

620

R

34 (5)

REVISTA del COLEGIO

FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA

NUMERO 5 / 91 - AÑO 34



Terremoto de Limón

Ident. de problemas geotécnicos en proyectos habitacionales

IV Semana Nacional de la Ingeniería y de la Arquitectura

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 **D**olymer
TEL: 31-3460





Conéctese a

UNIDAD DE INFORMACIÓN



Línea Terratec

bticino®

ALTA TECNOLOGIA
Y ELEGANCIA
PARA SU HOGAR



Línea Magic

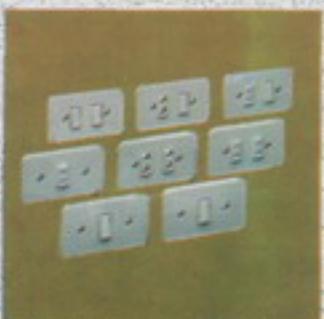


Cajas, limbres, portálamparas y enchufes

B-TICINO le ofrece las más elegantes y sofisticadas líneas de tomacorrientes, apagadores sencillos y con luz piloto, limbres, cajas de instalación enchufes y portálamparas. Además le ofrece sus exclusivas líneas de importación, como intercomunicadores y porteros eléctricos con pantalla de T.V., y la línea de lujo Living que ofrece una amplia gama de accesorios combinables con placas en 19 colores diferentes.



Línea Living



Línea Domino

bticino®

ALTA TECNOLOGIA EN
ACCESORIOS ELECTRICOS

CONCRETOS

PEDREGAL

El concreto que usted esperaba



**Calidad: Sello de todos
nuestros productos**

**Eficiencia: Meta de nuestro
servicio al cliente**

PEDREGAL
BASE SOLIDA DE SU CONSTRUCCION

SAN ANTONIO DE BELEN,
Calle Scott Paper
Tels: 39-2411 - 39-2511
Fax (506) 39-1657

HILTI

Todo en fijación

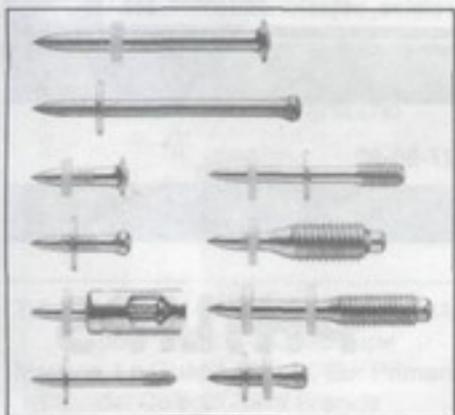


Fijación directa DX

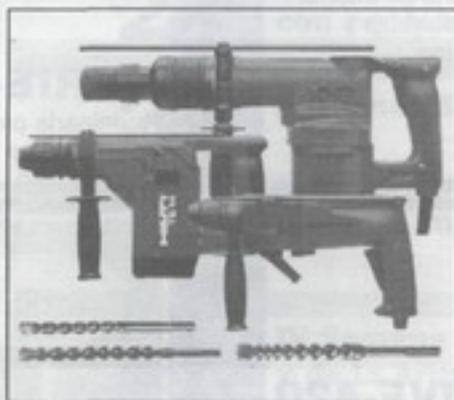
DX es el sistema de fijación directa Hilti de herramientas, clavos, pernos y cartuchos.



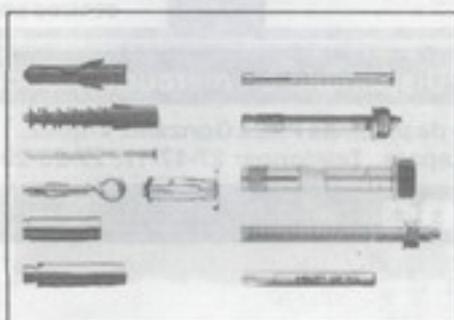
Pernos y clavos de alta calidad.



Potencia reconocida al perforar y cincelar.



Taladros roto-percutores y martillos "Combi", robustos, potentes y fáciles de manejar.



El anclaje apropiado para cada problema de fijación.

Unico y sin igual: más valor con Hilti.

Si hay algo que nos distingue es el contacto directo y continuo con el cliente. Desde los primeros acercamientos hasta el momento de enseñarle a sacarle todo el provecho a su herramienta Hilti.

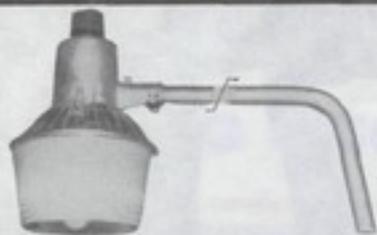


SUPERBA S.A.

Teléfono 55-1044
Apdo. 839 - 1000 San José
Fax (506) 55-1110

LUMINARIAS PHILIPS

ILUMINACION TOTAL EN TODO LUGAR



M-378*

Luminaria para calles y áreas grandes



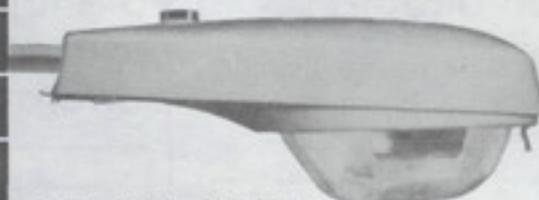
LP-175*

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

Sumario



Apdo. 2346-1000 San José
Teléfono 24-7322

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. Sonia Rojas

Colegio de Ingenieros Topógrafos
Ing. Martín Chaverri Roig

Colegio de Ingenieros Tecnólogos
Ing. Roberto Sandoval

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

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

Tels. 40-4342 y 40-8070 • Fax 40-4342
Apdo. 780-2100 Guadalupe
Moravia, La Guaria 50 mts. Sur Primaria
del Colegio Saint Francis

5 Editorial

6 Terremoto de Limón

8 La arquitectura de Robert Venturi

12 Identificación de problemas geotécnicos
en proyectos habitacionales

26 Medición de la red nac. de coordenadas
con equipo de georecepción de satélites

39 Sistemas de mantenimiento

40 Casas "Simón". Bogotá, Colombia

42 IV Semana Nacional de la Ingeniería
y de la Arquitectura

Portada
Puente en el Valle de la Estrella
colapsado por el terremoto
Foto: Ing. Fernando Cañas



ALQUILE Y GANE

El equipo que Usted requiere en el momento que lo necesite...

es una
empresa
que cuenta
con el
Respaldo
de

GRUPO

MATRA

40
Años



- Plantas Eléctricas
- Tractores de Oruga
- Retroexcavadoras
- Compactadoras
- Excavadoras
- Montacargas
- Perfiladora PR450
- Cargadores de Llantas



**Arrendamientos
de Equipos S.A.**

Teléfono 21-0001
Apdo. 426-1000 San José

EDISON S.A.



edison s.a. iluminación

FABRICANTES DE:
LUMINARIAS FLUORESCENTES
INDUSTRIALES Y COMERCIALES

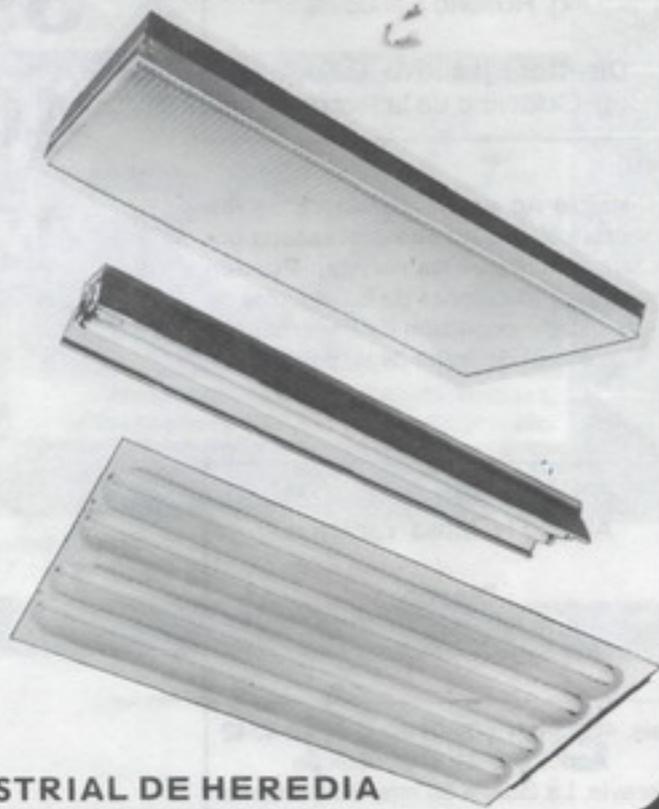
ADMINISTRACION:

39-0336

VENTAS:

39-0330

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



Editorial

Los costarricenses y los miembros del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos, debemos tomar conciencia de que nuestro país está situado en el Cinturón de Fuego del Océano Pacífico; en la confrontación (subducción) de las Placas del Coco y del Caribe, junto a la Fosa Mesoamericana. Esta ubicación dentro de la geología dinámica, nos ha permitido emerger a lo largo de 130 millones de años, a un ritmo horizontal promedio de 1.5 a 2 mm cada año. El flujo geológico constante, y su efecto sobre la zona de la corteza terrestre en que estamos ubicados, genera tensiones acumuladas, fisuras, cambios geológicos y variaciones de nuestra geomorfología.

Tener conciencia de esta situación, significa para los profesionales miembros del CFIA, prever las condiciones objetivas a que serán sometidas las obras de arquitectura y de ingeniería de nuestro país. Prevenir los efectos posibles y diseñar estructuras lógicas adecuadas a la liberación constante de energía en el subsuelo, supone una ampliación considerable de los procesos de investigación, formación académica y tecnológica aplicada a la construcción de las obras de infraestructura y edificios.

Debemos recibir con satisfacción la creación de la Maestría en Estructuras en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica; así como la Oficina de Control de Calidad del C.F.I.A. y el laboratorio de Ingeniería Sísmica del INII de la U.C.R. También la adecuada formación estructural en el nuevo currículum de la Escuela de Arquitectura de la U.C.R.; así como los diversos seminarios sobre estructuras de la Asociación Costarricense de Ingeniería Estructural y los de reparación y readecuación de edificios que sufrieron daños sísmicos, dados en la Cámara Costarricense de la Construcción. Esta nueva corriente de objetivos y superación, dará

pronto resultados positivos; así como en la década del 70 a raíz del Sismo de Managua, se generó la conciencia de la necesidad de su Código Sísmico; respuesta que fue dada en 1973. Queda mucho por hacer, nuevos cursos para formación de operarios y maestros de obras, recoger la experiencia de los recientes sismos, colaborar con los especialistas en geología, sismología, vulcanología y otras áreas básicas para la obtención de la información científica necesaria, que actualice los mapas de riesgo sísmico, y que posibilite el diseño estructural, tomando en cuenta la interacción suelo-estructura; experiencia que nos han dejado los graves daños sufridos en las carreteras nacionales, puentes y otras obras civiles.

Los arquitectos debemos tomar conciencia de que nuestras obras de arquitectura no pueden seguir siendo el remedo de lo que en otras zonas del mundo se realiza, sino por el contrario una respuesta seria y creativa a la problemática de los sistemas espaciales y a las condiciones objetivas de nuestro país. Diseñar estructuras arquitectónicas simples, lógicas y económicas, será nuestro mejor aporte a las necesidades de edificación nacional. El hospital seguro, la escuela donde no perezca ningún niño, la vivienda que proteja a la familia y los demás edificios públicos y privados que garanticen la vida, es una prioridad. La morfología de las obras arquitectónicas y civiles, deberá ser en el futuro la expresión de esta conciencia, del riguroso análisis científico y de una creatividad responsable para nuestra comunidad. No hay derecho a crear lo superficial o lo improvisado, mientras no se garanticen las condiciones de confort ambiental, seguridad estructural y riqueza espacial necesarias.

Debemos tomar conciencia con rigor de esta nueva situación histórica.

Arq. Alvaro Morales
Director General C.F.I.A.

Terremoto de Limón

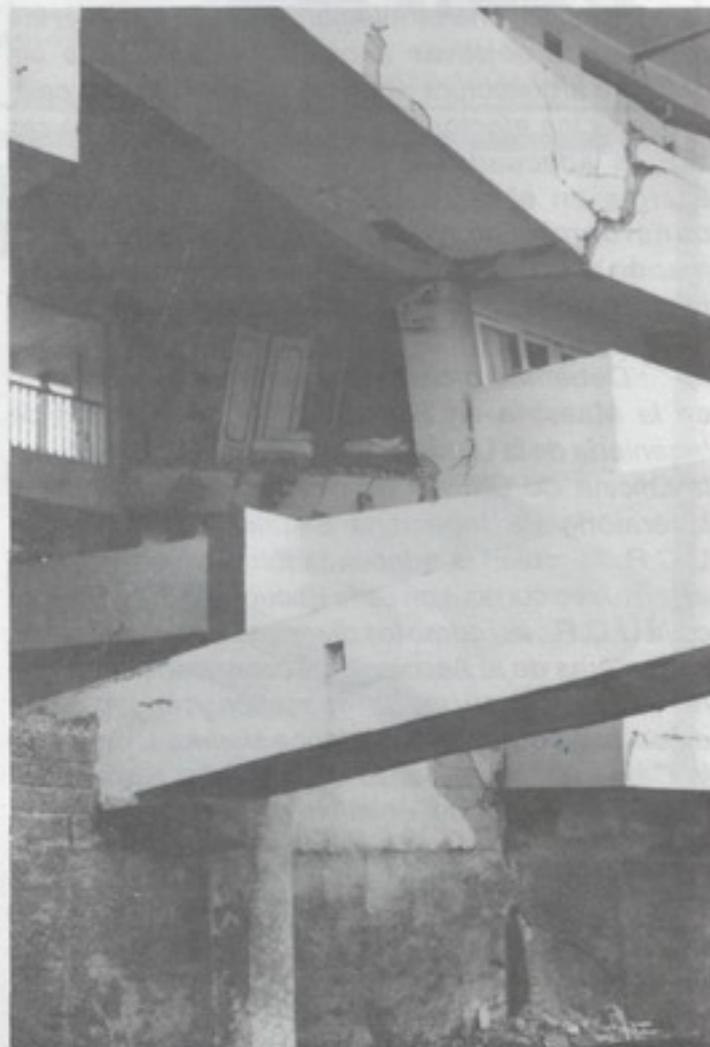
El Colegio Federado organizó un gira de observación por las áreas afectadas por el fenómeno, en la cual participaron un importante grupo de profesionales interesados de ver en el sitio los efectos producidos tanto en las construcciones como en la misma naturaleza, la cual cambió, en algunos lugares, de forma abrupta. Estos son algunos de los registros fotográficos obtenidos.



Banco de coral que se encontraba sumergido antes del evento. Foto: Ing. Fernando Cañas.



El Hotel Internacional, una de las edificaciones que sufrió colapso de su estructura. Foto: Ing. Vilma Padilla



El Hotel Las Olas registró cuantiosos daños. Foto: Ing. Carlos M. Granados R.



Colapso de un puente por fallamiento del terreno.

Foto: Ing. Carlos M. Granados R.



Otra vista de los daños en el Hotel Las Olas.

Foto: Ing. Carlos M. Granados R.



Efectos sobre una columna en la cual se puede observar una cañería de desagüe.

Foto: Ing. Carlos M. Granados R.

Calentador Instantáneo **NIAGARA**

Agua caliente al instante con economía y confort



Datos Técnicos

Dimensiones: 32 x 32 x 38 cm.

Voltaje: 220 V.

Amperaje: 23 AMP.

Rango de Temperatura: 49 a 77 °C

Conexiones: 1/2" NPT.

Presión Máxima: 90 P.S.I.

- Control de temperatura ajustable.
- Mantiene la temperatura del agua sin variaciones.
- Diseñado para proveer de agua caliente todas las necesidades de una vivienda o empresa.
- Fácil de instalar, aún donde no existan previstas para agua caliente.
- Liviano, compacto y elegante.
- Excelente aislamiento térmico de poliuretano inyectado y acabado exterior en fibra de vidrio.
- De bajo consumo eléctrico, ya que calienta solamente el agua que se utiliza y un volumen mínimo de reserva.

TRAV-O-MATIC

Tel. 23-5512 - Fax (506)21-5256 - Apdo. 4509-1000
San José, Costa Rica.

La arquitectura de Robert Venturi, Premio Pritzker 1991

Jorge Grané

En 1979, la fundación Hyatt estableció un premio Pritzker para galardonar a un arquitecto "cuya obra, construida combinando talento, visión y compromiso, produzca consistentes y significativas contribuciones a la humanidad y al ambiente constructivo por medio de la arquitectura". Entre otros, han sido beneficiados con dicha distinción, considerada como el premio Nobel de la Arquitectura, Philip Johnson, Luis Barragán, James Stirling, Ieoh Pei y Aldo Rossi, el año pasado. El jurado estuvo integrado por J. Carter Brown, director de la National Gallery of Art de Washington, Giovanni Agnelli, presidente de la Fiat, Ana Luoise Huxtable, crítica de arquitectura, el arquitecto Ricardo Legorreta de México, el arquitecto Kevin Roche (Pritzker 1982), Toshio Nakamura, editor de la revista A+U y lord Rotschild, director de la National Gallery of Art de Londres.

En la ciudad de México fue entregado el Premio Pritzker 1991, al arquitecto norteamericano Robert Venturi, consistente en una medalla de



Perspectiva de la escalera principal hacia el acceso a las salas de exposición de la National Gallery de Londres, cuya ampliación fue proyectada por Venturi.

Los mejores resultados
requieren productos de

bronce que reproduce un diseño de Louis Sullivan y cien mil dólares. Robert Venturi ha cumplido 66 años en junio y es más conocido por su obra teórica que por su obra construida. En 1966 editó el libro "Complejidad y contradicción en la arquitectura, como respuesta a los tratados de la arquitectura moderna el que ofrece una fresca mirada sobre el paisaje urbano destacando la belleza y honestidad de los edificios ordinarios.

Venturi habla en él de la vitalidad confusa y promueve entre los arquitectos la aceptación de lo casual e improvisado. "Doy la bienvenida a los problemas y exploto las incertidumbres. Al aceptar la contradicción y la complejidad defiende tanto la vitalidad como la validez".

Casado con la arquitecta Denise Scott Brown, con quien comparte su estudio, escribió luego con ella y Steven Izenour, en 1972, "Aprendiendo de las Vegas", que trata sobre el simbolismo en la arquitectura a partir del estudio urbano e iconográfico de esta ciudad y que cultiva en su propuesta para el pabellón de Estado Unidos en la Expo Sevilla 92, cuya fachada está realizada con elementos gráficos que componen una dinámica visión de la bandera de su país.

Son célebres, entre sus obras, la vivienda diseñada para su madre en Chesnut Hill, Filadelfia, la estación de bomberos de Columbus, la Guild House, en Filadelfia y el proyecto de ampliación de la National Gallery of Art de Londres.

Venturi se graduó de arquitecto en la Universidad de Princeton en 1950. gracias al premio Roma pudo estudiar

por dos años en Italia y a su regreso a su país trabajó junto a César Pelli, Kevin Roche y Louis Kahn.

Robert Venturi ha sido considerado uno de los padres del postmodernismo, situación que el rechaza, dado que este término significa la referencia histórica o la cifra formal de modelos vacíos de sus significados originales.

En una conferencia que dictó en Harvard comentó que "la arquitectura puede ser muchas cosas pero siempre debe ser culturalmente relevante. Tratando de hacer una arquitectura que sea relevante para una diversidad de culturas, gustos y lugares, prefiero poner énfasis en el aspecto simbólico de la arquitectura, más que en el formal o técnico". "No soy un arquitecto ideólogo -dijo en 1984-. Uno escribe un libro para entender su trabajo, para justificar su trabajo". De acuerdo a la opinión del jurado "La arquitectura es una profesión que habla de ladrillos, madera, piedra, cristal y acero y es también una forma de arte basada en palabras, ideas y conceptos. Pocos arquitectos de este siglo han podido combinar los dos aspectos de la profesión y ninguno lo ha hecho de manera tan exitosa como Robert Venturi.



Casa Vanna, Chesnut Hill.



Expertos en materiales eléctricos e iluminación

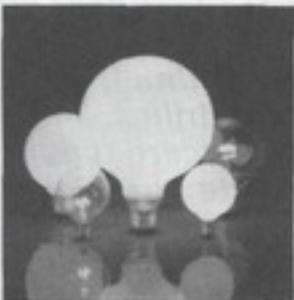
- Para su mayor comodidad:

Amplio parqueo fuera del congestionado San José.



- Para su mejor decisión en materiales eléctricos e iluminación:

En electricidad Usted no debe correr riesgos. Muchos años de prestar asesoría ha hecho de nuestro equipo humano el más confiable y calificado especialista en materiales eléctricos e iluminación.



- Para que Usted compre a los mejores precios:

Con los mismos precios que en nuestro local de San José, Usted podrá seleccionar más cómodamente entre un amplio stock de luminarias y materiales eléctricos de las mejores marcas y al más bajo precio del mercado.



Sabana Sur

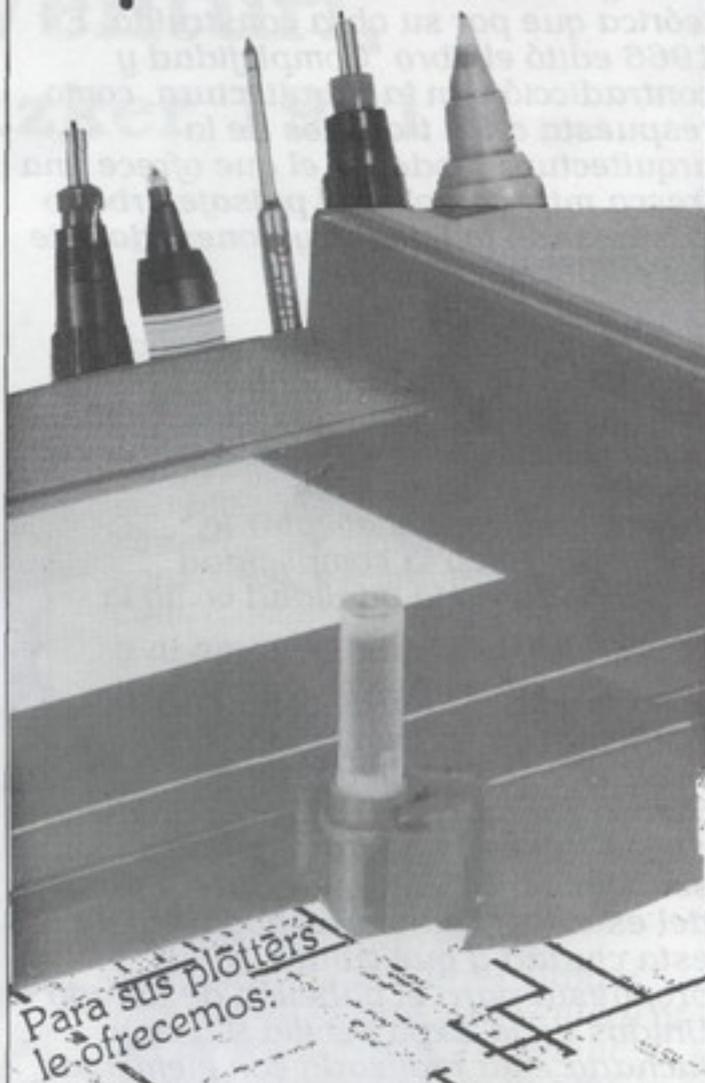
150 m. Sur del Lago La Sabana
Calle Morenos
Tel. 20-1955
Fax 20-4456
Apdo. 1417-1000

San José

100 m. Oeste y 25 Norte
del Banco Nacional,
Calle 6, Avs. 1 - 3
Tel. 22-4911 - Fax 23-3071
Apdo. 1417-1000

Los mejores resultados requieren productos de

¡Calidad!



Papel opaco
Papel transparente
Transparencias
Acetato

Plumas
Marcadores
Tintas Chinas

Solamente en:



JIMENEZ & TANZI Ltda.

25 mts. Norte de Radiográfica Costarricense - Tel. 33-8033
Fax 33-8294 Apdo. 3553-1000 San José, Costa Rica

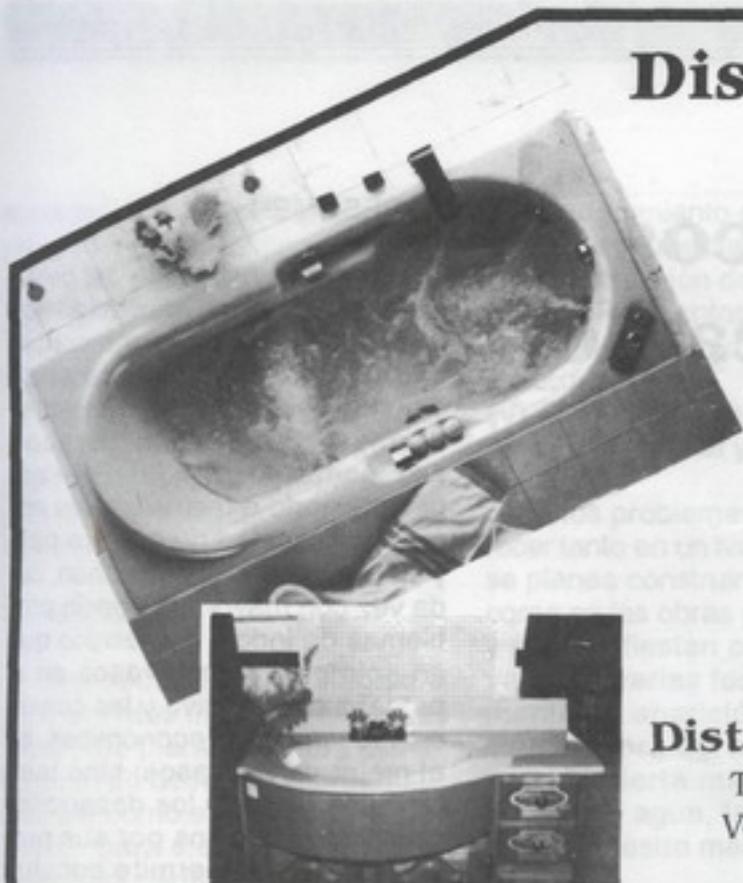
Distinción que sólo el mármol da...

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



En cerraduras, la decisión no puede dejar dudas...

Porque su cliente merece lo mejor que el mercado ofrece, y también merece el respaldo que Lapeira S.A. brinda a los productos que distribuye, la elección es clara,...

En cerraduras Weiser o Falcon, ...presentes en Costa Rica desde hace muchos años.



CERRADURAS ARQUITECTONICAS



WEISER
UN AÑO DE GARANTIA

Distribuidores
ABONOS AGRO S.A.
Tel. 33-3733
LAPEIRA S.A.
Tel. 22-4365

Elementos básicos para la identificación de problemas geotécnicos en proyectos habitacionales

Ing. Marco A. Valverde Mora
Oficina Mecánica de Suelos y Rocas. ICE
Ing. Gastón Laporte Molina
Consultor Independiente. INSUMA S. A.

1^{er}. Premio Bayardo Selva en el V Seminario Nacional de Geotecnia.

1^{er}. Encuentro Centroamericano de Geotecnistas

1.- RESUMEN

El rápido crecimiento del desarrollo de proyectos habitacionales en el país, ha traído como consecuencia que los mismos sean construidos en áreas que anteriormente no se consideraban adecuadas para tal fin. Este aspecto, ligado a factores tales como la sismicidad de nuestro país y su clima tropical, ocasionan, cada vez con mayor frecuencia problemas de índole geotécnico que no solo producen atrasos en el proceso constructivo y las consecuentes pérdidas económicas, en el mejor de los casos; sino también una vez que los desarrollos han sido ocupados por sus propietarios. Esto permite concluir que un problema meramente geotécnico, que podría haber sido resuelto de una manera sencilla, puede llegar a involucrar una serie de aspectos de índole ético, legal, social, económico, urbanístico, arquitectónico, operacional y hasta psicológico, entre otros, y cuya solución tendrá un costo muchas veces mayor que la investigación geotécnica que pudo prevenir el daño.

Teniendo presente que la magnitud real del problema puede abarcar esta amplia gama de aspectos, se ha considerado conveniente por parte de los autores publicar un documento que contenga algunos elementos, que aunque muy básicos son los que comúnmente se observan en la práctica y que servirán para una identificación preliminar de posibles problemas geotécnicos en áreas a desarrollar con fines urbanísticos.

Adicionalmente se presenta una zonificación preliminar dentro de la Gran Área Metropolitana, indicando el tipo de suelo predo-

minante en cada zona que la compone, así como algunos comentarios relacionados con los problemas geotécnicos asociados a los mismos.

Como se verá, se ha utilizado un formato fácilmente comprensible para cualquier profesional que posea conocimientos básicos de la Mecánica de Suelos.

2.- ALCANCE

Este documento va dirigido a profesionales involucrados en el campo de planeamiento y construcción de desarrollos urbanísticos; así como su respectiva evaluación para efectos de financiamiento por parte de la entidad que represente. Se incluyen elementos que permitan a estos profesionales, sin ser especialistas en la materia, identificar y prevenir la posibilidad de aparición de un problema geotécnico, y de esta forma buscar la recomendación oportuna de parte de un especialista en geotécnica. Esto a su vez se traducirá en proyectos no solo más seguros, sino que construidos a un menor costo.

3. PROBLEMA GEOTECNICO.

Diremos que un problema geotécnico es cualquier evento, o combinación de éstos, que traiga como consecuencia la aparición de deformaciones y daños a un terreno, los que a su vez sean nocivos para una estructura existente o puedan llegar a serlo para una futura obra a construir. Bajo este concepto se incluirán los siguientes eventos:

(I) Asentamientos del terreno, y daños estructurales asociados.
(II) Expansión del terreno y daños en losas, elementos estructurales, tuberías, pavimentos, entre otros.

(III) Agrietamiento del terreno como consecuencia de la expansión/contracción del mismo.

(IV) Deslizamientos, tanto en cortes naturales, como en rellenos mal construidos.

(V) Control de aguas de escorrentía superficial y negras.

Estos problemas pueden aparecer tanto en un terreno en el que se planea construir un desarrollo, como en las obras ya construidas y se manifiestan como luego se verá, de varias formas. Lógicamente su aparición o reactivación se verá agravada por sismos de cierta magnitud o presencia de agua, factores comunes en nuestro medio.

Con el fin de simplificar el enfoque, se ha creído conveniente subdividir los factores a tratar en (I) terreno, (II) obras civiles existentes y (III) acciones negativas.

3.1 TERRENO:

El costo de adquirir un terreno es cada día más elevado, de ahí que quien vaya a invertir en ello debe garantizarse que su inversión va a ser segura. Lo anterior implica que no basta con que el terreno cumpla con una serie de

requisitos estéticos, para que sea adecuado para el fin básico: obtener un proyecto seguro y económico.

Las siguientes son algunas reglas básicas que le permitirán al profesional encargado de emitir un criterio sobre compra de terrenos, identificar la posible aparición de problemas geotécnicos.

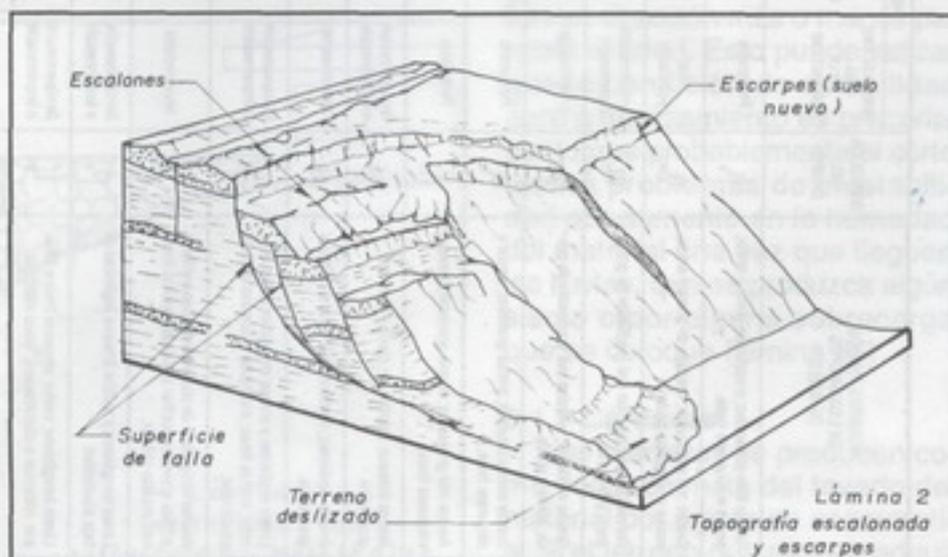
3.1.1 Tipo de Suelo.

Los suelos pueden identificarse desde varios puntos de vista; entre los que se pueden citar color y olor en el caso de suelos orgánicos; dilatancia, tenacidad y resistencia en el estado seco para suelos finos en general.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), ampliamente difundido en nuestro medio, establece excelentes lineamientos muy sencillos de ejecutar en el campo, que permiten tener una idea clara del tipo de suelo. La lámina #1 contiene estas recomendaciones.

3.1.2 Topografía Escalonada.

La existencia de escalones en el terreno puede ser evidencia de que existe un movimiento activo, o que existió en algún momento.



CUADRO DE PROPIEDADES Y USOS

NOMBRES TÍPICOS DE LOS GRUPOS DE SUELO	SIMBOLOS DEL GRUPO	PROPIEDADES IMPORTANTES			APTABILIDAD RELATIVA A VARIOS USOS						CAMBIOS		
		PERMEABILIDAD DEL SUELO COMPACTADO	RESISTENCIA AL CONTACTO COMPACTADO Y SATURADO	COMPRESIBILIDAD COMPACTADO Y SATURADO	TRABABILIDAD COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION	SECCION DE MATERIAL HOMOGENEO	CONAZON MUY FAMILIAR	ZONA DE TRANSICION	RESISTENCIA A LA EPISON	REVESTIMIENTO DE TIERRA COMPACTADA	FILTRACIONES IMPORTANTES	FILTRACIONES NO SON IMPORTANTES	TERSAPIQUES	CARPETA DE PAVIMENTO
Gravas bien graduadas; mezclas de grava y arena; pocos o ningunos finos.	G _s	Permeable	Excelente	Despreciable	Excelente	.....	1	1	.....	.....	1	1	3
Gravas mal graduadas; mezclas de grava y arena; pocos o ningunos finos.	G _m	Muy permeable	Buena	Despreciable	Buena	.....	2	2	.....	.....	3	3	.....
Gravas limosas; mezclas mal graduadas de grava; arena y limo.	GL	Semipermeable o permeable	Buena	Despreciable	Buena	.....	4	4	.....	1	4	4	5
Gravas arcillosas; mezclas mal graduadas de grava; arena y arcilla.	GB	Impermeable	Buena o regular	Muy baja	Buena	.....	1	3	.....	2	6	5	1
Arenas bien graduadas; arenas gravosas; pocos o ningunos finos.	A _s	Permeable	Excelente	Despreciable	Excelente	.....	3 Si tiene grava	6	.....	.....	2	2	4
Arenas mal graduadas; arenas gravosas; pocos o ningunos finos.	A _m	Permeable	Buena	Muy baja	Regular	.....	4 Si tiene grava	7 Si tiene grava	.....	.....	5	6	4
Arenas limosas; mezclas de arena y limo mal graduadas.	AL	Semipermeable o impermeable	Buena	Baja	Regular	.....	5	8 Si tiene grava	.....	3	7	8	10
Arenas arcillosas; mezclas de arena y arcilla mal graduadas.	AB	Impermeable	Buena o regular	Baja	Buena	.....	2	5	.....	4	8	7	6
Limos orgánicos y arenas muy finas; polvo de roca; arenas finas; arcillosas o limosas de baja plasticidad.	L _p	Semipermeable o impermeable	Regular	Medio	Regular	.....	6	.....	.....	6	6	10	11
Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media; arcillas gravosas; arcillas arenosas; arcillas limosas; arcillas pobres.	B _p	Impermeable	Regular	Medio	Buena o regular	.....	3	9	.....	3	5	9	7
Limos inorgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	O _p	Semipermeable o impermeable	Baja	Medio	Regular	.....	8	.....	.....	7	11	11	12
Limos inorgánicos; suelos arenosos finos o limosos micáceos o delimitados; limos elásticos.	L _c	Semipermeable o impermeable	Regular o baja	Alta	Mala	.....	9	.....	.....	8	12	12	13
Arcillas inorgánicas de alta plasticidad muy compactables; arcillas francas.	B _c	Impermeable	Baja	Alta	Mala	.....	7	10	.....	8	13	13	8
Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta.	O _c	Impermeable	Baja	Alta	Mala	.....	10	.....	.....	10	14	14	14
Turba y otros suelos altamente orgánicos en proceso de descomposición.	T	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION PARA SUELOS FINOS O FRACCIONES FINAS DE SUELO EN EL CAMPO

Estos procedimientos se ejecutan con la fracción que pasa por la malla # 40 (aproximadamente 0.5 mm). Para fines de clasificación en el campo, el no se usa la malla, simplemente se quitan a mano las partículas gruesas que obstruyan o dificulten las pruebas.

DILATANCIA (Resistencia al agitado)

Después de quitar las partículas mayores que la malla # 40, prepárese una pastilla de suelo húmedo de aproximadamente 10 cm³. Si es necesario, añádale suficiente agua para dejar el suelo suave, pero no pegajoso. Colóquese la pastilla en la palma de la mano y agítela vigorosamente varias veces contra la otra mano. Una reacción positiva consiste en la aparición de agua en la superficie de la pastilla, la cual cambia adquiriendo una apariencia de hilado y se vuelve lastoso. Cuando la pastilla se oprime entre los dedos, el agua y el lastre desaparecen de la superficie, la pastilla se vuelve lisa y finalmente se desmenuza. La rapidez de la aparición del agua durante el agitado y de su desaparición durante la oprisión sirve para identificar el carácter de los finos en un suelo.

RESISTENCIA EN ESTADO SECO (Características al rompiendo)

Después de eliminar las partículas mayores que la malla # 40, móldese un cilindro de suelo de 2.5 cm de diámetro por 2.5 cm de

altura hasta alcanzar una consistencia de masa, añadiendo agua si es necesario. Déjese secar completamente la pastilla en un horno, al aire o al sol y pruebe su resistencia compresión y desmenuzación entre los dedos. Esta resistencia es una medida del carácter y la cantidad de la fracción coloidal que contiene el suelo. La resistencia en estado seco aumenta con la plasticidad.

TEMACIDAD (Consistencia cerca del límite plástico)

Después de eliminar las partículas mayores que la malla # 40, móldese un espécimen de aproximadamente 10 cm³ hasta alcanzar la consistencia de masa. Si el suelo está muy seco debe agregarse agua, pero si está pegajoso debe extenderse el espécimen formando una capa delgada que permita algo de pérdida de humedad por evaporación. Posteriormente el espécimen se rola a mano sobre una superficie lisa o entre las palmas, hasta hacer un rollo aproximadamente de 3 mm de diámetro; se amasa y se vuelve a rolar varias veces. Durante estas operaciones el contenido de agua se reduce gradualmente y el espécimen llega a ponerse liso, pero finalmente se desmenuza cuando se alcanza el límite plástico. Después que el rollo se ha desmenuado, los pedruzcos deben juntarse y continuarse el amasado entre los dedos en forma ligera, hasta que la masa se desmenua nuevamente.

De cualquier forma, la época lluviosa o la acción de un sismo puede reactivar o acelerar el movimiento (lámina #2).

3.1.3 Escarpes.

Debe ponerse especial atención si se encuentran en alguna zona del terreno, ya que siempre son evidencia de movimiento, máxime si se encuentran en zonas desprovistas de vegetación y el suelo presenta una condición fresca. Debe evaluarse si se trata de un movimiento viejo así como la posibilidad de que se reactive o acelere por la acción de la lluvia; un sismo o la imposición de una sobrecarga, entre otros (lámina #2). La situación es aún más grave si en el escarpe existe la posibilidad de acumulación de aguas.

3.1.4 Estructuras existentes.

No debe olvidarse que el terreno que se va a adquirir no está aislado del resto del área en que está ubicado. Por esto es importante realizar un pequeño recorrido en los alrededores, con el fin de detectar, si es del caso, algunos indicios de movimiento que puedan no manifestarse tan claramente en la propiedad a adquirir. Postes, muros, cercas, árboles e hidrantes son fieles indicadores



Lámina 4
Reptación

de movimientos del terreno (lámina #3).

3.1.5 Reptación.

Este fenómeno se presenta normalmente en suelos de granulometría fina saturados, y se generan como consecuencia de la aparición de fuerzas gravitacionales externas que en un momento dado sobrepasan la resistencia al corte del suelo.

Indicios de que se está presentando, son la existencia de árboles inclinados, aparición de pequeños montículos en el terreno y aparición de cicatrices siguiendo las curvas de nivel (lámina #4).

Debe aclararse que la inclinación de árboles no siempre está asociada a este fenómeno, ya que en zonas expuestas a fuertes vientos los mismos pueden presentar este efecto. Por lo tanto, de encontrarse alguno de los indicadores anotados en el área de interés, deberá ser evaluado por un Ingeniero Geotecnista con el fin de determinar si realmente existe el problema, su magnitud y posibles soluciones.

3.1.6 Grietas.

Si la topografía del terreno es quebrada, deberá ponerse especial atención a la existencia de grietas; en especial si se desarrollan en dirección más o menos paralela al talud. Esto puede indicar que la condición de estabilidad contra deslizamiento es precaria, por lo que probablemente el corte tendrá problemas de inestabilidad por aumento en la humedad del material una vez que lleguen las lluvias, que se produzca algún sismo o por alguna sobrecarga que se coloque (lámina #5).

3.1.7 Cárcavas.

Las cárcavas se producen como consecuencia del lavado del material por aguas de escorrentía. Si el terreno que se va a adquirir

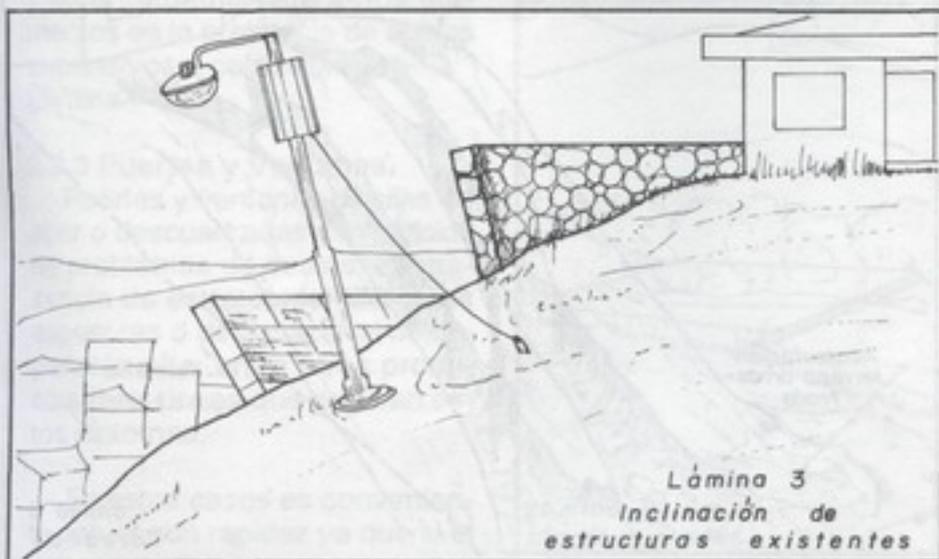
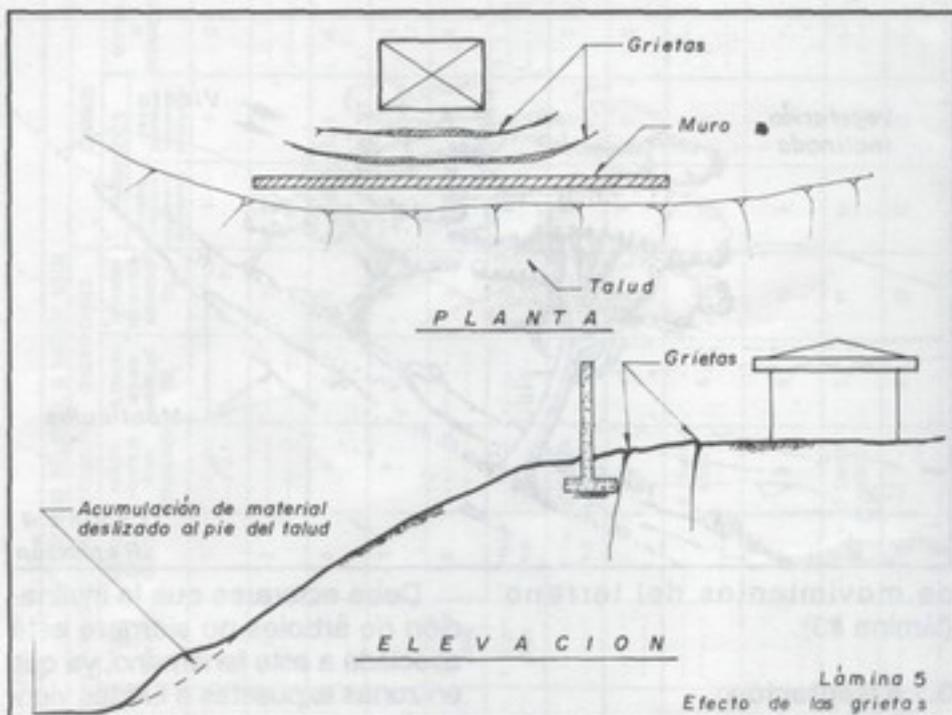


Lámina 3
Inclinación de
estructuras existentes



rir posee este tipo de problema, y se presenta en una zona de relleno, debe ponerse especial atención ya que el origen puede ser una mala ejecución del mismo (lámina #6).

3.1.8 Cauces de Agua.

La existencia de éstos hacia el pie del talud en terrenos naturales, en menor grado, y de rellenos principalmente, es un factor muy importante de tener en consideración. Normalmente, y la práctica así lo demuestra, las obras de protección de la ladera contra el efecto erosivo del agua son costosas, y en muchos casos el valor del proyecto hace prácticamente imposible incluirlo dentro del costo del mismo, por lo que a mediano plazo será el estado o los propietarios los que tendrán que correr con el gasto (lámina #7).

3.2 OBRAS CIVILES:

Si bien es cierto es importante proteger la inversión que se hace al adquirir un terreno, lo es más al comprar cualquier tipo de edifica-

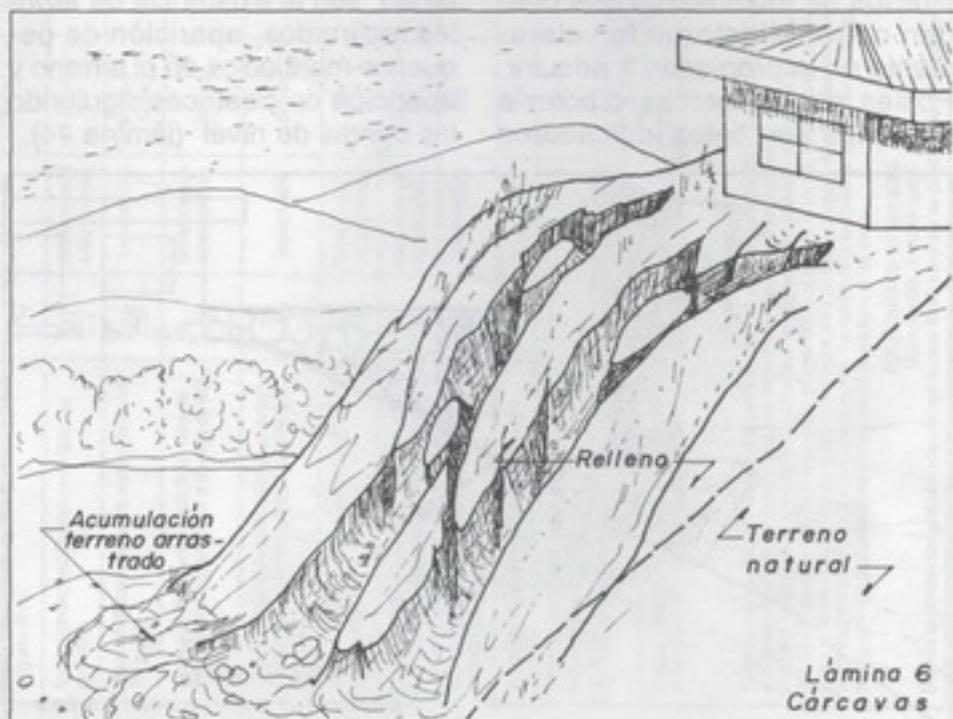
ción, esto por cuanto una evaluación del terreno hecha por un Ingeniero Geotecnista eliminará o mitigará las acciones adversas del mismo sobre la futura obra, mientras que cuando se adquiere el inmueble ya construido, será más difícil, y por ende, más onerosa cualquier acción correctiva

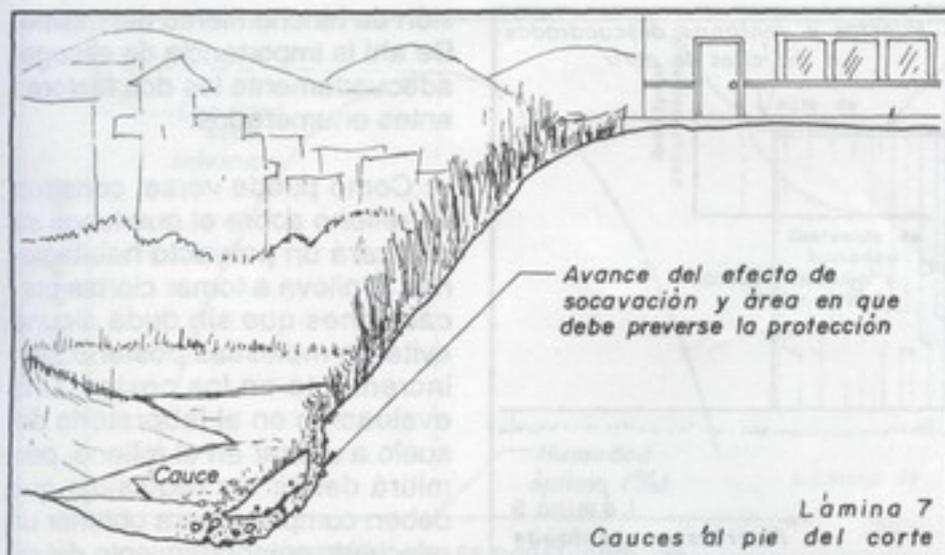
que deba tomarse. Por otro lado, la identificación del problema geotécnico es un poco más compleja que en el caso de un terreno, en virtud de que entran en juego algunos otros elementos tales como proceso constructivo, actividad sísmica y problemas puramente estructurales, que pueden incidir y conjugarse al evidenciar el problema geotécnico.

3.2.1 Tipo de Suelo.

Nuevamente aparece el tipo de suelo como factor primordial de tomar en cuenta. Debe considerarse adicionalmente, que la presencia misma de la edificación muchas veces acelera o magnifica el problema por lo que más adelante se denominan "acciones negativas".

Para la evaluación de la influencia del tipo de suelo sobre el problema geotécnico, debe buscarse alguna zona aledaña en donde pueda inspeccionarse visualmente, consultar a los vecinos sobre problemas que se hayan presentado y realizar los pro-





cedimientos descritos en 3.1.1. Si de esta evaluación preliminar se desprende que el suelo podría ser fuente del problema, es prudente que consulte a un Ingeniero Geotecnista para que dé la solución del problema con base en los resultados de laboratorio y su experiencia.

3.2.2 Losas.

Dentro de esta categoría se incluyen pisos, aceras y gradas, las que en general son fieles indicadoras de problemas geotécnicos.

Es importante el análisis detallado del problema, ya que entre otros, la causa común de grietas y levantamientos de estos elementos es la presencia de suelos expansivos o colapsibles. (lámina #8).

3.2.3 Puertas y Ventanas.

Puertas y ventanas difíciles de abrir o descuadradas son indicios de problemas de suelos. La presencia de estratos de diferentes espesores o de capacidad de expansión alta, entre otros producen distorsiones que generan estos síntomas.

En estos casos es conveniente actuar con rapidez ya que si el

problema realmente existe, una acción oportuna podría eliminar la posibilidad de daños mayores posteriores. Adicionalmente, si la construcción se encuentra cercana a un talud, deberá evaluarse, como luego se verá, si la causa es más bien asociada a inestabilidad del mismo (lámina #9).

3.2.4 Grietas.

Es práctica común que las grietas en estructuras y en obras exteriores se asocien a problemas estructurales, y en mucho menor grado con problemas geotécnicos (lámina #10). Sin embargo, debe evaluarse cuidadosamente la aparición de grietas teniendo

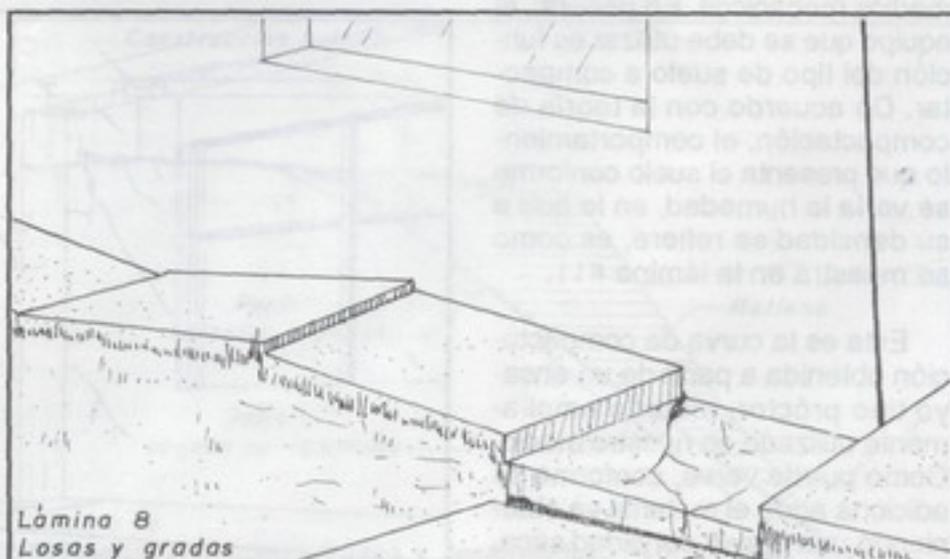
presente que éstas pueden ser producidas por retracción/expansión del suelo, efecto de un sismo sobre un relleno mal compactado, o variación del contenido de humedad del suelo, entre otros.

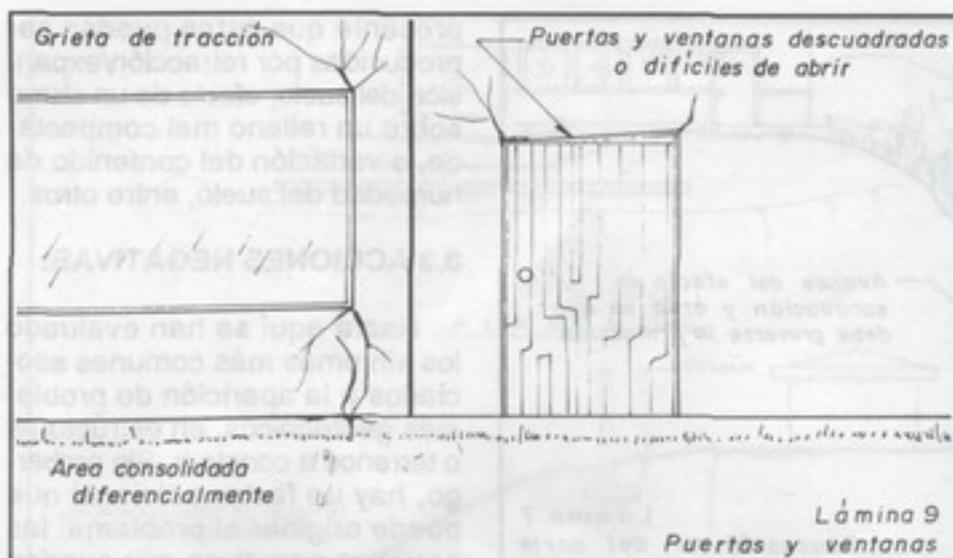
3.3 ACCIONES NEGATIVAS:

Hasta aquí se han evaluado los síntomas más comunes asociados a la aparición de problemas geotécnicos, en estructuras o terrenos a construir. Sin embargo, hay un factor adicional que puede originar el problema: las acciones negativas que puedan tomarse como consecuencia del diseño.

Es común utilizar rellenos, no solo mal compactados, sino hechos con materiales provenientes de las excavaciones no aptos para tal fin. Si a esto se le suma que no se ejecuta un trabajo de conformación adecuado y eliminación de la capa vegetal de la superficie sobre la que se colocará, es clara la razón de la gran cantidad de problemas geotécnicos asociados con rellenos en edificaciones, pavimentos, tuberías, aceras y otros.

En vista de lo anterior se ha





creído conveniente incluir un capítulo en el que se trate este tema, con el fin de hacer conciencia sobre la necesidad de planear rellenos, terracerías y control de aguas al ejecutar un diseño.

3.3.1 Rellenos.

Para poder entender claramente la importancia que reviste el ejecutar un relleno adecuadamente, deben tenerse en mente algunos conceptos relativos a compactación de suelos.

Se entiende por compactación aquel proceso de mejoramiento de sus características de resistencia y deformación, mediante medios mecánicos. En general, el equipo que se debe utilizar es función del tipo de suelo a compactar. De acuerdo con la teoría de compactación, el comportamiento que presenta el suelo conforme se varía la humedad, en lo que a su densidad se refiere, es como se muestra en la lámina #11.

Esta es la curva de compactación obtenida a partir de un ensayo tipo próctor; método ampliamente utilizado en nuestro medio. Como puede verse, conforme se adiciona agua el material va obteniendo una mayor densidad seca,

para una energía estándar, hasta alcanzar su densidad seca máxima para un porcentaje de humedad óptima.

Puede entonces concluirse que los factores que más afectan las características de compactación son: (I) el contenido de humedad y (II) la energía utilizada para la compactación.

Asociada a la curva de compactación, se tiene el comportamiento mecánico del material y la probabilidad de que el material hinche o colapse al saturarlo, según la presión externa que se coloque sea menor o mayor a la pre-

sión de hinchamiento del mismo. De ahí la importancia de escoger adecuadamente los dos factores antes enumerados.

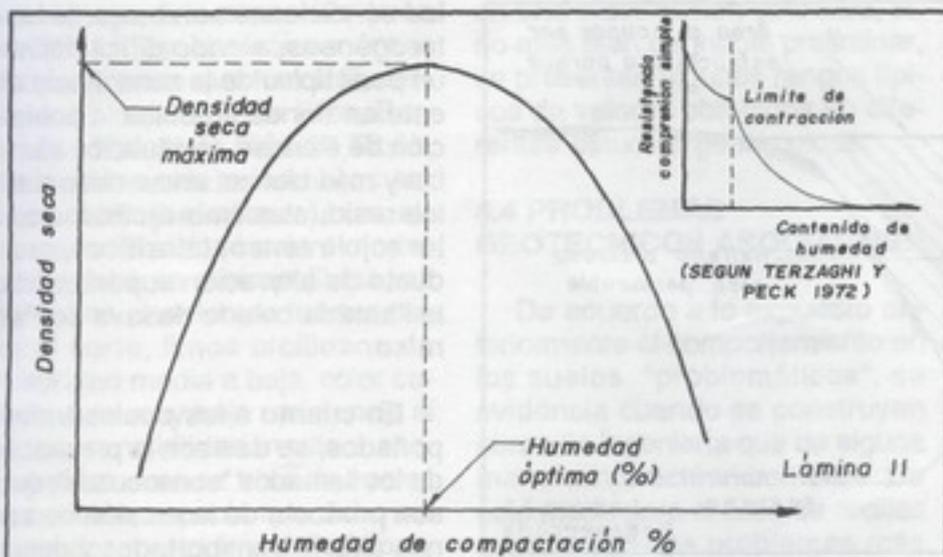
Como puede verse, construir un relleno sobre el que luego se edificará un proyecto habitacional, conlleva a tomar ciertas precauciones que sin duda alguna evitarán molestias posteriores e incremento en los costos. Una evaluación en el laboratorio del suelo a utilizar en el relleno, permitirá definir los requisitos que deben cumplirse para obtener un adecuado comportamiento del relleno, según sea el caso que se está estudiando.

Adicionalmente, se tiene el caso en que el relleno se ejecuta sobre un talud natural con el fin de ampliar el área de terreno utilizable. En rellenos ejecutados de esta forma es muy importante tener en cuenta factores tales como pendientes de los taludes naturales, limpieza adecuada de la superficie sobre la que se colocará y agua superficial, entre otros. (lámina #12).

3.3.2 Cortes Inadecuados.

Las características geométricas de un corte están estrecha-





mente relacionadas con las propiedades de resistencia del material su susceptibilidad a la alteración, a la erosión y a la protección que se le de una vez realizado. A su vez, la resistencia al corte de un material depende no solo de su clasificación, sino también de factores tales como la humedad (lámina #11).

La susceptibilidad a la meteorización es un factor importantísimo de considerar, en virtud de que en un material un corte recién hecho puede aparentar ser muy sano, y sin embargo muy poco tiempo después estar en condiciones radicalmente diferentes.

En vista de lo anterior, es necesario que al planear el diseño de una obra, se considere que si deben realizarse cortes, éstos tendrán que ser evaluados por un Ingeniero Geotecnista con el fin de obtener un diseño optimizado, no solo desde el punto de vista técnico, sino también económico

3.3.3 Control de Aguas.

La influencia de losas, pavimentos, aceras y zonas enzacadas sobre la capacidad de infiltración del área en que se construyen es muy grande. Por lo tan-

to, es imprescindible no perder de vista el patrón de escurrimiento de estas aguas creado por las obras que se construyan. Esto es aún más relevante, si se está construyendo sobre un relleno compactado, el cual puede verse seriamente dañado por el trasiego no controlado de éstas aguas, e inclusive colocar ciertas zonas en una condición de estabilidad precaria o de gran erosión.

Por otro lado, el control de aguas negras es también de gran importancia. Como ya se dijo, la resistencia al corte de un suelo, y específicamente su cohesión, son función de la humedad. Por esto,

la construcción de drenajes en áreas cercanas a cortes naturales o de rellenos, traerá como consecuencia que con el tiempo se aumente su humedad, situación que podría inducir la falla del corte.

3.3.4 Sobrecargas.

Como norma general se tiene que la eliminación de peso de la corona de un talud mejora su factor de seguridad contra deslizamiento, así como que la colocación de peso hacia el pie del mismo cumple con la misma función.

Estos aspectos son importantes de tomar en cuenta con el fin de no crear problemas en cortes por desconocimiento. En muchos casos, si el terreno posee alguna zona de topografía muy quebrada, se construye un muro hacia media ladera, se rellena la zona entre éste y el terreno original y, en el mejor de los casos, se destina a área de recreación, si no es que se construye sobre él. Esta práctica está en franca contraposición con lo apuntado antes, ya que se convierte en una sobrecarga importante. A su vez, si el relleno no ha sido construido atendiendo los conceptos básicos de compactación, el problema será aún más serio (lámina #13).

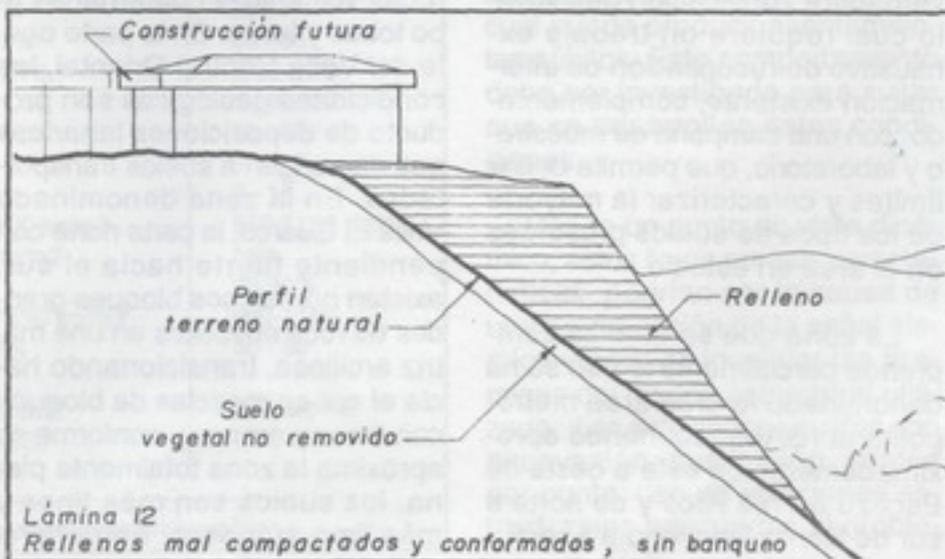
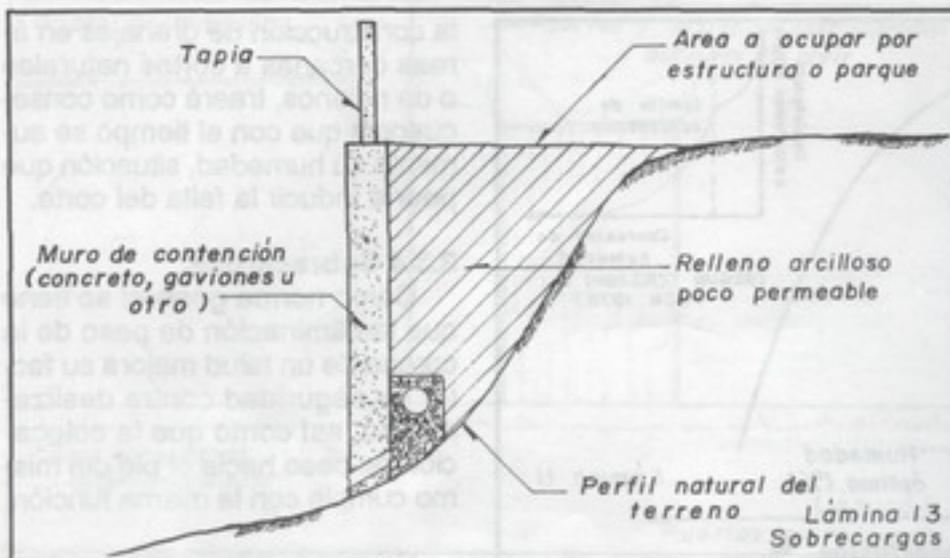


Lámina 12
Rellenos mal compactados y conformados, sin banquero



4.- ZONIFICACION GEOTECNICA.

4.1 CRITERIOS DE ZONIFICACION:

Existen diversos enfoques para realizar una zonificación. Se pueden hacer delimitaciones de suelos con diferente origen geológico, de acuerdo a sus características pedofológicas, a su capacidad de soporte, a su expansividad, etc. Sin embargo, para dar un primer paso desde un punto de vista geotécnico, se trata de ubicar zonas con problemas de suelos. No se pretende hacer una verdadera zonificación definitiva, lo cual requiere un trabajo exhaustivo de recopilación de información existente, complementado con una campaña de muestreo y laboratorio, que permita definir límites y caracterizar la mayoría de los tipos de suelos presentes en el área en estudio.

La zona que se analiza comprende parcialmente lo que se ha denominado la gran área metropolitana (GAM), cubriendo aproximadamente de este a oeste de Escazú a Tres Ríos y de norte a sur de Santo Domingo a Aserrí.

4.2 CARACTERIZACION GEOLOGICA:

En el área de estudio existen suelos de origen residual y transportado, siendo éstos últimos los que presentan más problemas geotécnicos. Los suelos residuales provienen en su mayoría de la alteración de cenizas volcánicas que cubren principalmente la parte este del Valle Central, en correspondencia con el fondo plano o plano-ondulado del valle. Siguiendo esta zona plana hacia el oeste hay suelos residuales por alteración de ignimbritas. Hacia el norte del mismo valle existen suelos residuales producto de alteración de rocas volcánicas cuaternarias tipo tobas y lavas. En la parte oeste del Valle Central Oriental, las condiciones geológicas son producto de deposiciones laháricas que dan origen a suelos transportados. En la zona denominada Valle El Guarco, la parte norte con pendiente fuerte hacia el sur, existen numerosos bloques grandes de roca envueltos en una matriz arcillosa, transicionando hacia el sur en mezclas de bloques con limos y arenas y conforme se aproxima la zona totalmente plana, los suelos son más finos y más limo-arenosos. En general

las condiciones son bastante heterogéneas, siendo difícil definir un perfil típico de la zona. Hacia el este en donde se ubica la población de Paraíso, la situación cambia y más bien se encuentran suelos residuales limo-arcillosos color rojo intenso, lateríticos, producto de alteración superficial de la llamada colada de lava de Paraíso.

En cuanto a los suelos transportados, se destaca la presencia de los llamados "sonsocuites", que son producto de la erosión de zonas altas y transportados y depositados en zonas planas a menor elevación. Estos suelos clasifican según el SUCS como arcillas de muy alta plasticidad, son de color gris oscuro, presentan espesores medios de uno a cuatro metros y se encuentran principalmente en la zona sur del Área Metropolitana, extendiéndose de este a oeste entre Quesada Durán y el cauce del río Tiribí aproximadamente.

4.3 CARACTERIZACION GEOTECNICA:

De acuerdo a diferentes tipos de suelos existentes en el área, se considera que las arcillas de alta expansibilidad (sonsocuites), a nivel superficial, son los suelos más problemáticos y abundantes (lámina #14). En los últimos años y en la actualidad se han desarrollado grandes obras de ingeniería, tales como urbanizaciones, condominios, zonas francas, carreteras, etc., en zonas con problemas de arcillas expansivas, lo cual impacta sensiblemente los programas de trabajo y costos. Existen otros tipos de suelos en el área, que ofrecen problemas en menor grado y en general cubren zonas más localizadas. Dentro de éstos, se tienen suelos vegetales de es-

pesor mayor a lo esperable (más de 0.50 m), usualmente encontrados en terrenos que han sido destinados a cafetal (Tres Ríos, Barba, San Rafael de Heredia, Tibás, etc.) rellenos de escombros sin compactar (botaderos), usualmente localizados hacia el norte-centro del área metropolitana, en zonas con pendientes fuertes hacia el norte, limos arcillosos de plasticidad media a baja, color café claro de muy baja resistencia al corte y sensibilidad media a alta. Probablemente se trate de suelos colapsibles, aspecto que debe ser objeto de un estudio detallado posterior. Estos se han detectado en el área de Curridabat cerca de la carretera a San José, Colegio de Ingenieros, Galerías del Este, Café Dorado y también las zonas de Coronado y San Pedro en los alrededores del edificio de telecomunicaciones del ICE.

Para efectos de caracterizar los principales tipos de suelos "problemáticos", sin pretender entrar

en una clasificación definitiva, sino más bien de índole preliminar, se presentan algunos rangos típicos de valores obtenidos en diferentes estudios geotécnicos:

4.4 PROBLEMAS GEOTECNICOS ASOCIADOS:

De acuerdo a lo expuesto anteriormente el comportamiento en los suelos "problemáticos", se evidencia cuando se construyen obras de ingeniería que de alguna manera interactúan con ellos. De este modo para el caso de arcillas expansivas, los problemas más comunes son rajaduras y levantamiento de pisos, esfuerzos sobre cimientos para los cuales no están diseñados, rajaduras en paredes y muros, falla de pavimento, problemas de drenaje, roturas de tuberías, fenómenos de reptación en laderas naturales, inestabilidad de cortes en excavaciones a cielo abierto, dificultad de compactación para uso en rellenos. En general para contenido de hu-

medad menores que la saturación total, la capacidad de soporte en falla por cortante no es un problema. Sin embargo considerando su alta compresibilidad, se deben hacer diseños balanceados para evitar cargas concentradas altas y evitar así asentamientos diferenciales.

Estas arcillas se pueden considerar un "monstruo dormido" que mientras no lo despierten no significa mayor peligro. El factor necesario para producir la reacción del suelo es el cambio de humedad, de tal modo que una solución lógica es tratar de mantener las condiciones de humedad constantes a través de las estaciones húmeda y seca. Por otra parte hay otras soluciones que involucran sustitución, estabilización, excavación, pilotes, etc., que dependiendo de las características del proyecto podrían o no ser factibles.

Los problemas con los limos arcillosos color café claro, están más bien relacionados con baja capacidad de soporte, tanto en falla por cortante como por excesivo asentamiento. También la diferencia en su comportamiento en estado de saturación parcial o total puede ser muy importante, lo cual puede producir asentamientos súbitos. Este comportamiento debe ser investigado para evitar que se desarrollen estas condiciones.

Desde un punto de vista dinámico, estos limos por sus características, podrían ser la causa de una amplificación de la señal sísmica y podrían invalidar las premisas del diseño estructural utilizado. Las soluciones usuales son excavación, sustitución, pilotes por punta, uso de soluciones estructurales adecuadas al proble-

TIPO DE MATERIAL	ARCILLAS EXPANSIVOS GRISES	LIMOS CAFE CLARO(*)
Límite líquido	77 - 110	60 - 90
Límite plástico	26 - 44	40 - 60
Límite de contracción	9 - 18	—
Clasificación SUCS	CH	MH
Porcentaje pasando la 200	90 - 95%	80 - 95
Gravedad espec. sólidos	2.63 - 2.78	2.68-2.73
Razón vacíos natural	1.10 - 1.80	1.50-2.30
Humedad natural	40 - 50%	70 - 80
Resistencia a la penetración normal (N)	3- 20	3 - 15
Peso volumétrico seco	950-1100 kg/m ³	860-1100 Kg/m ³
Presión de hinchamiento	1-10 ton/m ²	baja
Expansión libre (AASHTO)	100%	20-30%
Peso volum. seco máximo	1150-1290 kg/m ³	900-1100
Humedad óptima (próctor)	25 - 39%	50 - 60
Cohesión (muy variable con la humedad)	4-10 ton/m ²	3-5 ton/m ²
Índice de compresión	0.30 - 0.50	0.55-0.70
Índice de Humedad	1.4 - 2,4	-

(*) Estos son los limos que presentan comportamiento problemático.

ma (placas rígidas, vigas de amarre, balance de cargas, etc.).

Con relación a los casos de capa de suelo orgánica de mucho espesor, se considera que dependiendo del tipo y tamaño del proyecto, las soluciones pueden variar en un amplio margen. Sin embargo en vista de la alta compresibilidad y bajísima resistencia de estos suelos, en general lo recomendable es removerlos ya sea para colocar pisos, cimientos o construcción de carreteras, etc.

Finalmente, para el caso de los rellenos defectuosos, la condición es muy variable, de modo que dependiendo del tipo de material, presencia de escombros, espesor, tipo de obra a construir, etc., las soluciones se deben adaptar en forma específica. Es difícil generalizar sus características, pero a raíz de los últimos sismos importantes ocurridos en el país, se ha observado que relacionado al problema más serio y frecuente con el medio soportante, son precisamente los rellenos defectuosos principalmente ubicados cerca de laderas empinadas. Este aspecto debe llamar a reflexión y debe considerarse como un factor importante para el diseño y construcción de obras civiles.

5. CONCLUSIONES

Se presentan algunos elementos básicos para la identificación de problemas geotécnicos en proyectos habitacionales; así como una zonificación preliminar, dentro del Gran Área Metropolitana, indicando la presencia de las llamadas arcillas grises (sonsocuite) en mayor detalle; y en menor la existencia de los limos arcillosos color café claro típicos del área.

Este primer intento por elaborar un documento que sirva de

guía a este respecto, se ha redactado teniendo en mente tres aspectos básicos: (1) el rápido crecimiento habitacional en el área, (2) el aumento en el costo no solo del terreno, sino de la construcción misma y (3) las pérdidas económicas originadas por la aparición de problemas geotécnicos que podrían haber sido previstos por un Ingeniero especialista en el campo.

A su vez, se brindan algunos elementos para la identificación preliminar de problemas geotécnicos tanto en terrenos, como en obras ya construidas; y se identifican algunas acciones nocivas introducidas por el diseño, esto último con el fin de hacer conciencia entre los Colegas diseñadores de la importancia de no perder de vista este aspecto.

Los autores quieren llamar la atención sobre el carácter preliminar de la zonificación que aquí se presenta e instan a que todo aquel que posea información al respecto trabaje sobre la base que aquí se presenta, con el fin de enriquecer la información presentada y a la vez ir elaborando un documento que cada día permita identificar con mayor grado de certeza las zonas en que se encuentran los llamados "suelos problemáticos" en el área, esto con el fin básico de que este documento sirva para la prevención de daños ocasionados por dichos materiales y permitan la elaboración de soluciones más seguras y económicas.

REFERENCIAS.

Salcedo, D.; Sancio, R. "GUIA SIMPLIFICADA PARA IDENTIFICACION Y PREVENCIÓN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS EN DESARROLLOS URBANOS" LAGOVEN S.A., Venezuela, 1989.
Sancio, R. "LOS DIVERSOS ASPECTOS DE UN DERRUMBE EN ZONA UR-

BANA". I Simposio Latinoamericano sobre Riesgo Geológico Urbano, 1990.

Laporte, G. "CURSO GEOTECNIA APLICADA A LA CONSTRUCCION". Asoc. Cost. de Mec. de Suelos e Ingeniería de Fundaciones, 1990.

Walker, B; Fell, R. "SOIL SLOPE INSTABILITY AND STABILIZATION" A. Balkema, Sidney, 1987.

Mora, S.; Valverde, R. "LA GEOLOGIA Y SUS PROCESOS". Editorial Tecnológico de Costa Rica, Primera Edición, 1990.

Sowers, G; Sowers, G. "INTRODUCCION A LA MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES". Editorial LIMUSA, México, 1975.

Terzaghi, K.; Peck, R. "MECANICA DE SUELOS EN LA INGENIERIA PRACTICA" Editorial "EL Ateneo" S.A., España, 1972.

Jiménez, J.; De Justo, V. "GEOTECNIA Y CIMENTOS I. PROPIEDADES DE LOS SUELOS Y DE LAS ROCAS" Editorial Rueda, España, 2da. Edición, 1975.

Alfonso, R; Hermidio, del C. "LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES" LIMUSA, México, 2da. edición, 1978.

Secretaría de Recursos Hidráulicos. "MANUAL DE MECANICA DE SUELOS" S.R.H., México, 1978.

Badillo, J; Rodríguez, R. "MECANICA DE SUELOS TOMO I" Editorial LIMUSA, México, Tercera Edición, 1978.

Záruba, Q.; Mend, V. "LANDSLIDES AND THEIR CONTROL" Elsevier Scientific Publishing Company, Checoslovaquia, 1982.

Quirós, M. "EFECTO DE SUELOS EXPANSIVOS EN LA CIMENTACION DE ESTRUCTURAS LIVIANAS" Proyecto final, UCR, 1985.

Quirós, G. "ZONIFICACION PRELIMINAR DE LOS SUELOS DEL AREA METROPOLITANA" Proyecto final, UCR, 1985.

Tapia, M.A. "ESTABILIZACION DE ARCILLAS EXPANSIVAS" Proyecto final, UCR, 1990.

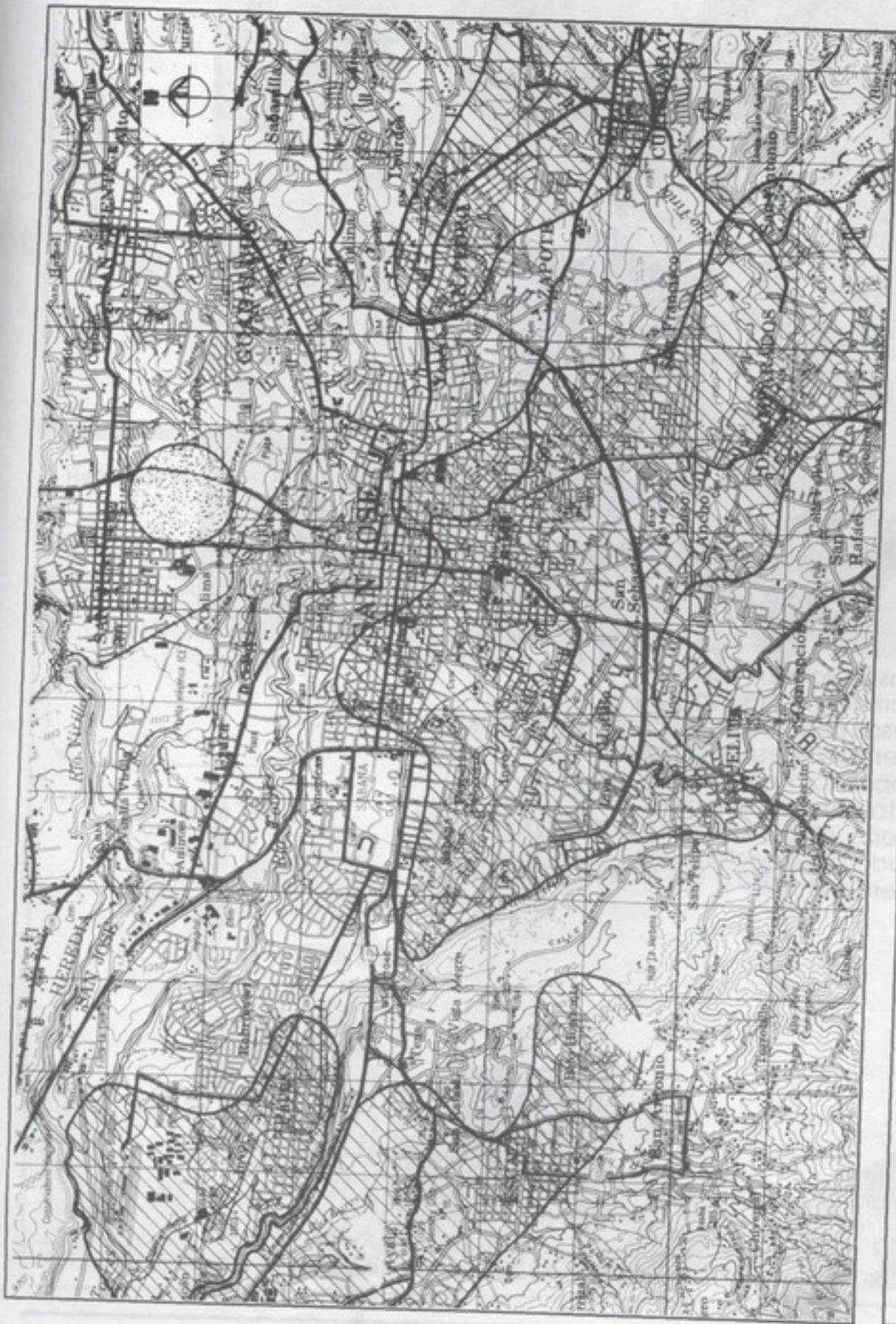
Gutiérrez, M. "SUELOS DEL SUR DE SAN JOSE" Proyecto final. UCR, 1976.

INSUMA S.A. "ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO PARA EL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DE LA GRAN AREA METROPOLITANA" Tahal Consulting Eng. - ICAA, 1990.

Dirección Geología de Minas y Petróleo "RESEÑA GEOLOGICA DEL AREA METROPOLITANA DE COSTA RICA" Costa Rica, 1967.

Laporte, G. "ESTUDIO DE SUELOS PARA ESTRUCTURACION DE PISOS EN EL PARQUE INDUSTRIAL ZETA, ZONA FRANCA ALAJUELA" INSUMA S.A. 1988.

Chen, F. "FOUNDATIONS ON EXPANSIVE SOILS" Elsevier Scientific Publishing Co., 1975.



Arcillas grises (sonsocuites). En estas zonas se localizan superficialmente, por esta razón se puso énfasis en su ubicación, ya que afecta la cimentación de estructuras pequeñas, sótanos y otros en estructuras mayores.



Limos color café claro. En esta zona se presentan tanto los problemáticos, como los que no presentan problemas especiales. Rellenos, espesores de material orgánico mayores de lo normal.





Sillas • sillones • sofás •
escritorios • credenzas •
mesas de reunión •
sistemas de espacio abierto •
mobiliarios para hoteles,
restaurantes, bancos •
diseño interior •
maderas seleccionadas •
cuero natural.

> top office <

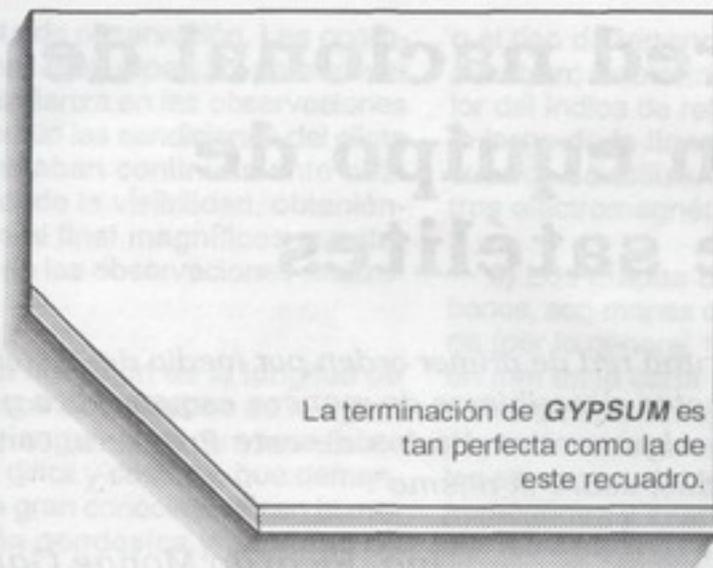


actuality

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

GYPSUM

EL NUEVO ESTANDAR EN
TERMINACION DE PAREDES



La terminación de **GYPSUM** es tan perfecta como la de este recuadro.

Acabados perfectos, pinturas con profundidad en el color y tersura envidiable, eso es lo que Usted busca en sus obras y eso sólo se logra con GYPSUM.

GYPSUM además le ofrece:
Simplicidad y rapidéz en la instalación.
Economía y limpieza para remodelaciones.
Paredes livianas y autoportantes.
Fácil instalación de cableados internos.

HAGA SUS PEDIDOS A



Tel.33-1022 • Fax 33-9241

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

Medición de la red nacional de coordenadas con equipo de georecepción de satélites

"El Registro Nacional contrató la medición de una red de primer orden por medio del Sistema de Posicionamiento Global G.P.S.; en estas notas describimos de manera esquemática y en forma general la justificación, el método y algunos resultados de este Proyecto, con la intención de dar una idea, al alcance de todos, sobre el mismo".

Ing. Ricardo Monge Garro

Comentario

En el número anterior de la Revista del Colegio publicamos un artículo del Ing. Luis Aguilar sobre la campaña GPS realizada por la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG) de la Universidad Nacional. Este trabajo se realizó con fines didácticos y científicos, que como pudimos apreciar por su lectura, serán de gran importancia.

El presente artículo, del Ing. Ricardo Monge Garro, es la descripción de un trabajo oficial, contratado por el Catastro Nacional con la compañía holandesa ILIS, para servir de base a la cartografía catastral en gran escala.

Este trabajo tiene consecuencias para todos los que en una forma u otra usen los mapas y los levantamientos topográficos, pues cambiará nuestro elipsoide de referencia, nuestro sistema de coordenadas planas y se ha densificado grandemente la red de control, al extremo de que será posible enlazar a la misma todo levantamiento topográfico y catastral, por ahora en la gran área metropolitana, y en el futuro,

en todo el país.

Esperamos que estos sean los primeros de una serie de artículos que aclaren convenientemente todos los aspectos de este tema.

Problema

1) Existe una red nacional de puntos con coordenadas, que es una gran estructura geométrica, físicamente definida, medida y calculada. Se podría pensar que es una especie de esqueleto del territorio, que da posición y rigidez al levantamiento topográfico del mismo.

2) Esta red de coordenadas se estableció hace más de cuarenta años, con los instrumentos y métodos que estaban disponibles, como una estructura redundante basada en triángulos, a cada uno de los cuales se les midieron sus tres ángulos y al menos uno de sus lados formaba parte de otro triángulo que estaba contiguo, con el fin de rellenar un área de una región geográfica. Para darle escala a la figura formada por triángulos, se midió en el sistema métrico, por lo menos un lado de un triángulo y las longitudes de los otros lados fueron calculadas, utili-

zando el lado y los ángulos medidos.

La triangulación era y aún es, un desarrollo que permitió derivar las primeras configuraciones de la forma de la tierra. Por ejemplo, los avances modernos de la electrónica y la tecnología espacial como el GPS (Sistema de Posicionamiento Global Satelitario), permitirán perfeccionarla con nuevas mediciones, analizándola con los nuevos programas de ajuste en computadora y la fijación más precisa y Geocéntrica del G.P.S. Un análisis de la información de campo guardada en el Instituto Geográfico Nacional, estamos recomendando a quienes deseen investigar la excelente calidad de los datos recopilados para el desarrollo de nuestra red nacional de coordenadas.

3) Los lados de los triángulos de las cadenas que se midieron en Costa Rica, tienen longitudes variables, pero podríamos hablar de un promedio de 30 a 40 km, aunque algunos son mucho más largos.

Para medir uno de estos ángulos, a veces se tardaba semanas, incluso días sólo para llegar al

punto de observación. Las operaciones eran repetidas para elevar la confianza en las observaciones y porque las condiciones del clima cambiaban continuamente obstruyendo la visibilidad, obteniéndose al final magníficos resultados en las observaciones realizadas.

La medición de la longitud de algunos de los lados de la figura de triangulación, era una labor muy difícil y costosa, que demandaba gran conocimiento en la medición geodésica y cantidad de tiempo, esfuerzo humano e inversión económica.

4) Los sistemas de cómputo y los programas en existencia hoy en día, permiten calcular o ajustar con relativa facilidad la totalidad de grandes figuras de triangulación, generalmente de una sola vez.

5) En resumen, tenemos una cantidad de puntos, que marcan los vértices de los grandes triángulos de la red de coordenadas nacionales, los que han sido materializados sobre el terreno, mediante bloques de concreto casi enterrados en el suelo, con una placa de bronce en la parte superior grabada con un pequeño punto y el nombre correspondiente del vértice.

Cuando estos vértices son utilizados como apoyo a mediciones donde se utiliza la tecnología moderna, encontramos incompatibilidad entre las anteriores y las nuevas mediciones; estas incompatibilidades, se pueden deber a múltiples factores, como por ejemplo a distorsiones producidas por el sistema de propagación de errores en la triangulación, variaciones en la anterior posición de los puntos debido a la sismicidad

o al tipo de terreno donde se encuentran; indeterminación del valor del índice de refracción a todo lo largo de la línea de medición, cuando se utilizan distanciómetros electromagnéticos, etc.

6) Los mapas catastrales urbanos, son mapas de escala grande (por lo general 1:1.000, donde un mm en la carta representa un metro en el terreno); por ello el apoyo o la estructura con la que estos se van a establecer, debe ser homogénea y exacta, porque los cientos o miles de mapas que van a cubrir una región geográfica, deben, en conjunto, constituir una sola obra cartográfica donde no se presenten tensiones ni distorsiones fuera de tolerancia, ni en las fronteras de mapas contiguos (traslapes), ni en el interior de los mismos en la definición de los puntos y líneas que los constituyen.

Breve Descripción del Sistema de Georecepción G.P.S.

A consecuencia de la puesta en órbita del satélite artificial Sputnik I, lanzado en octubre de 1957, los Drs. Guier y Weiffenbach del Laboratorio de Física aplicada de la Universidad de Johns Hopkins, investigaron el efecto Doppler detectado en la frecuencia de la señal de radio transmitida a la tierra por este satélite. Ellos desarrollaron fórmulas para determinar la órbita del satélite a partir de cuidadosas mediciones Doppler.

Basados en sus estudios los Drs. Mc Clure y Kershner, sugirieron que la posición de un punto cualquiera sobre la tierra se podría determinar con mediciones Doppler a un satélite si su órbita era conocida.

Esta fue la piedra fundamental que llevaría al desarrollo de todo un sistema de posicionamiento por satélite, puesto a la disposición civil en 1967 y que fue llamado Transit, usado en navegación y geodesia, alcanzándose precisiones de hasta algunos decímetros en posicionamiento estático relativo. Con el G.P.S. (Global Positioning System) la precisión estática relativa se lleva al margen de los centímetros.

Los satélites usados en el G.P.S. tienen sus órbitas a intervalos de 60 grados alrededor del Ecuador y su plano orbital inclinado 55 grados con respecto al plano ecuatorial y se hallan a una distancia de 20.200 Km de la tierra describiendo un satélite su órbita en 11 horas y 58 minutos.

Los satélites envían en forma continua dos frecuencias portadoras, la L1 con 1575,42 MHz (longitud de onda de 19 cm) y la L2 con 1227,60 Mhz (longitud de onda de 24 cm). Con el uso de una segunda frecuencia se puede determinar la influencia de la ionosfera sobre la velocidad de propagación de las señales.

Estas frecuencias son moduladas con la señal de navegación que es un código binario que contiene la información de tiempo exacto.

Existen dos códigos, el C/A (adquisición ordinaria), también conocido como SPS (servicio de posicionamiento normal) y el código P (preciso), conocido también como PPS (servicio de posicionamiento preciso), reservado generalmente para uso militar. Adicionalmente al código, el satélite transmite un mensaje con los parámetros para el cálculo de las posiciones de los satélites (efemérides).

Para utilizar el sistema G.P.S. (4), existen diferentes métodos de medición:

a) Medición de la pseudodistancia: En forma simple podemos decir que el satélite transmite un impulso (código), el cual contiene el instante de la emisión (T1), en el receptor se mide el momento de llegada (T2) y se lee el dato del instante de emisión.

La diferencia (T2-T1) multiplicada por la velocidad de propagación de la señal, da la distancia, siempre que el reloj del satélite y del receptor estén sincronizados. Este no es el caso normal por lo que se obtiene una distancia falsa por la diferencia de tiempo de los dos relojes: una pseudodistancia.

b) Medición de fase: La fase de la señal del satélite se compara con la fase de una señal de referencia generada en el receptor; del desfase se obtiene una parte de la distancia como parte de la longitud de onda (L1 con 19 cm y L2 con 24 cm) con resolución submilimétrica. El programa de procesamiento de datos tiene que estar en condiciones de determinar el número de longitudes de onda restantes desconocidas entre el satélite y el receptor.

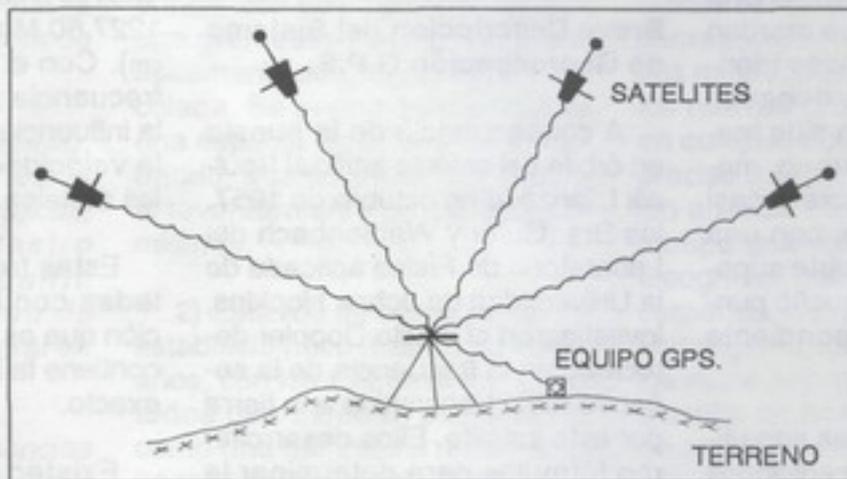
c) Medición del desplazamiento de frecuencia Doppler: Debido al movimiento del satélite respecto al receptor, la señal cambia ininterrumpidamente.

Este desplazamiento de la frecuencia es integrado sobre un in-

tervalo determinado de tiempo y está en función con la modificación de la distancia radial satélite-receptor referida a este intervalo. El desplazamiento de frecuencia Doppler se mide en la portadora. Un sistema de estaciones de rastreo, que están ubicadas en tierra y cuya posición geodésica se conoce exactamente, determina la órbita de cada satélite cada vez que éste aparece sobre el horizonte donde se encuentran localizadas las estaciones de rastreo y el sistema computa proyecciones orbitales para cada satélite para muchas horas de uso futuro.

El centro de cómputo terrestre crea un mensaje de navegación con las órbitas proyectadas y en la próxima oportunidad es transmitido al satélite correspondiente.

En las operaciones de campo, se debe medir un mínimo de cuatro distancias, en forma simultá-



nea a cuatro satélites, para poder resolver el problema de determinar las coordenadas geocéntricas tridimensionales X, Y, Z de la estación de georecepción y la diferencia de tiempo entre los cronómetros de los satélites y del georeceptor.

Sin embargo las órbitas calculadas para los satélites no son e-

xactas. Las mismas son conocidas con un error, el cual transmiten en la determinación de la posición del georeceptor.

Si usamos por lo menos dos estaciones de georecepción que miden sus posiciones en forma simultánea, con relación a los mismos satélites, la posición determinada para cada estación tendrá básicamente la misma influencia del error de la órbita de los satélites.

La distancia entre estas dos posiciones, que se calcule a partir de las coordenadas medidas por cada georeceptor, se podrá obtener con una gran exactitud; lo mismo sucede con las diferencias de coordenadas ΔX , ΔY , ΔZ , entre las dos estaciones de georecepción; pudiéndose obtener entonces la magnitud, direcciones y sentido del vector tridimensional definido entre los puntos de observación.

Nos encontramos una interesante y nueva técnica de medición, que nos permite gran libertad de acción y de aplicación. Con su utilización no necesitamos ocupar los puntos más altos del terreno, que son de difícil acceso, y en cambio, si podemos usar sitios de trabajo accesibles y cómodos. También los obstáculos naturales y artificiales en la línea de observación entre estaciones dejan de ser un problema, porque con el sistema G.P.S., no necesitamos la visibilidad entre estaciones.

La incertidumbre en la medición de longitudes y de direccio-

nes entre puntos alejados varias decenas de kilómetros, es de apenas unos pocos centímetros, aún cuando los georeceptores utilizados trabajen con una sola frecuencia en lugar de dos.

El Proyecto G.P.S. de Costa Rica

Los resultados que se brindan a continuación deben considerarse como provisionales, hasta que el Informe G.P.S. se oficialice.

Fueron escogidos treinta y dos puntos de la red nacional de triangulación, ubicados alrededor de la red principalmente y también en su interior, para ser utilizados como estaciones de las antenas de las georeceptores (ver los esquemas que se anexan al final).

Los puntos que aparecen numerados en el esquema de la Red G.P.S. de Costa Rica, son los siguientes: 1) La Cruz; 2) Pital; 3) Acosta; 4) La Paz; 5) Poly; 6) Porfia; 7) Buvis; 8) Puntarenas BS; 9) Puntarenas BN; 10) Limón BE; 11) Limón BO; 12) Grande; 13) Brujo; 14) Judas; 15) Fila; 16) Vogue; 17) Silencio; 18) Uvita; 19) Chin; 20) Osa; 21) Manzanillo; 22) Campos; 23) Upala; 24) Cavallón; 25) Palmira; 26) Bares; 27) Negro; 28) Vueltas; 29) Uva; 30) Melliza; 31) Guarari; 32) Esperanza; 33) Irazú; y 34) Catastro Nacional. Irazú y Catastro Nacional son puntos nuevos.

Al principio del proyecto se contaba con cuatro receptores G.P.S. de marca Trimble, de una sola frecuencia y con dos de doble frecuencia.

Las mediciones se realizaron del 17 de febrero hasta el 22 de marzo de 1990; durante este tiempo

se ocuparon los treinta y cuatro puntos descritos con los receptores G.P.S.; pero también debió medirse una pequeña red, amarrada a la principal, para el Proyecto del Catastro Multifinalitario del Gran San José, del 17 al 21 de febrero de 1990.

El ajuste de la red se llevó a cabo con el programa HANNA, de origen holandés, de ajuste en tres dimensiones.

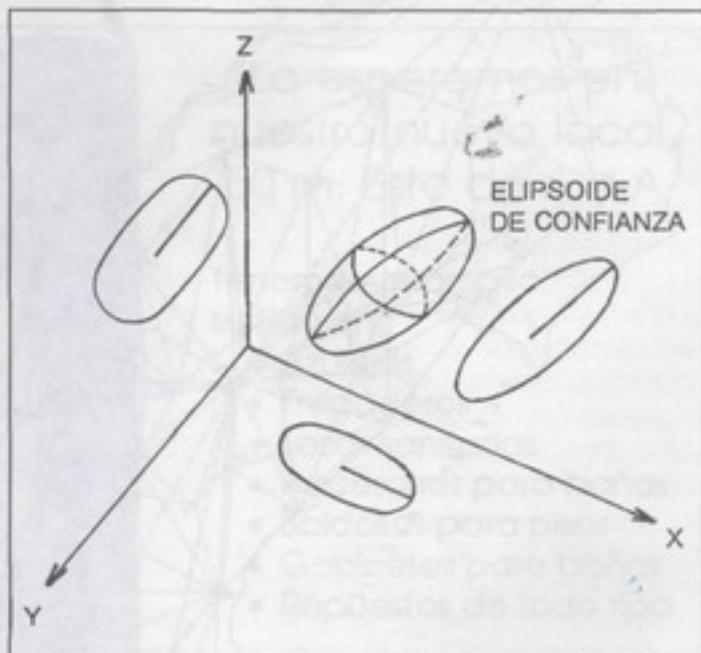
El punto inicial o Datun de partida para los cálculos se estableció en la azotea del Registro Nacional, en Zapote, San José. Es un pilar de concreto, que posee en la base superior un dispositivo, para poder instalar teodolitos o antenas como la del receptor Trimble que fue utilizado. En el ajuste de la red del país se mantuvieron las rotaciones en los tres ejes y la escalas de las líneas medidas con georeceptores de frecuencia doble.

La posición absoluta del punto Catastro se calculó como el promedio de las soluciones de pseudodistancias de los datos registrados por un receptor de doble frecuencia, que se mantuvo fijo para este punto durante todo el tiempo que duró el Proyecto de Medición G. P. S. La exactitud obtenida fue de $\pm 0,5$ m en latitud y longitud y de $\pm 1,3$ m en la altura elipsoidal. El elipsoide utilizado es el WGS-84 (con parámetros geométricos: $a = 6378\ 137$ m; $b = 6356\ 752, 3142$ m y $\omega = 1/298, 257\ 223\ 563$).

En el cálculo de la longitud de los vectores directamente medidos entre puntos de la red de primer orden (utilizando el método de medición de fase y posicionamiento estático relativo), se obtuvo la precisión relativa más baja en el orden de 5 p.p.m. Para la red de densificación de San José, el resultado fue también de 5.p.p.m.

Luego del ajuste de la red se obtuvo la precisión relativa más baja en el orden de 4 p.p.m y de 3 p.p.m, respectivamente. En la gran mayoría de las líneas ajustadas la precisión relativa es mucho mejor que 2 p.p.m.

Fueron calculadas las elipses de confianza absolutas y relativas al 95% de probabilidad, en los planos XY, XZ, YZ, como se ilustra seguidamente.



En el caso de la red de primer orden el valor máximo del semieje mayor de la elipse absoluta fue de 28 cm y el de elipse relativa de 36 cm. Para la red de densificación de San José, los valores respectivos fueron de 10 cm y 14 cm. En el Informe sobre la medición

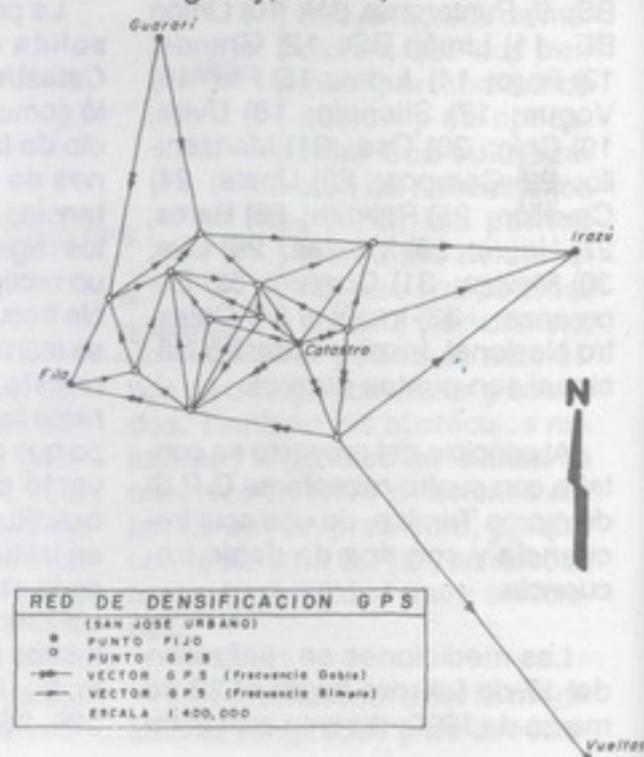
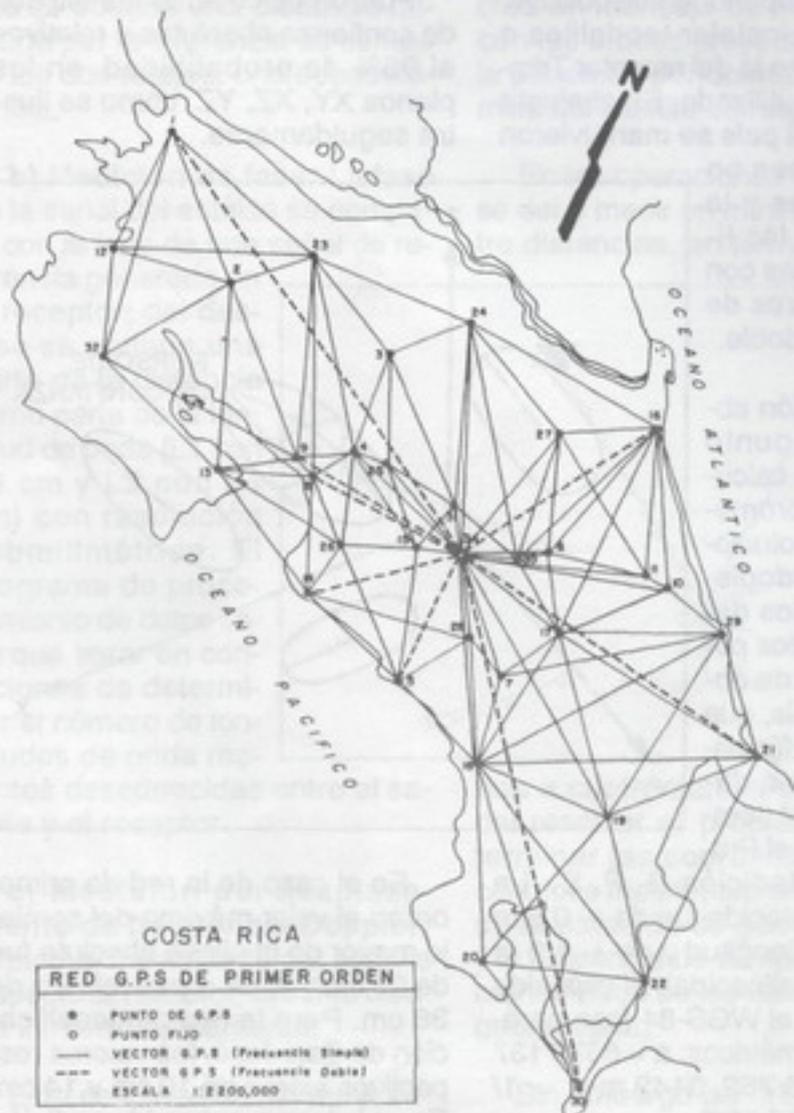
de una Red Geodésica de primer orden por medio de posicionamiento global satelitario y con una densificación parcial en el área del Gran San José, se brinda cantidad de información, tal y como, sobre la calibración de los receptores y del equipo meteorológico, las mediciones G.P.S. y el centado de las antenas del G.P.S., las observaciones meteorológicas, el cálculo de la posición absoluta del punto central, el cálculo de los vectores, el ajuste de la red de Costa Rica y el de la red de densificación del San José, el modelo del geode utilizado para la obtención de las alturas ortométricas, la transformación de las co-

ordenadas tridimensionales a coordenadas bidimensionales y alturas (con diferentes tipos de transformación de coordenadas y utilización de datums, elipsoides y proyecciones cartográficas), transformación del sistema geodésico nacional al sistema WGS-84, además de todos los cálculos, ajustes y resultados.

Con lo anterior queremos dar una idea muy general de los resultados obtenidos, invitando a los interesados a realizar un análisis profundo cuando los datos sean aceptados como definitivos por las autoridades costarricenses.

Bibliografía

- 1- Medición de una Red Geodésica de primer orden por medio de posicionamiento global satelitario, KLM-AEROCARTO B.V., Reino de los Países Bajos, mayo de 1991.
- 2- The Transit, Stansell, T.A, Magnovox Government and Industrial Electronics Company U.S.A, octubre 1978.
- 3- Boletín de la Escuela Cartográfica, Defense Mapping Agency, Servicio Geodésico Interamericano, Panamá, 1989.
- 4- Wild Heerbrugg Reporter N° 24, Wild Heerbrugg S.A. Suiza, Editado sin fecha.
- 5- Sistema Geodésico Mundial 1972, Defense Mapping Agency, Washington D.C. U.S.A., mayo de 1974.
- 6- Sistema Geodésico Mundial 1984, Defense Mapping Agency, U.S.A., 1988.



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.

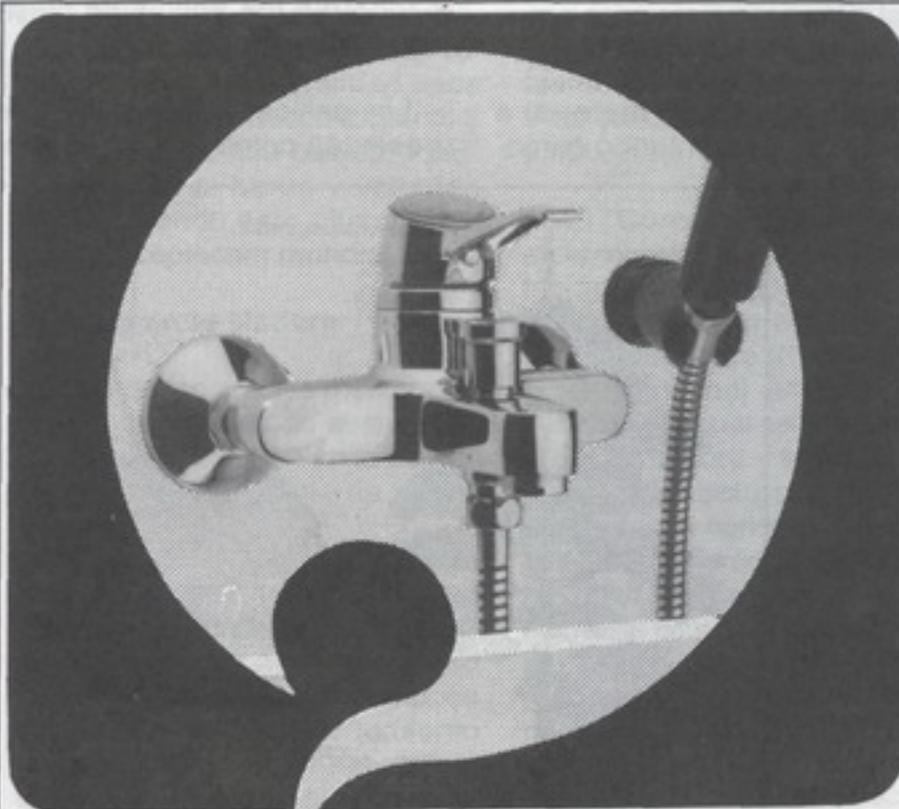
34-0304

34-0093

UNA EMPRESA DEL GRUPO



◆ VIVIENDAS ◆ ESTRUCTURAS INDUSTRIALES ◆ ESTRUCTURAS CIVILES
◆ ENTREPISOS PRETENSADOS ◆ GRADERIAS ◆ PUNTES ◆ BLOQUES



Sabe Ud. que lo ayudamos a resolver en pocos minutos la compra de lo mejor para su casa.

Lo esperamos en nuestro nuevo local, 50 m. Este de A y A

Tenemos un amplio surtido en:

- Azulejos
- Fregaderos
- Lozas sanitarias
- Accesorios para baños
- Baldosas para pisos
- Gabinetes para baños
- Repuestos de todo tipo

FERAGUILAR
BANOS, PISOS Y PAREDES DE FIRMA.

Teléfono 22-5674

Apdo. 1517-1000, San José, C.R.

Análisis experimental del Secado de la Madera

Ing. Jaime Sotela Montero

Director, Laboratorio de Productos Forestales
Instituto de Investigaciones en Ingeniería, U.C.R.

Una comparación experimental efectuada entre ensayos cuantitativos de "Contracción y Densidad" y ensayos cualitativos de "Secado al Aire", llevados a cabo en ocho especies forestales del bosque natural de Costa Rica.

Generalidades

La madera es un producto de la naturaleza que ha sido utilizado por el hombre desde tiempos lejanos. Esta característica natural del material implica como en la mayoría de los seres vivos, una serie de propiedades disímiles entre las especies del bosque y aún dentro de las mismas especies dependiendo de la zona de vida en que se desarrollan.

La "Variabilidad" de las propiedades generales de la madera se explica en esos términos y solo puede ser evaluada experimentalmente utilizando para ello criterios estadísticos de análisis.

Los países tropicales son los más afectados por esta situación, presentándose casos como el de Costa Rica, en el que la variedad de la flora arborecente alcanza las dos mil especies aproximadamente, contrastando con países del norte del Continente Americano como Canadá y Estados Unidos donde ese número no supera los doscientos.

El problema de la variabilidad

puede ser controlado con el uso de los bosques de plantación, en donde el proceso de siembra y tala se encuentra racionalizado, dependiendo del esquema de producción aplicado.

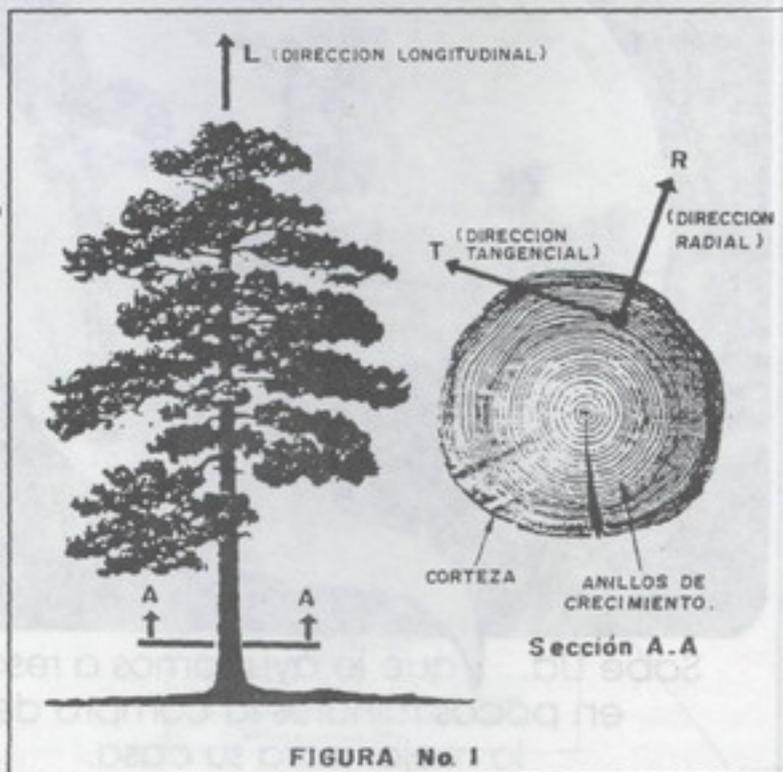
Anisotropía de la Madera

La madera es un material anisotrópico, presentando características diferentes de comportamiento (especialmente estructural) dependiendo de la "dirección" en que se midan.

Para efectos de estudio y evaluación, se han observado tres ejes que definen tres direcciones de las cuales dependen las propiedades: eje lon-

gitudinal, eje tangencial, eje radial. El eje longitudinal se establece en la misma dirección de crecimiento del árbol, mientras que los ejes tangencial y radial se definen en las direcciones acotadas, con respecto a los anillos de crecimiento (Figura #1).

Los anillos de crecimiento se presentan como formas circula-



res que se desarrollan conforme el árbol madura (Figura #1). Existe un anillo de crecimiento por cada año de vida del árbol para aquellos que crecen en climas donde las cuatro estaciones del año están perfectamente marcadas. En los países tropicales aparecen usualmente en las épocas de transición de períodos lluviosos a secos, lo que puede suceder más de una vez al año.

Densidad de la Madera

La densidad de las fibras que integran la madera es mayor que la densidad del agua (aproximadamente un 50%), sin embargo en su forma constitutiva, incluyendo los espacios vacíos, la densidad de la mayoría de las maderas es menor que la del agua.

Como parámetros genéricos para estimar la densidad, se utilizan: la densidad verde (peso y volumen verde), la densidad seca (peso y volumen secos al horno) y el peso específico básico "PEB" (peso seco al horno y volumen verde), siendo este último el de mayor aceptación mundial.

El Agua en la Madera

Uno de los efectos más importantes y necesario de evaluar, es la influencia del agua en la estructura y comportamiento de la madera.

El agua se encuentra, internamente en la madera, de dos formas: agua libre y agua de la pared celular. El agua libre posee poca influencia en el comportamiento dimensional y estructural, de hecho es la primera en ser desalojada en el proceso de secado. El agua de la pared celular es la que presenta mayor dificultad en su evacuación, siendo la principal cau-

sante de la contracción celular y por ende de las variaciones dimensionales del material.

No importa la especie maderable o su procedencia, el proceso de contracción de las paredes de las células es inevitable una vez que el árbol ha sido cortado. Los efectos negativos de la contracción celular son fácilmente observables y se presentan en forma de rajaduras, torceduras, alaberos, etc.

Contracción de la Madera

Según se mencionó, el proceso de contracción se inicia cuando el agua de la pared celular comienza a ser desalojada de la estructura interna.

Esta salida del agua tiene lugar precisamente por el equilibrio que debe producirse entre las condiciones externas del medio ambiente (temperatura y humedad) y las condiciones internas del material.

El "Contenido de Humedad" en la madera se define como la relación porcentual entre el peso del contenido de agua y el peso del material seco (0% de contenido de humedad). El contenido de humedad al cual se supone no existe agua libre y las células se encuentran saturadas de agua, se le conoce como "Punto de Saturación de Fibras (PSF)". El "Contenido de Humedad de Equilibrio" se define como aquel que alcanza la madera al equilibrarse con la humedad ambiente externa al finalizar un proceso de secado al aire.

El contenido de humedad inicial de cualquier especie forestal es usualmente mayor al 80% llegando incluso a alcanzar cifras

superiores al 150%. El PSF oscila mayormente entre un 25% y un 30% y puede ser determinado a través de procesos experimentales de laboratorio. El contenido de humedad de equilibrio depende de las condiciones externas o medio ambiente, siendo lo normal para la zona del Valle Central de Costa Rica, 18% aproximadamente.

La madera se considera en estado verde cuando su contenido de humedad es superior al PSF, en estado seco cuando ese contenido es igual o menor al de equilibrio, y en estado seco al horno cuando el contenido de humedad es 0%.

El proceso de contracción se inicia una vez que el material alcanza el PSF. Las contracciones por efecto de la salida del "agua libre" son mínimas y poco significativas en términos generales.

Por otra parte, la contracción en la dirección longitudinal es despreciable, no así en las direcciones tangencial y radial, siendo la contracción en la dirección tangencial mayor que en la dirección radial (el doble aproximadamente). La diferencia de la contracción producida en las direcciones tangencial y radial es precisamente la que provoca las deformaciones en el proceso de secado, una vez que el contenido de humedad interno comienza a disminuir por debajo del PSF.

Experimentalmente, las contracciones en las direcciones radial y tangencial se calculan como la reducción porcentual de la longitud inicial de una muestra en estado verde, comparada con la longitud final de la misma muestra, una vez que alcanza un contenido de humedad predeterminado, por

CUADRO #1

Laboratorio de Productos Forestales (UCR) Resultados de Ensayos de Contracción Ocho Especies Forestales de Costa Rica

NOMBRE COMUN NOM. CIENTIFICO	CV (%)	CR (%)		CT (%)		PSF (%)	PEB
		v-sa	v-sh	v-sa	v-sh		
Cedro Macho Carapa sp.	14,6	2,8	5,6	6,0	8,7	34	0,55
Ciprés Cupressus lusitanicus	8,0	1,9	3,4	3,7	5,4	36	0,43
Pilón Hieronyma alchorneoides	13,6	3,4	5,7	6,1	9,2	32	0,60
Caobilla Guarea trichilioides	11,2	1,6	3,4	3,6	7,0	24	0,52
Cativo Prioria copaifera	9,1	1,2	2,4	3,8	6,0	27	0,41
Surá Terminalia lucida	9,0	2,0	3,8	3,3	6,8	24	0,68
Laurel Cordia alliodora	8,6	1,5	3,4	4,2	6,8	20	0,46
Nazareno Peltogyne mexicana	9,1	1,5	3,9	2,9	6,7	21	0,83

Nomenclatura:

- CV : Contracción Volumétrica de Condición Verde a Condición Seco al Horno
- CR : Contracción en la Dirección Radial
- CT : Contracción en la Dirección Tangencial
- v-sa: Condición de Verde a Seco al Aire
- v-sh: Condición de Verde a Seco al Horno
- PSF: Punto de Saturación de Fibras
- PEB: Peso Específico Básico

debajo del PSF. Usualmente se analizan estas contracciones para contenidos de humedad del 12% y 0% (Figura #2).

El Cuadro #1 resume los resultados experimentales de estudios de laboratorio llevados a cabo en algunas especies forestales de Costa Rica. La condición en este caso definida como "seca al aire", se obtiene mediante un proceso controlado de acondicionamiento de las muestras de análisis, lográndose con ello obtener una humedad final de 12%.

Secado

El efecto negativo que provocan las contracciones en la madera puede ser controlado si se posee un conocimiento certero del problema, y se aplica una técnica apropiada derivada de ese conocimiento.

Todas las especies poseen diferencias en cuanto a la magnitud de la contracción de la pared celular. Los parámetros a implementar en una técnica de secado varían dependiendo de estas diferencias. El objetivo final será, evidentemente, minimizar el efecto negativo de la contracción celular en el menor tiempo posible.

Bajo condiciones ambientales idénticas, la velocidad de secado de una madera difiere con-



FIGURA No. 2



FIGURA No. 3

siderablemente de una especie a otra. El Cuadro #2 muestra la clasificación utilizada en el Laboratorio de Productos Forestales para evaluar las maderas de acuerdo a esta característica. Debe denotarse que los datos proporcionados corresponden a una experimentación controlada de labora-

torio, en la que se utilizan muestras de ensayo con una sección transversal de 5x5 cm, una longitud de 80cm y una técnica de secado al aire de acuerdo al esquema de la Figura #3.

Si las condiciones dimensionales de los especímenes varían, así como la técnica implementada, la velocidad de secado no podrá ser comparable utilizando la clasificación del Cuadro #2.

Al finalizar el período de prueba al que se someten las muestras de laboratorio en el ensayo de secado al aire, se realiza una valoración cualitativa de los defectos, reportándose el resultado final del proceso de la forma descrita en el

Cuadro #3.

De acuerdo a la metodología de clasificación de los cuadros anteriores, el Cuadro #4 resume los resultados del ensayo de Secado al Aire, llevado a cabo sobre algunas especies de Costa Rica de uso comercial.

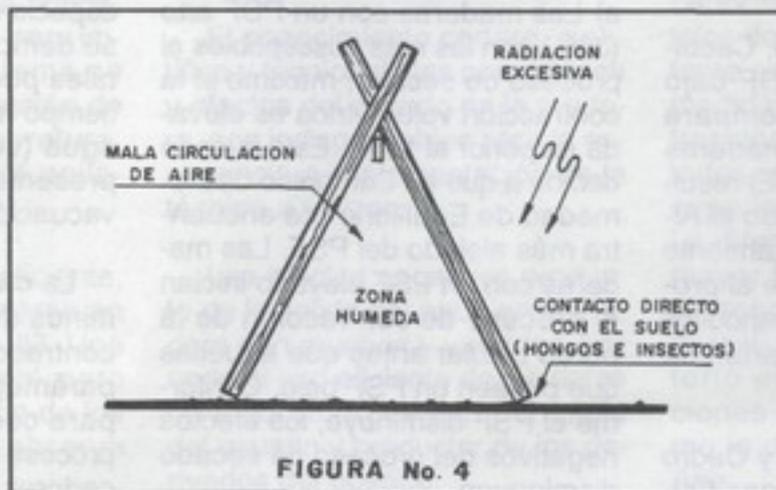


FIGURA No. 4

Si se comparan los resultados cualitativos del Cuadro #4 (Ensayo de Secado al Aire) con los resultados cuantitativos del Cuadro #1 (Ensayo de Contracción) se observaría que:

a) La especie del Ciprés muestra que a pesar de ser una madera de densidad y contracciones bajas (compárese con la madera de laurel), po-

CUADRO #2
Laboratorio de Productos Forestales (UCR)
Clasificación Experimental de la Velocidad de Secado al Aire Piezas de 5x5x80 cm

VELOCIDAD	TIEMPO
Rápida	menos de 120 días
Moderada	de 120 a 200 días
Lenta	más de 200 días

CUADRO #3
Laboratorio de Productos Forestales
Tipificación Final del Ensayo de Secado al Aire

TIPO DE SECADO	DESCRIPCION
Fácil	No hay defectos de secado.
Moderadamente Difícil	25% de la muestra presenta defectos.
Difícil	Más de un 25% de la muestra presenta defectos.

see una inestabilidad dimensional importante observada en el ensayo de secado al aire.

b) La madera de Nazareno posee un PSF bajo, prácticamente igual al de la madera de Laurel, contracciones moderadas, densidad alta pero con una estabilidad dimensional superior a la madera de ciprés, aún cuando la velocidad de secado es lenta.

c) Las maderas de Laurel, Caobilla y Surá poseen un PSF bajo (menor de 25%) si se compara con el de las restantes maderas del grupo del Cuadro #1. El resultado del Ensayo de Secado al Aire demuestra un comportamiento satisfactorio al someterse al proceso mencionado, aún cuando los niveles de contracción varían de una especie a otra.

d) Las maderas de Pílon y Cedro Macho poseen condiciones físi-

cas muy similares (PSF y contracciones elevadas). En el Ensayo de Secado al Aire su comportamiento es inferior al de las maderas mencionadas en el punto "c".

En resumen, de acuerdo a las observaciones anteriores, las siguientes acotaciones generales pueden ser aplicadas a la mayoría de las especies forestales:

a) Las maderas con un PSF alto (30%) son las más susceptibles al proceso de secado, máxime si la contracción volumétrica es elevada (superior al 10%). Esto sucede debido a que el "Contenido de Humedad de Equilibrio" se encuentra más alejado del PSF. Las maderas con un PSF elevado inician el proceso de contracción de la pared celular antes que aquellas que poseen un PSF bajo. Conforme el PSF disminuye, los efectos negativos del proceso de secado disminuyen.

b) La velocidad de secado se relaciona directamente con la densidad de la madera, de tal forma que a mayor densidad, mayor es el tiempo requerido para evacuar el agua contenida en el interior del material.

Técnica de Secado

La técnica de secado depende de las características físicas de la especie forestal a emplear. Como se demostró, las especies forestales pueden diferir en cuanto al tiempo necesario para evacuar el agua (velocidad) y los defectos presentados producto de esa evacuación.

La caracterización física en términos de la determinación de la contracción, la densidad y otros parámetros, son indispensables para controlar técnicamente un proceso de secado acelerado (secadores artificiales).

CUADRO #4
Laboratorio de Productos Forestales (UCR)
Ensayo de Secado al Aire
Especies Forestales de Costa Rica

NOMBRE COMUN	NOM. CIENTIFICO	VELOCIDAD	TIPO
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Rápida	Fácil
Cativo	<i>Prioria copaifera</i>	Rápida	Mod. Difícil
Cedro Macho	<i>Carapa sp.</i>	Moderada	Difícil
Caobilla	<i>Guarea trichilioides</i>	Moderada	Fácil
Ciprés	<i>Cupressus lusitanicus</i>	Moderada	Difícil
Surá	<i>Terminalia lucida</i>	Moderada	Fácil
Pilón	<i>Hieronymia alchorneoides</i>	Moderada	Difícil
Nazareno	<i>Peltogyne mexicana</i>	Lenta	Mod. Difícil

No importa la complejidad o simplicidad de la técnica aplicada, los principios básicos para implementar un buen sistema se mantienen: buena circulación de aire, control de la temperatura, eficiencia en la forma de apilamiento.

Una técnica sencilla, eficiente, artesanal, puede observarse en el esquema de la Figura #3. Una técnica, también artesanal, pero con una mala concepción de los factores anteriores, se observa en la Figura #4.

Conclusiones

El conocimiento certero, científico y técnico de las condiciones y efectos del secado en la madera, son indispensables para la escogencia e implementación de la técnica a utilizar.

Los efectos negativos producto de la salida del agua en la madera son muchos y variados, por ende el uso eficiente de los datos de laboratorio van en beneficio del usuario y productor de los derivados del bosque.

Los ensayos efectuados en el Laboratorio de Productos Forestales demuestran la relación existente entre propiedades físicas, medidas cuantitativamente (contracción, densidad), y los resultados cualitativos observados en experiencias de secado al aire. La diferencia se enmarca en la mayor facilidad y exactitud que representa el análisis físico de muestras pequeñas de laboratorio en vez de experimentaciones largas y cuidadosas como la del Ensayo de Secado al Aire.

Los beneficios del "Secado" son muchos y variados, pero en general se enmarcan dentro del mejoramiento de las características de resistencia, durabilidad y estabilidad dimensional.

La madera seca es indispensable para la implantación de industrias importantes como la mueblería y la construcción. Los procedimientos de secado han sido estudiados a escala mundial y existe un conocimiento extenso del problema. Sin embargo, de acuerdo a las características del entorno (medio ambiente), las especies forestales deben ser estudiadas en el marco del habitat de desarrollo, pues este conocimiento no puede ser "importado".

El uso de especies forestales

del bosque natural, especialmente en los casos como el de Costa Rica, no puede ser recomendado desde ningún punto de vista. Técnicamente, la variabilidad en el desarrollo y comportamiento físico-mecánico hacen imposible el conocimiento "certero" de todas y cada una de esas características y redundan en un esfuerzo científico costoso e ineficiente. Moralmente, las condiciones actuales del país demuestran sin lugar a dudas el efecto real de la explotación irracional.

El uso eficiente de los bosques significa establecer el equilibrio entre este uso y la conservación. No es posible considerar al bosque como el suplidor perenne de materia prima ni tampoco como el elemento de conservación puro.

El equilibrio general solo puede ser obtenido mediante el uso racional del recurso escaso. La utilización del "Bosque de Plantación" aparece en estas épocas, como la solución apropiada en la búsqueda de ese equilibrio.

Referencias

- 1.- González, M. y González G. PROPIEDADES FISICAS, MECANICAS, USOS Y OTRAS CARACTERISTICAS DE ALGUNAS MADERAS COMERCIALMENTE IMPORTANTES DE COSTA RICA. Laboratorio de Productos Forestales. Universidad de Costa Rica. 1973.
- 2.- Hoyle, R. WOOD TECHNOLOGY IN THE DESIGN OF STRUCTURES. Mountain Press Publishing Company. 3rd Edition. USA. 1973.
- 3.- Meyer, R and Kellog, R. STRUCTURAL USES OF WOOD IN ADVERSE ENVIRONMENTS. Society of Wood Science and Technology. Van Nostrand Reinhold Company. England. 1982.

SISTEMA DE VIVIENDA ZITRO

Confiable sistema antisísmico

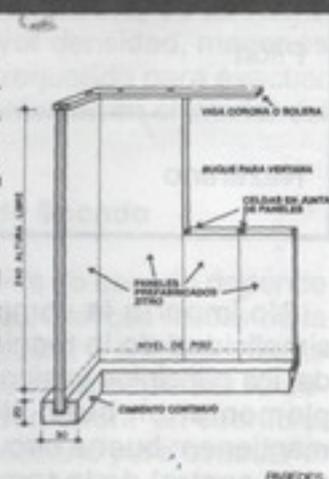
Construya las paredes de sus proyectos con los Paneles Estructurales de Concreto Reforzado ZITRO



Proyecto en el Valle La Estrella, a 7 Km. del epicentro, tomado después del sismo de 7.5° en la escala Richter

VENTAJAS:

- Cada panel forma un muro estructural con capacidad de resistir cargas gravitacionales, horizontales de sismo o viento y de cortante longitudinal.
 - Los paneles se integran estructuralmente con una placa de fundación (viga de amarre) y la viga corona, formando una estructura sismo-resistente.
- Preferido por:
- Acabados de alta calidad
 - Modula cualquier distribución arquitectónica
 - Los menores costos y tiempos de construcción



ZITRO

Para la asesoría en los planos y presupuestos, comuníquese con nuestros ingenieros al teléfono

25-9579 - Fax: 25-9551

Sistemas de Mantenimiento

La importancia de la identificación del equipo.

Gilberth Bolaños Fernández
Ingeniero en Mantenimiento

Al establecer un sistema de mantenimiento, dentro de la organización de la empresa, estamos pensando en obtener los beneficios que se derivan del mismo, como el lograr que las máquinas produzcan con eficiencia, minimizando la frecuencia de paros y desde luego los tiempos de paro por falla de alguno de los componentes de la máquina. A largo plazo permite que los equipos se conserven en buen estado de servicio, permitiendo que produzcan durante más tiempo sin necesidad de renovación de maquinaria, edificios, instalaciones; lo que en este tiempo significa grandes inversiones de capital.

Uno de los pilares fundamentales en que se sustenta el sistema de mantenimiento, es la identificación de los diferentes equipos de producción, tal que sea sencilla de entender, que nos permita determinar de manera ágil, la información necesaria para la administración del servicio de mantenimiento, como cuáles máquinas y componentes de esas máquinas están presentando con frecuencia paros durante la producción, qué costos están asociados con estos paros del equipo y hasta la posibilidad de mejorar el diseño eléctrico ó mecánico de la parte que presenta problemas, porque técnicamente es posible y económicamente es necesario.

La identificación de los equipos es la base para la elaboración de estadísticas de fiabilidad y determinación del ciclo de vida de partes, fundamental para las políticas de sustitución preventiva; especialmente para aquellas máquinas que están operando normalmente, en otras palabras los componentes del equipo ya han superado la etapa de mortalidad infantil o de puesta en marcha y se encuentran en su segunda etapa denominada de "vida útil", que para la mayoría de los casos la vida o duración del elemento se adapta a una distribución exponencial negativa, con una tasa de fallos aproximadamente constante, la tercera y última etapa del ciclo de vida de los elementos, es la de "desgaste", que presenta una distribución normal y se caracteriza por una tasa de fallos creciente, por lo que si bien el mantenimiento preventivo funciona apropiadamente en la etapa de vida útil, es prioritario rea-

lizarlo si por razones de fuerza mayor se cae en la etapa de desgaste.

La identificación del equipo esta basado en la incorporación de un código, este a su vez se divide en dos partes esenciales. La primera parte corresponde a la ubicación geográfica donde está instalada la máquina, es necesario la división de la fábrica por: Planta, Departamento, Sección, Línea de Producción, Edificio; de acuerdo al tamaño de la empresa.

La segunda corresponde al equipo que realiza una función propiamente dicha, como una caldera, compresor etc. Esta segunda parte del código alfanumérico, puede hacerse tan amplio como sean las necesidades del Departamento de Mantenimiento, así pueden utilizarse letras o números para IDENTIFICAR características funcionales o constructivas; como por ejemplo para equipo mecánico, equipo eléctrico, equipo electrónico, equipo hidráulico, motores eléctricos, tipos de fluido, temperaturas, tipos de materiales, fabricantes, etc.

Para identificar equipos o partes componentes no es recomendable utilizar el código del fabricante, ya que otro de los objetivos de la identificación de equipo anteriormente descrita, es lograr minimizar el capital invertido en repuestos, al lograr una óptima cantidad de los mismos, ya que el sistema logra reunir grupos de piezas por sus características propias y no por el Departamento que las utiliza, de esta manera también se logra una visualización de los equipos o partes de estos equipos que pueden ser utilizados en caso de emergencia de una sección del Departamento "A" a la línea de producción "C" del Departamento "D", estamos hablando de rodamientos, sellos, piezas diversas, motores, reductores, etc; y también de repuestos de alto costo y de baja rotación.

El código de identificación de equipo es la llave del sistema de Mantenimiento y tiene particular importancia en aquellas empresas que ya cuentan con la ayuda de un computador en la labor administrativa del Mantenimiento.

Casas "Simón". Bogotá, Colombia.

Proyecto: Sergio Trujillo J. y Guillermo Rodríguez A.,
Arquitectos.

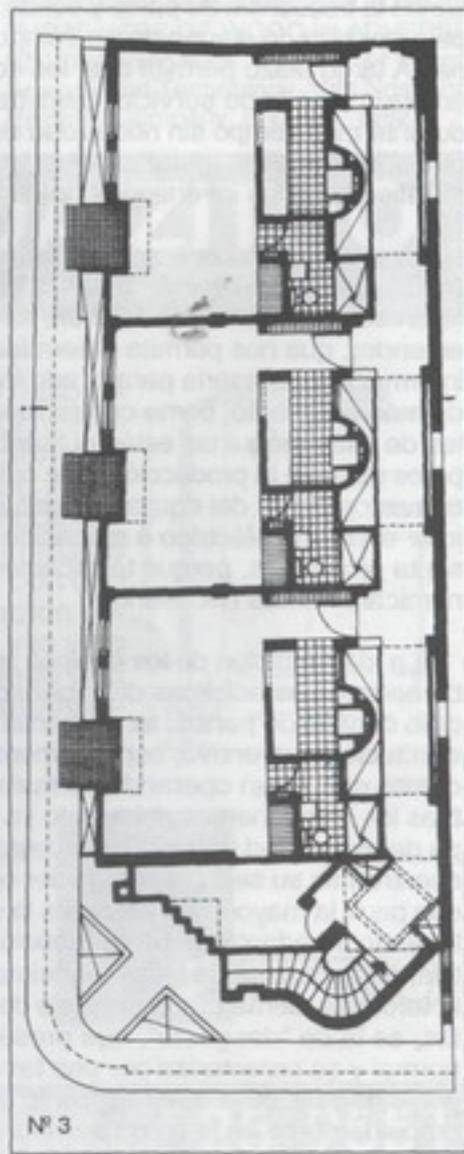
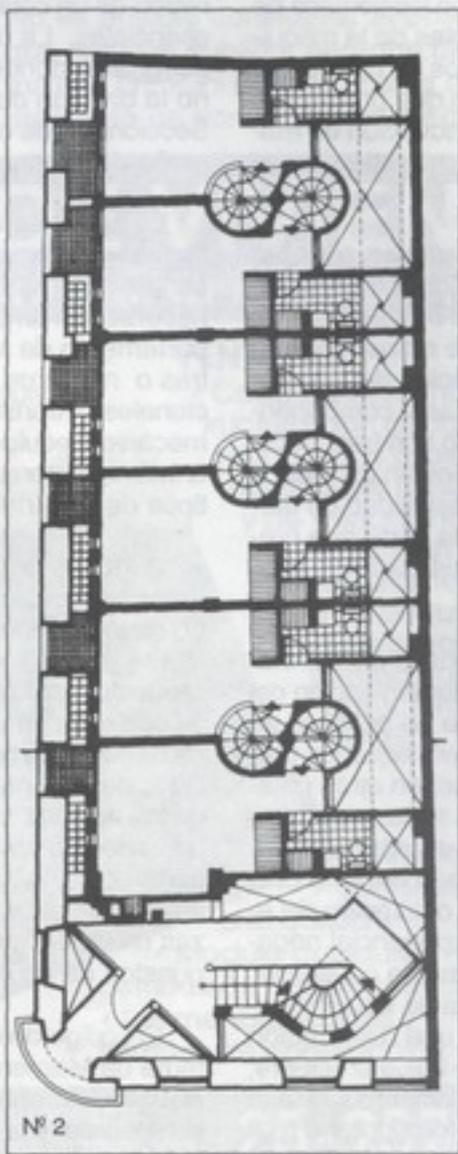
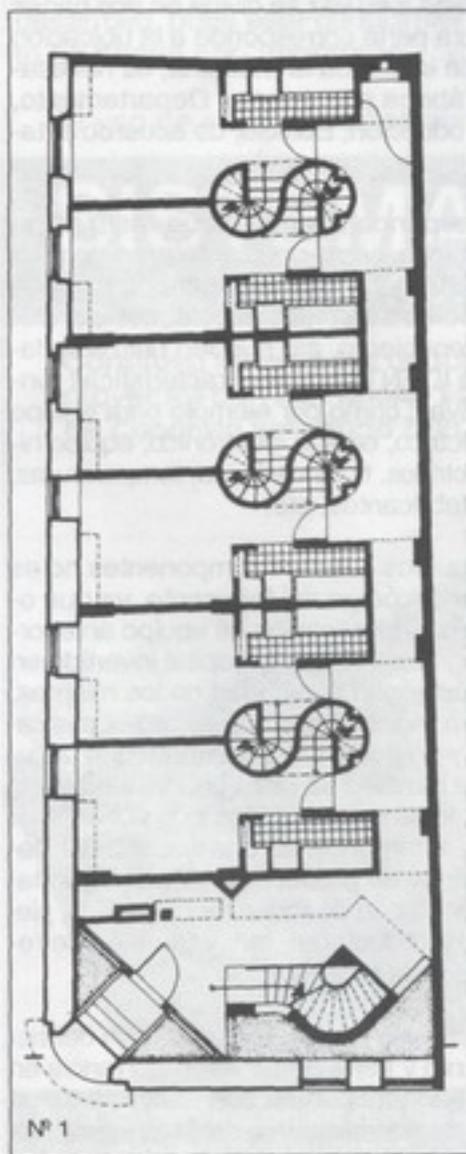
En su ánimo positivo de intervenir directamente, en la conservación y mejoramiento del sector histórico, del área central de La Candelaria, la Corporación encargada del cuidado de este patrimonio edilicio, adquiere este predio con una edificación republicana,

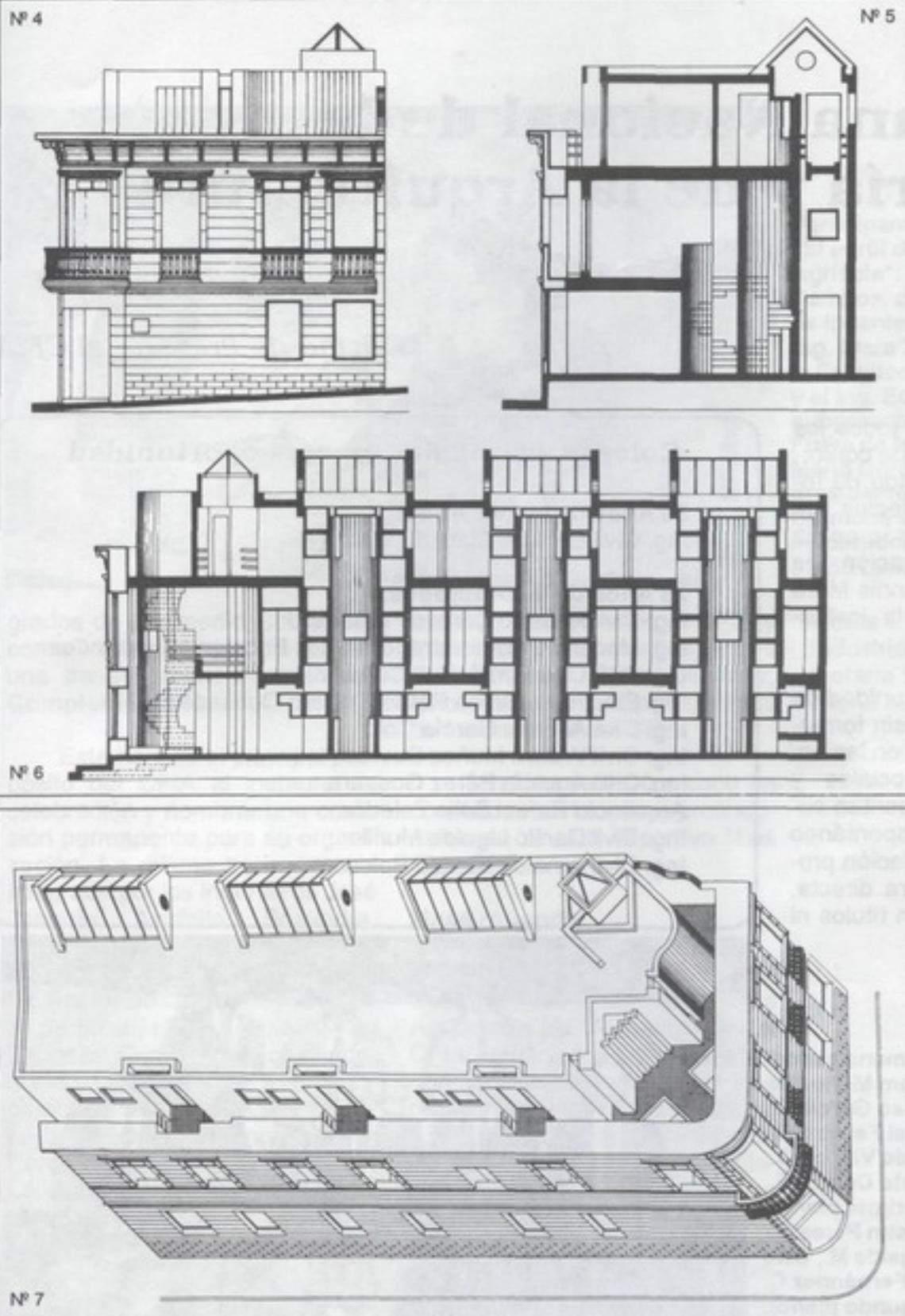
en un grado altísimo de deterioro.

Las huellas interiores de la casa original, han sido borradas por sucesivas modificaciones o subdivisiones y, se plantea como condición conservar la estructura envolvente, para disponer en su interior, soluciones de vivienda que,

en su programa, se adecúen a los patrones de mercado ya detectados en la zona.

La solución consta de nueve apartamentos: seis duplex en los dos primeros pisos y tres sencillos en la tercera planta, a los cuales se accede por una galería





1. Planta primer piso
2. Planta segundo piso
3. Planta tercer piso

4. Fachada oeste
5. Fachada norte
6. Corte longitudinal por la circulación
7. Axonometría

posterior, que goza alternadamente de iluminación natural.

Los apartamentos y/o oficinas, han sido modulados partiendo del ritmo de las aperturas del edificio original, zonificando preferentemente hacia el costado posterior las áreas de servicios.

El concepto es el de evidenciar las dos épocas en un solo edificio propuesto. Así, el plano envolvente de la fachada primera, sigue cumpliendo su papel como esquina de manzana; pero, la nueva edificación, se separa de ella a partir del segundo piso y sobresale de la altura original, aunque, conservando en la perspectiva de la calle su tradicional perfil. Los dos planos propuestos, los dos momentos constructivos, se aprovechan como luces cenitales o pequeños balcones, salvo en el acceso republicano que converge en esquina, la disposición de las dos geometrías es premeditadamente distante, lo que permite apreciar, sin ánimo de mimetismo, las dos arquitecturas, proveer además de una doble puerta a la manera de zaguán y, utilizar como tal y comunamente, el balcón esquinero, originalmente existente en la segunda planta.

IV Semana Nacional de la Ingeniería y de la Arquitectura

Oficina de Prensa del CFIA

La integración de todos los grupos profesionales que conforman el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (CFIA) es propicia dentro de esta celebración, de acuerdo con el Ing. Dennis Mora Mora, presidente de la institución.

Y destaca la oportunidad de comunicación directa, sin formalismos, la participación en las actividades técnicas, sociales y deportivas que se presentan como un interlocutor espontáneo para mejorar la interrelación profesional de una manera directa, persona a persona, sin títulos ni

Colegas agasajados en esta oportunidad

50 Años de incorporado:

Ing. Civil Enrique Clare Jiménez (+)

25 Años de incorporados:

Ing. Civil Roberto Carazo Fernández

Ing. Mecánico Administrador Carlos Escalante Fernández

Ing. Civil Otto Fernández Carballo

Ing. Electromecánico Rafael Ferraro Quesada

Ing. Civil Alfonso García Coto

Ing. Civil Willam Muñoz Bustos

Ing. Civil Agustín Pérez Guevara

Arquitecto Rafael Solís Zeledón

Ing. Civil Danilo Ugalde Murillo

Ing. Civil Arnoldo Vindas Baldares

Ingenieros homenajeados:

Willam Muñoz B.,

Alfonso García C.,

Rafael Ferraro Q.,

Arnoldo Vindas B.,

Roberto Carazo F.,

(en primer plano);

Agustin Pérez G.,

Danilo Ugalde M., Otto

Fernández C.

(en segundo plano).

Ausentes

Ing. Carlos Escalante F. y

el Arq. Rafael Solís Z.

(Foto J. Laínez/CFIA)





Participantes en el simposio "El perfil del Ingeniero Agrícola": Ing. Edwin Solórzano Campos, director de la Escuela de Ingeniería Agrícola (UCR), Ing. Clara Zommer R., decana de la Facultad de Ingeniería (UCR) y el Ing. Edgar Zúñiga, subgerente de SENARA. Fuera de foco los ingenieros Mario Cordero Calderón, presidente de ACIA y Geovani Carmona V., quien fungió como moderador.

(Foto J.Laínez/CFIA)

grados de por medio; solamente como individuos que comparten una base común: **Profesiones Complementarias.**

Este ha sido el principal propósito del CFIA al instaurar la celebración y nombrar una comisión permanente para su organización. La misma se encuentra integrada por los ingenieros José Joaquín Azofeifa Saavedra, Francisco Quesada Martos, las señoras Tini Soley de Seco, Rocio Pastor de Quesada y Cristina B. de Llach, de la Asociación de Esposas. Como apoyo a esta comisión se encuentran los miembros de los colegios del CFIA; por parte del CIC el Ing. Roberto Pérez O. y por el CA, la Arq. Ana Lorena Vargas M. y el respaldo pleno del personal administrativo del colegio.

Homenaje

Dentro de la celebración sobresalió el homenaje a los colegas que cumplieron este año 25

años de incorporados al CFIA y homenaje póstumo al Ingeniero Civil Enrique Clare Jiménez, quien este año cumplía 50 años de formar parte del CFIA.

También se llevó a cabo un convivio entre todos los profesionales en el club deportivo "Los Cipreses".

Mesa redonda

Por su parte, la Asociación Costarricense de Ingenieros Agrícolas (ACIA), adscrita al CFIA, organizó un simposio en donde se analizó el trabajo que realizan los ingenieros agrícolas y la diversidad de factores que influyen en la eficiencia de su labor.

ACIA está presidida por el Ing. Mario Cordero Calderón, quien aprovechó la oportunidad para invitar a sus colegas a afiliarse a la agrupación. Los trámites en ese sentido se efectúan en la oficina del Colegio de Inge-

nieros Electricistas, Mecánicos e Industriales (CIEMI), con la secretaria Kattia Jiménez, cuyo teléfono directo es el 53-5426.

En Gaviones,



Maccaferri

Primeros a nivel mundial

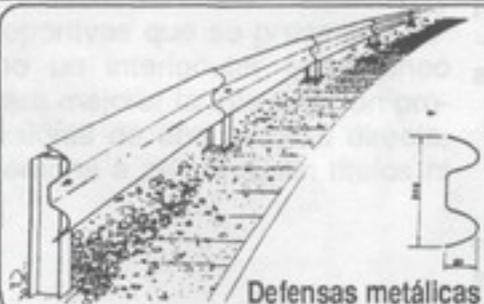
Para Muros de Contención, Revestimiento de Taludes, Canalizaciones y Defensas Fluviales el Gavión Maccaferri se ha convertido en el sistema perfecto para toda clase de obras, sean estas pequeñas o grandes, ya que los gaviones se fabrican en variedad de tamaños y con o sin recubrimiento de PVC.

Consultenos para sus proyectos y le haremos el diseño gratuitamente.

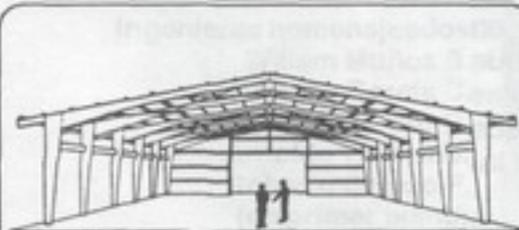
Representantes: CARIBBEAN EXPORT AND IMPORT COMPANY LTDA
Teléfonos: 22-7103 - 32-1580 - 32-1807 Fax 20-2056

ACESA

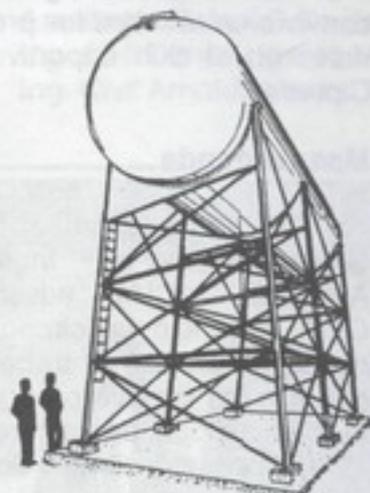
ACEROS CENTROAMERICANOS S. A.



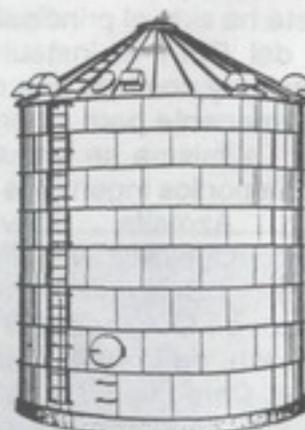
Defensas metálicas



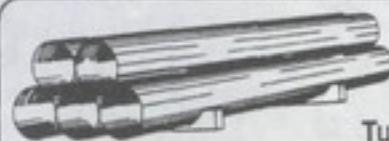
Bodegas y Edificios



Tanques



Silos



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:
40-3798 / 35-4835 / 35-0304
Fax: 35-1516

Apdo. 3642-1000
Cable: ACESA - Colina de Tibás

LIBERTAD • DE • ELECCION



ACTUALMENTE TENEMOS
1250 SUSCRIPTORES CON
SATISFECHOS CON
NUESTRO SISTEMA DE
COMUNICACION CELULAR

Un Millicom le permite ejercer su libertad de elección. Como en todo, siempre existe la libertad de elegir, hoy el mundo de la tecnología ha creado una gran variedad de radiotéfonos celulares, transportables y móviles; para que usted seleccione el que más se adapte a sus necesidades.

Intégrese hoy al mundo de la comunicación celular con el respaldo y la garantía que usted necesita y las comodidades que usted merece.



Comunicación Celular

millicom

...la gran solución

Costa Rica, S.A.

Teléfono: 57-2527 Fax: 33-8551 Apartado: 89-1007 Centro Colón

Calentador Instantáneo NIAGARA, Un nuevo producto de fabricación nacional.



El calentador instantáneo, que pronto será una muy razonable solución en construcciones nuevas o como solución a la falta de previstas de agua caliente, no es la sustitución de las termoduchas, aunque tiene un precio similar a las mejores de estas.

La definición de un artefacto que se parece o cumple funciones similares a otros, los cuales ya conocemos y están posicionados en el mercado desde hace muchos años, y por lo tanto en nuestras mentes, es algo engorrosa y se debate entre lo que es y no es en relación a los otros. Pero acá queremos definir adecuadamente a un producto que es nuevo para nosotros, aunque exista el concepto o algo similar en otros países.

Un Calentador Instantáneo es un suplidor de agua caliente "al instante" debido a tres factores:

a) Una resistencia eléctrica de alta recuperación de calor, por lo que la misma calienta mucho más rápido que las de recuperación normal.

b) El diseño de la circulación del agua dentro del calentador, la cual es forzada a pasar por la resistencia, permitiendo así que esta absorba mayor cantidad de calor, y

c) Un aislamiento térmico compuesto de poliuretano inyectado, el que no permite las pérdidas de calor.

Las ventajas comparativas que permiten que un producto tenga un futuro en el mercado de la construcción, y en casi cualquier mercado, siempre se refieren, en alguna medida, a los aspectos económicos tanto de su costo inicial como del de operación. En ambos aspectos el Calentador Instantáneo Niágara de Trav-O-Matic pasa las pruebas con amplitud.

La inversión inicial implica un ahorro considerable con relación a los otros sistemas disponibles y, al calentar solamente el agua que se está utilizando, además de un volumen mínimo de reserva, el consumo eléctrico baja en forma apreciable.

La otra ventaja comparativa que siempre se analiza es la que se refiere a la diferencia de servicio que presta al usuario. El calentador instantáneo está concebido para brindar agua caliente en cualquier momento que se lo requiera sin necesidad de período de espera o de lo irrazonable que pueda ser la hora en que se presenta la necesidad. Así, si el deseo es el de tomar una ducha a las 3 de la madrugada, luego de un largo viaje por carretera, el Niágara estará entregando agua caliente desde el momento en que usted abra la ducha.

Este tipo de calentador instantáneo, y hablamos de "tipo" porque hay otras ingenierías que no contemplan tanque de reserva", permite la variación del flujo de agua sin sufrir enfriamiento de la misma, precisamente por la pequeña reserva que posee.

Para concluir esta presentación vamos a enumerar las otras ventajas que hemos observado en este nuevo producto.

a) Con un solo calentador se pueden proveer de agua caliente a diferentes puntos de una casa, lo cual no es posible con una termoducha.

b) Su instalación es sumamente sencilla, por lo que se puede instalar aún donde no haya previstas de agua caliente, como ser en fregaderos o lavatorios.

c) El volumen de agua brindada permite su utilización en instalaciones de Jacuzzis, los que requieren normalmente grandes volúmenes de agua.



Perfección y Tecnología en Pisos de Concreto



Proyecto: Bodega de Inversiones Juan León García
Empresa Constructora: Productos de Concreto S.A.
Metros Cúbicos Entregados: 2.000 m³.
Reseña: Bodega industrial de 13.500 m².
(300 m. x 45 m.).

Este proyecto requirió de **Concretos Premezclados S.A.** la provisión de 2.000 metros cúbicos de concreto con acabado lujado, con una tolerancia de +/- 0.6 cm, en el término de 60 días.

Esto fue posible gracias a la instalación de una planta mezcladora en sitio y de equipo adecuado para su manejo a tan altos rendimientos. Se contó con equipo especial de colocación, helicópteros, codales vibratorios, llanetas de magnesio, etc.

Es de destacar que, gracias a la tecnología y capacidad del personal de Concretos Premezclados S.A. los 13.500 m². fueron terminados a total satisfacción del cliente.

Otros importantes proyectos que cuentan con pisos calidad **Concretos Premezclados**

Ampliación del Centro Colón
9000 m².

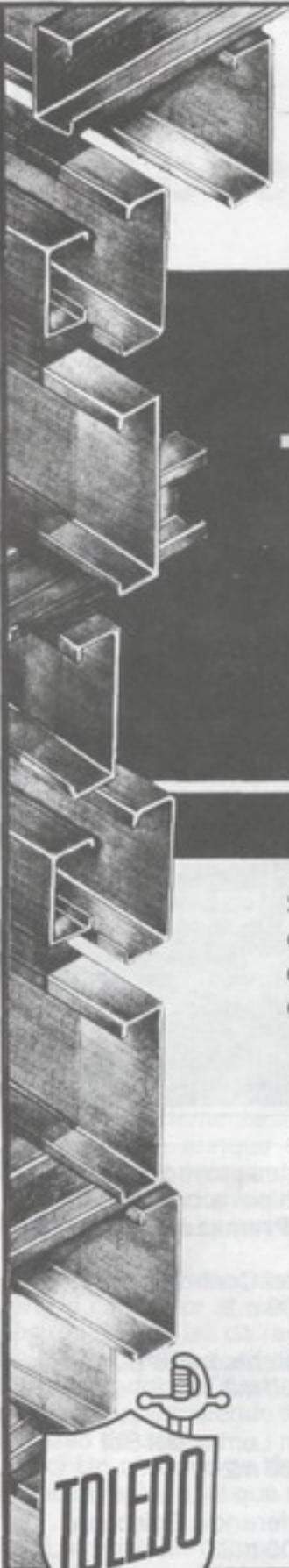
Hilaturas Costarricenses S.A.
6000 m².

Urbanización Lomas del Sol
5000 m².

Sede de la Conferencia Episcopal
2000 m².

Supermercado Rayo Azul
800 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



RAV-O-MATIC

Perfiles galvanizados: Toledo® de Metalco

Resistencia... sin corrosión.

Su alta resistencia debido al acero especial con el que es fabricado y el proceso de galvanización continuo de los Perfiles Galvanizados Toledo® de Metalco pueden ofrecerle solo ventajas:

- Reducción de costos al no requerir pintura en la estructura.
- Facilidad y rapidez en el montaje y prefabricación.
- Mayor resistencia a la corrosión.
- Aumento de la vida útil por muchos años más que los perfiles de acero protegidos con anticorrosivos.
- Menores costos de mantenimiento y mano de obra.
- No requiere sobre diseño en el espesor de los perfiles para proteger la estructura de la corrosión.



ENCIMA DE TODO
METALCO

arquitectura de hoy



Tecnológico Universitario Antonio José de Sucre

Este proyecto, diseñado por el Arquitecto Edgar Rodríguez, consistió en la remodelación y modernización de un viejo edificio del centro universitario en Puerto La Cruz, Estado de Anzoátegui, Venezuela.

Se forraron y se les dió forma a las fachadas con láminas de cemento Fibrolit 100 de 11 mm. de espesor y se usaron láminas Fibrolit 100 de 17 mm. de espesor para los parasoles, todas instaladas sobre estructuras metálicas.

Fibrolit 100

Fibrolit 100

Fibrolit 100





Centro Multiágil del Banco de Maracaibo

En este proyecto se usó el Fibrolit 100 de 11 mm. de espesor colocado sobre estructuras metálicas en las fachadas, en las pérgolas y en las precintas. Se usaron láminas de cemento Fibrolit 100 de 6 mm. de espesor en los cielos rasos.

El Centro Multiágil fue diseñado por el Arquitecto José Hernández Casa y está localizado en Maracaibo, Estado de Zulia, Venezuela



Ricalit

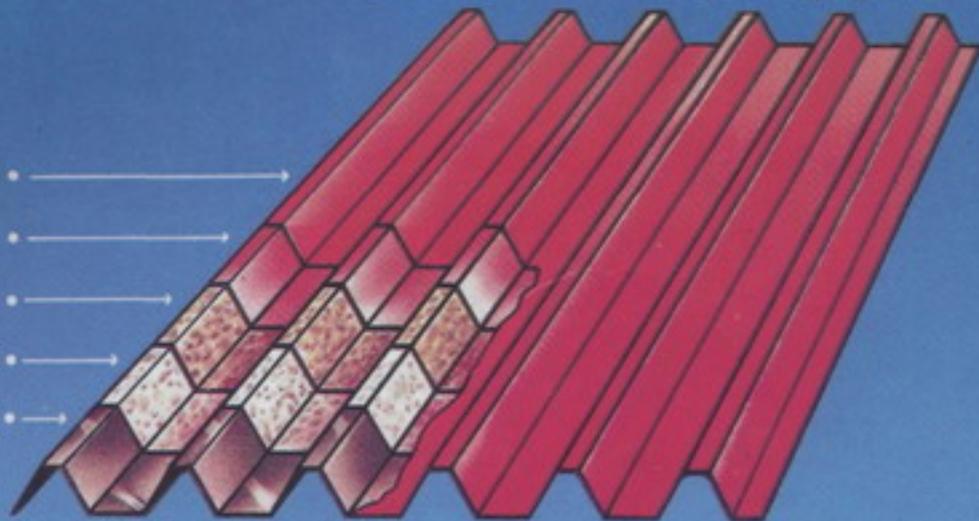
Ricalit

Ricalit

Ricalit

LA CALIDAD HABLA POR SÍ MISMA

ESMALTE •
PREMIER •
FOSFATO •
ZINC •
ACERO •



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

¡Protéjase!



EXIJA lo mejor
EXIJA

LÁMINAS ESMALTADAS



DE METALCO

Una decisión de calidad

SISTEMA PREFABRICADO

CONSTRURRAPID



¿VA A CONSTRUIR?

Un hotel, un centro comercial o unos
condominios para vivienda.



Decídase por la seguridad
del Sistema Prefabricado
CONSTRURRAPID PC,
que le garantiza:

- ✓ Economía
- ✓ Versatilidad
- ✓ Velocidad de Construcción
- ✓ Gran Seguridad Antisísmica
- ✓ Durabilidad

El avanzado sistema de
construcción
CONSTRURRAPID PC,
satisface plenamente
sus más exigentes
necesidades.

¡Resuelva con éxito la construcción de su proyecto!



Productos de Concreto, S.A.

Ideas trabajando para usted

TELEFONO 26-3333
FAX 26-8179