

REVISTA del COLEGIO

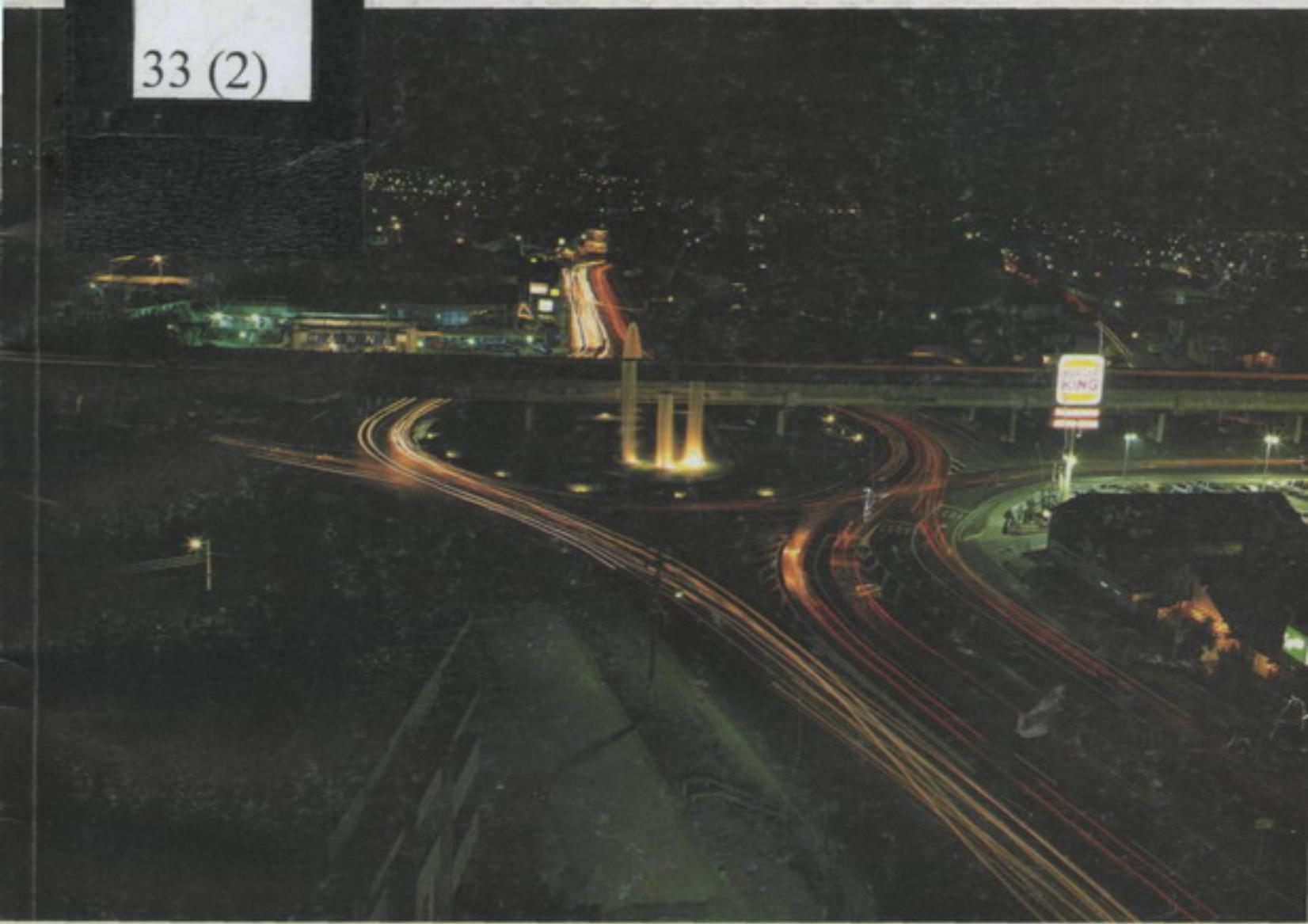
DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA

NUMERO 2/90 AÑO 33

620

R

33 (2)



Señalamiento vial de las rotondas en Costa Rica

La reforestación en Costa Rica

Mantenimiento de la red vial nacional

El reto de producir electricidad en Costa Rica

IMPRESOS

Remite: Apartado Postal 780-2100 Guadalupe San José

Del Cielo a la tierra...



LOZA SANITARIA CON LA CALIDAD Y RESISTENCIA
QUE USTED BUSCABA Y EN EL COLOR QUE USTED DESEA

Spaggio

LA LÍNEA *Spaggio* ES **vencerámica**

LA DIFERENCIA ES... DEL CIELO A LA TIERRA

 *Loza*
S.A.

DISTRIBUIDOR PARA COSTA RICA

TEL: 33-5054

CERAMICA



LA BELLEZA DE LA CERAMICA
ITALIANA NUNCA TUVO
UN PRECIO TAN A SU ALCANCE.

En tonos y estilos más nuevos. Con acabados
resplandecientes y fáciles de mantener.
Al precio que había anhelado.

Admírelos en:

PISORAMA 

División de Productos de Concreto, S.A.

EN UN SOLO LUGAR,
TODOS LOS PISOS DE SU HOGAR.

San Francisco de Dos Ríos, Edificio PC Tels: 27-3030 / 27-7534



DM-A5

ET-2

ETL-1

GTS-3B

GTS-2R



FC Data Collector



TOPCON distribuye tecnología de alto rango en Estaciones Totales Electrónicas; que lo ponen a la cabeza de sus competidores. Desde que TOPCON comenzó manufacturando Estaciones totales en 1979, las mismas se han convertido en los más sólidos modelos y las ventas continúan incrementándose. TOPCON tiene la más extensa variedad y la más poderosa línea de Estaciones totales en la industria, que incluye los siguientes modelos:

ET-2 - Provee una alta precisión del ángulo de medida por arriba de los 0.5 segundos y tiene un rango amplio de medidas de distancia.

LIDER EN ESTACIONES TOTALES

GTS-3B - Un instrumento compacto y fácil de operar que cubre electrónicamente medidas de ángulos con lecturas de 1 segundo y medidas de distancia por arriba de 2.800 m con un triple prisma.

GTS-2R - Semi-total estación que ofrece una confiable medición de distancias, con electrónica y precisa lectura del ángulo óptico.

ETL-1 - Junto con TOPCON EDM's trabaja como una económica Estación Total. Todas las estaciones TOPCON han sido totalmente diseñadas pensando en la compatibilidad y la expansión para satisfacer los requerimientos actuales y los del futuro.

• ESTACIONES TOTALES ELECTRONICAS • TEODOLITOS OPTICOS Y ELECTRONICOS • DISTANCIOMETROS ELECTRONICOS •
• TRANSITOS OPTICOS Y ELECTRONICOS • NIVELES AUTOMATICOS •

Representante: GUILA Y CIA. LTDA. Teléfono 36-1010 - Telex 3436 MARTEC - Fax 40-9008



PASEO COLON
FTE. AL CENTRO COLON
TELS. 22-2526 Y 21-0506

SAN PEDRO M. DE OCA
200 M. N. BANCO ANGLO
TELS. 24-1010 Y 24-2020

URB. LOS COLEGIOS
MORAVIA FTE. AL CEMENTERIO
TEL. 36-1010

DISTRIBUIDORES

PAPELERIA HISPANICA
HEREDIA, 50 M. O DE LA
ENTRADA PRINCIPAL DE LA UNA
TEL. 38-2338

CENTRO DE ARTE Y CIENCIA
50 M. SUR DE A Y A
PASEO DE LOS ESTUDIANTES
TEL. 33-2403

COPIACO S.A. SAN JOSE
175 M. S. SODA PALACE
TELS. 21-1010 Y 21-1011

COPIACO CARTAGO LTDA.
75 M. S. CENTRAL BOMBEROS
TEL. 51-6683

COPIACO LIBERIA LTDA.
225 M. E. DE LA MUNICIPALIDAD
TEL. 66-1213



Nueva Línea

LIVING



MODERNOS DETALLES PARA LA ELEGANCIA DEL HOGAR

Placas, apagadores, dimmers
y tomacorrientes de la nueva
Línea LIVING de **Bticino**,
importados de Italia.

Finos, sofisticados, de singular belleza
y excelente acabado.
Su diseño contemporáneo,
en 19 brillantes colores, juega
armoniosamente con la decoración
en cualquier área de su hogar.

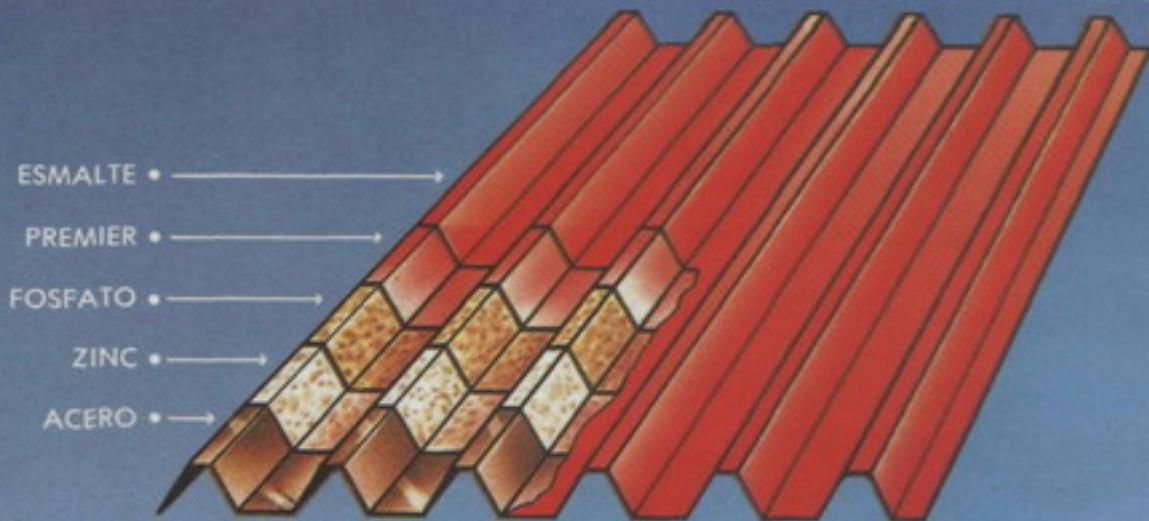


bticino

ALTA TECNOLOGIA EN SISTEMAS ELECTRICOS ...
ES SU GARANTIA

Ticino Industrial de Centro América, S.A.
Oficina teléfono 22-8055 con 8 troncales, Apdo. 6563 San José Costa Rica.
Fax (506) 55-1736. Télex: 2479 Ticino C.R.
Fábrica Barril de Heredia. Tel: 39-1166 con 5 troncales

LA CALIDAD HABLA POR SÍ MISMA



Sólo la lámina esmaltada TOLEDO
garantiza DOBLE PROTECCIÓN
para muchos años.
¡Protéjase!

EXIJA lo mejor
EXIJA

LÁMINAS ESMALTADAS



DE METALCO

Una decisión de calidad

Láminas

que dividen, decoran
y multiplican la luz

DEKOLAMINAS



Más seguras que el vidrio, ideales para dividir y privatizar múltiples áreas de su casa u oficina.

Además pueden usarse como difusores que multiplican la luz fluorescente iluminando en forma eficiente todo espacio útil.

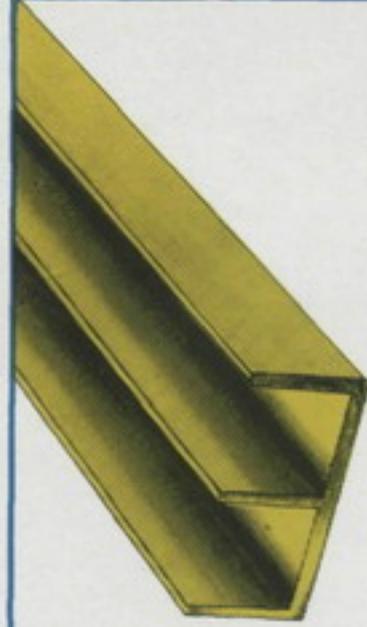
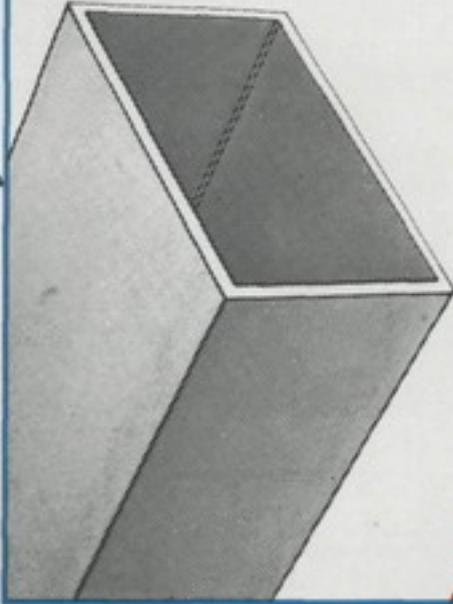
DIFERENTES COLORES:
Verde, Blanco, Ambar, Azul, Humo y Bronce.
Tamaños: 2 x 4 pies, 2,5 x 6 pies, 3 x 6 pies, 4 x 6 pies.

Adquiéralas en las principales
Ferreterías del país.

Productos
calidad **Dolymer**
TEL: 31-3460



Alumicentro distribuye el mejor aluminio anodizado en colores

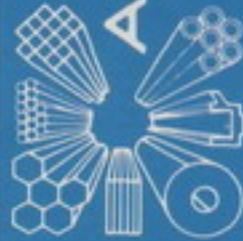


En Alumicentro contamos con la mayor variedad de perfiles de aluminio anodizado para cada uso o necesidad.

Tenemos perfiles para puertas, ventanas, mosquiteros, puertas de baño, closets, urnas, canales, haches, esquineros para remodelaciones o divisiones y muchos tipos más.

Además ofrecemos láminas, planchas, barras y un sin fin de extrucciones de aluminio.

**HACEMOS TODO TIPO DE PEDIDOS DIRECTOS
A PRECIOS ESPECIALES EN LAS CANTIDADES
Y TIPOS QUE USTED LO NECESITE**



PARA ACABADOS Y DECORADOS

ALUMICENTRO

"El Supermercado del Aluminio"

Frente Costado Sur Pozuelo, La Uruca
Teléfono 20-0101 Facsimil 32-7505
Apartado 323-1150 San José

Hasta un **80%** de ahorro de electricidad

Con los
Tubos Fluorescentes Compactos

TWIN TUBE de **SYLVANIA**

Ahora usted puede instalar fluorescentes compactos donde antes no podía hacerlo, sustituyendo sus bombillos corrientes por **TWIN TUBE** de **SYLVANIA** que le duran 10 veces más sin hacer cambios en sus instalaciones.



TWIN TUBE 9 WATTS



ADAPTADOR SYLVANIA

Si Ud. requiere de más información, envíese enviar este cupón al Departamento de Ventas de Sylvania. Apartado Postal 10130 San José 1000.



Para su mayor aprovechamiento utilice **TWIN TUBE** de **SYLVANIA** en luminarias de pared, mesa y techo.

Nombre: _____
Empresa: _____
Teléfono Nº: _____
Dirección Postal: _____



SYLVANIA | GTE

Brillantes ideas para el ahorro de energía

Adquiéralos donde nuestro distribuidor autorizado
o llame a nuestro Departamento de Ventas. Teléfonos: 32-8066 20-0338

capacidad a todo dar



Además de su gran capacidad para el trabajo, ahora Isuzu le da mayor capacidad por dentro y por fuera con su nuevo y espacioso pick up Isuzu "Space Cab". Diseñado con más espacio para la espalda, la cabeza y los pies, con dos asientos adicionales en una cabina más amplia, donde el volante de la dirección, la circulación de aire y todos los detalles han sido ideados para garantizarle la más cómoda y placentera conducción. Cuenta además con motor de 2.300 c.c., caja de cambios de cinco velocidades, tradicionales suspensión independiente y bloqueo en el diferencial, entre otros elementos.

¡El nuevo Isuzu "Space Cab" es un gran pick up desde cualquier ángulo que lo vea! Elija entre sus versiones 4x4 y 4x2, en:

 **Lochner & Sáenz** 

Frente a la plaza de la Urca, tel.: 21-2121 o donde sus distribuidores autorizados en todo el país.

una empresa de

 **Corporación** 

REVISTA DEL COLEGIO

FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA

NUMERO 1/90 AÑO 33



Apdo. 2346-1000 San José
Teléfono 24-7322

Sumario

CONSEJO EDITOR DE LA REVISTA
DEL COLEGIO FEDERADO DE
INGENIEROS Y DE 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. Alfonso Brenes Gámez

Colegio de Ingenieros
Topógrafos
Ing. Martín Chaverri Roig

Colegio de Ingenieros
Tecnólogos
Ing. Raul Elizondo P.

Director Ejecutivo C.F.I.A.
Ing. Guillermo de la Rocha H.

Editorial **5**

Ing. Carlos Sandoval Ch.
Ing. Noé A. Piedra G. **Paso peatonal subterráneo** **8**

Sr. Rodrigo Artavia **La reforestación en C.R.** **14**

Ing. Mario Roberto Durán O. **Señalamiento vial de las rotondas en C.R.** **22**

IV Congreso de Ing. Civil **Formación Profesional** **38**

Ing. María Lorena López R. **Mantenimiento de la red vial** **42**

Ing. José María Blanco R. **El reto de producir energía eléctrica** **51**

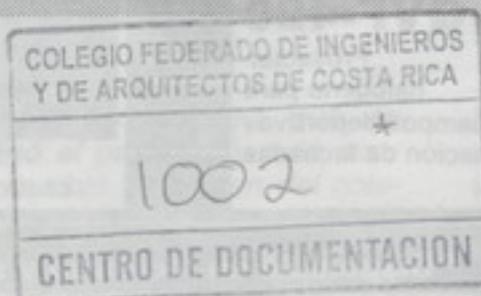
El Colegio no es responsable de los comentarios u opiniones expresados por sus miembros en esta revista. Pueden hacerse reproducciones de los artículos de esta revista, a condición de dar crédito al CFIA, indicando la fecha de su publicación.

Producción
Alfredo H. Mass Yantorno

Diseño
Arq. Cristina De Fina

Texto y Artes
Franklin Mora S.

Apdo. 780-2100 • Tel. 40-4342 • 40-8070
Moravia, La Guaría 50 metros Sur
Primaria del Colegio Saint Francis

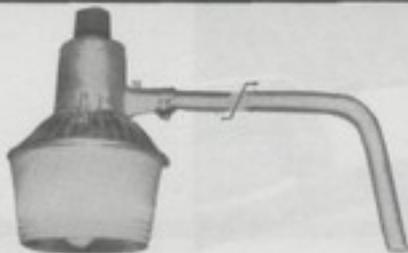


FOTOGRAFIA:
Nicolás Vincent.
DISEÑO:
Arq. Cristina De Fina.



LUMINARIAS PHILIPS

ILUMINACION TOTAL EN TODO LUGAR



M-378*

Luminaria para calles y áreas grandes



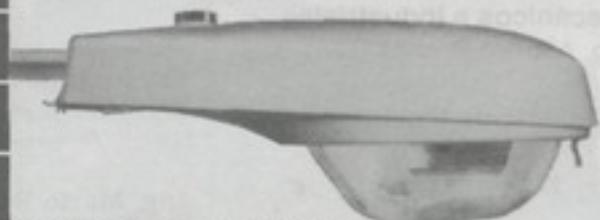
LP-175*

Luminaria para parques, jardines y parqueos



IM-400*

Luminaria de interior para industrias y gimnasios



SERIE-113*

Luminaria para carreteras y autopistas



QVF-420

Proyector halógeno para campos deportivos e iluminación de fachadas



Áreas residenciales, parques, jardines, centros comerciales, estacionamientos, etc.

* Disponible en mercurio y sodio

INPELCA

300 mts. Este de piscinas Plaza González Víquez, carretera a Zapote. Teléfonos: 27-17-17, 27-28-29 y 27-80-82

Philips Lighting



PHILIPS

La permanencia de Expo-Construcción

Cuando se diseñó el edificio del CFIA, la respuesta arquitectónica ofrecía amplios espacios abiertos al ciudadano para que este lo penetrara con libertad. Faltó preguntarse para qué querría el ciudadano entrar a ese lugar; o qué se le podría ofrecer para incitarlo a acceder al edificio. El auditorio, el salón multiuso o el aula cumplieron el rol de albergar eventos culturales, sociales o didácticos que, esporádicamente, reunían a un número limitado de personas.

Expo-Construcción 90, que se realizó el pasado mes de marzo, cambió la imagen del colegio al recibir en una semana a varios miles de visitantes atraídos por lo que el comercio y los fabricantes ofrecen en el campo de la construcción.

Profesionales y públicos salieron muy satisfechos por haber "descubierto" nuevos productos y poder comparar calidades y

calidades. Para los empresarios la satisfacción fue mayor ya que hicieron muchos contactos con clientes potenciales.

Pero lo más importante es que tanto profesionales como público y empresarios expresaron su reconocimiento a la iniciativa de Colegio de patrocinar un evento de este tipo donde el edificio se "abre" al visitante ante el ofrecimiento de una actividad atractiva.

Muchos miembros del CFIA que visitaron la exposición se atrevieron a hacer sugerencias para futuras actividades resaltando las diferentes funciones que el Colegio puede y debe tener.

Esta dinámica que comenzó con Expo-Construcción 90 no debería quedar como una actividad aislada sino como una institución permanente dentro de los programas del CFIA.

MBA

Master of Business Administration.

Nuestra misión es clara: Brindar programas educativos de alta calidad para profesionales que mientras trabajan, desean superarse académicamente y actualizarse en Administración de Negocios.

Beneficios del Programa de National University:

- Acreditado por la Western Association of Schools and Colleges (WASC) de los Estados Unidos.
- Títulos reconocidos por las autoridades costarricenses.
- Incorporación de los graduados al Colegio de Profesionales en Ciencias Económicas de Costa Rica.
- Profesores altamente calificados y con amplia experiencia en su campo.
- Clases mensuales dos noches por semana.
- Sistema de becas de National University.
- Financiamiento por CONAPE e INS.
- Costo del programa deducible del impuesto sobre la renta.
- Cursos en inglés y español.

Ofrecemos los siguientes énfasis:

- Banca y Finanzas.
- Computación Gerencial.
- Mercadeo.
- Negocios Internacionales.
- Recursos Humanos.

INICIO DEL PROGRAMA: 4 de junio de 1990



**NATIONAL
UNIVERSITY**

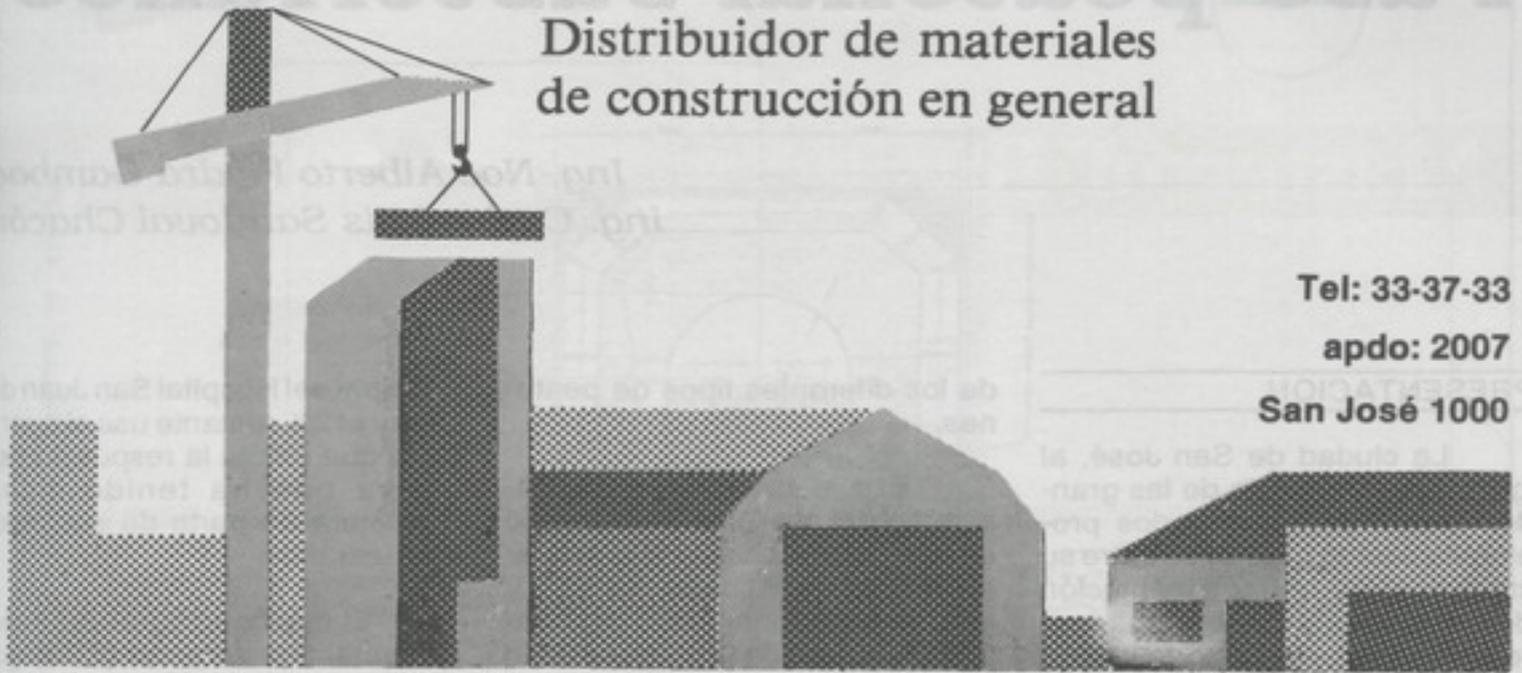
"Changing the course of higher education"

☎ 31-5855. FAX 31-7569.
Edificio San José 2000. La Uruca

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

REVISTA del COLEGIO

FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA

Comunicado

Se comunica a los señores profesionales que, por disposición de los reglamentos vigentes, aquellos miembros que no estén al día en el pago de sus cuotas, no recibirán la Revista del Colegio.

La distribución de la misma se realiza de acuerdo a un estricto listado de la Base de Datos de Profesionales Activos.

Por lo tanto, a quienes no han actualizado su dirección postal, se les ruega lo hagan a la mayor brevedad posible mediante nota a la administración.

Consejo Editor

Paso peatonal subterráneo

Ing. Noé Alberto Piedra Gamboa
Ing. Carlos Luis Sandoval Chacón

PRESENTACION

La ciudad de San José, al igual que la mayoría de las grandes urbes, presenta serios problemas debido al desfase entre su crecimiento y la implementación de servicios urbanos básicos, que requieren solución a corto plazo.

Entre ellos se encuentra el cruce transversal por calles y avenidas con una alta densidad de circulación vehicular.

En la actualidad se han colocado pasos elevados prefabricados, con un diseño que sólo contempla factores económicos de poca inversión pero que deja por fuera la verdadera solución del problema. Se refleja en la poca utilización que se hace de ellos por causar la impresión de inseguridad y el efecto de vértigo a los peatones. Resultan difíciles para ascender y descender, sobre todo a los ancianos, y en general no ofrecen un adecuado servicio a minusválidos, además, sus accesos son ubicados sobre las aceras obstaculizando el flujo peatonal.

Lo anterior hace necesario integrar en nuestra ciudad una nueva solución de pasos peatonales subterráneos mediante planes globales de desarrollo urbano que cumplan con las necesidades

de los diferentes tipos de peatones.

El sitio escogido para el desarrollo del presente proyecto se encuentra ubicado al inicio del Paseo Colón, entre calles 16 y 20 y entre el estacionamiento del Hospital San Juan de Dios, por el lado sur y otro privado, por el lado norte.

Esta zona presenta una alta densidad peatonal generada por la actividad hospitalaria, gran cantidad de comercio, establecido y ambulante, servicios públicos como lo son las terminales de autobuses capitalinos y de otras provincias, así como los que presentan varios edificios gubernamentales. Además, se da un alto volumen de tránsito por ser el Paseo Colón la principal arteria de entrada y salida por el oeste a la ciudad de San José.

La razón fundamental para llegar al diseño integral como objetivo principal, se basó en las investigaciones realizadas en abril de 1989, donde por medio de un muestreo se determinó que el flujo promedio diario por hora es de aproximadamente 2200 peatones, cruzando la avenida.

El 98% de ese total cruza la avenida con ayuda del semáforo que está en frente a la entrada

principal del Hospital San Juan de Dios y el 2% restante usa el puente, lo que refleja la respuesta negativa que ha tenido dicha estructura de parte de sus posibles usuarios.

El diseño integral del Paso Peatonal Subterráneo (PPS) generó necesidades que debieron ser resueltas con un concepto diferente de edificación, sin dejar por fuera el lograr un complejo urbano-arquitectónico que colaborara con el embellecimiento de la ciudad.

Por ser un proyecto multidisciplinario que integra diferentes criterios, cálculos y planteamientos particulares de cada disciplina de la Ingeniería y de la Arquitectura fue necesario coordinar y analizar el proyecto en las siguientes áreas de diseño:

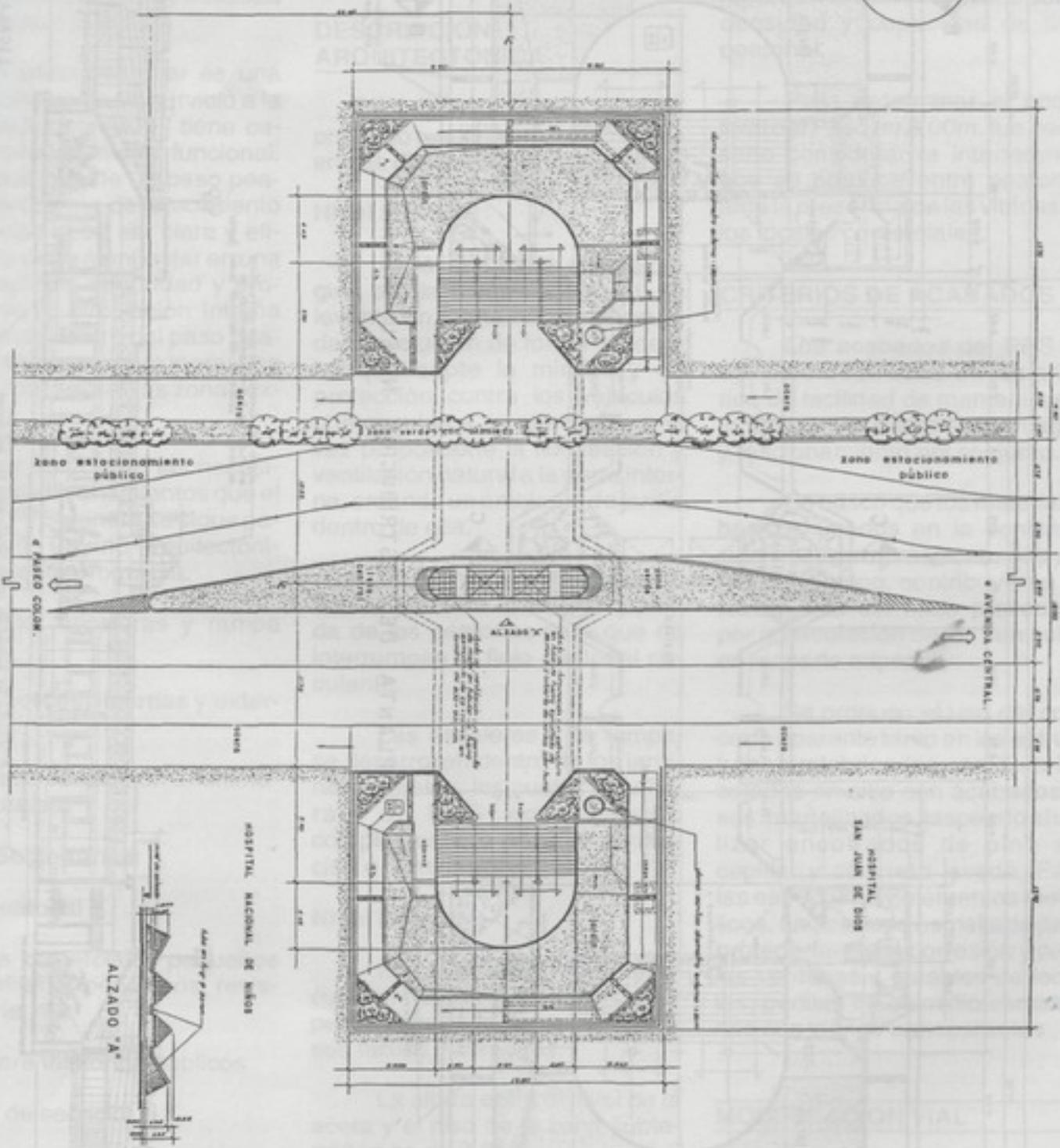
1. Diseño arquitectónico y modificación vial.
2. Diseño estructural.
3. Diseño mecánico.
4. Diseño eléctrico.

CRITERIO ARQUITECTONICO

El proyecto de un paso peatonal presenta dos problemáticas



PLANTA DE CONJUNTO Y MODIFICACION VIAL NIVEL SUPERIOR



ESCALA GRAFICA
0 1 2 3 4 5
10 M.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO
DE
GRADUACION

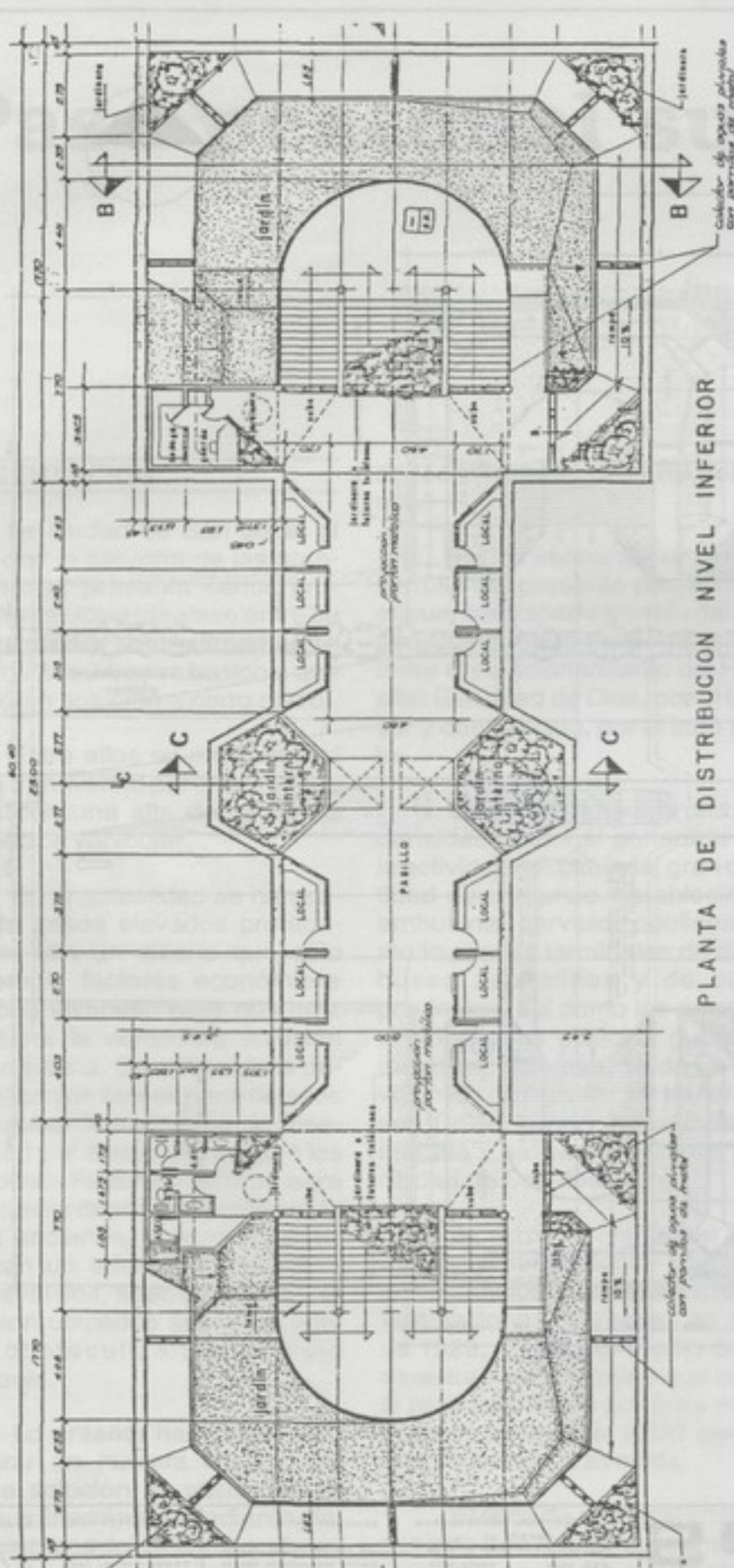
PPS

PASEO PEATONAL SUBTERRANEO
FRENTE AL
HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS
SAN JOSE, COSTA RICA

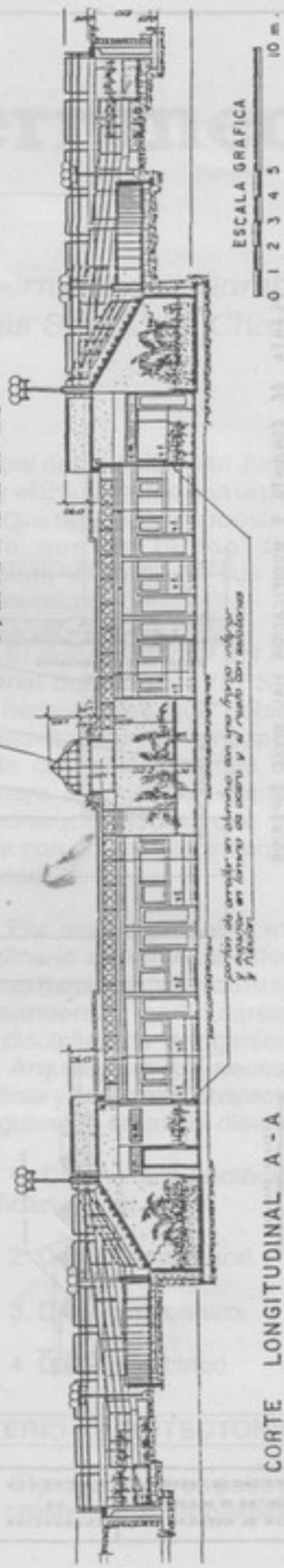
REALIZADO POR:
ING. MARCO TIGRERA MORA
INGENIERO CIVIL MICHAEL ORRICO

FECHA: JUNIO, 1988.

LAMINA:
2/14



PLANTA DE DISTRIBUCION NIVEL INFERIOR



CORTE LONGITUDINAL A - A

bien definidas. Una a nivel urbano y social en cuanto a su función específica y otra, a un nivel particular, respecto a la habitabilidad propia de su estructura.

Un paso peatonal es una edificación que da un servicio a la comunidad y como tal, tiene carácter eminentemente funcional. La solución que de un paso peatonal al problema del crecimiento de la ciudad debe ser clara y eficiente. Se debe manifestar en una mayor rapidez, seguridad y protección en la circulación interna de personas dentro del paso peatonal subterráneo, para lograr una fácil incorporación a las zonas externas.

Para solucionar las necesidades y condicionamientos que el proyecto PPS genera se sigue para su diseño urbano-arquitectónico el siguiente programa.

a. Accesos: escaleras y rampa peatonal.

b. Areas verdes: internas y externas.

c. Ductos de ventilación e iluminación naturales.

d. Area Subterránea:

- Zona peatonal

- Locales comerciales pequeños para confitería, periódicos, revistas, lotería, etc.

- Zona para teléfonos públicos

e. Areas de servicio:

- Caseta de guarda

- Bodegas

- Servicios sanitarios para hombres y mujeres

- Cuarto de aseo

- Cuartos de bombas

DESCRIPCION ARQUITECTONICA

El diseño formal de este proyecto resalta varios elementos en sus diferentes niveles.

Nivel superior:

En la isla central que se origina por la modificación vial, se levanta en forma hábil y adecuada un volumen de forma incidental que capte la mirada y de protección contra los vehículos que circulan a su alrededor, a la vez proporcione la iluminación y ventilación natural a la parte interna, creando un ambiente de jardín dentro de ella.

La forma de acceso por las aceras planifica la entrada y salida de los peatones para que no interrumpan el flujo peatonal circulante.

Las escaleras y la rampa, se desarrollan dentro de los jardines laterales, los cuales le servirán al PPS como medio complementario para la ventilación e iluminación.

Nivel inferior:

El proyecto provee una circulación rápida y eficiente de los peatones que lo usen con accesos fáciles y cómodos.

La altura entre el nivel de la acera y el piso de la zona subterránea es de 3,81m.

El desarrollo de las escaleras y la rampa peatonal consideraran dimensiones aptas para dar un adecuado servicio público.

Las dimensiones del paso interno serán de 4,60m. por 3,00m. de alto. Estas se determinaron del análisis realizado sobre densidad y capacidad de flujo peatonal.

Para determinar el ancho total del Paso en 8,00m. fue necesario considerar la interferencia que se produce entre peatones ante la presencia de las vitrinas de los locales comerciales.

CRITERIOS DE ACABADOS

Los acabados del PPS se definieron con base en los criterios de facilidad de mantenimiento, economía, durabilidad, imagen y funcionamiento del conjunto.

Se buscó que los materiales básicos usados en la construcción sirvieran como acabados y al mismo tiempo contribuyeran al aislamiento del ruido provocado por la circulación de los vehículos en su parte superior.

Se propuso el uso del concreto aparente tanto en las estructuras prefabricadas como en las coladas en sitio con acabados lisos, martelinados, jaspeado al utilizar encofrados de pino sin cepillar y concreto lavado. Para las estructuras y elementos metálicos, un acabado esmaltado para protegerlas de la corrosión y para las ventanas y muebles de locales, perfiles de aluminio esmaltados con vidrios transparentes

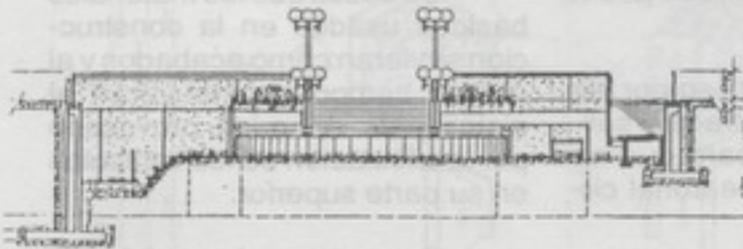
MODIFICACION VIAL

La avenida tiene un ancho de 18,00m. dividida en cinco carriles. El carril norte se utiliza como estacionamiento público y los otros para flujo vehicular.

La acera norte mide 4,20m. de ancho y comprende en toda su longitud una zona verde con arboleda. La acera sur mide 2,75m. de ancho sin zona verde.

Con el propósito de lograr el espacio necesario para colocar los ductos de la ventilación e iluminación natural hacia el interior del PPS, se debe modificar el complejo vial y construir una isla central con zona verde sobre la superficie de rodamiento. La isla va a estar situada en el carril central con una longitud de 45,00m.

Para conservar el flujo vehicular de cuatro carriles se debe habilitar el carril norte como vía de circulación y eliminar el estacionamiento público en un tramo de 62,00m.



CORTE TRANSVERSAL B-B ESCALA GRAFICA 0 1 2 3 6m.

De esta manera se modificará, únicamente, el rumbo de los dos carriles consecutivos al norte y los finales de la isla central.

CRITERIO ESTRUCTURAL

En lo que respecta al diseño estructural, fue necesario definir el sistema para las diferentes obras a construir; así como los materiales a utilizar, especificaciones, métodos y cargas de diseño.

El sistema estructural se seleccionó sobreponiendo los métodos constructivos más factibles, rápidos y económicos con las ne-

cesidades y condiciones intrínsecas del proyecto.

De acuerdo con lo anterior para las obras principales se escogió un sistema a base de elementos prefabricados de concreto reforzado pretensado y postensado con el fin de reducir en lo posible el concreto colado en sitio, y para las obras complementarias se consideró conveniente usar concreto reforzado colado en sitio.

El sistema para las obras principales se constituye de muros de retención con contrafuertes de concreto reforzado, autosoportantes, prefabricados integralmente, placa de cimentación y paramento, con juntas coladas en sitio para darle continuidad.

La surestructura es construida a base de losetas pretensadas, en el sentido longitudinal, con dos cavidades internas en forma circular para reducir su peso, y disminuir los efectos térmicos y acústicos; apoyadas sobre los muros de retención y unidas entre sí por medio de juntas o llaves coladas en sitio. Para darle unidad al sistema y evitar posibles filtraciones desde la superficie de rodamiento, se usarán cables de postensión transversales a través de todas las losetas.

Dentro de las obras complementarias a construir figuran: lo-

sas, rampas, escaleras, paredes, muros y columnas.

Con respecto al tipo de suelos se determinó, de unas muestras obtenidas de una perforación de 4,30m. de profundidad en el sitio del estacionamiento del Hospital San Juan de Dios, lo siguiente:

- Un limo arcilloso color café (MH) de compresibilidad y plasticidad altas con poca arena fina, de grano fino a grueso, (14%) a una profundidad de 3,80m. a 4,30m.
- Altura del nivel freático de 4,30m. bajo el nivel de calzada.
- Cohesión promedio 1,40 kg/cm². y

El presente proyecto fué incluido por el Ministro Luis Llach Cordero en el presupuesto ordinario de 1990, pero circunstancias especiales hicieron que esos fondos se destinaran a atender diversas emergencias.

Este tratamiento, tan especial para una tesis de graduación, fue motivado por el hecho de estar totalmente resuelto y acorde con los métodos constructivos del MOPT, además de formar parte del Proyecto de Embellecimiento de la Ciudad de San José.

- Capacidad soportante 20 ton/m².

CRITERIO DE INSTALACIONES MECANICAS.

Con base en las condiciones existentes y las necesidades del proyecto fue necesario analizar los sistemas de las instalaciones existentes y las por construir.

Las tuberías existentes de aguas negras, pluviales y cañerías se deben desviar desde la parte este y bordear los muros de los jardines laterales hasta encontrar la tubería respectiva en el lado oeste.

En cuanto a la tubería de la red telefónica su lineamiento no es necesario modificarlo. El sistema de las instalaciones por construir hidráulicas, sanitarias, pluviales y de drenajes se simplifica y reduce los costos, al agruparse en un solo núcleo los servicios básicos.

CRITERIO DE VENTILACION NATURAL

Por medio de los ductos a cielo abierto colocados en la isla central se logrará la ventilación natural sin necesidad de extracción mecánica del aire. Por su forma y ubicación sobre el jardín interno se producirá un efecto de chimenea entrando la mayoría del aire fresco (frío) por los jardines laterales y haciendo ascender el aire caliente por estos ductos hacia el exterior. La altura de estos ductos con respecto a la superficie de rodamiento es variable con el propósito de que el humo expulsado por los vehículos choque contra sus paredes y ascienda para evitar la contaminación del aire fresco en la zona subterránea.

CRITERIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

La intensidad lumínica de los diferentes espacios del proyecto irá de acuerdo a la actividad que allí se desarrolle. Se debe de usar preferiblemente luz blanca y en algunos casos combinarla con luz amarilla.

Se instalará un sistema automático de fotocelda en el exterior de manera que las lámparas de servicio público se enciendan y se apaguen conforme a la intensidad de la luz natural prevaleciente.

CONCLUSIONES

El problema que se presenta, producto del exceso de tránsito peatonal en el Paseo Colón, es aún más serio en la zona frente al Hospital San Juan de Dios, dado que además de ser el punto de entrada al centro de San José por el oeste, se concentran ahí varias actividades que generan gran cantidad de peatones.

A pesar de que los costos de construcción de PPS son muy altos, comparados con las estructuras existentes (puente elevado); esta diferencia se compensa por el beneficio social que obtienen los peatones, debido a la rapidez del desplazamiento, la utilización generalizada de parte de ellos, y la seguridad que les proporciona el transitar por un lugar seguro, agradable y cómodo, en el que disminuye considerablemente el riesgo de accidentes de tránsito. Cabe mencionar que el sistema actual es de poca inversión, pero en la realidad no desempeña ni representa una verdadera solución al problema peatonal.

La construcción del PPS logra integrar una serie de factores que proporcionarán, además de embellecimiento a la ciudad, comodidad a los peatones. El acceso o salida del PPS se da sin interrumpir el flujo peatonal que circula por las aceras existentes. En el carril norte, la zona verde mantendrá una cortina de follaje con el fin de darle al proyecto un ambiente natural más agradable, ofrecer protección al peatón que circula por ella y una vista tamizada a los conductores.

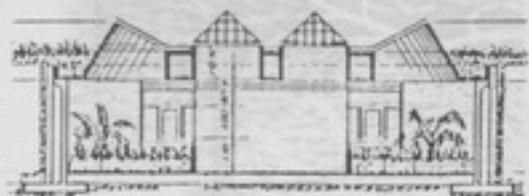
La construcción de la isla central y la desviación de los carriles, figura como restricción na-

tural para forzar a los conductores a disminuir la velocidad a 25 km/h. Esta isla proporciona un punto de apoyo que establece un contorno de espacio urbano al colocar en forma hábil y adecuada, incidentes que capten la mirada, como lo son los ductos para la ventilación e iluminación. Ductos que se instalarán con el fin de evitar medios de extracción de aire mecánicos y la permanencia de luz artificial, además de evitar incurrir en costos de energía eléctrica y de equipo y mantenimiento.

La construcción del PPS vendría a eliminar el semáforo peatonal garantizando un más fluido paso de vehículos. El Paso tampoco afectaría la vía exclusiva para emergencias de los hospitales, permitiendo el acceso de las ambulancias en dirección este-oeste.

La solución del PPS tiene la ventaja de que permite la reubicación del comercio ambulante en sitios predeterminados, bajo control.

En la mayoría de los componentes estructurales se utilizan elementos prefabricados, lo que evita la utilización de encofrados, y de ademes en la excavación, porque los elementos de la subestructura son autosoportantes. Esta condición permite planificar la construcción por etapas y así reducir el tiempo de construcción, lo que conlleva una reducción considerable en los costos de transporte al interrumpir las vías públicas menos tiempo.



La Reforestación de Costa Rica

Rodrigo Artavia Quirós, Geógrafo

La deforestación del territorio nacional ha sido el tema que ha cobrado interés durante los últimos meses, causando gran revuelo dentro de la población y al mismo tiempo cierto grado de confusión por no haber sido expuestos los antecedentes de dicho problema, lo que en algunos casos ha sido aprovechado por algunos "listos" para sacar provecho en aras de sus intereses particulares.

En situaciones como ésta, resulta muy fácil escribir, comentar y criticar, a los que teóricamente se favorecen del producto extraído del bosque y se comienza por lo más fácil que es señalar los "culpables".

Hoy se habla de campañas para proteger los recursos naturales como si se hubiera descubierto el fuego, dirigiendo estas a perjudicar a un sector muy importante de la población que depende directa o indirectamente del sector forestal. Sin embargo, la intención de estas líneas no está dirigida a defender o atacar a ningún sector en particular, sino a criticar constructivamente a todos los sectores involucrados tanto privados como gubernamentales.

Se debe entender reforestar a través de las palabras más sencillas, como, el proceso de plantar árboles con la intención de reponer los miles que se han talado a través de la historia en aras del desarrollo económico agropecuario e industrial del país. Visto así pareciera muy fácil reforestar el territorio nacional. No resulta nuevo decir que la mayor parte de la culpa de la deforestación debe cargarla el Estado mismo pues los gobernantes, aun que hayan hecho intentos desde hace muchas décadas, no han hecho proyecciones planificadas para promover un verdadero proceso de reforestación en el país y no se ha pasado de la simple celebración del Día del Arbol.

Desde 1979 se ha hablado que se deforestan como promedio, 60 mil hectáreas de bosque por año, lo que significa partiendo que el promedio por hectárea es de 53 metros cúbicos de madera (D.G.F.), que el total extraído ha sido 3.180.000 metros cúbicos, pero en realidad, de lo explotado únicamente llega a la industria aproximadamente del 30 al 40% del total, para ser procesado. El resto, por tradición se ha dejado perder en el mismo bosque o se ha quemado por razones de cambio de uso del suelo.



Por consiguiente, resulta alarmante el desperdicio del recurso madera pues el proceso de extracción siempre ha sido altamente selectivo por problema de tipo cultural. Nótese que no se mencionan los otros componentes del bosque.

Para el año de 1987 se hablaba de remanencia del bosque productor de 400 mil hectáreas; sin embargo, estudios hechos han demostrado que en enero de 1987 la realidad era de 250 mil hectáreas que si la tendencia de deforestación se ha mantenido, en enero de 1988 la cifra se reduciría a 190.000 hectáreas de bosque productor, es decir del que se le puede extraer madera. Estos números muestran simplemente que los bosques se acabarán para fines del año 1990 y se deberán incrementar las importaciones de maderas y sustitutos para la construcción o de lo contrario se tendrá que invadir los parques nacionales y reservas biológicas para extraer algunas de sus riquezas, sacrificando otras de las muchas que ahí existen.

Por lo antes expuesto, se demuestra que todos soñaron con un recurso inagotable y se aplicó la costumbre muy tica de gastar más de lo que se tiene. Lamentablemente, no hubo estadista que previera el desastre ecológico al que estamos enfrentando. Tal vez surjan algunos conformistas diciendo que el problema es mundial, pero lo grave es que no se hace nada más que intentos vanos, sin buscar alternativas viables para afrontar la situación.

Actitudes

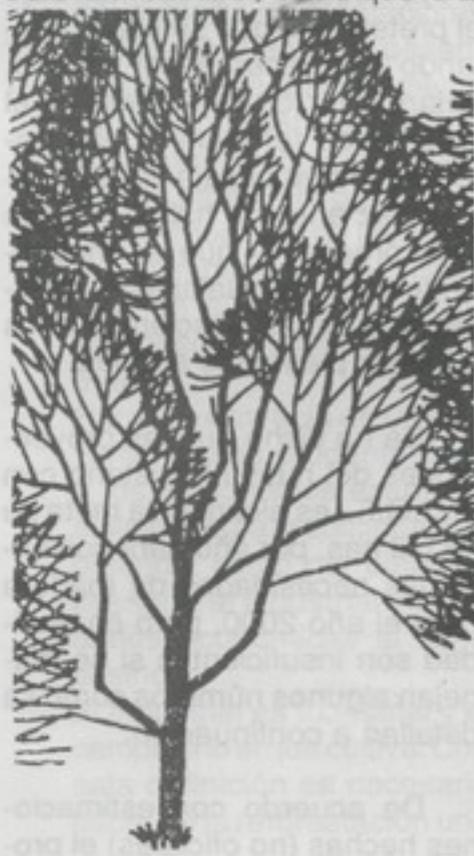
Cabe ahora entrar a analizar las posiciones del Estado, del empresario y de la población en general.

El Estado entidad encargada de controlar el uso racional de los bosques y otros, es la Dirección General Forestal (D.G.F.), creada por ley en 1969 y adscrita al Ministerio de Agricultura y Ganadería, hasta 1986 cuando la administración del Dr. Arias Sánchez transformó el Ministerio de Industria, Energía y Minas (MIRENEM), donde tendría nueva casa la Dirección. Esta dependencia tiene enormes problemas, fundamentalmente de presupuesto.

Aunque fue creada en 1969, no fue hasta 1983, cuando realmente comenzó a regular la situación forestal del país, lo que a la postre ha resultado ser complicado y conflictivo. Se regula la actividad forestal a través de la ley 7032 del 7 de mayo de 1986 y su reglamento, más el decreto de emergencia forestal 17754-MIEN-MAG del 5 de octubre de 1987 y como entes asesores de la D.G.F. y MIRENEM están el Consejo Forestal, creado por la ley, y la Comisión de Emergencia Forestal creada por el decreto mencionado y donde participa la empresa privada.

Resulta conveniente revisar algunos antecedentes en lo que se refiere a la legislación es interés del Estado por la situación forestal del país. A partir de 1978, ante la urgencia de reforestar, el gobierno decidió incentivar este

proceso, haciendo posible deducir del impuesto de renta la suma de dieciséis mil colones por hectárea reforestada o la totalidad de la inversión a través del sistema de comprobación de gastos en la plantación, lo cual fue bien visto y resultó ser un buen negocio para unos pocos. Esto generó el inicio del importante proceso de reforestar el territorio nacional, generando quizá el sistema menos adecuado pero meritorio al fin, pues alguien debió dar el primer paso; aunque se debe interpretar que esta acción fue dirigida para que el industrial forestal pudiera invertir sus impuestos en reforestar. Sin embargo fueron otros los que tuvieron más visión y se dedicaron a esta tarea. Ante esta situación se dieron diversas reacciones, unas en el sentido de que no precisaba reforestar, otras que era



una locura por ser una inversión a muy largo plazo, otros que era más fácil cerrar los aserraderos que sembrar árboles; que el sistema de incentivos beneficiaba a unos pocos y por lo tanto era discriminatorio y que esto debería dirigirse al pequeño productor, etc, para concluir en el desarrollo de unos pocos y pequeños proyectos de reforestación que al cabo de diez años con dificultad se llega a las 20 mil hectáreas reforestadas (no se incluyen las plantaciones privadas de las que no se conocen detalles).

Aunque la D.G.F. ha mostrado interés en este aspecto, cabe destacar la poca proyección para incentivar más el proyecto y por el contrario ha desarrollado políticas negativas en contra del sector privado, restringiendo los proyectos que se presentan bajo el pretexto de que se está trabajando con dineros del Estado, dejando ver los deseos de que el país no se reforeste. Debe entenderse que el país tiene escasos diez años de haber iniciado este proceso y que es incoherente tratar de igualar a otros países que tienen doscientos años de estar plantando árboles.

Se ha dicho que las proyecciones del nuevo Ministerio con la D.G.F., es alcanzar la meta de 15 mil has. por año para solventar las necesidades de madera para el año 2000, pero en realidad son insuficientes si se manejan algunos números como se detallan a continuación:

De acuerdo con estimaciones hechas (no oficiales) el pro-

medio nacional de consumo de madera por año para el año 1987 fue de 6000 metros cúbicos por aserradero (220 plantas industriales) lo que totaliza 1.320.000 metros cúbicos de madera industrializada que, si se relaciona con el promedio de 53 metros cúbicos por hectárea de bosque natural demuestra que teóricamente se consumieron 24.905 hectáreas de bosque en 1987 (el resto corresponde a la tala ilegal y cambio de uso).

Se especula que una hectárea reforestada en plantación, está en capacidad de aportar 120 metros cúbicos por lo que partiendo de que existan 15.000 has. de plantación se pueden disponer de 1.800.000 metros cúbicos para un futuro inmediato.

De acuerdo con datos recientes existe un remanente de 190.000 has. de bosque natural que significan para la industria instalada 10.070.000 metros cúbicos de madera para los años inmediatos y que si se agregan los de las plantaciones existentes a la fecha, se tiene el total de 11.870.000 metros cúbicos. Partiendo de estas cifras y existiendo buena intención de la D.G.F. de controlar efectivamente (si los economistas permiten hablar de un incremento ideal del 10% anual) se le garantizaría a la población del país madera hasta el año 1993.

Retomando la necesidad de reforestar hoy, con la garantía de tener madera hasta 1993, la demanda proyectada para 1994 es de 2,5 millones de metros cúbicos

de madera que se pretenden extraer de plantaciones artificiales (120 m³/ha) por lo que se requiere plantar este año 20,885 has. y para los años siguientes el incremento razonable para mantener la industria trabajando. A esto debe agregarse obligatoriamente un porcentaje para exportación por año a partir de este. Lo antes anotado significará un enorme esfuerzo de parte del Estado. Para lograrlo tendrá que buscar los medios necesarios para motivar a la empresa privada a no ser que el Estado decida hacerlo por cuenta propia, la realidad muestra que no puede ser. La D.G.F. está entonces, en la obligación de cambiar sus estrategias en forma inmediata y trabajar arduamente a la par de la empresa privada asesorándola y no restringiéndola, haciendo eco de la propuesta de un empresario, en el sentido de que deberá depositar la confianza en la empresa privada estableciendo las responsabilidades correspondientes para alcanzar la meta y marginar así la desconfianza. Es interrogante que surge, ¿Podrá encontrarse dicha disposición en la D.G.F.?

Este es el momento de despertar ante una realidad innegable: todo lo que se plante hoy debe tener un turno de rotación de siete años (que resulta casi imposible de lograr con nuestras especies) porque de lo contrario en 1994, en 1995, en 1996 e inclusive en 1997, no habría disponibilidad de ninguna plantación por lo tanto se impondría la importación de madera y sustituto

durante estos años o la explotación de áreas protegidas.

Se puede pensar que la voluntad existe ahora por parte del Estado, pero se carece de recursos económicos y lo mismo sucede con la empresa privada, y es aquí donde se presenta la disyuntiva pues ambos dependen entre sí. También, existe la alternativa de que la reforestación sea efectuada por empresas privadas extranjeras bajo la firma de convenios donde se garantiza que parte de la producción final así como el primer proceso de aserrío quede en el país. En este momento parece ser una solución viable.

En lo que corresponde al sector privado se presentan tres actitudes diferentes a destacar: un sector que observa la posibilidad de realizar un negocio muy productivo a muy corto plazo con dineros que se deducirían del impuesto sobre la renta. Es el sector pionero en el campo de la reforestación, originando una campaña de venta de pequeñas parcelas reforestadas a todo tipo de profesional, comerciante, industrial, etc. bajo la alternativa de entregarles a ellos los posibles impuestos de renta que se debía pagar al Estado, recibiendo la utilidad de tierra y de la plantación. Otro sistema más actualizado es la venta de la plantación compartiendo al final la producción como pago de alquiler de tierra más los servicios de mantenimiento. Este sistema viene a bajar los costos de adquisición de las hectáreas reforestadas. Sobre su conveniencia juz-

que el lector y saque sus propias conclusiones.

Otro sector se dedica a la actividad de reforestar extensiones importantes con la proyección de convertirse en industriales forestales y exportar sus productos, mediante el revolucionario sistema de aprovechamiento de diámetros menores mediante la adquisición de aserraderos adecuados para dicha labor. Lo más importante es que gozan de las deducciones de ley por hectárea reforestada. Otro aspecto a señalar es la intervención de importantes empresas que nunca han tenido nada que ver con el sector forestal y que hoy adquieren importantes extensiones de tierra para dedicarse a esta actividad, de por sí altamente rentable, pero de inversión a mediano y largo plazo. Es importante la intervención de este sector ante la necesidad del país.

Por otra parte, está el sector industrial forestal donde, con algunas excepciones, se aprecia cierta indiferencia a la necesidad urgente de reforestar el país. Aunque se ha dicho que históricamente el industrial ha utilizado el desecho de otras actividades no significa que no deba participar en este proceso, pues no deber perderse de vista que es la actividad donde labora un importante sector de la población.

La ley forestal vigente legisla que el industrial debe integrarse al bosque para lo cual se sugiere lo haga de manera indirecta, mediante la adquisición de tierras con bosque para que sea

explotado por él mismo, obteniendo su propia materia prima; también, suscribiendo contratos con los propietarios de modo que garanticen que todo árbol cortado se traslade al aserradero. (Aclárese que la ley no estipula esto, pues esta propuesta fue hecha por la empresa privada ante la exigencia de la ley de trasladar la industria al bosque). Pareciera muy sencillo, hablar de integración pero surgen una serie de inconvenientes de cuidadoso análisis, como los siguientes:

- a- Debe fundamentalmente definirse muy bien los sectores involucrados, su acción y participación directa o indirecta en el proceso.
- b- Se estima que las necesidades reales del país requieren del 30% del territorio nacional cubierto de plantaciones (1.500.000 has.) que pasaría a manos de 220 o menos propietarios para lo que debe plantearse la conveniencia de esto al país. Este punto tiene fuerte oposición de los sectores campesinos que creen más en el convenio directo campesino maderero-industrial.
- c- Para la existencia de un convenio resulta prudente darle a los sectores los estímulos suficientes para continuar trabajando, como por ejemplo, asesoría al industrial y facilidades económicas al campesino.
- d- El industrial es industrial y el campesino el que cultiva. Con esta definición es necesario hacer de la reforestación una

- actividad productiva y transmitir esto al campesino para desterrar la idea de que todo árbol estorba a su actividad.
- e- Se habla de campañas de divulgación las cuales deben enfocarse muy bien para obtener logros inmediatos, dentro de los cuales se deben promover diversas formas de reforestar para salirse del sistema convencional de plantar en fincas dedicadas exclusivamente al cultivo de árboles. Deben completarse sistemas adaptados al caso de fincas ganaderas o agrícolas donde la reforestación puede verificarse en fajas agrupadas que a la postre benefician al ganado aportándoles sombra, agua, e inclusive alimento. También el plantar árboles a lo largo de las cercas que las embellecerían notablemente, a la vez que se volverían rentables con el paso de los años.

Se podrían anotar una enorme cantidad de formas de llevar a cabo la reforestación del país a corto plazo y con inversiones económicas relativamente bajas y sin olvidarse del manejo del bosque y de la reforestación por medio de regeneración natural; para esto como se dijo anteriormente, se necesita de un cambio radical en la políticas del Estado.

Indiferencia.

En lo que a la población en general se refiere, se nota una indiferencia mayor, que puede atribuirse a la confusión que ha

creado el Estado con tanto sensacionalismo periodístico destacando como culpables del agotamiento de los bosques, la escasez de agua y la falta de alimentos a los dueños de los aserraderos y a los madereros por igual, cuando la realidad es otra. La gente ve en el industrial al criminal que han querido señalar, sin importar la inestabilidad que esto pueda causar en un futuro inmediato. Sin embargo, la población ve esto como un fenómeno más y resulta fácil observar los fines de semanas como las personas ensucian los parques que visitan, se extraen plantas sin importar los daños secundarios que esto crea, ignorando los rótulos preventivos que se colocan precisamente para evitar estas situaciones y conservar de alguna manera las bellezas naturales que aún quedan en algunas partes. Esto es otro indicativo importante de que al pueblo costarricense poco le importa la naturaleza y mucho menos plantar árboles, pues es más fácil y bonito seguir paseando y haciendo derroche de los poco que aún queda.

Conclusiones

- 1- El atraso de muchísimos años en materia forestal (que no vale la pena cuantificar aquí) muestra claramente que el problema de los bosques en estos momentos es irreversible, por lo que a muy corto plazo se agotarán y quedarán de ellos el recuerdo condensado en los parques nacionales y reservas.
- 2- Que los entes gubernamen-

tales encargados de velar por los recursos naturales deben cambiar de actitud para lograr objetivos.

- 3- Que la Dirección General Forestal debe buscar de inmediato alternativas lógicas en conjunto con los sectores involucrados para generar los incentivos necesarios y dar inicio al proceso de reforestación del territorio nacional, trabajando con la realidad actual, dejando a un lado lo pasado. Debe recordarse en estas líneas que trabajando de esta manera se garantiza la estabilidad política, económica y social del país.
4. El sector privado está en la obligación de colaborar con el proceso de reforestación para que esto sea una realidad a mediano plazo.
- 5- La población del país debe tomar conciencia ante el agotamiento de los bosques para conservar de alguna manera lo que hoy subsiste y se colabore en lo que se pueda plantando y cuidando árboles en todas partes, pues debe recordarse que estos no sólo dan madera, sino que brindan sombra, alimento oxígeno y belleza a las ciudades.
- 6- Debe darse un cambio en el aspecto cultural para apreciar lo que Dios nos ha dado sin ningún costo agregado que se consume de la manera más fácil. Sin embargo, se debe tomar conciencia de ello y como alguien dijo: "se debe devolver algo a la naturaleza...".

QUE NO SE TE META EL AGUA!

¿A DONDE VAS COLEGA?

A TERMINAR DE INSTALAR LOS CIELORRASOS DE MI CASA NUEVA.

PERO VIEJO... QUE NO SE TE META EL AGUA AL ESCOGER LAS LAMINAS PARA LOS CIELORRASOS

¡COMO SE ME VA A METER EL AGUA, SI YO SE QUE LOS NIÑOS Y LA SEGURIDAD DE MI FAMILIA SON LO PRIMERO...!

Y PARA LAS PAREDES! FIJATE QUE SEAN LAMINAS DE CEMENTO INTERNIT Y FIBROLIT

RECORDA QUE LAS LAMINAS DE CEMENTO INTERNIT Y FIBROLIT SON TAN VERSATILES Y TRABAJABLES COMO LA MADERA, PERO DURADERAS Y RESISTENTES COMO EL CEMENTO

SIN DUDA ALGUNA, SON RESISTENTES A LAS GOTERAS, A LA HUMEDAD, AL FUEGO Y AL COMEJEN.

¡NOS DAN UNA LLUVIA DE VENTAJAS!



FIBROLIT 100

¡NINGÚN MATERIAL PARA CONSTRUCCIÓN SE LE PARECE... NI HACE MÁS!!!

PARA PAREDES INTERNAS Y CIELOS RASOS

GYPSUM

ES PERFECCION

El único material con excelencia en su acabado, logrando mejor presentación y menor peso que el concreto.

- Láminas en todos los tamaños.
- Los precios más bajos del mercado.
- Descuentos por cantidad.
- Asesoramiento e instalación.

HAGA SUS PEDIDOS A

GYPSUM DE COSTA RICA S.A.

31-2585, 33-1022

EDISON S.A.



edison s.a. iluminación

FABRICANTES DE:
LUMINARIAS FLUORESCENTES
INDUSTRIALES Y COMERCIALES

ADMINISTRACION:

39-0336

VENTAS:

39-0330

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



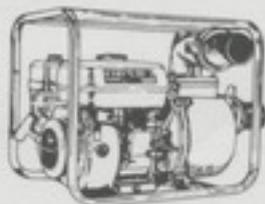
TODO EN ESTEROFON

Distribuidor
Comercial
Técnica S.A.

Apdo. 5113
1000 San José
Tel.: 22-7011
LA URUCA

EQUIPO DE CONSTRUCCION

BOMBAS Y GENERADORES **HONDA**
Power Products



RODILLOS VIBRATORIOS **BOMAG**

MEZCLADORAS **CONMOR**

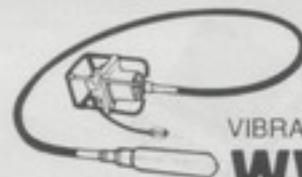


☎ 33-23-33

Final
Avenida 2,
Barrio
La California
San José.

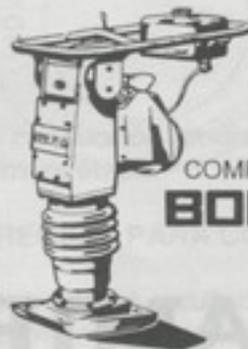


EQUIPO DE CONSTRUCCION



VIBRADORES **WYCO**

COMPACTADORES **BOMAG**



MEZCLADORAS **Lescha**



☎ 33-23-33

Final
Avenida 2,
Barrio
La California
San José.



iesa

Los Materiales Eléctricos

un paso más
allá de sus
necesidades

Porque somos
profesionales

CONDUCEN
SYLVANIA
B-TICINO
CUTLER HAMMER
DURMAN ESQUIVEL

PASS & SEYMOUR
Tomacorrientes, apagadores,
Dimmers, tipo americano.
ALTA TENSION
Aisladores, cables
conectores preformados,
mufas, transformadores.

EMT
Tubería y accesorios de
tornillo y de presión.
BIEX
Tubería y accesorios Bx
y liquid tight.
ACCESORIOS
Conector barril Cu-Cu y Cu-Al;
tomacorrientes para pisos;
ductos, fusibles.



SEÑALAMIENTO VIAL DE LAS ROTONDAS EN COSTA RICA

Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, M.Sc.

1. ANTECEDENTES

En términos de Ingeniería de Tránsito, una rotonda es un tipo de intersección a nivel en la cual el tránsito que llega por todos los accesos converge en una calle de un solo sentido. Esta calle corre continua alrededor de una isla central de forma generalmente circular u ovalada. En Costa Rica, la rotación se realiza en sentido contrario a las manecillas del reloj y la prioridad de paso la tienen los vehículos que ya circulan dentro de la rotonda (denominada "offside priority" en los países de habla inglesa).

Con base en la definición, es claro que no toda calle alrededor de una plazoleta es una rotonda. Mucho antes del advenimiento del automóvil, las plazas y plazoletas en las que se colocaban monumentos, fuentes u otro mobiliario arquitectónico, estuvieron en voga en Europa y luego fueron copiadas en América. El tránsito alrededor de estas islas viajaba en todas direcciones hasta que el movimiento giratorio fue propuesto para el tránsito de carretas y carruajes tirados por caballos.

Así nació la rotonda a principios de este siglo, propuesta en forma independiente, por William Eno en Estados Unidos y Eugène Hérnard en Francia (1). Es así como

se construyen las primeras rotondas en Nueva York 1905, París en 1907 e Inglaterra en 1910 (2).

Después de la Segunda Guerra Mundial, la congestión en las rotondas comenzó a generalizarse en todos los países, por lo que comenzaron a ser sustituidas por intersecciones controladas por semáforos. Alemania e Inglaterra fueron los únicos países que continuaron usándolas y donde se realizó investigación seria que permitió mejorarlas.

En Costa Rica se introdujeron las rotondas en 1978, con la construcción del bulevar Circunvalación. Los estudios de investigación de su funcionamiento se iniciaron en 1987, a través de una serie de tesis dirigidas por el autor como parte del Programa de Investigación del Departamento de Ingeniería del Transporte, de la Escuela de Ingeniería Civil de la U.C.R..

El autor propuso la hipótesis de que las rotondas funcionan como si estuvieran compuestas por varias intersecciones en T. En 1987, Flores y Picado (3) evaluaron preliminarmente esta hipótesis y concluyeron que las rotondas no funcionan por entrecruzamiento.

En 1988, Durán (4) profundiza en el análisis de la hipótesis, logra comprobar sus validez y establece un marco teórico para continuar la investigación(**). En ese mismo año, Bolaños (5), Cháves (6) y Salamanca (7) profundizan la investigación y refinan el método para estimar la capacidad, demoras y niveles de servicio. Finalmente, en 1989, Elizondo (8) realiza un estudio comparativo con otros métodos y propone algunos ajustes al método.

Como producto principal de estas investigaciones, se desarrolló el método ya mencionado, que es una herramienta útil para planificar, diseñar y operar las rotondas, y por ende, permite determinar técnicamente cuando es conveniente usar este tipo de intersección. La versión final del método será presentado en el Tercer Congreso Nacional de Ingeniería del Transporte, a celebrarse este año (9).

Otras aplicaciones de la investigación fueron el determinar la manera correcta de conducir en una rotonda (10); definición del señalamiento vial adecuado y criterios para el diseño; y la propuesta de dispositivos de control para aumentar la vida útil de las rotondas existentes (4). El MOPT ya ha puesto en práctica varias de ellas.

Este artículo presenta en detalle dos de estas aplicaciones que tienen una relación muy cercana: las reglas para conducir en una rotonda como base para determinar el señalamiento vial de este tipo de intersección.

Cabe mencionar que aunque los aspectos básicos del señalamiento se fundamentan en el modelo de funcionamiento propuesto por el autor (4), la puesta en práctica involucró el criterio y experiencia de varios profesionales de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito y del Departamento de Diseño de Vías del MOPT.

Actualmente solo la rotonda Zapote (Circunvalación-Radial Estado de Israel) cuenta con el sistema completo del señalamiento que aquí se presenta. El señalamiento de las restantes nueve rotondas se está ejecutando por etapas y de acuerdo a las posibilidades financieras del Consejo de Seguridad Vial. Se inició la ejecución con los dispositivos que más influyen en la manera correcta de conducir y una campaña publicitaria sobre las reglas

de conducción tendrá lugar una vez que complete esa primera etapa.

2. REGLAS PARA CONDUCIR EN UNA ROTONDA

Dentro de los resultados de la investigación mencionada y como marco teórico indispensable para determinar el señalamiento apropiado de nuestras rotondas, se definió la manera correcta de conducir en una rotonda.

Con el fin de disminuir la alta incidencia de colisiones laterales que se da dentro de las rotondas, así como para mejorar el funcionamiento y aprovechar al máximo la capacidad de las rotondas, los conductores deben seguir las siguientes reglas:

a) Los vehículos que ya se encuentran dentro de la rotonda tienen la prioridad de paso, por lo tanto no deben detenerse dentro de la rotonda. La velocidad máxima de circulación es de 30 Kph.

b) Los conductores en las vías de acceso deben ceder el paso. Esto significa que al aproximarse a la rotonda tienen que disminuir la velocidad y estar atentos a detenerse por completo si es necesario. Deberán ingresar solo si la separación entre vehículos dentro de la rotonda es suficiente para realizar una maniobra de entrada segura.

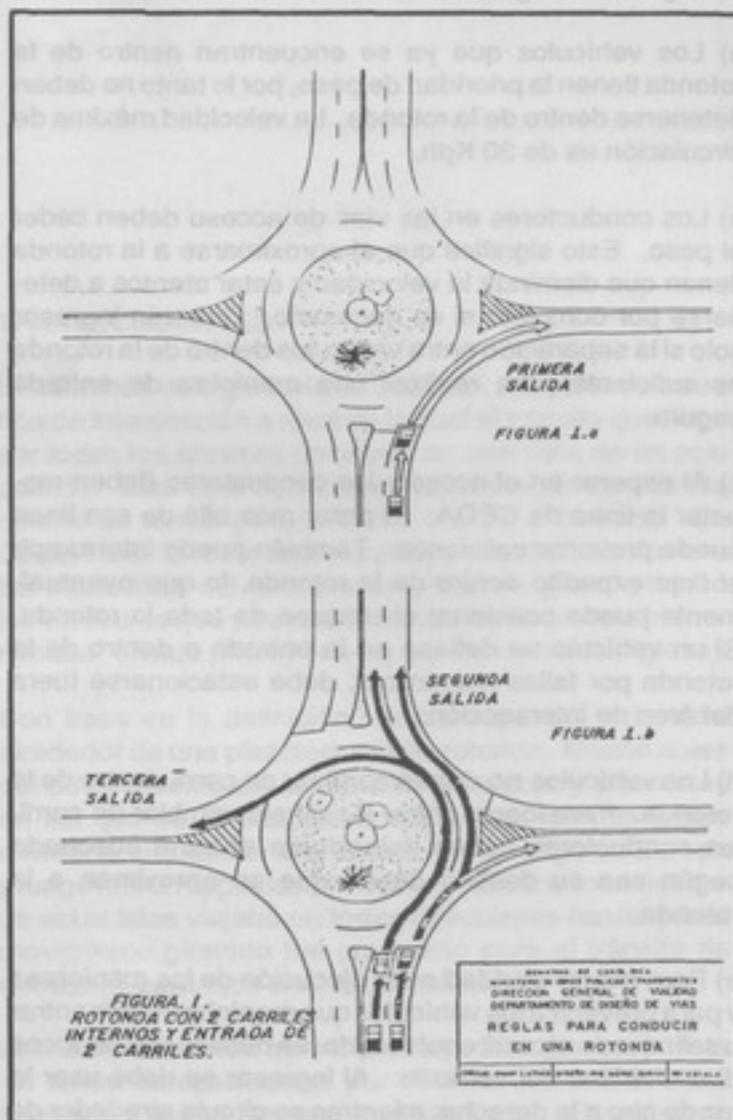
c) Al esperar en el acceso, los conductores deben respetar la línea de CEDA. El parar más allá de esa línea puede provocar colisiones. También puede interrumpir el flujo expedito dentro de la rotonda, lo que eventualmente puede ocasionar el bloqueo de toda la rotonda. Si un vehículo se detiene en la entrada o dentro de la rotonda por fallas mecánicas, debe estacionarse fuera del área de intersección.

d) Los vehículos no deben cambiar de carril dentro de la rotonda. Para lograr entrar y salir sin cambiar de carril, los conductores deben seleccionar el carril adecuado según sea su destino desde que se aproximan a la rotonda.

e) Para mayor claridad en la ejecución de las maniobras y para prevenir a los vehículos que maniobran para entrar o salir desde el carril equivocado, se deben usar las luces direccionales del vehículo. Al ingresar se debe usar la luz de giro a la derecha; mientras se circule alrededor de

la plazoleta sin cambiar de carril se debe mantener la luz de giro a la izquierda; y cuando se va a salir se debe accionar de nuevo la luz de giro a la derecha.

Lo típico es que un vehículo cuyo destino es la primera salida, en el acceso se ubicará en el carril derecho y ya dentro de la rotonda transitará solo por el carril externo (el más alejado de la plazoleta) hasta salir por el carril derecho (ver Figura 1.a). Los que quieren salir por la segunda salida, esto es continuando por la carretera que venían, pueden ubicarse en cualquiera de los dos carriles de acceso y ya dentro de la rotonda deben usar el carril interno si provienen del carril izquierdo y el carril externo si provienen del carril derecho (ver Figura 1.b). Los conductores deben mantener la continuidad de su



trayectoria desde la entrada hasta la salida. Los vehículos cuyo destino es por la tercera salida, en el acceso deben ubicarse en el carril izquierdo y una vez dentro de la rotonda tienen que usar solo el carril interno. Si el acceso de salida tiene varios carriles, deben usar el carril izquierdo de modo que se mantenga la continuidad de su trayectoria (ver Figura 1.b).

Las ubicaciones pueden variar de acuerdo con el número de carriles en el acceso, dentro de la rotonda y en la salida.

La descripción anterior corresponde a una rotonda con accesos de dos carriles, vía circulatoria de dos carriles y salida de dos carriles. En el Anexo se muestran los diagramas que ilustran los otros casos típicos para Costa Rica: rotonda con dos y tres carriles internos y entrada de uno, dos y tres carriles. En la Figura 2 se ilustran los errores más frecuentes y que son la principal causa de accidentes en nuestras rotondas.

Con el fin de facilitar la orientación de los conductores en la selección del carril apropiado según su destino, así como para lograr la continuidad de la trayectoria de los vehículos, se diseñó un nuevo señalamiento horizontal-vertical para las rotondas de Costa Rica. Este sistema de señalamiento pretende orientar aún a conductores inexpertos o extranjeros, que no saben como manejar en una rotonda. Este sistema es el que se describe en la siguiente sección.

3. DISPOSITIVOS DE CONTROL PROPUESTOS.

En primer término es necesario aclarar que los dispositivos de control de tránsito son todas las señales, demarcaciones, semáforos y dispositivos colocados en, sobre o al lado de las carreteras, por la autoridad pública con jurisdicción para regular, prevenir e informar al tránsito. En nuestro caso, esta función recae por ley en la Dirección General de Ingeniería de Tránsito del MOPT.

Aunque el diseño de los dispositivos se fundamenta en la investigación ya descrita, en el criterio de ingenieros del MOPT, también se siguen los lineamientos generales del "Manual on Uniform Traffic Control Devices" - MUTCD - (11) de la Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos. Aunque Costa Rica es signatario del Acuerdo Centroamericano sobre Circulación por Carretera, el mismo no incluye ninguna recomendación

para el señalamiento de las rotondas, ni para el diseño de dispositivos, de ahí que se tomara como referencia el manual estadounidense. Para el diseño también se tomó como referencia un manual de la Asociación Nacional de Autoridades Estatales de Caminos de Australia (12), que es el único manual disponible con normativa específica para el señalamiento de rotondas.

Antes de entrar a la discusión detallada de cada dispositivo, se presentarán los conceptos más importantes para el diseño de señalamiento vial y que fueron tomados del MUTCD (11).

3.1 CONCEPTOS DE DISEÑO

El objetivo de los dispositivos de control es garantizar la seguridad del tránsito. A través de dispositivos de regulación, prevención e información se puede dirigir y ayudar a los conductores en las tareas de operación del vehículo y navegación, de modo que se logre un movimiento ordenado y predecible de todo el tránsito. Alcanzar estos dos objetivos es una meta primordial para el caso de las rotondas. PN7

Para que un dispositivo de control sea efectivo, debe cumplir cinco requisitos:

- 1) Llenar una necesidad.
- 2) Atraer la atención.
- 3) Comunicar un mensaje claro y simple.
- 4) Provocar el respeto de los usuarios.
- 5) Permitir tiempo suficiente para la respuesta adecuada.

A continuación se describen brevemente varios aspectos que se emplean para asegurar que se cumplan los requisitos anteriores:

a) El diseño del dispositivo debe asegurar que características como el tamaño, contraste, colores, forma, composición gráfica e iluminación o reflectividad, garanticen la atención del usuario. La forma, tamaño, colores y simplicidad del mensaje deben combinarse para producir un mensaje claro. La legibilidad y tamaño se combinan con la ubicación para permitir un tiempo de respuesta adecuado. La uniformidad, tamaño, legibilidad y razona-

bilidad de la regulación se combinan para provocar el respeto de los usuarios.

b) La ubicación es fundamental para garantizar que el dispositivo esté dentro del cono de visión del conductor para atraer la atención. El dispositivo debe ubicarse con respecto al punto, objeto o situación a la cual se aplica la ayuda, para comunicar el significado correcto. La ubicación combinada con la legibilidad debe ser tal que un conductor viajando a velocidad normal tenga suficiente tiempo para tomar la decisión correcta.

c) La uniformidad de los dispositivos simplifica la tarea del conductor porque le ayuda a reconocer y entender automáticamente.

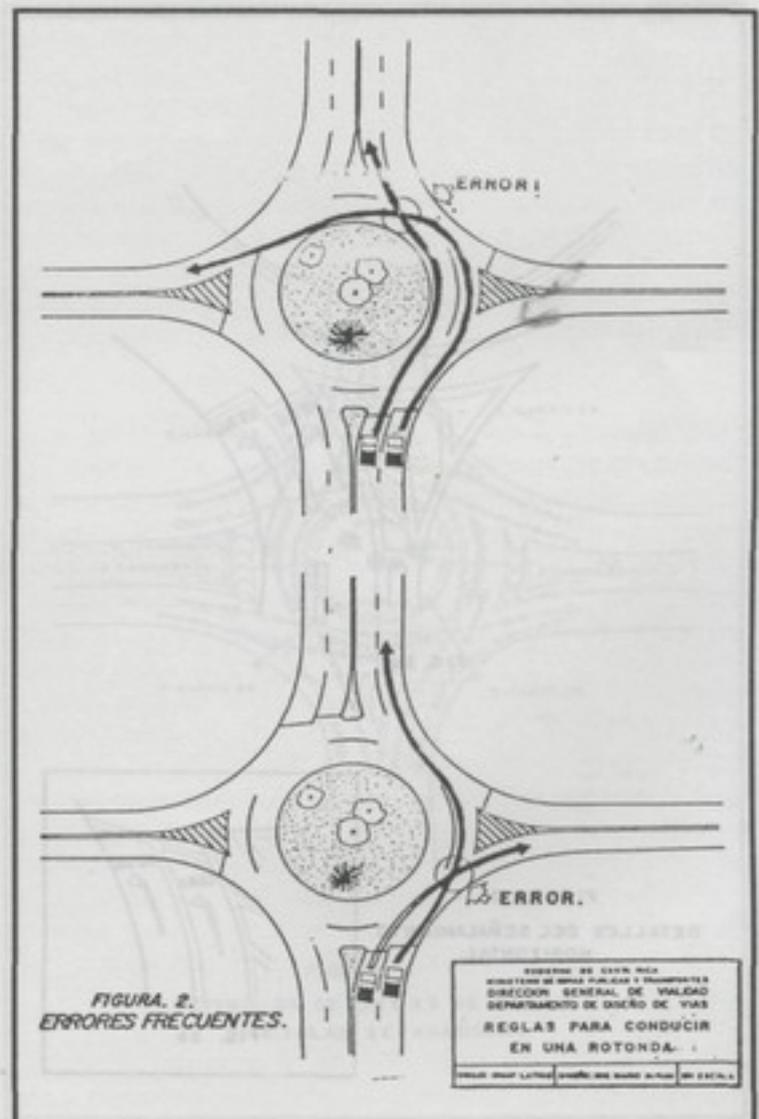
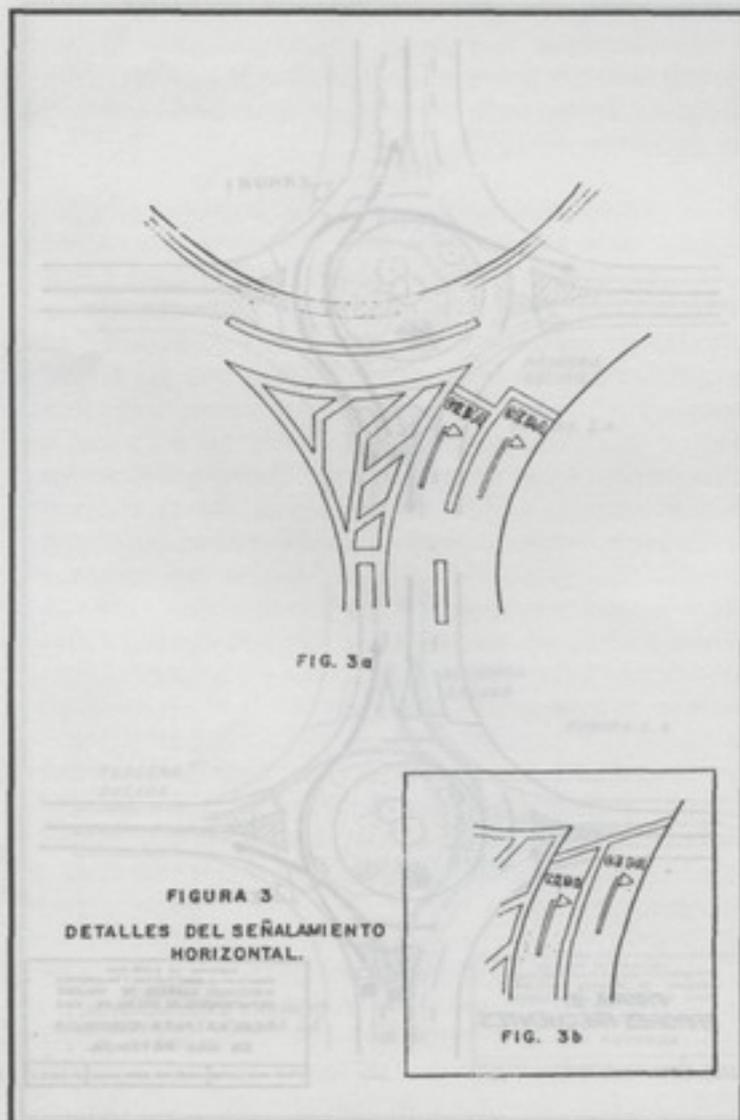


FIGURA. 2. ERRORES FRECUENTES.

De este modo si hay uniformidad y consistencia se puede esperar que los conductores respondan adecuadamente al dispositivo, basados en su exposición previa a dispositivos o situaciones similares.

Aunque uniformidad significa tratar situaciones similares de la misma forma, debe tenerse en cuenta que el uso de dispositivos uniformes no garantizan uniformidad por sí misma. Una señal estándar colocada donde no es adecuada es tan cuestionable como una señal no estándar. De hecho, puede ser peor, porque el mal uso puede resultar en irrespeto en aquellos lugares donde la señal sí se justifica. Este defecto es frecuente en Costa Rica y por ello se le puso especial atención en el diseño de los dispositivos para las rotondas.



Para concluir la revisión de estos conceptos básicos, es importante mencionar que la decisión de usar un dispositivo particular, en una ubicación particular, debe basarse en un estudio del sitio. Por ello, debe quedar claro que ningún manual puede sustituir el juicio de ingenieros calificados. También hay que destacar que los dispositivos de regulación requieren de sustento legal para poder ser usados.

3.2 MARCAS EN EL PAVIMENTO

Las marcas en el pavimento o señalamiento horizontal consisten en líneas, mensajes, o símbolos de color blanco o amarillo, que se colocan sobre el pavimento, usualmente con pintura. También se usa cinta especial o pintura termoplástica. Debido a la desaceleración y aceleración, así como a los repetidos cambios de velocidad que tienen lugar en las rotondas, se recomienda el uso de los dos últimos materiales por su mayor durabilidad.

A continuación se describe cada uno de los dispositivos horizontales que se recomiendan para las rotondas de Costa Rica:

a) Alrededor de la isla central debe demarcarse un línea continua de 10 cm de ancho de color amarillo (ver figura 3.a). Corresponde ese color por tratarse del borde izquierdo de una calle de una vía (Sección 3A-7, MUTCD). Esta línea cumple la función de prevenir a los conductores del final de la calzada de la calle giratoria y de la presencia del cordón de la isla central.

Para regular la prioridad de paso, en los accesos debe demarcarse una línea de ceda, de color blanco (Sección 3A-8, MUTCD), que por tratarse de una línea de parada debe tener 30 cm de ancho. En lugar de ubicar una sola línea perpendicular a las líneas longitudinales de los carriles de acceso (como se acostumbraba desde 1980), se recomienda demarcar las líneas con una pequeña inclinación respecto a la perpendicular, con el fin de permitir que los vehículos a la derecha queden ligeramente adelantados con respecto a los de la izquierda, de modo que todos los vehículos en la línea de espera tenga visibilidad completa de los vehículos que ya circulan en la calle giratoria.

Para lograr este objetivo se propusieron dos opciones: una línea transversal inclinada continua, aproximadamente paralela a la calle giratoria (ver Figura 3.b), que

cubra todos los carriles de acceso, o bien, una línea transversal escalonada, que sea continua solo sobre un carril (ver Figura 3.a). La primera opción es igual a la que se usa en Inglaterra y Australia (12), excepto que en esos países la línea es intermitente o punteada. En la rotonda Zapote se demarcaron dos accesos con cada tipo de línea de pare. A través de la observación del comportamiento de los conductores se concluyó que las dos opciones son respetadas por la mayoría de los conductores, mientras que las líneas continuas perpendiculares eran totalmente irrespetadas. La principal ventaja observada para la línea de parada escalonada, es que la carrocería del vehículo queda completamente detrás de esa línea, mientras que en el otro caso no. Por las consecuencias legales que tiene un dispositivo de regulación como este, se recomienda usar la línea de "ceda" escalonada y así se demarcaron los accesos de las otras rotondas.

Además de la línea de parada, se debe demarcar la palabra "CEDA" con letras blancas de tamaño y separación estándar. Esto, para reforzar la señal regulatoria vertical de "CEDA" que acompaña este señalamiento y para que funcione como respaldo en caso de que se "pierda" la señal vertical. También se recomienda demarcar flechas estándar de giro a la derecha para reforzar el sentido de rotación dentro de la rotonda (ver Figura 3.a). El PN10 señalamiento australiano (12) no incluye ninguna de estas demarcaciones complementarias.

Para completar la demarcación del acceso, si el mismo tiene dos o más carriles, la línea de centro intermitente que divide los carriles debe convertirse en una línea continua, por lo menos 15 m antes de la línea de parada, manteniendo el color blanco (ver Figura 3.a) La función de esta línea continua es la de indicar a los conductores de que ya no pueden cambiar de carril.

c) Entre los carriles de entrada y salida de cada vía que llega a la rotonda, debe proveerse una isla separadora que sirva de guía para los conductores, que funcione como refugio para los peatones y que evite que conductores agresivos tomen atajos peligrosos para colocarse en posición de servicio.

En el caso particular de Costa Rica cumplen una función adicional. Originalmente muchas de las rotondas se diseñaron y contruyeron con tres carriles giratorios, pero con accesos de solo dos carriles. Con base en observa-

ción del funcionamiento durante la toma de datos en el proceso de investigación; marcas de desuso provocadas por el polvo, piedrilla y basura; irrespeto de la línea de parada del "CEDA" (los conductores se detenían más adelante de la línea demarcada y concidiendo con el alineamiento de las marcas de polvo); y de acuerdo con las reglas de conducción; se llegó a la conclusión de habilitar solo dos carriles entre la salida y la entrada de cada vía que llega a la rotonda, y mantener los tres carriles solo entre la entrada y la salida de vías adyacentes.

Para lograr esto se decidió aprovechar las islas separadoras, tal y como se ilustra en la Figura 4. La demarcación en esta forma permite obtener un señalamiento que

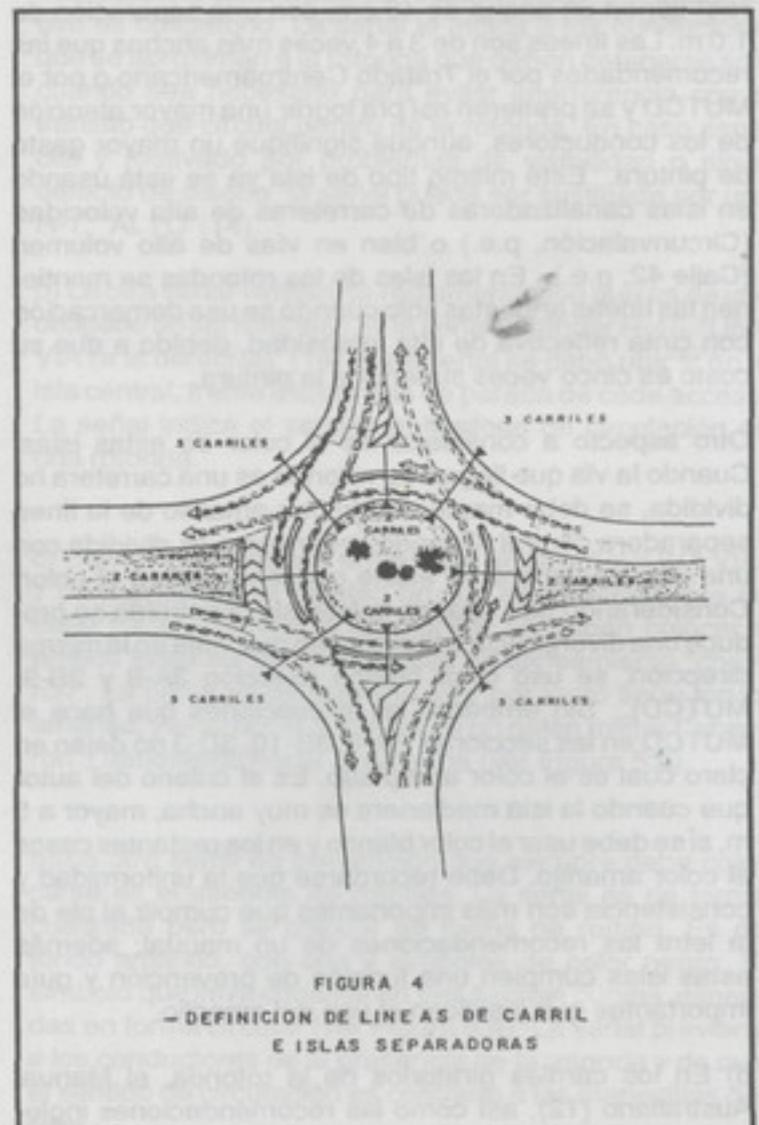


FIGURA 4
- DEFINICIÓN DE LINEAS DE CARRIL
E ISLAS SEPARADORAS

incentiva el respeto de los conductores porque permite la ubicación de la línea de parada en el lugar adecuado; inhabilita un carril que puede generar maniobras indeseables para la seguridad vial; y además permite una maniobra más libre a los conductores que solo van a realizar un giro a la derecha dentro de la rotonda, pues el tercer carril es exclusivo para ellos y enfrentan un menor volumen opuesto. Aunque el defecto mencionado se está corrigiendo con la demarcación de la isla separadora, para el diseño de futuras rotondas ya se tomó en consideración este aspecto.

En cuanto al patrón de líneas que llevan estas islas, se decidió adoptar el estándar europeo, que de acuerdo con un manual español (13), las líneas quebradas tipo "chevron" tienen un ancho de 40 cm, con una separación de 1.0 m. Las líneas son de 3 a 4 veces más anchas que las recomendadas por el Tratado Centroamericano o por el MUTCD y se prefieren así para lograr una mayor atención de los conductores, aunque signifique un mayor gasto de pintura. Este mismo tipo de isla ya se está usando en islas canalizadoras de carreteras de alta velocidad (Circunvalación, p.e.) o bien en vías de alto volumen (Calle 42, p.e.). En las islas de las rotondas se mantienen las líneas angostas solo cuando se usa demarcación con cinta reflectiva de alta intensidad, debido a que su costo es cinco veces superior a la pintura.

Otro aspecto a considerar es el color de estas islas. Cuando la vía que llega a la rotonda es una carretera no dividida, se debe mantener el color amarillo de la línea separadora central. Cuando la carretera es dividida con una isla medianera no existe consenso sobre el color. Considerando que cuando existe isla construida se produce una divergencia entre tránsito que viaja en la misma dirección, se usó color blanco (Sección 3A-8 y 3B-9, MUTCD). Sin embargo las excepciones que hace el MUTCD en las secciones 3A-8, 3B-10, 3D-3 no dejan en claro cual es el color apropiado. Es el criterio del autor que cuando la isla medianera es muy ancha, mayor a 5 m, sí se debe usar el color blanco y en los restantes casos el color amarillo. Debe recordarse que la uniformidad y consistencia son más importantes que cumplir al pie de la letra las recomendaciones de un manual; además estas islas cumplen una función de prevención y guía importantes que justifican el uso del amarillo.

d) En los carriles giratorios de la rotonda, el Manual Australiano (12), así como las recomendaciones ingle-

sas, establecen que no deben demarcarse líneas separadoras de carril porque pueden confundir, en lugar de ayudar a los conductores. Para el caso de Costa Rica se recomienda demarcarlos aunque no deben ser de tipo ordinario intermitente, sino con las características que se describen más adelante. Esta recomendación fundamenta en los siguientes criterios:

i) Varios trabajos de estudiantes de ingeniería civil de U.C.R., han demostrado el alto grado de desobediencia del conductor costarricense hacia los dispositivos de control. Es por ello que cualquier observador puede confirmar el desorden en la circulación que se produce en Costa Rica cuando los carriles no están demarcados. Por este motivo no parece apropiado seguir la recomendación británica de no demarcar los carriles alrededor de la isla central.

ii) De la literatura inglesa, sueca y australiana que se revisó, no se encontró una definición clara de si aún con "CEDA" a la entrada, se permite entrecruzamiento dentro de la rotonda. Para el caso de Costa Rica se considera que el tránsito es más fluido y se evitan accidentes si en la calle giratoria los conductores no cambian de carril excepto en la maniobra de entrada y salida. De ahí que sea necesario demarcar líneas separadoras de carril continuas, no intermitentes, que indiquen que no se permite cambiar de carril.

iii) El uso de líneas continuas de separación de carril permite establecer las responsabilidades legales, en caso de colisiones debidas a cambios de carril mientras se gira alrededor de la plazaleta central. Este aspecto es muy ventajoso porque la circulación en rotondas no está regulada explícitamente, ni en la Ley de Tránsito, ni en el Tratado Centroamericano. Con la demarcación de este tipo de línea separadora de carriles y los dispositivos de "CEDA" y "UNA VIA" en la entrada, se fijan todas las reglas legales de operación en una rotonda. El uso de luces direccionales, que se recomienda dentro de las reglas de conducción, complementa estas regulaciones porque le permite a un conductor que realiza una maniobra errada, advertir a sus vecinos del error y con un poco de cortesía la situación puede resolverse sin incidentes.

De este modo, se debe demarcar la separación de carriles de la vía giratoria. Se deben usar líneas blancas de 10 cm de ancho y para mayor durabilidad, se recomienda usar cinta reflectiva o pintura termoplástica. La

líneas deben ser continuas para indicar que no se permite cambiar de carril y solo se interrumpirán frente a las entradas y salidas (ver Figura 4). Los puntos de inicio y final de las líneas continuas estarán definidos por las trayectorias de los vehículos que ingresan y salen de la rotonda.

e) Para facilitar la ubicación correcta del carril de entrada al carril giratorio que corresponda, así como para salir por el carril correcto, se recomienda el uso de líneas punteadas de color blanco. Este señalamiento consiste de un grupo de 3 a 5 líneas cortas de 10 cm de ancho por 30 de largo, con separación de 30 cm entre ellas. Las líneas punteadas se alinearán con la trayectoria del vehículo en la zona en que la línea separadora de carriles se interrumpen.

f) Para mejorar la seguridad vial durante la operación nocturna, si la intersección no está iluminada, se deben usar captaluces (conocidos como "ojos de gato"). Aunque la separación mínima de estos dispositivos usualmente oscila entre 5m y 7m, en las rotondas deben usarse en intervalos menores. Se deben colocar captaluces en la línea de borde de la isla central, borde de las islas separadas, líneas separadas de carril en la entrada y salida, y líneas de carriles giratorios; del mismo color que la línea respectiva.

3.3 SEÑALAMIENTO VERTICAL

Los dispositivos verticales que se deben instalar en una rotonda consisten exclusivamente en señales de reglamentación, preventivas e informativas que se colocan al lado de las vías de acceso, en la isla central, o en las islas separadoras (si cuentan con cordón). Como se explica más adelante, hay un tipo de señal informativa que es más efectiva si se coloca sobre los carriles (conocidas como "overhead"), pero el alto costo de la estructura de soporte limita su uso.

A diferencia de las marcas de pavimento, en este caso solo las señales de reglamentación y de prevención son de uso obligatorio. El uso de todas las señales de información, aunque deseable, puede reducirse dependiendo de presupuesto disponible, existencia de sitios adecuados para ubicarlas, magnitud del volumen que accesa la rotonda y magnitud de la velocidad de operación en los accesos. Para lograr una mayor efectividad del señalamiento vertical, se recomienda el uso de ma-

terial de alta intensidad y para el caso de señales informativas se recomienda el uso del color verde para los fondos, con ribetes, letras y símbolos blancos, en lugar del fondo blanco y mensaje negro que recomienda el Tratado Centroamericano.

A continuación se describen las señales verticales que se deben usar en Costa Rica y que se ilustran en la Figura 5.

a) Para regular la prioridad de paso de las rotondas se debe colocar al lado derecho de cada vía de acceso una señal R-2, "CEDA EL PASO" (14). El tamaño, color y forma son los mismos que se usan en cualquier otra intersección. Esta señal es reglamentaria, por lo que su uso es obligatorio. La señal le indica a los conductores que se aproximan a la rotonda que deben detenerse solo cuando sea necesario para evitar interferencia con el tránsito que circula dentro de la rotonda. En caso especial y motivado por problemas de visibilidad o algún defecto de diseño, la señal puede ser sustituida por una R-1, "ALTO"(14).

b) La otra señal vertical de reglamentación que es de uso obligado en las rotondas es la señal estándar R-46, "UNA VIA (a la derecha)" (14). Esta señal se debe ubicar en la isla central, frente a las líneas de parada de cada acceso. La señal indica el sentido obligatorio de circulación en una rotonda.

c) Con el fin de reforzar el mensaje de la señal "UNA VIA" y para enfatizar el cambio brusco de dirección que se debe hacer al entrar a la rotonda, se deben colocar a ambos lados de la R-46 señales de alineamiento "chevron". La señal es de prevención y por tanto tiene fondo amarillo, y el símbolo que lleva es un galón militar ("chevron") apuntando hacia la derecha (ver Figura 5.a).

d) La otra señal de prevención que siempre debe colocarse es el símbolo de rotonda. La señal es de forma cuadrada pero se colocar en forma de rombo. Es de fondo amarillo, con orla y símbolos de color negro. El símbolo que lleva consiste en tres flechas curvas, alineadas en forma circular (ver Figura 5.a). La señal previene a los conductores de la presencia de la rotonda y de que el sentido de circulación es contrario a las manecillas del reloj.

La señal no está incluida en el Tratado Centroamericano ni en el MUTCD. En el manual australiano (12) hay una similar, pero en ese país se usa de forma triangular y se usa para indicar el "CEDA".

e) Como parte de un sistema informativo y de orientación, cuyo objetivo es ayudar a los conductores a entrar, circular y salir de la rotonda por los carriles apropiados y así evitar maniobras de entrecruzamiento, se recomienda colocar una serie de tres señales para cada vía que llega a la rotonda. Como se indicó antes, estas señales se usarán con fondo verde y mensajes blancos. Las tres señales se describen a continuación:

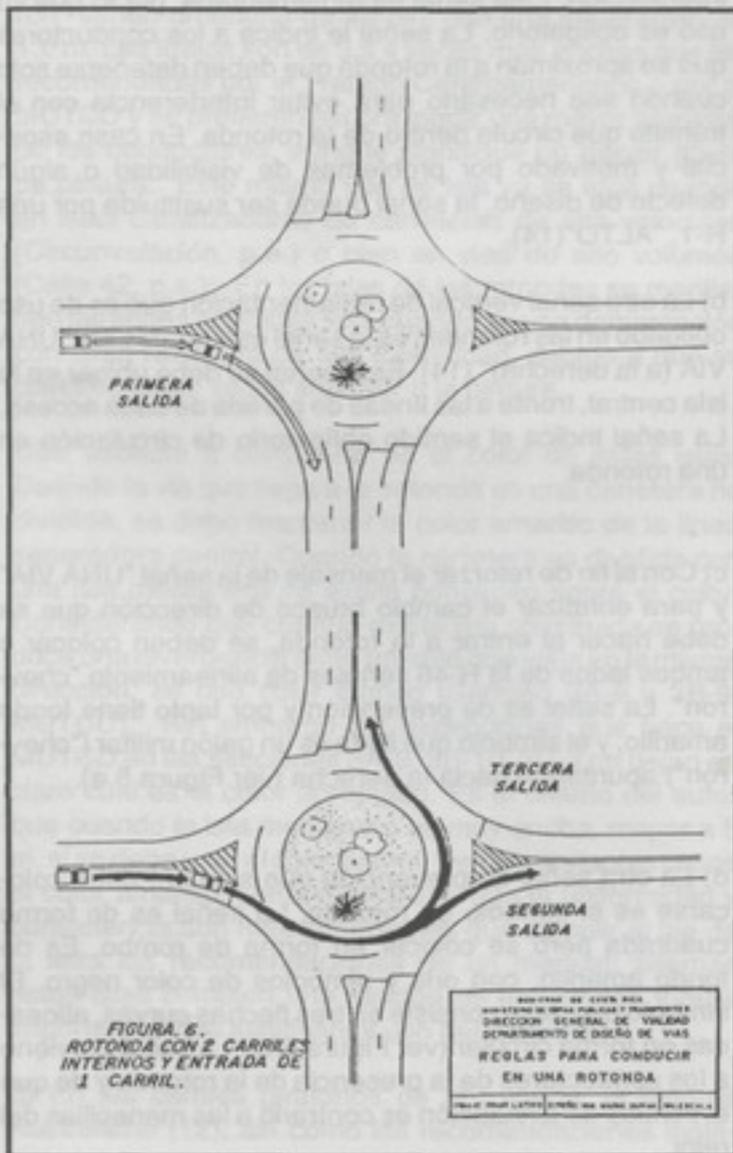


FIGURA 6. ROTONDA CON 2 CARRILES INTERNOS Y ENTRADA DE 1 CARRIL.

i) Señal de orientación general: esta señal tiene un tamaño de 2.74 m x 2.74 m y consiste de un dibujo esquemático de la rotonda, en el cual se enfatizan los posibles destinos desde el acceso en el cual está ubicada la señal (ver Figura 5.a). El diseño gráfico de la señal es tomado del Manual Australiano (12), aunque es necesario aclarar que señales similares se instalaron en 1982 en la rotonda de Hatillo. Se prefiere el diseño australiano porque resalta mejor los destinos, mientras que la señal costarricense mostraba la rotonda con su forma real, con lo cual perdía claridad y dejaba poco espacio para los destinos.

Por su tamaño, esta señal resulta difícil de instalar en todos los accesos, ya que no siempre hay suficiente espacio para ubicarla en un lugar visible o donde no estorbe a los peatones. Debido a que esta señal es muy útil para los usuarios que no conocen el área, deben agotarse todas las posibilidades antes de desistir su uso.

Sobre el punto de ubicación de la señal de orientación, en zonas rurales debe estar entre 150 y 200 m antes de la rotonda. En zona urbana esto difícilmente es posible debido a la presencia de otras señales, paradas de autobuses e inclusive de otras intersecciones. Por ese motivo, se recomienda ubicarla lo más alejado que sea posible, tomando como límite el valor indicado para zonas rurales.

La rotonda Zapote es la primera en la que se instaló esta señal. En el acceso sur quedó ubicada a poco más de 100 m de distancia. En los otros accesos la señal se colocó dentro de la isla central, frente a cada acceso. Esta ubicación se definió como solución al problema de falta de espacio en dos de los accesos y con el fin de contrastar el efecto con la otra ubicación. Para el autor esta ubicación no es conveniente porque:

1) La orientación de destinos en relación con las otras señales informativas se hace tardíamente, esto es, la ayuda no se brinda en el momento oportuno.

2) En la aproximación final que hacen los conductores hacia la línea de parada, su atención debe estar en la evaluación del tamaño de los intervalos entre vehículos dentro de la rotonda, para decidir si se detiene o continúa. Al colocar la señal en la isla se está distrayendo al conductor no habitual de esa ruta. Nunca es conveniente que el conductor realice dos tareas en forma simultánea.

3) Un aspecto a favor del uso de las rotondas es el embellecimiento que produce el mobiliario arquitectónico que se puede construir en la isla central (con las debidas limitaciones). Por el tamaño de estas señales, entorpecerían la visual a los monumentos y fuentes existentes, o bien, desincentivan la erección de este mobiliario donde no lo haya.

Debe aclararse que para el caso de esta señal y otros dispositivos que se instalaron en la rotonda de Zapote, están sujetos a revisión; se están poniendo a prueba varias opciones, por lo que pasado un período de 6 a 12 meses, se colocarán en las ubicaciones permanentes.

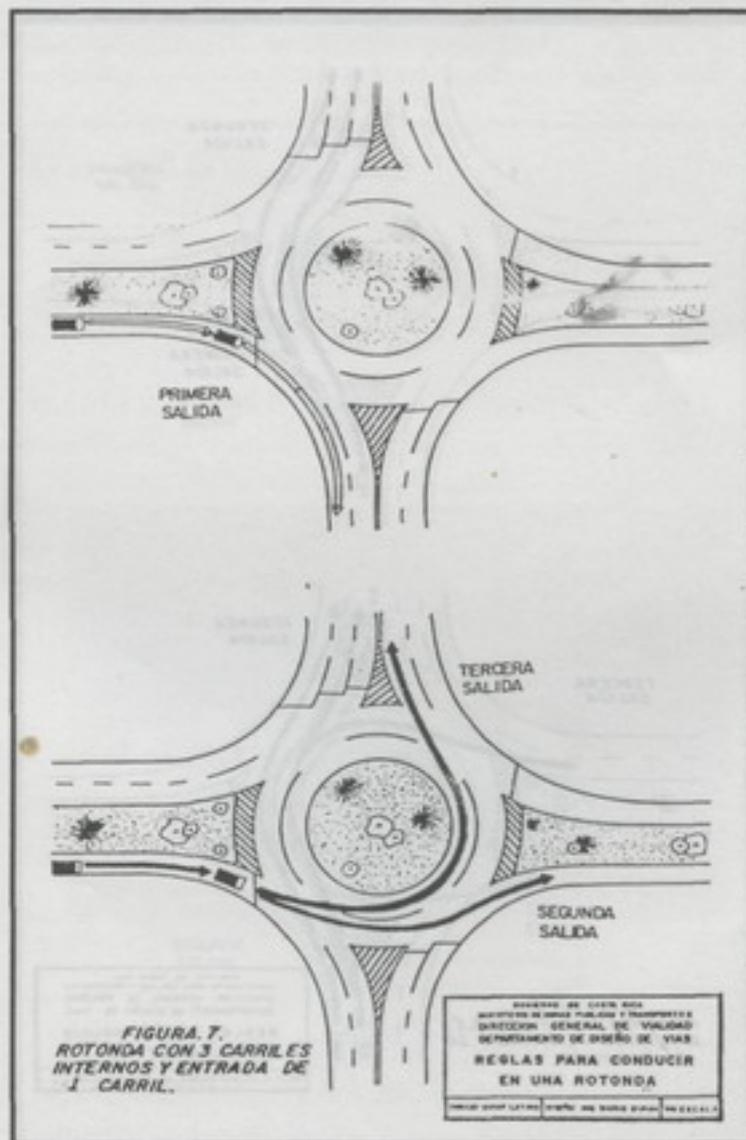
ii) Señales de uso de carril: esta señal tiene la función de informar a los conductores en cual carril deben ubicarse, según sea el destino deseado. Para aquellos conductores no habituales de la ruta, es muy importante que las señales se ubiquen después de la señal de orientación general. La señal tiene un diagrama del acceso respectivo, en el cual se indica con una flecha el carril que se debe usar según el destino. En la parte superior se indican los destinos correspondientes a ese carril y en la parte inferior, dentro de un rectángulo amarillo (para llamar aún más la atención de los conductores), se indica el mensaje "USE CARRIL IZQUIERDO", o "DERECHO", o "CENTRAL", según corresponda (ver Figura 5.a).

Se colocará una señal por cada carril del acceso, a una distancia entre 100 y 150 m de la línea de pare y a no menos de 50 m de la señal de orientación general. La ubicación debe ser tal que brinde tiempo suficiente a los conductores para que cambien de carril si vienen por el carril incorrecto. Si existe isla medianera, las señales se colocarán a cada lado de la calzada. Caso contrario, se colocarán al lado derecho, una detrás de la otra, separadas en por lo menos 50 m. En este caso la señal para el carril izquierdo se coloca de primera.

Originalmente (4) esta señal se concibió para colocarse encima de cada carril, esto es, del tipo "overhead" (ver Figura 5.b). Sin embargo, el alto costo de la estructura que se requiere para sostener los rótulos hace que esta opción sea prohibitiva. En casos en que las señales laterales no se puedan ubicar adecuadamente o si existe una condición de operación que lo amerite, se deben usar señales "overhead". Una posibilidad que hace factible su uso es colgarlas de estructuras existentes, como es el caso del puente peatonal de la rotonda Guadalupe,

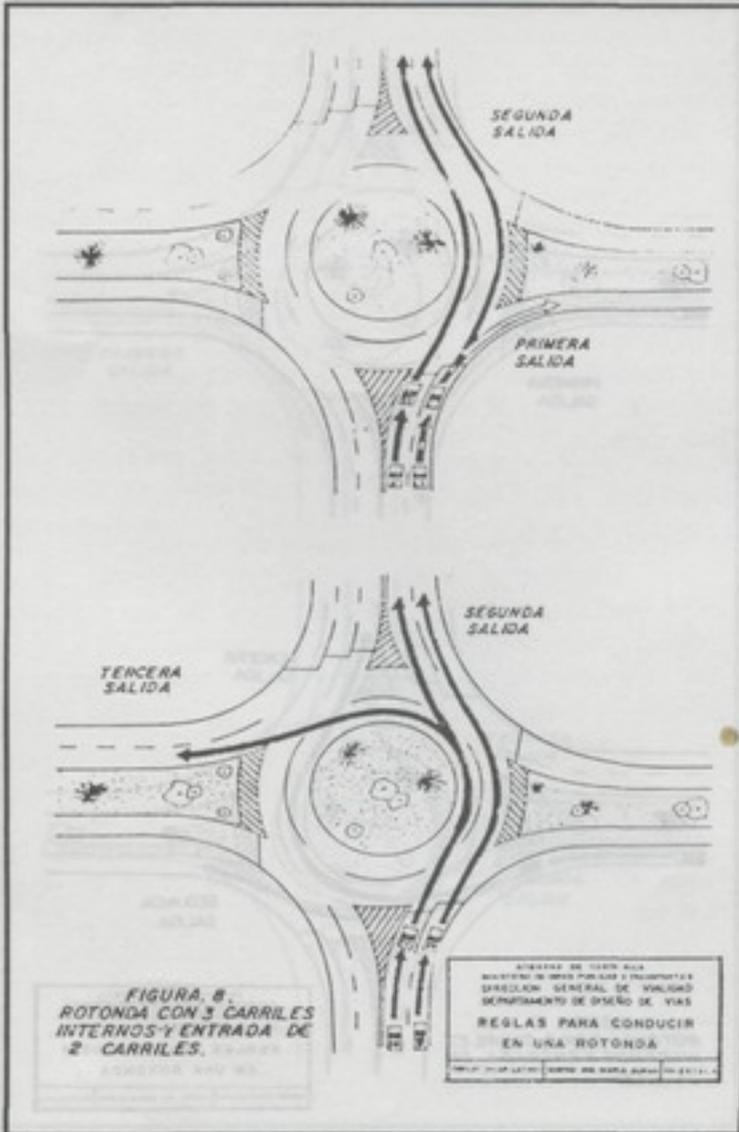
que por su ubicación dentro del acceso, permite esta opción.

Si se usan señales "overhead" el tamaño es el que recomienda MUTCD. Para la opción de señal lateral se recomienda un tamaño de 0.91 m de ancho por 1.47 m de alto en el caso de vías arteriales con mucha fricción lateral. Para autopistas o vías de alta velocidad, se recomienda un tamaño de 1.16 m de ancho por 1.83 m de alto. El uso de una señal de "USE CARRIL" en rotondas no aparece en la literatura revisada y es una señal diseñada en Costa Rica con el fin de orientar a los conductores sobre la manera correcta de conducir en una rotonda. Para llegar al diseño gráfico y mensaje antes señalado, la Dirección de Ingeniería de Tránsito



del MOPT fabricó y puso a prueba varios prototipos de esta señal.

iii) Señales de destino: Estas señales se deben colocar al lado izquierdo de cada una de las salidas de la rotonda. En ellas se debe indicar en un tablero separado cada destino. En la parte superior, se colocará el destino de la salida donde están ubicados, con la flecha horizontal apuntando hacia esa salida. Debajo, y en orden de rotación, se colocarán los demás destinos, con la flecha inclinada hacia arriba, señalando que se debe continuar el movimiento giratorio (vear Figura 5.a). Debe tenerse especial cuidado para garantizar que estas señales no obstruyan la visibilidad de otras maniobras. El tamaño de estas señales es de 46 cm de alto por 2.44 m de



ancho, para cada destino. El manual australiano recomienda algo similar, pero solo utilizan la señal con el destino de cada salida.

COMENTARIO FINAL

Cuando en Costa Rica se introdujo el uso de las rotondas hace poco más de diez años, no se le informó al público sobre la manera correcta de conducir y ha existido confusión entre los ingenieros viales sobre la manera de diseñarlas, señalizarlas, etc.. Como producto de la investigación reseñada en este mismo artículo, se desarrollaron las bases teóricas y aplicaciones que permitieron solventar esas dudas.

En este artículo se presentaron las reglas para conducir correctamente en nuestras rotondas y el sistema de dispositivos de control que se requiere para que la operación sea expedita y más segura. Asimismo, el señalamiento propuesto permite disipar cualquier duda sobre prioridades de paso y maniobras permitidas en una rotonda, con lo cual se pueden sentar las responsabilidades legales en caso de un accidente. Con la implementación del nuevo señalamiento ya se han comenzado a notar las mejoras en el funcionamiento de las rotondas y se espera que una vez que se realice la campaña sobre las reglas de conducción, en radio, televisión y prensa escrita (programada para Marzo de 1990), todos los beneficios mencionados se hagan efectivos.

Finalmente, cabe mencionar que los criterios del MUTCD establecen que cuando se diseña o establece un nuevo señalamiento, el mismo debe ser evaluado tres años después de su puesta en práctica. La Dirección de Ingeniería de Tránsito del MOPT comparte este criterio, y por tanto se hace una instancia a todos los usuarios, y en especial a quienes tuvieron la oportunidad de leer este artículo, para que envíen sus observaciones.

REFERENCIAS

- (1) Todd, Kenneth; *A History of Roundabouts in the United States and France*, en *Transportation Quarterly*, Vol.42, NO.4, Octubre 1988.
- (2) Laurence, C.J.D.; *Roundabouts-Evolution, Revolution and the Future*, en *The Highway Engineer*, Vol.27, NO.5 Mayo 1980.

(3) Flores Zuñiga, Víctor y Jorge Picado Abarca; **Estudio del Funcionamiento de las Rotondas en Costa Rica**, Informe de Proyecto Final para Graduación, Universidad de Costa Rica, San Pedro, 1987

(4) Durán Ortiz, Mario R.; **Modelo de Capacidad de las Rotondas en Costa Rica**, en Memoria del Segundo Congreso de Ingeniería de Transporte, CFIA, San José 1988, pp.25-71

(5) Bolaños Ramírez, Oscar H.; **Estudio de Capacidad de Rotondas en Costa Rica**, Informe de Proyecto Final de Graduación, Universidad de Costa Rica, San Pedro, 1988.

(6) Cháves Murillo, Olman; **Estudio de Demoras en Rotondas de Costa Rica**, Informe de Proyecto Final de Graduación, Universidad de Costa Rica, San Pedro, 1988.

(7) Salamanca Flores, Marco V.; **Estudio del Efecto de Vehículos Pesados en la Capacidad de las Rotondas en Costa Rica**, Informe de Proyecto Final de Graduación, Universidad de Costa Rica, San Pedro, 1988.

(8) Elizondo Vargas, Shirley; **Estudio Comparativo y Refinamiento del Método para Determinar la Capacidad de las Rotondas en Costa Rica**, Informe de Proyecto Final de Graduación, Universidad de Costa Rica, San Pedro, 1989.

(9) Durán Ortiz, Mario R.; **Método para Estimar la Capacidad y Niveles de Servicio en las Rotondas de Costa Rica**, en Memoria del Tercer Congreso de Ingeniería del Transporte, Asociación de Ingeniería de Transporte, CFIA, San José, 1990 (en proceso de publicación)

(10) Durán Ortiz, Mario R.; **¿Cómo se debe conducir en una rotonda?**, en Revista Caminos, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, NO.11, Año IV, 1989, pp.14-15

(11) Federal Highway Administration; **Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways**, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., 1988.

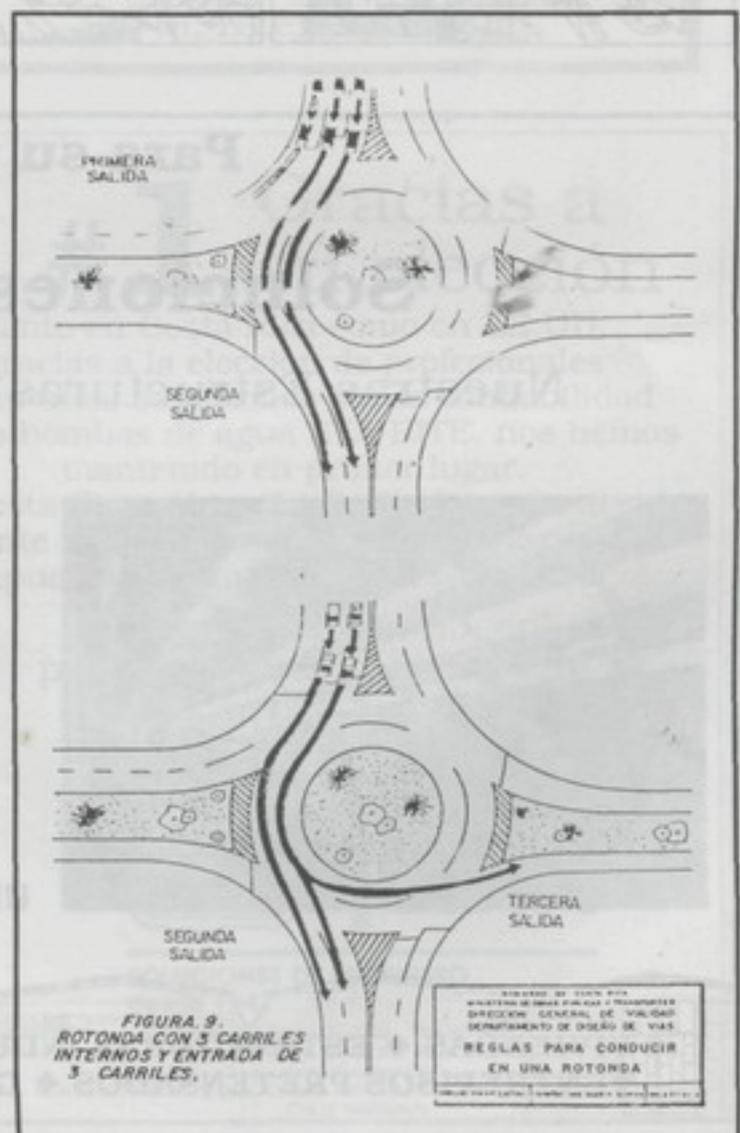
(12) National Association of Australian State Road Authorities; **Roundabouts: a design guide**, Guide to Traffic Engineering Practice, Part 6, New South Wales, 1988.

(13) Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo; **Marcas Viales**, Norma de Carreteras 8.2-1c, Madrid, 1987.

(14) Ministerio de Obras Públicas y Transportes; **Manual de Señales Viales**, Dirección General de Ingeniería de Tránsito, San José, 1979.

* Subdirector de Ingeniería de Tránsito, M.O.P.T. Director del Departamento de Ingeniería del Transporte, Escuela de Ingeniería Civil, U.C.R.

** A ese trabajo le fue otorgado el Premio Nacional de Ciencia y Tecnología "Clodomiro Picado Twilight", 1989.



¡VOS SOS UN SUPER PAPA!



PAPI, PAPI, CUANDO SEA GRANDE QUIERO SER UN SUPER PAPA COMO VOS!



GRACIAS CAMPEON, PERO... ¿POR QUE?

PORQUE NOS PROTEGES Y NOS DAS SEGURIDAD CON LAMINAS DE CEMENTO INTERNIT Y FIBROLIT EN LOS CIELOSABOS Y PAREDES,



QUE SON SUPER BONITAS Y SUPER DURADERAS.

SI PEDRITO, PORQUE LAS LAMINAS DE CEMENTO TIENEN LA VENTAJA DE SER VERSATILES.



Y TRABAJABLES COMO LA MADERA, PERO DURADERAS Y RESISTENTES COMO EL CEMENTO. SON RESISTENTES A LA HUMEDAD, AL FUEGO Y AL COMEJEN!

JUAN, COMO DICE EL GÜILA: ¡QUE TATA MAS CARGA SOS VOS.



GRACIAS INTERNIT Y FIBROLIT

FIBROLIT 100

¡NINGÚN MATERIAL PARA CONSTRUCCIÓN SE LE PARECE... NI HACE MAS!!!

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

Distinción que sólo el mármol da...



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



DECORHE S.A.
Distribuidor de Mármol Prins

Teléfonos 29-1704 y 55-4627
Ventas: De McDonald's Sabana
300 m. Este y 75 m. Sur

Bombas para agua



#1 Gracias a su elección

Tanto en Costa Rica como en EE.UU.
gracias a la elección de profesionales
y usuarios, satisfechos por la confiabilidad
de las bombas de agua STA-RITE, nos hemos
mantenido en primer lugar.
En Costa Rica, Almacén Rudin ha garantizado
durante todos estos años el stock de equipos
y repuestos. ¡Esto, Ud. lo ha comprobado!

Hay que "Saber hacer"
para permanecer número uno.



SOLUCIONES DE PROGRESO
desde 1947

Tels. 22-4466 - 31-7222 Fax 55-9403
Apdo. 10228 San José
Ave. 10 calles 1-2

SOBRE AUTOPISTA GENERAL CAÑAS, ANTIGUA ESTACION DE PEAJE 400 M OESTE
CALLE MARGINAL

STA-RITE

SYSTEMA TOTAL^{MR}

En su oficina

- Organiza eficientemente los espacios
- Aumenta la productividad del personal
- Mejora gratamente el aspecto general
- Centros de trabajo diseñados y contruidos para funciones determinadas

SYSTEMA TOTAL^{MR}



actuality

Salas de Exhibición y Ventas
Frente y 50 metros oeste del Centro Colón,
Paseo Colón • Tel.: 33-3955

Hewlett Packard

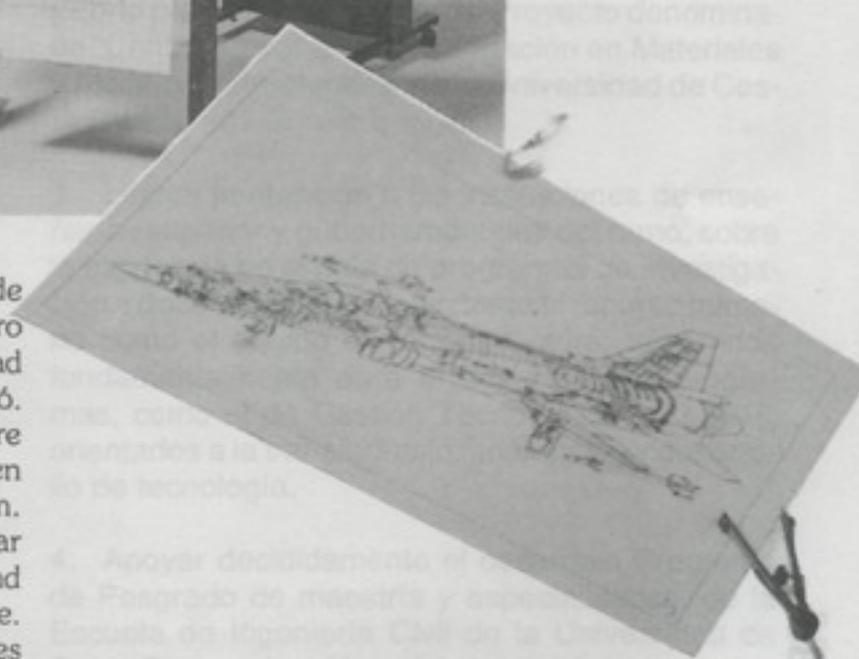
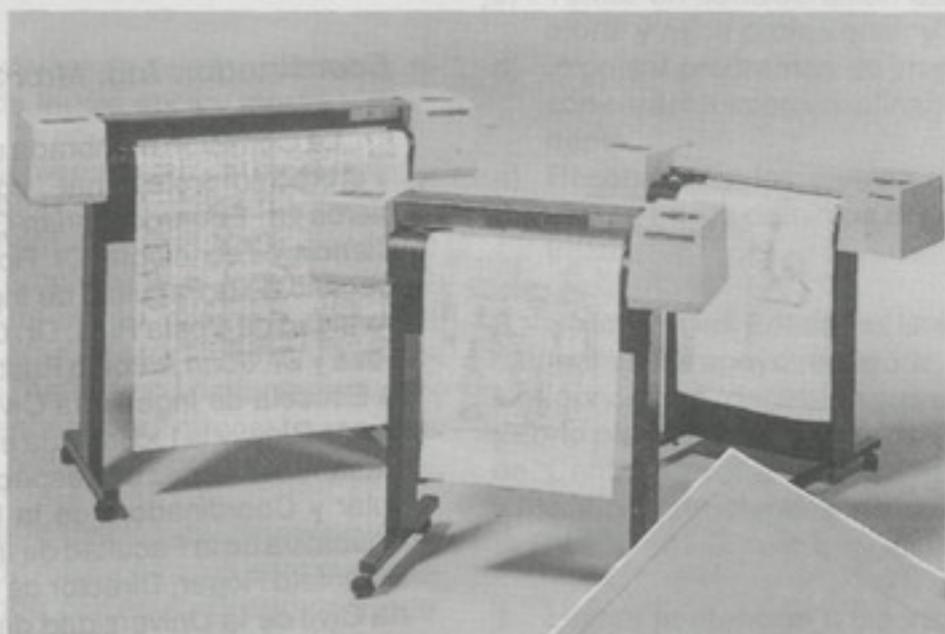
Liberó a los profesionales de la rigidez del diseño.

Usted se lo imagina,...

HP se lo dibuja.

Cambió de diseño?...

HP se lo dibuja... y solo en segundos.



La sorprendente velocidad, precisión y calidad de dibujo que tienen los Plotters HP DraftPro DXL-EXL (80cm/s) le brinda a Usted una libertad de la que nunca antes gozó.

Sea sobre papel común, sobre pergamino o sobre película poliéster, los plotters HP le permiten trabajar en tamaños de hasta 64,5 por 114,0 cm.

La variedad de colores con que es posible dibujar un mismo plano le da a los mismos una claridad que antes tardaba horas o días en lograrse.

Y todo esto con plotters totalmente compatibles con su actual equipo de cómputo.

Usted puede elegir entre los modelos HP DraftPro, HP DraftPro DXL y Hp DraftPro EXL, el que mejor se adapte a su necesidad.

 **HEWLETT
PACKARD**



I.S. COSTA RICA S.A.

Tel. 33-3722 - Fax 55-3528 - Apdo. 1047 - 1000

Calle 25 Av. 6 y 8 Nro. 648 - San José, Costa Rica

IV Congreso de Ingeniería Civil



Coordinador: Ing. Max Sittenfeld Roger

La Comisión nombrada para desarrollar el tema "Formación profesional", constituida por los ingenieros Dr. Eduardo Dorian Garrón, Viceministro de Ciencia y Tecnología; Dr. Rodolfo Herrera Jiménez, Decano de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, Dr. Guillermo Santana Barboza y Dr. Juan Antonio Pastos Gómez, profesor de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica; y la Licenciada en Psicología, Herminia Casanueva López con especialidad en el área curricular y Coordinadora de la Unidad de Tecnología Educativa de la Facultad de Ingeniería; y el Ing. Max Sittenfeld Róger, Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica como coordinador del trabajo de la Comisión, se permiten presentar a la consideración del Plenario de este congreso los siguientes aspectos:

A. Antecedentes

1. Que para lograr los objetivos de una manera efectiva en la formación del Ingeniero Civil, se deben realizar revisiones periódicas de los programas de estudio, no sólo con el objetivo de actualizar los contenidos de los cursos en función de los cambios tecnológicos producidos, sino también en cuanto a las técnicas y metodologías de enseñanza propias de la carrera.
2. Que con el objetivo de lograr una estructura curricular lógica y coherente, es conveniente utilizar los enfoques más modernos de la Tecnología de la Enseñanza, teniendo presente que los objetivos fundamentales respondan a los requerimientos de un perfil profesional considerado óptimo, en función de las obligaciones que la sociedad, en continuo

... teniendo presente que los objetivos fundamentales respondan a los requerimientos de un perfil profesional considerado óptimo, en función de las obligaciones que la sociedad, en continuo cambio y desarrollo, demanda del ingeniero civil.

cambio y desarrollo, demanda del ingeniero civil, incluyendo aspectos de índole ética y moral.

3. Que para la mejor preparación del Ingeniero Civil en las distintas ramas de su actividad profesional, se considera fundamental que las Instituciones de Enseñanza superior amplíen sus programas de estudio a otros niveles de enseñanza de mayor nivel académico, como la Maestría y cursos de especialización de posgrado. Asimismo, deberán proveerse de los fondos necesarios para ofrecer becas a los interesados en esta clase de programas.

4. Que la adecuada formación del Ingeniero Civil requiere, cada vez con mayor énfasis, contar con laboratorios bien dotados, con equipo y personal, que permitan no sólo el fortalecimiento de la docencia, sino también la verificación y suministro de la información básica para los procesos de diseño y construcción y el desarrollo de nuevos materiales y técnicas constructivas.

5. Que para cumplir con las metas socio-económicas señaladas en el Plan de Gestión Tecnológica, formulado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, es necesario que las Instituciones de enseñanza superior y organizaciones profesionales apoyen decididamente los programas de transferencia, adaptación y desarrollo tecnológico ahí indicados. Fuera de que es imprescindible contar con todos los recursos, humanos y equipos disponibles en el país, y en particular los de las instituciones de enseñanza superior.

B. Recomendaciones

Con base en los antecedentes anteriores se recomienda aprobar las siguientes proposiciones:

1. Recomendar a las Instituciones de Enseñanza Superior que tienen dentro de sus obligaciones la formación de Ingenieros Civiles, tomar en consideración los siguientes aspectos en la confección y revisión de los correspondientes programas de estudio:

- a) Profundizar en el análisis epistemológico y metodológico del plan de estudios.
- b) Generar didácticas específicas para la enseñanza-aprendizaje;
- c) Tomar en consideración aspectos ligados a la moral y ética profesional; y
- d) Impulsar programas de investigación curricular con carácter interdisciplinario y en forma permanente.
- e) Reconsiderar los niveles de exigencia de los cursos en los dominios cognoscitivos y de destreza.

2. Solicitar a las Entidades Universitarias y gubernamentales el apoyo requerido, para que ocupe un lugar prioritario, dentro de sus políticas de mediano y corto plazo, la realización del Proyecto denominado "Centro Nacional de Investigación en Materiales y Modelos Estructurales" de la Universidad de Costa Rica.

3. Llamar la atención a las instituciones de enseñanza superior y gubernamentales del ramo, sobre la existencia en el país de programas de investigación y docencia que incluyen tanto el recurso humano como el equipo de infraestructura, requeridos fundamentalmente para el desarrollo de programas, como el de Gestión Tecnológica del MICIT, orientados a la transferencia, adaptación y desarrollo de tecnología.

4. Apoyar decididamente el desarrollo Programa de Posgrado de maestría y especialidades, de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, en las diferentes áreas básicas propias de la profesión.

5. Solicitar a las autoridades universitarias y organismos estatales, el apoyo para el financiamiento de becas a los estudiantes que tengan interés en mejorar sus conocimientos dentro del Programa de Posgrado de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica.



alcesa

calidad y belleza

Alfombras Centroamericanas S.A.

Fabricante de alfombras para todo ambiente:

- * *Tráfico pesado*
- * *Tráfico liviano*
- * *De lujo*
- * *Diseños y colores especiales*

**CALIDAD
GARANTIZADA**

Barrio Corazón de Jesús

21-6422 33-2984

Plaza del Sol Exhibición y ventas

53-0860

Apartado 2328 San José, Costa Rica



Duraclean
Limpieza de alfombras y muebles

una división de



alcesa
calidad y belleza

SOLUCIONES PARA LA CONSTRUCCION

SISTEMA MURO SECO

FIBROLIT 100

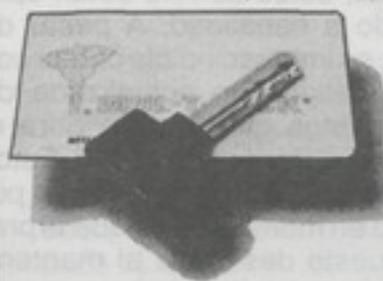
En Empresas Tabaré, S.A. nos especializamos en la construcción de obras con el Sistema Muro Seco con Fibrolit 100, como contratistas o como sub-contratistas para otras empresas constructoras. Nuestro servicio abarca desde elaboración de planos, presupuestación, instalación de cielos, paredes y toda la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



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

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

PROTEJA SUS BIENES CON TECNOLOGIA DE ALTA SEGURIDAD



Llave codificada con "plastic-card" para un control estricto de la duplicación.



CERRADURAS ADAPTABLES
A CUALQUIER TIPO DE PUERTAS.

FABRICADO EN ISRAEL.

GARANTIA DE SERVICIO Y REPUESTO

TEL. 55-2791. PASEO COLON.

75 M. OESTE DE LA TOYOTA
DIAGONAL AL CENTRO COLON, FRENTE A HERTZ.

REPRESENTANTE EXCLUSIVO DE **MUL-T-LOCK**



Mantenimiento de la red vial nacional

Beneficios y costos de un programa de Rehabilitación

Ing. María Lorena López Rosales, MSc.*

Se establece la condición actual y la proyección del estado de la red nacional si persiste la situación presupuestaria actual del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, para luego plantear un posible programa de rehabilitación, con el propósito de conocer los beneficios de una red rehabilitada. También se comenta brevemente sobre los beneficios financieros y la situación de los ingresos y egresos del Sector Transporte para analizar brevemente dos alternativas de financiamiento, una derivada del ahorro de los usuarios y otra del ordenamiento de las cargas a los usuarios para eliminar subsidios dentro del subsector carretero. El principal objetivo es divulgar la magnitud del costo económico que tiene para el país poseer una red carretera en condiciones tan deficientes.

1. INTRODUCCION

La mayor preocupación actual de los entes encargados de la infraestructura vial en todo el mundo es el mantenimiento y la rehabilitación de las inversiones hechas en el pasado, cuando el énfasis se daba a la expansión de la red mediante construcciones nuevas. Costa Rica no es una excepción. ¿Cuánto le cues-

ta al país tener una red de carreteras deteriorada? ¿Cuáles serían los beneficios de rehabilitar la red y cuál la inversión requerida? Estas son las preguntas básicas que se busca contestar, en forma sencilla en este trabajo.

Aunque en la actualidad ya tenemos en el país algunos modelos sofisticados como el HDM para calcular diversas políticas de mantenimiento y para contestar a otras preguntas más complejas, estos aún no están operando a cabalidad. A pesar de eso, es imprescindible contar con una estimación actualizada de los costos que implica para el país el deterioro de su red. Estos datos son de mucho interés público en momentos en que el presupuesto destinado al mantenimiento no parece estar mereciendo el interés y la atención debida, tal vez por ignorancia de las consecuencias económicas que conlleva.

2. ESTADO DE LA RED Y NECESIDADES DE MANTENIMIENTO

La situación de la red vial en Costa Rica se resume en el Gráfico 1, que muestra la extensión y la condición de la Red Vial Nacional. Los requerimientos de

mantenimiento periódico y rehabilitación se relacionan directamente con estas cifras.

3. UN PLAN QUINQUENAL DE MANTENIMIENTO

Se estima que el estado de las carreteras, si se difiere el mantenimiento, por permanecer las condiciones presupuestales actuales, sería el que se muestra en el Gráfico 2. Obsérvese que de mantenerse la situación presupuestaria actual para 1993, un 44.8% de la red pavimentada, y un 59% de la red lastrada estaría en mal estado, ocasionando graves pérdidas económicas.

Este trabajo parte de la siguiente estrategia como base para el análisis de los beneficios y costos, objeto de este estudio: un plan a cinco años cuya meta, en el caso de las carreteras pavimentadas, es evitar que las de regular estado se continúen deteriorando y más bien pasar un alto porcentaje de estas a buen estado con un mantenimiento periódico a tiempo y rehabilitar todas las carreteras pavimentadas en mal estado. En el caso de las carreteras lastradas el criterio que priva es rehabilitar las malas y muy malas, que pasarían a buen estado. Sin embargo, este tipo

de carretera difícilmente mantiene una condición buena, por lo que se ha considerado más realista suponer para efectos del cálculo de los beneficios que pasan a regular estado. El kilometraje lastrado que está en buenas condiciones actualmente se supone que se mantiene constante. El estado de la red con este plan se muestra en los Gráficos 3 y 4. Las metas anuales de rehabilitación y mantenimiento que implica son las del Cuadro 5. Que esto sea factible se analizará más adelante. No se incluyen las carreteras de tierra en este análisis.

De las vías pavimentadas en regular estado que se someterían a un mantenimiento periódico, se calcula que un 80% requeriría carpetas de 5 cm a un costo de 1959,88 mil colones por kilómetro. El otro 20% requeriría tratamiento superficial bituminoso a 714 mil colones por kilómetro. Las vías pavimentadas en mal o muy mal estado tienen un costo de rehabilitación o reconstrucción de 2770,51 y 3714 mil colones por kilómetro respectivamente. Finalmente las vías lastradas en mal estado tienen un costo de 500,6 mil colones por kilómetro para ser sometidas a un relastrado total. Estos estimados de costos incluyen mano de obra, materiales, depreciación de equipo, combustibles, etc. y debe incrementarse en un 40% para incluir los gastos indirectos relacionados con la administración. Se requerirán 1092 millones de colones anuales cada año para llevar a cabo el plan en la red pavimentada y 123 millones para la red lastrada para un total de 1215 millones de colones o aproximadamente U.S.\$16.4 millones (precios de Febrero 1988).

GRAFICO 1a

EXTENSION EN KILOMETRAJE Y DISTRIBUCION DE CONDICION DE SUPERFICIE (PORCENTAJE) (1987)

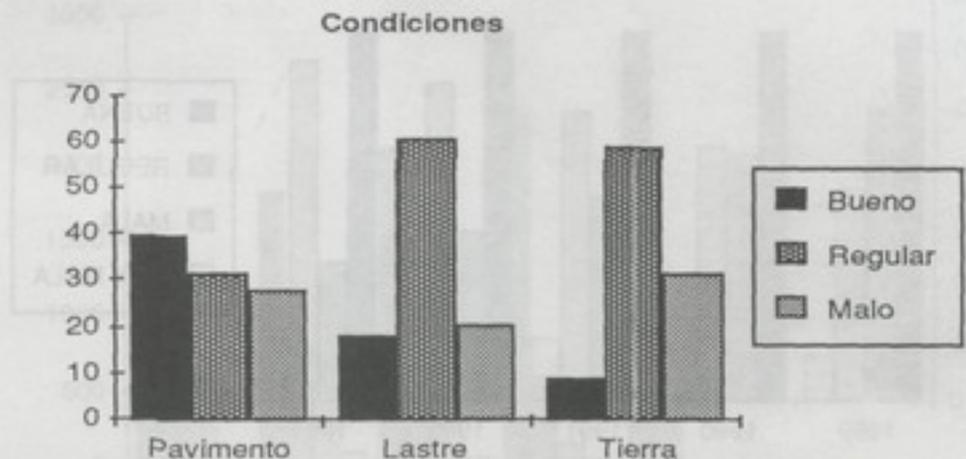
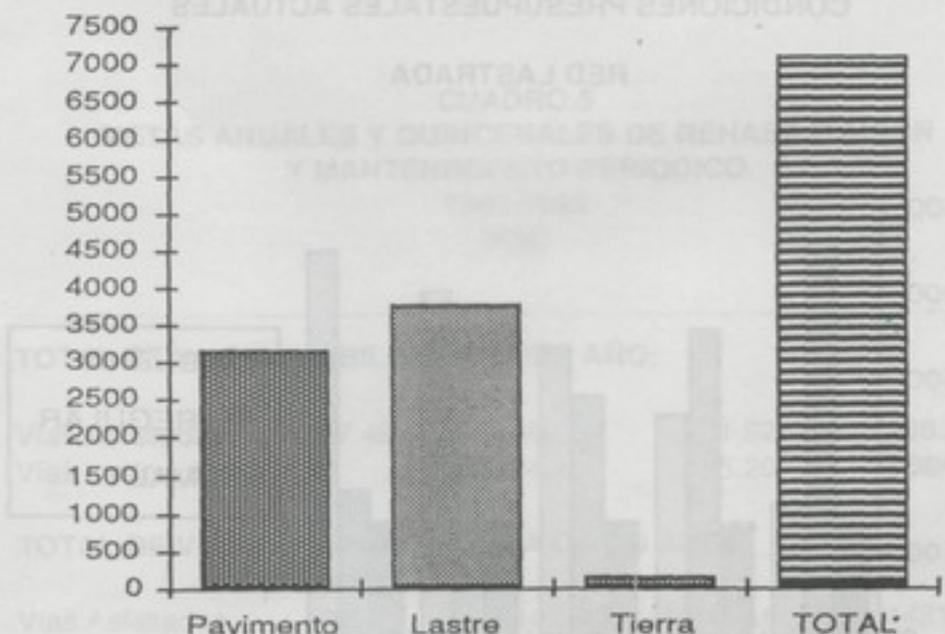


GRAFICO 1b

EXTENSION EN KILOMETRAJE Y DISTRIBUCION DE CONDICION DE SUPERFICIE (PORCENTAJE) (1987)



FUENTE: Proyecto Sectorial de Transportes, MOPT.

GRAFICO 2a

PROYECCION DE LA CONDICION DE LA RED SI SE MANTIENEN LAS CONDICIONES PRESUPUESTALES ACTUALES

RED PAVIMENTADA

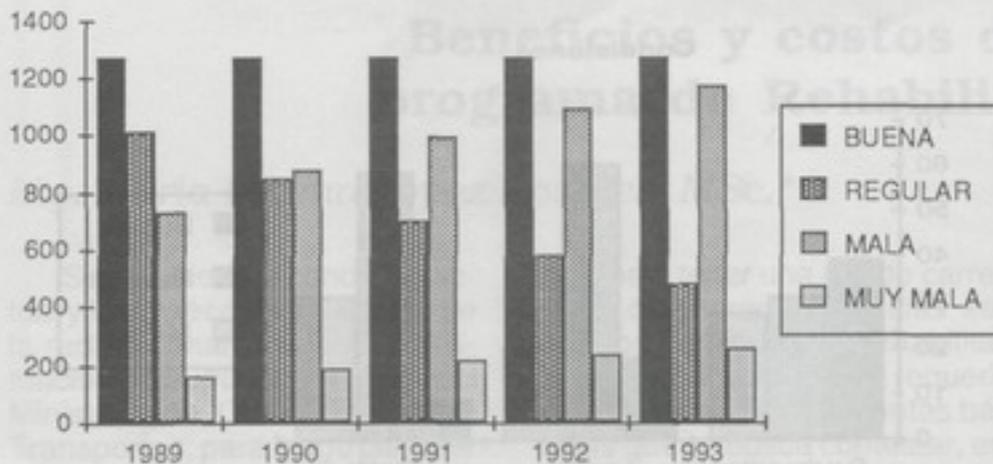
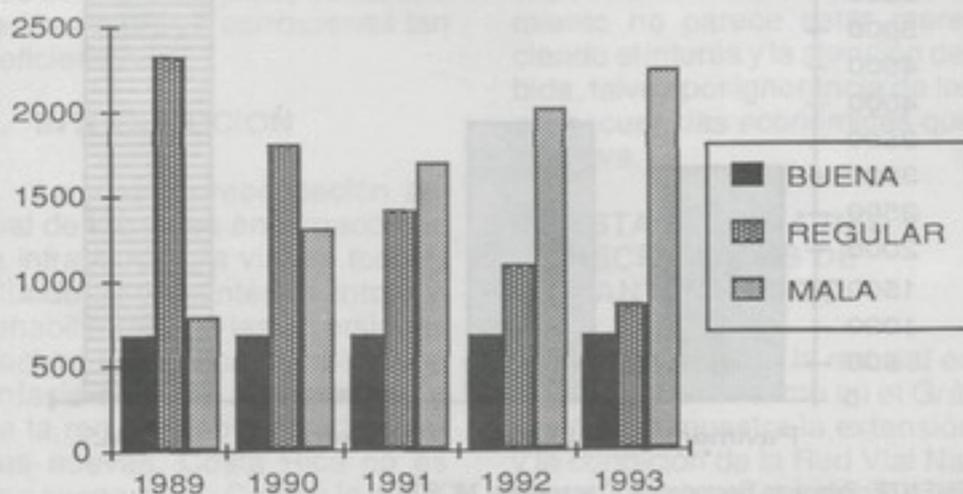


GRAFICO 2b

PROYECCION DE LA CONDICION DE LA RED SI SE MANTIENEN LAS CONDICIONES PRESUPUESTALES ACTUALES

RED LASTRADA



4. COSTO DE OPERACION DE VEHICULOS

Las estadísticas básicas necesarias para efectuar el cálculo del costo de operación de los vehículos en la red sin y con el plan de mantenimiento, son las del Cuadro 6. Estos costos son económicos para cuantificar el costo al país y a precios de febrero de 1988.

Para la situación sin proyecto se calculan los costos multiplicando los vehículos-kilómetro asociados con cada tipo y condición de superficie sin proyecto por su respectivo costo de operación para un vehículo promedio. Se supone un incremento de 4,5% anual para los vehículos-kilómetro. Se calcula que el costo anual promedio sin proyecto es de ¢48228.8 millones, y con proyecto alcanza ¢39112.7 millones.

5. COSTOS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO

Se espera, durante el período del plan aquí planteado poder establecer un mantenimiento rutinario que evite que las carreteras rehabilitadas vuelvan a deteriorarse en forma acelerada. De manera que puede suponerse que la capacidad del MOPT para dar mantenimiento, ya sea por administración o por contrato, debe incrementarse en proporción a los kilómetros rehabilitados o que han tenido mantenimiento periódico. En la actualidad se calcula que el mantenimiento rutinario alcanza un 27% de las necesidades de la red, sin embargo, esta cifra podría ser aún más baja.

CUADRO 6

ESTADISTICAS BASICAS PARA EL
CALCULO DE LOS COSTOS DE
OPERACION TOTALES EN LA RED
(1988)

**COSTO VEHICULO
PROMEDIO:**

ASFALTO BUENO	10.72
ASFALTO REGULAR	15.79
ASFALTO MALO	21.77
LASTRE BUENO	14.31
LASTRE REGULAR	20.27
LASTRE MALO	31.70

**ESTIMACION DE VEH/KM
TRANSITADOS EN 1988 (EN MILES):**

ASFALTO BUENO	860372
ASFALTO REGULAR	688298
ASFALTO MALO	602260
TOTAL	2150930
LASTRE BUENO	44778
LASTRE REGULAR	51750
LASTRE MALO	52242
TOTAL	148770

Dirección General de Planificación, MOPT.

Se calcula que los costos de mantenimiento rutinario anual por tipo y condición de superficie, son los del Cuadro 7.

CUADRO 7
(en miles de c/km)

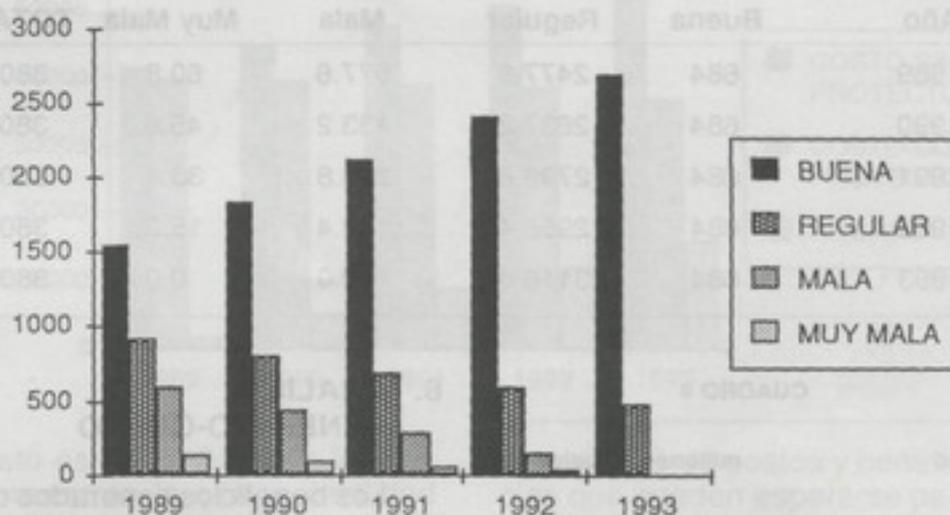
Tipo superficie	Buena	Regular	Mala
Pavimento	171	154	227
Lastre	224	230	297

Esto resultaría, de acuerdo con el plan quinquenal que la red requeriría el siguiente flujo de mantenimiento rutinario conforme vaya cambiando la condición de las vías.

GRAFICO 3

ESTADO DE LA RED CON EL
PLAN DE MANTENIMIENTO A CINCO AÑOS

VIAS ASFALTADAS (km)



CUADRO 5
METAS ANUALES Y QUINCENALES DE REHABILITACION
Y MANTENIMIENTO PERIODICO
1989-1993
(KM)

TOTAL DE VIAS REHABILITADAS POR AÑO:

Vías Asfaltadas	107.49	146.83	31.92	286.24
Vías Lastreadas		144.40	15.20	159.60

TOTAL DE VIAS REHABILITACION A CINCO AÑOS:

Vías Asfaltadas	537.40	734.20	159.6	1431.2
Vías Lastradas		722.0	76.0	798.0

GRAFICO 4

ESTADO DE LA RED CON EL POSIBLE PLAN DE MANTENIENDO A CINCO AÑOS

VIAS LASTRADAS (km)

Año	Buena	Regular	Mala	Muy Mala	TOTAL
1989	684	2477.6	577.6	60.8	3800
1990	684	2637.2	433.2	45.6	3800
1991	684	2796.8	288.8	30.4	3800
1992	684	2956.4	144.4	15.2	3800
1993	684	3116.0	0.0	0.0	3800

CUADRO 8

Año	millones de colones
1989	2075
1990	2049
1991	2022
1992	1996
1993	1979

6. ANALISIS BENEFICIO-COSTO

Los beneficios esperados de un proyecto similar a este son:

- 1) Los ahorros en los costos de operación de vehículos.
- 2) Ahorros en costos de mante-

CUADRO 9 (Millones de colones)

Beneficios	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Ahorro en costo oper.	1980	5370	8821	12367	16043	16043	16043
Otros benef.							
Costo oport.		518	444	296	296		
Costos:							
Mantenim. y Rehabilit.	1215	1215	1215	1215	1215		
Mantenim. rutinario	1514	1495	1476	1457	1438	1438	1438
Equipo	1480	1480					
Repuestos	148	148	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
Otros	121	121	17.4	17.4	17.4		
Total neto	2498	393	5661	9374	13069	14598	16971

nimiento rutinario (si lo hubiera).

- 3) El costo de oportunidad del dinero ahorrado por no diferir el mantenimiento.

Los costos que se incluirán en este análisis son:

- 1) Los costos de la rehabilitación y mantenimiento periódico.
- 2) Los costos del mantenimiento rutinario adicional (si lo hubiera).
- 3) Los costos de compra de equipo y maquinaria nueva, que según los expertos en mantenimiento alcanza alrededor de \$40 millones para cubrir la red nacional más \$4 millones en compra de repuestos para éste.
- 4) Otros costos como equipo de taller, consultorías, etc., calculado en 10% del costo de la rehabilitación y mantenimiento al inicio del programa.

Los beneficios por la diferencia de costos de operación sin y con proyecto son los del Cuadro 7 para el período 1989-1993. Se supone que la vida útil promedio que se logra con los trabajos es de cinco años. Para facilitar el análisis beneficio-costos se analizará el período 1989-1995, por tanto se incluye el valor de rescate de las carreteras rehabilitadas después de 1989 cuyas vidas útiles a 1995 varían entre uno y cuatro años, dependiendo de cuando fueron rehabilitadas.

En cuanto al segundo tipo de beneficio, vale explicar que en condiciones normales de mantenimiento rutinario se esperaría que hubiera un ahorro en los costos de mantenimiento al me-

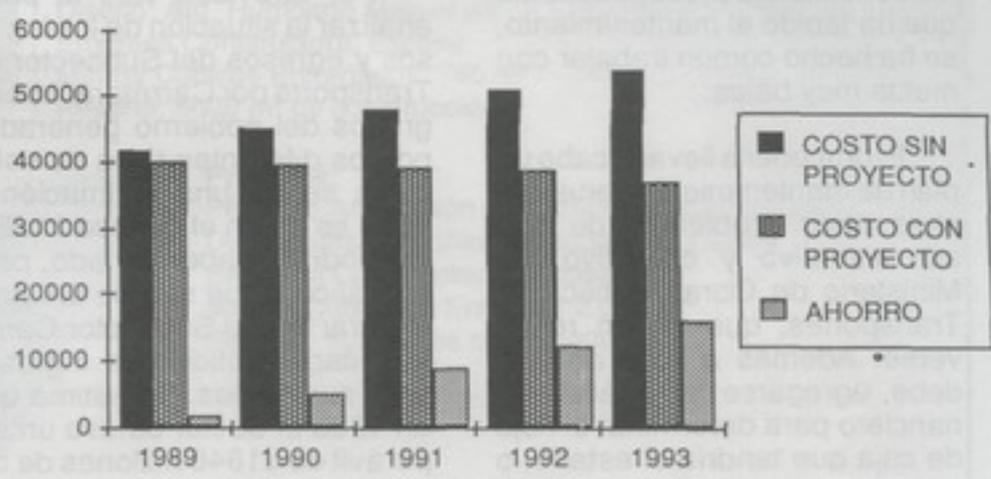
orar la red. Sin embargo, dadas las limitaciones del país en la actualidad el gasto por mantenimiento rutinario solo alcanza para un 27% de las necesidades, y por tanto, si lo que se pretende es ampliar este margen para cubrir el 100% de las necesidades, el gasto por mantenimiento va a subir. Este aspecto se ha considerado un costo en el análisis para el 73% de las necesidades que quedan sin cubrir.

El tercer beneficio es aquel derivado del uso alternativo que tendría el dinero adicional, que de seguirse difiriendo el mantenimiento, tendría que emplearse en rehabilitar la red.

En resumen el flujo de caja a ser analizado es el del Cuadro 9.

El valor actual neto de este análisis alcanza €30557 millones, la tasa interna de retorno se calcula 139.7% y la relación beneficio-

GRAFICO 10
BENEFICIOS POR CONCEPTO DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACION DEBIDOS AL MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE LA RED



costo es de 3.02. Estos índices demuestran la alta rentabilidad del programa propuesto.

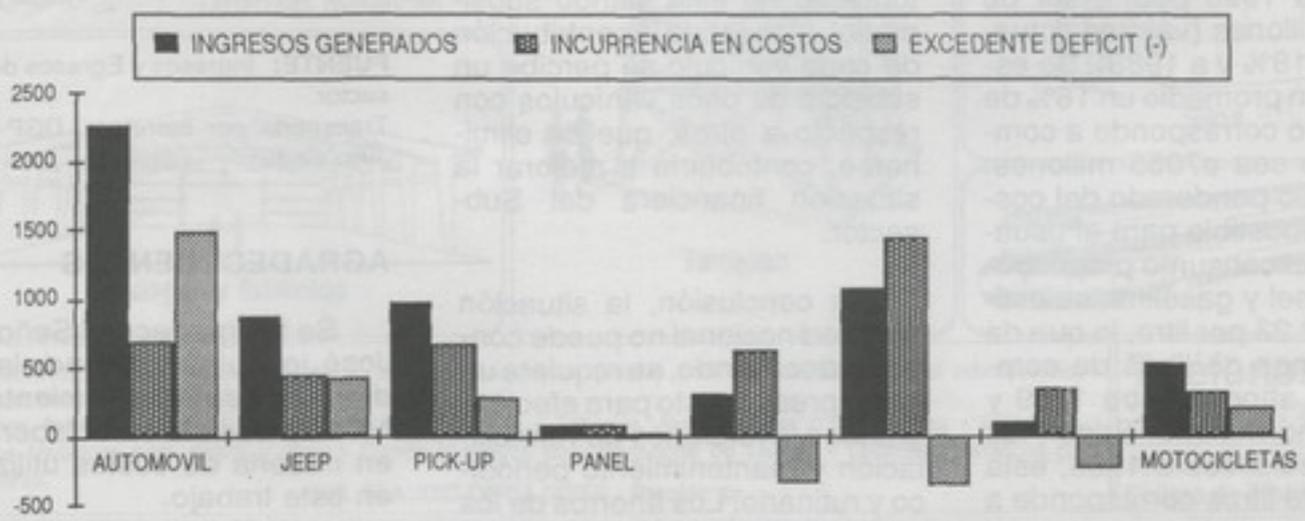
7. CONCLUSIONES

Quedan aquí establecidas las

magnitudes de costos y beneficios que pueden esperarse para el país con la rehabilitación y el buen mantenimiento de la red. El plan esbozado es ambicioso y busca un mantenimiento deseable de alta frecuencia

GRAFICO 11
INGRESOS Y EGRESOS GASTOS PRODUCIDOS POR LOS DIFERENTES TIPOS DE VEHICULOS AUTOMOTORES

1984



en sus operaciones básicas. Era importante partir de una meta alta para analizar hasta qué punto es factible lograrlo, ya que con las condiciones presupuestarias que ha tenido el mantenimiento, se ha hecho común trabajar con metas muy bajas.

El proceder a llevar a cabo un plan de mantenimiento tiene muchos otros problemas de tipo administrativo y operativo del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, que deben resolverse. Además a este análisis debe agregarse el análisis financiero para determinar el flujo de caja que tendría el estado, o sea el efecto sobre el gasto público.

Una posible fuente de financiamiento para un programa de mantenimiento podría ser a través de un cobro a los beneficios del usuario, o sea los ahorros en costos de operación de índole financiera, que se estima alcanzan entre 1.25 y 4 veces más que los económicos. O sea el beneficio para el conjunto de los dueños de los vehículos automotores es muy grande. Se calcula que el valor actual de lo ahorrado por los usuarios durante el período 1989 a 1995 podría ser de ¢44093 millones (valores actualizados al 18% y a 1988). Se estima que en promedio un 16% de este ahorro corresponde a combustible, o sea ¢7055 millones. El promedio ponderado del costo del combustible para el usuario según el consumo proporcional de diesel y gasolina, se estima en ¢22.23 por litro, lo que da 31,7 millones de litros de combustible a ahorrar entre 1989 y 1995, como mínimo. Según los datos estadísticos a 1986, esta cantidad de litros corresponde a

aproximadamente 8 meses del consumo de combustible de toda la flota vehicular.

Por otro lado vale la pena analizar la situación de los ingresos y egresos del Subsector de Transporte por Carretera. Los ingresos del gobierno generados por los diferentes tipos de vehículos según una estimación a 1984 se da en el Gráfico 11. Estos podrían haber variado, pero el gráfico sigue siendo útil para mostrar que el Subsector Carretero captó suficientes ingresos para sus gastos. Se estima que en 1986 el Sector obtuvo un superávit de ¢1646 millones de colones. Sin embargo esos gastos son insuficientes y deben incrementarse ¢303 millones sobre el superávit del año 1986 para cubrir rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario. Adicionalmente durante dos años debe incrementarse en ¢1504 millones para compra de equipo. Esta situación sería la que no contempla financiamiento externo. Con el financiamiento externo se lograría disminuir los picos del flujo de caja haciéndolos más favorables. Por otra parte, aunque el Subsector Transporte por Carretera en su totalidad no está siendo subsidiado, analizando la contribución de cada vehículo se percibe un subsidio de unos vehículos con respecto a otros, que de eliminarse, contribuiría a mejorar la situación financiera del Subsector.

En conclusión, la situación de la red nacional no puede continuar decayendo, se requiere un mejor presupuesto para efectuar grandes inversiones de rehabilitación y mantenimiento periódico y rutinario. Los ahorros de los

usuarios por concepto de utilizar una mejor red, podrían ofrecer la alternativa de efectuar un cobro adicional a los usuarios.

Sin embargo, la situación de ingresos y egresos del Subsector Transporte por Carretera podría mejorarse con una aplicación más acertada de los cargos a los usuarios, eliminando los subsidios entre vehículos. Por lo tanto un plan, aunque no necesariamente el aquí expuesto de mantenimiento más agresivo parece ser factible desde todo punto de vista si se lograra contar con la voluntad política, y para contribuir a lograrla es necesario elaborar información del tipo presentado en este trabajo.

Los ingresos incluyen: impuestos a importaciones de vehículos y repuestos, impuesto al ruedo, impuesto a lubricantes, impuesto a importación de llantas, impuesto de consumo, sobreprecio de combustibles, tasas de peaje y otros. Los gastos incluyen: construcción y mejoramiento de carreteras, rehabilitación y mantenimiento, compra de equipo, administración, supervisión y estudios e intereses a préstamos externos.

FUENTE: Ingresos y Egresos del Subsector.

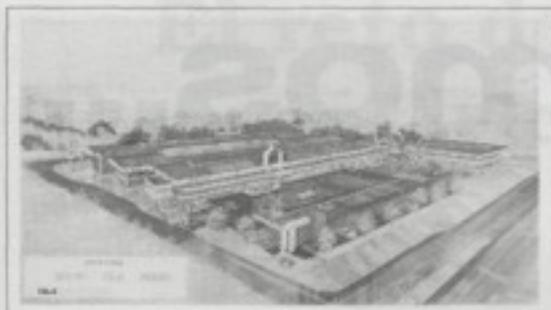
Transporte por carretera, DGP-MOPT Julio de 1986.

AGRADECIMIENTOS

Se le agradece al Señor Ing. José Joaquín Martínez de la Subdivisión de Mantenimiento del MOPT, su valiosa colaboración en materia de costos utilizados en este trabajo.

concretos premezclados

Un tercio de millón de metros cúbicos entregados en los principales proyectos del país.



Pasado:

Proyecto Centro Comercial Santa Ana 2000

Diseño: Arq. Humberto Malavassi

Empresa Constructora: Escosa

Metros Cúbicos Entregados: 750 m³

Reseña: 6000 m² de construcción



Presente:

Proyecto Ampliación del Edificio del Centro Colón

Diseño: José Antonio Quesada y Asociados

Empresa Constructora: Escosa

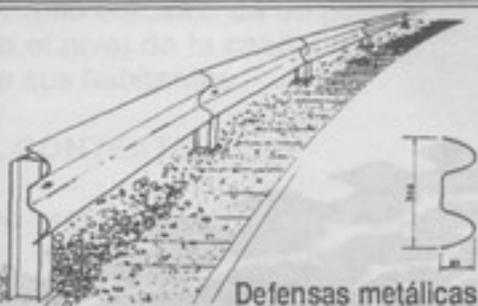
Metros Cúbicos a Entregar: 2.000 m³

Reseña: 10 Niveles con 10.000 m²

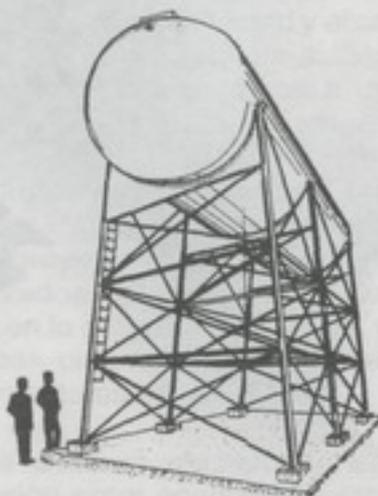
Tel. 22-8833 - Apdo. 153-1150 La Uruca - De la Plaza de la Uruca 100 Mts. Norte y 100 Mts. Este - FAX 22-9628

ACESA

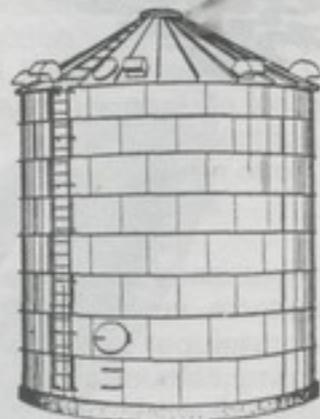
ACEROS CENTROAMERICANOS S. A.



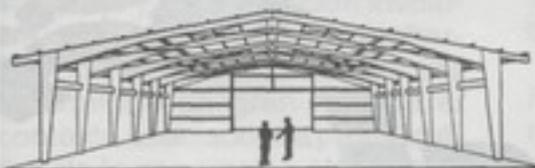
Defensas metálicas



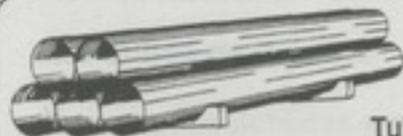
Tanques



Silos



Bodegas y Edificios



Tubería

FABRICANTES DE: Tanques para agua, diesel • Tanques de presión (todo tipo de acero, tapas rebordeadas) • Tanques australianos • Containers • Silos • etc.

Edificios, bodegas y todo tipo de estructuras metálicas • Tuberías, Rejilla y ademe para pozos • Estantería •

Barcos Metálicos para pesca y otros • Carros blindados para transporte de valores • Defensas metálicas para carreteras.

ING. CLAUDIO ORTIZ GUIER - Presidente

Teléfonos:

35-0304/35-4835

Apdo.: 3642 - Cable: ACESA
Colima de Tibás

Nosotros se lo garantizamos...

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



CONCRETO INDUSTRIAL S.A.

Teléfono 29-00-77

Apdo. 17 7 Moravia - San José, Costa Rica

El reto de producir energía eléctrica en Costa Rica

Ing. José Ma. Blanco Rodríguez
Consultor J.M. Blanco & Asociados S.A.

I. INTRODUCCION

Uno de los temas que ha pasado a ser de interés nacional, ya no sólo de un grupo de técnicos como lo fue hasta hace pocos años, es el problema de la generación y demanda eléctrica en Costa Rica.

Este problema ha dejado de ser únicamente un problema técnico, para convertirse además en un problema económico, social y político.

Hoy en día, sin electricidad no hay desarrollo, y el grado de desarrollo eléctrico de un país, mide el nivel de la calidad de vida de sus habitantes.

II. CONTEXTO

No pretende este estudio analizar todos los factores que caracterizan el subsector eléctrico en nuestro país, ni dar soluciones particulares a un problema muy complejo y cuya solución involucra muchos aspectos, sin embargo, los siguientes aspectos determinan en gran medida el contexto asociado a la problemática de la generación eléctrica:

1. Crecimiento de la Demanda Eléctrica

Las medidas económicas de los últimos años y el desarrollo tecnológico a que se ha abocado

Costa Rica demandan la construcción de nuevas obras y un abastecimiento de energía eléctrica confiable y oportuno.

Mientras el Producto Interno Bruto ha crecido a una tasa anual promedio de 4% en los últimos cuatro años, la tasa anual de crecimiento del consumo de electricidad aumentó de un 0,81% en 1986 a un 5,1% en 1988. Sólo en 1987, el crecimiento de la demanda fue de un 10% (1).

Y es que existe una correspondencia entre el crecimiento de la demanda de electricidad y el crecimiento de la economía. Si el consumo eléctrico crece a una tasa mayor que la economía, el país tiene que utilizar intensivamente recursos de capital para financiar la construcción de nuevos proyectos, o para importar derivados del petróleo empleados en la generación térmica; en ambas circunstancias, el financiamiento es escaso.

Para citar un ejemplo de esta relación entre economía y energía, el Banco Mundial ha estimado que por cada 100 dólares de inversión en capacidad industrial en un país de las características como las nuestras, se requiere una inversión complementaria de 30 dólares en energía eléctrica (2).

2. La Carga de la Deuda Externa

El segundo aspecto dentro de este contexto es la carga de la deuda externa. Actualmente, las obligaciones para financiar el componente importado del sistema eléctrico nacional sobrepasan los 700 millones de dólares, cuyo servicio únicamente para atender esta deuda alcanza en 1989 a US\$ 170 millones.

Además, hay que tomar en cuenta los gastos de mantenimiento que demandan los sistemas existentes de generación, transmisión y distribución, y también el financiamiento de la contraparte nacional de los proyectos de expansión eléctrica, para lo cual se requieren otros US\$ 100 millones anuales.

Es decir, para mantener y expandir el sistema eléctrico actualmente se requieren US\$ 270 millones anuales, prácticamente lo que el país recibe cada año por la cosecha de café, nuestro principal producto de exportación.

3. Política de Precios

Por razones políticas y sociales, los precios históricos del Kwh en Costa Rica han sido inferiores a sus costos reales, especialmente a nivel residencial que es el mayor consumidor de electricidad.

Trabajo presentado en el III Congreso Nacional de Recursos Hídricos, Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente realizado en el mes de Noviembre de 1989 en las instalaciones del CFIA.

Hay que reconocer que el reto que enfrentan los planificadores del sector eléctrico en materia de precios es enorme. Por un lado, las nuevas medidas de ajuste estructural de la economía, pretenden entre otras cosas, la eliminación paulatina de los subsidios para solventar el déficit financiero de las instituciones públicas.

Por otro lado, las plantas térmicas actualmente generan el faltante que no se satisface con hidroelectricidad o mediante importación de Centroamérica. Ahí el reto está en determinar a qué punto en el futuro, la demanda por electricidad vaya a aumentar considerablemente, provocando una mayor dependencia de los combustibles importados utilizados en la combustión térmica y sobre los cuales no tenemos ningún control en el precio.

4. Marco Legal

Las instituciones públicas responsables de la generación eléctrica en Costa Rica no pueden operar bajo marcos legales rígidos, ya que ello ocasiona, en primera instancia, la pérdida de valiosos recursos humanos.

Las empresa de servicio público deben tener una agilidad administrativa que les permita responder rápidamente a las necesidades que impone el de-

sarrollo científico y tecnológico, de manera que este tipo de empresas deberían tener un tratamiento diferente al que establecen marcos legales como la actual "Ley de Equilibrio Financiero"; lo que obliga a la formulación lenta en la toma de decisiones.

Otro aspecto del problema legal que vale la pena mencionar, es en términos de la participación de los productores privados, ya que la legislación actual obliga a que las concesiones mayores de 500 caballo de fuerza sean aprobadas por la Asamblea Legislativa, ello inhibe a muchos productores independientes a invertir en el sector eléctrico.

Ahora bien, después de haber enunciado estos cuatro aspectos en términos muy generales: crecimiento de la demanda eléctrica, la carga de la deuda externa, la política de precios y el marco legal; qué puede hacer el país?

III. ALTERNATIVAS PARA COMPLEMENTAR LA GENERACION HIDROELECTRICA

A continuación se analizarán cuatro posibles alternativas, de las muchas que pueden existir en un problema tan complejo:

1. El ICE en los 90's

Recientemente el ICE cumplió 40 años de fundado, y todos los costarricenses debemos estar orgullosos de que gracias a ese esfuerzo, Costa Rica es uno de los países que va a la vanguardia en materia de desarrollo eléctrico y de telecomunicaciones a nivel latinoamericano.

Esta alternativa se analiza desde dos ángulos, la generación con plantas hidroeléctricas y la generación con plantas térmicas.

Tradicionalmente, la principal forma de generación de energía eléctrica en Costa Rica ha sido la energía hidroeléctrica. Según el escenario medio proyectado por el ICE, el Sistema Nacional Eléctrico necesita aumentar su capacidad instalada para el año 2000 en 816 MW, es decir duplicar en casi 10 años la capacidad actual instalada. Para ello se requiere construir siete nuevos proyectos hidroeléctricos con una capacidad instalada total de 312 MW, otros cuatro proyectos geotérmicos proveerán 220 MW, y seis plantas de generación térmica adicionarán otros 284 MW. El costo estimado de este Programa es de US\$ 874 millones. Pero aquí cabe preguntarse, podrá el país, no solamente el ICE, hacerle frente al reto financiero que ello significa, con la carga financiera de la deuda externa comentada anteriormente? Hasta 1980 la respuesta a esta pregun-

TABLA 1

PLANTAS TERMO ELECTRICAS EN OPERACION —COSTA RICA—

PLANTA	ENTRADA AÑO	COMBUSTIBLE	CAPACIDAD INSTALADA KW
Colima	1956	Dies./Bun.C	19540
San Antonio -vapor-	1954	Bunker C	10000
San Antonio -gas-	1973	Diesel Oil	38100
Barranca	1974	Diesel Oil	41600
Mqín	1977	Dies./Bun. C	32000
Las Horquetas	n.d.	Diesel Oil	150
Puerto Jiménez	n.d.	Diesel Oil	850

Fuente: ICE. Plantas Eléctricas de Costa Rica. 1989

ta fue dejada a los planificadores del sector electricidad. Hoy en día, es materia de debate entre políticos, empresas públicas, bancos internacionales de desarrollo, etc.

Recordemos que cada vez que una planta hidroeléctrica es puesta en operación, la construcción del siguiente proyecto tiene un costo más elevado, ya que desde la perspectiva técnico-económica, los sitios con mayor potencial y de menor costo se construyen primero.

Además, el potencial del proyecto en operación se ha visto afectado por el deterioro de las cuencas hidrográficas, a través del acelerado proceso de deforestación en tierras de alta pendiente con grandes volúmenes de escorrentía, así como la contaminación por metales pesados en algunos causes; lo que reduce sensiblemente la vida útil de los proyectos que ya están en operación.

Con respecto a las plantas térmicas existentes, en nuestro país la generación termoeléctrica es producida por una capacidad

teórica instalada de 142 MW, teórica porque muchas de esas plantas ya hay superado su vida útil. La opción es diversificar la oferta de generación con la sustitución parcial de estas plantas por aquellas que operan a base de carbón mineral.

Esto por cuanto RECOPE ha llevado a cabo un importante programa de exploración de carbón mineral y a la fecha ha identificado reservas probadas por varios millones de toneladas. Aún cuando existen opiniones encontradas con respecto a la utilización de este mineral, el carbón es el recurso nacional que podría competir con los combustibles importados que se utilizan en la generación térmica.

Es importante enfatizar que lo que esta idea propone, no es la competencia de las plantas a base de carbón mineral con las plantas hidroeléctricas, sino la necesidad de medir el impacto económico de diversificar con recursos domésticos las fuentes de energía importadas tradicionalmente utilizadas en la generación eléctrica, como lo son el diesel oil y el bunker.

2. Participación del sector privado a través de generación independiente y la cogeneración eléctrica

Esta iniciativa puede verse desde dos perspectivas:

La primera, utilizar la experiencia técnica del ICE y la disponibilidad de préstamos en los bancos comerciales nacionales para incentivar a los inversionistas privados a desarrollar proyectos de generación independiente y de cogeneración eléctrica.

En 1989, El Ministerio de Energía publicó el decreto que permite las ventas de electricidad por parte del sector privado al ICE. Así, la Cooperativa Victoria de Grecia, interconectó por primera vez al sistema nacional una capacidad instalada de 2.5 MW.

La segunda perspectiva sería la posibilidad de un "joint venture" entre el dúo ICE-RECOPE con el sector privado. La opción sería complementar la oferta firme con una planta de generación de carbón mineral financiada por inversionistas privados con el objeto de vender electricidad al ICE a precios comercialmente atractivos al inversionista. Con la participación de RECOPE, la planta de generación se asegura el abastecimiento de carbón mineral directamente desde la mina en una forma segura y a un costo menor. La idea podría complementarse de manera que la operación minera produzca carbón mineral adicional para vender a los grandes consumidores establecidos en el país a precios más atractivos que los que actualmente se pagan por el diesel o el bunker que utilizan en sus procesos industriales.

3. El dilema de las Alternativas a la Hidroelectricidad: Petróleo o Carbón Mineral

La demanda de electricidad continuará creciendo y la construcción de nuevos proyectos hidroeléctricos se torna cada vez más difícil; de manera que como complemento a la generación hidroeléctrica surge un dilema: Petróleo o Carbón Mineral.

Veamos la opción del petróleo: A nivel mundial, el principal factor que mueve actualmente el desarrollo es la energía, y energía significa fundamentalmente petróleo, al menos para los próximos 20 años. Debido a que el país no posee estos recursos, Costa Rica es vulnerable a las variaciones en el precio internacional del petróleo. Ante una escasez en un futuro no muy lejano de esta importante fuente energética, es necesario innovar para el próximo siglo, al menos en aquellos campos en que el desarrollo tecnológico lo permita, como sería el caso de la sustitución de la generación de electricidad a base de petróleo, por fuentes de energía nacionales como el carbón mineral.

Veamos por su parte, este mineral: De acuerdo con el Banco Mundial, en términos generales, el carbón mineral es entre un 30 y un 40 por ciento más barato que los derivados del petróleo para generación eléctrica (3). A pesar de eso, en Costa Rica, existe gran incertidumbre en torno a la producción de electricidad a base de carbón, ya que a la fecha, apenas se están realizando los estudios correspondientes por parte del ICE y RECOPE.



Como se mencionó anteriormente, el carbón mineral es el único recurso con reservas probadas que puede competir con los recursos importados tradicionalmente utilizados en la generación térmica. Las tecnologías para el tratamiento del carbón, son ampliamente conocidas en otros países.

Dos de las más importantes reservas probadas de carbón mineral están ubicadas en la Costa Atlántica, en donde de acuerdo a las estimaciones de RECOPE, este volumen permitiría la puesta en marcha de una planta termoeléctrica a base de carbón.

Sin embargo, existen problemas importantes asociados con la utilización del carbón mineral nacional a escala industrial, dos de los cuales se mencionan a continuación:

1. A nivel mundial, el medio óptimo de transporte del carbón es el ferrocarril, y como bien se conoce, el sistema ferroviario nacional se encuentra en pésimas condiciones, más aún, se requiere construir nuevos ramales hacia los sitios de extracción del

mineral; así como dotar al Instituto Costarricense de Ferrocarriles, de equipo y maquinaria apropiados para la manipulación de este tipo de producto. Todos estos gastos de inversión son un factor importante en el cálculo del precio final de la tonelada de carbón para ser utilizado en la generación eléctrica. Además, existen otros usuarios potenciales, que están localizados en el Valle Central para lo cual es necesario construir los centros de acopio y manipulación.

2. Otro problema asociado con los proyectos de generación eléctrica a base de carbón son los niveles de contaminación que su combustión origina.

Por un lado, el aspecto de la protección al entorno, es un factor fundamental debido a las características que ofrece Costa Rica en términos de la importancia de su diversidad biológica, y por otro lado, la ausencia de regulaciones legales con una apropiada base técnica que permita que la combustión del carbón tenga un efecto controlado sobre el ambiente.



Además, es reconocido que las plantas de combustión de carbón expulsan cantidades de CO₂ a la atmósfera, siendo una de las principales causas del llamado "efecto de invernadero", que valga decir, esta misma situación también se presenta con la combustión de los combustibles fósiles.

4. Conservación

Finalmente, la otra alternativa que quisiera comentar es la conservación de la energía.

Una forma de aliviar la carga financiera de las instituciones responsables de la generación eléctrica es retrasando o evitando la construcción de proyectos, implementando formas de ahorro de energía y promoviendo la eficiencia energética en todos sus extremos. A manera de ejemplo, la combinación de una estructura de precios de la electricidad de manera que los mismos reflejen su verdadero costo, motivan al consumidor al ahorro. Paralelo con esto, el Estado debe establecer normas de eficiencia energética para los artefactos

eléctricos que se utilizan en el país.

IV. CONCLUSIONES

Las soluciones convencionales para la generación eléctrica en Costa Rica todavía siguen siendo válidas, sin embargo, las restricciones financieras imponen otras limitaciones. En resumen, este Artículo enfatiza dos opciones importantes que pueden responder significativamente al reto de producir energía eléctrica en Costa Rica:

La primera opción destaca el hecho de que es necesario diversificar el uso de las fuentes de energía para generación eléctrica.

Al igual como lo inició el ICE hace algunos años con la energía geotérmica, mediante un estudio integral se requiere desarrollar el potencial de las plantas de generación eléctrica a base de carbón. El uso del carbón mineral, tanto a boca de mina, como a nivel de grandes consumidores localizados en la Región Central de país, debe ser una alternativa que se debe evaluar adecuada-

mente por parte de los planificadores del sector eléctrico.

Ante esta posibilidad, deben ser críticas las consideraciones de tipo ambiental asociadas a la utilización del carbón como combustible, absolutamente en todas sus fases. Es importante hacer notar que el éxito de esta nueva forma de energía nacional será posible, si los impactos ambientales que la misma cause no provocan un conflicto social.

La segunda opción que se presenta es la necesidad de contar con políticas agresivas de eficiencia y ahorro de energía a todo nivel, tanto en la producción como en el consumo. Bien dice el dicho que una caloría economizada a menudo vale mucho más que una caloría producida.

Combinando las soluciones convencionales, con actitudes positivas hacia nuevas y revolucionarias ideas, es como el país podrá hacerle frente a las demandas de energía eléctrica en un futuro no muy lejano.

REREFENCIAS

1. ICE. "Programa de Desarrollo Eléctrico II. Período 1990-1994" San José, Costa Rica, Enero 1989.
2. Baum y Tolbert. "La Inversión en Desarrollo. Lecciones de la Experiencia del Banco Mundial" Pág. 177. Publicado por el Banco Mundial. Editorial Tecnos.
3. Baum y Tolbert. Op. Cit., Pág. 190.

Si le gritan, no escuche.

Una de las razones por las cuales la gente prefiere la publicidad de las revistas a la de la televisión, es porque a nadie le gusta que le griten.

Es comprensible, cuando se vive en un mundo tensionado y demasiado ruidoso.

Además, 15 o 20 segundos son insuficientes para entender qué se quiso decir en un mensaje.

En cambio, los avisos en revistas se leen con tranquilidad y deleite, y cuando uno está tranquilo. Por cierto, ese es el momento en que el lector está más predispuesto a detenerse en el mensaje y aceptar la propuesta.

Pero, sobre todo, porque ese es el momento en que se pueden orientar compras y decisiones sin que nadie grite, ni presione.

¿No cree que es la manera más sana de comunicarse?

REVISTA del COLEGIO

FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA



Anuncios que informan

Teléfonos 40-4342 — 40-8070

Bambusetum

INVESTIGAN PRESERVACION DEL BAMBU

Con el objetivo de identificar métodos y materiales adecuados para una efectiva preservación del bambú contra el ataque de insectos y hongos, el Proyecto Nacional de Bambú desarrolla un programa de investigación en este campo.

Según informó el Dr. Jorge Gutiérrez, Jefe del Departamento de In-

Proyecto Nacional del Bambú

vestigación del P.N.B, los métodos y materiales que permitan la preservación del bambú deben ser, además de eficaces; económicos y seguros con el fin de reducir los costos de las viviendas.

Gutiérrez dijo que el proyecto Nacional de Bambú elaboró, con la asesoría de su consultor internacional, Dr. Walter Liese, un programa de investigación en preservación del bambú concebido en dos etapas.

Primera etapa:

La primera etapa, ya ejecutada, estuvo a cargo del Laboratorio de Productos Forestales de la Universidad de Costa Rica y del Departamento de Maderas del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Consistió en la evaluación de dos tipos de preservantes de una empresa nacional.

Los químicos se utilizaron en culmos de bambú con la técnica de inmersión prolongada, durante períodos de 7, 15 y 30 días.

A la esterilla de bambú y a la caña brava se les realizaron pruebas con la técnica de inmersión rápida (15 minutos) y difusión (15 a 30 días) en un ambiente sellado (bolsas de plástico). En ambos casos se evaluó la retención del preservante y la penetración de los componentes químicos por reacciones colorantes.

Segunda etapa:

Actualmente, en las instalaciones del P.N.B se ejecuta la segunda fase del programa de investigación en preservación.

Con algunas modificaciones, se diseñó y construyó una planta piloto de tratamiento con el método Boucherie. Dicho método consiste en inyectar preservante a presión y desplazar, de esta manera la sabia del bambú por el químico respectivo.

En esta planta piloto se evalúa la

capacidad operativa de la misma y los consumos de preservantes con el fin de realizar estudios de factibilidad para una planta de tratamiento para 70 hectáreas de cultivo.

Los resultados de los estudios permitirán utilizar los preservantes disponibles o de fácil fabricación, en términos de su eficacia, costo y seguridad.

P.N.B ESTUDIA TAXONOMIA DEL BAMBU

El Proyecto Nacional de Bambú realiza un estudio taxonómico de las dos especies del género *Guadua* de las zonas atlántica y sur que actualmente son cultivadas por esta entidad.

Con la investigación se obtendrá un conocimiento botánico más preciso de los bambúes utilizados en la construcción.

La diferenciación clara entre especies del bambú permite la correcta apreciación de sus propiedades físico-mecánicas y de la variación entre éstas. Asimismo, se contará con criterios de reconocimiento de especies definidas, para la reproducción de la gramínea destinada a la producción de materia de construcción.

El muestreo por zonas así como la medición de parámetros morfológicos fundamentales para la descripción botánica la realiza la bióloga Yvonne Widmer. La identificación de las especies se hará en los herbarios del Smithsonian Institute en Washington y en organismos especializados de Colombia y Brasil.

Con base en la caracterización de las especies, el Proyecto Nacional de Bambú publicará un documento que permitirá, a las personas o entidades interesadas, identificarlas fácilmente.

La Asociación de Ingeniería de Transporte

INVITA

Por este medio, la Asociación de Ingeniería de Transporte desea brindarles mayor información sobre el III Congreso de Ingeniería de Transporte que se llevará a cabo los días 5, 6 y 7 de Julio de 1990.

Las cuotas de inscripción serán:

€ 2.500.- para No Miembros.

€ 1.500.- para Miembros de A.I.T al día en la Cuota Anual.

€ 1.000.- para Estudiantes.

Como en los Congresos anteriores, los dos primeros días se sesionará en el Colegio Federado y el tercer día en un Hotel de San José (aún por definir).

En el programa técnico se están organizando dos mesas redondas, una sobre "La condición de los pavimentos en Costa Rica" y otra sobre "La situación de seguridad vial". Además del 5 al 7 de Julio se realizarán charlas de expositores nacionales e internacionales en distintos temas de la Ingeniería de Transportes.

Les recordamos que la A.I.T. - M.O.P.T. dispone de un fondo limitado para adiestramiento, en el cual pueden solicitar financiamiento para sus cuotas de inscripción.

Por último queremos recordarles que todavía hay tiempo de presentar un resumen de ponencia. Los instamos a compartir esos estudios e investigaciones que usted haya emprendido, con sus compañeros del campo del transporte.

Ing. María Lorena López R. - Coordinadora

Soluciones rápidas, económicas y resistentes como el acero.



Estructuras de acero Armco

- ★ Puentes
- ★ Seguridad Vial
- ★ Colectores Pluviales
- ★ Drenajes
- ★ Construcciones rápidas y ligeras.



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

En secciones diversas son usadas en drenajes, colectores pluviales, puentes y seguridad vial. Las Estructuras de Acero Corrugado ARMCO pueden ser galva-

nizadas o con recubrimiento epóxico. No requieren cimentaciones especiales, el costo del transporte es muy bajo y el armado es sumamente sencillo.

Las Estructuras de Acero Corrugado ARMCO cumplen con las normas ASTM y AASHTO, lo que les garantiza alta resistencia y larga vida útil.

Soluciones Armco para la Ingeniería



ARMCO LATIN AMERICA DIV.
AMERICA CENTRAL

San José, Costa Rica, Centro Colón, Of. 4-10, Paseo Colón, C. 38 y 40.
Teléfono: 33-2378 – Fax: (506) 33-2421



LUMINEX EL UNICO

INTERRUPTOR CON LUZ PILOTO

Imagínese...

Usted llega a su casa en la noche. Todo está a oscuras.

Empieza la desesperante búsqueda y usted trata una y otra vez.

Después de muchos intentos ¡Al fin se encuentra el interruptor de la luz. Luminex le evita este drama diario, porque es la única marca de tomacorriente e interruptores de pared diseñados con una luz que lo guía directamente hacia ellos.

La "Luz Piloto" de Luminex es ideal para instalaciones residenciales y comerciales, por su alta resistencia, facilidad de instalación y elegancia en cualquier ambiente. Además su precio es realmente atractivo.

Los tomacorrientes e interruptores Luminex son una verdadera alternativa para la decoración de su hogar u oficina. Luminex en blanco o beige... elija el de su agrado.

Garantía de

10 años

**PREGUNTE POR LUMINEX CON "LUZ PILOTO"
¡LA LINEA MAS BRILLANTE... FACIL DE ENCONTRAR!**



LUMINEX
una línea
con el
soporte
y calidad



SQUARE D COMPANY

CENTROAMERICA, S.A.

Teléfono: 32-6055 - Fax: 32-0426