



AZIMUTH

REVISTA DEL COLEGIO DE INGENIEROS TOPOGRAFOS DE COSTA RICA

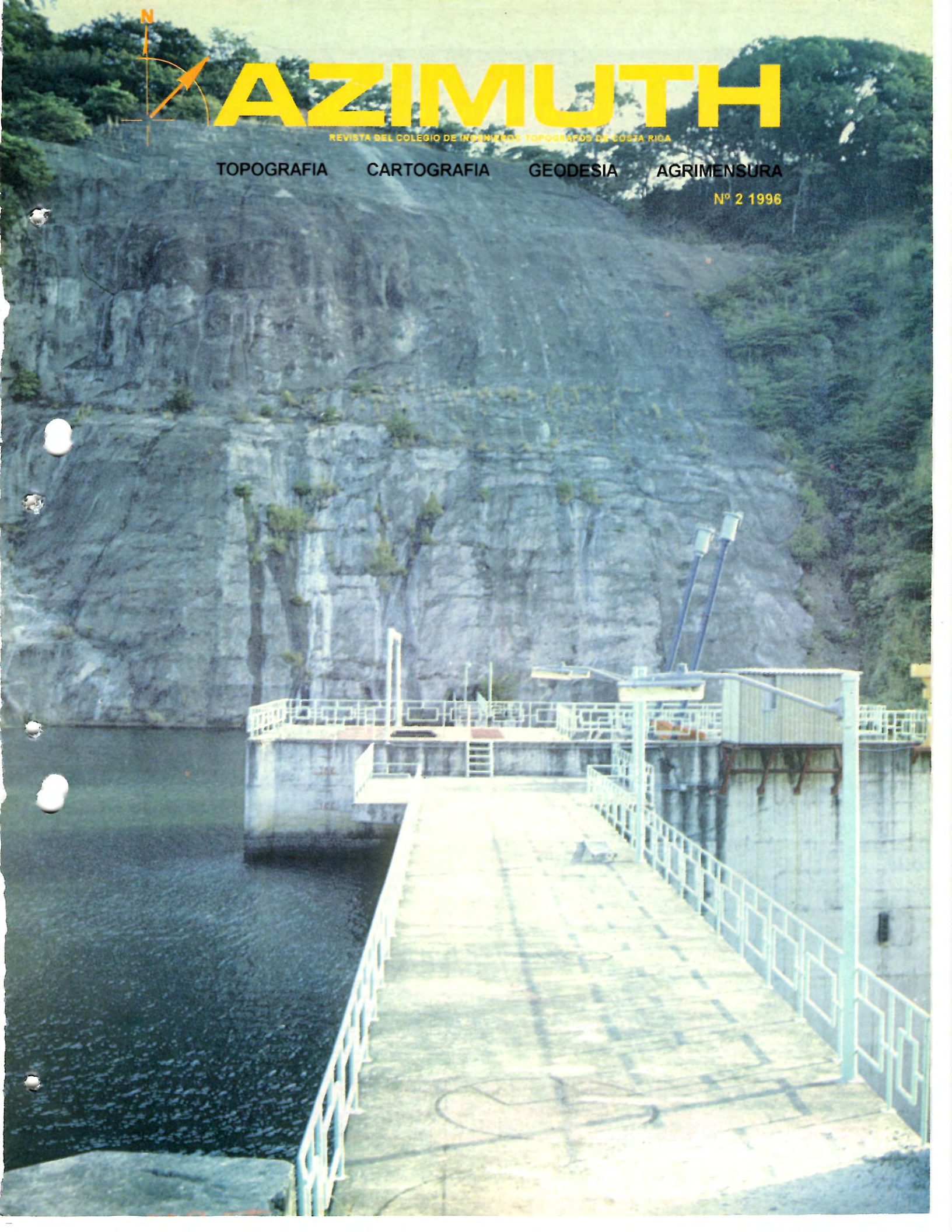
TOPOGRAFIA

CARTOGRAFIA

GEODESIA

AGRIMENSURA

Nº 2 1996



TALLER OPTICO MECANICO WALTER SCHAEER

Fundado en 1959



Reparación limpieza y ajuste
de todas las marcas de:

- Teodolitos
- Distanciómetros
- Estaciones totales
- Niveles
- Niveles Autom.
- Niveles Laser
- Tránsitos
- Binóculos
- Polarímetros
- Refractómetros
- Microscopios
- Estereoscopios

Vendemos equipo topográfico

Teodolitos

Niveles nuevos o usados

Trípodes - Plomadas - Miras

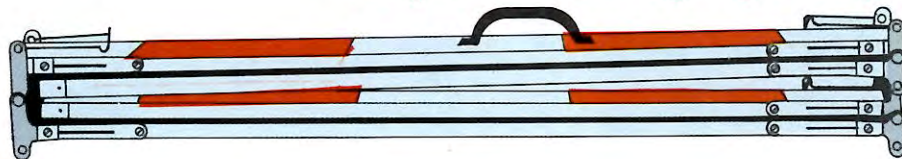
Cintas métricas de 30 y 50 m.

Jalones y Bastones

Libretas para topografía

Pentaprismas, etc.

Alquiler de equipo topográfico



INDICE

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Editorial: Esperamos cumplir sus expectativas informativas | 2 |
| Pinceladas sobre la carretera Interamericana sur | 3 |
| Glosas | 6 |
| La Auscultación de obras | 7 |
| Técnicas para mediciones de deformaciones volcánicas | 11 |
| Gira: contacto con nueva tecnología en la presa San Miguel - ICE | 15 |
| Clasificados | 17 |
| Efectos del terremoto sobre la línea de transmisión Siquirres Moín | 18 |
| Aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en las Municipalidades | 19 |
| Seminario de Catastro Municipal | 21 |

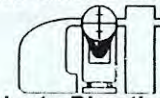
Nuestra portada:
P.H. Corobicí, presa y embalse
Santa Rosa (talud). Cortesía ICE

AZIMUTH

Año 1, N° 2, Set - Dic. 1996
 Publicación cuatrimestral del
 Colegio de Ingenieros Topógrafos
 de Costa Rica (CIT).

Consejo Editor

Ag. Henry Alvarez Massey
 Ing. Carlos Fco. Cordero Calderón
 Ing. Milton Chaves Chaves
 Ing. Rodolfo Van der Laat Valverde
 P.T. José Venegas Bermúdez
 Ing. Rody Rodríguez Madrigal
 Ing. José Gerardo Roig Loría

**Junta Directiva**

Ing. Milton Chaves Chaves
Presidente
 Ing. Ricardo Uclés Núñez
Vicepresidente
 Ing. Harry Arrieta Alvarado
Tesorero
 Ing. Felix Montero Umaña
Secretario
 A.A. Manuel Salazar Solís
Fiscal
 Ing. Lidieth Campos Mesén
Vocal I
 Ing. Enrique Muñoz Alvarado
Vocal II

AZIMUTH

"Una dirección a partir de un punto de referencia"

Director de Mercadeo

Ronald Chavarría U.
 Tel 244-3066

Editor general

Jorge Coto Echavarría
 Carné N° 218 del Colegio de
 Periodistas de Costa Rica
 Tel. 279-7249

Coordinación y Producción

Periodistas Asociados S.A.
PASA

Suscripciones

Telefax CIT: 253-5402, CFIA 224-7322 Apdo
 2346-1000 San José, Costa Rica
COINGTOP @ sol.racsa.co.cr.

Es distribuida entre miembros del CIT y organismos nacionales e internacionales, relacionados con nuestro quehacer profesional.

Los artículos pueden ser reproducidos libremente siempre que se mencione la fuente. Los artículos firmados reflejan los puntos de vista de sus autores y no necesariamente los del CIT.

ESPERAMOS CUMPLIR SUS EXPECTATIVAS INFORMATIVAS!

La publicación del primer número de la revista Azimuth provocó diversidad de opiniones, lo cual creemos importante y necesario si queremos continuar su edición, por el momento cada cuatro meses.

Importante porque significa un estímulo para los miembros de la Junta Directiva del Colegio de Ingenieros Topógrafos y del Consejo Editor, quienes dedican parte de su tiempo a la preparación y revisión del material que se divulgará.

Necesario porque nos brinda un parámetro para saber si vamos por buen camino, o si es necesario cambiar algunos criterios en cuanto a la información que debemos publicar.

Interesa especialmente al CIT, cumplir con la expectativas informativas de nuestros miembros y en general de las empresas y ciudadanos interesados en el área de acción de geodestas, agrimensores y topógrafos, íntimamente ligada con el desarrollo del país.

La indiferencia ante un esfuerzo de esta índole sería la peor de las respuestas. Por tal motivo, los comentarios y críticas constructivas son recibidas con beneplácito y deseos de superación.

Hay profesionales interesados en publicar sus artículos en Azimuth y ese es un buen indicio para el Consejo Editor; además continuamos recibiendo el apoyo de empresas amigas, en el campo de la publicidad, lo cual agradecemos infinitamente, pues no podríamos acarrear con la inversión global que involucra la producción de una revista.



Ing. Milton Chaves Chaves
Presidente,
Colegio de Ingenieros Topógrafos

MIEMBROS DEL CONSEJO EDITOR DE AZIMUTH

El Colegio de Ingenieros Topógrafos (CIT), después de un período de análisis y consultas designó los primeros integrantes del Consejo Editor de AZIMUTH.

Ellos representan diferentes generaciones de profesionales y destacan por su experiencia profesional y apoyo incondicional al CIT, lo cual ya se ve reflejado en nuestra publicación. A continuación presentamos una síntesis de las cualidades profesionales de cada uno de los integrantes de nuestro Consejo Editor, a quienes puede dirigirse, si desea brindar alguna sugerencia en beneficio de AZIMUTH o publicar un artículo.

Ag. Henry Alvarez Massey

Pensionado del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, en donde ocupó la jefatura del Departamento de Alineamiento y Topografía de la Dirección General de Asuntos Legales. Coordinador del boletín "Toponoticias" del CIT.

Ing. Carlos Francisco Cordero Calderón

Jefe de la Oficina de Auscultación de Obras del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), profesor en la Escuela de Topografía de la Universidad de Costa Rica. Encargado, por Costa Rica, del proyecto "Aplicación técnicas de trazadores a fugas en pesas y embalses", mediante el proyecto ARCAL (Arreglos Regionales Cooperativos para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nuclear en América Latina). Proyecto ARCAL XVIII RLA/08/018; en representación del ICE, coordinado por la Comisión de Energía Atómica de Costa Rica (CEA) y patrocinado por la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Ing. Milton Chaves Chaves

Ingeniero Topógrafo, miembro del CIT y del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos desde desde 1982.

Actualmente labora en la Dirección de Ingeniería de Telecomunicaciones del ICE. Es graduado en Administración. Presidente del CIT.

Ing. Rodolfo Van der Laat Valverde

Especialista en estudios de deformación tectónica y volcánica. Labora, desde hace 15 años, en el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional, como coordinador del área de vulcanología.

P.T. José Venegas Bermúdez

Dedicado por más de 30 años a trabajos

geodésicos, cartográficos y topográficos. Con gran experiencia en sensores remotos y gravimetría.

Ing. Rody Rodríguez Madrigal

Encargado de GPS en el Departamento de Topografía del ICE. Asistente Técnico de la Oficina de Levantamiento Topográfico del mismo instituto.

Ing. José Gerardo Roig Loría

Ingeniero en Topografía y Geodesia, con el grado de Bachiller. Labora en INGEOTOP S.A. (socio fundador) desde 1983.



Sesión del Consejo Editor de AZIMUTH, aparecen los colegas José Gerardo Roig Loría, Rodolfo Van der Laat Valverde, José Venegas Bermúdez, Henry Alvarez Massey, Carlos Cordero Calderón y Rody Rodríguez Madrigal. En el momento de tomar la foto no se encontraba el Ing. Milton Chaves Chaves.

PINCELADAS SOBRE LA CARRETERA INTERAMERICANA SUR

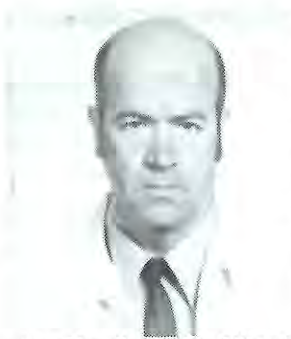
A raíz de los destrozos ocasionados por el huracán "César", la carretera Interamericana en la zona sur, está en la mira de todos, por lo que me permito hacer las siguientes reflexiones.

Terminados mis estudios secundarios, allá por el año 1940, tuve la suerte de ingresar a laborar en dicha obra como auxiliar de topografía. La Segunda Guerra Mundial estaba en su apogeo y los estadounidenses idearon la carretera como medida de protección del Canal de Panamá.

Formé parte de un grupo de ingenieros estadounidenses y otro tanto de destacados topógrafos costarricenses. Es bueno rendir honor a quien merece! Por esta razón quiero mencionar los nombres de estos ticos, que pusieron alma y corazón en una obra tan importante para nuestro país y que tendrá un capítulo especial en nuestra historia.

Entre ellos figuran tres ingenieros agrónomos que hicieron a un lado su profesión y optaron por la topografía: don Carlos Delgado, don Rodrigo Mesén y don José Manuel Guzmán. Además, don Tomás Zeledón, don Alvaro Saborío, don Luis Ortíz, don Luis C. Estrada, don Nicolás Soto y don Rodrigo Trejos. Pero también había un numeroso grupo de compañeros que formábamos el cuerpo auxiliar. Todos pertenecíamos al gobierno de los Estados Unidos (P.R.A.).

*. Ingeniero Topógrafo pensionado, con más de 30 años de experiencia en construcción de carreteras; durante 16 años Jefe del Departamento de Topografía del MOPT. También laboró como profesor en la Escuela de Topografía y en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica. Esta información fue remitida al titular de MOPT por el Ing. Ugalde



Ing. Claudio Ugalde Alfaro *

En Costa Rica, una vez definida la ruta a través de Guanacaste, hasta Barranca de Puntarenas, de ahí en adelante quedaban dos opciones:

- Seguir por la bajura de la costa pasando por Parrita, Quepos y Dominical hasta Palmar Norte, para luego continuar hasta la frontera con Panamá.
- Subir de Barranca hasta San Ramón para conectarse con el Valle Central, pasando por las principales ciudades y San José, hasta llegar a Cartago. En el Valle Central ya teníamos nuestras carreteras. Luego de Cartago hacia el sur se usaría parte de la Cordillera Central, ascendiendo hasta el Cerro de la Muerte, para luego descender hasta el Valle de Pérez Zeledón y luego continuar hasta Palmar Norte, para al fin llegar a la frontera con Panamá.

La opción "a", era de poco movimiento de tierras, pero cruzaba gran cantidad de ríos caudalosos, cuyos puentes serían de un elevado valor económico, con el agravante de dejar aislado el Valle Central.

La opción "b" no contenía ríos, pero sí un millonario número de metros cúbicos a remover, con el agravante, de que tarde o temprano el gobierno tendría que construir la costanera sur.

Objetivo de la carretera?, llegar cuanto antes al Canal de Panamá, con gastos de la guerra. No por cariño hacíamos nosotros.

Se escogió la ruta "b", por qué?. Según unos por presiones políticas, otros, alegaban razones económicas y mayor rapidez, pero también se expresaban otros, por razones panorámico-turísticas, dada la cantidad de bosques y su sabroso clima de altura.

Pero ahí está la carretera y por ella se llega al Canal. No debemos permitir que desaparezca, como desparecieron nuestros ferrocarriles algunos caminos rurales.

La carretera entre Cartago y San Isidro se construyó mal. Tiene un buen trazado geométrico, pero no cumple las especificaciones de orden técnico que exigen las reglas en cuanto infraestructura.

Me explico; en los rellenos, no se removió la capa orgánica o vegetal, ni se sustituyeron los estratos arcillosos, jabonosos y deslizables. En los cortes se usó el criterio de que era más barato botar la tierra deslizada, que hacer los taludes bien inclinados para su estabilidad. En el alcantarillado se usó el material corrugado por su rapidez de colocación y aunque galvanizado estaba capacitado para una duración de 20 años, no más.

En el caso de la alcantarilla "Painer", que está 18 kilómetros antes de llegar a San Isidro, se cumplió con los requisitos debidos. Este servidor colaboró con la demarcación de la misma.

Es la única que se hizo de hormigón chorreado, con dimensiones que sobrepasaban el caudal de la cuenca. Se le colocó una capa de soporte en el fondo con piedra bruta, que a su vez le servía para drenar el subsuelo.

No es cierto que tenga 60 metros de profundidad, a lo sumo 15 o 20 metros y es fácil probarlo, pues por televisión se aprecia todavía el soporte de piedra y la longitud de la alcantarilla entre la entrada y la salida es de unos 40 ó 50 metros, mientras que para 60 metros debería ser de 200 metros de longitud, cosa imposible. En cuanto a los 120 metros que dicen del desprendimiento, también es exagerado ya que originalmente era menor de 100 metros.

En otro orden de cosas, debo decir que desde el comienzo de la operación con máquinas, siempre hubo un camino de acceso a un lado de lo que sería la trocha principal. Se hizo con el fin de facilitar el traslado de maquinaria pesada para ser distribuida en diferentes lugares, también para el abastecimiento de combustibles y los talleres rodantes de reparación. Este camino se construyó a todo lo largo de la zona tan quebrada.

En "Painer" esta vía estaba al lado derecho y un poco alto, en el sentido Cartago-San Isidro. Yo considero que puede reconstruirse en una distancia de 600 metros y solucionar rápidamente, como siempre se ha hecho en hundimientos en otros sitios de la ruta. El gobierno ha dispuesto habilitar la ruta de San Isidro a Dominical y de aquí a Quepos, aunque esto debe hacerse, no creo que sea tan rápido y con el agravante de que el peor obstáculo lo constituye la humilde carretera entre San Mateo, Atenas y barrio San José de Alajuela. Las fuertes pendientes y los radios de curvatura, más lo angosto de la vía, nunca podrá absorber la intensidad y la gran carga de tantos vehículos circulando por allá.

Todos los desastres de la Interamericana, se deben al escaso o nulo mantenimiento de la misma. Muchas alcantarillas es posible que ya no existan, otras deben estar atascadas con piedras, lodo y troncos. Los desagües en muchos tramos no existen. Los puentes están abandonados y muchos deslizamientos pequeños ni los toman en cuenta.

Para los estadounidenses la carretera cumplió su finalidad, para nosotros seguirá siendo de vital importancia y los desastres que sufra deben ser reparados, pues es una obra titánica que jamás gobierno alguno hubiera podido construir.

Finalmente, quiero dirigirme a los nuevos colegas, para que mediten sobre los problemas que he abordado. Muchos de ellos no se encuentran en los libros. La experiencia tampoco se adquiere fácilmente.

Esta carretera fue mi primera universidad y luego mis estudios a la par de 30 años laborando en carreteras de nuestro país, me ha servido para emitir algunos juicios constructivos. En mi ancianidad sigo enamorado de esta noble profesión: la Topografía.



Llave del progreso

**INSTITUTO NACIONAL DE APRENDIZAJE
COMUNICA EL INICIO DE LOS CURSOS**

NUCLEO DE TECNOLOGIAS DE MATERIALES

TECNICO MEDIO EN FONTANERIA

Inicio: 16 de setiembre

Finaliza: diciembre de 1998

Horario: Lunes a viernes de 7:00 a.m. a 3:30 p.m.

Sesión de información: 26 de agosto a las 8:00 a.m.

Requisitos: - Ser mayor de 15 años

- Saber leer y escribir, dominar las cuatro operaciones básicas
- Someterse a proceso de selección

TECNOLOGIA DEL CONCRETO

Inicio: 19 de agosto

Finaliza: 13 de noviembre

Horario: Lunes a miércoles de 6:00 p.m. a 9:00 p.m.

Requisitos: - Ser mayor de 15 años

- Saber leer y escribir, dominar las cuatro operaciones básicas
- Ser trabajador de la construcción

CONSTRUCCION DE MUEBLES ADOSADOS Y DE COCINA

Inicio: 14 de octubre

Finaliza: 29 de marzo de 1997

Horario: Lunes a viernes de 6:00 p.m. a 9:00 p.m.

Requisitos: - Ser mayor de 15 años

- Saber leer y escribir, dominar las cuatro operaciones básicas
- Tener conocimientos en carpintería

TAPICERIA DE MUEBLES

Inicio: 14 de octubre

Finaliza: 4 de abril de 1997

Horario: Lunes a viernes de 7:00 a.m. a 3:30 p.m.

Prueba: 30 de setiembre a las 8:00 a.m.

Requisitos: - Ser mayor de 15 años

- Saber leer y escribir, dominar las cuatro operaciones básicas
- Someterse al proceso de selección

CALCULO Y PRESUPUESTO

Inicio: 2 de setiembre

Finaliza: 19 de noviembre

Horario: Lunes a miércoles de 6:00 p.m. a 9:00 p.m.

Requisitos: - Ser mayor de 15 años

- Saber leer y escribir, dominar las cuatro operaciones básicas
- Ser trabajador de la construcción

ASISTENTE DE TOPOGRAFIA

Inicio: 2 de setiembre

Finaliza: 12 de noviembre

Horario: Lunes a viernes de 7:00 a.m. a 3:30 p.m.

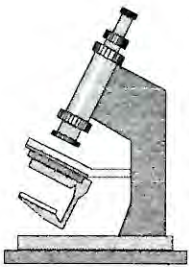
Requisitos: - Ser mayor de 15 años

- Tercer año de colegio aprobado o un año de experiencia en labores topográficas

**Para mayor información y matrícula llamar
al tel. 232-4422 ext.225
con la promotora Elba Cervantes.**

Un pueblo en marcha.

Decisión



La Organización Mundial de la Salud (OMS), por decisión de 190 estados miembros, ha recomendado la destrucción de las últimas reservas mundiales del virus de la viruela, en junio de 1999. la decisión unánime, según las informaciones, concede tres años para investigar posibles existencias en el mundo del virus. El último caso de viruela se presentó en 1977, la enfermedad está erradicada del planeta. El único problema lo plantean las reservas en manos de países que prohijan el terrorismo. La humanidad perdió sus defensas contra este virus. Un punto es, conviene que el hombre se arrogue el derecho de acabar con una forma de vida para siempre, por mortal que sea. Es un juego fatal y peligroso. El asunto tiene muchos argumentos en pro y en contra. ¿ En la línea de la evolución el virus encontró al enemigo que le hará desaparecer ? No es NUEVO !. El hombre podrá hallarse ante una alternativa semejante... mañana ? ¿Qué le parece?

El español

De una entrevista con don Camilo José Cela, premio Nobel de Literatura y premio Miguel de Cervantes. "El español en América es una lengua viva, en constante evolución. ¡ Fantástica! Y el castellano, le interrogan, "¡ ah, el castellano es el español que se habla en Castilla y otras regiones de España !.

Crisis

El Registro Nacional ocupa la prensa. La Nación del 06 de junio de 1996 en su editorial: "El registro de la inseguridad", señala: "En esta materia tan delicada el Estado se ha derrumbado...", continúa "...Este es un problema en extremo grave. Los derechos de los propietarios, en cuenta el propio Estado, son actualmente una simple ilusión...".

¿Qué le parece?, háganos llegar su comentario.

Presentación

Glosas traerá las más variadas noticias, con el propósito de despertar un deseo de mayor información y en lo posible, ¡ ojalá!, nos corrijan y envíen sus puntos de vista.

Glosas abarcará detalles científicos, históricos y de actualidad nacional e internacional. La política no le será ajena. Espera cumplir, Glosas, su pretensión.

Increíble



En México, un ballet maravilloso. Una presentación multitudinaria y policroma. A cincuenta etnias de esa Nación, se les dijo: "¡ Hace 500 años estáis abandonados !". ¡ Fue un gran espectáculo ! Los entrevistados con vestidos multicolores, bellamente engalanados, mezclaban su lengua con el español, (¡ perdón , castellano!), y hasta... el representante de una etnia, con una modulación exquisita, dijo: "Perdón... discúlpenme...pero no domino el idioma de Castilla...". "Uf ¡ qué buen guión !. Ha sido uno de los montajes más espectaculares de cinismo, patrocinados por una clase política que llega a su fin. Telenoticias para el mundo, canal 29, jueves 23 de mayo de 1996.

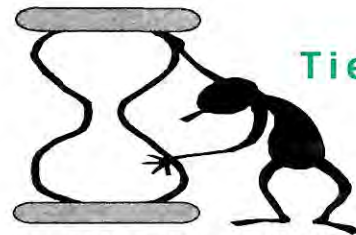
Comprensión

Telenoticias, canal 7, 21 mayo 96, 6:47 p.m.

Un sujeto acusado por cuarenta y tres delitos, no compareció hoy al juzgado. ¿ Motivos ? La excusa: ¡Le tocaba visita conyugal !, el individuo sabe sus derechos y los usa. El fiscal pide cuarenta y cinco años de prisión para este tipo. Con este trato, se le dan sus derechos, quizás purgue, si se aviva, sólo la suma de los dígitos de la sentencia que pide el fiscal Oh la lá! ¿ Qué le parece ?

Parla, qué

¡ La euforia de la palabra y el futuro glorioso de los pueblos!. En el parlacen, parlamento centroamericano, algunos propusieron: ¡ nacionalidad centroamericana !, ¡ ¡ todíticos iguales, los mismos ! Ah, y hasta un único gobernante para América Central. La idea no es mala, nuestro futuro está en nuestra unión. Sin embargo, debe pasar algún tiempo y bien aprovechado. ¿Cuánto? El Mercado Común Europeo, después de cuarenta años, trata de lograr, lo que en un solo pitazo, marca el parlacen, ¡ paciencia !. ¡ Ese es el futuro ! Pero... arreglemos nuestras casas. ¡ Trabajemos ! Dejémo la retórica. ¿ Qué le parece el parlacen ? ¿Sus pretensiones?



Tiempo

Un navío espacial, a una velocidad de 300.000 km por segundo. ¡ Unos 1.080 millones de km por hora !, en un viaje a nuestra vecina Andrómeda, tardará en ida y regreso, cincuenta y cinco años. Hasta aquí, no dice mucho. ¡ Tranquilo ! Sólo hay una cuestión incidental, en tanto, en nuestra nave Tierra, únicamente han pasado 3 millones de años. ¿ Qué le parece ?, Cálculase un viaje por el perímetro de la Vía Láctea, diámetro aproximado 100.000 años luz. Puede comenzar. Envíe su resultado. ¡ Gracias !.

Bien, hasta la próxima.

José Legna Gasvene

En la época actual, los métodos de medición han evolucionado rápidamente debido a nuevos sistemas de medición, distanciómetros electrónicos, rayos laser, levantamientos a través de satélites, uso de computadoras, etc. Todo esto ha revolucionado los procedimientos de medición y cálculo en unas pocas décadas.

Otro factor que está influyendo, son los costos de las obras de Ingeniería, los cuales se han elevado considerablemente, lo que ha obligado a que se realicen estudios de comportamiento a obras como: Puentes, Presas, Edificios, Túneles y a Estructuras naturales. Aquí se estudian los deslizamientos de suelos.

Entre las mediciones que se realizan, las más usadas son: Triangulaciones, Trilateraciones, Poligonaciones, Nivelaciones, Inclinometría, Asentometría, Presiones directas e indirectas, Caudales, etc.

Algunas mediciones requieren una combinación de instrumentos o técnicas para lograr una aplicación eficiente en cada obra que se analiza.

Esta actividad de Auscultación de Obras, ha evolucionado considerablemente. Uno de sus mayores logros es el conocimiento almacenado capaz de ser aplicado en obras de índole similar y sobre todo como retroalimentación para nuevos diseños.

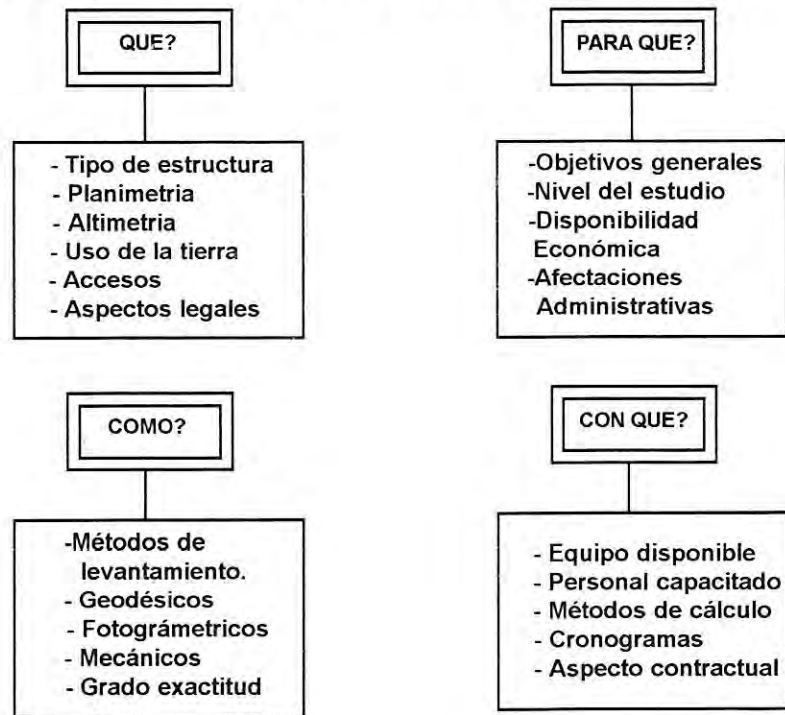
Los instrumentos que se utilizan para llevar a cabo las diferentes mediciones son muchos y variados; algunos de ellos son: teodolitos, niveles, distanciómetros, computadoras, piezómetros, manómetros, inclinómetros, asentómetros, péndulos, elongómetros, mira móvil, extensómetros, cintas invar, etc.

En toda obra donde se establezca un control de medición, también debe establecerse un Esquema Operativo en Caso de Alarma.

Esto es muy importante para poder darle seguimiento a la Obra en estudio. (Ver un ejemplo en el esquema # 2.)

Para implementar el sistema de instrumentación a usar en cada obra, es necesario tener una idea clara sobre el propósito de las observaciones, con el fin de evitar que se coloquen puntos de medición donde no se necesitan.

METODOLOGIA DE LAS MEDICIONES PARA LA AUSCULTACION DE OBRAS



Algo esencial en la implementación de un control es establecer el período de observaciones y el análisis que va a recibir la información que se genere. Se debe tomar en cuenta la precisión de los equipos y su vida útil, lo cual en muchos casos, determina el período de control.

TECNICAS DE INSTRUMENTACION:

Las técnicas de instrumentación en el sitio mismo se usan para recolectar la siguiente información:

* Magnitud y orientación de las principales tensiones en la masa rocosa.

* Fortaleza y deformabilidad de la masa rocosa, en general y en direcciones específicas.

* Resistencia a la fracturación y deslizamientos, en direcciones específicas y a lo largo de discontinuidades específicas.

* Resistencia a la fracturación y deslizamientos, en direcciones específicas y a lo largo de discontinuidades específicas.

* Distribución y presión del agua interna y efectos de la variación de la presión acuática sobre las deformaciones de la roca.

AUSCULTACIÓN

*Respuesta de la masa rocosa, en magnitud de deformación, tasa, y aceleración, a cargas de construcción y operacionales impuestas por las estructuras terminadas.

* Efectividad de las estructuras artificiales de sostén como: anclas de amarre, pernos de roca, bóvedas de túneles y paredes de apoyo.

* Comportamiento de las masas de roca asociadas, tales como los declives de las represas de agua, en relación a la roca construcción y funcionamiento de estructura.

Las técnicas de instrumentación se clasifican en dos categorías generales: la medición de deformación o esfuerzo y la de la carga, presión o tensión.

IMPLEMENTACION Y PROCESO

En el análisis final de la información intervienen una serie de especialistas, dependiendo del estudio que se esté haciendo, lo que lo convierte en un proceso multidisciplinario. Con estos trabajos se relacionan otros campos como pueden ser: la Ingeniería Civil, la Geología, la Geotecnia, la Vulcanología, la Fotogrametría, la Geografía, la Geofísica, la Meteorología, la Astronomía, la Sismología, la Ecología, la Hidrología, etc.

En nuestro país, esta disciplina de Auscultación de Obras ha tenido un desarrollo muy importante dentro del Instituto Costarricense de Electricidad (I.C.E.).

Durante largos años, el Instituto Costarricense de Electricidad (I.C.E.), ha dedicado considerables recursos y esfuerzos, a fin de lograr la reducción de los riesgos, así como gran interés de parte de la alta administración en torno a la implementación de un buen método de control de riesgos. Sin embargo, existen obras en las cuales solo se ha puesto escaso empeño y en otras no se ha hecho nada.

Dentro del I.C.E., la Oficina de Auscultación de Obras es la encargada de realizar un detallado registro del comportamiento de las principales obras construidas por la Institución, con el propósito de diagnosticar su funcionamiento acorde a lo esperado según su diseño.

DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN ELECTRICA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA OFICINA DE AUSCULTACIÓN DE OBRAS OBRAS DEL I.C.E. QUE TIENEN VIGILANCIA PERMANENTE

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P.H. ARENAL - TIPO INFORME - Presa - Mensual - Tomas de agua - Semestr. - Línea túnel - Cuatrim. - C. válvulas - Cuatrim. - Tub. presión - Cuatrim. - C. máquinas - Anual - Incl. Vol. Aren - Trimest. - Geodes. Presa - Anual | P.H. CACHI - TIPO INFORME - Presa - Trimestr. - Embalse - Semestr. - Casa maq. - Anual - Geod. pres. - Anual - Línea túnel - Anual | P.H. RIO MACHI - TIPO INFORME - Emb. El Llano - Semestr. - Río Juco - Anual ESTACIÓN TARBACA - TIPO INFORME - Hundimientos - Cuatri. - Desplazamientos - Cuatri. | P.H. COROBICI - TIPO INFORME - Presa S. Rosa - Cuatri. - Línea Túnel - Cuatri. - Vent. La Tiza - Semestr. - Emb. S. Rosa - Cuatri. - Tub. Presión - Anual - Tanq. Oscilac. - Anual - Casa Válvulas - Anual - Talud C. Maq. - Anual |
| P.H. VENT. -GARITA- TIPO INFORME - Presa Virilla - Bimens - Línea Tunel - Bimens - Toma Ciruela - Bimens - P. San Miguel - Bimens - Trinch. Tamar - Bimens - Tub. Baja Pres. - Bimens - Talud Virilla - Cuatrim. - Risco Tub. Pres. - Trimes. - Des. y Ant Vir. - Bimens | P.H. TAPANTI - TIPO INFORME - Pres. Tapanti - Semestr. - P. Pejibaye - Anual - P. Porras - Anual - P. Villegas - Anual P.H. TORO - TIPO INFORME - Presas - ? - Embalse - Mensual | P.H. ANGOSTURA - TIPO INFORME - Sitio presa - Mensual - Línea túnel - ? P.H. SIQUIRRES - TIPO INFORME - Sitio presa - ? - Derrumbes - Cuatrim. - Embalse - ? | P.H. LA GARITA - TIPO INFORME - Presa - Anual - Desarenador - Anual - Embalse - Cuatri. - Antecámara - Cuatri. - Tanq. Oscilac. - Cuatri. - Tub. Presión - Anual - C. Máquinas - Anual - Derrumbes - Bimensu. - Torre Salida - Cuatri. |

? = Próximos a entrar por lo que no se conoce la periodicidad

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LIN. TRANSMISION-TIPO INFORME - Río Macho-Este - Trimes. - Cachí Este - Trimes. - Cachí-Angostu. - - Angost-Moín - Trimes. - Arenal-Barranca - Trimes. - R. Macho-S. Isid. - - R. Claro- Frontera - Trimes. - Cañas-Sta. Rita - Trimes. - Cachí-R. Macho - Trimes. | P. GEOTERMICO - TIPO INFORME - POZOS - Semest. - Asentamient. - Semest. - Niv. Trigon - Semest. - Niv. Directa - Semest. - Incl. Secos - Trimest. - Lin. Volcán - Trimest. - C. Caldera - Semest. - C. Horizont. - Semest. | OTRAS OBRAS - TIPO INFORME - Des. San Blas - Trimest. - P.T. Barranca - Anual - Presa Fortuna - Anual - Tun. Can. Fort. - Anual - Presa Cote - Anual - Toma Cote - Anual - Tun. Can. Cote - Anual - C.Term. Moín - Cuatrim. | P.H. SANDILLAL - TIPO INFORME - Presa - Mensual - Embalse - Mensual - Tomas aguaS - Anual - C. Máquinas - Anual - Taludes - Semestr. - Torres - Trimestr. - Geodes. Presa - Semestr. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

TECNICAS APLICABLES EN LA AUSCULTACION DE OBRAS

Las metas finales de la Auscultación de Obras, son la seguridad mejorada, la reducción de costos y el incremento en eficiencia, tanto en la construcción como en la operación posterior de las estructuras construidas. Como en todos los proyectos tecnológicos, el grado en el cual estas metas pueden lograrse, depende en gran parte de cuán bien los muchos factores involucrados puedan observarse con exactitud y definidos, y los resultados aplicados a la resolución de problemas reales de ingeniería. Muchos percances en Presas, Minas, Túneles y otros, han resultado de malos cálculos, malas mediciones y descuidos de los observadores con respecto a las propiedades y condiciones de las obras, lo cual, con adecuado equipo y con responsabilidad, se puede reducir estos riesgos.

La Auscultación de Obras combina los métodos de Ingeniería Topográfica, Geotécnica, Civil, Estructural, Geológica y otras ramas afines, utilizando las nuevas tecnologías para determinar la resistencia y deformabilidad de la roca en relación a las estructuras propuestas y hechas por el hombre.

Desarrolla información básica para aplicaciones de diseño y también asiste la vigilancia del comportamiento de las obras, durante la construcción y la operación subsiguiente de una estructura completada.

Una condición que se debe analizar cuidadosamente en todas las obras es si existen fallas en la zona de trabajo, las cuales, deben tener un seguimiento adecuado.

Estas deformaciones se producen por fracturamientos o deslizamientos que se agravan por el agua subterránea que permea las fallas o se establece en ellas.



Otras consideraciones importantes que se deben observar son los derrumbes, las alteraciones del terreno, la erosión, los efectos climáticos, las inundaciones, etc.

Las técnicas de instrumentación en el terreno mismo satisfacen las necesidades de datos numéricos precisos como se describió previamente.

Las pruebas y mediciones pueden ser conducidas en cualquier etapa de la construcción, como también durante la operación normal de la estructura terminada.

Los mismos signos de advertencia pueden ser usados para confirmar la efectividad de las soluciones. El éxito del control sobre los riesgos, depende de la precisión de las evaluaciones iniciales de la condición de la obra y la exactitud en la interpretación del efecto de medidas curativas.

Los cambios que se están presentando en los diferentes ámbitos y con las nuevas tendencias mundiales de globalización y apertura de mercados, que están influyendo en el futuro desarrollo de cada país; de cuyo impacto Costa Rica no escapa, ha obligado a establecer prioridad, mecanismos y enfoques hasta ahora utilizados, con el fin de crear medidas para la prevención y mitigación de riesgos en las diferentes obras.

CONCLUSION

La auscultación de obras es una actividad importante dentro del desarrollo ingenieril, es necesario mantenerse actualizado sobre los diferentes métodos y dispositivos empleados para la vigilancia de obras, con el propósito de adoptar medidas preventivas antes de cualquier eventualidad.

TECNICAS PARA MEDICIONES DE DEFORMACIONES VOLCANICAS

Primera parte

El comportamiento volcánico es precedido y acompañado por variaciones en diversos parámetros. Algunos son: sismicidad; deformaciones del suelo; variaciones en la composición química y temperatura de gases volcánicos; cambios visuales; cambios en los valores locales de la gravedad, magnetismo y geoelectricidad.



Ing. Rodolfo Van der Laet *

La vigilancia y predicción de actividad volcánica se fundamenta en el estudio integrado de los cambios ocurridos. La mayor parte de las variaciones mencionadas no son sentidas por el ser humano, por lo que se han desarrollado instrumentos muy sensibles.

Para el estudio de deformaciones volcánicas se aplican las técnicas convencionales de topografía y geodesia. Por su naturaleza, las mediciones son discretas en el tiempo. El GPS y algunos instrumentos de registro continuo proveen el complemento. Los elementos espaciales y temporales cuantificados con esas técnicas, permiten trazar una línea base de comportamiento volcánico, en tiempos de reposo. Sus variaciones proveen información sobre el tamaño y posible carácter de la erupción.

Los movimientos se detectan en la superficie del terreno y la cobertura de las redes es discreta en el espacio. Las redes para estudios de deformación deben ser tan densas como permitan los recursos. Sin embargo la medición de grandes redes implica largo tiempo de medición e inversiones cuantiosas. Su aplicación es adecuada para la vigilancia a largo plazo, durante periodos de reposo volcánico.

Para la vigilancia a corto plazo de volcanes activos se prefieren figuras geodésicas simplificadas con mediciones frecuentes.

ACTIVIDAD VOLCANICA Y DEFORMACION

La actividad volcánica se caracteriza por la extrusión de materiales calientes, usualmente rocas fundidas o semifundidas,

*. Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Campus Omar Dengo, Universidad Nacional, Apartado 86-3000, Heredia, Costa Rica. E-mail: rvanderl@irazu.una.ac.cr

cenizas, bloques y gases. Internamente se produce flujo de materiales hacia la superficie. Las deformaciones de la superficie se dan como respuesta a esos movimientos internos (Fig. 1), Tilling, 1984. Se han propuesto algunos modelos teóricos para la determinación del tamaño, forma y profundidad de la fuente de deformación, que puede ser una cámara magmática (Mogi, 1958 y Yokoyama, 1971).

La ley de Hooke de esfuerzo - deformación («stress - strain») expresa la relación entre los desplazamientos aplicados en un sector de un cuerpo elástico y las correspondientes deformaciones en alguna otra parte del cuerpo. Las propiedades elásticas de la corteza terrestre son conocidas en forma aproximada, por ser este un cuerpo heterogéneo en composición y estructura. Esta es la principal limitante a la interpretación de movimientos subsuperficiales a partir de mediciones superficiales.

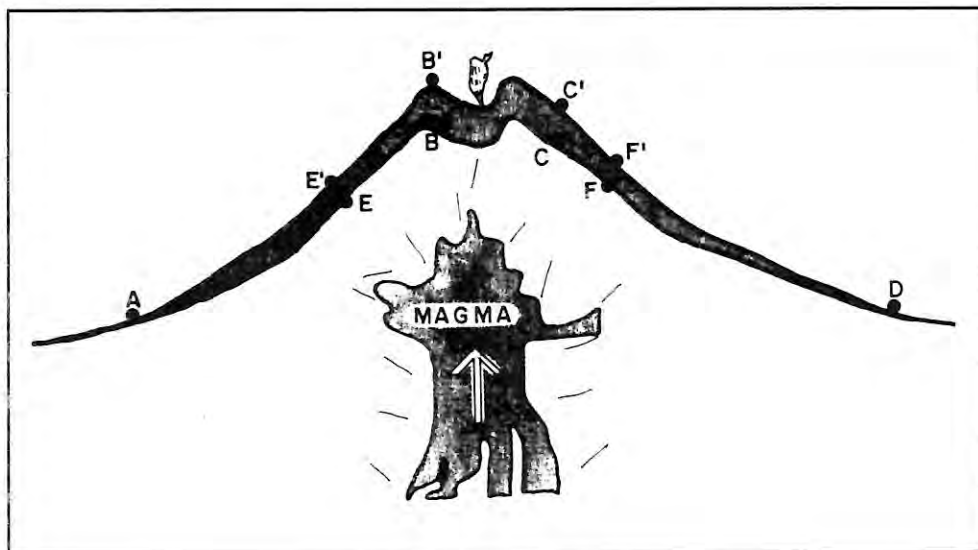


Fig. 1. Deformaciones premonitoras a una erupción volcánica. La línea AEBCFD representa la superficie original del volcán. La presión ascendente del magma (flecha), deforma la superficie volcánica representada por la superficie AE'B'C'F'D. Los hitos de nivelación B y C se levantan a una nueva posición en B' y C'. La distancia entre los hitos E y F se expande como E'F'. A y D representan hitos estables utilizados como referencia.

Las deformaciones máximas se dan justo antes de la extrusión de materiales volcánicos. Una vez que los esfuerzos por abrir paso al magma ascendente cesan, la superficie volcánica tiende a retornar a su estado previo. Una inyección magmática no necesariamente culmina con erupciones, pero si puede mostrar deformaciones apreciables.

El rango de los desplazamientos superficiales es muy amplio. Desde las decenas de metros en la formación de domos en volcanes silíceos, hasta variaciones muy pequeñas causadas por

movimientos en masa a gran profundidad. Las mediciones de deformación consisten básicamente en la determinación de desplazamientos horizontales, verticales o inclinaciones entre dos puntos y generalmente se expresan en partes por millón [ppm]. Ante la dificultad o imposibilidad de encontrar sitios estables, por lo general los desplazamientos son relativos a puntos de la misma red, pero también se puede recurrir al ajuste geodésico libre, donde no se hace referencia a ningún punto de la red.

Los modelos teóricos de deformaciones superficiales son un buen punto de partida para la implementación de una red en determinado volcán. Estos modelos utilizan información existente sobre volumen de materiales en erupciones pasadas, evidencias de deformaciones ocurridas anteriormente, estimaciones de la posible energía eruptiva, etc.

Los modelos más conocidos son el de Mogi, presentado en 1958 y el de Yokoyama de 1971. Ambos describen curvas teóricas acerca de los desplazamientos superficiales probables ante una eventual inyección magmática de determinada profundidad e intensidad.

Así se pueden escoger los sitios de mayor sensibilidad, como criterio de diseño de la red. El rango de deformaciones esperadas, de acuerdo al modelo teórico aplicado, es el criterio básico para la selección de las técnicas de medición y sus respectivas exactitudes. La respuesta de una línea de medición es directamente proporcional a su longitud, por el sencillo hecho de que un solo punto es más sensible a movimientos locales que un grupo de ellos, donde hay redundancia y comprobación estadística de los resultados. Además el diseño de las redes implica criterios como la intervisibilidad entre puntos, visibilidad a satélites GPS, acceso, recursos humanos y financieros, tiempos de medición, estabilidad y permanencia de la monumentación, condiciones climáticas, etc. La monumentación más firme es aquella construida sobre roca. Sin embargo en suelos volcánicos se recomienda la construcción de hitos bien anclados al suelo con varillas y claramente referenciados, para su rápida búsqueda.

TECNICAS PARA MEDICION DE DEFORMACIONES VERTICALES:

A- NIVELACION GEOMETRICA:

Esta es la técnica más precisa para la determinación de la componente vertical de deformaciones volcánicas. Se le conoce también como nivelación geodésica, nivelación directa o nivelación de precisión. Requiere de un nivel de precisión y miras invar. Se determinan diferencias de elevación de primero o segundo orden (± 2 ppm) entre monumentos permanentes. El tamaño de la red varía desde las redes verticales de primer orden, de cobertura regional o nacional, hasta los pequeños arreglos para medición de inclinaciones conocidas como inclinómetros secos. Estos arreglos tienen diversas formas como triángulos, estrella, forma de «L» o «T» (Yamashita, 1982; Paulick y Van der Laet, 1991).

La orientación relativa de los hitos depende de la estimación de la sensibilidad a los esfuerzos máximos. Algunas veces conviene orientar las redes radialmente al cráter activo o potencialmente activo. En el caso de vulcanismo fisural conviene el diseño de figuras perpendiculares a las grietas o fisuras.

La técnica de medición de la nivelación consiste en la sustracción de dos lecturas de mira que se realizan sobre una visual horizontal (Fig. 2)

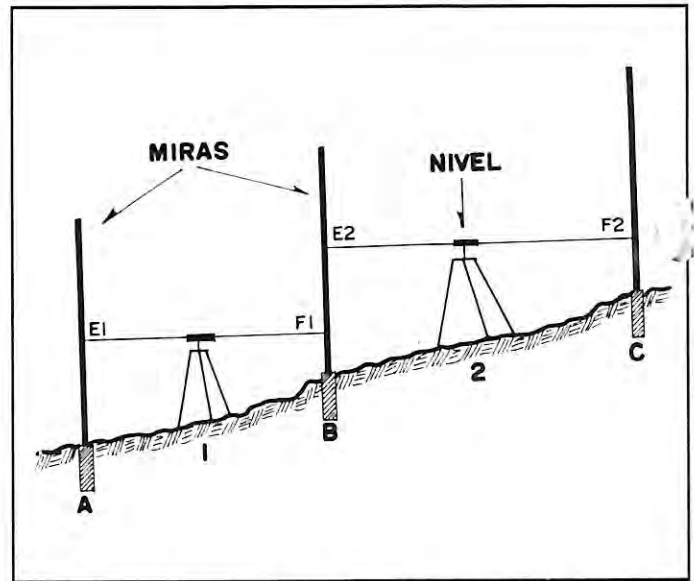


Fig. 2 Esquema de una nivelación geométrica entre dos puntos A y C. En este ejemplo el itinerario va de A hacia C. El nivel se coloca en 1 para tomar lecturas de espaldas E1 y de frente F1, luego en 2 para leer E2 y F2. El punto B es utilizado como punto de cambio. E_i y F_i representan lecturas de mira de espaldas y de frente, respectivamente. En general, para determinar la diferencia de nivel aplicamos:

$$\Delta h = \sum (E_i - F_i) = \sum E_i - \sum F_i$$

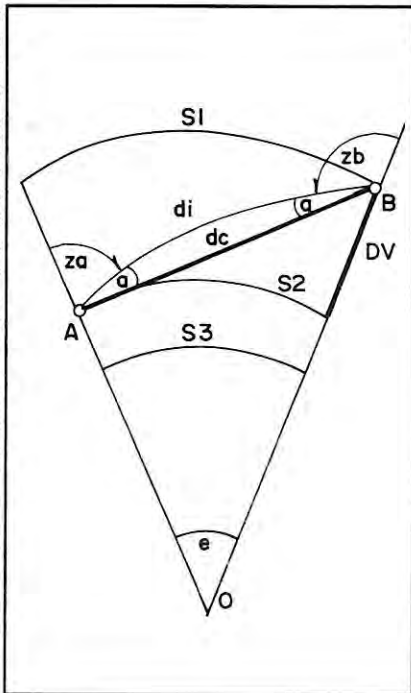
- Para lograr las mejores exactitudes se toman en cuenta los siguientes aspectos:
- Doble determinación de las diferencias de nivel con mediciones de ida y regreso.
 - Uso de miras invar. El invar es una aleación de acero y níquel cuyo coeficiente de dilatación es mínimo.
 - Uso de micrómetro de caras plano paralelas. Consiste en un lente móvil. El desplazamiento de la imagen es determinado con gran exactitud en un micrómetro. Es posible obtener lecturas de 0.01 mm.
 - Compensación de distancias espaldas - frente, para prever errores de colimación del instrumento. La longitud de las visuales no debe sobrepasar los 50 m.
 - Uso de parasol en el instrumento y trípode, para prever dilataciones en los mismos.
 - Chequeo periódico de la horizontalidad de la visual del nivel (colimación) y la verticalidad de las miras.
 - Dobles lecturas en las miras. Permite la comprobación de errores de lectura o anotación.
 - Cálculo de errores de cierre, en forma parcial (estación por estación) y en forma general, a través de un ajuste.

B- NIVELACION TRIGONOMETRICA:

Con el uso de un distanciómetro de precisión y uno o dos teodolitos de segundos, es posible la determinación indirecta de diferencias de nivel. A esta técnica se le conoce como nivelación geodésica o nivelación indirecta y es posible alcanzar exactitudes de $\pm 5-8$ ppm.

La técnica consiste en la medición de una distancia y uno o dos ángulos verticales en cada tramo. Cuando se miden dos ángulos verticales desde los teodolitos en ambos extremos de la línea, la técnica recibe el nombre de nivelación trigonométrica con visuales recíprocas y simultáneas (Fig. 3)

Fig. 3 Nivelación trigonométrica con visuales recíprocas y simultáneas. S1, S2 y S3 representan superficies equipotenciales, O es el centro de la tierra. A y B son dos puntos o hitos alimétricos donde se miden los ángulos cenitales z_a y z_b respectivamente. Entre ellos se mide la distancia d_i , que es curvada por la refracción atmosférica y d_c es la distancia rectilínea entre los dos puntos. Los pequeños ángulos α que se forman en A y B son causados por la refracción del aire y e es el ángulo que forman los dos puntos A y B en el centro de la tierra (O). La diferencia de nivel se obtiene así: $DV = (d_c \sin(z_b - z_a) / 2) / \cos e/2$.



La longitud de las líneas se puede alargar hasta 1 km sin detrimento de la exactitud. Los mejores resultados se obtienen con dos teodolitos de segundos, midiendo simultáneamente en ambos extremos. Esta condición es la base para asumir que los pequeños ángulos α , provocados por la refracción atmosférica, son iguales. Esos ángulos quedan eliminados de la sustracción de ángulos cenitales ($z_b - z_a$) en la fórmula.

Cuando las distancias son más cortas, en el rango de 100 - 500 m., se puede utilizar un teodolito y un distanciómetro midiendo solo un ángulo cenital z_{ab} y una distancia d (Fig. 4).

-Dobles lecturas

C- USO DE SUPERFICIES DE AGUA PARA OBSERVACION DE DESPLAZAMIENTOS VERTICALES

La superficie equipotencial que materializa el agua es la referencia más utilizada para la medición de elevaciones y sus

variaciones. Con fundamento en el nivel del agua se han desarrollado varias técnicas que tienen la ventaja del registro continuo y por lo tanto un seguimiento permanente de la actividad volcánica.

C1- INCLINOMETROS DE MANGUERA:

En este caso se utiliza el principio de los vasos comunicantes para medir la diferencia de nivel entre dos puntos interconectados por una manguera llena de agua. Un micrómetro permite la determinación fina de la diferencia de nivel y también el registro continuo de la misma. El agua es muy sensible a cambios de temperatura ambiente, por lo que se estos instrumentos se aíslan del medio ambiente, colocándolos en túneles. El Observatorio del volcán Sakurajima en Japón ha realizado predicción de erupciones volcánicas con la ayuda de un instrumento de estos y un extensómetro, ambos de dos componentes (Ishihara, 1988).

C2 - OBSERVACION DE NIVELES DE LAGOS Y MAREAS:

La cercanía de lagos o mares a los volcanes permite la utilización de la superficie del agua (superficie de nivel o superficie equipotencial) para la determinación de elevaciones de hitos emplazados en las orillas.

El mareógrafo provee registro continuo de las deformaciones ocurridas, en relación al nivel del agua. Otra técnica consiste en monumentar puntos entre 0.5 m y 1.5 m verticalmente sobre el nivel del agua y a no más de 20 m de distancia de la orilla. Con nivelación de precisión se miden las diferencias de elevación independientes entre el nivel del agua y los respectivos puntos, repitiendo el punto inicial para controlar la posible variación del nivel del agua durante la medición.

El tamaño relativo de la red alrededor de la masa de agua y la rapidez de medición (no se mide de punto a punto), permiten suficiente resolución para la determinación de deformaciones volcánicas. Dos fuentes de error importantes influyen en este tipo de medición. Primero la incertidumbre en la medición del nivel del agua, que se debe tratar de medir eliminando todo tipo de oleaje. Segundo, las variaciones locales del nivel del agua, así como flujos cercanos a los sitios de medición.

A largo plazo, este tipo de medición brinda claves importantes para la predicción de actividad volcánica. Uno de los mejores ejemplos es el levantamiento de hasta 10 m que se ha dado en los últimos 2000 años en la bahía de Pozzuoli, Italia. En las ruinas del antiguo mercado Serapeo, se han encontrado y datado restos de organismos marinos a distintos niveles. Parte de ese levantamiento estuvo asociado a la actividad volcánica del Monte uovo en 1538.

C3 - INCLINOMETROS MECANICOS Y DE BURBUJA:

Algunos de estos instrumentos son péndulos horizontales o verticales y tienen la posibilidad de registro continuo y la telemetría.

La vertical del lugar es utilizada como referencia para la medición del basculamiento. Otro tipo utiliza un nivel tubular muy sensible, en donde el desplazamiento de la burbuja es medido electrónicamente como parámetro de la inclinación. La desventaja de estos instrumentos es que son muy sensibles a cambios locales, dependiendo de las dilataciones locales provocadas por gradientes de temperatura en el suelo, el montaje y el instrumento mismo.

Al igual que los inclinómetros de manguera, se busca la estabilidad, instalándolos en sitios con temperatura estable, como túneles. Se prefiere la instalación anclado en roca o sobre un monumento firme de concreto. En el montaje se utilizan partes de invar, para evitar dilataciones diferenciales.

C4 - GRAVIMETRIA:

Generalmente se aplican los estudios de gravimetría a la exploración geofísica. En los últimos años se ha estado experimentando con esta técnica para la vigilancia y detección de cambios precursores a erupciones volcánicas. Las observaciones periódicas de la componente vertical de la gravedad local (microgravedad) muestran cambios en la fuerza de gravedad local de los volcanes, que pueden ser ocasionadas por variaciones en la densidad de los materiales subsuperficiales (magma) y a las deformaciones mismas, por el aumento de masa involucrada en el proceso de intrusión magmática. Esta ha sido una técnica poco aplicada a la vigilancia y predicción de actividad volcánica,

En la segunda parte de este trabajo se presentarán las técnicas horizontales de medición, algunos ejemplos de la aplicación de los estudios de deformación y algunas conclusiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

Ishihara, K., 1988. Prediction of Summit Eruption by Tilt and Strain Data at Sakurajima Volcano, Japan. Proceedings of the Kagoshima International Conference on Volcanoes, pp 207-210.

Mogi, K., 1958. Relations between the Eruptions of various Volcanoes an the Deformations of the Ground Surfaces around them. Bulletin of the Earthquake Research Institute. Vol. 36, pp. 99-134.

Paulick H., Van der Laat R., 1991. Deformación en el volcán Poás, arreglos múltiples de inclinometría seca. Marzo 1989 - Enero 1991. Boletín de Vulcanología N° 22. pp. 19-27. Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica. Universidad Nacional. Heredia.

Tilling, R., 1984. Monitoring active volcanoes. Publication of the Department of the Interior. United States Geological Survey.

Yamashita K., 1982. El inclinómetro seco: Un vigilante de la deformación ligada al vulcanismo activo de Hawaii. Boletín de Vulcanología N° 12, pp 11-17.

Yokoyama, I., 1971. A model for the Crustal Deformations around Volcanoes. Journal of Physics of the Earth. Vol. 19, No. 3, pp 199-207.

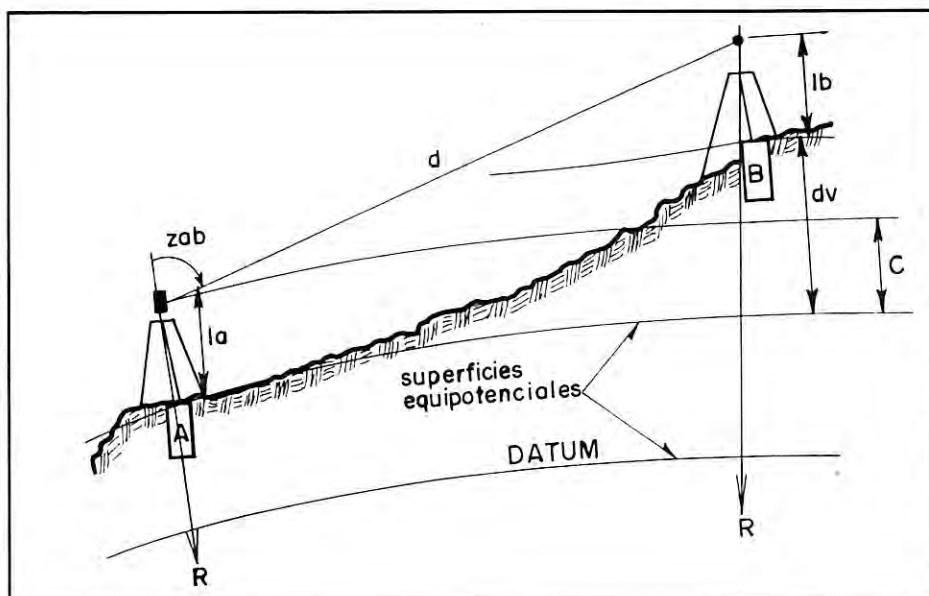


Fig. 4 Nivelación trigonométrica con visuales cortas. El teodolito de precisión se coloca en A y un reflector en B. Se miden el ángulo cenital z_{ab} , la distancia d y las alturas instrumentales i_a y i_b . La corrección C de la visual, por efecto de la refracción del aire se calcula por medio de $C = (1 - k) / 2 R$, donde k es la constante de la refracción y R es el radio de la tierra en el sitio de medición. La diferencia de nivel dv se determina con: $dv = d \cos z_{ab} + C d^2 + i_a - i_b$

GIRA

CONTACTO CON NUEVA TECNOLOGÍA EN LA PRESA SAN MIGUEL - ICE

La manipulación de nuevo equipo de trabajo y el contacto con uno de los típicos escenarios de nuestro quehacer profesional, fueron dos de los propósitos del Ing. Carlos Francisco Cordero Calderón, profesor del curso de Control de Obras (T 5006) (dentro del programa de estudios en auscultación de obras), para realizar una gira de trabajo, con sus alumnos, al embalse y presa San Miguel del Instituto Costarricense de Electricidad, en San Miguel de Turrúcares, en Alajuela.

Los participantes son diplomados en topografía, graduados en la Universidad de Costa Rica, y éste es uno de los cursos que deben aprobar para obtener el Bachillerato en Ingeniería Topográfica, en la Universidad de Costa Rica.

El Ing. Cordero Calderón, Jefe de la Oficina de Auscultación de Obras del Departamento de Topografía del ICE, realiza periódicamente este tipo de giras; sin embargo esta fue singular pues los participantes tuvieron la oportunidad de conocer y manipular instrumentos relativamente innovadores en el mercado, y cuyo costo los hace accesibles únicamente a grandes empresas o instituciones como el ICE.

Previo a la práctica con el equipo, el Ing. Calderón hizo una introducción en la que brindó detalles respecto a su manejo y precios; por ejemplo un inclinómetro tiene un valor de \$ 6.000, mientras que el de su sensor interno es de \$ 2.000. Una de las principales ventajas de estos aparatos es que miden internamente, además de la superficie.

Otros instrumentos utilizados por los profesionales fueron:

-Extensómetros: que pueden medir hasta una centésima de milímetro, su uso es esencial para la medida de deformaciones internas de una estructura;

existen varias marcas y estilos diferentes, es utilizado en obras de concreto.

- Mira móvil: para medir desplazamientos horizontales.

-Asentómetros: determinan asentamientos dentro de una estructura.

-Manómetros: miden presiones o cargas de agua dentro de las estructuras naturales o artificiales.

-Estación total: nivel automático con mira invar. de alta precisión.

-Procesador digital de inclinometría: determina desplazamientos verticales.

-Medidor de presiones neumáticas: mide presiones o cargas de agua dentro de las estructuras naturales o artificiales.

-Medidor de niveles de agua (sonda): mide niveles freáticos y piezómetros.

Manómetros: miden presiones o cargas de agua dentro de las estructuras naturales o artificiales.

-Elongómetro: mide grietas, desplazamientos y aberturas.

-Inclinómetro digital: determina desplazamientos verticales.

-Extensómetro con cinta Invar: mide desplazamientos, aberturas y deformaciones.

-Mira móvil: mide desplazamientos horizontales

-Cronómetros: determinan los tiempos para cubicar filtraciones y nacientes de agua (medir caudales).

-Péndulo invertido: mide desplazamientos horizontales.

-Puente de medición: recopila toda la información de los equipos que se encuentran empotrados en obras de concreto.

“La mayoría de estos aparatos son fabricados por Slope Indicator Co. (SINCO), la cual funciona en Washington, Estados Unidos”, comentó el Ing. Cordero. Destacó la importancia de usar instrumentos de calidad, para resultados óptimos en el trabajo topográfico, citó por ejemplo el caso de la plomada óptica que, en una distancia vertical de 100 metros, tiene un desvío mínimo de 3 milímetros, especial para trasladar puntos en pozos profundos y para su futuro control.

“Nuestra responsabilidad como topógrafos es la de prevenir, controlar, medir, detectar problemas estructurales en las obras para que se den soluciones viables y actualizarnos en cuanto a la nueva tecnología”, destacó el Ing. Cordero; luego

distribuyó en grupos de cinco a los participantes, quienes fueron guiados por operarios del ICE, que trabajan en el sitio. En esta ocasión los guías fueron: Dagoberto Soto, Ignacio Valverde, Alberto Céspedes, Carlos Conejo, Javier Rodríguez, William Rodríguez, Víctor Solano y Manuel Picado. Tuvieron la oportunidad de manipular instrumentos que forman parte de la rutina de estos operarios en la supervisión de la obra. En el caso de la nueva tecnología la mayoría de los participantes no la conocían, por lo que fue importante para ellos manejarla, aunque fuera por unos minutos.

“Para nosotros son básicas este tipo de giras, nuestro trabajo está en el campo, en la obra en sí, debemos salir del aula y aunque los aparatos que hoy hemos conocido no son de uso diario en nuestro trabajo, el conocerlos amplía nuestras perspectivas laborales”, expresaron miembros de uno de los grupos.

Becker & Brammer s.a.

Representante de equipos



Taquímetros

Para las tareas diarias de la medición

Nuestro equipo esta diseñado para un gasto mínimo de tiempo y dinero con mediciones de rutina como obras de construcción

ZEISS



Niveles

Altimetría rutinaria hasta la precisión



Teodolitos

Adecuado para obras de construcción

Becker & Brammer s.a.

Tel. (506) 223-9566 Fax. (506) 233-2073
Apdo. 10162-1000. San José, Costa Rica



Presidente de la República

13 de mayo de 1996
CP-0478-96

Señor
Milton Chaves Chaves
Presidente
Colegio Ingenieros Topógrafos
Apdo. 2346
San José, Costa Rica

97 Jun 1996

Estimado señor:

Con suma complacencia recibí su gentil nota del 06 de mayo del presente año, a través de la cual me remite la primer edición de la revista AZIMUTH.

Le agradezco el amable obsequio y su generoso ofrecimiento, el cual tendré muy presente. El esfuerzo realizado en la mencionada publicación, les brindará una serie de satisfacciones. Los felicito y les invito a seguir adelante.

Al reiterarle mi agradecimiento, hago propicia la oportunidad para externarle las muestras de mi consideración y respeto.

Cordialmente,

José María Figueres Olsen

MAA/af



Agradecemos al Presidente de la República, José María Figueres Olsen, su nota de acuse de recibo del primer ejemplar de Azimuth, lo mismo que a los siguientes funcionarios: Rodrigo Oreamuno B., Primer Vicepresidente y Ministro de la Presidencia; Alicia Fournier Vargas, Viceministra de la Presidencia; Silvia Weisleder Fastag, Directora Despacho, Segunda Vicepresidencia de la República; Dr. Herman Weinstok Wolfowicz, Ministro de Salud; Ing. Carlos Roesch, Ministro de Turismo; María Esther Castro C., Director Despacho, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social; Licda. Mónica Blanco Valverde, Viceministra de Justicia; María Eugenia Paniagua Padilla, Viceministra de Educación; Marvin Taylor Dormond, Viceministro de Hacienda; Ing. Javier Flores, Presidente Ejecutivo, Consejo Nacional de Producción; Dra. Gabriela Ross G., Presidenta Ejecutiva, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados; Lic. Jorge Arturo Hernández Castañeda, Presidente Ejecutivo, Instituto Nacional de Seguros; Guillermo Coronado Ch., Asistente Ejecutivo, Instituto Costarricense de Electricidad; Jorge Mora Alfaro, Rector Universidad Nacional; Lic. Rodrigo Gutiérrez Schwanhäuser, Diputado; José Antonio Lobo Segura, Diputado; Municipalidad de Escazú.



SISTEMA DE CALCULO TOPOGRAFICO

Ver.2.50 (R)-1996 - Tel .254-1396

Cálculo de levantamientos planimétricos y altimétricos con conversión para Autocad.

Realizado por Ing. Marco A. Sánchez Ch.

DIBUJO TOPOGRAFICO

Copias Heliográficas

Fotocopias - Timbres - Trámites

Carlos Ugalde Chaves

Costado Noreste de la Plaza de Toros, Zapote

Tel. 253-7231



Su aviso en "Clasificados"

Estimado profesional y empresario nuestra revista pone a su disposición la sección "Clasificados", en la cual podrá anunciar sus servicios y/o productos. Azimuth está dirigida a un público muy selecto, el cual necesita estar al día en los últimos avances que se ofrecen en el mercado. La dimensión del clasificado es de 9 cms. de base X 3 cms. de alto. Para obtener mayor información diríjase al telefax (506) 244-3066 con gusto le atenderemos, sin compromiso alguno.

SU APOYO ES BASICO

Estimado colega: si recién concluye una investigación, desea compartir alguna experiencia profesional, está a cargo de un proyecto especial o en general desea divulgar algún artículo inédito, por favor envíelo al Consejo Editor de la revista Azimuth, Colegio de Ingenieros Topógrafos, IV piso del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos, donde lo recibirán nuestras secretarías, este material preferiblemente deberá venir procesado en Microsoft Word. Si se trata de un artículo técnico, su extensión promedio deberá ser de cuatro páginas (8.5 x 11) escritas a doble espacio, podrá incluir gráficos, ilustraciones o fotografías, datos del autor y preferiblemente fotografía tamaño pasaporte. Para mayor información favor comunicarse con algún miembro del Consejo Editor, o con el periodista Jorge Coto por el 279-7249.

EFECTOS DEL TERREMOTO DEL 22 DE ABRIL DE 1991, SOBRE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN SIQUIRRES MOIN.

Ing. Rody Rodríguez Madrigal *

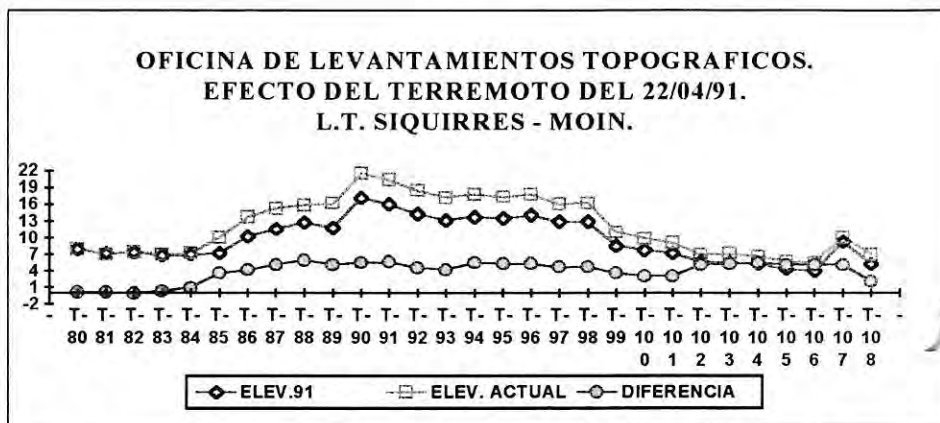
A pesar de existir varios informes de las influencias que provocó el movimiento tectónico de Limón, en el año 91, había quedado incompleto uno realizado sobre la L.T. Siquirres - Moin, que traslada electricidad de la Planta Térmica de Moin (I.C.E.) al centro del país y que atraviesa parte de la zona, donde se observa gran efecto de licuefacción e isostasia generado por el evento.

El Departamento de Topografía disponía de información confiable planimétrica y altimétrica de la L.T. en mención antes del terremoto. Obtenida en los primeros meses del año 91. Posterior del evento se procedió a realizar una nivelación de precisión que arrancó en la zona de Turrialba, para valorar los efectos verticales. Los resultados de esta campaña se contrastaron con los obtenidos por OVSIORI, donde se observan notables similitudes y resultados en los bancos de nivel en la zona Atlántica.

El aspecto planimétrico se dejó, por el alto costo que representaba obtener la información. Aprovechando algunos trabajos que se realizaron en forma encadenada y la utilización de la Tecnología GPS, se estableció una red de puntos, que cubría la zona Atlántica. Esta red arranca de puntos estables distribuidos por todo el país. Debemos recordar que en toda la zona Atlántica, no se disponen de puntos confiables.

Bastó un día para obtener la información planimétrica y altimétrica

*. Encargado GPS Departamento de Topografía I. C. E. / Extracto de un informe dirigido por el Departamento de Topografía al Departamento de Ingeniería Geológica del ICE.



de 28 torres, que se localizan en la zona de mayor influencia del sismo.

El procedimiento de campo fue empleando GPS, la técnica del Fast-Static.

En el **gráfico #1** se relacionan, tres elementos a saber:

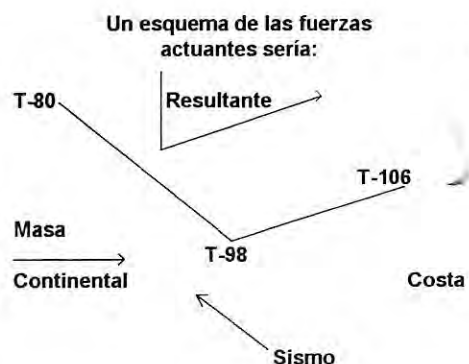
- Perfil del terreno antes del terremoto.
- Perfil del terreno después del terremoto.
- Diferencias de distancia entre torres antes y después del terremoto. (diferencia de vanos), esto es desplazamiento horizontal observado en forma relativa entre parejas de torres.

Es evidente el cambio en el perfil, especialmente en la torre 88, también se puede observar el desplazamiento horizontal entre torres. No es casualidad que donde se observa cambio del perfil del terreno, también se observan desplazamientos horizontales fuertes.

Hay que notar que antes de la torre 84, los cambios son mínimos y prácticamente despreciables.

En la torre 88 se observa el mayor desplazamiento. lineal 5.9 m. azimut 70° ángulo vertical 50°. diferencia en elevación + 4.3m

No en balde hubo que construir una torre adicional.



La intención principal de este estudio, fue valorar cuantitativamente las influencias del terremoto y un poco de curiosidad científica. Quedan investigaciones adicionales, especialmente el aspecto ambiental y civil, que ya hoy se está viviendo, al no tener salida las aguas, provocando serias inundaciones.

APLICACIONES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN LAS MUNICIPALIDADES

Ing. Jorge Araya *

Hoy en día las municipalidades enfrentan retos más complejos y demandas que en el pasado. Estos retos dependen de diferentes factores. Las municipalidades han experimentado un crecimiento sin paralelo en los requerimientos para proveer servicios.

En adición a las demandas de sus tradicionales servicios como planificación, transporte, seguridad ciudadana, crecimiento urbano, desarrollo económico, servicios de agua y alcantarillado, las municipalidades están también incrementando sus trabajos para proveer servicios en salud, bienestar y servicios sociales. Estas demandas no sólo vienen de las comunidades, sino también del gobierno central, para implementar sus políticas y programas.

Las municipalidades han tenido históricamente que satisfacer demandas de una gran cantidad de servicios y por lo tanto necesitan de nuevas tecnologías para mejorar su productividad.

Un SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) viene a ser la tecnología esencial para las municipalidades, para hacer este tipo de mejoras, porque muchas de las decisiones que se hacen son relativas a la geografía. Información geográfica es uno de los más importantes y valiables componentes de la infraestructura que las municipalidades deben construir y soportar.

UN SIG puede jugar un rol vital para hacer a las municipalidades más eficientes y productivas y por lo tanto brindar mejores servicios a su comunidad.

Aplicaciones del SIG para las municipalidades

Como los recursos disponibles para las municipalidades continúan en decrecimiento, el incorporar tecnología para el incremento en la eficiencia es crucial. Debido a que las políticas de las instituciones u organismos, planes, operaciones diarias, dependen de la exactitud de la información geográficamente referenciada, la escogencia de una tecnología, que brinde toda la información necesaria para que la institución y organismo automatice su sistema, es crítica. Los SIG proveen soluciones a bajo costo para la administración de información para las municipalidades, ayudando a integrar todos los datos de los departamentos en un ambiente compartido, para hacer la mejor planificación.

El programa está construido sobre un modelo de datos topológicos que es ideal para el manejo del catastro y ser lo suficientemente flexible para integrar otros tipos de datos, como imágenes raster, documentos escaneados y dibujos tipo CAD. Los SIG administran grandes bases de datos geográficos de una forma continua y transparente.

El conjunto de datos permite la integración de una gran variedad de aplicaciones para los usuarios, nunca vista antes.

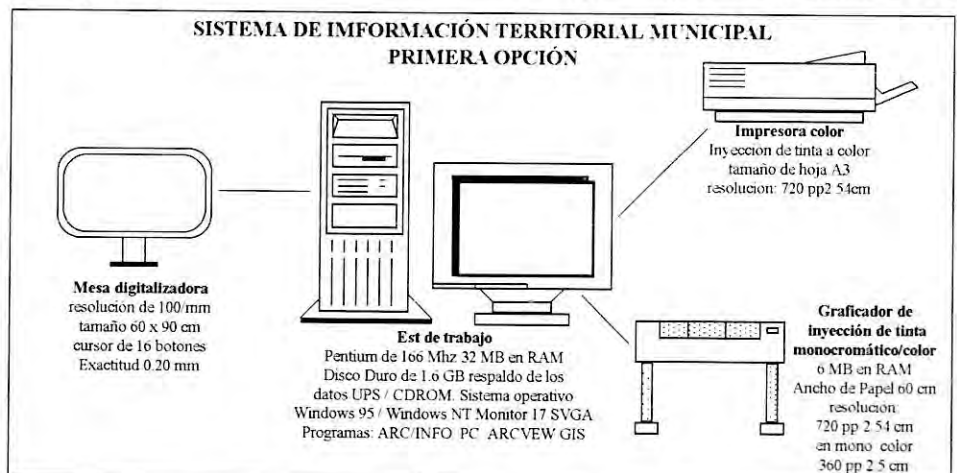
Con el programa de consulta rápida y amigable, programa del SIG, diseñado para la consulta rápida y despliegue de bases de datos, los datos geográficos estarán disponibles a una gran cantidad de Planificación y zonificación

Encontrar suficiente información es usualmente un problema para planificadores, para que con ayuda de este pueda desarrollar su particular aplicación. Planificadores necesitan información actualizada en un formato estándar.

El programa SIG soporta un gran rango de funciones para la planificación y zonificación.

En particular, el análisis espacial y sus capacidades para la superposición de mapas del programa SIG permiten el simultáneo mapeo y análisis del plan general, zonificación de distritos, uso existente de la tierra, consistencia de la zonificación, tierras baldías, limitaciones del desarrollo y localización de servicios.

La implementación de sistemas de



*. **Ingeniero Topógrafo y Geodesta Geotecnologías S.A.**

administración del crecimiento, prevención del uso de la tierra, perfiles demográficos, desarrollo/unión de impactos ambientales son facilitados por la disponibilidad de mapas espaciales actualizados e integrados con la información tabular de la organización.

Algunos ejemplos de planificación y zonificación que los usuarios del programa SIG pueden realizar son:

- Planificación de mejoras principales

Estudios de sitio para las zonas comerciales, industriales y de negocios

- Estudio de desarrollo habitacional
- Uso de la tierra
- Cambios en los distritos
- Registro histórico de las parcelas
- Estudios demográficos
- Análisis de capacidad y disponibilidad de la tierra

Catastro y valuación de bienes inmuebles

Con la extensión COGO del programa SIG, la exacta posición de las parcelas, dimensiones, áreas, pueden ser directamente capturados desde descripciones legales. Mapas de gran calidad y exactitud pueden ser fácilmente producidos y mantenidos con toda su anotación y simbología. Capacidad para análisis espaciales, tales como permisos de construcción, zonificación e información jurídica, puede ser accesada fácilmente. Las aplicaciones de catastro y valuación de bienes inmuebles pueden incluir:

- Modelado del valor de la tierra
- Codificación de direcciones
- Numeración de parcelas
- Ubicación de lotes baldíos
- Permisos

Permisos municipales

La aprobación y procesamiento de permisos frecuentemente requiere un análisis de información de muchos departamentos. La oficina de permisos debe tener acceso a cuentas, información

exacta sobre zonificación, tamaño de la parcela, dirección, récord del propietario, **registro** de la división, impuestos municipales, restricciones sobre planeamiento y desarrollo, acceso público, disponibilidad de servicios, áreas de peligro, condiciones y otra información pertinente.

El programa SIG soporta el análisis espacial y funciones de administración de base de datos permitiendo a la oficina encargada de permisos acceder la información cartográfica y la información tabular de una manera eficiente en tiempo, durante el proceso de revisión.

En otras funciones aplicadas a los permisos municipales tenemos:

- Verificación de las áreas construidas del plan
- Sistema de inspección de rutas
- Control de permisos
- Producción de reportes.

Planificación ambiental e impuestos

Los SIGS son soluciones eficaces para las municipalidades, que necesitan identificar y conservar los recursos únicos naturales y ambientales. Algunas aplicaciones más comunes incluyen:

- Estudios de impuestos ambientales
- Planificación de la calidad del aire y el agua
- Inventario de terrenos públicos, agricultura y pantanos
- Mapeo de restricciones al desarrollo
- Monitoreo de reclamos
- Mapeo de áreas peligrosas.

Principales tareas de un SIG

Aquí discutiremos los principales problemas que las municipalidades tienen que enfrentar para la puesta en práctica de un SIG, desde el punto de vista técnico y como puede ayudar a satisfacer estas necesidades.

Grandes bases de datos

El administrador de almacenamiento es un nuevo y poderoso administrador de base de datos para información espacial. Este provee al usuario con una visión virtualmente continua de la base de datos espaciales. Las rutinas de programación pueden manejar los datos temáticos como capas de información como entidades continuas.

Proceso distribuido

Soporta completamente la idea de datos distribuidos y procesos distribuidos. Las bases de datos pueden ser distribuidas varios nodos en una red.

Soluciones totales

La familia de productos SIG están diseñados para trabajar en un ambiente de empresa. Se provee a los usuarios con una caja de herramientas SIG para realizar casi cualquier función.

Administración histórica

Existe facilidad para mantener un registro histórico de la información contenida en la base de datos. Por ejemplo, el estado total del registro de tierras puede ser reconstruido en un momento dado en el tiempo.

Adquisición de datos

Una de las primarias tareas en desarrollo de aplicaciones es la recolección de datos. En muchos casos, los datos están disponibles en algún formato digital y pueden ser trasladados dentro del sistema SIG.

Conversión de datos

En adición a la recolección de datos nuevos, es necesario a veces convertir los datos existentes en un nuevo formato. El programa SIG provee herramientas para convertir casi cualquier dato.

La lista de formatos es muy larga e incluye formatos raster, formatos estándares de intercambio (como DXF), como también otros formatos SIG, como IGDS.

SEMINARIO DE CATASTRO MUNICIPAL MULTIFACÉTICO FORO DE ANÁLISIS

El Seminario de Catastro Municipal, realizado por nuestro colegio, el 12 y 13 de Abril de 1996, se convirtió en escenario de diversidad de opiniones en torno a la ley 7509 del Impuesto sobre Bienes Inmuebles, lo cual satisfizo las expectativas de los organizadores, igual que al nutrido número de asistentes.

“Nuestro objetivo era brindar al profesional, miembro del CIT y funcionarios municipales, la mayor cantidad de información al respecto, para facilitarles la toma de decisiones a la hora de poner en práctica la ley”, expresó el Ing. Milton Chaves Chaves, Presidente del CIT.

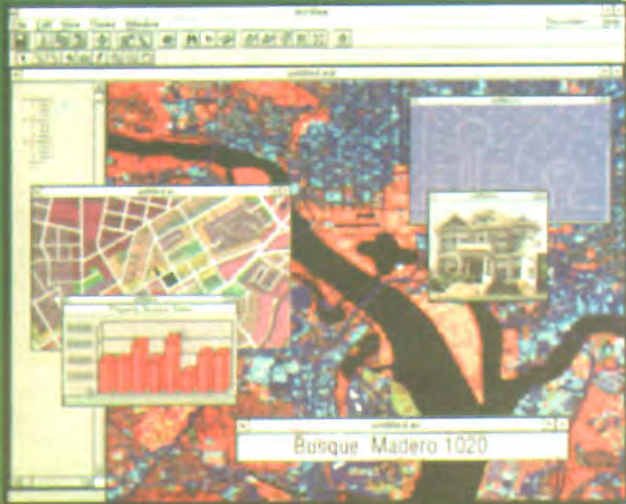
Durante el acto inaugural, efectuado en el Centro de Convenciones del hotel Europa Zurquí, tomaron parte el Dr. Fernando Herrero Acosta, Ministro de Hacienda; el Ing. German Moya Rojas, Presidente del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica; el P.T. José Venegas Bermúdez, coordinador del seminario y representantes de Tributación Directa.



T.A. Carlos Calvo Quesada, Ing. Lidiette Campos Mesén e Ing. Alexis Chinchilla Miranda, durante un descanso dentro del seminario. La comunicación informal es muy importante en este tipo de actividades.



ArcView™



ArcView™ el software apto para:

- Administración de Propiedades y Servicios
- Manejo de Imágenes y Documentos
- Notificaciones a Propietarios
- Planificación / Administración de Emergencias
- Automatización de Datos
- Distribución de Información Pública
- Administración de Infraestructura
- Selección de Sitios
- Obras Públicas
- Análisis de Crímenes
- Administración de Parques
- Administración del Tránsito
- Servicios Comunitarios
- Evaluación de Impactos
- Recuperación de Recursos
- Planificación del Uso del Suelo
- Control Impositivo
- Análisis de Riesgo
- Planificación Ambiental
- Desarrollo Económico
- Optimización de Servicios
- Programas de Desarrollo



SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA AGENCIAS GUBERNAMENTALES

Una estrategia para el Exito

Organizar la información de una manera que pueda mejorar los servicios, reducir costos y lograr buenos resultados constituye un importante objetivo para cualquier institución del gobierno.

ArcView™ es un software de bajo costo, un SIG y sistema de mapeo para analizar, desplegar y trabajar con datos geográficos. Ofrece herramientas efectivas para planificar, analizar, acceder y distribuir información pública para administradores, funcionarios y público en general.

Reuniendo la Información Pública

Las instituciones gubernamentales son responsables de la recolección, almacenamiento, mantenimiento y difusión de registros públicos, documentos y otra información.

ArcView constituye una herramienta para organizar y acceder a esta información desde adentro y fuera de estas instituciones. Es posible acceder y relacionar documentos, imágenes, tablas, textos, gráficos, hojas de cálculo, mapas, multimedia y dibujos CAD de una manera integrada y comprensible.

Información para un Gobierno Eficaz

La Incorporación de ArcView significará una considerable reducción de los costos de distribución de la información.

Utilizando ArcView, se selecciona simplemente el rasgo sobre el mapa digital, y se recupera toda la información sobre él. Además realiza búsquedas según un criterio establecido.

ArcView™
de ESRI-The GIS People™

Distribuidor Autorizado



GEOTECNOLOGIAS S.A.

Representante para Costa Rica:

Tel. 236-0992 / 240-2386 - Fax 236-7978
Apdo. 2617 - 1000 San José, C.R.
Moravia, Diagonal al Colegio Saint Francis

 **Guilá Equipos
Técnicos S.A.**
al servicio del arte y la técnica