás hacia la superficie son inmediatamente retenidos por el material filtrante, situación que no ocurre en el proceso UASB.

Estos separadores de fases consisten en estructuras especiales que se deben incorporar al RAFA para mejorar la separación de las fases sólida y gaseosa de la líquida. Para una ampliación más detallada de los requerimientos del separador de fases en el proceso de manto de lodos, véase la ponencia "Transformación de un Tanque Imhoff en un Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente", presentada también en este Congreso por EASA CONSULTORES S.A.

### 5. EL REACTOR TIPO EASA

#### 5.1 Descripción del reactor

El Reactor tipo EASA consiste en un tanque de sección cuadrada en su parte superior, y pirámide truncada con pendientes de 45° en su sección inferior, en forma parecida a un sedimentador del tipo Dortmund, de sección cuadrada en vez de circular.

La alimentación del tanque se efectúa por un tanque deflector central de sección cuadrada concéntrica, el cual desciende hasta el fondo del reactor obligando al líquido residual a ponerse en contacto con los lodos concentrados en el fondo.

Como puede notarse, la ope-

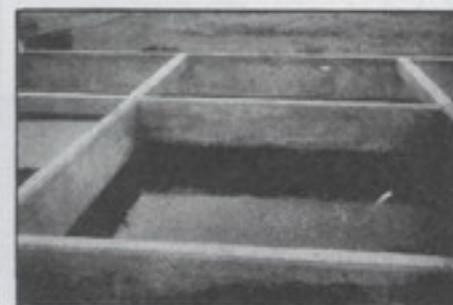
ración hidráulica es idéntica a la de un tanque Dortmund: alimentación central a través de un deflector, el cual obliga al agua a ingresar al tanque por su sección inferior en forma radial uniformemente distribuida, con recolección del agua decantada mediante un vertedor perimetral.

En la parte superior del Reactor tipo EASA se ha diseñado un fondo falso, de tal forma que permita la instalación de una capa de material poroso que actúe bajo el concepto de un Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (FAFA), con la diferencia que su tamaño es menor que el que habría correspondido a un diseño de FAFA convencional.

La superficie del reactor cuenta con una serie de vigas que cumplen una función estructural, además de permitir el cerramiento con tapas herméticas removibles para mantenimiento.

#### 5.2 Comparación con un RAFA convencional

El consultor ha fungido como profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica durante los últimos 12 años, situación que fue aprovechada con el fin de investigar la eficiencia del Reactor tipo EASA, como tema de grado para la licenciatura en Ingeniería Civil de uno de sus estudiantes (Johny Vásquez Elizondo), con el apoyo



del Centro de Investigaciones en Contaminación Ambiental (CICA), y la dirección técnica del consultor.

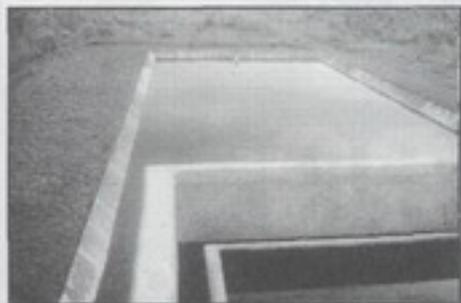
Los resultados de esta investigación, aplicada a la planta de tratamiento diseñada para el complejo turístico JACOBEBEACH - JACO PRINCESS, pusieron de manifiesto el éxito operativo del Reactor.

Dado que la presentación oficial del Estudio ante el tribunal examinador de la Facultad de Ingeniería, se llevará a cabo en fecha posterior a la redacción de la presente ponencia, no serán presentados datos específicos por respeto al futuro graduando.

Sin embargo\* para la exposición del consultor ante el auditorio del Congreso, sí serán presentados los resultados, ya que el mismo se realizará cuatro meses después de la redacción de la ponencia, y tres meses después de la oficialización del estudio, por parte del estudiante ante la Universidad de Costa Rica.

Se presentan a continuación las ventajas cualitativas del Reactor tipo EASA con relación a un RAFA convencional, ya sea proceso UASB o FAFA.

Dichas ventajas se basan en la experiencia y criterio técnico del consultor, en los resultados globales de la evaluación practicada al sistema existente en



Playas de Jacó, y en conclusiones derivadas del análisis conceptual de las características geométricas y operativas del reactor:

#### a) Sistema de distribución de caudal afluente

En el caso del diseño del consultor, el volumen inferior del reactor corresponde a los criterios de diseño típicos de un proceso de manto de lodos (UASB), con la ventaja de que los tabiques a 45° utilizados como concentradores de lodos, permiten un mejor contacto entre el agua residual y el manto de lodos, además de un efecto decantador del material suspendido afluente.

Este es uno de los problemas típicos de diseño del proceso convencional: la distribución uniforme del agua durante su trayectoria ascendente dentro del reactor, problema que es superado en el Reactor tipo EASA en razón de su diseño geométrico con dos ejes de simetría, eliminándose las zonas muertas del reactor.

#### b) Inclusión de un FAFA

La inclusión de un pequeño FAFA dentro del mismo reactor, considerando para tales fines un volumen adicional al calculado para el proceso UASB, permite la aplicación de un proceso biológico anaeróbico en serie, hecho que aumenta la eficiencia del sistema en remoción de materia orgánica, y permite eliminar los requerimientos de estructuras de separación de fases (sólido, líquido, gaseoso), típicas del proceso UASB.

Este pequeño FAFA incluido como tratamiento final del agua

ya estabilizada en el proceso de manto de lodos inferior, reviste especial importancia al actuar como lecho de maduración o acabado, esto es, permite incrementar la eficiencia en remoción de bacterias del sistema.

Este es otro de los problemas típicos de un proceso UASB: su baja eficiencia en remoción bacteriana, lo cual exige la incorporación de otro tratamiento en serie. En el caso del Reactor tipo EASA, la presencia de un lecho de contacto fijo permite obviar el tratamiento final, atrapando además gran cantidad de sólidos en suspensión, sin requerimientos de separadores de fases.

#### c) Sistema de recolección de agua tratada

La existencia de un vertedor perimetral de recolección de agua tratada, con una tasa de derrame lineal mínima debido a la gran longitud desarrollada de vertedor, colabora al establecimiento del flujo pistón ascendente, de tal forma que se eliminan zonas muertas y efectos de corto circuito.

Este es otro de los problemas planteados en el diseño de un proceso UASB convencional, ya que la instalación de múltiples vertedores de salida implicaría un encarecimiento del sistema de separación de fases, de por sí problemático en su diseño y mantenimiento.

#### d) Efecto sedimentador

La mayor eficiencia de un sedimentador del tipo Dortmund es bien conocida por los estudiosos del tema, con relación a la eficiencia típica de un sedimentador convencional. Esta situación se mantiene también

en el Reactor tipo EASA, de tal forma que actúa también como un sedimentador de alta eficiencia, con un período de retención hidráulica mayor que éste.

#### e) Maduración de lodos

El inmediato adensamiento de lodos anaeróbicos producidos en el Reactor tipo EASA es evidente, en razón de su forma cónica, misma utilizada para la medición del material sedimentable en el laboratorio (cono Imhoff).

Esta situación promueve la maduración de los lodos anaeróbicos granulares en un tiempo más pequeño que el requerido en los procesos convencionales.

#### f) Velocidad ascensional

Los criterios utilizados por el consultor para el diseño de la velocidad de ingreso en el deflector central, y la velocidad ascensional en la sección prismática del proceso UASB, correspondieron a tasas de derrame un 50% menores que las normalmente aplicables en el diseño de los sedimentadores Dortmund. Dicha relación se originó en la relación proporcional existente entre el tiempo de retención hidráulica usual de este tipo de decantador (4 horas) con respecto al tiempo de retención usual para un proceso UASB en el tratamiento de aguas negras para las temperaturas promedio de nuestro medio (8 horas).

La ventaja que presenta el comportamiento de la velocidad ascensional en el Reactor tipo EASA se origina en la amplificación gradual de la sección transversal al flujo, dado que el inicio del flujo ascendente se origina en la pirámide truncada, la cual se amplifica hasta una sección cuadrada constante.

Este incremento gradual en el área transversal al flujo implica un descenso gradual del gradiente de velocidad, similar al proceso "Langelier" utilizado para el diseño de floculadores de mamparas, aplicables con lodos químicos floculentos durante la clarificación de las aguas para fines de potabilización.

#### g) Costo del reactor

Posiblemente la única desventaja de un sedimentador del tipo Dortmund con relación a un sedimentador rectangular convencional consiste en su mayor costo de construcción, hecho que podría también atribuirse como desventaja para el Reactor tipo EASA.

En el caso del diseño del consultor, el costo constructivo se reduce sustancialmente, al cambiar el diseño geométrico circular por un diseño de sección cuadrada.

El incremento en el volumen del reactor debido a la inclusión del FAFA es despreciable debido a dos razones: en primer lugar el filtro se ha incluido como un

tratamiento de pulimento en cuanto a remoción bacteriana, y no para efectos de remoción de DBO, razón por la cual su tamaño es un 50% menor que el correspondiente a un FAFA convencional. En segundo lugar, dada la ineficiencia típica del proceso UASB en remoción bacteriana, se requiere complementar el tratamiento con otro proceso biológico en serie, situación que podría ser eliminada en el caso del Reactor tipo EASA.

#### h) Mantenimiento del reactor

En vista que la sección de ingreso de agua cruda al reactor es de gran área transversal, se elimina la posibilidad de obstrucciones en el sistema de alimentación, situación que sí puede suceder fácilmente en los procesos convencionales, por lo que se requiere incluir obras de pretratamiento que podrían ser obviadas en el Reactor tipo EASA.

Por otro lado, la forma "cónica" del fondo le permite aplicar purgas de lodos en forma idéntica que un sedimentador con un eficiente concentrador de lodos. Esta característica no existe en el caso de los procesos convencionales, por lo que se requiere purgar mayores volúmenes de agua para evacuar una cantidad determinada de sólidos.

En cuanto al FAFA, dado que está soportado por un fondo falso removible, a una altura relativamente pequeña con respecto a la superficie del agua, es fácil darle

mantenimiento en caso de saturación.

## 6. COMENTARIOS FINALES

La presentación del Reactor tipo EASA se ha efectuado en ausencia de planos o dibujos aclaratorios, sin incluir parámetros de diseño específicos, y partiendo de la base que el lector técnico conoce la geometría y operación de un sedimentador del tipo Dortmund.

La explicación de estas omisiones descansa en la protección que el consultor desea dar a su propuesta, en tanto se desarrolla una segunda investigación que confirme algunas de las ventajas planteadas, y por otro lado, en espera de una futura presentación eminentemente técnica ante un Congreso especializado de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, probablemente de nivel internacional.

## 7. REFERENCIAS DE APOYO

a.  
Kooijmans, J. Louwe. Aplicación del Proceso UASB para el Tratamiento de Aguas Residuales. Experiencias de la Planta Piloto de Cali - Colombia. Haskoning Ingenieros Consultores y Arquitectos Reales Holandeses - Nijmegen, Holanda, 1985.

b.  
Lettinga, Gatze et al. Anaerobic Waste Water Treatment as an Appropriate Technology for Developing Countries. Department of Water Pollution Control, Agricultural University. Wageningen, 1987.

c.  
Barboza Ramírez, María. Transformación de un Tanque Imhoff en un Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente y su Evaluación Sanitaria. Tesis de maestría, Universidad de San Carlos, Guatemala - 1990

d.  
Tratamento de Esgoto Sanitário em Reactor Anaeróbico de Lodo Fluidizado (RALF). Ericsson, Arvid Augusto. Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR, 1990.

e.  
Memorias del Seminario Latinoamericano sobre Tratamiento de Aguas Residuales. Cali, Colombia, 1985.

f.  
Rivas Mijares, G. Tratamiento de

Aguas Residuales. Editorial Vega, 1978.

g.  
Wasser, Rick. Tratamiento Anaeróbico de Aguas Residuales. Centro Nacional del Café de Nicaragua, 1990

h.  
Waste Water Technology - Origin, Collectio, Treatment and Analysis of Waste Water. Institut Fresenius GmbH, Forschungsinstitut fur Wassertechnologie, 1988.

i.  
Vochten, P., Schowanek, D. Aerobic versus Anaerobic Wastewater Treatment. Laboratory fo Microbial Ecology, State University of Gent - 1989.

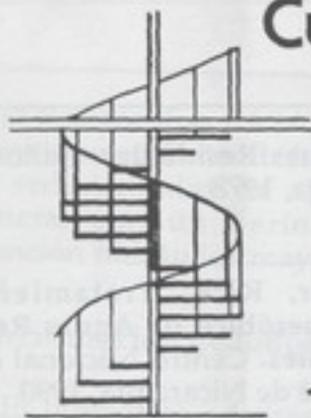
j.  
Campos, Jose Roberto. Potencialidade do Filtro Anaeróbico. Escola de Engenharia do Sao Carlos - 1988

k.  
López Muñoz, Manuel E. Memoria de Diseño y Manual de Operación y Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Complejo Jacobbeach-Jaco Princess, EASA CONSULTORES S.A. - 1990.

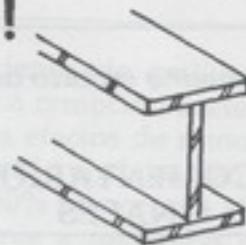
# GYPSUM

Para remodelaciones de casas y oficinas  
GYPSUM de Costa Rica, S.A. Tel: 32-1666

**Cuando de ACERO se trata...  
Tenemos la solución!**



**ARCOM S.A.**



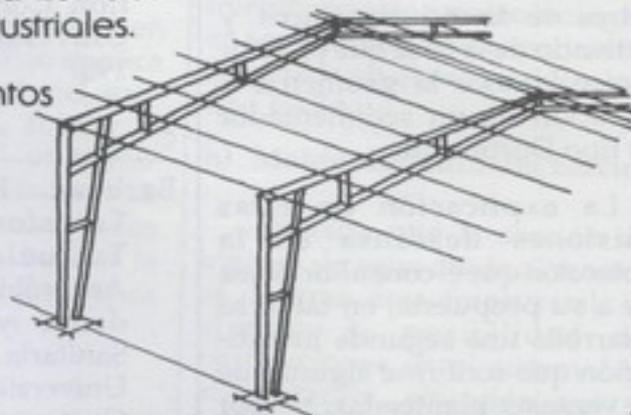
Estructuras de Acero Industriales y para Edificios  
Escaleras de todo tipo – Portones Industriales.

Formaletas – Entrepisos Metálicos y Elementos  
de Hormigón Armado Complementarios.

**Llámenos, tenemos la alternativa  
que le conviene.**

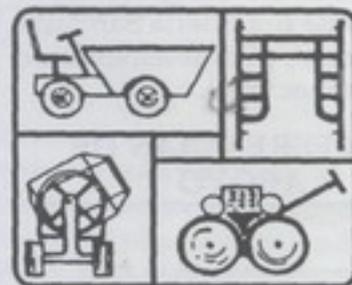
Teléfonos 50-5782 50-4919 - Fax 50-5782  
Apartado Postal 291 - 2350

ING. LUIS A. ARGUEDAS OBANDO



**REECO S.A.**

RENTA EMPRESARIAL DE EQUIPO DE CONSTRUCCION S.A.

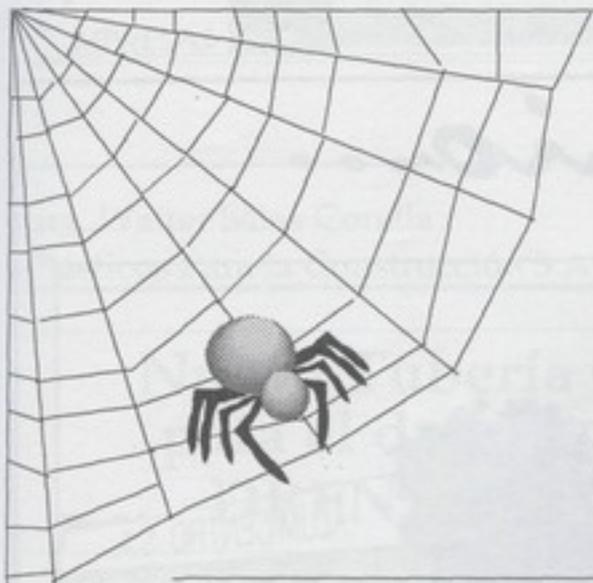


*Todo lo que su compañía necesita en alquiler de  
equipo para construcción; ponemos a su disposición:*

- ◇ Andamios
- ◇ Formaleta Metálica
- ◇ Puntales
- ◇ Compactadoras de Rodillo
- ◇ Guindolas
- ◇ Back Hoes
- ◇ Compresores
- ◇ Bombas de Agua
- ◇ Volquetes
- ◇ Planchas Vibratorias
- ◇ Mezcladoras
- ◇ Equipo Hilti
- ◇ Equipo de Soldar

*Consúltenos sobre otros equipos*

Teléfono: 32-7117 - Fax: 32-3726 - 100 Sur, 200 Este de Mc Donald's Sabana Sur.



# Accesorios Termocontraíbles Raychem

para conductores eléctricos  
**Sacúdase las telarañas  
de los viejos sistemas**

Terminales Unipolares - Empalmes - Reparaciones

Los Accesorios Termocontraíbles Raychem, líderes de la tecnología en este campo, ofrecen muchas ventajas sobre cintas aislantes, compuestos a base de resina y accesorios premoldeados.

- Acomodan un rango dimensional grande.
- Reducen el tiempo de instalación.
- Los productos para aplicación externa, están revestidos interiormente por adhesivos para ofrecer hermeticidad contra agua y humedad.
- Cubren formas irregulares y son retirados fácilmente.
- Ofrecen una gran resistencia mecánica.
- Tienen una excelente resistencia a condiciones climáticas y no tienen limitaciones en su vida de almacenamiento.
- Además, le brindamos soporte técnico y entrenamiento, así como apoyo en el campo.



Empalmes para Cables



Conexión de Cables para Alimentación de Motores



Terminales Unipolares para Cables de Media Tensión  
Empalmes para Cables de Media Tensión  
Mangas Aislantes para Barras, Capuchones para Cables

**VETSA**  
Electricidad - Telefonía S.A.

Tel: 33-9444 - Fax: 23-2914 - Correo Electrónico 48-0771  
Cinco Esquinas de Tibás - Apdo. Postal. 1458-1000  
San José, Costa Rica

# En Aluminio...

**ALUMICENTRO  
GARANTIA  
TOTAL  
EN ALUMINIO**



**somos más que un buen nombre,**

**Calidad**

**Experiencia**

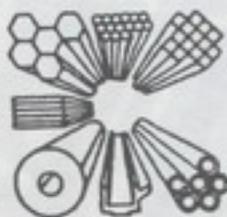
**Comodidad**

**Servicio y**

**Garantía Total**

**Somos**

**Nº 1**



## ALUMICENTRO

Alumicentro forma parte del grupo de empresas líderes en Centroamérica en la producción de aluminio extruado para diversos usos en la construcción, la industria, la decoración y muchísimas aplicaciones más.

Nuestra experiencia de más de 30 años nos permite ofrecerle un sinnúmero de tipos de perfiles, así como una gran variedad de accesorios.

En Alumicentro podrá encontrar todo lo necesario para la construcción de puertas, ventanas, fachadas, suspensión de cielo, puertas para baño, closets, urnas, rótulos, estructuras para paneles y divisiones internas, estanterías, alfombrado y mucho más...

Alumicentro ofrece un amplio surtido de láminas para las más diversas aplicaciones, en acabados liso, diamante, labrado y esmaltado.

Nuestro aluminio anodizado, belleza que vence al tiempo, se ofrece en atractivos colores negro, rojo, oro, bronce, azul y natural.

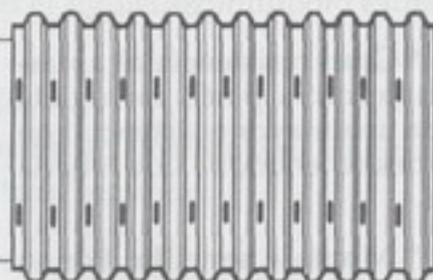
**ALUMICENTRO... PROFESIONALES EN ALUMINIO A SU SERVICIO**

Costado sur de la Cía. Pozuelo, La Uruca

Teléfono : 20-0101 - Fax : 32-7505 - Apartado : 323-1150 San José

Ing. Walter Salas Corella  
 Plásticos Para la Construcción S.A.

## Nueva Tubería Corrugada para el drenaje de suelos **DRENAFLEX de PPC**



### IMPORTANCIA DEL DRENAJE

Un drenaje efectivo mejora las condiciones estructurales del suelo lográndose, en el caso de cultivos, una mejor germinación de las semillas y un mejor aprovechamiento del abono por parte de las plantas.

Un cultivo con sus raíces sumergidas en agua y sin aireación no se desarrolla y llega a morir.

Un drenaje subterráneo tiene entre otras las siguientes

ventajas:

☑ Posibilita la siembra de terrenos que suelen estar anegados por largos períodos.

☑ Incrementa entre un 5% y un 10% el área aprovechable de terreno con respecto a un sistema superficial con canales abiertos.

### CONTROL DEL NIVEL FREÁTICO

Los terrenos planos y de poca pendiente tienen generalmente un nivel freático alto, que

no se manifiesta a no ser que el agua aflore a la superficie.

La tubería corrugada de drenaje hace posible el control del nivel freático y lo mantiene por debajo de la zona radicular, lo cual permite una mayor oxigenación de las raíces

### LA TUBERÍA CORRUGADA DE PVC PARA EL DRENAJE

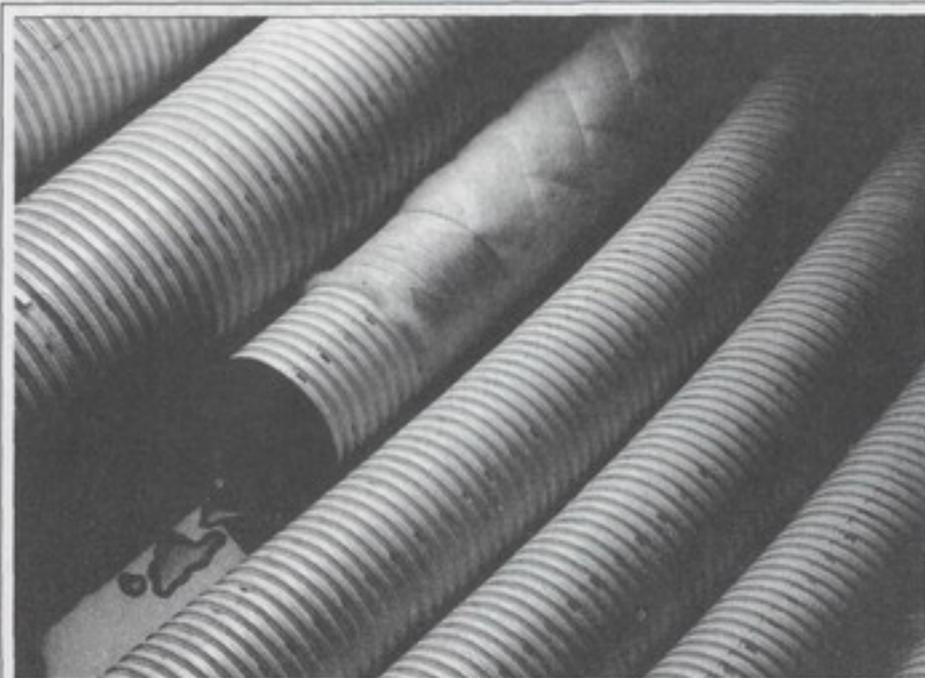
La tubería corrugada DRENA-FLEX es el elemento clave para rescatar y mejorar suelos de poca permeabilidad, o niveles freáticos elevados, para estabilizar y controlar la presión hidrostática en obras civiles, etc.

### VENTAJAS

Entre las principales ventajas de esta tubería podemos señalar las siguientes:

\* **Gran durabilidad.** Es completamente inmune a la corrosión.

\* **Liviana.** Para un mismo diámetro, la tubería corrugada de PVC pesa casi 50 veces menos que un tubo perforado de concreto.



\* **Resistencia química.** Tolera cualquier grado de acidez del suelo y es inmune a los agentes bioquímicos.

\* **Gran resistencia al aplastamiento.** Su perfil corrugado le da una mayor resistencia con un peso menor que una tubería lisa.

\* **Montaje sencillo.** Por su gran flexibilidad se proporciona en rollos de 50 metros, reduciendo al mínimo las uniones y otros accesorios. Estos rollos pueden ser cargados por un solo hombre

\* **Mayor permeabilidad.** Su sistema de ranuras con mayor número y área total, permite una mejor distribución en la entrada del agua, que el tradicional tubo de perforaciones aisladas.

\* **Mayor rango de aplicación.** Se puede suplir revestida con un filtro geotextil, que la hace aplicable inclusive en para terrenos de arenas muy finas, o suelos con limos altamente descompuestos.

### NECESIDAD DE FILTRO

En ocasiones, los sistemas de drenaje fallan en terrenos de

arenas muy finas o suelos con limos, puesto que las partículas penetran en la tubería llegando a obstruirla. En estos casos es recomendable la utilización de un filtro geotextil que envuelve la tubería no permitiendo la entrada de partículas indeseables. Este filtro está formado por fibras sintéticas y ayuda a una mejor distribución del fluido que ingresa a la tubería.



### APLICACIONES

\* **Campos deportivos y recreacionales.** Mediante este sistema se provee drenaje efectivo año tras año con un mantenimiento mínimo. En estos lugares es deseable la utilización de las áreas tan pronto como sea posible después de una fuerte lluvia, el sistema de drenaje PPC provee capacidad suficiente para mantener seca la superficie.

\* **Drenaje de cultivos.** El abatimiento del nivel freático es de vital importancia para aumentar el rendimiento de las cosechas.

\* **Drenaje de cimientos.** Es indispensable cuando existen problemas de agua superficial; estos drenajes interceptan el agua que de otra forma entraría por las paredes del sótano o por el piso.

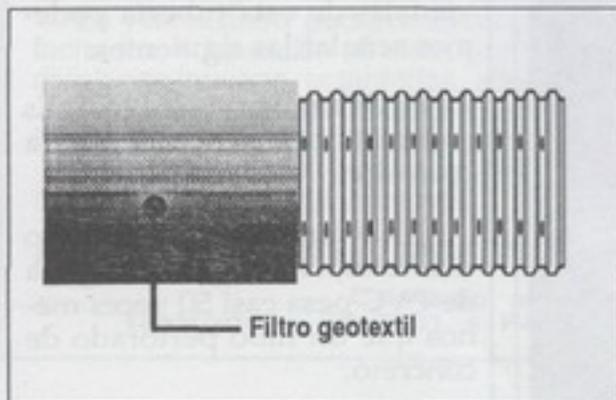
\* **Drenaje de tanques sépticos.** Es el sistema de drenaje ideal ya que se comporta virtualmente inmune al ambiente corrosivo en-contrado en estos sistemas.

\* **Autopistas y carreteras.** Ayuda a evacuar el exceso de agua en la sub-base de los pavimentos, mediante subdrenes laterales.

La tubería corrugada DRENA-FLEX recolecta y remueve el exceso de agua reduciendo la falla de los pavimentos de carreteras y autopistas. De la misma forma se pueden utilizar en las pistas de los aeropuertos.

\* **Parqueos.** La durabilidad del tubo DRENA-FLEX lo hace especial en esta aplicación. Sus excelentes cualidades de deflexión permite a la tubería corrugada resistir cargas críticas sin colapsar.

\* **Obras de contención.** Para controlar la presión hidrostática en muros de contención en autopistas y carreteras.



## DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO

El procedimiento a seguir para determinar el diámetro interno es el siguiente:

- \*Determinar la intensidad de lluvia (i) en mm/24 horas.
- \*Determinar el factor R de permeabilidad del terreno según tabla.
- \*Determinar las hectareas (A) de cada dren, teniendo en cuenta su espaciamento y su longitud.
- \*Usando estos resultados calculamos el caudal de diseño Q en litros/segundo:

$$Q = 0.13 * i * R * A$$

- \*Determinamos la inclinación requerida en porcentaje
- \*Entramos en el monograma de cálculo y obtenemos el diámetro requerido.

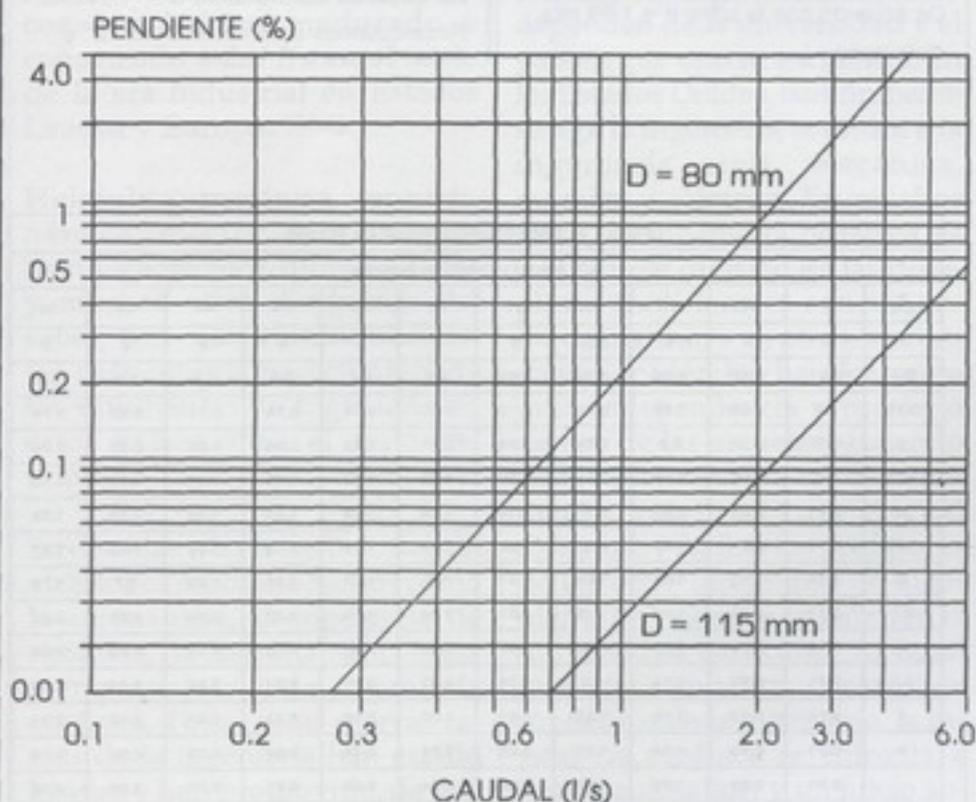
### FACTOR "R" DE PERMEABILIDAD

Uso del Terreno	PENDIENTE DEL DREN								
	1%			1% - 3%			>3%		
	CLASE DE PERMEABILIDAD								
	BUE	MED	REG	BUE	MED	REG	BUE	MED	REG
Cultivo	1.00	0.80	0.70	0.90	0.70	0.60	0.70	0.60	0.50
Pastos	0.90	0.70	0.60	0.80	0.60	0.50	0.60	0.50	0.40

### TABLA DE CARACTERISTICAS

Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Externo (mm)	Diámetro Interno (mm)	Area de Drenaje (Cm <sup>2</sup> /m)	Rigidez (p.s.i.)
80	92.5	80.0	74	35
115	128.0	115.0	84	33

## MONOGRAMA DE CALCULO



### INDICADORES DE NECESIDAD DE DRENAJE

- \* Campos húmedos
- \* Cultivo con rendimiento pobre
- \* Afloración de raíces
- \* Problemas de erosión
- \* Filtración de colinas

# Cálculo del Espaciamiento entre Drenes

Según la Fórmula de Hooghoudt

$$L^2 = \frac{8 Kf_2 \cdot d \cdot h}{S} + \frac{4 Kf_1 \cdot h^2}{S} \text{ (metros)}$$

Siendo:

L = Espaciamiento entre drenes en metros.

Kf<sub>1</sub> = Coeficiente de permeabilidad del estrato de suelo arriba del dren en metros/día.

Kf<sub>2</sub> = Coeficiente de permeabilidad del estrato de suelo bajo el dren en metros/día.

d = Factor en metros; se toma de la tabla; espesor equivalente del estrato de suelo permeable bajo el eje del tubo de drenaje. Este factor depende del espaciamiento L y de la distancia D entre el dren y el estrato impermeable.

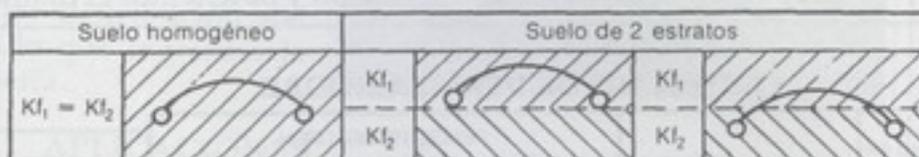
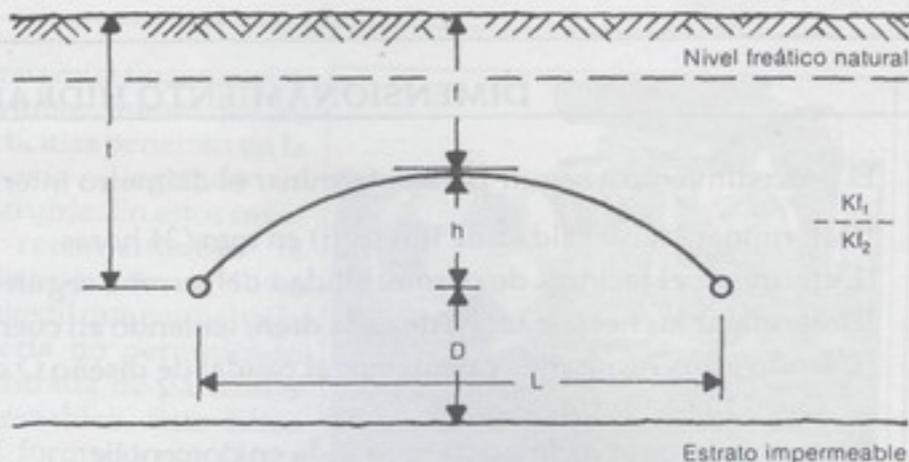
D = Distancia entre el dren y el estrato impermeable en metros.

h = Altura del nivel freático permisible con relación al dren en metros.

t = Profundidad del dren en metros.

f = Profundidad del nivel freático permisible medida desde la superficie, en metros. En general f = 0.5.

s = Precipitación máxima que debe ser evacuada, en metros/día.



El cálculo es iterativo por procesos de ensayo y aproximación.

Ejemplo:

Dados Kf<sub>1</sub> = 0.38 m/día;  
Kf<sub>2</sub> = 1.48 m/día;  
D = 2.5 m; h = 0.5 m; s = 0.007 m/día.

Primer tanteo:

Suponemos L = 45 mts.  
De acuerdo con la tabla d = 1.99 mts.

Calculamos L

$$L^2 = \frac{8 \times 1.48 \times 1.99 \times 0.5}{0.007} + \frac{4 \times 0.38 \times 0.25}{0.007}$$

L = 41.6 mts. ≠ 45 mts.

El espaciamiento estimado fue muy grande.

Segundo tanteo:

Suponemos L = 41 mts.  
De acuerdo con la tabla d = 1.94 mts.

Recalculamos L con este factor "d" y encontramos L ≈ 41 mts.

Factor "d" para espaciamiento de drenes

Factor "d" para espaciamiento de drenes											
L = espaciamiento en metros											
d m	5	7.5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.47	0.48	0.49	0.49	0.49	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
0.75	0.6	0.65	0.69	0.71	0.73	0.74	0.75	0.75	0.75	0.76	0.76
1	0.67	0.75	0.8	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.96	0.96	0.96
1.25	0.7	0.82	0.89	1	1.05	1.09	1.12	1.13	1.14	1.14	1.15
1.5	0.71	0.86	0.97	1.11	1.19	1.25	1.28	1.31	1.34	1.35	1.36
1.75	0.71	0.91	1.02	1.2	1.3	1.39	1.45	1.49	1.52	1.55	1.57
2	0.71	0.93	1.06	1.26	1.41	1.5	1.57	1.62	1.66	1.7	1.72
2.5	0.71	0.93	1.14	1.38	1.57	1.69	1.79	1.87	1.94	1.99	2.02
3	0.71	0.93	1.14	1.45	1.67	1.83	1.97	2.09	2.19	2.23	2.29
3.5	0.71	0.93	1.14	1.5	1.75	1.93	2.11	2.24	2.35	2.45	2.54
4	0.71	0.93	1.14	1.53	1.81	2.02	2.22	2.37	2.51	2.62	2.71
5	0.71	0.93	1.14	1.53	1.88	2.15	2.38	2.56	2.75	2.89	3.02
	0.71	0.93	1.14	1.53	1.89	2.24	2.58	2.81	3.24	3.56	3.86

Espaciamientos intermedios deben ser redondeados

Ing. L. Murillo B., Ph. D

## La Ingeniería Oceánica

**L**a educación técnica tradicional, durante el siglo XIX, tuvo un carácter eminentemente ligado a la tierra: ferrocarriles, puentes, edificios de acero y maquinaria.

Recientemente, en décadas anteriores, la generación de energía eléctrica y la extracción del petróleo han sido áreas de gran interés y prestigio, particularmente en las universidades de Norteamérica, Europa y Japón. Cuatro grandes áreas se delinearon en estos países, hoy considerados "desarrollados", a saber: mecánica, civil, eléctrica y química.

Estas cuatro disciplinas se basaron en los conocimientos científicos que habían madurado y comenzado a dar frutos al inicio de la era industrial en Estados Unidos y Europa.

Hidráulica, mecánica, termodinámica, electricidad, magnetismo, geotécnica, química, física y muchas otras disciplinas del saber, han sido compartidas en los curriculums tradicionales de los estudiantes de ingeniería en estos países y en el resto del mundo.

En décadas más recientes, fueron abiertos campos modernos como la aeronáutica, la ingeniería de sistemas, la astronáutica, ingeniería nuclear y la ingeniería oceánica. Todas estas nuevas ramas de la ingeniería han estado ligadas y han promovido, de una

u otra forma, el desarrollo industrial ocurrido en Estados Unidos, Europa y Japón. En el resto del mundo, y en nuestros países de la América Latina en particular, los desarrollos tecnológicos en las ramas de la ingeniería, han tratado de seguirle el rastro a las sociedades industriales y en muchos lugares se ha logrado hacer esto con gran éxito.

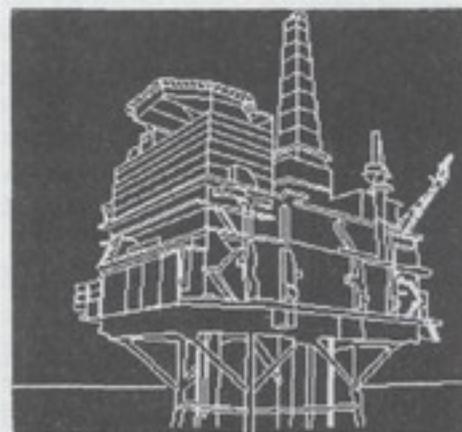
La ingeniería oceánica nace al enfrentarse el avance tecnológico de las sociedades industriales con el reto del desarrollo en el ambiente marino y costero. Su enseñanza y divulgación está a cargo de varias escuelas "tradicionales" de ingeniería, las cuales dependen de la universidad y el país en que uno se encuentre. En los Estados Unidos, comúnmente se liga la ingeniería oceánica a la ingeniería civil, mecánica, química y eléctrica. En muchos casos, la ingeniería oceánica es una simple división de las disciplinas tradicionales con un enfoque marino, y en otros, su condición académica ha alcanzado gran independencia y prestigio dentro de las escuelas, gozando de la autonomía de un departamento independiente el cual comparte y facilita los profesores de las otras disciplinas de ingeniería, las cuales se enseñan en la universidad particular. Al igual que otros muchos desarrollos modernos de la ingeniería, la ingeniería oceánica se enfrenta a muchos desafíos, y un juicio so-

bre su utilidad última tendrá que ser dejado a la historia.

Para terminar esta introducción, desearía agregar una definición fuertemente inculcada en nosotros cuando éramos los estudiantes de ingeniería oceánica de la escuela de ingeniería civil de la Universidad de Oregón (Hudspeth, 1979). Se define la ingeniería oceánica como la aplicación de los conocimientos científicos para satisfacer las necesidades del hombre, en el ambiente marino.

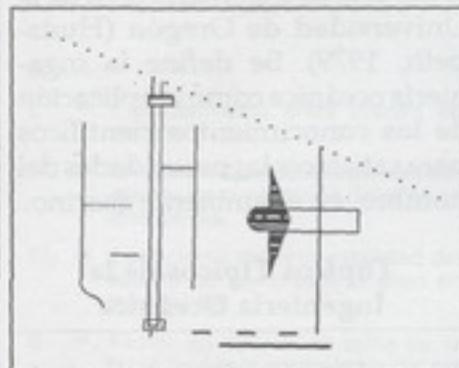
### Tópicos Típicos de la Ingeniería Oceánica

En muchas escuelas, la ingeniería oceánica es una expansión de la ingeniería marina, tradicionalmente dedicada a la construcción de barcos, estructuras costeras flotantes y sumergidas (Schenck, H., 1975). En otras escuelas, se le conoce como la "ingeniería civil mojada". Los ingenieros oceánicos están sobremedida interesados en el comportamiento de las estructuras en olas, con viento, con mareas y con corrientes.



Ellos se interesan en la geotécnica "saturada", con suelos que poseen residuos salinos que pueden cambiar drásticamente la capacidad de carga y en materiales resistentes a la corrosión galvánica. Se interesan también

en el buceo y el sembrado de cables y tuberías, en la construcción de muelles, atracaderos, canales de navegación, en la predicción y control de la contaminación marina, en la construcción y diseño de mejores artes de pesca.

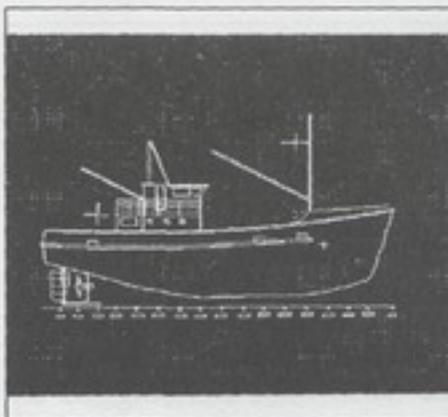


Por las dificultades del medio, mucha veces se recurre a métodos indirectos para medir las propiedades de las estructuras, los suelos marinos y el agua mediante sondas y usando el sonido de frecuencias apropiadas. Gran parte del esfuerzo que se realiza en ingeniería oceánica va al desarrollo de nuevas tecnologías e instrumentos de medición y comunicación anteriormente inexistentes.

Existen cientos de compañías, solo en los Estados Unidos, que diseñan, construyen y venden una gran variedad de productos oceánicos como barcos, submarinos, boyas, estructuras prefabricadas, sistemas de propulsión, máquinas, malacates, cables, conectores marinos, cuerda, equipo de buceo, radares, sonares, cámaras, computadores, torres de perforación, sistemas de posicionamiento y topografía marinas, herramientas, etc.

Hay hoy día cientos de instrumentos que miden, detectan, observan, analizan y controlan todo

tipo de variables marinas que son construidos por compañías privadas.

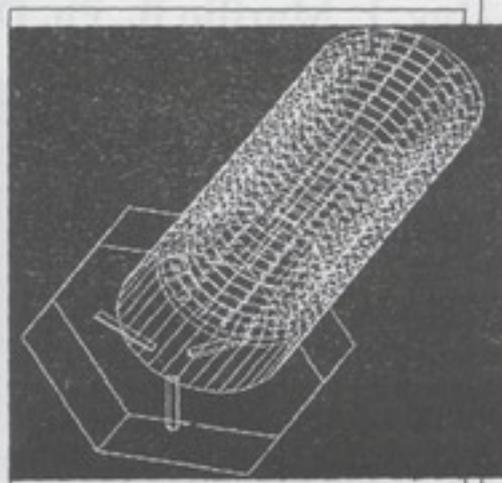


Además, también están las compañías que proveen servicios profesionales de ingeniería y construcción, las cuales alquilan equipo, barcos y que también investigan.

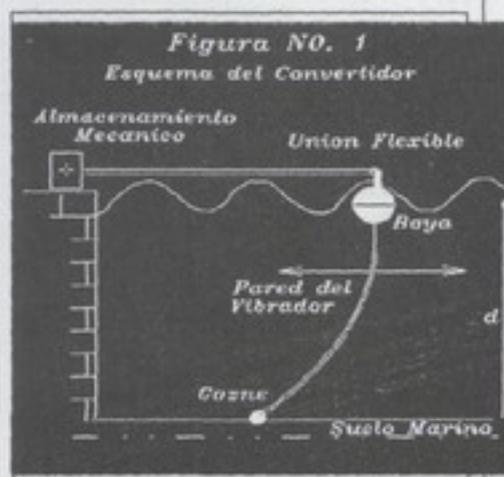
En los Estados Unidos, con la fuerte tradición industrial y académica, muchas de estas compañías han nacido de una idea, un producto nuevo que suple una necesidad del mercado y que crece enormemente.

Hoy día son estas mismas compañías que invierten grandes sumas de dinero en investigación y desarrollo de nuevas y revolucionarias tecnologías. Muchas carreras se financian con becas de la industria oceánica norteamericana. Sólo la Sociedad de Ingenieros y Arquitectos Navales de Norteamérica concede becas por un monto de \$75,000 anualmente a estudiantes calificados (Marine Technology, 1991). El autor de este artículo ha tenido la oportunidad de participar becado por la industria oceánica, fundaciones privadas y por instituciones gubernamentales en el desarrollo de nueva instrumentación y metodología durante seis años, cursando estudios de doctorado

en los Estados Unidos.



Particularmente el autor participó en los desarrollos con boyas seguidoras conectadas e interactuantes con satélite, que permiten medir corrientes y esfuerzos en torres de perforación, o boyas seguidoras que miden el oleaje de forma instantánea y facilitan su análisis para predecir los esfuerzos en las estructuras costeras. También participó en el desarrollo del Chirp Sonar, un sonar que permite analizar las propiedades geotécnicas del suelo antes del sembrado de las estructuras y en el desarrollo de nuevos sistemas de mapeo marino como el Sea Beam.



También ha participado en el diseño novedoso de nuevas fuentes de energía marina, en la construcción de muelles con ca-

racterísticas casi resistentes a huracanes y tornados, en el diseño de mejores cascos para barcos que producen menos arrastre y más economía de combustible, en el desarrollo de nuevas metodologías para predecir el comportamiento de los barcos en condiciones de carga estáticas y en el desarrollo de nuevas tecnologías para predecir la sedimentación de canales de navegación costera.

Existen decenas de revistas que difunden productos e información de ingeniería oceánica. Se calcula que sólo en los Estados Unidos existe una industria que ya supera el nivel de producción de los 54 billones de dólares anuales sin incluir la flota comercial (Sea Technology, 1991).

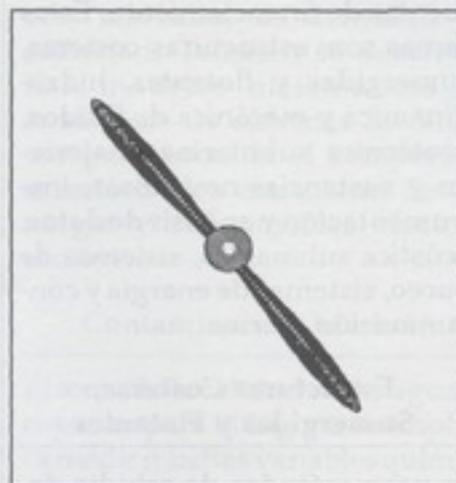
A pesar de la decaída sufrida por la industria naval norteamericana, debido a sus altos costos (mayormente laborales), la flota comercial norteamericana se renueva ordenando un aproximado 5% de la construcción mundial anual en astilleros foráneos, aumentando el volumen de producción mundial que continua creciendo rápidamente (Frankel E.G., 1992). Como en otras disciplinas de la ingeniería, el binomio avaricia y comportamiento ético también enfrenta el quehacer diario del ingeniero oceánico.

Estructuras costeras mal construidas con costos exorbitantes, derrames de petróleo negligentes, luchas campales por la obtención de un jugoso contrato de construcción o desarrollo, barcos caros que no navegan, tuberías que chorrean, lagos y estuarios contaminados e inútiles, generadores de energía que no funcionan, malos sistemas de guía y control de navegación, extracciones mineras que contaminan el medio acuático y otros muchos "sustos" del ingeniero oceánico no se evitarán con solo no desearlos; es necesario acordarse y practicar el imperativo tecnológico moderno, verdadero motor del desarrollo real: la aplicación de los principios científicos y éticos al quehacer ingenieril moderno.

#### Programas y Principios de la Ingeniería Oceánica

Los programas de enseñanza en la ingeniería oceánica en Norteamérica y Europa generalmente requieren estudios en las disciplinas tradicionales a nivel de pregrado. Los estudiantes ingresan ya con estudios en alguna rama particular de la ingeniería con un promedio mínimo de notas generalmente bastante alto y llenan los vacíos tecnológicos que se requieran para luego especia-

lizarse y ahondar en aspectos propios de la ingeniería oceánica.



Para ponerlo en términos editoriales "la ingeniería oceánica integra la ingeniería mecánica, eléctrica, química y civil con las ciencias marinas". (Sea Technology, Octubre, 1991).

En Estados Unidos el interés por la disciplina es tal, que aún a nivel de pregrado muchas universidades ofrecen cursos sobre temas de ingeniería oceánica, a manera de especialidad para el futuro profesional.

Un ejemplo típico son los cursos de diseño costero que usa el famoso Manual de Diseño Costero del Cuerpo de Ingenieros Costeros de los Estados Unidos de América (Shore Protection Manual, CERC).

Existen unas diez ramas de educación formal que conforman el programa de ingeniería oceánica típico y que discutiremos aquí brevemente. Todas estas ramas están relacionadas fuertemente y se tratan separadamente sólo por formalidad. Estas ramas existen debido a proyectos de investigación financiados por compañías privadas o por agencias gubernamentales.



Generalmente, estos programas varían con la universidad y sus fuentes de financiamiento. Estas ramas son: estructuras costeras, sumergidas y flotantes, hidrodinámica y mecánica de fluidos, geotécnica submarina, materiales y sustancias novedosas, instrumentación y análisis de datos, acústica submarina, sistemas de buceo, sistemas de energía y contaminación marina.

#### **Estructuras Costeras, Sumergidas y Flotantes**

Se usan métodos de estudio deterministas y estadísticos para analizar el comportamiento de las instalaciones costeras como atracaderos, muelles, pilotes, tuberías de descarga, marinas, espigones, plataformas de perforación, submarinos, plataformas habitacionales sumergidas, boyas, barcos, lanchas, catamaranes, hidroflotadores, sondas, planeadores, etc. Hoy en día, existe un énfasis de investigación del comportamiento dinámico de las estructuras en el agua y su capacidad de carga, esfuerzos y momentos laterales y verticales. Varias catástrofes han dado origen a intensos programas de investigación del comportamiento de las estructuras bajo condiciones fuertes de oleaje, en huracanes y durante sismos. También se estudia la interacción suelo/estructura y fatiga por carga cíclica típica del ambiente marino. Diseños de quiebraolas fijos y flotantes. Flotas pesqueras desean barcos económicos y seguros que se muevan rápidamente sobre las olas sin gran consumo de combustible y que no se vuelcan. Nuevos diseños y sistemas de propulsión se prueban en tanques de arrastre para barcos e instrumentos como redes de pesca son rediseñadas. También

se estudian los procesos de ensamblaje y construcción económicos.

#### **Hidrodinámica y Mecánica de Fluidos**

Integra aspectos de modelaje numérico y estudios de campo de los procesos costeros sometidos a fuerzas naturales y aleatorias. Se estudian las corrientes costeras y su predicción numérica, la propagación de las olas en la zona costera. Se estudia el comportamiento de los barcos u otros objetos flotantes interactuando con el agua; su arrastre y levantamiento en corrientes fuertes. Se estudian el transporte de sedimentos y la sedimentación de las zonas costeras, las oscilaciones de bahías y ensenadas generadas por las mareas o fenómenos atmosféricos. Se investigan sistemas de anclaje seguros para barcos y botes en aguas profundas y en la zona costera.

#### **Geotécnica Submarina**

Esta área de estudio está orientada hacia el desarrollo de un espectro amplio sobre la teoría y práctica de la mecánica de los suelos, en condiciones marinas. Se estudian las propiedades ingenieriles de los suelos para responder a preguntas prácticas que nacen de entender el comportamiento de los suelos, cuando estos se someten a prácticas de ingeniería. Propiedades de esfuerzo y deformación, permeabilidad, sensibilidad, compresibilidad, consolidación, capacidad de carga, distribución de esfuerzos bajo fundaciones, diseño de islas y quiebraolas, erosión, transporte, muestreo de suelos a través de medios remotos, acústicos o directos, sistemas de an-

claje, dragado, eliminación de desechos y transporte de calor en el subsuelo. Se estudian esquemas de minería del fondo marino y mejores métodos de colocación de estructuras de gravedad y de tensión. Los suelos marinos son generalmente suaves y tienen propiedades únicas que deberán estudiarse y predecirse para el mejor desempeño de la ingeniería en estas condiciones "mojadas".

#### **Materiales y Sustancias Novedosas**

Debido a las propiedades únicas del agua salada y a las altas presiones que se producen en la profundidad del océano, nuevos materiales se han desarrollado últimamente. El problema clásico ha sido la resistencia a la corrosión o su control mediante sistemas químicos, eléctricos y mecánicos. Hay una relación íntima entre los materiales y sus usos. Agencias como la Agencia de Navegación Americana (ABS) o la Guardia Costera norteamericana tienen regulaciones que se actualizan, mejoran y amplían mediante proyectos de investigación en conjunto con la industria y universidades. Tecnología de materiales, niveles de esfuerzo en las estructuras, cargas principales, endurecimiento mecánico del material, falla mecánica y ruptura, fortaleza y resistencia al impacto, ductilidad y propagación de anomalías, fatiga, metalurgia, coberturas, protectores, cemento marino, materiales plásticos, coberturas de teflón, son todos temas de estudio en esta rama, con un acelerado crecimiento actual.

#### **Instrumentación y Análisis de Datos**

El océano y la costa requieren de

nueva instrumentación para controlar, medir y verificar el comportamiento de las facilidades de ingeniería. Se desarrollan instrumentos nuevos como la *Boya Seguidora*, que mide directamente el oleaje, su espectro, su energía, dirección de propagación y su evolución cuando llega a la costa. Los equipos desarrollados pueden ser tecnológicamente muy avanzados conteniendo microcomputadoras con microprocesadores especialmente desarrollados. Instrumentos que determinan el grosor de la capa de aceite en el agua o la estructura del subsuelo para efectos de construcción de puentes y muelles. Instrumentos que miden el comportamiento de las artes de pesca para mejorar su diseño. Diseño de corrientómetros y otro ciento de instrumentos nuevos que son el producto de las tesis de grado de esta especialidad. El análisis de la información y detección de la señal también demanda nuevos métodos estadísticos y el desarrollo de equipos que los implementen. Mucho de este equipo es electrónico y de elevado nivel de sofisticación.

### Acústica Submarina

Esta área puede ser definida como un estudio del comportamiento del sonido y las vibraciones en ambos, fluidos y sólidos, y está íntimamente relacionada con la parte eléctrica de la ingeniería oceánica. Actividades comunes son el diseño de hidrófonos, la prueba de transductores en tanques acústicos, la construcción de localizadores, de sensores acústicos remotos, de conjuntos de sensores (arrays), de medidores de vibración en columnas de torres de perforación, sistemas activos y pasivos, diseño de

coberturas no reflectoras y materiales absorbentes del sonido, teléfonos submarinos, de medidores doppler de corrientes y de mejores equipos de sonar para teledetectar objetos remotos. Se estudian las ecuaciones de propagación del sonido en el agua y su solución mediante métodos numéricos y analógicos. Se desarrollan métodos sónicos para el mapeo de la forma externa y la estructura interna del subsuelo submarino.

### Sistemas de Buceo

Responde a las preguntas qué tan profundo, cuánto trabajo, cuántos hombres se requieren, tiempo de permanencia, etc. Se estudian las limitaciones fisiológicas y mecánicas del buceo, los requerimientos para el soporte de la vida humana bajo el agua y el desarrollo de equipo novedoso, protección térmica y sistemas motores. Desarrollo de sistemas autocontenidos para el buceo a profundidad, requerimientos energéticos y de soporte. Problemas estructurales de láminas y cascarones en la profundidad del mar, soldadura submarina y teledetección y reparación de daños en estructuras.

### Sistemas de Energía

El océano se puede considerar una fuente de energía futura que es limpia, natural y abundante. Para su desarrollo se requieren evaluaciones energéticas, diseños de anclajes, cargas, instrumentos de intercambio de momento como turbinas Kaplan, propelas, paracaídas submarinos, sistemas de clavija, sistemas de colección y distribución de energía. Se requiere estudiar y conocer los requerimientos y principios de fun-

cionamiento de extractores de energía del oleaje, térmicos, eólicos, mareales, de densidad y salinidad. También se desarrollan modelos matemáticos o analógicos de sistemas mecánicos para estudiar el comportamiento de los extractores de energía y sus posibles efectos ecológicos.

### Contaminación Marina

El tema de la calidad de las aguas marinas para el ingeniero implica medir muchas variables químicas, físicas y biológicas. El agua, con su potencial para transmitir enfermedades por medio de bacterias, virus y organismos marinos o sustancias químicas descargadas por seres humanos, da origen a toda una gama de actividades científicas y tecnológicas como el desarrollo de técnicas de medición y control, la aplicación de métodos numéricos para predecir la dispersión de contaminantes en ríos, canales y bahías, la predicción de tiempos de residencia y dilución en cuerpos semi-cerrados. Ultimamente se han desarrollado complicados sistemas de predicción de la propagación de manchas de petróleo mediante sistemas integrados de gran exactitud (Spaulding et al, 1992).

### La Ingeniería Oceánica en Costa Rica y la América Latina

Nuestros países latinoamericanos se encuentran ante la encrucijada de la historia, frente al reto del desarrollo en este siglo de recursos agotables y fuerte competencia a nivel mundial por un lado; y por otro, frente a grandes problemas económicos, sociales y políticos cuya causa se dejará a los analistas históricos dilucidar. Es la firme opinión del autor, que el

desarrollo con bienestar de nuestros países se logrará solamente si sabemos aplicar las tecnologías del mundo moderno, como la ingeniería oceánica, para resolver nuestros problemas. Estas tecnologías se desarrollan intensa y rápidamente en los países industriales que han aprendido decididamente el valor que la aplicación de la ciencia tiene sobre el desarrollo general de un país. En nuestro ambiente, bastaría mirar al mapa y notar la importancia que el mar puede llegar a tener en los países del Istmo Centroamericano. Pocos países en el mundo tienen una relación tan favorable entre el "perímetro mojado" o zona costera dividido entre el área total como Costa Rica, exceptuando los países isla por supuesto.

En Costa Rica, siempre nos encontramos a menos de unas pocas

horas del mar. Incluso existen puntos en donde se divisan ambos océanos simultáneamente... El reto consiste en desarrollarnos adecuadamente, no necesariamente copiando e imitando los andares de los países industrializados en todas sus facetas. El reto es apropiarnos y desarrollar nosotros tecnologías válidas en nuestro medio. Sería un gran error que, ante la abundancia de nuestros recursos "costeros" y "marinos", desarrollemos una clase de profesionales que se dediquen a pseudo-copiar tecnologías mal entendidas que apliquen a ciegas, y que se basen en un autoritarismo avasallador de poca calidad técnica y bastante avaricia. Otro error sería el dejar la evolución del desarrollo técnico de nuestros países a los artesanos y empíricos o ideólogos a ultranza, con la capacidad de re-

solver los problemas "mentalmente" para los cuales el profesionalismo y la tecnología son solo conceptos teóricos para manipular.

Existen ya en nuestros países abundantes ejemplos de estructuras costeras pobremente diseñadas por carencia de datos técnicos apropiados, evidencia de fuerte contaminación costera, abundantes ejemplos de lanchas y botes que se vuelcan por mal diseño, sobrecarga y carencia de conocimiento sobre sus limitaciones mecánicas.

Es para la solución de estos problemas, y muchos otros, que puede servir la ingeniería oceánica en nuestros países.

El juicio final se lo dejo al lector.

**L**as obras más exigentes,  
son obra de...

*Nuestra tecnología alemana le da excelente calidad, al mejor costo. Utilizando nuestros entrepisos, usted ahorra:*

- Gran parte del concreto.
- La malla de acero en casi todos los casos.
- Un alto porcentaje en el costo del montaje.
- Una cantidad significativa en el costo de la estructura, por ser más liviano.

**DISEÑO ESTRUCTURAL COMPROBADO**

*¡Más de 200.000 m<sup>2</sup> instalados!*

Tel. 37-0125 / Fax 37-0125

Apdo. 200-3100, Santo Domingo de Heredia.

# EUROBAU

ENTREPISOS LIVIANOS



Centro Ejecutivo La Sabana

ADQUIERA TODOS LOS MATERIALES PARA SU OBRA  
EN UN SOLO LUGAR...



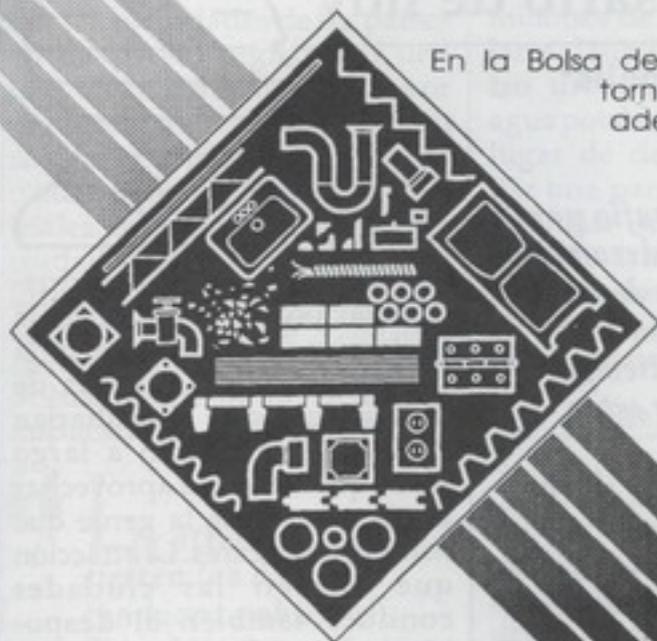
Bolsa de Materiales  
de Costa Rica S.A.

En la Bolsa de Materiales usted podrá encontrar desde un tornillo, hasta entrepisos para su obra. Adquiera, además, los agregados que necesite, así como azulejos, terrazos, o loza sanitaria.

Aproveche también nuestras múltiples ventajas, haciendo sus pedidos vía telefónica o por fax y obtenga facilidades de pago, gracias a nuestro sistema de crédito.

La Bolsa de Materiales le asegura garantía total en sus productos, a los mejores precios.

Teléfono: 53-9858 / Fax: 34-0957  
De Sauter Curridabat, 50 metros sur  
Apdo. 544-2050 San Pedro



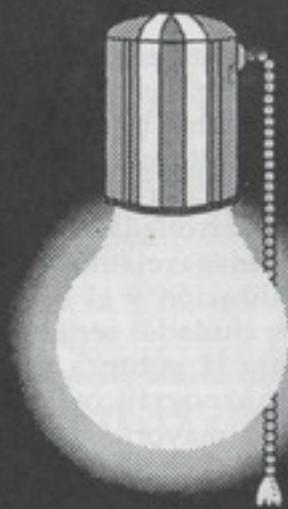
¡Se le encendió el  
bombillo!

*Definitivamente  
sí es*

GENERAL  ELECTRIC

Se mantendrá encendido por más tiempo. General Electric le ofrece toda la línea de bombillos, tubos fluorescentes y reflectores. General Electric... la decisión correcta.

Avenida 1º, Calles Central y 1º y diagonal al Mas x Menos, San Pedro. Tel. 24 4316  
o sus distribuidores en todo el país



Búsquelos en:



**ALFREDO ESQUIVEL  
& CIA S.A.** Tel. 22-9222  
Apdo. 855 San Jose

Nafis Sadi

## Ciudades del mañana - Desafío de hoy

### Contaminación en las metrópolis\*

En menos de diez años, más de la mitad de la población mundial vivirá en ciudades, algo inédito en la historia mundial. Muchas de estas ciudades, con crecientes tasas de crecimiento, se van a encontrar en países en desarrollo y con una población superior a los 20 millones de habitantes. Por ello, el gran desafío para los países en desarrollo en el próximo decenio será el de cómo prepararse a tiempo para afrontar estas gigantescas aglomeraciones humanas. A tiempo significa aquí, "desde ahora mismo"

Desde el comienzo de la industrialización, las ciudades fueron para nosotros un símbolo del progreso cultural, la innovación espiritual y la tecnología altamente desarrollada. En las décadas pasadas creíamos que la industrialización y el desarrollo de las ciudades serían la solución para la pobreza y el crecimiento demográfico. En la actualidad la mayoría de los gobiernos sigue viendo en las ciudades una palanca para resolver problemas.

Pero los países en desarrollo escogieron una vía inadecuada para superar la pobreza y controlar el crecimiento demográfico. Las megaciudades del Tercer Mundo se convierten crecientemente en parásitos en lugar de transformarse en centros productivos. La urba-

**“El gran desafío para los países en desarrollo en el próximo decenio será el de cómo prepararse a tiempo para afrontar estas gigantescas aglomeraciones humanas.”**

nización veloz genera más problemas de los que supera.

#### Planificación

Las ciudades en los Estados industriales crecieron a lo largo de siglos sin planificación, pero en forma homogénea. Las megaciudades del Tercer Mundo no son capaces, sin embargo, de desarrollarse sin planificación. Los propios Estados industriales están interesados en ayudar en esta materia a los países en desarrollo, ya que las grandes concentraciones urbanas tienen efectos negativos sobre el medio ambiente y la economía. Permitir que continúe este tipo de urbanización e industrialización raya en el suicidio.

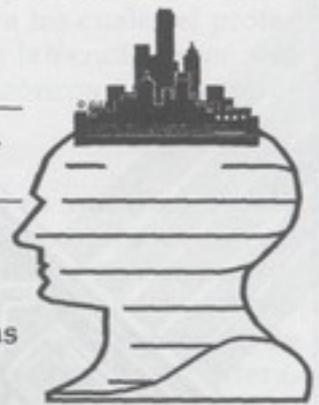
Las grandes ciudades de los países en desarrollo consumen materias primas en una medida impresionante y creciente. Esto no conduce al bienestar, sino a crear zonas semejantes a los desiertos en torno a las ciuda-

des, zonas que se amplían

constantemente. La industrialización descontrolada, la contaminación ambiental y la destrucción de las tierras de utilidad agrícola dificultarían cualquier desarrollo a largo plazo que intentara aprovechar las facultades de la gente que habita esos lugares. La atracción que ejercen las ciudades conduce también al despoblamiento de las regiones rurales, destruyendo así la posibilidad de mejorar el nivel de vida.

Además de esto, conduce a mayores disparidades en los ingresos entre ciudad y campo, favoreciendo así a los habitantes de las ciudades. La población rural, que en el pasado fue independiente en términos económicos, sufre hoy la marginalización.

En los dos últimos decenios hemos visto que las ciudades han alcanzado una dimensión que hace imposible el gobernarlas. Esto constituye un "aperitivo" de lo que nos espera en los países en desarrollo. No sólo nos aguarda una avalancha poblacional, un peligro igualmente inquietante son las frustraciones que se generan en la gente que vive en esas condiciones y que no encuentra puestos de trabajo.



En más de 85 países del mundo el número de los habitantes urbanos representa hoy el doble del de hace diez años. Las ciudades de los países en desarrollo registraron una tasa de crecimiento de 8.6 por ciento anual en comparación con sólo el 0.8 por ciento de las ciudades de los Estados industriales. La población de una gran ciudad típicamente africana se incrementará en los próximos diez años entre 60 y 80 por ciento. A finales de este siglo la población urbana se habrá duplicado en el Tercer Mundo.

“La atracción que ejercen las ciudades conduce también al despoblamiento de las regiones rurales, destruyendo así la posibilidad de mejorar el nivel de vida.”

Estos problemas han conducido a que se descuide el desarrollo rural y no se otorgue la importancia que merece a los problemas ambientales, como la reducción del nivel de las aguas subterráneas, el avance de los desiertos, la depredación

de los bosques tropicales y la destrucción de las zonas de aprovechamiento de aguas. Se destinan por ejemplo, miles de millones de dólares al suministro urbano de agua potable, en lugar de destinar una parte a financiar sistemas de irrigación baratos en el campo, que serían mucho más productivos.

#### Etapa Crucial

Llegó el momento de avanzar por nuevas vías. Debemos redefinir el papel de la ciudad. El crecimiento autosustentado demanda tecnologías nuevas y más seguras. Los gobiernos deben descentralizar e invertir más en el desarrollo de las pequeñas ciudades, para atraer una parte de la ola migratoria hacia éstas. Hoy, cuando la comunicación rápida no representa problema alguno, la pequeña ciudad es el mejor lugar para vivir.

Otra estrategia puede ser un ataque directo contra el rápido crecimiento demográfico en los países en desarrollo. Una vez

logrado esto, se puede reducir el consumo de materias primas, se hace más lenta la formación de ciudades y queda tiempo para desarrollar una política para el crecimiento autosustentable, la democracia y la descentralización.

Esto no será, por cierto, fácil. Pero tenemos que comenzar a actuar ahora si queremos dejarle por herencia a nuestros hijos un mundo en el que valga la pena vivir, un mundo en el que la gente tenga la base de su existencia y pueda coexistir en paz y en armonía con el medio ambiente, del cual todos dependemos.

\* Artículo publicado en la Revista D+C, N° 5/1991.

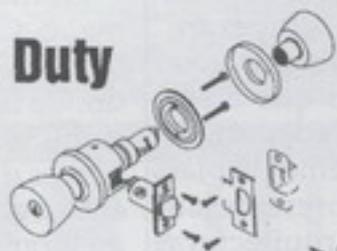


## Cerraduras Livianas para Residencias y Heavy Duty SCHLAGE Americana

variedad de modelos, acabados y funciones

Bisagras para trabajo pesado en colores dorado, plateado mate, plateado brillante y oro viejo.

ALUMIMUNDO S.A. Tel: 32-8666 - Fax: 32-5187 - Apdo. 1013-1000 - 75 mts. al este de P.P.C. - Pavas



Entrega Inmediata

ALUMIMUNDO S.A.  
Le abro las puertas a la arquitectura

Arq. Jorge Grané

## Arquitectura reciente en Centroamérica

Esta ponencia fue presentada en el sexto Seminario de Arquitectura Latinoamericana realizado en Caracas en el mes de abril pasado.\*

No se puede hablar de la arquitectura reciente en centroamérica sin destacar las diferencias que existen entre los países centroamericanos. La región, que alguna vez estuvo relacionada por lazos político-administrativos fue perdiendo su unidad étnica y cultural debido a la acentuada división de las distintas nacionalidades. Los países de centroamérica han sufrido diferentes vicisitudes en su camino desde el colonialismo hasta nuestros días. Dictaduras, guerras, revoluciones o subversión, tachonadas por períodos de paz o de tensa calma, impidieron un desarrollo normal y homogéneo, tanto político como social y económico, en los países del istmo centroamericano.

La arquitectura no pudo ser ajena a estas circunstancias de países deprimidos, empezando por la falta de la enseñanza y de profesionales que atendieran las necesidades de la población. No podemos hablar de la arquitectura presente sin hacer notar que la arquitectura

pasada fue realizada casi sin arquitectos que dejaran su impronta y que trazaran el camino a seguir.

La arquitectura reciente, en los países del istmo centroamericano, se debate entre la preservación de los escasos valores culturales que se debilitan día a día, y la aceptación de modelos foráneos que son fácilmente asimilados por las empresas mercantiles y comerciales. A esto se une los pocos recursos económicos con que se dispone, sobretudo para atender los sectores de vivienda económica que ve acrecentarse, en todos estos países, su déficit habitacional.

### Capítulo: Costa Rica

Junto con Guatemala, Costa Rica es uno de los países donde la arquitectura tiene varios exponentes de interés. Sin embargo, la tarea de mejorar el medio es

ardua ya que, al tiempo que se diseña un edificio de cierto valor arquitectónico, se construyen otros más sin ningún atractivo urbano.

La profesión de arquitecto es muy joven en Costa Rica y, durante mucho tiempo fueron los ingenieros los encargados de diseñar las viviendas y edificios costarricenses, más preocupados por el aspecto constructivo que por la estética ciudadana. En este momento, en que existen 600 arquitectos en un país de tres millones de habitantes, la competencia perdura y los ingenieros continúan con su labor de diseñar, amparándose en los derechos adquiridos. Por otra parte, todavía no se ha reconocido la importancia de la labor del arquitecto y mucha gente lo considera un producto de lujo que se puede obviar. Ante este panorama, se dificulta la tarea profesional, en un país poco acostumbrado a invertir en arquitectura.



Casa Verde San José

La capital, San José, y ciudades principales no han perdido su modestia y son pocos los edificios que se destacan por aportar alguna audacia arquitectónica. San José ha crecido muy poco en altura debido, en parte, al temor de los sismos y se ha extendido hasta casi tocar con las capitales de tres de sus provincias, curiosamente muy cercanas entre sí. Se ha logrado, así, edificar una ciudad horizontal donde las viviendas se esconden, para su seguridad, detrás de muros y rejas. Edificios aislados van imponiendo su presencia en los nuevos barrios que, como en todas las capitales centroamericanas, van ganando en dinamismo, dejando a los antiguos centros urbanos a cargo de un comercio barato y deprimido. El viejo casco de la ciudad va siendo abandonado por sus habitantes y, por la noche, se vuelve un lugar inseguro y peligroso.

La arquitectura vernacular, principalmente de madera, va desapareciendo por falta de un adecuado mantenimiento, y su rescate corre por cuenta de algunos hoteleros y comerciantes que reciclan las viviendas, devolviéndoles su dignidad.

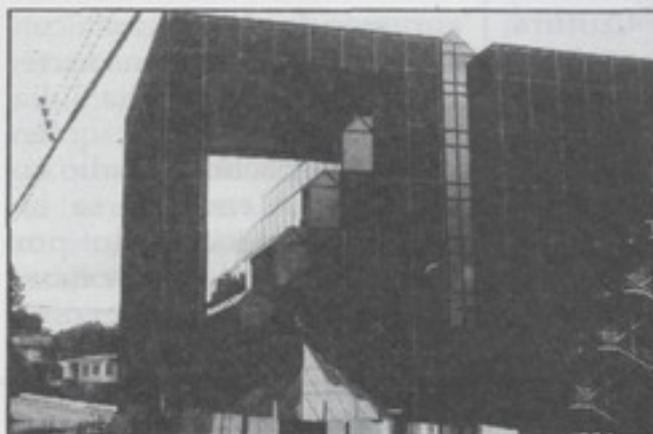
La arquitectura reciente se destaca, por su audacia plástica

y volumétrica, el edificio del Banco Central, obra de los arquitectos Franz Beer y Jafet Segura, el primero de ellos recibido en México, cuando Costa Rica no contaba con Escuela de Arquitectura, y el segundo, egresado de esta Escuela, años después, y que integraron sus distintas formaciones para lograr concretar este proyecto.

De los arquitectos costarricenses de más trayectoria, que estudiaron en el exterior, se puede mencionar a Rolando Barahona por el acertado aprovechamiento de los espacios

(teatro Laurence Olivier, con 16 metros de frente) y las sensaciones que provoca en el uso de los materiales fríos y cálidos, ya sea en el tratamiento de fachadas como en sus interiores.

Dos de los fundadores de la Escuela de Arquitectura, a principios de la década del 70, los arquitectos Edgar Brenes y Jorge Bertheau, siguen sorprendiendo con sus búsquedas formales e investigando en el uso de nuevos materiales, los que incorporan a sus diseños. Jorge Bertheau en una de sus últimas obras -el centro comercial Muñoz y Nanne-, utiliza dos naves industriales para alojar un supermercado y varios locales a los que imprime una atractiva sensación espacial debido al cuidadoso uso del hierro, acrílico, luces, rampas y colores. Edgar Brenes ha



Vistas del Edificio del Banco Central obra de los Arquitectos Franz Beer y Jafet Segura



Con  
**FIBROLIT 100**  
se hace mejor!

Ricalit

transitado por varios períodos en su arquitectura y en ellos experimentó con formas y materiales diversos, desde el uso inicial de ladrillo y madera, pasando por el hierro y vidrio, encontrándose ahora en el tema de viviendas para trabajadores de empresas bananeras, con sus implicancias espaciales, climáticas, sociales y de pre-supuesto.

También merece mencionarse, por ser ganador de recientes concursos de anteproyectos, al Arq. Hernán Jiménez quien tuvo a su cargo el diseño de los edificios de la futura Asamblea Legislativa y del Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes, el que



Cámara de Comercio Costa Rica - EUA

ocupa el espacio de la antigua Fábrica Nacional de Licores.

Dos arquitectos extranjeros, radicados desde hace veinte años en Costa Rica, han enriquecido el panorama con sus propuestas. Por una parte, la arquitecta Julia Van Wilpe, quien nació y estudió en Alemania, se ha preocupado por integrar el exuberante paisaje costarricense a sus diseños, sobretodo en casas de montaña, integrándose a la dinámica del medio ambiente. Por su parte, el arquitecto Bruno

Stagno, quien nació y se graduó en Chile, ha construido diversas obras de interés, entre las que se destacan varias residencias, escuelas, Bancos y centros comerciales. Las propuestas volumétricas de su obra sobresalen por el manejo de los colores de los materiales naturales: ladrillo, bloque u hormigón a la vista, que combina resaltando las formas de sus diseños.

Las nuevas generaciones se van abriendo camino en un mercado en constante crecimiento. Las cuatro Escuelas de Arquitectura han graduado ya varias camadas de arquitectos, los que van siendo conocidos y buscados. Entre ellos podemos mencionar a Angélica Montalto y Eduardo Córdoba, ganadores del concurso del Banco Hipotecario de la Vivienda, quienes han trabajado, además, en proyectos residenciales, destacando el diseño



Casa de los Arquitectos Córdoba - Montalto



**Seca Manos** Modelo A1



"Calidad de Clase Mundial"

ALUMIMUNDO S.A. Tel: 32-8566 - Fax: 32-5187  
Apdo. 1013-1000 - 75 mts. al este de P.P.C. - Pavao



de su casa de claros volúmenes. También el Arq. Carlos Gutiérrez trabaja en el tema de las llamadas "casas blancas", de sencillas volumetrías que apelan al juego del clarooscuro.

Podemos decir que en la última década se vislumbra un florecimiento en la construcción y una preocupación cada vez mayor por una búsqueda de lenguajes propios y un mejor uso de los pocos materiales disponibles.

### Conclusión

Es difícil pensar en una integración de los países centroamericanos para poder hablar, algún día, de una arquitectura regional. A pesar que las distancias son cortas ha habido muy poca relación entre los arquitectos, y los problemas del área han impedido, por el momento, una posible vinculación profesional. Se debe, por

ahora, discriminar los esfuerzos y los logros hasta tanto exista una unidad económica y social que los aglutine.

Costa Rica y Guatemala se destacan en el conjunto, con ejemplos arquitectónicos y nivel profesional de buena calidad. El Salvador, que ha sufrido duras pruebas podrá, sin duda, ponerse pronto a tono, dadas la capacidad de su gente y su espíritu empresarial. Honduras y Nicaragua tardarán más en destacar su arquitectura, dado que los graves problemas económicos no les dejan tiempo ni recursos para dedicarlos a este tema.

El tema común centroamericano es el cese reciente de la violencia que, por muchos años, azotó casi toda la región y ahuyentó todo intento serio de inversión en el ramo de la construcción. Los países han vuelto a recibir visitantes que disfrutaban de los hermosos

paisajes de sus playas y volcanes, y es así que se invierte actualmente en infraestructura turística.

El panorama es alentador y el espíritu profesional, en todos los países del istmo, es cada vez más fuerte, encontrándose indicios de la búsqueda de un camino común para los arquitectos centroamericanos.

*\*Es de destacar que las revistas Escala, de Colombia, y Proyecto, de Brasil, se interesaron por varias obras de arquitectos costarricenses exhibidas en la presentación del audiovisual sobre centroamérica, las cuales serán publicadas próximamente y difundidas en toda latinoamérica. De esta manera, la presencia de nuestro país en este foro logró importantes resultados para nuestra profesión que deberá fortalecer en el Seminario de Guatemala, en 1997.*

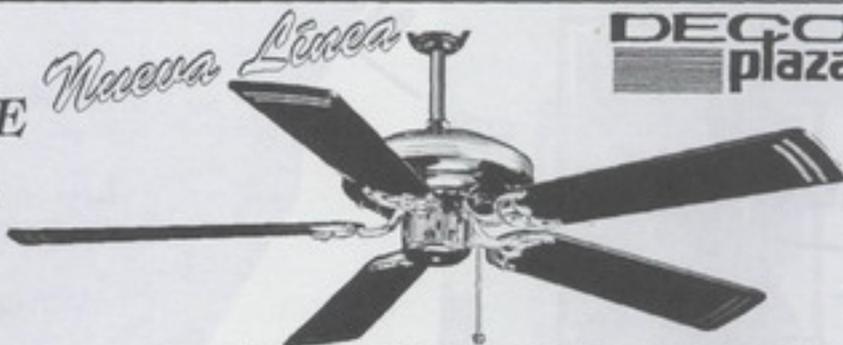
## VENTILACION EN SUS PROYECTOS DE

*Nueva Línea*

**DECO plaza**

- ◆ Hotelería y Turismo
- ◆ Centros Comerciales
- ◆ Condominios
- ◆ Industriales
- ◆ Habitacionales
- ◆ Hospitales
- ◆ Oficinas
- ◆ Restaurantes

◆ Años de experiencia con su garantía



Consultenos Tel: 55-0052 Fax: (506)55-4585

Con **FIBROLIT 100**

se hace mejor!

Ricalit

Para su proyecto

# Soluciones ESCOSA

Nuestras Estructuras de Concreto le ofrecen:



- \* Menor costo.
- \* Ahorro de tiempo.
- \* Reducción de gastos de mantenimiento.
- \* Por su flexibilidad, resuelven adecuadamente todos sus proyectos.

34-0304

34-0093



UNA EMPRESA DEL GRUPO



♦ VIVIENDAS ♦ ESTRUCTURAS INDUSTRIALES ♦ ESTRUCTURAS CIVILES  
♦ ENTREPISOS PRETENSADOS ♦ GRADERIAS ♦ PUENTES ♦ BLOQUES

## TANQUES PARA AGUA CALIENTE

con Anodo de Sacrificio

*¡Protección garantizada!*

**NUEVO NUEVO NUEVO NUEVO**

**TRAV-O-MATIC**

TANQUES - CALENTAMIENTO DE AGUA

### TANQUES PARA AGUA CALIENTE con Anodo de Sacrificio

- Lo más avanzado de la tecnología mundial en calentadores de agua.
- No permite la corrosión, protegiendo su calentador.
- Brindamos un año adicional de garantía y muchos más de duración.

...Tecnología a su servicio!

ANODO DE SACRIFICIO

TEL: 21-3493 - 23-5512 - FAX: 21-5256 - APDO. 4509-1000 SAN JOSE

---

# Las buenas razones que nos permiten ser los mejores...

- Finos acabados
- Diseños exclusivos
- Cuero Genuino
- Calidad
- Distinción

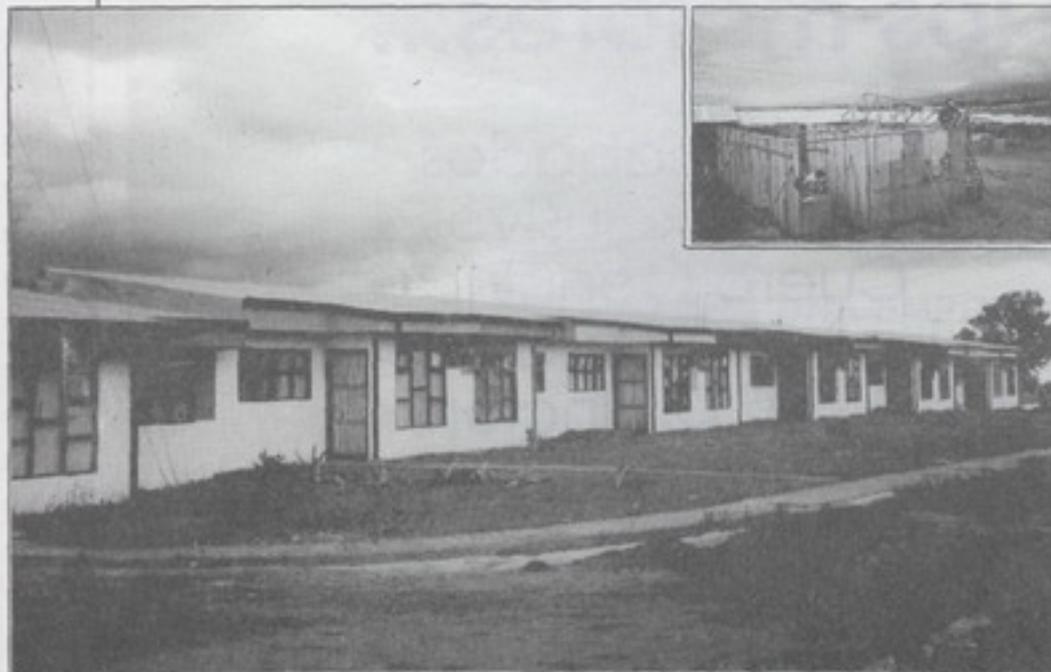


**actuality**

La actualidad en muebles

Ing. Guillermo Carazo Ramírez MBA. (\*)

## El Problema de Vivienda en América Latina: un enfoque estadístico



En este año, 1993, se llevará a cabo la XXXI Conferencia Interamericana para la Vivienda, de la Unión Interamericana para la Vivienda (UNIAPRAVI), y Costa Rica ha sido elegido como el país sede de la misma. Este hecho, adicionado a que el último censo de vivienda realizado en nuestro país data de 1984, por lo que es de esperar en 1994 el nuevo censo nacional, son las dos circunstancias que nos preparan un buen marco

para reflexionar sobre las estadísticas nacionales y su comparación con los países latinoamericanos.

Para ello se requiere revisar variables estadísticas macroeconómicas y poblacionales, además de las habitacionales, para comprender la tendencia e importancia del subsector económico de construcción de vivienda en cada país latinoamericano.

Es importante recalcar que cada país realiza un censo de vivienda cada 10 años, por tanto, para ser consistentes en la comparación se procede a evaluar los datos de cada país

para el año de su último censo de vivienda.

Si bien es cierto el escenario económico registrado en América Latina durante los últimos años ha sido de un estancamiento, con un alto problema de inflación, manteniéndose así un cuadro generalizado de crisis económica, de la cual obviamente no se escapa el sector económico de la construcción, ni su subsector de construcción de viviendas.

Reflejo de esta crisis es el hecho de un promedio del crecimiento anual del Producto Interno Bruto (PIB) y del crecimiento de este per cápita, de todos los países latinoamericanos menor al orden del 3% anual. Incluso durante algunos años, en casi todos los países estos crecimientos fueron negativos, lo que aunado a altas tasas anuales de inflación y al crecimiento de las respectivas deudas externas de cada país, repercuten en una disminución de los niveles de vida promedio, y por ende, agudizan el problema de la vivienda.

(\*) Ingeniero Civil. Máster en Administración de Empresas con énfasis en finanzas. Ingeniero Consultor, Vicepresidente de la firma DEHC. Director de la Mutual Metropolitana.

## RELACION VIVIENDAS - POBLACION

Inicialmente, procedemos a comparar la cantidad de viviendas construidas en cada uno de los países latinoamericanos, acorde a sus respectivos últimos censos de vivienda, con la población que contaba ese país en su año respectivo. Esta información se presenta en el Cuadro No.1, junto con el cociente población entre viviendas. Es precisamente este cociente la variable comparativa entre los países, y representa la cantidad promedio de personas que habitan una vivienda en cada uno de los países. La información ha sido tabulada con respecto a esta variable en forma decreciente, lo que permite observar que Nicaragua (7.93), República Dominicana (6.59) y Guatemala (6.44), son los tres países con una mayor densidad por vivienda y los únicos cuyo valor supera los seis habitantes por vivienda.

La mayoría de los países latinoamericanos se encuentran con densidades entre los 5 y 5.9 habitantes por vivienda, entre ellos Costa Rica (5.2). Los cuatro países con menores densidades son Uruguay (3.49), Argentina (3.97), Brasil (4.43) y Chile (4.68), y son los únicos con densidades inferiores a cinco.

Es destacable el hecho

de que los tres países de mayor densidad pertenecen al área de Centroamérica y del Caribe, mientras que los cuatro países de menor densidad son todos de suramérica, este hecho nos permite inferir, en un primer grado, que el problema de la vivienda es mayor en nuestra zona.

## RELACION VIVIENDAS - POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

Habiendo realizado el ejercicio anterior, el comparar la cantidad de viviendas construidas con la población económicamente activa en cada uno de los países, en el respectivo año en que se realizó el censo de vivienda, nos permite un mejor enfoque de la realidad socio-económica de los países de latinoamérica.

Esta información se presenta en el cuadro No.2, junto con el cociente población econó-

**Cuadro No. 1**

COMPARACION DE VIVIENDAS EXISTENTES CON LA POBLACION DE CADA PAIS

	AÑO	VIVIENDAS (Unidad)	POBLACION (Millones habitan)	HABITANT / VIVIENDA (Unidades)
Nicaragua	1971	302.544	2.4	7.3
Rep. Dominicana	1970	727.971	4.8	6.59
Guatemala	1981	1.102.281	7.1	6.44
Venezuela	1981	2.625.637	15.5	5.90
Paraguay	1982	580.810	3.4	5.85
México	1980	12.074.609	70.4	5.83
Panamá	1980	364.325	2.0	5.49
Perú	1981	3.257.124	17.8	5.46
Colombia	1985	5.255.452	28.7	5.46
Ecuador	1982	1.576.441	8.6	5.46
Haití	1971	868.605	4.7	5.44
Bolivia	1988	1.318.800	6.9	5.23
Costa Rica	1984	500.030	2.6	5.20
Honduras	1988	935.980	4.8	5.13
El Salvador	1985	946.592	4.8	5.07
Chile	1982	2.457.142	11.5	4.68
Brasil	1985	3.580.000	135.6	4.43
Argentina	1980	7.103.853	28.2	3.97
Uruguay	1985	859.463	3.0	3.49

Fuentes: Viviendas: Censos de vivienda respectivos.  
Población: Boletín Demográfico del Centro Latinoamericano de Demografía.

micamente activa entre viviendas construidas, el cual es la variable comparativa que nos informa cuantas personas integradas al sistema productivo de cada país habitan en promedio una vivienda. Los resultados se tabulan acorde a esta variable en forma decreciente. De donde observamos que Haití (2.43), Paraguay (2.07), El Salvador (2.01), Nicaragua (1.98) y República Dominicana (1.92) son los cinco países con densidades mayores.

La mayoría de los países se ubican con densidades entre 1.6 y 2, entre ellos Costa Rica (1.80). Los cinco países con menores densidades son Uruguay (1.40), Honduras (1.50), Argentina (1.51), México (1.60) y Chile (1.63)

Es destacable nuevamente el hecho de que de los cinco países de mayor densidad, cuatro pertenecen al área de Centroamérica y del Caribe,

mientras que por al contrario, de los cinco países con menor densidad, cuatro no son de esta región. Este hecho nos permite inferir, ahora en un segundo grado, que la magnitud del problema de la vivienda es mayor en nuestra zona.

#### RELACION VIVIENDAS - PRODUCTO INTERNO BRUTO

La tercer comparación hecha fue entre la cantidad de viviendas construidas con el PIB del año respectivo, esta información se presenta en el Cuadro No.3, junto con el cociente calculado al dividir el número de viviendas construidas por cada millón de dólares de PIB. Esta nueva variable comparativa permite de alguna manera extrapolar la

Cuadro No. 2

#### COMPARACION DE VIVIENDAS EXISTENTES CON LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA DE CADA PAIS

	AÑO	VIVIENDAS (Unidad)	POBLACION ECON. ACT. (Millones habitan)	HABITANT / VIVIENDA (Unidades)
Haití	1971	863.605	2.1	2.43
Rep. Paraguay	1982	580.810	1.2	2.07
El Salvador	1985	946.592	1.9	2.01
Nicaragua	1971	303.544	0.6	1.98
Rep. Dominicana	1970	727.971	1.4	1.92
Colombia	1985	5.255.452	10.1	1.92
Guatemala	1981	1.102.281	2.1	1.91
Venezuela	1981	2.625.637	4.8	1.83
Costa Rica	1984	500.030	0.9	1.80
Perú	1981	3.257.124	5.8	1.78
Brasil	1985	30.580.000	51.2	1.67
Bolivia	1988	1.318.800	2.2	1.67
Ecuador	1982	1.576.441	2.6	1.65
Panamá	1980	364.325	0.6	1.65
Chile	1982	2.457.142	4.0	1.63
México	1980	12.074.609	19.3	1.60
Argentina	1980	7.103.853	10.7	1.51
Honduras	1988	935.980	1.4	1.50
Uruguay	1985	859.463	1.2	1.40

Fuentes: Viviendas: Censos de vivienda respectivos.  
Población: Boletín Demografico del Centro Latinoamericano de Demografía.

# GYPSUM

Para remodelaciones de casas y oficinas  
GYPSUM de Costa Rica, S.A. Tel: 32-1666

calidad de las viviendas construidas en cada uno de los países.

Se destaca que los cinco países con más viviendas construidas por cada millón de dólares de PIB son Haití (719), Honduras (340), Bolivia (309), El Salvador (298) y Nicaragua (159), de donde extrapolamos que las construcciones en estos países son en promedio de un menor valor que en el resto de Latinoamérica.



La mayoría de los países se encuentran entre 100 y 160 viviendas por cada millón de dólares de PIB, incluso Costa Rica (140). Mientras que los cuatro países con menores índices son Venezuela (52), México (67), Argentina (85) y Chile (104).

Por tercera vez destacamos el hecho de que de los cinco países con más viviendas por cada millón de dólares de PIB, cuatro pertenecen al área de Centroamérica y del Caribe, mientras que los cuatro países de menos viviendas pertenecen al área suramericana.

**Cuadro No. 3**

**COMPARACION DE VIVIENDAS EXISTENTES CON EL PIB.**

	AÑO	VIVIENDAS (Unidad)	PIB. (Millones habitan)	VIVIENDAS / PIB (Unidades / Millón \$)
Haití	1971	863.605	1.200	719.7
Honduras	1988	935.980	2.753	340.0
Bolivia	1988	1.318.800	4.268	309.0
El Salvador	1985	946.592	3.175	298.1
Nicaragua	1971	302.544	1.900	159.2
Perú	1981	3.257.124	21.475	151.7
Colombia	1985	5.255.452	36.981	142.1
Costa Rica	1984	500.030	3.565	140.3
Paraguay	1982	580.810	4.148	140.0
Guatemala	1981	1.102.281	7.875	140.0
Uruguay	1985	859.463	6.327	135.8
Rep. Dominicana	1970	727.971	5.500	132.4
Ecuador	1982	1.576.441	12.109	130.2
Brasil	1985	30.580.000	271.292	112.7
Panamá	1980	364.325	3.455	105.4
Chile	1982	2.457.142	23.675	103.8
Argentina	1980	7.103.853	83.329	85.3
México	1980	12.074.609	178.731	67.6
Venezuela	1981	2.625.637	50.211	52.3

Fuentes: Viviendas: Censos de vivienda respectivos.  
PIB: CEPAL, Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe

## CONCLUSIONES

En primer lugar, hemos demostrado como el problema de vivienda afecta en un mayor grado la zona de Centroamérica y el Caribe, que a la zona suramericana, a lo largo de los tres análisis presentados.

Pese a esto, Costa Rica figura en lugares promedio en todos los análisis, por lo que se excluye como país afectado con la idea anterior. Vale recalcar que las estadísticas costarricenses corresponden a 1984, y no incluyen la amplia labor realizada en este campo durante la administración Arias Sánchez y continuada en menor grado durante la administración Calderón Fournier, además de que el país cuenta con instituciones como el Banco Hipotecario para la Vivienda (BANHVI), Ministerio de Vivienda, Comisión Especial para la Vivienda, etc. que nos permite inferir que la posición costarricense debe haber mejorado en gran medida con respecto al resto de los países latinoamericanos.

Finalmente, destaca el caso de Haití y la pobreza extrema que la afecta, al obtener índices preocupantes, incluso desproporcionados con respecto a los

países que le siguen. Sin embargo, esta es una pobreza explicada por la historia, ya que aunque Haití fue el segundo país de América en conseguir su independencia (el primero lo fue Estados Unidos), incluso con una economía próspera a inicios del siglo pasado, el aislamiento económico impuesto por Francia desde su independencia, lograron reducir en un período de menos de veinte años, a la economía haitiana a menos de un 10% de lo que era mientras fue colonia francesa; lo que asestó un golpe mortal a la economía haitiana del cual en 150 años no se ha podido recuperar.

## BIBLIOGRAFIA

Centro Latinoamericano de Estadísticas Habitacionales. **Boletines de Estadísticas Habitacionales.** Unión Latinoamericana para la Vivienda (UNIAPRAVI). Lima, Perú. No.5 Guatemala. No.8 América Latina. No.9 Brasil. No.11 México.

Centro Latinoamericano de Demografía. **Boletines Demográficos.** Período 1970-1991.

CEPAL. **Anuarios Estadísticos de América Latina y El Caribe.**

Knight, Franklin. **The Cariben.** New York, Oxford University Press. 1978.



## Piso Vinílico Kentile

Entrega  
Inmediata

*Para tránsito pesado, en aplicaciones habitacionales, comerciales, institucionales e industriales, con los estándares de calidad de la industria americana.*

ALUMIMUNDO S.A. Tel: 32-8666 - Fax: 32-5187 - Apdo. 1013-1000  
75 mts. al este de P.P.C. - Pavas



# Abonos Agro S.A.

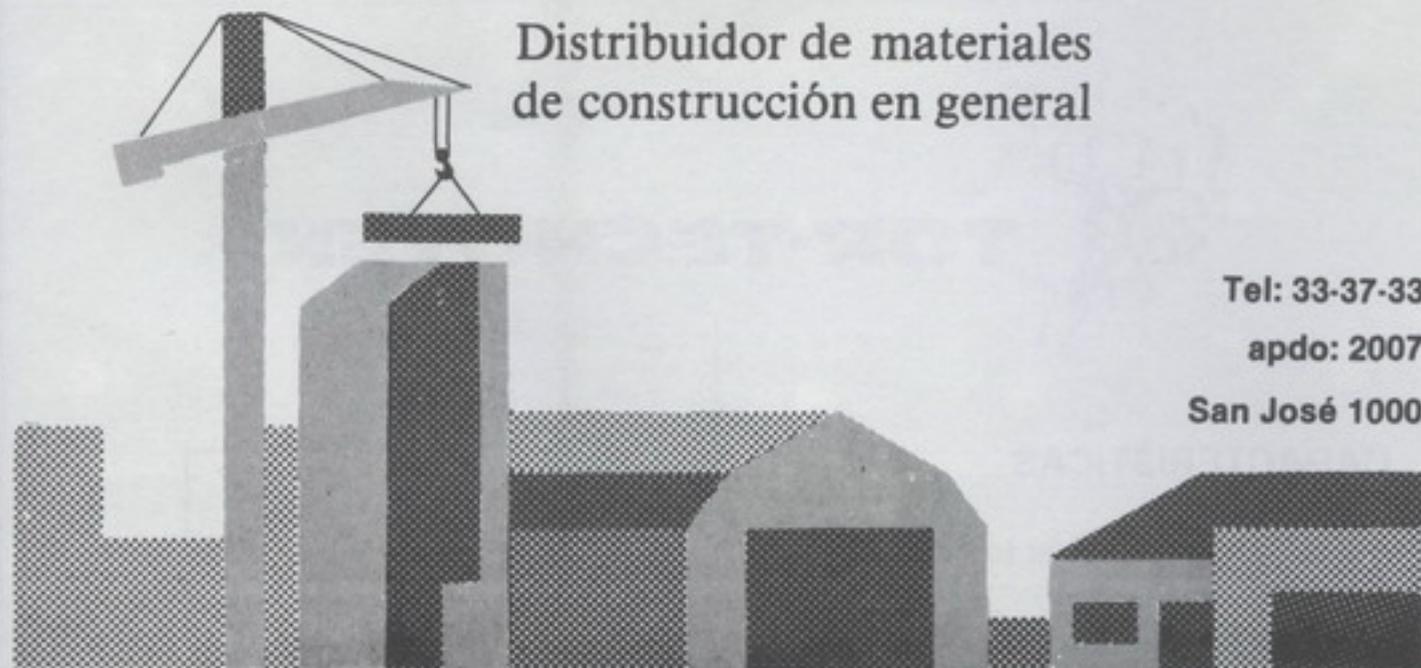
siempre presente en la construcción

Distribuidor de materiales  
de construcción en general

Tel: 33-37-33

apdo: 2007

San José 1000



## 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.



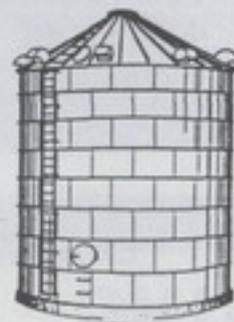
Defensas metálicas



Diseño e Instalación  
Sistemas Contra Incendios  
"SPRINKLERS"  
de acuerdo a normas NFPA



Tubería



Silos

Apdo: 3642 - 1000

Colima de Tibás

Fax: 35-1516

Tels: 35-0304 / 35-4835

ING. CLAUDIO ORTIZ GUIER  
PRESIDENTE. IC-315

Contamos con: Ingenieros Industriales, Ing. Metalúrgico, Ing. Civil  
Msc Estructuras. Ing. Civil especialistas en sistemas contra incendios,  
Ing. Naval, Ingeniería Oceánica PhD.

# Empresas

Solo en ...  
**Torneca, S.A.**



## TOR-TECHOTEK

### CARACTERISTICAS

- Diseño para penetrar todo tipo de láminas de aluminio.
- Su larga broca permite que este tornillo penetre fácilmente paneles y perlings.
- Broca forjada en frío.
- Arandela neoprena.

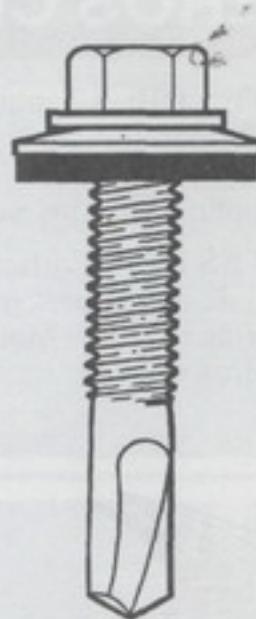
### VENTAJAS

- Un tornillo para todo tipo de lámina.
- Ahorra tiempo.
- Más fuerte.
- No gotea.

### TECHO TEK

12 x1

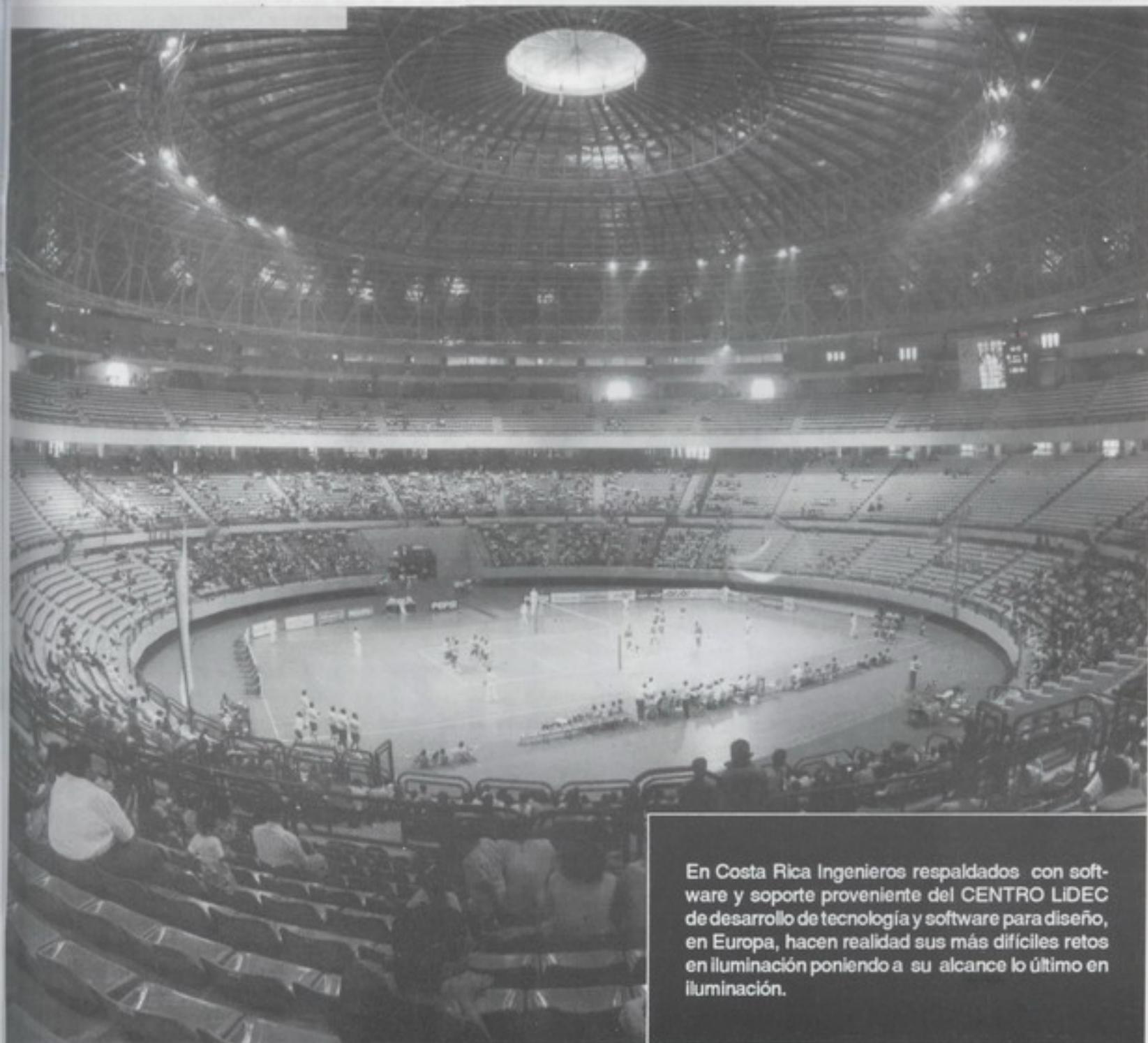
12 x2



Exclusivamente en Torneca

SAN JOSE: Tel. 22-0777 / Ave. 10, calles 18 y 20 - CURRIDABAT: Tel. 24-3777 / 100 oeste de Plaza del Sol.

# DISEÑO CREATIVO



En Costa Rica Ingenieros respaldados con software y soporte proveniente del CENTRO LIDEC de desarrollo de tecnología y software para diseño, en Europa, hacen realidad sus más difíciles retos en iluminación poniendo a su alcance lo último en iluminación.

Complejo Deportivo bajo Techo, Ciudad de Nars, El Cairo

## Philips Lighting



# PHILIPS

**INPELCA** 300 mts. Este de piscinas Plaza González Víquez,  
carretera a Zapote. Teléfonos: 27-28-29

# ALUMINIO EXTRA ECONOMICO EXTRA LIVIANO EXTRA FUERTE

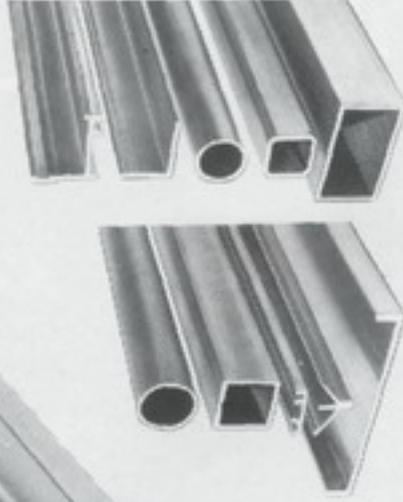
## EXTRALUM

¡YA!  
ANODIZADO  
EN COLORES

La mayor variedad en perfiles y molduras de aluminio. En las cantidades, diseños y largos que usted requiera, cuando sea que las necesite.

Con las ventajas de la producción nacional:

- Mejores precios.
- Menores tiempos de entrega.
- Menores stocks en su empresa.
- Menores costos financieros.
- Perfiles especiales.



### EXTRALUM

EXTRUSIONES DE ALUMINIO S. A.

Del Gimnasio Nacional 200 m. al este  
Tel: 67-3267 Fax: 33-8605 Apdo. 11299-1000 San José  
Planta Industrial de Cartago  
Tels: 73-762673-7627 Fax: A 73-7190



**NO A LA DEFORESTACION,  
PROTEJAMOS NUESTROS BOSQUES.**

# ¿ Climas difíciles ? ¡ NO SE PREOCUPE !



El sol, el viento, la lluvia, las condiciones salinas en lugares cercanos a las costas, y en general, las inclemencias del tiempo, ponen a prueba la resistencia del techo y las paredes metálicas. Por eso, mejor proteja su casa o edificio con LAMINAS ESMALTADAS, que son económicas y duran mucho más que las láminas convencionales, por tener una doble capa anticorrosiva de zinc y una resina plástica especial muy superior a la pintura.

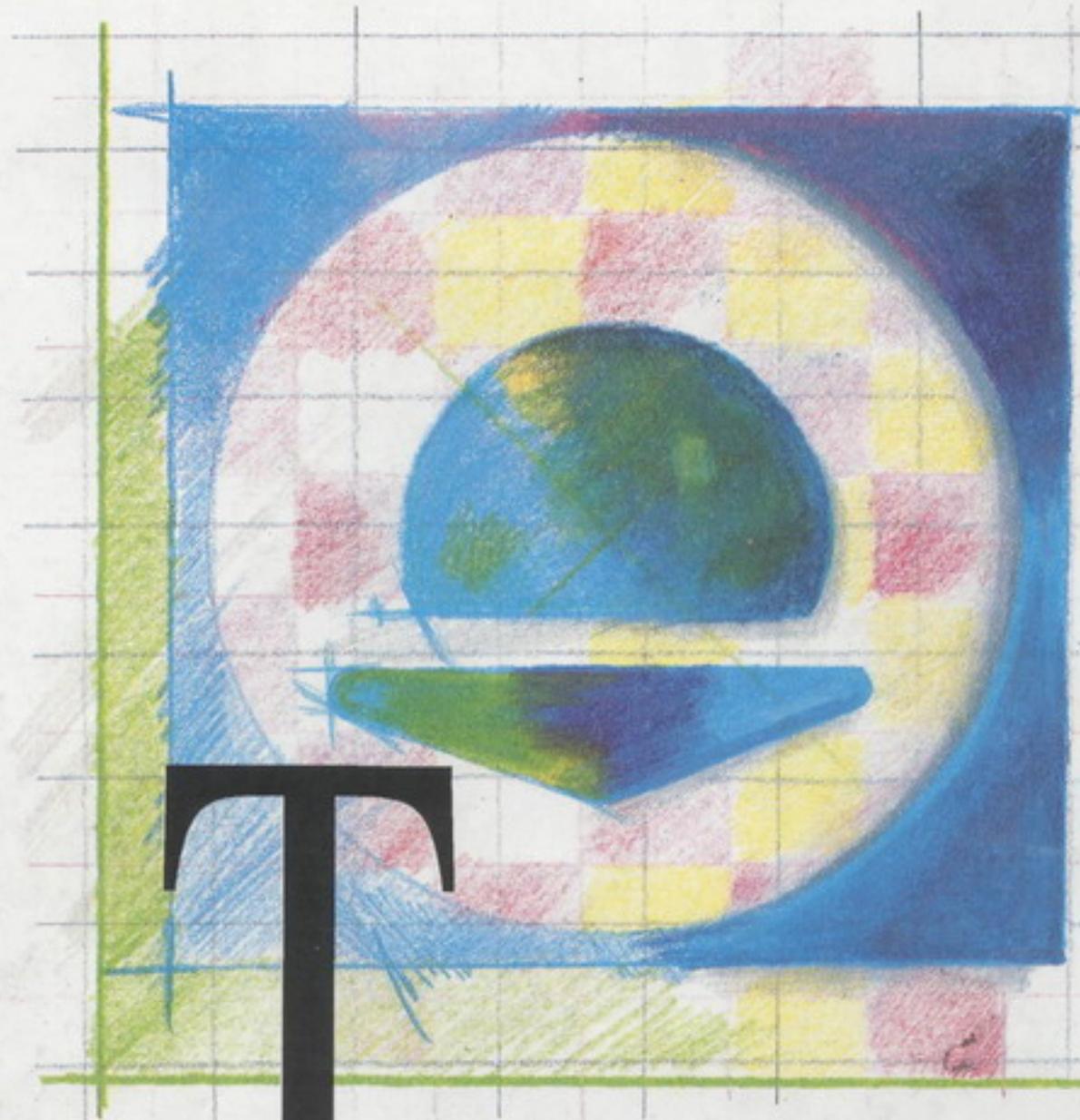
- ESMALTE
- PREMIER
- FOSFATO
- ALUMINIO-ZINC
- ACERO

Exija lo mejor, Exija

LAMINAS ESMALTADAS



DE METALCO



# TENEMOS UN STANDARD PARA LA MEJOR CALIDAD

- LOZA SANITARIA
- ASIENTOS PARA INODORO
- GRIFERIA
- TECNI-CERAMICA: PISO CERAMICO
- TECNI-SERVICIOS: GYPSUM,  
CLOSET MAID
- SOLUTIONS: SALA DE EXHIBICION  
BAÑOS DE LUJO



Tel: 32-5266 • Fax: 20-0044