

INGENIERÍA TOPOGRÁFICA

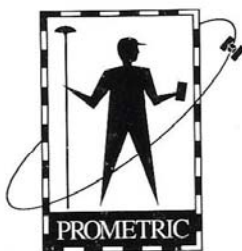


ÓRGANO OFICIAL DEL COLEGIO DE INGENIEROS TOPOGRAFOS, A.C.



NUM. 4

NOVIEMBRE 1997



PROMETRIC TECHNOLOGIES, S.A. DE C.V.
Torres Adalid No. 205 Int. 603
Col. Del Valle
03100 México, D.F.
Tel. 543-2021 Fax 682-6256
jaayala@infosel.net.mx

Órgano de difusión del
Colegio de Ingenieros
Topógrafos, A. C.

ING. NORBERTO QUINTERO F.
Presidente

ING. LINO SOLIS LOPEZ
Vicepresidente

ING. JORGE RAUL GARCIA G.
Secretario Técnico

ING. MARIO RUGERIO LUNA
Secretario Administrativo

ING. HECTOR ALVAREZ
Secretario Admvo (suplente)

ING. RAUL GARCIA JURADO
Secretario Técnico (suplente)

ING. RAMON FLORES FLORES
Tesorero

ING. JAIME PAEZ MARTINEZ
Sub. Tesorero

ING. BIVIANO SANCHEZ TAPIA
Vocal

LIC. GONZALO GOMEZ FLORES
Asesor Jurídico

COLABORADORES:

Ing. J. Alberto Villasana L, Ing. M.C. Rafael Sosa
Torres, Ing. José de Jesús Campos Enriquez, Sr.
Sergio Artola (Portada), Ing. Norberto Quintero
Flores.

INGENIERIA TOPOGRÁFICA es una
publicación editada por EL COLEGIO DE
INGENIEROS. TOPOGRAFOS, A. C.,
oficinas en Tacuba No. 5 Despacho 7 "A" Colonia
Centro, México, D.F.

Correspondencia de Segunda Clase en la
Administración de Correos N° bajo el N°
Expediente Número de Reserva de la Dirección
General de Derecho de Autor.

EN ESTE NUMERO

- MENSAJE DEL PRESIDENTEPág. 1
- RECONOCIMIENTOS MUTUO DE INGENIEROS
CON LICENCIA O CERTIFICADO POR LAS
JURISDICCIONES DE CANADA, LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMERICA Y LOS ESTADOS UNIDOS
MEXICANOS.....Pág. 3
- EL USO DEL G.P.S. Y LAS PROYECCIONES
CARTOGRAFICAS.....Pág. 10
- PROCEDIMIENTO QUE SE SUGIERE PARA LA
CREACION E INSTALACION DEL CONSEJO DE
CERTIFICACION Y ACREDITACIONPág. 17
- LA INGENIERIA TOPOGRAFICA Y EL
DESARROLLO URBANO EN MEXICO.....Pág. 22
- EL PORQUE DE NORMAS, ESPECIFICACIONES
Y METODOLOGIAS EN GEODESIA.....Pág. 26
- ¿FRACTALES? I PARTEPág. 37

ING. NORBERTO QUINTERO FLORES

Presidente CIT, A. C.

El XIII Consejo Directivo del Colegio de Ingenieros Topografos, A. C., se dirige a toda la comunidad topografica, para hacerles de su conocimiento el arduo trabajo que hemos venido desarrollando en la recta final de nuestra actual administración, en la que hemos participado activamente en los diferentes foros de profesionistas como son la UMAI, Presidida por el ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA y el Foro Nacional de Colegio de Profesionistas Federación General, A. C. presidida por el LIC. HUGO CASTRO ARANDA.

En la primera de ellas con la participación de diferentes eventos organizados por el "AÑO DE LA INGENIERIA", en donde intervienen diversos Colegios y Asociaciones de Ingenieros y en el segundo con toda la actividad que desprende de la asamblea de representantes en el Distrito Federal.

Dentro de las Actividades que se han desarrollado por parte de Nuestro Colegio, y con la colaboración de TRIMBLE, PROMETIC Y PETROLEOS MEXICANOS, fue la realización del Seminario de G.P.S., el cual se llevo a cabo los días 9 y 10 de Septiembre del presente año, en el Auditorio Bernardo Quintana, en el Palacio de Minería, en donde participaron como ponentes:

- *ING. J. ALBERTO VILLASANA L. (S.C.T.) CON EL TEMA "EL USO DEL G.P.S. Y DE LAS PROYECCIONES CARTOGRAFICAS".*
- *ING. SANDRO BARGAGLI (SOFIA) CON EL TEMA "EL USO DEL G.P.S. EN LA FOTOGRAMETRIA".*
- *ING. EDUARDO VAZQUEZ (INEGI) CON EL TEMA "EL USO DEL G.P.S. EN LA GEODESIA".*

- *ING. VICTOR MENDEZ OROZCO (RAN) CON EL TEMA "APLICACIÓN DEL G.P.S. EN EL CATASTRO RURAL".*
- *ING. LINO SOLIS LOPEZ (DGRT) CON EL TEMA "APLICACIÓN DEL G.P.S. EN EL CATASTRO URBANO".*
- *ING. IGNACIO ALVAREZ (TRIMBLE MIAMI) CON EL TEMA "EQUIPOS G.P.S. PARA LA CARTOGRAFIA".*
- *ING. JAIME A. AYALA (PROMETIC) CON LOS TEMAS "¿QUE ES EL G.P.S.? Y LA ESTACION TOTAL G.P.S.".*
- *ING. ROGELIO ALVAREZ SOTO (CNA) CON EL TEMA "EL G.P.S."*

Partipando en este Seminario los Profesionistas que laboran en las diferentes dependencias públicas con son : PETROLEOS MEXICANOS, (REFORMA CHIAPAS, REYNOSA, TAMPICO, POZA RICA, D.F.) COMISION NACIONAL DEL AGUA, REGISTRO AGRARIO NACIONAL, SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, DIRECCION GENERAL DE REGULARIZACION TERRITORIAL, I.N.E.G.I. (AGUASCALIENTES, SAN LUIS POTOSI, VERACRUZ, PUEBLA, TOLUCA, MONTERREY) DIRECCION GENERAL DE CATASTRO, LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA, UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA, UNIVERSIDAD AUTONOMA DE VERACRUZ, UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO, INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, COLEGIO DE INGENIEROS TOPOGRAFOS (SAN LUIS POTOSI, CD. JUAREZ CHIHUAHUA, GUANAJUATO), SEMARNAP DURANGO.

Y las empresas IMPULSORA MEXICANA DE TELECOMUNICACIONES, NAUTICA, PROYECTOS Y DISEÑOS TOPOGRAFICOS E HIDRAULICOS, MINERA PROAÑO, MINERA



PHELPS DODGE DE MEXICO, PERFORADATA, TELEFONOS DE MEXICO, TALLER TOPOGRAFICO QUINTERO, MINERALES NORANDA, MINERA DEL NORTE, DRAGAMEX, ING. DE PROYECTOS Y SUP. DE MEXICO, MATERIALES INDUSTRIALIZADOS, GEOEVALUACIONES, CONSULTORIA SUP. Y TOPOGRAFIA, BECERRA TOPOGRAFIA Y CONSTRUC., CONSTRUCCION GARZA CAVAZOS, OCEANOGRAFIA, SISTEMAS GRAL. DE COMUNICACIÓN.

Dentro de la Organización que estamos llevando a cabo para la celebración del **PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL Y CUARTO NACIONAL DE INGENIERIA TOPOGRAFICA** En la Ciudad de Colima, hemos invitado a todas las dependencias Públicas y Privadas de las que esperamos participen en este gran evento, siendo entre otras las **NACIONALES:** PROCURADURIA GENERAL DE LA REPUBLICA, DIRECCION GRAL. DE SERVICIOS PERICIALES, SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA Y DESARROLLO RURAL, SUBSECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA, SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, SUBSECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA, SECRETARIA DE ENERGIA, SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL, DIRECCION GRAL. DE INGENIEROS (DEFENSA NACIONAL), DIRECCION GRAL. DE CARTOGRAFIA (DEFENSA NACIONAL), SECRETARIA DE REFORMA AGRARIA, SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA, COMISION NACIONAL DEL AGUA, COORDINACION GRAL. DE COMUNICACIÓN SOCIAL, SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA, SECRETARIA DE OBRAS Y SERVICIOS DEL DEPTO. DEL D.F., DIR. GRAL. DE COMISION DE AGUAS DEL D.F., TESORERIA DEL DEPTO. DEL D.F., DELEGACIONES : ALVARO OBREGON, AZCAPOTZALCO, BENITO JUAREZ, COYOACAN, CUAJIMALPA, CUAUHTEMOC, MILPA ALTA, TLAHUAC, TLALPAN, VENUSTIANO CARRANZA, XOCHILMILCO, AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES, CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERV. CONEXOS, COLEGIO NACIONAL DE EDUCACION PROFESIONAL (CONALEP) COMISION FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES (COFETEL), COMISION PARA LA REGULARIZACION DE LA TENENCIA DE LA TIERRA (CORETT), INSTITUTO NACIONAL DE

DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA (INEGI), PETROLEOS MEXICANOS (PEMEX) SERVICIOS INDUSTRIALES PEÑALES, UNIVERSIDADES DE LOS ESTADOS DE VERACRUZ, CHIHUAHUA, GUANAJUATO, ZACATECAS, JALAPA, PUEBLA, CHILPANCINGO, MERIDA, CAMPECHE, SNA LUIS POTOSI, CUERNAVACA, TEXCOCO, UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, E.S.I.A., ASOCIACION DE COLEGIOS DE ING. TOP. DEL ESTADO DE GTO., A. C., COLEGIO DE ING. TOP. DE SAN LUIS POTOSI, CHIHUAHUA, DURANGO, COLIMA, TABASCO, TIJUANA, MEXICALI, GUERRERO, SAN MIGUEL DE ALLENDE, SISTEMAS DE ING. CIVIL, RECURSOS MATERIALES, DIR. GRAL. DE REGULARIZACION TERRITORIAL, SEMARNAP, SEC. DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, DICARTO, TELEFONOS DE MEXICO, IMPULSORA MEXICANA DE TELECOMUNICACIONES, GRUPO ACERERO DEL NORTE, GEOMAR INGENIERIA, ASOCIACION DE ING. DE MINAS METALURGICAS Y GEOLOGOS DE MEXICO, GEOEVALUACION, INDEPENDENCE MINING., REGISTRO AGRARIO NACIONAL, TRIBUNAL SUPERIOR AGRARIO. **INTERNACIONAL:** SOCIEDAD PANAMEÑA DE ING. Y ARQ., FEDERACAO BRASILEIRA DE ASSOCIACOES DE ING., SOCIEDAD DE ING. DE BOLIVIA, ARUBA ENGINEERING SOCIETY, COLEGIO DE INGENIEROS ARQUITECTOS Y PROFESIONALES CARACAS - VENEZUELA, UNION ARGENTINA DE ASOCIACIONES DE ING., COLEGIO DE ING. Y AGRIMENSORES DE PUERTO RICO, COLEGIO DOMINICANO DE ING., ARQ. Y AGRIMENSORES, CANADIAN COUNCIL OF Q. PROFESSIONAL ENGINEERS, SOCIEDAD DE ING. DE ECUADOR, FIRTS AMERICAN TITLE INSURANCE COMPANY, SOCIEDAD COLOMBIANA DE ING., COLEGIO FEDERAO DE ING. Y ARQ. DE COSTA RICA, UNION NACIONAL DE ARQ. E ING. DE LA CONSTR. DE CUBA, KNIGHT PIESOLD LLC.

Así como también se han recibido escritos de los países que desean participar en este congreso siendo estos: CENTRO PARAGUAYO DE INGENIEROS, UNION NACIONAL DE ARQ. E ING. DE LA CONSTRUCCION DE CUBA, FIRST AMERICAN TITLE INSURANCE COMPANY, KNIGHT PIESOLD LLC, EL PASO ENERGY CORPORATION TEXAS, CANADIAN COUNCIL OF LAND SURVEYORS.

MUCHAS GRACIAS



**RECONOCIMIENTO MUTUO DE INGENIEROS CON LICENCIA O CERTIFICADO
POR LAS JURISDICCIONES DE CANADA, LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA
Y LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS,
PARA FACILITAR EL COMERCIO TRANSFRONTERIZO CONFORME AL TRATADO
DE LIBRE COMERCIO PARA AMERICA DEL NORTE.**

I.- PREAMBULO

El Tratado de Libre Comercio para América del Norte (TLCAN Capítulo XII) alentará a los organismos pertinentes en sus respectivos territorios a elaborar normas y criterios mutuamente aceptables para el otorgamiento de licencias y certificados a los prestadores de servicios profesionales, así como a presentar a la Comisión (del TLCAN) recomendaciones, sobre su reconocimiento mutuo.

Dentro del espíritu y contexto del TLCAN, este documento establece normas, criterios, procedimientos y medidas de reconocimiento mutuo, los cuales:

- (a) Se sustentan en criterios objetivos y transparentes, tales como la capacidad y la aptitud para prestar un servicio.*
- (b) No sean más gravosas de lo necesario para asegurar la calidad de un servicio, y*
- (c) No constituyan una restricción encubierta a la prestación transfronteriza de un servicio.*

Las disposiciones contenidas en este documento se aplican a los nacionales de Canadá, Estados Unidos de América y de los Estados Unidos Mexicanos que se encuentren autorizados para ejercer la Ingeniería en sus respectivas jurisdicciones.

Ninguna disposición de este documento se aplicará a las controversias sobre el ejercicio individual y a la responsabilidad moral profesional.

II.- ORGANIZACIONES PRESENTATIVAS DE INGENIERIA.

La elaboración de procedimientos apropiados que permitan el comercio transfronterizo de servicios de ingeniería ha sido emprendido por Organismos Profesionales de Ingeniería Pertinentes (OPIP), de Canadá, de Estados Unidos de América y de los Estados Unidos Mexicanos.

Los Organismos Profesionales de Ingeniería Pertinentes de los tres países son:

CANADA.- Canadian Council of Professional Engineers (CCPE).

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.- United States Council for International Engineering Practice (USCIEP).

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.- Comité Mexicano para la Práctica Internacional de la Ingeniería (COMPII).

III.- DEFINICIONES

Para los efectos de este documento, se entiende por:

"Programa de Ingeniería Acreditado" un programa de ingeniería por la CEAB de la CCPE, por la EAC de la ABET o por la CACEI.

"CACEI" el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería en los Estados Unidos Mexicanos. 1

"CEAB del CCPE" Organismo Canadiense para la Acreditación de Ingeniería del Consejo Canadiense de Ingenieros Profesionales. 2

"EAC del ABET" Comisión para la Acreditación de la Ingeniería del Organismo Estadounidense para la Ingeniería y la Tecnología. 3

"Órgano o autoridad competente" 4 (i) el organismo estatal o territorial competente para autorizar la práctica de la ingeniería en los Estados Unidos de América; (ii) la asociación o la orden provincial o territorial de Ingeniería profesional en Canadá; y (iii) la Dirección General de Profesiones de la Secretaría de Educación Pública (S.E.P.) y los Gobiernos Estatales en los Estados Unidos Mexicanos.

1.- La CEAB y la EAC llevan un largo proceso de mutua verificación y continúan controlando los sistemas de acreditación, las políticas y procedimientos del otro. Legislación Federal como por la Legislación Estatal.



Al tiempo de la firma de este documento, la CACEI no había acreditado ningún programa. Esta definición se establece en el entendido de que la CACEI, cuando esté en completa operación, se someta a los mismos acuerdos recíprocos de verificación y control.

2.- La Canadian Engineering Accreditation Board of The Canadian Council of Professional Engineers.

3.- La Engineering Accreditation Commission of the United States of America Accreditation board for Engineering and Technology.

4.- Jurisdicción, en este contexto, no puede traducirse por jurisdicción, stricto sensu. Por jurisdicción, se entiende tanto en la tradición romano germánica como en la tradición del Common Law; ius dicere, el conjunto de órganos que dicen el ius, i.e. los tribunales. En este texto jurisdicción significa, simplemente: "órgano o autoridad competente".

"Jurisdicción Opcional" : el Estado, provincia o territorio designado (por el interesado) bajo el cual éste detenta una patente profesional y bajo cuya jurisdicción ha ejercido, por lo menos, dos años. 5

"Órgano y autoridad competente extranjero" : el órgano competente ante el cual un ingeniero de otro país solicita reconocimiento de su patente, de conformidad con los términos del presente acuerdo. 6

"Otorgamiento de Licencias" : el proceso mediante el cual una persona obtiene el derecho a ejercer la Ingeniería y a usar los títulos P.E. o S.E. en los Estados Unidos de América, P. Eng., ing. o Eng. En Canadá y recibir la cédula profesional en Ingeniería, en los Estados Unidos Mexicanos.

"Programa de Ingeniería Substancialmente Equivalente" : un programa de ingeniería no acreditado que ha sido reconocido por la CEAB de la CCPE, por la EAC de la ABET o por la CACEI.

"Verificación de formación académica" : la revisión de los documentos académicos para verificar el nivel y la calidad de un aspirante y su formación en ingeniería. Si fuera necesario, la evaluación puede incluir entrevistas o exámenes.

5.- Ciertamente, se entiende de una distinta parte.

6.- "Host jurisdiction" El órgano o autoridad competente de una parte, sin embargo, en ocasiones es usado simplemente como jurisdicción territorial.

7.- El ejercicio profesional esta regulado tanto por la equivalente deberán, además de proporcionar la documentación académica satisfactoria.

8.- Los territorios en Estados Unidos son de Jurisdicción Federal.

IV.- EL EJERCICIO DE LA INGENIERIA.

El ejercicio de la ingeniería es cualquier trabajo o tarea que contenga todos los siguientes elementos fundamentales:

- a) actividades o actos intelectuales particulares o una combinación de ellos;
- b) la aplicación de principios de ingeniería utilizando conocimientos especializados de matemáticas, física y ciencias de la Ingeniería.
- c) la exigencia por la salvaguarda de intereses sociales (vida, salud, bienestar público).

En Canadá el ejercicio de la Ingeniería se rige por la legislación Provincial/Territorial. En México el ejercicio de la Ingeniería es vigilada por la Dirección General de Profesiones de la Secretaría de Educación Pública y los gobiernos de los entidades federativas. 7 En Estados Unidos el ejercicio de la Ingeniería se rige por la legislación Estatal/Territorial. 8 La extensión del ejercicio profesional que cubre el presente acuerdo, se limita a la jurisdicción en que una licencia o Cédula Profesional es válida.

V.- OTORGAMIENTO DE LICENCIAS TEMPORALES.

Las OPIP se comprometen a elaborar procedimientos justos y equitativos para otorgar licencias temporales a los prestadores de servicios profesionales. Una licencia temporal, la cual debe ser renovada anualmente y que permite a un ingeniero con licencia expedida en una jurisdicción local:

- a) ejercer y ofrecer servicios de ingeniería en una jurisdicción extranjera, por un máximo de tres años, o
- b) ejercer en una jurisdicción extranjera, por la duración de un proyecto específico.

Ninguna parte exigirá a un prestador de servicios de otra de las partes que establezca o mantenga una oficina de representación ni ningún tipo de empresa, o que sea residente en su territorio como condición para la prestación transfronteriza de un servicio.

Para obtener una licencia temporal, los solicitadores que hayan egresado de un programa de ingeniería acreditado o de un programa substancialmente equivalente deberán, además de proporcionar la documentación académica satisfactoria.



- a) tener un mínimo de doce (12) años de experiencia aceptable en el ejercicio de la Ingeniería, de los cuales, cuando menos ocho (8), sean posteriores a la obtención de la licencia; y
- b) probar ante la autoridad extranjera competente poseer el conocimiento requerido sobre la reglamentación local, así como de la legislación y demás disposiciones jurídicas que regulan el ejercicio de la ingeniería (ex. Gr. salud y seguridad, geografía y clima); y
- c) demostrar su capacidad para comunicarse eficazmente en el lenguaje comercial de la jurisdicción extranjera; y
- d) comprobar ante la autoridad competente de la jurisdicción extranjera que, en beneficio del cliente, y de la protección del consumidor, conoce la reglamentación local, así como los requerimientos legales y contractuales aplicables conforme al derecho de esta jurisdicción extranjera; y
- e) suscribir una declaración manifestando su disposición a someterse a las medidas disciplinarias transfronterizas y a la aplicación de multas, restricciones o sanciones que, deban finalmente imponerse, en caso de práctica profesional irresponsable o por violaciones a las normas jurídicas locales y demás ordenamientos.

Para obtener una licencia temporal, los solicitantes egresados de un programa de ingeniería de cuatro (4) años o más, no acreditado, deberán:

- a) tener un mínimo de dieciséis (16) años de experiencia en el ejercicio de la Ingeniería, de los cuales, cuando menos doce (12), sean posteriores a la obtención de la licencia; y
- b) tener verificada su formación académica; y
- c) comprobar ante la autoridad extranjera competente que posee el conocimiento necesario sobre la reglamentación local, así como la legislación y demás disposiciones jurídicas que regulan el ejercicio de la Ingeniería (ex. Gr. Salud y seguridad, geografía y clima); y
- d) demostrar su capacidad para comunicarse eficazmente en el lenguaje comercial de la jurisdicción extranjera.
- e) comprobar ante la autoridad competente de la jurisdicción extranjera que, en beneficio del cliente y de la protección del consumidor, conoce la reglamentación local, así como los requerimientos legales y contractuales aplicables conforme al derecho de esta jurisdicción extranjera; y

- f) suscribir una declaración manifestando su disposición a someterse a las medidas disciplinarias transfronterizas y a la aplicación de multas, restricciones o sanciones que, deban finalmente imponerse, en caso de práctica profesional irresponsable o por violaciones a las normas jurídicas locales y demás ordenamientos.

Cada Parte deberá elaborar las normas, los reglamentos y los procedimientos necesarios para recibir y procesar solicitudes a fin de poner en práctica las disposiciones de este documento.

VI.- OTORGAMIENTO DE LICENCIAS.

Nada de lo contenido en este documento impedirá a cualquier individuo a obtener una licencia en cualquier jurisdicción de Canadá, los Estados Unidos Mexicanos o los Estados Unidos de América mediante el cumplimiento de los procedimientos existentes. Cada parte se asegurará que sus autoridades competentes, en un plazo razonable, tramiten las solicitudes de licencia o cédula profesional de un titular de licencia o cédula profesional de otra Parte. Los OPIP se comprometen a realizar su mejor esfuerzo ara asegurar que cada Parte y las autoridades locales respalden tales solicitudes, proporcionando toda la información requerida en forma oportuna.

Una persona que posee una licencia temporal, podrá solicitar al tercer año, una licencia regular la cual podrá otorgársela sin la presentación de examen, salvo que las leyes de la Parte en la que presente la solicitud establezcan lo contrario.

Ninguna Parte exigirá a un prestador de servicios de otra de las Partes que establezca o mantenga una oficina de representación ni ningún tipo de empresa, o que sea residente en su territorio como condición para la prestación transfronteriza de un servicio.

VII.- INMIGRACION Y EXPEDICION DE VISAS.

La expedición de una licencia para el ejercicio de la Ingeniería en alguna jurisdicción extranjera no excluye la observancia de los requisitos aplicables sobre inmigración y expedición de visas de la Parte de la cual forma parte dicha jurisdicción.



VIII.- PRINCIPIOS DE PRACTICA ETICA.

El rasgo característico de un ingeniero es su conformidad a los estándares éticos de verdad, honestidad e integridad como fundamento de una práctica ética. Este incluye el cumplimiento de las normas y reglamentos de cualquier jurisdicción en la cual el ingeniero pudiera practicar. Los ingenieros que deseen ser reconocidos y ejercer Internacionalmente aceptan como guía ciertos principios de práctica ética, tal y como se define en el Anexo.- "Principios de Conducta Etica en la Práctica de la Ingeniería" (Apendice 2).

IX.- DISPOSICION RELACIONADAS CON LA DISCIPLINA Y SU APLICACIÓN.

El ejercicio de la Ingeniería en cada jurisdicción extranjera está regulada por las leyes vigentes de dicha jurisdicción.

Cada jurisdicción exigirá al ingeniero mantener una lista actualizada de todas las jurisdicciones en las cuales tiene licencia para el ejercicio de la ingeniería y proporcionar esa información a la jurisdicción extranjera ante la cual solicita licencia.

Una solicitud de licencia deberá incluir la divulgación de sanciones relacionadas con la práctica de la ingeniería en otras jurisdicciones. La información referente a las sanciones será considerada en el proceso de otorgamiento de licencias.

Una solicitud de licencia tendrá que incluir la autorización por escrito del solicitante para distribuir e intercambiar información relacionada con las sanciones entre las jurisdicciones implicadas.

El no revelar o proveer en forma total cualquier información requerida, puede ser el fundamento para negar el otorgamiento de la licencia para el ejercicio de la Ingeniería o bien, para aplicar sanciones, incluyendo la revocación de la licencia.

Los ingenieros que tienen licencia para prestar servicios de Ingeniería en una jurisdicción específica están obligados conforme al código de ética y a las normas y reglamentos de la práctica profesional de esa jurisdicción. Asimismo, ellos aceptan que su ejercicio estará sujeto a revisión por cualquier jurisdicción extranjera en el cual ellos practiquen y aceptan cualquier limitación individual impuesta a su práctica o las sanciones que pudieran aplicarse.

La autoridad competente tomará las medidas disciplinarias aplicables, en caso de que un ingeniero viole el código de ética o las normas y reglamentos de la práctica profesional en esa jurisdicción. Cada jurisdicción informará, de forma inmediata, a las demás jurisdicciones en las cuales el ingeniero posee una licencia para ejercer, sobre las sanciones que le hubieran sido impuestas.

Una autoridad competente deberá llevar al cabo las acciones conducentes, de conformidad con sus propias normas de procedimiento y del principio de legalidad procesal, con relación a las sanciones que le hayan sido reportadas por otra autoridad. Cada autoridad competente substanciará la revisión de las sanciones impuestas en la práctica transfronteriza.

Las autoridades competentes de las jurisdicciones que instrumenten este acuerdo manifiestan su disposición de tomar todas las medidas necesarias a su alcance para aplicar cualesquier multas, restricciones o sanciones que, finalmente, se hubieran impuesto a uno de los profesionales a quien le otorgó la licencia, de conformidad con las disposiciones jurídicas, y demás normas y reglamentos de otra jurisdicción.

X.- EDUCACION CONTINUA.

Se requerirá que los ingenieros mantengan actualizada su educación y practiquen únicamente en áreas o especialidades en las cuales son competentes. La responsabilidad de la educación continua recae en el mismo ingeniero quien deberá satisfacer todos los requerimientos normativos de la jurisdicción respectiva.

XI.- SOLUCION DE CONTROVERSIAS.

Esta sección se aplica a la interpretación de las disposiciones sobre las disciplina y las sanciones transfronterizas previstas en este documento.

Las OPIP deberán procurar en todo momento por llegar a un acuerdo en la interpretación y la aplicación, y deberán tratar de encontrar, mediante la cooperación y la consulta, una solución mutuamente satisfactoria de cualquier cuestión que pueda afectar su aplicación. Cualquier OPIP podrá solicitar por escrito (con copias para las otras OPIP) consultas con otra OPIP sobre cualquier medida existente o propuesta o sobre cualquier otra cuestión que considere pudiera afectar la aplicación o interpretación de este documento. Cualquier OPIP podrá solicitar la integración de un panel para conocer de una controversia o analizar nuevas cuestiones que puedan surgir.



En este caso, un panel de tres (3) ingenieros con licencia sesionarán con un (1) ingeniero designado por cada OPIP. Los tres panelistas podrán conjuntamente seleccionar a un presidente de entre ellos o bien designar a un cuarto individuo como presidente sin derecho a voto. El panel sesionará dentro de los sesenta (60) días siguientes y pronunciará una resolución por escrito dentro de los siguientes ciento ochenta (180) días.

La decisión del panel puede incluir:

- a) opiniones en relación con las cuestiones (controvertidas).*
- b) directrices para tomar medidas específicas.*
- c) recomendaciones para modificar el documento, en las partes en donde el documento sea incierto o ambiguo o conduce a resultados no deseados. (NO será necesario ratificar las aclaraciones que se hagan al texto cuando éstas sean declaraciones interpretativas o cambios de redacción. Si deberán ratificarse otro tipo de cambios).*

En caso de que una jurisdicción no cumpliera con alguna de las disposiciones dentro de los noventa (90) días, ésta será notificada de su posible exclusión del Anexo A. En tal caso esta jurisdicción puede apelar en un plazo de noventa (90) días una revisión definitiva de la decisión por un nuevo panel. Si la decisión de la revisión no es aceptada por la jurisdicción, ésta puede proponer a la autoridad nacional competente que la controversia sea resuelta de conformidad con el capítulo XX del TLCAN.

Una jurisdicción que ha sido eliminada del Anexo A incumplimiento de alguna disposición, puede solicitar su reintegración toda vez que haya comprobado su acatamiento.

XII.- MECANISMO Y PROCEDIMIENTOS.

La aplicación de las disposiciones requiere que los OPIO emprendan ciertas acciones para establecer mecanismos y procedimientos que incluyan pero no se limiten a:

- a) establecer una fuente de información en cada país, para conocer la situación de las licencias de los ingenieros y de las sanciones que le son aplicables de conformidad con las disposiciones de este documento;*
- b) crear una terminología que defina los términos relativos a las sanciones.*

- c) desarrollar mecanismos de comunicación para ayudar a los ingenieros a comprender la responsabilidad que adquieren cuando obtienen una licencia en diversas jurisdicciones.*
- d) establecer las reglas y procedimientos necesarios para la aplicación y control de las disposiciones de este documento.*

XIII.- RATIFICACION E IMPLEMENTACION.

Los OPIP se comprometen a realizar sus mejores esfuerzos para obtener la ratificación de este documento.

Los OPIP se comprometen a someter este documento a las autoridades competentes de sus respectivas jurisdicciones con sus opiniones y a realizar sus mejores esfuerzos para su implementación de las disposiciones de este documento puede señalar esta situación en una carta de intención a la Selección Nacional de Secretariado de la Comisión del Tratado de Libre Comercio correspondiente. Los OPIP se comprometen a proporcionar regularmente a cada Sección Nacional del Secretariado de la Comisión del Tratado de Libre Comercio, una lista actualizada de las jurisdicciones que han instrumentado o realizado una carta de intención, para la implementación, de las disposiciones. El anexo A será el listado de tales jurisdicciones.

Las disposiciones de este documento se aplicarán a las jurisdicciones enlistadas en el Anexo A que hayan implementado o hayan realizado los pasos necesarios para instrumentarlos. A los solicitantes de las jurisdicciones incluidas en el Anexo A se les dará el tratamiento establecido para ello en el presente documento.

XIV.- REVISION Y RENOVACION PERIODICAS.

Las OPIP sesionarán cuando menos cada dos (2) años para revisar y actualizar el estado de instrumentación y la efectividad del documento, así como para recomendar los cambios que este requiera.

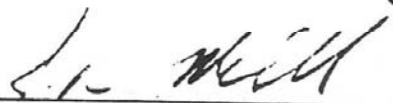
XV.- RETIRO.

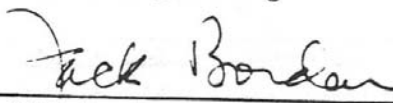
Una OPIP podrá dejar de formar parte de este convenio y de cumplir con las disposiciones de éste, después de transcurridos seis (6) meses de la fecha en que haya notificado por escrito su retiro a las otras OPIP. Si una OPIP se retira, el instrumento se mantendrá vigente para los restantes OPIP.

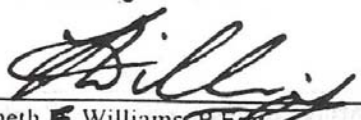


Aceptado y ratificado por los delegados por los abajo firmantes en la Ciudad de Washington, D.C.,

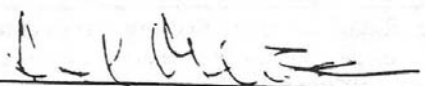
CANADÁ
Canadian Council of Professional Engineers

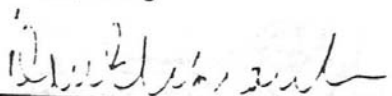

John R. McDougall, P.Eng.


Jack Bordan, ing.

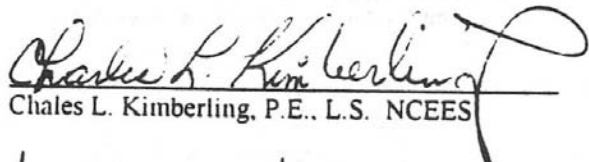

Kenneth F. Williams, P.Eng.

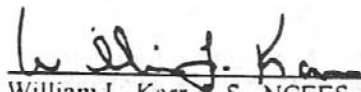

William H. Kerr, P.Eng.

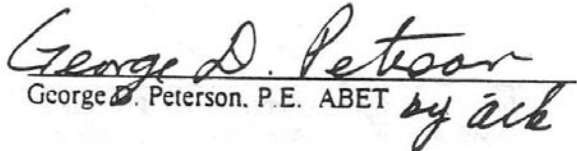

Axel Meisen, P.Eng.

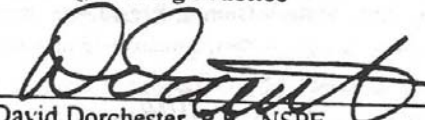

Donald G. Laplante, P.Eng.

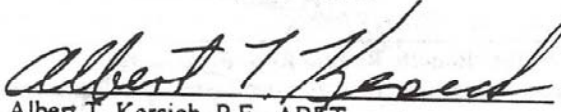
LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA
United States Council for International Engineering Practice

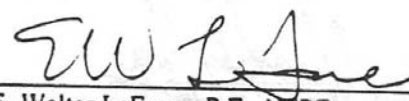

Charles L. Kimberling, P.E., L.S. NCEES


William L. Karr, L.S. NCEES


George D. Peterson, P.E. ABET *by ack*


E. David Dorchester, P.E. NSPE

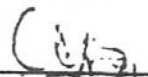

Albert T. Kersich, P.E. ABET


E. Walter LeFevre, P.E. NSPE

LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
Comité Mexicano para la Práctica Internacional de la Ingeniería

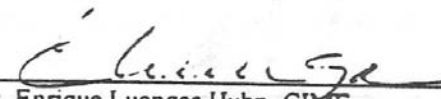

Ing. Fernando Fajon Lozoya, Chairman


Ing. Humberto Pemiche Cuevas FECIC


Ing. Jorge Arganis Diaz Leal CICM


Ing. Fernando Ocampo Canabal CIEES


Ing. Galo Carretero López CONIQQ


Ing. Enrique Luengas Hubp CIME



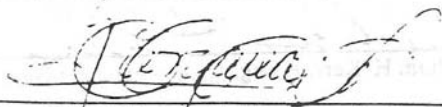
INGENIERIA TOPOGRAFICA

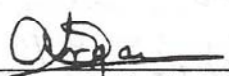
ANEXO A (continuación)

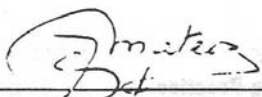
Reconocimiento Mutuo de Ingenieros con Licencia o Certificado por parte de Canadá.
los Estados Unidos de América y los Estados Unidos Mexicanos. para Facilitar el Comercio Transfronterizo
Conforme al Tratado de Libre Comercio de América del Norte

RATIFICACIÓN DEL ACUERDO

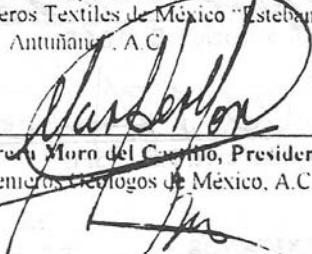
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS


Ing. Rafael Giorgana Pedrero, Presidente
Federación de Colegios de Ingenieros Civiles de la
Republica Mexicana, A.C.

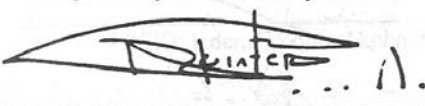

Ing. Jorge Arganis Diaz Leal, Presidente
Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C.

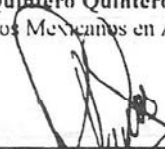

Dr. Jose Luis Mateos Gómez, Presidente
Colegio Nacional de Ingenieros Quimicos y Quimicos,
A.C.

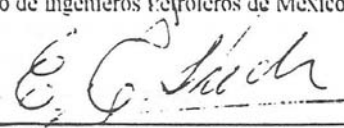

Ing. Rodolfo Radillo Ruiz, Presidente
Colegio de Ingenieros Textiles de México "Esteban de
Antuñano", A.C.


Ing. Mario Herrera Moro del Castillo, Presidente
Colegio de Ingenieros Geologos de México, A.C.


Ing. Javier Carrera Rosete, Presidente
Colegio de Ingenieros Municipales, A.C.

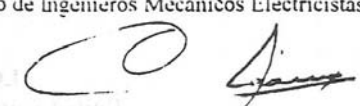

Ing. Manuel Quintero Quintero, Presidente
Colegio de Ingenieros Mexicanos en Aeronautica, A.C.

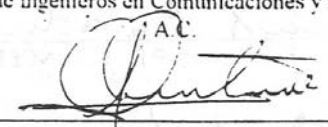

Ing. Ricardo Palacios Calera, Presidente
Colegio de Ingenieros Petroleros de México, A.C.

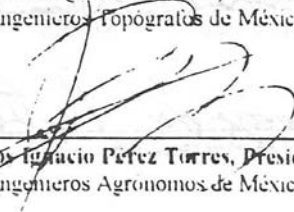

Ing. Armando E. Koch Cadena, Presidente
Colegio de Ingenieros Militares, A.C.

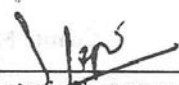

Ing. Raúl Gonzalez Apaolaza, Presidente
Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos y
Electricistas de la Republica Mexicana, A.C.

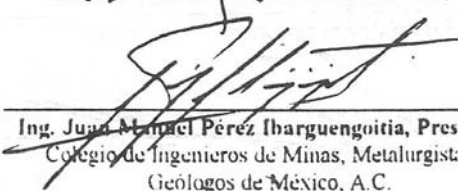

Ing. Enrique Espinola Velázquez, Presidente
Colegio de Ingenieros Mecánicos Electricistas, A.C.


Ing. Carlos León Hinojosa, Presidente
Colegio de Ingenieros en Comunicaciones y Electrónica,
A.C.


Ing. Norberto Quintero Flores, Presidente
Colegio de Ingenieros Topografos de México, A.C.


Ing. Carlos Ignacio Pérez Torres, Presidente
Colegio de Ingenieros Agronomos de México, A.C.


Ing. Marco Antonio Norzagaray Gámez, Presidente
Colegio Nacional de Ingenieros Industriales, A.C.


Ing. Juan Manuel Pérez Iharguengoitia, Presidente
Colegio de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y
Geólogos de México, A.C.


Ing. Rogelio Sánchez Hervis, Presidente
Colegio de Ingenieros Quimicos Petroleros, A.C.



EL USO DEL G.P.S. Y DE LAS PROYECCIONES CARTOGRAFICAS

J. ALBERTO VILLASANA L.

INTRODUCCION

Ningún instrumento de medición se ha popularizado tan rápidamente como el G.P.S. (Geodetic Positioning System) y aun cuando en todas las marcas el software suministrado hace multitud de cálculos y transformaciones, su empleo sigue siendo deficiente y presenta problemas para su incorporación y enlace con otro tipo de levantamientos.

Lo anterior pudiera parecer paradójico cuando los instrumentos, utilizados en forma diferencial (Differential Geodetic Positioning System) brindan precisiones no alcanzables por otro instrumento topográfico convencional, precisión probable, a una sigma, de 1:500,000 por ejemplo, es decir un milímetro en 500 metros.

El principal problema para muchos técnicos ha sido que les es difícil compatibilizar el binomio Topografía - Cartografía. Aun cuando el instrumento brinda salidas en X y Y, estas no corresponden a valores de coordenadas ortogonales, sino al sistema de referencia para la construcción de un Canevá con todo sus implicaciones.

Otros errores, en algunos casos de considerable magnitud, tiene su origen en el uso del G.P.S., principalmente por el uso indistinto de elevaciones elipsoidales y ortométricas y por la inconsistencia de las figuras observadas.

Los problemas expresados, aplicados en forma aleatoria dentro de la amplia geografía de la República Mexicana pueden, en muchos casos, pasar inadvertidos, pero en otros no, donde los distintos factores mencionados se presentan con igual signo, como si fuesen errores sistemáticos, pueden llegar a tener valores intolerables.

Aquí se menciona una propuesta para poder mantener dichos errores y fenómenos dentro de tolerancias aceptables para la mayoría de las aplicaciones.

DATUM

Todas las mediciones que hasta la fecha hemos realizado han sido sobre pequeñas extensiones de la superficie terrestre y las hemos calculado aplicando trigonometría plana. En otras palabras, para efectos prácticos hemos considerado plano la extensión del territorio donde se desarrolla nuestro trabajo.

El sistema del G.P.S. es un sistema de cobertura mundial de cuya observación podemos determinar nuestra posición sobre La Tierra, ello implica un sistema de coordenadas de alcance mundial y que los cálculos se realicen sobre la superficie idealizada - que tenga representación matemática - de la Tierra.

Lo primero se satisface con el empleo de un sistema de coordenadas polares, llamadas Latitud y Longitud, siendo la Latitud el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto con el plano del Ecuador y la Longitud el ángulo diedro que forma un plano meridiano arbitrario (meridiano de origen) con el plano meridiano que pasa por el punto. Sistema esencialmente astronómico.

Lo segundo se consigue mediante una idealización de la superficie terrestre, esto es un modelo matemático que se apegue lo mejor posible a su forma real, forma real que llamamos Geoide y que para efectos prácticos podemos considerar como un "papa", la superficie idealizada corresponde a un Elipsoide (también llamado Elipsoide de Revolución o Elipsoide de Referencia).

El Geoide definido por la superficie de los mares o su prolongación bajo los macizos continentales es una superficie de igual gravedad (Equipotencial de gravedad) y las elevaciones con respecto al nivel medio del mar - las de uso mas frecuente - se llaman elevaciones ortométricas para diferenciarlas de las que se tengan con respecto al Elipsoide.

Finalmente para complementar el panorama, la superficie en la que hacemos nuestras mediciones es la superficie Topográfica y que, en cada punto que medimos, queda definido por su elevación, así pues la Latitud, Longitud y elevación ortométrica, definen en forma unívoca puntos de la superficie terrestre.



Así pues para llegar a esta concepción final se ha hecho uso de la Gravedad, la Astronomía y la Geodesia.

Datum es el nombre propio que se le da al Elipsoide al cual se refieren todos los cálculos ya que la medición de ángulos y distancias no se pueden referir al Geode.

A lo largo de la historia y dependiendo de la cantidad y calidad de mediciones hechas se ha contado con diferentes Datum u origen de coordenadas, de aplicación regional.

En la época de la Colonia Siglos XVIII y XIX, muchos levantamientos geodésicos se refinaron a la torre derecha de la Catedral de la Ciudad de México. Durante la mayor parte del Siglo XX se ha utilizado el NAD27 (North American Datum of 1927) basado este en mediciones astro - geodésicas hechas a fines del Siglo XIX que se extendieron desde Canadá hasta México, las mediciones fueron escasas en la región poniente del continente donde el Datum tiene sus mayores deficiencias. Para el resto de América se tuvieron otros tres Datum y cosa similar aconteció en Europa y Asia.

Antes de establecerse el G.P.S. el gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica (EUA), por medio de satélites pasivos y activos interconectó las grandes regiones de la Tierra y calculó un primer Datum del alcance mundial (WGS 72) que en fechas posteriores - conforme se tuvieron más determinaciones accesibles - lo fue afinando hasta llegar al WGS 84 (World Geodetic System of 1984) Datum en el que opera el G.P.S.

Para Norteamérica existe una versión modificada - de mejor ajuste - llamada NAD83 que está basado en el GRS80 (Geodetic System of 1980), que también ha sido adoptado para la república mexicana, adopción que incorpora una pequeña variación en el origen y que por ello es conocido como ITRF92 época 1988.0.

Las constantes más conocidas de un Datum son el semieje mayor de la elipse, el factor de achatamiento y el origen de coordenadas. En cuanto al semieje mayor este es igual en todos los casos y tiene el valor de 6,378.137 m, el llamado achatamiento, que para muchos cálculos es expresado por su excentricidad, cuyo valor es de 0.081819246' y, finalmente el origen, en la práctica está definido por los vértices de la Red Geodésica Nacional Activa de INEGI (RGNA).

En la forma descrita, cualquier medición hecha con G.P.S., en forma directa nos dará Latitud, Longitud y Elevación Elipsoidal en el WGS84, al hacer mediciones diferenciales con respecto a los vértices del RGNA las coordenadas quedarán referidas al ITRF92.

PROYECCION CARTOGRAFICA

Para la mayoría de nuestros trabajos necesitamos valores ortogonales y la forma aritmética mas simple de pasar de un sistema de coordenadas geodésicas a un sistema ortogonal, es por medio de una proyección cartográfica, donde el sistema ortogonal es el mismo de la cuadrícula utilizada para construir el Canevá.

Una proyección cartográfica es un algoritmo matemático que permite representar parte de la Tierra . cuasi esférica -, sobre una superficie plana - plano, mapa, coordenadas X y Y de un sistema digital, etc. -. Consiste en proyectar La Tierra sobre una superficie "desenrollable", desenrollable para que pueda extenderse en forma de plano.

Superficie desenrollables sólo hay tres, el cilindro, el cono y el plano mismo. De hecho las tres figuras pueden identificarse como un cono cuyo ángulo en el vértice varía entre 0 y 180 grados. Atendiendo a esta figura desenrollable las proyecciones se dividen en cilíndricas, cónicas y planas o azimutales. Una esfera o un elipsoide no pueden ser representados en una superficie plano sin sufrir deformaciones.

La Tierra y su proyección únicamente se corresponde a la línea de tangencia. En aquellas partes que se separan de la línea de tangencia las distancias de la proyección son mayores a las reales. La relación entre la distancia proyectada y la real es la que se denomina factor de escala. El factor de escala a lo largo de la línea de tangencia es 1 y fuera de ella es mayor de 1.

Es mas en algunas proyecciones el factor de escala es diferente según el sentido en que se mide, por ello en ocasiones se encontrara definido por las letras H y K, correspondientes al factor de escala en la dirección de las ordenadas o de las abscisas.

Además, si $H \neq K$ sería indicativo de que existe deformación de los cuerpos representados, un objeto que en la realidad fuese un círculo en el mapa tendrá una forma de una Elipse. Si $H = K$, esta deformación no se tendría en este caso se diría que la proyección es "conforme".



Un mapa "ideal" sería aquel que en toda su extensión presentará factores de Escala iguales o próximos a la unidad, esto es $h = k = 1$, y que por ende sería conforme, dicho mapa no existe, sin embargo podemos mejorar el Factor de Escala en el mapa haciendo la superficie de proyección secante a La Tierra, en lugar de tangente como hemos visto. Es más en la mayoría de los casos podemos escoger las líneas de secancia para que al menos en ciertas regiones del mapa tengamos el Factor de Escala próximo a la unidad.

Otra variación en la proyecciones consiste en inclinar el eje de simetría de la figura sobre la cual se proyecta con respecto al eje de rotación terrestre, cuando ambos coinciden - como en los ejemplos vistos. -, la proyección es normal, cuando los ejes son perpendiculares entre sí se dice que la proyección es transversa e inclinada cuando forma un ángulo cualquiera. Finalmente una región extensa del casquete terrestre puede representarse diferentes partes de la región en varias proyecciones. varias del mismo tipo, pero cambiando algunos elementos de ella - a estas proyecciones se les antepone el prefijo "poli", como en Policónica.

Una proyección muy utilizada en nuestro país es la Universal Transversa de Mercator (Policilíndrica, Transversa y Secante), o simplemente UTM como se le conoce, Dicha proyección realmente es una proyección Policilíndrica, secante y transversa. Esta proyección emplea varios cilindros para la proyección, el eje de cada cilindro empleado difiere en su orientación del adyacente en 6 grados. De cada cilindro, para la proyección, sólo se aprovecha un gajo -. Llamado huso -, de 6 grados de Longitud, la proyección liga, por cada flanco, con otro huso de 6 grados. Para esta proyección el Factor de Escala varía entre 0.9996 y 1.0006 dependiendo de la posición que se ocupe dentro del huso. Es decir que por efecto de la proyección una distancia medida en campo como de 1,000 m en el mapa podrá aparecer con deficiencias o exceso hasta de 60 cm.

Otro fenómeno que se introduce al utilizar una proyección es el de Reducción al Nivel del Mar, en efecto los valores angulares de Latitud y Longitud, que son los elementos de partida definen un punto sobre el Elipsoide, su posición en la superficie terrestre queda determinada por su elevación, en estas condiciones la transformación matemática de Latitud y Longitud a X y Y, está efectuándose entre parámetros al nivel del mar.

Este efecto de reducción, se puede observar y se entiende que entre mayor sea la elevación sobre el nivel del mar de la distancia medida mayor será su afectación al reducirse al elipsoide. Este factor siempre será reductivo, y puede equipararse a un Factor de Escala siempre será menor a la Unidad. El Factor será aproximadamente de $a/(h+a)$, en que a es el semieje mayor y h la elevación media del segmento medido. En el antiplano mexicano este factor es del orden de 0.9997.

Así mismo, por ejemplo, si hiciésemos una medida de 600 m en la dirección E - O, en un paraje ubicado entre la Ciudad de México y Texcoco, nos daría para sus extremos unas coordenadas ortogonales en metros correspondientes a la cuadrícula de la proyección UTM con el Datum NAD27 iguales a ($X = 2,155\ 952$ y $Y = 500\ 032$ y $X = 2,155\ 952$ y $Y = 500\ 631.55$), lo que equivaldría a una distancia de: 599.55 m.

La distancia ha sido reducida al nivel del mar por un factor igual a:

$$6,378\ 137 / (6,378\ 137 + 2,200) = 0.99965519$$

Pero además en la proyección UTM se encuentra en una zona donde el factor de escala es de 0.9996, por lo que la distancia final en el mapa será de :
 $600 \times 0.99965519 \times 0.9996 = 599.55\text{ m}$

TRAZO DE OBRAS

Las diferencias, como la señalada anteriormente, rara vez son detectables durante el uso del plano ni son conocidas al realizar el proyecto, sin embargo cuando queremos materializar en el terreno el mismo, es decir queremos trazar la Obra, a partir de los monumentos que se dejaron durante el levantamiento topográfico tenemos serios problemas para empezar faltan 0.45 cm.

Realmente estos 45 cm no faltan de ningún lado, son inherentes a la utilización de la proyección y a la reducción al nivel del mar, si fuese necesario compatibilizar plano con realidad existen dos opciones, o bien hacemos el cálculo geodésico de ángulos y distancias necesarios para el trazo o bien cambiamos los algoritmos de cálculo.

La primera opción a nadie le agradaría; que las escrituras definieran el frente de su predio o de su casa como de 0.857632933" de largo (aproximadamente 25.00 m en el Valle de México), que entre los PI de la tangente se tienen 57.675" de



Separación, que el PT se localiza a 0.00235776" a la derecha de la marca roja pintada en el mezquite, etc. Antes de explorar la segunda opción veamos los problemas mas connotados que se tienen con la operación del G.P.S..

UTILIZACION DEL G.P.S.

Pocos problemas son inherentes al uso del sistema, no por ello deben soslayarse. Uno de ellos consistente en la utilización del sistema para definir puntos "aislados", haciendo una analogía con los levantamientos por medio de poligonales, las coordenadas de nuevos puntos pueden determinarse a partir de puntos conocidos por medio de radiaciones, poligonales abiertas ó poligonales cerradas,. En la vieja forma de operar se decía que los dos primeros métodos no tenían forma de comprobarse la veracidad de las anotaciones y/o cálculos hechos ni de distribuir lógicamente los errores accidentales.

Actualmente, con el registro automático de los parámetros observados y la reducción en "línea" de los valores, el primer problema desapareció, pero el segundo subsiste. Si nosotros mantenemos un G.P.S. fijo en una estación de coordenadas conocidas y mantenemos otro (s) haciendo observaciones de uno a otro punto, estaremos haciendo radiaciones, si hacemos un "salto de rana" continuo con tres estaciones, estaremos haciendo el equivalente a una poligonal abierta y, finalmente si ese salto de rana inicia y termina en el mismo lado habremos construido un polígono cerrado. Ello no es práctico cuando se operan múltiples G.P.S., es preferible hacer figuras sensiblemente cuadradas, con múltiples observaciones en algunos lados, para que todo ello permita compensar, en forma ortodoxa, los errores accidentales y asegurar, para una serie de observaciones con redundancia preestablecida, los diferentes Ordenes y Clases según la precisión deseada.

Un pequeño ejemplo nos puede servir de ilustración, si tenemos un G.P.S. como testigo y con otro observamos un vector de 600 m de largo con una precisión de 18 mm, la precisión del azimut será de 6", si deseamos conservar la precisión para un vector de 100 m de longitud, deberemos aumentar la precisión a 3 mm (ambos al 95% de nivel de confianza). La diferencia en los tiempos de observación crece en forma casi geométrica.

En cualquier caso la precisión lineal y angular deberán ser concordantes para que el punto probable se inscriba dentro de un círculo de error.

Más grave aún resulta el uso de las elevaciones que produce el G.P.S. en su salida directa ya que estas corresponden a una elevación elipsoidal y el agua, por ejemplo, no siempre escurre en dirección a las menores elevaciones elipsoidales. El agua se mueve según el sistema de elevaciones ortométricas, (En otras palabras, se mueve de acuerdo a las diferencias de gravedad).

Alguien preguntará ¿ de cuanto estamos hablando ? , dentro de la República Mexicana las diferencias en elevación entre el Geoide y el Elipsoide - llamadas ondulaciones del Geoide -, alcanzan valores hasta de 40 m. Sin embargo hay zonas donde la diferencia de diferencias puede llegar a ser del orden de 1 m en 10 km.

Ello implica que las alturas y/o desniveles determinados por medio de G.P.S. deben corregirse ya sea determinando gravimétricamente las ondulaciones del Geoide o bien ligando a la Red de Nivelaciones de Precisión y, en este último caso mediante circuitos cerrados y con tolerancias preestablecidas. _El circuito debe cerrarse entre nivelaciones no únicamente con observaciones de G.P.S.

PROPUESTA DE SOLUCION

Las proyecciones policilíndricas tienen la desventaja de que no integran un mapa continuo, cada huso o cada cono utilizado para la proyección, produce un mapa que no tiene continuidad con el adyacente, la República Mexicana en UTM tendría la apariencia de una proyección cilíndrica transversa se adapta bien por regiones alargadas en el sentido Norte - Sur, la proyección cónica normal para regiones alargadas en el sentido Este - Oeste. En muchos casos quizás sería deseable el diseño de proyecciones específicas de alcance Estatal.

Sin embargo, en aquellos casos donde los levantamientos topográficos estén basados en observaciones hechas con G.P.S. - incluye aquellos levantamientos hechos por métodos fotogramétricos que utilice el G.P.S. para apoyo terrestre -. Y que posteriormente vayan a ser utilizados para el proyecto de obras que finalmente requieran trazarse en el terreno a partir de puntos base monumentados, que fueron observados con G.P.S., y no existiendo una



Proyección como las señaladas, se recomienda:

- La planeación previa de los trabajos con G.P.S. para formar una red compensable con distribución de figuras acorde al Orden y Clase (precisión) especificado.
- Hacer el proyecto de control vertical, esto es ligas a la Red de Nivelaciones de Precisión, circuitos nivelados de control, circuitos donde se aprovechará la nivelación trigonométrica mediante G.P.S., etc.
- La observación de vectores con G.P.S. de acuerdo al Orden y Clase especificado.
- Utilizar una proyección que tenga un Factor de Escala muy próximo a la unidad y cuyo elipsoide de referencia tome en cuenta la altura media del terreno.

Para satisfacer esta última condición debemos recordar que si los levantamientos se refieren a una zona que se extiende Norte - Sur convendrá una proyección cilíndrica, transversa y secante - no necesariamente la UTM -, si la zona en cuestión se alarga en el sentido Este - Oeste, pudiera convenir una proyección cónica, normal y secante,. Finalmente, si la superficie es regular o se desconoce la forma final de esta lo más probable es que convenga una proyección azimutal, oblicua y secante. En todos los casos el semieje mayor del GRS82 deberá incrementarse para tomar en cuenta la elevación media del terreno.

Tomemos como ejemplo la Ciudad de Puebla, esta metrópoli se extiende en una superficie mas o menos regular que va de los 19 grados 00' a los 19 grados 05' de Latitud Norte y de los 98 grados 10' a los 98 grados 15' de Longitud Oeste, su elevación media con respecto al nivel del mar es de 2,150 m.

Si utilizásemos la proyección UTM introduciríamos un factor de escala igual a 0.9997 además de una reducción al nivel del mar, factor también reductivo, equivalente a 0.999663 por lo que nuestras distancias se verían reducidas por un factor total de 0.999363, equivalente a 64 cm en cada kilómetro.

La proyección azimutal propuesta sería, oblicua, secante, con origen en 19 grados 02' 30" de Latitud Norte y 98 grados 12' 30" de Longitud Oeste, que utilizase un semieje mayor, igual a 6,380 287 m.

En términos matemáticos y siendo:

a = Semieje del elipsoide = 6,378 137 m
 e = Excentricidad = 0.0818191908426
 e^2 = 0.006694437999013
 k = Factor de escala
 km = Factor de escala máximo
 ko = Factor de escala en el origen (mínimo)
 $\bar{\phi}$ = Latitud
 L = Longitud
 H = Elevación ortométrica en m
 X y Y = Coordenadas ortogonales

Puede expresarse que las coordenadas en el origen, para una serie de N puntos definidos por su Latitud y Longitud son:

$$\bar{\phi}_o = (\bar{\phi}_1 + \bar{\phi}_2 + \bar{\phi}_3 + \bar{\phi}_4 + \dots + \bar{\phi}_n)/N$$

$$\bar{L}_o = (\bar{L}_1 + \bar{L}_2 + \bar{L}_3 + \bar{L}_4 + \dots + \bar{L}_n)/N$$

y que la altura media del terreno es de:

$$H_m = (H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + \dots + H_n)/N$$

la condición de secancia se puede expresar como:

$$1 - ko = km - 1, \text{ o bien que } 2 = ko + km$$

y que el semieje mayor que debe utilizarse en la proyección tiene un valor incrementado por la elevación media del terreno:

$$a = 6,378\ 137 + H_m = 6,380\ 387 \text{ m, para } H_m = 2,150 \text{ msnm}$$

Aplicando las siguientes fórmulas para cada uno de los puntos pueden obtenerse sus correspondientes coordenadas ortogonales:

$$M = \cos \bar{\phi} / (1 - e^2 \sin^2 \bar{\phi})^{0.5}$$

$$u = 2 \arctan \left(\tan[45^\circ + \bar{\phi}/2] \{ (1 - e \sin \bar{\phi}/2) / (1 + e \sin \bar{\phi}/2) \}^{0.5} \right) - 90^\circ$$

$$A = 2 a k o m / (\cos u \{ 1 + e \sin u \cos u + \cos u \cos u \cos(L - L_o) \})$$

$$K = A \cos u / a M$$

$$X = A \cos u \sin(L - L_o)$$

$$Y = A \{ \cos u \sin u - \cos u \cos(L - L_o) \}$$

Para el caso expresado km y ko serían iguales a 1.0000001 y 0.9999999, respectivamente y tendrían una variación adicional, por los desniveles con respecto a la altura media (ΔH) de ± 120 m, igual a 6,380 387 / 6,380 407, o sea una variación adicional entre 1.000003135 y 0.999996865, factores que combinados resultarían con una variación entre 1.000003235 y 0.999996765, o sea de 3 mm por km lo cual es conveniente para la mayoría de las operaciones de trazo que se requieran.



Sin tomar en cuenta la diferencia de elevaciones que pudiese existir, los factores de escala que se tienen con este método, según la extensión por cubrir serían:

La profesión la debemos entender como un estado dinámico de actitudes hacia nuevas tecnologías y métodos, y adoptar esta actitud es la única forma de que seamos útiles a la sociedad y a nuestro país.

RADIO, KM	FACTOR DE ESCALA	
0	1.0000000	
10	1.0000004	0.9999996
20	1.0000013	0.9999987
30	1.0000030	0.9999970
40	1.0000051	0.9999949
50	1.0000081	0.9999919

Como puede observarse es factible alcanzare una buena concordancia entre la realidad y la proyección, del orden de milímetros por kilómetros, precisión suficiente para la mayoría de los problemas que afrontará el Ingeniero Topógrafo en el trazo de obras de infraestructura.

Cualquier proyección que se adopte tiene sus correspondientes fórmulas inversas de tal forma que es posible, mediante simple cálculo, transformar entre ésta y cualquier otra proyección.

CONCLUSIONES

Gran parte de la tecnología y de los problemas con ella asociada nos han llegado en un lapso relativamente corto sin permitir, en muchas ocasiones, asimilar con la profundidad de conocimiento necesaria.

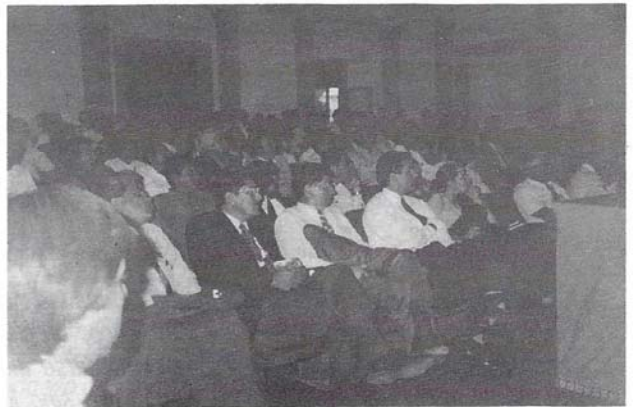
Este defecto se acrecienta cuando los sistemas se reciben con hardware y software integrados, las soluciones se presentan como cajas negras y, con el abaratamiento de la memoria, soluciones complejas raras veces hacemos esfuerzos por entenderlas.

El G.P.S. no ha sido la excepción a dicha situación, sin embargo es necesario que nos detengamos a reflexionar para hacer compatible todas nuestras necesidades y poder explotar todas las ventajas que esta tecnología nos ofrece. Es más, debemos extender nuestra influencia a la modificación de muchos reglamentos y normas que especifican procedimientos que se contraponen a los modernos conceptos de precisión.



SEMINARIO DE G.P.S.

SEPTIEMBRE 9 y 10, 1997.



PROCEDIMIENTO QUE SE SUGIERE PARA LA CREACION E INSTALACION DEL CONSEJO DE CERTIFICACION Y ACREDITACION.

ANTECEDENTES

La Ley de Profesiones establece que los Colegios de Profesionistas elaborarán anualmente una lista de peritos que será la única válida ante la Ley.

Perito es aquel profesionista que posee conocimientos, habilidades y destrezas especializados que lo hacen experto en alguna ciencia, arte o técnica.

La pericia incluye, además de la habilidad extrema, la capacidad, una alta capacidad para tomar decisiones en situaciones imprevistas y por supuesto, el juicio elevado para dictaminar y evaluar situaciones que impliquen discernimiento científico o técnico.

Es en este orden de ideas que la Asamblea Legislativa del Distrito Federal exige en diversas leyes, que los peritos procedan de las listas que formulen los Colegios. Se trata de garantizar en lo posible la idoneidad del desempeño profesional.

La organización actual de los profesionistas enfrenta en algunos Colegios, dificultades para cumplir cabalmente el espíritu de la ley, ya que por falta de mecanismos idóneos de evaluación, no es posible por el momento garantizar la homogeneidad de las habilidades de los peritos ni la certidumbre de las prendas morales que deben sostener la alta calificación tecnológica. Hay que resolver estas carencias.

Por otro lado, los conocimientos de todas las ciencias amplían un acervo teórico y práctico, creciente y dinámico, que obliga por ello a mantenerse atento y entrenado para usar, no lo más nuevo sino lo más pertinente, tanto al desempeño profesional individual, como a lo que resulte conveniente para el desarrollo de la Nación y el pueblo mexicano.

Así, los conocimientos, destrezas y habilidades exigibles a los profesionistas mexicanos de fines de milenio, caminan en dos sentidos complementarios: por una parte la búsqueda de profundidad en el conocimiento y la destreza, lo que origina la especialización reconocida y validada científica y

técnicamente, por la otra, el conocer y utilizar las conexiones entre los campos de la ciencia; llegar al "campo unificado" en las disciplinas del conocimiento, es parte también muy dinámica del ejercicio profesional.

Los Colegios, por mandatos de la ley, son responsables ahora de calificar y certificar la pericia de los profesionistas que se adiestran y trabajan en cualquiera de los dos extremos complementarios descritos y de superar sin falta, las limitaciones de organización y de voluntad que han impedido, en algunos casos, el que los Colegios se constituyan en el valioso apoyo que la Nación necesita para alcanzar la excelencia técnica e intelectual, y en la guía que los profesionistas precisan.

Los Colegios para identificar e ir seleccionando y certificando a los mejores cuadros, tanto por pericia como por moralidad, requieren regular su actuación con base en requisitos de preparación, adiestramiento y demostración de competencia en evaluaciones y exámenes de certificación.

En todos los campos profesionales, particularmente dentro de la práctica técnica, existe un dinamismo creciente, que obliga a la actualización continua; regular este proceso para garantizar su eficiencia cognoscitiva y moral, realizar pruebas periódicas de recertificación, es otra tarea que esta encomendada a los Colegios por la ley, dentro de las atribuciones de vigilancia del ejercicio profesional.

Es importante remontar la historia reciente que imputa incompetencias y venalidades, sobre todo cuando los peritos trabajan en conjunto con aparatos judiciales; resulta obligatorio garantizar y demostrar la rectitud en cada fase de la nueva práctica profesional.

Si los peritos especialistas deben proceder de la lista que anualmente producen los Colegios, esta claro que la responsabilidad de calificar como tales a los peritos es precisamente de los Colegios, calificación que podrá hacerse justamente su se ciñe a la demostración de capacidad en exámenes de certificación.



Estos exámenes deberán realizarse por un cuerpo de profesionistas evaluadores con alta capacidad profesional, constituido dentro de los estatutos de cada Colegio, pero con independencia de acción y criterio que garanticen la integridad de su tarea.

Para seguir la experiencia de Colegios que ya han integrado estos cuerpos y con el propósito de uniformar la nomenclatura, se propuso al Consejo Directivo Nacional denominar genéricamente estos cuerpos, como Consejos de Certificación, misma que fué adoptada.

FUNDAMENTACION JURIDICA.

En su artículo 50 de Ley Reglamentaria del Artículo 5º Constitucional atribuye entre otros propósitos a los Colegios de Profesionistas, los de vigilar el ejercicio profesional con objeto de que este se realice dentro del más alto plano legal y moral; auxiliar a la administración pública con capacidad para promover lo conducente a la moralización de la misma y formar listas de peritos profesionales, por especialidades, que serán las únicas que sirvan oficialmente.

La propia ley reconoce que la constitución de un Colegio debe hacerse cumpliendo los requisitos del Código Civil vigente y justamente como Asociación Civil, por lo que los estatutos de cada Colegio constituyen la norma que rige su vida interna en el marco de la ley. Este derecho a formular sus propios estatutos está reconocido en el artículo 49 de la propia Ley Reglamentaria, estatutos que podrán contener todas las funciones y propósitos que convengan a los profesionistas, en tanto no se contravenga la ley, en particular la de profesiones.

El artículo 84 del Reglamento de la Ley, afirma que cuando una ley atribuya funciones especiales a las asociaciones de profesionistas, estas se entenderán conferidas al Colegio respectivo, el que introducirá en su organización las modificaciones necesarias para cumplir sus funciones.

Como las leyes expedidas por la Asamblea Legislativa del Distrito Federal afirman que el cumplimiento de ciertas funciones profesionales sólo puede hacerse por peritos provenientes de las listas que anualmente formulan los Colegios de acuerdo con el artículo 50 fracción "O" de la Ley Reglamentaria, queda claro que, al ser responsable el Colegio de la formulación de tales listas, lo es también de la calificación como perito de aquellos profesionistas que las integran.

La forma más eficaz y justa de enfrentar esa responsabilidad, está en establecer normas y procedimientos de evaluación de la pericia, que sean previos a los exámenes; normas y procedimientos diseñados por un cuerpo colegiado integrado por profesionistas de la más alta capacidad científica, técnica y moral que procedan con autonomía respecto a otros cuerpos del Colegio; cuerpo que no realice las tareas de educación, capacitación o actualización, para mantener convenientemente separadas estas funciones.

Procediendo entonces como se dice en el artículo 84 de la Ley Reglamentaria, ya que la función que se comenta se atribuye directamente a los Colegios, toca a cada uno de ellos introducir en su organización las modificaciones necesarias para cumplir el propósito; aprobadas por el pleno del Consejo Directivo Nacional del Foro como tareas a realizar durante 1997, la instalación del Consejo de Certificación y la del Consejo Normativo debe hacerse a la brevedad posible, a fin de corregir las deficiencias y alcanzar el acercamiento provechoso entre los profesionistas y las instituciones.

CONSEJO DE CERTIFICACION Y ACREDITACION.

FUNCIONES:

Evaluar conocimientos, habilidades y destrezas de los profesionistas para ejercer una especialidad o para ejercer como perito especialista.

Reconocer y certificar a los especialistas o peritos especialistas que hayan demostrado capacidad de acuerdo con los criterios establecidos por el Consejo.

Establecer y divulgar anualmente los requisitos previos a la evaluación de los candidatos.

Conocer los planes y programas de estudio de posgrado y/o de educación continua desarrolladas por las instituciones autorizadas para ello, públicas o particulares que cuentan con el reconocimiento del Consejo.

Dar créditos a los programas académicos relacionados con una especialidad.

Participar en el Consejo Normativo Nacional del cual el Consejo de Certificación forma parte.



Cumplir con las normas y reglamentos establecidos por el Consejo Normativo Nacional de los Consejos de Certificación y Acreditación.

TAREAS:

Realizar cuando menos una vez al año, los exámenes de conocimientos, habilidades y destrezas, dirigidos a evaluar a los candidatos a recibir certificado de perito o perito especialista.

Diseñar los sistemas de evaluación para candidatos a certificación.

Otorgar diploma de certificación y registrarlo ante el Consejo Normativo.

Diseñar los sistemas de evaluación para recertificar a los peritos y peritos especialistas previamente certificados.

Realizar, cuando menos una vez al año, los exámenes de conocimientos, habilidades y destrezas, a los peritos y peritos especialistas certificados cinco años antes.

Someter al Consejo Normativo para su revisión y en su caso aprobación, la estructura y características generales, tanto de los exámenes de certificación como los de recertificación.

Cumplir con las normas aprobadas por el Consejo Normativo.

LA ALTA EXACTITUD DEL G.P.S. EN LAS REDES GEODESICAS EN MEXICO.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), adopto un sistema geocéntrico tridimensional como base para toda la red Geodésica en la República Mexicana, para cubrir sus necesidades de la obtención de la planimetría. El marco seleccionado de referencia del año de 1992 (ITRF92) época 1988, la superficie geométrica de elección es el elipsoide de Sistema Geodésico de referencia de 1980 (GRS80).

La implementación de este dato Geocéntrico permite la integración de toda la Geodesia y el sistema de información terrestre de México, creando una estructura moderna y uniforme, con exactitudes actuales, obtenidas mediante el Sistema de

Posicionamiento Global (G.P.S.).

La realización del sistema espacial de referencia se llevo a cabo con la cooperación de la Administración de la Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) y el Sistema Geodésico Nacional (NGS), mediante una serie de coordenadas obtenidas con G.P.S.

Como resultado de esto en México se estableció una serie de 14 puntos permanentes de G.P.S. (A-ORDER), de donde se puede propagar las coordenadas Geodésicas. Con esta implementación el INEGI asegura satisfacer los requerimientos de la moderna Red Geodésica y asegurar las operaciones Cartográficas necesarias, esperando que los resultados sean altamente satisfactorios, actualizando constantemente los procedimientos, para lograr cada vez mejores resultados.

INTRODUCCION.

Hasta 1993, la Geodesia Mexicana y los datos Cartográficos se refirieron al dato norteamericano de 1927 /NAD27), pero a partir de los avances espectaculares de la Tecnología, con la utilización de los Sistemas de Posicionamiento Global (G.P.S.), mediante técnica satelital, así como la utilización de los sistemas computacionales y sofisticados software, la Geodésica ha dado avances significativos, por lo que contando con la cercana colaboración de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) y la Geodetic Nacional (NGS), desde 1991, el Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI) ha logrado una transición desde el clásico método principalmente dibimencional al preciso tridimensional basado en la metodología satelital mediante la utilización de los G.P.S..

La Dirección General de Geografía (DGG) del INEGI, la cual es la responsable entre otras cosas del establecimiento, mantenimiento y densificación de la Red Geodésica Nacional, también tiene la responsabilidad de elaborar la Cartografía en México, elaborando cartas a escala 1:50,000, en donde se aprecian los recursos naturales, su topografía, uso del suelo, etc..

La Dirección General de Geografía ha sufrido una evolución constante, a partir de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL), fundado en 1968 (Villasana 1974) y causahabiente Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL) y la Dirección de Geografía del Territorio Nacional (DGGTENAL).



Para implementar el sistema nacional de catastro el cual esta en una etapa muy avanzada, el INEGI, creó en 1993, la Dirección General de Cartografía Catastral (DGCC), cuyo papel principal, es el identificar, ubicar y delinear linderos cada uno de las comunidades agrarias y ejidos en la República Mexicana con la finalidad de apoyar la regularización de la tenencia de la tierra, dándole derechos legales a la titularidad de cada campesino mexicano, mediante el procedimiento conocido como PROCEDE.

El esfuerzo conjunto de DGG y DGCC cristaliza hacia una transición lisa de la Cartografía Mexicana, consigo la aplicación de la tecnología de punta, para estar a la altura de las Organizaciones Internacionales más avanzadas que trabajan en este campo, para lograr este objetivo, el INEGI, adquirió G.P.S. de todo tipo, entre ellos.

- 181 Astech P-XLLS
- 60 del más nuevo Astech Z-XLLS
- 8 receptores Trimble
- 2 Leica de Sistema 2000
- Estaciones Totales de tipo 280 set2 y 400 ELTA 3.

INEGI también posee una flora aérea respetable incluyendo dos lear jet, tres Cessna y Dos Helicópteros todos ellos con equipode G.P.S., para la elaboración del control terrestre para fotogrametría, con esta capacidad tecnológica hace del INEGI un centro cartográfico muy poderoso, enfocado primordialmente a la producción de la planimetría cada vez más precisa, explotando en forma consecuente el conocimiento tecnológico actual.

OBSERVACIONES CON G.P.S.

Entre 1992 y 1994 se realizaron trabajos coordinados con NGS, INEGI, LA DGG se ubicaron varios puntos en México con los métodos técnicos más estrictos obteniéndose exactitudes confiables y así poder confiar en los métodos de observación, mediante los instrumentos de G.P.S.

Simultáneamente se desarrollaron entre México y los Estados Unidos, comenzando en Febrero de 1992, esta participación inicial se planifico conjuntamente con la poderosa Red de referencia de Arizona (HARN) y la colaboración de otras organizaciones estatales y federales de E.E.U.U., como el Departamento de Caminos y Transporte Público de Texas (TDHPT), el Estado de Nuevo México el Departamento Alto de Transporte (NMSHTD), el

Ejército de E.E.U.U. y otra organización de Yuma (YPG), el propósito primordial de esta combinación de esfuerzos consistió primordialmente en interconectar en varios sitios de los estados ubicados en el sudoeste, incluyendo a México.

Como en cualquier proyecto, los procedimientos siguieron dos fases distintas, primero una extensiva Red regional con precisiones relativas de 0.5 mm + 1:10,000,000 (es decir 5,, + 0.1 ppm).

La exactitud absoluta de NGS A-ORDER de puntos en Estados Unidos, se ha estimado para ser cada vez mejor en 5 partes por billón (ppb), un error de 1 ppb en las coordenadas de un punto, sobre la superficie de la tierra, es equivalente en su ubicación absoluta de este punto dentro de los 6mm, estos resultados ya se han corroborado, mediante la utilización de G.P.S., dejando a un lado la utilización de otro tipo de instrumentos y costosos sistemas de computo y software.

Del intercambio fructífero entre las organizaciones mismas que colaboraron con el INEGI para la Red ya establecida, dio como fruto la observación de cinco puntos establecidos en México, los cuales fueron (DIAZ, INEGI, LOMA, RIO VERDE Y XICO) teniendo lugar durante cuatro días y coincidiendo con los resultados obtenidos con el NGS y los trabajos de Arizona (HARN).

El mismo año y en forma conjunta con la Red de Luisiana (HARN se planifico y diseño por NGS y el Departamento de Luisiana de Transporte y Desarrollo (LADOTD), dos puntos más que se agregaron a la red mexicana de G.P.S.(CINVESTAV y JOCOTITLAN), se involucraron también en este proyecto las siguientes organizaciones TDHPT, YPG y NMSHTD.

Las observaciones simultáneas con NGS a 14 puntos más del territorio Nacional como son (ALTAMIRA, MERIDA, MEXICALI, MONTERREY, OAXACA, TOLUCA y VILLAHERMOSA), como es de apreciarse, se distribuyeron a lo largo del país, coparticipando en este proyecto también el Departamento de Florida de recursos Naturales (FDRN), La Universidad del Estado de Luisiana (LSU), el Laboratorio de Propulsión de Jet (JPL) y como en ocasiones anteriores TDHPT, YPG y NMSHTD.



A mediados de 1993 el INEGI, decidió desplegar en el territorio Nacional un conjunto de puntos de G.P.S. permanentes, conocido como la Red Geodésica Nacional Activa, (RGNA), paralela al NGS, la cual esta operando en forma constante durante las 24 horas, siendo un total de 14 estaciones de la red exceptuando uno (TAMPICO) se inspeccionaron anteriormente en el A-ORDER mediante los proyectos anotados anteriormente y tres de ellos (LA PAZ, CHETUMAL y CHIHUAHUA), se reubicaron al ser descubiertos diversas fuentes de interferencia que afectaban la obtención de datos.

Las coordenadas obtenidas en todas las estaciones que completan la Red Geodésica Nacional Activa mediante lectura de G.P.S., son recomputalizadas en forma conjunta por el INEGI y el NGS, siendo administrada estas 14 estaciones por el INEGI.

LOS SISTEMAS TERRESTRES SEMEJANTES.

Hasta ahora el INEGI ha usado NAD27 como el dato de referencia para todas sus cartas (Hernández Navarro 1993), con el advenimiento del G.P.S., la posibilidad de obtener coordenadas más precisas, esta nueva tecnología tiende a revolucionar no únicamente la disciplina de la Geodesia, sino que a otras disciplinas, en la actualidad los sistemas satelitales mediante G.P.S., ya que son capaces de determinar coordenadas con una precisión de 3 cm., tomando las más rigurosas de las precauciones.

El nuevo dato de referencia utilizado por el INEGI, será el biaxial es decir el Sistema Elipsoidal de Referencia 1980 (GRS80), como se adopto en la XVII Asamblea General de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG), reunidas en Cambera Australia en Diciembre de 1979, véase Mortiz (1992), para la definición de GRS80, adoptando los parámetros del elipsoide.

El anterior elipsoide de referencia esta centrado y orientado respecto a la rotación Internacional (IERS) y al sistema de referencia (ITERF 1992), época 1988 (IERS 1993), el ITRF92, es un marco geocéntrico semejante implementado por la IERS, en París Francia (Feissel y Gambis 1993), que trabaja con la cooperación de varias organizaciones internacionales y centros académicos de investigación.

Las razones para que el INEGI, entre otras prefiera el sistema ITRF serán las siguientes:

1.- El NAD 83 es un dato horizontal establecido fundamentalmente antes de la era del G.P.S. Aunque sus observaciones son Doppler, su marco semejante es relativo al geocentro II VLBI de estaciones conectadas con el NAD 83, cuyos parámetros de transformación se computaron originalmente.

Ninguno de estos puntos del NAD 83 estaba determinado por G.P.S. y esto es causa de ser observados de cerca por VLBI ya que están distribuidos a través de los Estados Unidos y del Continente, ya que uno de esos puntos esta en Alaska y ninguno en México, por lo consiguiente se puede conjeturar que aunque su transformación se puede adaptar a las observaciones clásicas de la geodesia en los términos mencionados en Estados Unidos, estos ajustes pueden ser aproximadamente tan buenos con respecto a las observaciones convencionales disponibles en México, de hecho el INEGI ignora los archivos geodésicos incluyendo Doppler, por lo que actualmente se dispone de los métodos técnicos obtenidos mediante la utilización de G.P.S., que dan un marco de referencia más exacto.

2.- Los siete parámetros adoptados por NGS para la transformación entre un sistemas geocéntrico y el NAD 83 sedan en la mesa 1.

Estos son los "valores promedios", los cuales reales pueden ser ligeramente diferentes de una sección a otra de Estados Unidos, el máximo cambio alcanza 2 m en el componente "y", estas cantidades a juicio del INEGI se considera muy arriba del nivel obtenido mediante G.P.S., con las observaciones actuales, también se comparan en la mesa y, los valores entre la selección de la referencia ITRF92 y el IERS más recientemente sistema ITRF 93 (BOUCHER 1994).

3.- INEGI actualmente esta rehaciendo toda su base de datos digitalizando sus datos cartográficos, por lo consiguiente, hay planos que enmendar, en las futuras publicaciones de cartas y que comprenden el amplio espectro de las diferentes escalas desde las Topográficas hasta las diferentes representaciones temáticas.

Considerando la gran cantidad del trabajo involucrado en la creación y enmienda de las bases de datos geoespaciales se considero que lo mejor es seguir utilizando el sistema de referencia esta será compatible con las observaciones del tiempo verdadero a través de G.P.S.



LA INGENIERIA TOPOGRAFICA Y EL DESARROLLO URBANO EN MEXICO.

ING. NORBERTO QUINTERO FLORES.

La Ingeniería Topográfica como tal ha tenido una presencia notable en el desarrollo y cultura de nuestro país, pero a pesar que en forma embrionaria se dio a partir de la época prehispánica, como fue, la construcción de templos y edificaciones utilizadas para el desarrollo social, como escuelas, mercados, plazas, etc. así como en la traza de pueblos y ciudades, sin dejar de mencionar las portentosas obras de ingeniería hidráulica.

A partir de este desarrollo urbano, el cual fue contemplado con maravilla por los conquistadores de nuestro país, esto por el trazo de las ciudades, dado que las mismas contaban con una magnífica orientación, ubicación territorial y excelente organización social, que se apreciaban con las construcciones que se realizaron conforme al estrato social que cada clase poseía. En estas ciudades y poblaciones se contaba además con los servicios públicos indispensables en esa época, como era la introducción de agua potable, y vías de comunicación, para el abasto de mercaderías de todo tipo, entre otros.

Esto comparado con la vieja Europa, en donde el desarrollo urbano estaba constituido, con calles estrechas en una población apretujada, con privadas y callejones, en donde los servicios públicos como el agua potable era deficiente e insuficiente, daban una sensación de majestuosidad a las ciudades de nuestro México como las metrópolis más avanzadas en el mundo entero. Es por ello que si consideramos al urbanismo como el trazo de ciudades, en donde confluyen una gran cantidad de conocimientos de tipo social, cultural, histórico y técnico, podemos ver reflejado esto como ya lo mencionamos anteriormente, desde el México prehispánico, en donde en forma conjunta con otros grandes desarrollos urbanos que se han encontrado a lo largo de nuestro país, se aprecian en su urbanización y trazo no solo organización social si no que además de contar con una gran precisión técnica, para dotar de todos los bienes urbanos indispensables para que estas pudieran florecer en todos los ordenes.

A partir de la instalación de los Españoles en México, se empezó a trazar la nueva ciudad, sobre las ruinas de la gran Tenochtitlan, edificando las nuevas construcciones, sobre la ciudad conquistada, respetando las grandes avenidas que ya se habían trazado, logrando con ello mantener la traza original.

Estos mismos constructores Españoles al no mantener el concepto urbano que tenían los mexicanos, empezaron a construir sus nuevos barrios o pueblos sin una traza bien definida y orientada que tenían muy arraigado el concepto Europeo, como son las estrechas y sinuosas calles esto lo podemos todavía apreciar en algunas ciudades o barrios, como podría ser el caso de Coyoacan en México y/o de la Ciudad de Guanajuato.

El desarrollo urbano de nuestro país desde la época colonial hasta nuestros días, se puede considerar que se ha desarrollado en forma dinámica ascendente y explosiva, dada la enorme tasa de crecimiento poblacional, ya que constantemente aparecen nuevos centros de población, ubicados en fraccionamientos de diferentes tipos de nivel social, constituyéndose desde los de tipo agrícola o rural hasta los de lujo, nuevas poblaciones que aparecen a todo lo largo y ancho del país, desde las principales capitales hasta las rancherías mas apartadas.

Dentro del estudio de este fenómeno, podemos considerar que las diferentes ramas de la ingeniería, han estado presente ya que de una o de otra forma confluyen estas en forma conjunta en el nacimiento de estos nuevos conglomerados urbanos, ya que al tener que cubrir una serie de necesidades primordiales como son la infraestructura elemental y básica, desde el trazo del nuevo desarrollo urbano, a través de un levantamiento topográfico y posterior lotificación, hasta la introducción de el equipamiento urbano indispensable.

Es por ello que será importante analizar detenidamente la historia del urbanismo en nuestro país, dado que si hacemos una profunda reflexión podemos concluir que hace falta una mejor



Conjugación de todas las Ingenierías que en ella intervienen.

Ya que si bien estas han estado presente desde sus orígenes prehispánicos, hasta nuestros días, en donde el paso de los tiempos han sido testigos en toda la historia urbana que se ha forjado en nuestra nación. Estas deberán interrelacionarse cada vez con mayor profundidad, para lograr que el desarrollo urbano sea cada vez más armonioso y funcional para el bien de nuestro México.

La forma en que se deberán conjuntarse las diferentes disciplinas de la Ingeniería, es en razón a la aportación de todos los conocimientos técnicos y experiencias recabadas a lo largo de nuestra historia desde todos los órdenes social, cultural, histórica, económica y sobre todo técnica, ya que en la creación de cada nuevo centro de desarrollo urbano, deberá contarse con la más avanzada tecnología, en donde confluyen desde el conocimiento del valor de la tierra (avalúos), hasta la culminación de estos proyectos urbanos, en donde intervienen las diferentes ramas de la Ingeniería entre otras:

- La Ingeniería topográfica
- La Ingeniería Civil
- La Ingeniería Municipal
- La Ingeniería Hidráulica
- La Ingeniería Mecánica Eléctrica
- La Ingeniería Electrónica
- La Ingeniería arquitectónica
- La Ingeniería de costos
- Así como el necesario e importante conocimiento de las ciencias antropológicas sociológicas históricas.

Para la debida creación de un nuevo centro de desarrollo urbano, se deberá contar con la construcción de toda una infraestructura urbana, como la introducción de agua potable, red de energía eléctrica, sistemas de captación de aguas pluviales, alcantarillado y drenaje, así como pavimentación, alumbrado público, recolección de basura, transporte público, etc.

Siendo indispensable la ubicación y construcción del equipamiento urbano, como son: escuelas, primarias, secundarias, jardín de niños, mercados, clínicas, hospitales, centro de atención social, etc.

Para la realización de un nuevo desarrollo urbano, se podrán considerar varios aspectos, siendo el primero de ellos el estudio de las necesidades sociales, políticas, culturales y económicas, ya que es de suma importancia saber cual es el objetivo de el nuevo desarrollo urbano, si este es de tipo habitacional, se deberá considerar primero a que clase social será destinado, dado que no se requiera de las mismas necesidades entre uno y otro, estos fraccionamientos o unidades habitacionales se pueden clasificar como:

- Rurales
- Unidades Habitacionales de tipo popular o de interés Social
- Unidades Habitacionales de Interés medio
- Unidades Habitacionales de Interés medio alto.
- Fraccionamientos Populares.
- Fraccionamientos de interés medio
- Fraccionamientos de clase media alta
- Fraccionamientos de lujo.

Para cada uno de ellos, su proyecto y desarrollo será totalmente diferente, así como la infraestructura y el equipamiento urbano. La construcción, ubicación y futuro desarrollo estará dado como ya se ha mencionado anteriormente a partir de una amalgama de conocimientos de las diferentes ramas de la ingeniería que en ella intervienen.

Pero el desarrollo urbano, no sólo se da en el aspecto habitacional, si no que además se va conjuntando con otro de igual importancia, que es el de tipo industrial, comercial y de servicios, ya que la población requiere de una fuente de trabajo, intercambiar el producto de este trabajo en bienes de consumo y tener una serie de servicios que le provean de un bienestar. Es por ello que a la par de los nuevos desarrollos poblacionales, aparecen o se construyen:

- Centros fabriles
- Parques industriales
- Conglomerados de oficinas y servicios como son centro comerciales a plazas comerciales.
- Corredores de industrias ligeras y de servicios.
- Centro de recreación social, etc.

Para que estos nuevos desarrollos urbanos puedan mantenerse y expandirse, se crearan una infraestructura fuerte como son las carreteras, ferrocarriles, puertos y aeropuertos, a través de las cuales se trasladara los productos elaborados o semielaborados para proveer a todos los centro de consumo.



La construcción de grandes presas o de profundos pozos, de donde se obtendrá el agua potable y energía eléctrica, con las cuales se pueda mover no sólo la industria si no que se le de vida a estos desarrollos poblacionales.

Las contrucciones de clínicas y hospitales, escuelas de los diferentes niveles, centros de recreación social, centro de consumo, etc.

Actualmente, tiene una gran importancia el estudio de todos los sistemas ecológicos, dado que se va teniendo cada vez más conocimiento acerca de la importancia que tiene los recursos naturales y su impacto en la sociedad, es por ello que en todo nuevo desarrollo urbano se deberán aplicar estos conocimientos, y determinar el uso racional que debe tener estos recursos y la debida utilización del suelo, con esto se trata de dar fin a la creación caótica y anárquica de nuevos centros urbanos o industriales, que no reúnan los requisitos indispensables para armonizar con las poblaciones ya existentes.

Si a todo lo ya mencionado podemos agregar la historia del desarrollo urbano en nuestro país, se ha manifestado en diferentes etapas históricas y que estas han sido impactadas por causas de tipo político-económico, lo que no ha permitido que esta se haya dado en forma regulada o armoniosa y esto lo podemos observar actualmente en la anarquía urbana existente en la actualidad, sobre todo en las grandes ciudades como son el Valle de México, Guadalajara, Monterrey, etc.

Siendo importante mencionar que para que en el futuro de nuestro país, exista un crecimiento regulado, funcional y armonioso, las diferentes ramas de la Ingeniería, deberán actualizarse constantemente en sus conocimientos, para que estos se apliquen en forma adecuada, esta formación no sólo deberá de partir de los niveles académicos, si no que será de una educación continua y constante dado que tendrá como objetivo final, el mejoramiento de la sociedad en su conjunto.

En conclusión, podemos mencionar que la Ingeniería Topográfica, en forma conjunta con otras ramas de la ingeniería, ha estado presente a lo largo y ancho de nuestra historia, dado que ha intervenido desde la época prehispánica hasta en la actualidad, en el diseño y construcción de pueblos y ciudades, en el proyecto de las diferentes vías de comunicación, elaboración de cartas y planos urbanos y rurales, en

Industria minera, en los sistemas Hidráulicos y de energía eléctrica, etc.

La Ingeniería Topográfica dentro del desarrollo urbano, se puede considerar como la punta de lanza que abre la primera brecha para proveer de los primeros elementos técnicos como son los planos y cálculos necesarios a las demás ramas de la ingeniería, para que estas puedan proyectar y planificar adecuadamente los nuevos desarrollos urbanos.

Una vez proyectados estos nuevos desarrollos urbanos, nuevamente aparece el ingeniero Topógrafo, para darle forma a los proyectos, interviniendo activamente en la construcción de los mismos.

Esta es la importancia de la Ingeniería topográfica, que en forma conjunta con las nuevas ingenierías afines, son actores del México que todos queremos para nuestros hijos.





COLEGIO DE INGENIEROS TOPOGRAFOS, A.C.

MIEMBRO DE LA UNION MEXICANA DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS
MIEMBRO DEL FORO NACIONAL DE COLEGIOS DE PROFESIONISTAS
FEDERACION GENERAL, A.C.

PALACIO DE MINERIA
TACUBA No. 5 DESP. 7-A

TEL. 512-1774
06000 MEXICO, D.F.

México, D.F. a 15 de Octubre de 1997.

CONVOCATORIA

El XIII Consejo Directivo del Colegio de Ingenieros Topógrafos A. C., se dirige a todos los socios para hacer de su conocimiento que a partir de esta fecha y en base a los estatutos que rigen a nuestro Colegio conforme al Artículo 34º, Fracción I en que se mencionan.

I.-...Quedará abierto el periodo para el registro de planillas las que deberán ser registradas en la Secretaría Administrativa del Consejo.

II.- Un mismo miembro podrá figurar en dos planillas para el mismo o diferente cargo.

III.- Que en cada una de las planillas deberán figurar los nombres y firmas de los candidatos que acepten su postulación a los puestos del consejo y el nombre del representante de cada planilla y sus respectivos suplentes, los cuales integrarán la comisión de escrutinio junto con dos miembros del consejo designados por esta.

IV.- Que es requisito indispensable para el registro de una planilla que los candidatos sean miembros activos y que sea apoyada con las firmas de por lo menos el 20% de estos.

V.- La votación se hará por planilla..."

Por lo antes expuesto se convoca a todos los socios para su conocimiento y el debido cumplimiento a los estatutos que rigen a nuestro Colegio.

ATENTAMENTE

ING. NORBERTO QUINTERO FLORES
PRESIDENTE

ING. MARIO RUGERIO LUNA
SECRETARIO ADMINISTRATIVO

LA INGENIERIA TOPOGRAFICA AL SERVICIO DE MEXICO



EL PORQUE DE NORMAS, ESPECIFICACIONES Y METODOLOGIAS EN GEODESIA.

M. C. RAFAEL SOSA TORRES

El desarrollo de este trabajo tuvo su origen en una serie de conferencias que el autor, en su calidad de asesor técnico del grupo de trabajo en geodesia del Comité Técnico Consultivo de Información Geográfica, dictará en tres sesiones de trabajo, por acuerdo del mismo, durante los meses de Septiembre y Octubre de 1980.

Dichas exposiciones estuvieron orientadas a ilustrar el criterio del grupo en lo que respecta a los aspectos conceptuales y de fondo relacionadas con la necesidad de desarrollar especificaciones en materia geodésica, a fin de sentar las bases para emprender la tarea que se ha impuesto en relación con la formulación de tales especificaciones, de modo que éstas tengan la necesaria racionalidad, congruencia y adecuación a las necesidades del país, y puedan proponerse en su oportunidad para que sean de aplicación general.

1.- En general, el ser humano está interesado en describir las propiedades, características o comportamientos de los diversos objetos que nos rodean y que conocemos como Espacio Físico.

2.- Para lograr la descripción de objetos del Espacio Físico tenemos que enfrentarnos al problema de evaluar cuantitativamente los parámetros más sobresalientes de dichos objetos. Para lograr esta evaluación se hace necesario idealizar el objeto a través de un modelo Geométrico del mismo extraído del Espacio Geométrico en donde sobresalgan los parámetros a evaluar. El modelo Geométrico es entonces comparado con un Modelo Matemático (Formulación Matemática del problema) extraído del Espacio Matemático y con lo cual estamos en posibilidad de evaluar cuantitativamente los parámetros de interés del objeto en cuestión.

Esta evaluación requiere contar con observaciones (representación numérica de cantidades físicas p. e. distancias, ángulos, áreas, etc). El medio para obtener las observaciones se conoce como Medición (levantamiento). Las mediciones se hacen comparando la cantidad física por determinar con escalas predefinidas como estándares.

3.- Algunas veces deseamos evaluar algo que puede medirse directamente p. e. un distancia, un ángulo.

Otras veces, el parámetros buscado no puede medirse directamente p. e. el área de una extensión considerable de terreno. En este caso el valor del parámetro debe deducirse de los resultados de las observaciones de muestras.

Se establece una relación matemática entre las observaciones y el parámetro de interés y se realizan los cálculos respectivos.

El problema se va complicando a medida que lo hacen los parámetros a determinar p. e. determinar los parámetros orbitales de un satélite a partir de observaciones angulares sobre la superficie terrestre es un buen ejemplo de cálculo complicado.

4.- Debido a nuestras propias limitaciones en la concepción del experimento de interés, o al límite de resolución del aparato de medición empleado o a la técnica usada, etc., las cantidades físicas nunca pueden medirse perfectamente. Es decir, nunca conoceremos su valor "verdadero". Todo lo que podemos hacer es "estimarlas" lo mejor posible (con precisiones mayores a las dadas por el aparato y técnicas empleadas).

Para fines prácticos se desea que las "estimaciones" sean únicas. También se requiere saber "que tan buena" (el grado de confianza) es la estimación.

5.- Es una bien establecida regla científica que la primera vez que se mide una cantidad que la primera vez que se mide una cantidad física el valor obtenido está lejos del "valor verdadero". A medida que repetimos las mediciones y que refinamos la técnica y el método los resultados se acercan asintóticamente el valor verdadero. En otras palabras, con fines de "estimación" de las cantidades físicas de interés se hacen mediciones redundantes de las mismas, sin embargo, más allá del límite de precisión las mediciones redundantes no son iguales, son inconsistentes.



6.- Estas inconsistencias se conocen en general como *Dispersión*. Los causales de la dispersión se conocen en general como *Errores* (Webster define el "error" como la diferencia entre el valor observado o calculado y el valor verdadero).

Si conocemos estos causales podemos intentar aplicar correcciones para eliminarlas. La experiencia ha demostrado que la secuencia de aplicación de las correcciones es como sigue: *Encontrar y corregir*;

a.- *Equivocaciones, Yerros, Errores ilegítimos*.- Son equivocaciones o errores gruesos en las mediciones o cálculos imputables a falta de cuidado del operador o calculista. Se pueden detectar por repetición de las mediciones o chequeos externos (p.e. sustitución del resultado en la ecuación original).

b.- *Errores Sistemáticos*.- Ocurren un mismo signo y frecuentemente con una magnitud constante durante las mediciones, se deben a falla del equipo, de calibración, de técnica o método.

Sólo si podemos expresar matemáticamente las correcciones en función de los causales (definidas como cantidades físicas medibles) podemos eliminar estos errores. Otra posibilidad, es seguir ciertas técnicas al hacer las mediciones para eliminar o al menos minimizar su efecto.

c.- *Errores Accidentales, Al Azar, Aleatorios, Causales*.- Para propósitos prácticos se consideran como tales a todos los errores remanentes después de eliminar las equivocaciones y los errores sistemáticos. Son numerosos, pequeños individualmente y cada uno tienen la misma probabilidad de ser positivo o negativo. Su importancia radica en el hecho de ser prácticamente inevitables por lo que se dice que "las observaciones contienen errores accidentales".

7.- La "exactitud" en la determinación de la cantidad física en cuestión (por "exactitud" entendemos la medida que nos indica cuanto nos aproximamos al valor verdadero, es decir, es una medida de lo correcto del resultado) depende de lo bien que podamos controlar o compensar las equivocaciones y los errores sistemáticos.



8.- La "precisión" en la determinación de la cantidad física en cuestión (por "precisión" entendemos la medida que nos indica lo exacto que el resultado fue determinado sin tomar en cuenta lo que ese resultado signifique, es decir, es una medida de lo reproducible del resultado) depende de lo bien que podamos sobrepasar o analizar los errores aleatorios.

La "precisión absoluta" indica la magnitud de la incertidumbre en el resultado en las mismas unidades que el resultado.

La "precisión relativa" indica la incertidumbre en términos de una fracción del valor del resultado.

Así mismo, la precisión de un resultado experimental depende mucho del modo en que este resultado es escrito. Esta precisión depende de las "figuras significativas" del resultado lo que nos lleva a analizar problemas de acondicionamiento numérico, truncación y redondeo de cantidades experimentales.

Los "errores aleatorios" son las fluctuaciones en las observaciones que hacen que los resultados sean diferentes. Para reducir estos errores es esencial repetir las mediciones, mejorar la metodología y refinar las técnicas e instrumentos y equipos empleados.

9.- En este punto resulta obvia ya la necesidad de contar con normas, especificaciones y metodologías que "garanticen" una exactitud y precisión en la determinación de cantidades físicas según se requieran para satisfacer una necesidad particular o grupo de necesidades. Según los requerimientos particulares, se pueden tener órdenes y clases para las cuales se tienen normas, especificaciones y metodologías específicas.

10.- Resumiendo.- Podemos considerar que en todo proceso del mundo físico es necesario contar con normas, especificaciones y metodologías para:

- a) Detectar los objetos de interés.
- b) Detectar los parámetros (cantidades físicas) a determinar.
- c) Delimitar el espacio físico donde se encuentran estos objetos.
- d) Estimar el grado de exactitud, precisión y consistencia requeridos clasificándolos en órdenes y clases.
- e) Seleccionar los modelos geométricos de los objetos de interés.
- f) Seleccionar los modelos matemáticos adecuados.

- g) Establecer el Sistema de Medición.
 - i.- Escalas patrones o marcos de referencia.
 - ii.- Equipos e instrumentos.
- h) Establecer las metodologías para las mediciones.
- i) Establecer las metodologías para los cálculos.
- j) Establecer las metodologías para análisis y evaluación de resultados.

11.- Aplicando estas ideas al caso concreto de la geodesia recordaremos que esta ciencia tiene por objeto determinar la forma y dimensiones de toda la tierra o de grandes porciones de ella, incluyendo su campo de gravedad, en un espacio tridimensional que varía con el tiempo.

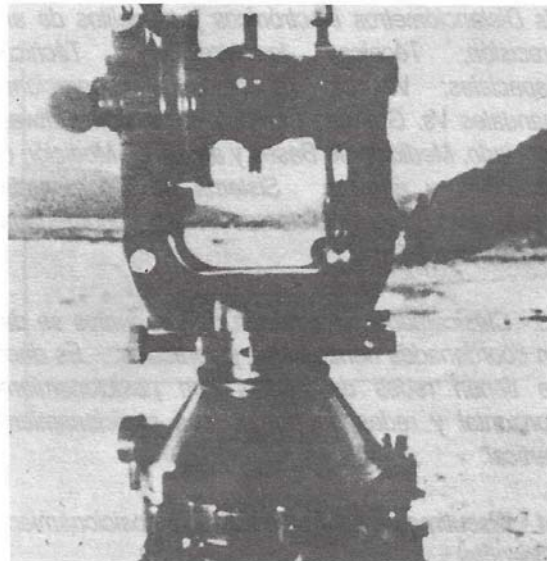
Se subdivide en tres disciplinas:

- I.- Posicionamiento terrestre.
- II.- Determinación del campo de gravedad.
- III.- Determinación de los movimientos de la corteza terrestre.

12.- Discutamos sólo el posicionamiento Terrestre.

- a) Los objetos de interés son puntos y redes de puntos a posicionar sobre la superficie de la tierra.
- b) Los parámetros a determinar son coordenadas en un Sistema de Referencia dado y dependen de la técnica de medición empleada:

- I.- Terrestre: las posiciones (coordenadas) de los puntos se derivan de mediciones de ángulos, distancias o elevaciones a través de un proceso de integración.
- II.- Extra-terrestre: se basan en observaciones a objetos extraterrestres p.e. Satélites artificiales o cuerpos celestes.



c) El espacio físico de trabajo se delimita por toda la tierra. Sin embargo, la "figura de tierra" tiene diferente significado según la forma en que se use y la exactitud y precisión requerida.

I.- Para los topógrafos e hidrógrafos, que realizan posicionamiento en áreas relativamente pequeñas, la tierra es plana.

II.- Para los cálculos de posicionamiento navegacional, o astronómicos la tierra está representada por una esfera.

III.- Para los geodestas interesados en medir los movimientos relativos de la corteza terrestre la forma de la tierra está dada por el geoide (aproximado por un elipsoide geocéntrico).

d.- El grado de exactitud, precisión y consistencia de las coordenadas de los puntos posicionados dependen del uso que se les vaya a dar. Una simplificación útil y no siempre realista es contar con redes de posicionamiento de:

I.- Orden Cero.- Establecer el Sistema de Referencia.

II.- Primer Orden.- Red Básica.

III.- Segundo Orden.- Red de Densificación.

IV.- Tercer Orden.- Red de Aplicaciones Específicas.

e.- Los modelos geométricos, dependen de las técnicas de posicionamiento: Terrestres, extraterrestres.

Los modelos matemáticos, los sistemas de medición y las metodologías tanto para el levantamiento como para el cálculo y evaluación de resultados dependen fundamentalmente del avance científico y tecnológico.

P.e. Ecuaciones trigonométricas y logaritmos Vs Algebra Lineal y Matricial Moderna; Cintas y tránsito Vs Distanciómetros electrónicos y teodolitos de alta precisión; Técnicas terrestres Vs Técnicas Espaciales; Valores Tabulados y operaciones manuales Vs. Grandes Computadoras, con Software asociado, Medición de Bases y ángulos - Medición de distancias y ángulos, Sistema de Coordenadas Geodésicas Vs Sistemas de coordenadas Geocéntricas, Etc.

13.- Clásicamente, la posición de los puntos se dan en coordenadas horizontales y verticales. Es decir, se tienen redes de puntos con posicionamiento horizontal y redes de puntos con posicionamiento vertical.

14.- Discutiremos aquí algo sobre el posicionamiento horizontal.

- Para poder determinar las coordenadas horizontales de los puntos (Vértices) de la Red se requieren ciertas condiciones iniciales: Las coordenadas de un punto inicial (punto datum) y la dirección (azimut) a otro punto. La necesidad de elegir las condiciones iniciales dicta la selección del sistema de coordenadas (en técnicas terrestres). Este sistema es normalmente un sistema elipsoidal o alguno relacionado con él a través de transformaciones conformes. La forma y tamaño del elipsoide se prescriben de antemano y se posiciona dentro de la tierra de una manera más o menos arbitraria. De esta forma se tiene un Sistema Geodésico (NAD27 por ejemplo) que difiere significativamente de un Sistema Geocéntrico. En un Sistema Geodésico la exactitud de las coordenadas se deteriora con la distancia a la que un punto cualquiera se encuentra del punto inicial. Una fórmula empírica para calcular la desviación estándar de una posición horizontal con respecto al punto inicial está dada para el NAD 27 por:

$$\sigma = kd^{2/3}$$

donde K depende del diseño de la Red así como de los procedimientos de observación y cálculo.

Para redes de primer orden:

$$K = 4 \times 10^{-2} \text{ m/(Km)}^{2/3}$$

La precisión relativa entre cualquier par de puntos de la red fácilmente debe ser de 10-5.

15.- Como es bien conocido, las técnicas para obtener posicionamiento horizontal son: triangulación, trilateración y poligonal.

El método más simple para extender el posicionamiento es a través de poligonal. En una poligonal se inicia con una posición y azimut conocidos y se llega a un punto final midiendo ángulos y distancias entre puntos intermedios. Las mediciones angulares nos permiten calcular la dirección de cada línea. La medición de cada línea nos permite calcular la posición de cada punto. Si la poligonal llega a otro punto de coordenadas conocidas o regresa al punto inicial, se dice que es una poligonal cerrada, de lo contrario se dice que es abierta. (ver figura).



16.- El avance tecnológico y científico permite toda una gama de posibilidades para hacer el posicionamiento terrestre. El topógrafo puede elegir actualmente sobre 40 modelos de instrumentos EDM amén de cintas y longímetros, más de 100 modelos de teodolitos y niveles, y cuenta con múltiples técnicas de levantamiento y cálculo.

17.- En nuestro caso, la técnica de medición está ya determinada: Medición de lados y ángulos.

Pero los ángulos pueden medirse con una exactitud de una fracción de segundo o con un teodolito de 1". Algo similar podemos decir de las distancias.

Para poder determinar técnicas y equipos adecuados a emplear debemos antes que nada tener una idea de la exactitud requerida en el proyecto.

18.- Normalmente, el proceso de propagación de errores es usado en forma reversible para determinar metodologías, técnicas, equipos, etc.

Para ésto, recordemos que una vez que los errores sistemáticos y las equivocaciones son eliminadas, nos quedamos sólo con los errores accidentales.

- Para medir la precisión (de algún modo medida también de exactitud) se utiliza el error estándar, desviación estándar, raíz del error medio cuadrático o error medio cuadrático, simbolizado generalmente por " σ ".

La teoría de los errores accidentales indica que si todas las mediciones de una cantidad "X" se miden del mismo modo, entonces el 68% de las mediciones estarán en el intervalo $(X-\sigma)$, $(X + \sigma)$ y 32% de las mediciones estarán fuera.

Esto es, se tiene una probabilidad o intervalo de confianza de 68% de que la cantidad "X" se encuentra en ese intervalo.

La teoría estadística demuestra las siguientes probabilidades:

0.67 σ - 50 % 2.58 σ - 99 %
1.0 σ - 68 % 3.00 σ - 99.7 %
1.96 σ - 95 %

0.67 σ también se conoce como "error probable".

En la práctica, el 99% de probabilidad se acepta como el grado de certeza; por lo tanto, 2.58 σ es el error

Máximo permisible o límite de tolerancia en las mediciones. En la actualidad y sobre todo en pre-análisis y diseño de redes de posicionamiento, se emplea 3" como límite de tolerancia.

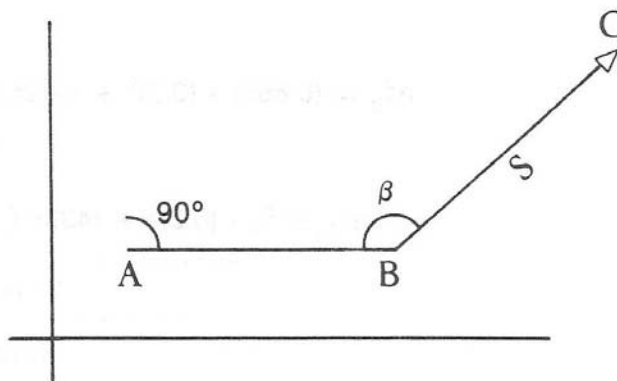
Por otra parte, las coordenadas de los puntos no se pueden obtener sino por cálculo usando los ángulos y las distancias. Para saber su exactitud, nos vemos en la necesidad de propagar errores. La ley de propagación de errores indica que si una función F depende de varias mediciones independientes $X_1, X_2, \dots, X_n$ con desviaciones estándar $\sigma_{X_1}, \sigma_{X_2}, \dots, \sigma_{X_n}$, Su correspondiente σ_F se obtiene de :

$$\sigma_F^2 = \left(\frac{\partial F}{\partial X_1} \right)^2 \sigma_{X_1}^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial X_2} \right)^2 \sigma_{X_2}^2 \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial X_n} \right)^2 \sigma_{X_n}^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial F}{\partial X_i} \right)^2 \sigma_{X_i}^2$$

Ejemplos:

Supóngase que se hizo un levantamiento tal como se indica en el diagrama. Se midieron el ángulo B y la distancia S.

Para obtener las coordenadas del punto C. Las coordenadas de los puntos A, B son conocidas y libres de error. ¿ Cuáles son las desviaciones estándar de las coordenadas X_c Y_c si $\sigma_S = 2$ cm. $\sigma_B = 10''$?



Datos:

$$\begin{aligned} X &= 1000 \text{ m} & \overline{S} &= 500.00 \text{ m} & \sigma_s &= 2 \text{ cm} \\ Y &= 200 \text{ m} & \overline{\beta} &= 120^\circ 00' 00'' & \sigma_\beta &= 10'' \\ & & \overline{\alpha}_{AB} &= 90^\circ 00' 00'' & & \end{aligned}$$

$$Y_c = Y_B + S \cdot \cos(\overline{\alpha} + \overline{\beta} - 180^\circ) = 200 + 500.0 \times 0.866 = 633 \text{ m}$$

$$X_c = X_B + S \cdot \sin(\overline{\alpha} + \overline{\beta} - 180^\circ) = 1000 + 500.0 \times 0.500 = 1250 \text{ m}$$

$$\sigma_{Y_c}^2 = \left(\frac{\partial Y_c}{\partial S} \right)^2 \sigma_s^2 + \left(\frac{\partial Y_c}{\partial \beta} \right)^2 \sigma_\beta^2$$

$$\sigma_{X_c}^2 = \left(\frac{\partial X_c}{\partial S} \right)^2 \sigma_s^2 + \left(\frac{\partial X_c}{\partial \beta} \right)^2 \sigma_\beta^2$$

$$\frac{\partial Y_c}{\partial S} = \cos(\alpha + \beta - 180^\circ) = 0.866$$

$$\frac{\partial Y_c}{\partial \beta} = -S \cdot \sin(\alpha + \beta - 180^\circ) = -250$$

$$\frac{\partial X_c}{\partial S} = \sin(\alpha + \beta - 180^\circ) = 0.500$$

$$\frac{\partial X_c}{\partial \beta} = S \cdot \cos(\alpha + \beta - 180^\circ) = 433$$

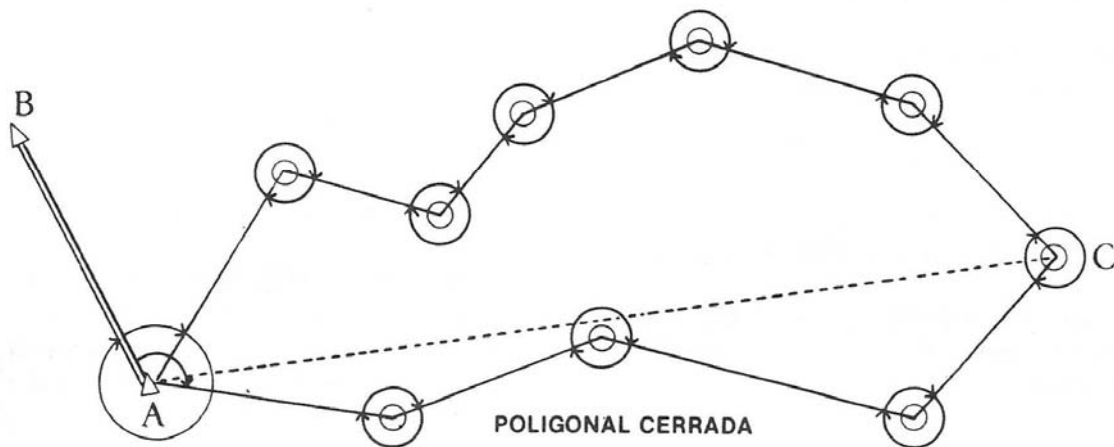
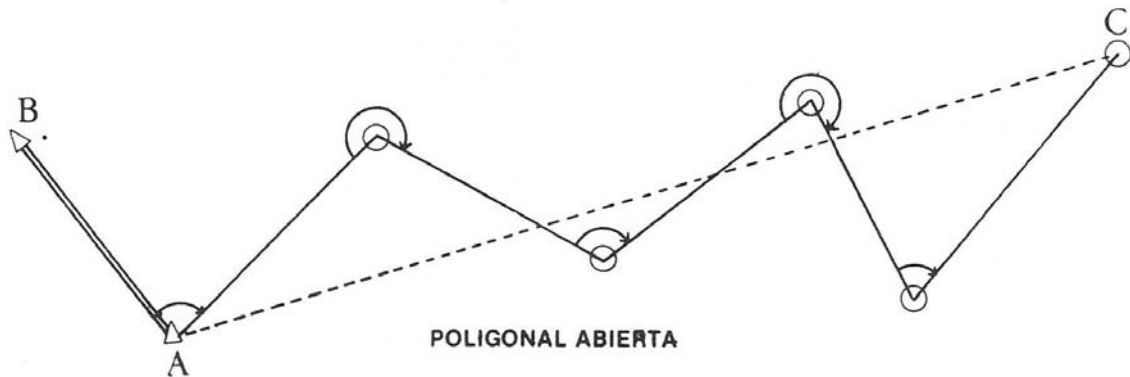
$$\sigma_{Y_c}^2 = (0.866)^2 \times (0.2)^2 + (-250)^2 \left(\frac{10''}{206265} \right)^2 = 0.00045 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{X_c}^2 = (0.5)^2 \times (0.2)^2 + (433)^2 \left(\frac{10''}{206265} \right)^2 = 0.00056 \text{ m}^2$$

Esto es:

$$\sigma_{Y_c} = 2.1 \text{ cms} ; \quad \sigma_{X_c} = 2.4 \text{ cms}$$





DATOS CONOCIDOS

Lat. y Long. punto A
Azimut de la línea AB

DATOS MEDIOS

Lados de la poligonal
Angulos entre los lados

DATOS CALCULADOS

Lat. y Long. del punto C y de los otros puntos
Distancia y Azimut línea AC
Distancia y Azimut entre cualquier par de puntos



19.- Si algunos errores sistemáticos no pueden ser eliminados p.e. errores de calibración de cintas: errores de graduación en teodolitos, error cero en instrumentos EDM, etc. estos errores también pueden propagarse. En nuestro caso se tiene:

$$\delta_F = \frac{\partial F}{\partial X_1} \delta_{x_1} + \frac{\partial F}{\partial X_2} \delta_{x_2} \dots + \frac{\partial F}{\partial X_n} \delta_{x_n} = \sum_{i=1}^n \frac{\partial F}{\partial X_i} \delta_{x_i}$$

donde:

por millón, partes por mil, etc. p.e.

δF = error sistemático en la Función F .

Si $\sigma_s = 1$ cm; $S = 2\,000$ m.

δ_i = errores sistemáticos en las observaciones.

$$\sigma_s/S = \frac{1}{2 \times 10^5} = \frac{1}{200\,000} = 5 \text{ ppm}$$

Nótese que aquí la propagación es lineal.

Se conoce como error total a la combinación de los errores sistemáticos y accidentales:

$$\sigma_{TF} = \sqrt{\sigma_F^2 + \delta_F^2}$$

- Esta precisión depende de la calidad del equipo, de la calidad del observador y del entendimiento de las fuentes de error que afectan este procedimiento.

20.- Aprendamos algo acerca de los valores que podemos esperar para σ en mediciones angulares.

22.- Principios Básicos y Clasificación de EDM.

Las mediciones angulares se ven afectadas por los siguientes tipos de error observaciones e instrumentales:

Los instrumentos EDM se clasifican según el tipo de radiación electromagnética utilizada como señal para medición de distancias. La tabla siguiente da los grupos de instrumentos más comunes usados en medición de distancias.

- Errores en los ejes del teodolito: Lectura en 2 posiciones.
- Centrado - Acc
- Nivelado
- Apuntado - Acc
- Lectura - Acc
- Inestabilidad del tripié o torre
- Errores de Refracción.

- Generalmente, entre menor es la longitud de onda, mayor es la precisión. También entre mayor es la longitud de onda mayor es la penetración a la neblina y el smog.

De su análisis y de la precisión deseada podemos determinar el mejor teodolito a usar. La discusión particular de cada uno de estos conceptos está más allá del propósito de estas notas.

Por lo tanto, los instrumentos de microondas son menos precisos que los electro-ópticos. Sin embargo, son aconsejables sobre grandes distancias y malas condiciones atmosféricas. Los instrumentos electro-ópticos son útiles sólo con buena visibilidad.

21.- Dado que la medición con cintas es algo bien conocido, digamos algunas palabras a la medición con instrumentos EDM.

Los instrumentos infrarrojos son útiles sólo en distancias cortas.

En medición de distancias, la precisión se expresa como la razón de la desviación estándar σ , a la distancia S . Esto es σ/S . Se expresa en partes por

Todos los Instrumentos EDM usan el mismo principio:

Un transmisor emite continuamente una señal (haz de ondas) modulada que es reflejada o retrasmiteda por el receptor al trasmisor.



La diferencia de fase entre la señal emitida y la reflejada se mide en el trasmisor. La distancia a medir contará con un número "m" de "medias longitudes de ondas". La diferencia de fase se transforma en una fracción "U" que se le suma a las medias longitudes de onda. Esto es, la distancia S entre dos puntos será:

$$S = U + m \frac{\lambda}{2}$$

Para poder encontrar a "m" la medición se tiene que repetir con "dos" o "más" longitudes de onda diferentes.

23.- Errores en instrumentos EDM.

La manera de contar con alguna idea de estos errores consiste en recordar que la longitud de onda λ es función de la frecuencia de modulación "f" y de la velocidad de propagación "v" de las ondas electromagnéticas.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

En 1957 se aceptó que la velocidad de propagación en el vacío "C" era de

$$C = 299792.5 \text{ Km/s} + \sigma_s = 0.4 \text{ Km/seg.}$$

En la atmósfera "v" siempre es menor que C. V se puede obtener de:

$$V = \frac{C}{n}$$

donde n = índice refractivo del aire, n está en función de la densidad del aire y de la longitud de onda utilizada para hacer la medición.

Está en el rango:

$$1.0 \leq n \leq 1.0003 \quad (\text{condiciones atmosféricas promedio})$$

Su valor exacto puede determinarse con mediciones de temperatura, presión barométrica, humedad del aire a lo largo de la línea medida.

Por lo tanto el valor de " " se desconoce al momento de la medición, a menos que conozcamos "n" y determinemos:

$$\lambda = \frac{C}{nf}$$

Normalmente "f" es una cantidad estable que se puede determinar con gran precisión.

Los fabricantes normalmente dan un valor que corresponde a condiciones atmosféricas específicas con una n1 definida.

Por lo tanto, se tiene:

$$\lambda_1 = \frac{C}{n_1 f}$$

También la distancia registrada por el instrumento EDM será igual a:

$$S_1 = U_1 + m \frac{\lambda_1}{2}$$

donde U, es una fracción de $\lambda_1/2$.

Si durante la medición se tiene $n = n_2 \neq n_1$ entonces se tiene:

$$\lambda_2 = \frac{C}{n_2 f} \quad \text{y la distancia correcta sería.}$$

$$\text{Pero } \lambda_2 = \lambda_1 \frac{n_1}{n_2} \quad S = U_2 + m \frac{\lambda_2}{2}$$

Por lo tanto, la distancia correcta puede obtenerse de:

$$S = U_1 \frac{n_1}{n_2} + m \lambda_1 \frac{n_1}{n_2} = \boxed{S_1 \frac{n_1}{n_2}} \dots *$$

Esta es la ecuación básica para corregir una medición hecha bajo condiciones atmosférica diferentes a las especificadas por el instrumento.



INSTRUMENTOS EDM MICROONDAS

(longitud de onda $\lambda = 3 \text{ cms}$)

MODELO	RANGO		PRECISION
Telurómetros	60 Km	1.5cm + 5ppm	
Tel. MRS-4	30 Km	0.3cm + 5ppm	* $\lambda = 8\text{mm}$.
Electrotape DM20	60 Km	1.5cm + 5ppm	

INSTRUMENTOS EDM LASER (ELECTRO-ÓPTICOS)

$\lambda = 0.63\text{Mm}$ (He-En) laser

Mm 0.9 Mm (Ga-As) diodos

Geodímetro AGA-8	50 Km	6mm + 2ppm.
---------------------	-------	-------------

INSTRUMENTOS EDM INFRARROJOS

$\lambda = 1 \text{ Mm}$ (10)

DI - 10	2 km	10mm + 2ppm
DI - 3	0.5 km	10 mm.

- Debido a que el centro electrónico del instrumento EDM usualmente no coincide con el centro de plomada, se debe determinar y añadirle a la distancia calculada, lo que se conoce como corrección cero Z_0 ; $S + Z_0$ corresponde a una distancia espacial medida entre los dos puntos siguiendo la trayectoria electromagnética.

Esto es, despreciando el efecto de n_1 y n'' en U_2 :

$$\sigma_{S_0}^2 = \sigma_u^2 + \left(\frac{m}{2n_1 f} \right)^2 \sigma_c^2 + \left(\frac{Cm}{2n_1 f^2} \right)^2 \sigma_f^2 + \left(\frac{Cm}{2n^2 f} \right)^2 \sigma_n^2 + \sigma_{Z_0}^2 + \sigma_{\Delta S}^2$$

La distancia reducida final " S_0 " se calcula de:

$$S_0 = S_1 \frac{n_1}{n_2} + Z_0 + \Delta S$$

Esta ecuación se puede simplificar haciendo:

$$2S = m \lambda = m \frac{C}{nf} \text{ y sustituyendo.}$$

Donde ΔS incluye todas las correcciones necesarias para reducir la distancia medida a un plano de referencia.

Con lo que nos queda:

$$\sigma_{S_0}^2 = \sigma_u^2 + S^2 \left[\left(\frac{\sigma_c}{C} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_f}{f} \right)^2 \right] + \left(\frac{\sigma_n}{n} \right)^2 + \sigma_{Z_0}^2 + \sigma_{\Delta S}^2 \dots$$

- Para conocer la precisión de un instrumento particular se tiene que hacer el análisis de todas las posibles fuentes de error. Poniendo.

La precisión, en los instrumentos EDM se da normalmente en la forma general:

$$S_0 = U_1 \frac{n_1}{n_2} + m \frac{C}{2nf} + Z_0 + \Delta S$$

$$\sigma_s^2 = a^2 + b^2 S^2$$

Y aplicando la ley de propagación de errores encontramos $\sigma_{S_0}^2$.

o en forma aún más simplificada:

$$\sigma_s = \pm a \pm bS$$



Estas expresiones se obtienen poniendo:

$$a^2 = \sigma_u^2 + \sigma_{z0}^2$$

$$b^2 = \left(\frac{\sigma_c}{C} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_f}{f} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_n}{n} \right)^2$$

Nótese que $\sigma_{\Delta s}^2$ se omite en esta expresión.

σ_c = error en la velocidad de propagación en el vacío

σ_f = error en la frecuencia de modulación.

σ_n = error en la Índice refractivo

σ_u = error en la determinación de la diferencia de fase.

σ_{z0} = error en la corrección de calibración (error cero)

- Ahora queda claro por qué en los instrumentos EDM las precisiones se dan en dos partes: "a" y "b" (en ppm).

La discusión separada de todas estas fuentes de error está más allá alcance de estas notas.

24.- Errores en Poligonación.

Esta es una materia muy complicada. Sólo mencionaremos algunos hechos para poligonales abiertas y cerradas.

- Poligonal Abierta.-

a.- No existen coordenadas ni azimut.- No se puede ajustar

b.- Se conocen las coordenadas del punto final: Se pueden ajustar las distancias: No hay forma de checar las mediciones angulares.

c.- Se conoce el azimut del punto final: Se puede tener ajuste angular.

- Poligonal Cerrada.- Poligonal con control en sus extremos.

a.- Chequeo angular:

- Angulos exteriores (sentido de las manecillas del reloj):

$$\Delta\beta = (n + 2) 180^\circ - \sum_{i=1}^n \beta_i$$

- Angulos interiores (sentido contrario).-

$$\Delta\beta = (n - 2) 180^\circ - \sum_{i=1}^n \beta_i$$

- Errores en longitudes y errores laterales son controlados a través de las coordenadas y control azimutal.
- Errores en mediciones angulares se detectan con un control astronómico. Tener en cuenta la corrección por convergencia de meridianos.
- Para encontrar el ángulo equivocado. Se calcula la poligonal a partir de ambos extremos, el ángulo equivocado da las mismas coordenadas en ambos sentidos.
- En los puntos de unión de varias poligonales se obtienen la Media pesada para las coordenadas de esos puntos.



¿Fractales?

(La medición de objetos irregulares, sinuosos, con infinitos detalles y de infinita longitud)

*Es indicio de una mente educada
contentarse con el grado de precisión que
admite la naturaleza del asunto, y no buscar
exactitud cuando sólo es posible una aproximación.
Aristóteles, Ética Nicomaquea*

por

Ing. José de Jesús Campos Enriquez

Egresado de la Escuela Superior Ingeniería Mecánica y Eléctrica, ESIME, del IPN, en donde cursó estudios de Ingeniería en comunicaciones Eléctricas y Electrónica; trabajó en la hoy Dirección General de Geografía de 1970 a 1994 en las áreas de fotogrametría y cartografía topográfica, llegando a ser Coordinador de Producción. Actualmente se desempeña como consultor de fotogrametría digital.

RESUMEN

En la física moderna existe el principio de la incertidumbre, que muestra la interrelación existente entre el sujeto que mide y el objeto a ser medido; dicho principio establece que no es posible medir con perfecta exactitud, simultáneamente, la posición y la energía de una partícula, debido a las perturbaciones introducidas por el observador al momento de la medición. Tomando como punto de partida este principio y a la luz de la variedad de cifras que se dan para cuantificar ciertos aspectos de la geografía física de México, el objetivo del presente artículo es el de analizar, desde el punto de vista cartográfico, las posibles causas de tales discrepancias para, en su caso, proponer una alternativa de solución. Seguidamente, se analiza ésta, en base a la geometría fractal y del concepto de dimensión fractal, para concluir con una breve descripción de las acciones que, eventualmente, habrían de seguirse.

INTRODUCCION

¿Cuál es la superficie del país? ¿Cuál es la longitud de la frontera entre México y los EUA? Estas son el tipo de preguntas que se suelen formular en las clases de geografía y a las que se les dan respuestas en innumerables textos y en diversas publicaciones, tales como, por ejemplo, el Anuario Estadístico o la Agenda Estadística, publicadas por el INEGI, y dichas repuestas suelen diferir, en mayor o menor

medida.[ver la tabla I] Preguntas similares se suelen hacer con respecto a los límites internacionales o interestatales, la extensión de los ríos, etc., con similares respuestas

Basados en las figuras de la geometría euclídeana, que es la única que conocemos la mayoría de nosotros, conformada principalmente por líneas y planos, círculos y esferas, triángulos y conos, estamos acostumbrados a pensar que no hay mayor problema técnico en el acto de medir: los resultados obtenidos dependerán de los instrumentos de medición que usemos, de que tan cuidadosamente los empleemos y de si estamos midiendo el objeto o un modelo del mismo.

Sin embargo y pese a lo anterior, en la mayoría de los textos en los que se proporcionan las dimensiones de ríos, fronteras, costas, no se hace referencia alguna respecto de los tres factores mencionados y, lo que es peor, ni siquiera se menciona una fuente: se da por hecho que alguien ya hizo la(s) medición(es) y se da por hecho que los aspectos de precisión y exactitud no tienen mayor relevancia, por lo que al comparar las cifras proporcionadas por las diferentes fuentes nos encontramos con los resultados mas disímiles! [ver la tabla I y en especial las columnas a, b y c]



TABLA I

CONCEPTO	a	b	c	d	e	f	g	h (7)	i	j
Frontera USA	2 369		3 125 (4)	3 326 (6)	3 117	3 326	3 326	3 117.9	3 107	3 107
Frontera Guatemala	962			871	943	871	871		959.1	959.1
Frontera Belize	176			251	164	251	251		259.2	259.2
TOTAL (km)	1 138		1 121	1 122	1 107	1 122	1 122	1 107.8	1 218.3	1 218.3
Costa del Pacífico	6 790			7 338	8 475	7 338		8 475.06		
Costa del Golfo	2 963			2805	3 117	2 805		3 117.71		
TOTAL (km)	9 753			10 143	11 592	10 143		11 592.76		
Superficie del país (km ²)	1 972 547 (1,2)	1 997 462 (3)	1 972 547 (5)	1 958 201	1 958 201	1 958 201	1 958 201	1 958 201	1 967 183	1 967 183

Las publicaciones y textos que se consultaron fueron los siguientes:

- Sánchez M., Antonio, *Síntesis Geográfica de México*; Ed. Trillas, 1967, 224 pp., México
- IX Censo de Población y Vivienda 1970; SIC-DGE; ver p. 10 de (3).
- Bassols B., Angel, *Geografía Económica de México*; Ed. Trillas, 1977, 440 pp., México
- Datos Básicos de la Población de México 1980-2 000; SPP-CGSINEGI-CONAPO, 1981, 97 pp.
- México, Perfil de una Nación; SPP-INEGI-Fondo Cultural Banamex; 1987, 472 pp., México
- Agenda Estadística 1989; INEGI
- México en Síntesis, INEGI; 1990
- Datos Básicos de la Geografía de México, INEGI, sda. ed. 1991, 142 pp.
- México Hoy, INEGI; 1992
- Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 1993, INEGI; 1994

NOTAS

(1) Cabe resaltar que esta misma cifra es proporcionada en diversas publicaciones:

- Tha New International Atlas, Rand Mc Nally; 1980, 232 pp., USA
- Diccionario Enciclopédico Grijalvo, Ediciones Grijalvo; 1986, 2062 pp., España
- Atlas Universal, El libro Aguilar; 1987, 214 pp., España

Las publicaciones del INEGI sólo hacen referencia al propio Instituto como fuente de su información; las otras fuentes son:

- Anuario Estadístico 1962-1963; SIC-DGE
- Cinco Regiones de México, Un Estudio Comparativo; SPP-Coord. Gral. del Sist. Nac. de Información, 1978, 100 pp.
- SRE
- SAG-Dir. Gral. de Geografía y Meteorología (Carta Intersecretarial a esc. 1 : 500 000 ?)
- Agenda Estadística 1979; SPP- CGSNEGI
- Series a escs. 1 50 000 y 1: 250 000 de la Carta Topográfica elaborada por el INEGI

CARTOMETRIA

Cuando hablamos de medir tales características de un país del tamaño del nuestro, dichas mediciones las realizamos indirectamente, es decir, a través de maquetas o modelos : mapas, planos, imágenes de satélite etc, por lo que la precisión dependerá, fundamentalmente, de la definición de objeto a medir, de la metodología de medición y de los mapas empleados y, ya sabemos que la precisión de ellos es una función de la escala, proyección, objetivo del mapa y del método empleado en su obtención:

- Escala: es un indicador de la cantidad de detalle contenido en el mapa y usualmente se expresa como una razón del tamaño de un elemento representado en el mapa al tamaño de ese mismo elemento en el terreno, como por ejemplo, 1 : 50 000, que significa que 1 mm representa 50 000 mm, es decir 50 metros, en el terreno; así, un mapa a escala 1 : 1 000 000, 1 mm representa 1 000 metros, 1 km. Una manzana de 100 m x 100m se representará por un cuadrado de 2 mm x 2 mm en el mapa de 1 :50 000 y por otro de 0.1 mm x 0.1 mm en el mapa de 1 : 1 000 000, lo cual es prácticamente imposible de representar en un mapa o de leerlo en él. Por otro lado, el amplificar un mapa no implica incrementar la cantidad de información o el detalle contenido en él.



b) *Proyección del mapa:* como se sabe un mapa es la representación en un medio plano del planeta tierra o de una porción de él y puesto que su superficie no es reglable, es decir que no se puede desarrollar en una superficie plana sin deformarla (trate de hacerlo con la cáscara de una naranja), deformaciones que pueden ser de ángulos, áreas y/o distancias y dependiendo de cual(es) de ellas se mantiene(n) al mínimo, se tendrán proyecciones que conserven las formas, las superficies o las distancias. Para los propósitos que nos ocupan, se requieren mapas que mantengan al mínimo las distorsiones de forma y área. En el INEGI se escogió la proyección Cónica Conforme de Lambert, (CCL), como la mas idónea para representar la totalidad de nuestro país mediante mapas que minimizaran las distorsiones de formas y superficies, mientras que la proyección Universal Transversa de Mercator, (UTM), fue seleccionada para las representaciones cartográficas de nivel regional, microregional y local, es decir para mapas a escs. 1:250 000, 1:50 000 y 1:20 000, ya que prácticamente elimina todas las distorsiones mencionadas; por lo que es factible efectuar mediciones en base a estos mapas, siempre y cuando se mantengan en los niveles de cubrimiento geográfico mencionado.

c) *Método empleado:* Un mapa puede obtenerse por métodos directos, topográficos, o indirectos, fotogramétricos o cartográficos y, en ese mismo orden, de precisión decreciente, usándose como fuente de datos el terreno mismo, fotografías aéreas/imágenes de satélite u otros mapas, respectivamente.

d) *Propósito del mapa:* no es lo mismo un mapa pensado para servir de apoyo a la navegación aérea u otro de propósito turístico, por ejemplo, que uno diseñado expreso para efectuar mediciones en base a él, como es el caso de los mapas topográficos.

Por los resultados mostrados en la tabla I y por lo mencionado líneas arriba, resulta que no tenemos una respuesta definitiva para la pregunta que le da nombre al presente artículo y una primera explicación de tales resultados y, por lo tanto, una aproximación a la respuesta que estamos buscando, sería la de atribuirlos al hecho de estar usando mapas de diferentes características, y por lo tanto cabría hacerse la siguiente pregunta, ¿porque no usar un grupo adecuado de mapas: de la misma escala,

proyección, fuente de información, metodología de elaboración y preparadas por la misma institución o compañía ? Y claro está, que fueran de la mayor precisión y confiabilidad posibles.

e) *metodologías.* Desde este punto de vista, se estableció que los mapas topográficos elaborados por la DGG fueran los empleados para realizar dichas mediciones y para ello, a mediados de la década de los '70, se hicieron las primeras mediciones en base a la serie a esc. 1 : 1 000 000, debido a que era la única serie que cubría todo el territorio nacional en aquellas fechas. Posteriormente, se empleó la serie a esc. 1 : 250 000 de la misma carta topográfica y, a principios de la siguiente década se hizo lo propio con la serie a esc. 1 : 50 000. Las mediciones se hicieron primeramente con curvímetros análogos y, en una segunda instancia, con curvímetros digitales. [ver columnas d, e, f, g, h, e i de la tabla I]

Al comparar estos resultados con los datos proporcionados por otras dependencias, se encontraron diferencias mas o menos fuertes, las cuales fueron atribuidas al tipo de proyección empleado, principalmente, a la escala y a la precisión de los mapas usados como fuente.

Los resultados obtenidos de la comparación de las mediciones en base a las tres escalas mencionadas fueron, suscintamente los siguientes:

- La longitud se incrementaba conforme se incrementaba la escala de los mapas, es decir, conforme se pasaba de la escala 1 : 1 000 000 a la escala 1 : 50 000,

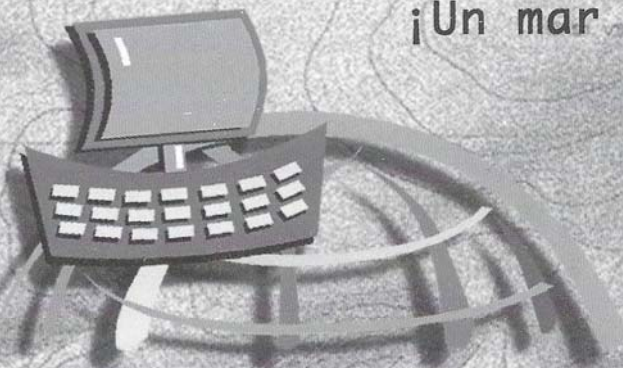
- Adicionalmente, la longitud se incrementaba conforme se empleaban instrumentos de mayor precisión.

En 1984 se realizaron las primeras mediciones con el apoyo de las emergentes tecnologías digitales, trabajando en base a las series a escs. 1:50 000 y 1:250 00 de la carta topográfica y, posteriormente, durante 1992 se midieron las series a escs. 1:1 000 000 y 1:1 4 000 000 empleando técnicas digitales mas avanzadas, presentándose la misma tendencia. Se usaron digitalizadores de alta resolución, una minicomputadora PDP 11/70 y los paquetes de programas M&S en el primer caso; en el segundo se contó con digitalizadores GTCO de alta precisión, computadores HP Vectra RS-20 y el software pc ARC/INFO.[ver tabla II]



INEGI en
INTERNET

¡Un mar de información!



Información
confiable
y oportuna sobre
el territorio,
la población
y la economía
del país.

<http://www.inegi.gob.mx>



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA



EL COLEGIO DE INGENIEROS TOPOGRAFOS A. C.

EN COLABORACION CON

EAGLE POINT SOFTWARE

DE DUBUQUE IOWA E.U.A.

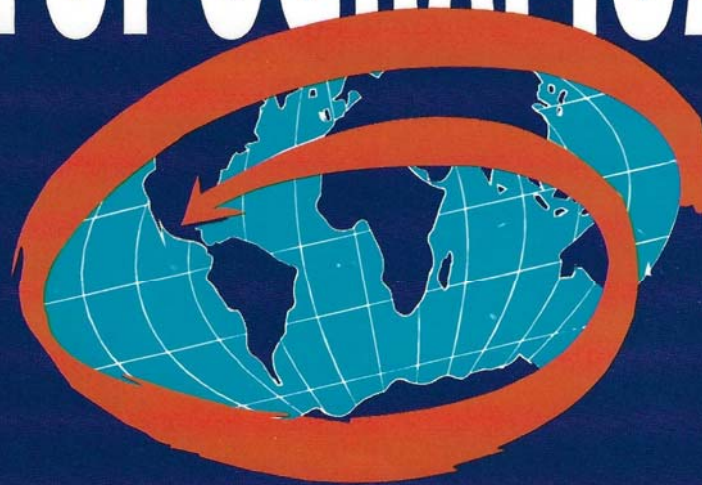
CON EL AFAN DE DIFUNDIR ENTRE SUS SOCIOS, LOS ULTIMOS ADELANTOS EN LA TECNOLOGIA DE LA COMPUTACION, SE PERMITE OFRECER EL PROGRAMA PRO-SURVEYOR PLUS, ESPECIALIZADO PARA USO DE LA COMUNIDAD TOPOGRAFICA, CON UN DESCUENTO DEL 75 % EXCLUSIVO PARA SOCIOS, SOBRE SU PRECIO NORMAL.

OFERTA LIMITADA A 20 PAQUETES

PARA MAYOR INFORMACION DIRIGIRSE AL COLEGIO A LOS TELEFONOS

5-12-17-74 O AL 7-02-56-23

Primer Congreso
Internacional
▼
Cuarto
Nacional de
**INGENIERÍA
TOPOGRÁFICA**



Del 3 al 6 de diciembre de 1997
Universidad de Colima / Colima, México



COLEGIO DE INGENIEROS TOPOGRAFOS A.C.
Palacio de Minería, Tacuba 5, Desp. 7-A
Telefax 512-1774, 702-5023
C.P. 06000, México, D.F.



I N F O R M E S

UNIVERSIDAD DE COLIMA / Facultad de Ingeniería Civil
Km. 9 Carretera Colima-Coquimatlán
Telefax 91 (332) 3 03 77, Coquimatlán, Col.