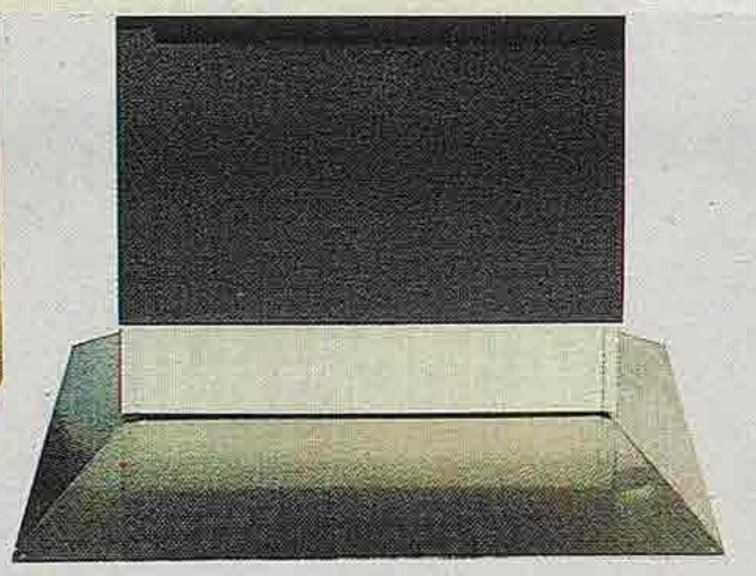
TOPOGRAFIA y CARTOGRAFIA

TOPCART REVISTA DEL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TECNICOS EN TOPOGRAFIA

Número especial dedicado a Hispanoamerica

SIEMENS

SICAD - un sistema de información geográfica.



Pert

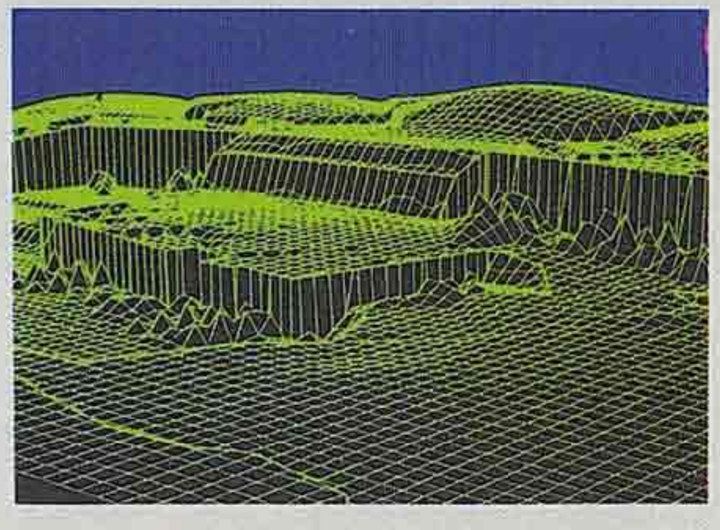
El sistema integrado SICAD se apoya en bancos de datos geográficos y engloba módulos aplicativos en:

— topografía
— cartografía
— fotogrametría
— teledetección
— catastro
— ingeniería civil
— urbanismo
— ordenación del territorio
— ecología
— protección civil
— etc.

La solución total:
SICAD está soportado por el sistema operativo BS2000, único para toda la serie 7·500 que abarca 20 modelos de unidades centrales, con una relación de potencia 1:500.

Desde el puesto de trabajo gráfico hasta el Host, pasando por el software de aplicación, todo de una sola mano. Y con la calidad y fiabilidad de los productos Siemens.

Siemens, S. A. Div. Informática
Pl. Carlos Trías Beltrán, s/n.
Madrid. Tel. (91) 455 25 00.
Avda. Diagonal, 662. Barcelona.
Tels. (93) 204 67 11 / 204 81 51.



La solución informática. Siemens.

Vol. VI - N.º 35
Noviembre - Diciembre

Número especial dedicado a Hispanoamérica

CONSEJO DE REDACCION:

Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía

*

DIRECCION, REDACCION, ADMINISTRACION Y PUBLICIDAD

Paseo de la Castellana, 210
28046 - Madrid
Teléfonos 457 26 77 y 78

Depósito Legal: M - 12.002 - 1984
ISSN: 0212-9280

Título clave: TOPCART Topografía y Cartografía.

IMPRIME: Imprenta de Huérfanos del Ejército de Tierra.

Los trabajos publicados expresan sólo la opinión de los autores y la Revista no se hace responsable de su contenido.

Prohibida la reproducción parcial o total de los artículos sin previa autorización e indicación de su origen.

TOPOGRAFIA y CARTOGRAFIA

TOPCART REVISTA DEL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TECNICOS EN TOPOGRAFIA

SUMARIO

Pág.

ESPAÑA:
IMAGO HISPANIE 5
José M.ª Sanz García

ARGENTINA:
LA CARRERA DE AGRIMENSURA EN LA REPUBLICA ARGENTINA 22
Benito M. Vicioso y José D. Belaga

SISTEMA DE NOMENCLATURA CATASTRAL 26
Reinaldo Carestía y Wilfrido Daniel López

BOLIVIA:
CARRERA DE TOPOGRAFIA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA FRIAS EN POTOSI .. 30
Grover Teran T.

COLOMBIA:
LA TOPOGRAFIA Y SUS RELACIONES DE TRABAJO EN COLOMBIA 34
Gerson Eraso Arciniegas

COSTARICA:
MEDICIONES DE VIGILANCIA EN OBRAS CIVILES 50
Julio Delgado Sánchez

UNIVERSIDAD NACIONAL, HEREDIA, ESCUELA DE TOPOGRAFIA, CATASTRO Y GEODESIA 54
Juan Andrés Mora Monge

DISEÑO DE REDES GEODESICAS 56
Jorge M. Araya Núñez

ECUADOR:
LA LINEA ECUATORIAL Y LA CARTOGRAFIA 62
Gonzalo López J.

¿QUE NECESITA SABER UN GEOMENSOR ADEMAS DE TOPOGRAFIA? 70
Julio C. Baquero G.

ADAPTACION DE LA FOTOGRAMETRIA AEREA A LA INGENIERIA DE CAMINOS .. 71
Vicente Enrique Avila

ESPAÑA-COLOMBIA:
III Jornadas Técnicas. Automatización de la Cartografía y Geosistemas de Información Madrid-Colombia, IV Congreso Nacional de Topografía y I Iberoamericano, Junio 1990 77

HONDURAS:
HISTORIA Y PERSPECTIVAS DE LA RED GEODESICA DE HONDURAS 80
Oscar Meza

MEXICO:
CONTROL GEOLOGICO-ESTRUCTURAL DEL FRENTE DE LA INTRUSION SALINA EN EL VALLE DE GUAYMAS, SON 84
Tomás González-Morán y Ramiro Rodríguez Castillo

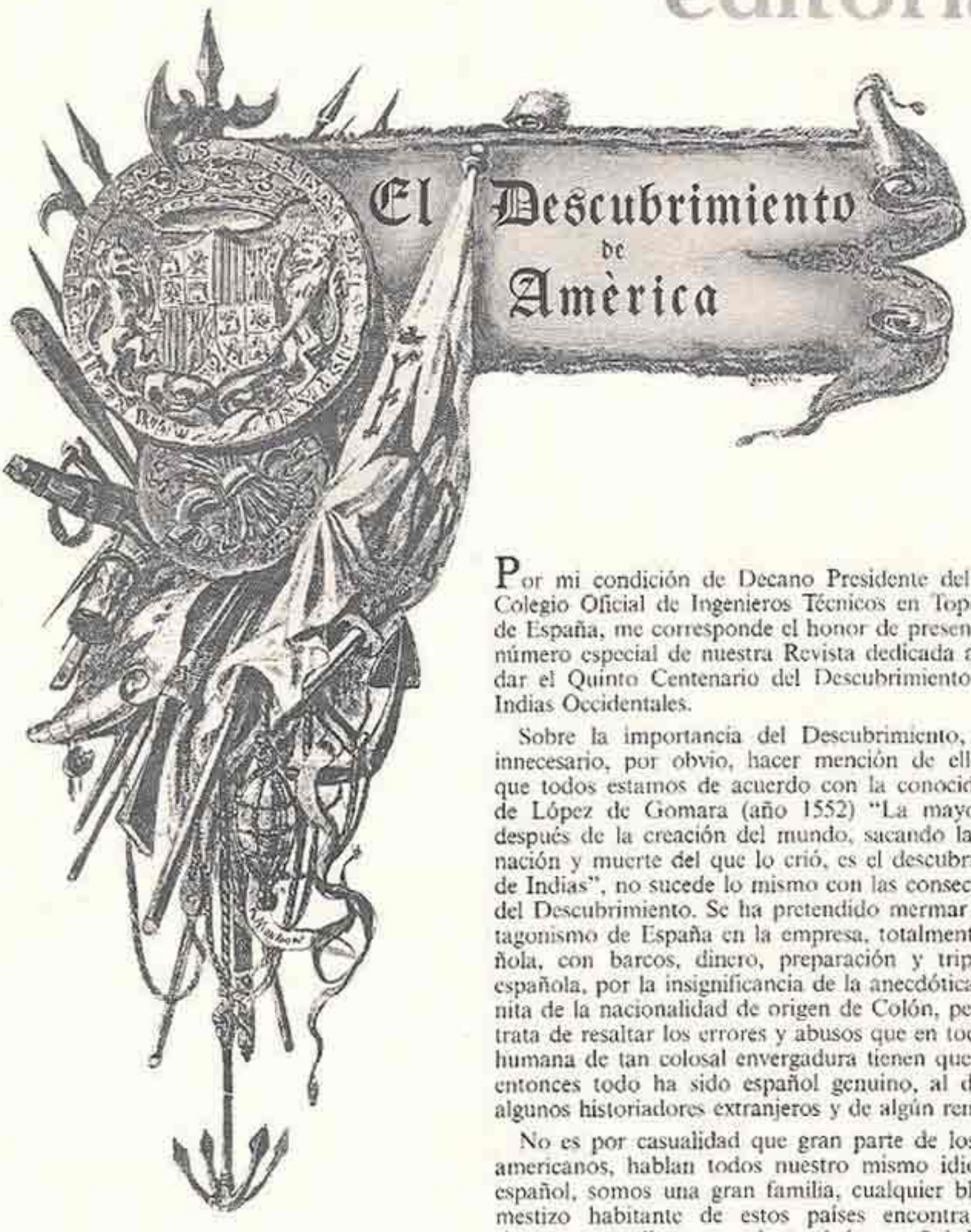
PERFIL DEL INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA 91
M. en C. Gualterio Luthe García

PANAMA:
ACTUALIZACION DE MAPAS TOPOGRAFICOS A ESCALA 1:50.000 A PARTIR DE IMAGENES TM DEL SATELITE LANDSAT 96
Ricardo Anguizola M.

REPUBLICA DOMINICANA:
HISTORIA DE LA CARTOGRAFIA MODERNA DOMINICANA 116
José Joaquín Mungria Morell

NUESTRA PORTADA:

Nuestra Portada: A la derecha del mapa de América, figuran las tres carabelas según dibujo atribuido a Fernando Colón en la primera Carta que se hizo de la Isla Española. Las banderas son las que usó la Nao en el viaje del descubrimiento: en el centro, el guión, insignia exclusiva de las capitanes generales de tierra y mar, un cuadrado de damasco carmesí, colocado en asta de lanza, con un crucifijo pintado en una de sus caras; estandarte real de Castilla, rectangular con las esquinas exteriores redondeadas en forma de escudo, cuartelado de gules y blanco con castillos de oro y leones de gules. Al pie, escudo de los Reyes Católicos con el águila de San Juan Evangelista.



Por mi condición de Decano Presidente del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, de España, me corresponde el honor de presentar este número especial de nuestra Revista dedicada a recordar el Quinto Centenario del Descubrimiento de las Indias Occidentales.

Sobre la importancia del Descubrimiento, resulta innecesario, por obvio, hacer mención de ello, creo que todos estamos de acuerdo con la conocida frase de López de Gomara (año 1552) "La mayor cosa después de la creación del mundo, sacando la encarnación y muerte del que lo crió, es el descubrimiento de Indias", no sucede lo mismo con las consecuencias del Descubrimiento. Se ha pretendido mermar el protagonismo de España en la empresa, totalmente española, con barcos, dinero, preparación y tripulación española, por la insignificancia de la anecdótica incógnita de la nacionalidad de origen de Colón, pero si se trata de resaltar los errores y abusos que en toda obra humana de tan colosal envergadura tienen que existir, entonces todo ha sido español genuino, al decir de algunos historiadores extranjeros y de algún renegado.

No es por casualidad que gran parte de los países americanos, hablan todos nuestro mismo idioma, el español, somos una gran familia, cualquier blanco o mestizo habitante de estos países encontrará casi siempre en su linea ascendente algún español. Nuestro parentesco no admite duda. En estos países hispanohablantes, sólo los descendientes puros de los aborígenes de 1492 pueden considerarse, con razón, ajenos a

nosotros, los restantes pertenecen a nuestra misma raza con la modificación producida por el distinto hábitat en tantos años, pero son igual que nosotros descendientes de aquellos españoles del año 1492.

En nuestras relaciones, se buscan y crean problemas artificiales, como el pretender que no se debe decir Descubrimiento y sí Encuentro. Descubrir es encontrar y dar a conocer tierras que no eran conocidas y si en ellas hay aborígenes, con ellos se establece un encuentro, son dos palabras que no se oponen ni sustituye una a la otra, pues puede haber sólo descubrimiento o descubrimiento y encuentro si hay en lo descubierto otra civilización, ya que sólo se pueden encontrar dos sociedades humanas pero nunca dos territorios que tienen emplazamientos separados y fijos en nuestro mundo. Resulta extraño que con estas insignificancias se pueda intentar herir alguna susceptibilidad, y en cambio consigue notoriedad algún personaje mediocre.

Como técnicos dedicados a nuestra específica profesión, no nos interesan las divergencias políticas que siempre son mudables en el tiempo, nuestra profesión vive con todas y las sobrevive, y considerando que todos los pueblos encuentran su liberación y prosperidad en la Autosuficiencia Científica y Tecnológica, sin dependencia exclusiva y opresora de otra nación con mayor desarrollo técnico, esperamos y deseamos para este logro que se establezcan unos sólidos lazos de unión entre todos los hispanohablantes efectuando una fructífera cooperación profesional entre sí, mejor de tipo privado y más numerosa que los grandes acuerdos oficiales, de vida efímera, con muerte prematura por efectos políticos.

Es, en estas circunstancias, en las que ciudadanos de distintos países, con inquietudes profesionales comunes, problemas similares de aplicación tecnológica, con enormes similitudes en nuestro quehacer diario, encontramos gran afinidad con esos colegas que al otro lado del Océano tienen el mismo idioma materno y el mismo lenguaje profesional.

Estas páginas que están en vuestras manos, son la aportación real al hecho del Descubrimiento. Son nuestra modesta colaboración al encuentro entre dos culturas y junto a ellas, abrimos los brazos afectuosamente hacia los colegas del otro lado del mar a los que nos gustaría recibir en 1992 año en que celebraremos nuestro IV Congreso de Cartografía y Topografía, junto con la reunión del Comité Permanente de la FIG.

Ante un futuro halagador, lanzamos este número especial de nuestra Revista, con texto exclusivo de países hispanohablantes y esperamos vivamente que nuestros colegas americanos la reciban como mensajera de nuestros buenos deseos, con lo que consideraríamos premiados nuestros esfuerzos en este ideal.

El Colegio Oficial

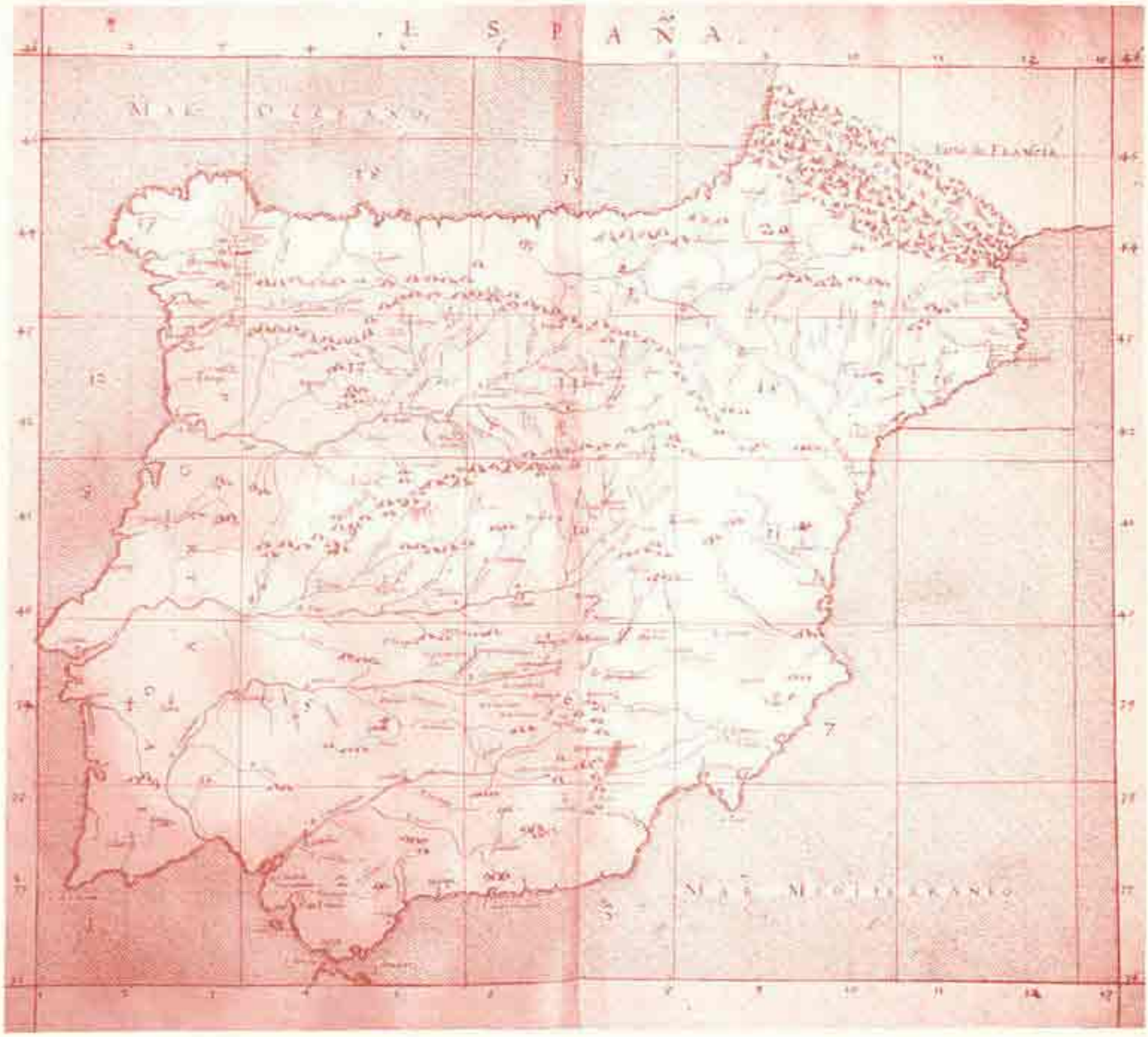
de

Ingenieros Técnicos en Topografía

y su Revista Técnica Topográfica

le desean un feliz y próspero Año Nuevo

ESPAÑA



Mapa de España del siglo XVI, primero efectuado en gran escala
Biblioteca de El Escorial

QVONDAM QVANTA FVIT, RES GES-
TAE, HISPANIA MONSTRANT
HAE SILEANT, LAPIDES, IPSAQVE
SAXA DOCENT.

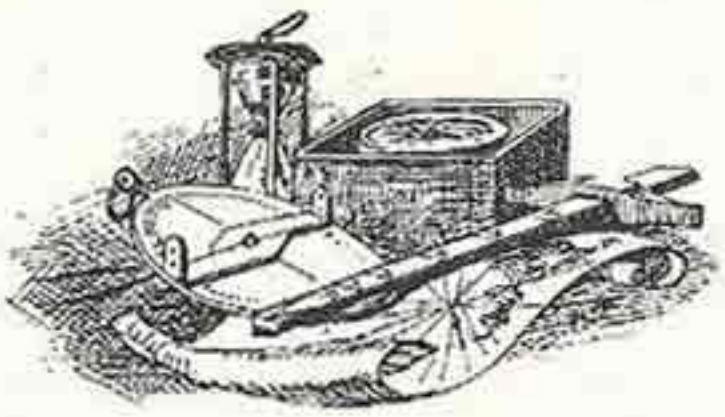
En la "Coronica General" en el tomo primero de los añadidos por Morales a Florian de Ocampo figura la misma lámina con su explicación: "Desta manera pintaban los Romanos antiguos a España, como en monedas del emperador Galba parece. ponianla armada, porque con grave daño suyo avian muchas veces experimentado su valor y poderío en las armas. Ponianle dos dardos por tener costumbre (según dice Estrabon) de meter muchos cada español en la batalla. Añadianle espigas para denotar la fertilidad de la Tierra."

LA IMAGO HISPANIAE

Una muestra de la cartografía del siglo XVI

Por José M.ª Sanz García
Catedrático de Geografía, Prof. Num.
Universidad Complutense de Madrid

«Qué dirían los Morales y los Guevaras y los demás hombres doctos del tiempo de Esquivel cuando viesen que esta descripción tan ponderada, útil y dispendiosa se ha robado a la pública expectación, a la curiosidad de los sabios y a la gloria nacional por algún extravío u ocultación que acrimina no menos la vergonzosa ignorancia que el abandono o negligencia de los siglos posteriores».
Picatoste, F «Apuntes para una biblioteca científica española del siglo XVI». Madrid 1891.



Una muestra de la cartografía del siglo XVI

TRAS UNA «IMAGO MUNDI» Y UNA «IMAGO INDIARUM»

Cuenta la anécdota que Hernán Cortés no pudiendo conseguir una audiencia solicitada del emperador se abrió paso entre los cortesanos y guardias a la puerta del Alcázar, y, tras coger por la brida a los caballos del coche de Carlos, les detuvo.— ¿Quién sois?, pregunta el Cesar sorprendido.— Soy, le contesta, un hombre que ha conquistado para vos más provincias que ciudades os legaron vuestros antepasados.

Cojamos un documento de la cancillería de la época. En el encabezamiento se suceden los títulos de esas ciudades, provincias y reinos que hacían a nuestros soberanos los más poderosos de la Cristiandad. Pero que aún se animaban y se sentían con fuerzas para abarcar más, cuando, olvidado el desangre y la descapitalización de los vasallos, oían hablar de un «Imperium mundi». El ideal monárquico de la España del XVI, aunque no le faltaron críticos, no debía estar lejos del que se imaginaba Menéndez y Pelayo (1) que veía a un haz de teólogos y soldados que se impuso una titánica empresa, creyéndose, como Judas Macabeo, pueblo escogido, espada y brazo de Dios. El «fiat unum ovile, et unus pastor» lo parafraseaba Hernando de Acuña:

Ya se acerca, Señor, ya es llegada
la edad dichosa, en que promete el cielo
una grey y un pastor sólo en el suelo
por suerte a vuestros tiempos reservada.
Ya tan alto principio en tal jornada
nos muestra el fin de vuestro santo celo
y anuncia el mundo para más consuelo
un monarca, un Imperio y una espada.

Grabado de la época

Unos reyes con tantos Estados propios, desde la salida del Sol hasta el ocaso, por primera vez en la Historia, necesitaban unos medios de información que les diera la posibilidad, con una rápida ojeada, de comprender un problema en cualquier rincón del Orbe. Y una de las fuentes que alimentaron, porque la necesitaban, era la Geografía cartográfica. Carlos V y Felipe II se han salido del Ecumene de Ptolomeo y alentarán una «Imago Mundi», Atlas de todos los lugares, en los Mercator, Ortelius, ..que son súbditos suyos, que de sus reyes reciben apoyo económico y a ellos suelen dedicar sus obras. En las que no falta la colaboración española o portuguesa. Se ha hablado mucho del secreto con que mantienen los descubrimientos pero la verdad es que los flamencos incorporan desde el primer momento unas costas americanas y un interior que se nos revela siglos antes que el africano. En el «Civitates Orbis Terrarum» aparecen planos de ciudades recién creadas. Se divulga antes la imagen de Cuzco que la de Madrid. En sus largos viajes por Europa, 1548-1551 y 1554-1559, contactó también Felipe con los mejores maestros de la nueva cartografía en Alemania, Italia,.. y conocía la producción francesa e inglesa. Carlos V se retira a Yuste cargado de abundantes mapas, pues tenía familiares y tropas en casi todos los reinos (2).

Desde la Casa de Contratación sevillana, y desde el Consejo de Indias, se intenta una «Imago Indiarum», rectifiquemos a Menéndez Pidal (3), recogiendo las noticias de los padres navegantes, descubridores, colonizadores y misioneros. Convivían dos mundos intelectuales. El de un mapa mental plegado a lo que dijeron los clásicos resucitados del mundo grecorromano y el de otro abierto a los descubrimientos de última hora, los cuales daban giros copernicanos a los espacios terrestres. La obra del astrónomo polaco se conoció enseguida en España y tuvo seguidores (4). El Nuevo mundo surge sin apoyo de erudición; se relataba sólo lo observado con los propios ojos y los instrumentos más científicos de la época, buscando la mayor fiabilidad. Se harán mapas, se pedirán relaciones, vistas...

También en la casa solariega, en el solar hispano, hay tarea a realizar y, como en Indias, se busca sobre tres vertientes. La «Imago Hispaniae» nos la darán las Relaciones Topográficas, las vistas de ciudades las encontraremos en las series de Hoefnagel, Wyngaerde... y la confección del mapa corresponde al maestro Esquivel. Luego se mejoran los censos. Nos parece que puede interesar a muchos conocer más ampliamente lo que los cosmógrafos hicieron dentro de la piel de toro. Pues generalmente los tratados de historia, incluso los de la Cartografía, se han interesado sólo por la acción exterior, el ensanchamiento del planeta, en aquel tiempo al que un maestro (5) solía llamar «período español de la Geografía».

El problema de redactar las preguntas, contestar a las Relaciones Topográficas o de medir las coordenadas de los lugares para fijarlas en un mapa, era el mismo en todo el orbe hispánico. Y se repiten los hombres encargados de la misión. Por

ello nos ceñiremos a sólo la peninsula y con la creencia de que lo que digamos puede tener interés para algún lector.

Hemos leído capítulos enteros de la «Geografía ampliada» de Munster (6) que, procedente del antiguo colegio de los jesuitas, se conserva en la Biblioteca de Filosofía de la Universidad Complutense madrileña. Como curiosidad, digamos que, en la última página, hay una larga y esclarecedora nota en la que el padre bibliotecario asegura que ha preguntado al conocido historiador y teólogo P. Juan Mariana sobre la ortodoxia de la obra ya que tiene reflexiones sobre la creación bíblica, etc. A las islas británicas se le dedican treinta largas columnas con varios graciosos planos de ciudades. A España otro tanto, pero sólo han dibujado la villa de Perpignan, que debieron considerar, era plaza fuerte, Francia irredenta. Vale la pena leer lo que escribe de las Américas hispánicas.

Coſmographie

La Ville de Parpignan.

DESCRIPCION GENERAL DEL ATLAS ESCURIALENSE

El denominado Atlas de Felipe II, que muchos atribuyen al maestro Esquivel y sus seguidores, se conserva en la sección de Manuscritos de la Biblioteca del Monasterio de El Escorial. Consiste en un volumen de 45 cm. de alto por 30,5 de ancho, en el que se encuadernan veintiuna hojas dobles. Cada hoja consta de cuatro páginas, las del dorso en blanco o con algunas notas o sencillos dibujos. Papel verjurado es decir con filigrana de rayitas o puntizones muy menudos y otros más separados que los cortan verticalmente.

Es de suponer que el análisis del papel y de la tinta contribuyera a la datación del Atlas y hasta a indicarnos su lugar de fabricación. Ya que si existían molinos papeleros nacionales también se importaban estos productos. Para Vázquez Maure (7) se trataba casi de papel de deshecho; sólo de una minuta. La escala numérica es fácil de encontrar pero a las gráficas cada observador le sacó valor distinto. El mismo Vázquez Maure se rectifica; oscila entre 1:350.000 y 1:420.000. De todos modos la mayor que hubo de la península hasta la cartografía Tomás López. En algún dorso descubrió Vázquez unas marcas que le hicieron suponer que se trataba de visuales para levantar un plano de Toledo y hasta quiso identificarle con el que pone el Greco en su famoso cuadro o vista del paisaje de la ciudad imperial. Los errores en el cálculo se multiplican porque representan con el mismo largo un grado de meridiano que de paralelo.

Escrito con tinta sepia se acusan varias manos, ya que es imposible que se hiciera de golpe y tiene algunas, no muchas, rectificaciones.

En una figura previa de resumen, a escala aproximada de 1:300.000 se dibuja el conjunto bajo el rótulo ESPAÑA. Tiene más gracia que los regionales. Se han marcado los cuadriláteros que corresponden a los veinte de detalle. Su numeración empieza en la parte inferior y corre de izquierda a derecha, del 1 al 3; como se avanza de abajo arriba, en la segunda faja se incluyen del 4 al 7; en la tercera, del 8 al 11; y en la cuarta, del 12 al 16; en la quinta, del 17 al 21. La hoja 16.ª es Cataluña y no va apaisada sino vertical, incluyendo el Rosellón.

En el Mediterráneo las zonas de mar no se numeraron, ni tampoco se representan las Baleares. En el Estrecho sólo se dibuja la parte correspondiente a la península; la africana se insinúa para darle forma. En el Cantábrico se amplía la zona de mar para darle más anchura a los Pirineos. El mar se puntillea. No están las Canarias. Pero sí el Portugal contiguo. Habría que estudiar las líneas de costas y compararlas con las de los portulanos y Ptolomeos. En el Algarbe portugués se aprecian las islas arenosas, paralelas al litoral. En el Guadalquivir, las marismas. En el Tajo lisboeta, el estuario. Por Cataluña, la península de Rosas, el delta del Ebro con islas, la Albufera valenciana y murciana, las rías gallegas,...

La encuadernación con cartivana, en pergamino, quita legibilidad al centro y resultó un inconveniente cuando se intentó su reproducción como apéndice documental de otra obra de la época, y de tal modo gran parte de los nombres, bien legibles en el original quedan borrosos.

Un geodesta, Paladini, de quien se pueden tomar muchas noticias técnicas (8) nos explica detalladamente que tiene dos escalas gráficas diferentes, una de leguas grandes, igual a 7.465 m. y otra de leguas comunes 5.530. La escala numérica es de 1:400.913. El despliegue de las 20 hojas sería 4,2 m^2. Todas las hojas tienen una escalilla, con números a distancias iguales, del 1 al 5, en la parte inferior izquierda.

Achacábale Marcel su poco valor científico al carecer de meridianos. Esto es falso pues los tiene en la carta de ajuste y en las detalladas. Otra cosa es que no los utilice como tampoco a los paralelos marcados para encuadrar las hojas. Por el Cabo de Roca portugués pasa el meridiano 1º iniciando una numeración que llega al 12 por el Cabo de Creus. Como la diferencia real es de 12º 49' no marró mucho el cartógrafo en una época en que era difícil el cálculo y en que se fiaban más de los datos atribuidos al alejandrino.

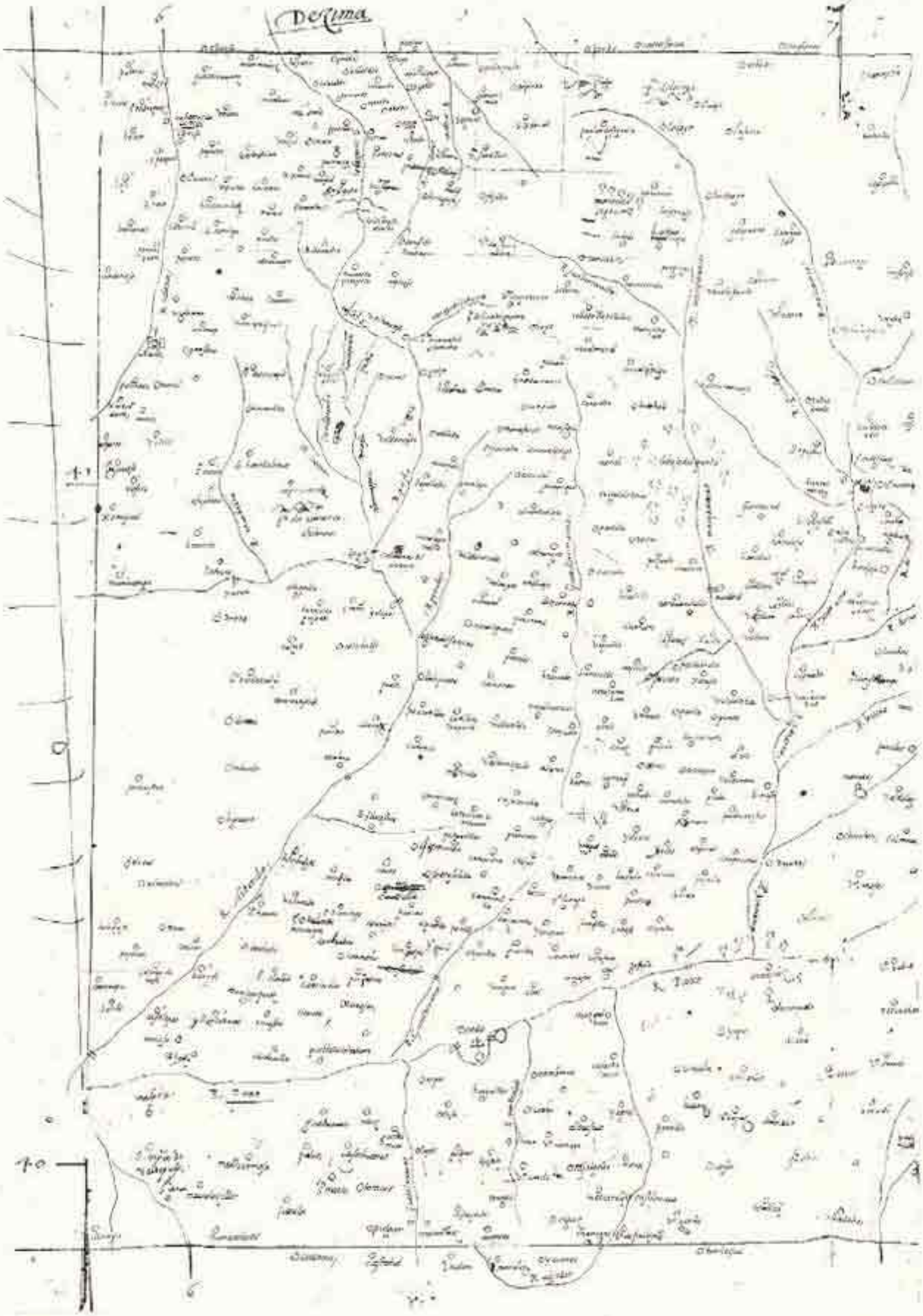
En el estrecho gibraltareño pone el dibujito el paralelo 36º, acertadamente, pero al norte coloca los 43º 47' de latitud de Estaca de Bares en casi 45, exageración acentuada en el Golfo de Vizcaya francés, que en el Oroncio Finé (su mapa de Francia es de 1553) se acerca más a la realidad.

Salvo defecto del dibujo, todos los grados del meridiano y paralelos son iguales entre sí, y en las hojas miden 232 mm. Lo que le convierte en una carta plana cuadrada. Al grado, afirma Paladini, correspondían, pues, 92.878 m. en la línea de los Ptolomeos renacentistas. Reconozcamos que este tipo de carta plana representaba un retroceso con respecto a las ideas que se conocían perfectamente de la esfericidad de la Tierra.

Sobre la aportación del saber astronómico y la determinación de las coordenadas no nos falta bibliografía (9). López de Velasco redacta unas Instrucciones el 25 de mayo de 1577, para la observación de un eclipse total de Luna por todos los cosmógrafos de la península y de Indias. El fenómeno en Madrid lo estudió el propio López de Velasco; en Sevilla el cosmógrafo de la Casa de Contratación, Rodrigo Zamorano; en Valladolid, el Dr. Sobrino de Varillas y en Toledo, por Alcántara, y por el famoso arquitecto italiano Juanelo Turriano.

Un problema a resolver era la longitud del grado. Antonio de Nebrija lo midió, siguiendo a Ptolomeo, en la Calzada de la Plata, de Mérida a Salamanca, resultándole 62 millas y media. Se equivocó en la determinación de latitudes hasta más de un grado. Esquivel se apoya en la triangulación de Juan de Regiomontano, del siglo anterior, que entonces se llevaba a la práctica por Apiano en Baviera. Esquivel midió una base entre Alcalá y la Canaleja.

Sobre la configuración horizontal también convendría relacionarla con otros mapas de la época. Bastaría compararlo con el mapa de L'Ecluse en el Ortelius o el de Benito Arias Montano en el Parergon o atlas histórico fechado en 1536 para considerarlo anterior salvo que fuera la obra de un despistado. Aquí los meridianos extremos son 9º y 24º y los paralelos más correctos; se incluye a Baleares. En nuestro mapa hay mucho peso medieval aunque quiere romperlo. Habría que intentar su árbol genealógico.



SECCION DE LA ZONA DE MADRID

Infantilismo en la disposición de las cordilleras y mal trazados los ríos. El del Manzanares es disparatado. En el mapa índice nos parecen más correctos. Hay bastantes puentes. Y algunas veces la vegetación arbórea. Otro motivo de estudio sería el de las fronteras entre distintas unidades peninsulares y con reinos extranjeros. Portugal no se incorpora hasta 1580, pero redondea la figura, sin insistir en otras razones dinásticas.

Una cuestión batallona ha sido la asignación de obispados a determinadas ciudades. Dentro de los pueblos se destaca su jerarquía eclesiástica mediante cruces (abadía, obispado, arzobispado). No se representan castillos ni ciudades amuralladas, ni en las fronteras; se quieren ver en Avila o Jaca. Las hojas acoplan perfectamente con las de su contorno y a veces repiten nombres fuera de la marca para mejor localización. Si el monasterio de El Escorial aparece dos veces como monasterio es porque uno de los nombres se puso por los frailes y el otro correspondía a uno de los lugares absorbidos por los jerónimos como también ocurre en la abadía benedictina de Párraces, en Segovia, que figura como tal y que dejó de ser territorio exento en 1565 cuando Felipe II le une al recién creado. El monarca, sin embargo, dató en Párraces muchos documentos posteriores, así el 23 de octubre de 1583 referentes a las Relaciones Topográficas.

Si estudiáramos a fondo las hojas brotarían sorpresas de todo tipo. Nosotros estamos estudiando las de la comunidad madrileña. Pero dentro del capítulo de generalidades hagamos notar que hay círculos sin rótulo y nombres repetidos, a veces borrado uno, otras persisten los dos. Hay señales diversas de que se usaron para pasar su información a otro mapa definitivo (¿?). Esto se aprecia claramente en las hojas novena, décima, terciadécima y quatordécima donde aparecen, en línea de puntos, 208 cuadrángulos trazados a lápiz. En el reverso del folio 14 se anotó: «Que es como se ha podido hacer esta relación».

¿QUIENES LE HAN ESTUDIADO?

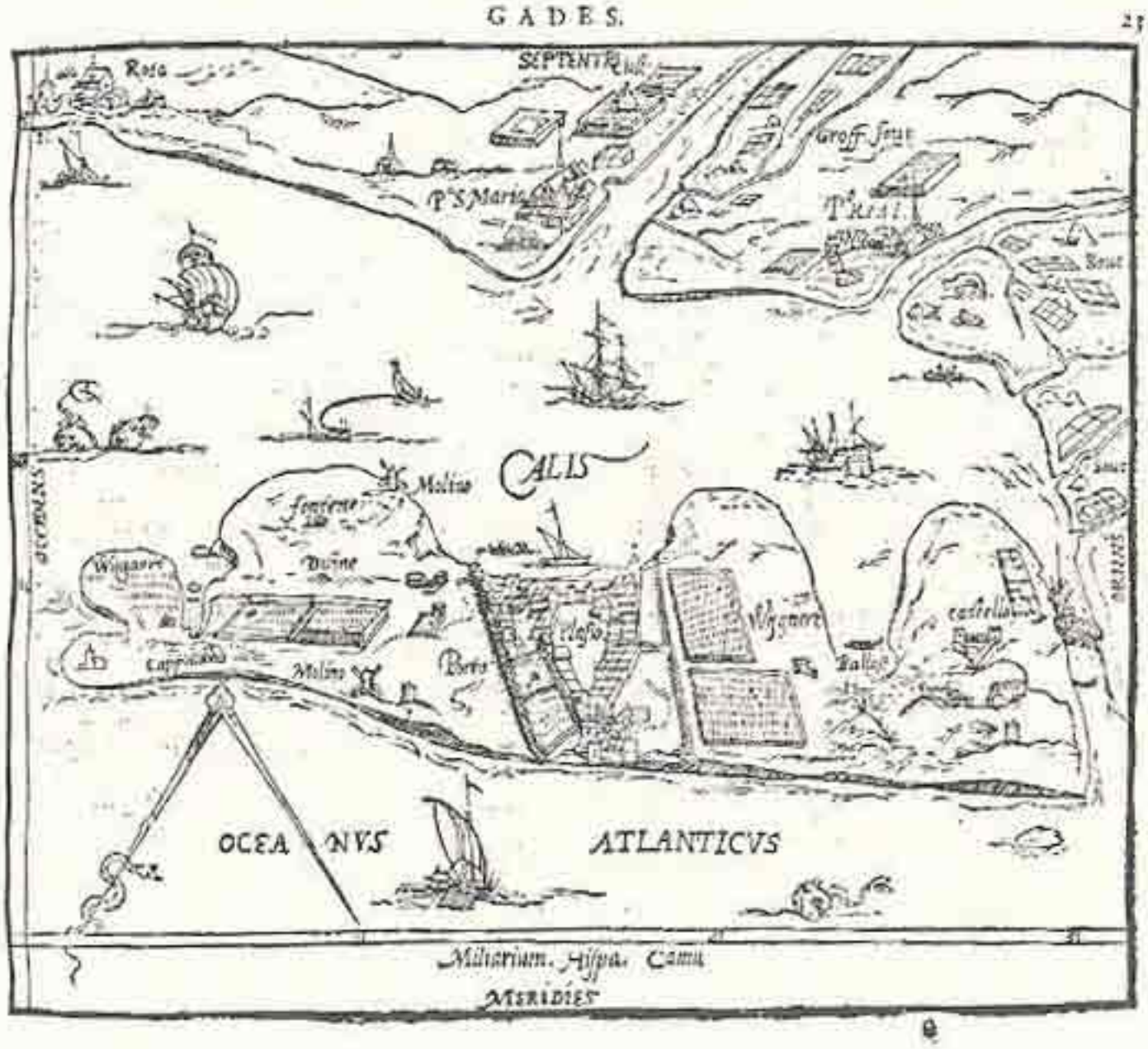
Anónimo, sin título salvo la indicación de ESPAÑA, sin que conste el año ni el lugar donde se preparó o la autoridad que lo encarga, vamos a exponer someramente lo que piensan los que dicen haberle observado, ya que la ficha bibliográfica que figura en el Catálogo es insuficiente. Quien primero escribe sobre él es Gabriel Marcel (10) a quien se lo mostró Cesáreo Fernández Duro. Aquél, que presume de experto en cartografía histórica, emite un juicio rápido:

«El mapa manuscrito del que hemos hablado no es ni el mejor ni el peor entre los contemporáneos, y en especial entre los numerosos realizados por Sansón para diversas provincias españolas. No parece, pues, tener interés el estudiarlo en detalle, pues no tendríamos probabilidad de sacar algún provecho. Otra cosa hubiera sido si respondiera a métodos científicos; pero en esta época los trabajos geodésicos de Esquivel, y hasta su recuerdo, habían sido olvidados de los cartógrafos».

No es la primera vez que para los españoles «Roma locuta, causa finita». Indudable experto, el bibliotecario de la Nacional parisina se excedió. Falla nuestro in-

falible vecino (1843-1909) sobre la autenticidad de un mapa peninsular que, juzgando por lo que dice y aunque con ojo maestro, apenas había ojeado. No le quitaremos mérito a este hispanista francés, sabio donde los haya y colaborador de Julio Verne en varias de sus apasionantes novelas geográficas. Aunque a ratos nos recuerde a aquel Paganel de «Los hijos del capitán Grant» que no se si sigue deleitando a la juventud de la era espacial astronómica. Agradecido, nuestro pais, al que dedicó varios trabajos y que recorrió para investigar sus archivos y bibliotecas, le concedió muchos galardones haciéndole académico de la Historia (11).

Pero si ya no estuvo muy afortunado en su juicio sobre Tomás López, que le interesa sólo porque lo considera, aunque malo, discípulo de la escuela francesa, menos en esta ocasión. Si habla elogiosamente de la «Relaciones Topográficas» es para decirnos que de tenerlas en su patria ya estarían publicadas. Han pasado 80 años y aún no ha hecho ningún español un estudio exhaustivo sobre ellas. Por desgracia creía que Ambrosio de Morales las había utilizado para escribir sus deliciosas «Antigüedades de España» sin caer en la cuenta que esto no era posible pues fueron editadas en Alcalá, en 1575, como ampliación a una «Crónica General de España» que había comenzado en Zamora en 1543. Y el primero de los Cuestionarios reales es posterior.



Ahora bien sobre este error acumula otros. Para negar antigüedad al mapa se apoya en que Cádiz aparece con el distintivo de obispado que no le correspondería sino a Algeciras hasta 1624. Está errado si damos como más autorizadas otras fuentes (12). La diócesis «Gadicensis et Insulae Viridis» existía desde 1344 y desde fines del XV cesó la denominación de Algeciras. Valladolid no aparece como obispado porque no lo fue hasta 1595. En cuanto a lo que plantea sobre la diócesis de Elna véase lo que se apunta en otro lugar (13) pues estaba sujeta a causa de las tirantes relaciones entre Francia y España, desde 1511 y entre la Santa Sede y Tarragona desde 1573.

Tampoco podemos aceptar lo de que el mapa encargado por Felipe II a Esquivel, pereciera, con el testimonio de Ambrosio Morales, en el incendio de 1671, porque nuestro polígrafo muere en 1591 y no era Nostradamus adivinando el porvenir (14). Más despiste aún el citar a Picatoste con un salto de nombre. Este habló de que Esquivel había medido la naumaquia y el acueducto de Mérida. El francés nos anticipa descubrimientos decimonónicos y nos habla de NUMANCIA.

Si el primero que se preocupa de las Relaciones fue Fermín Caballero (15) Cesáreo Fernández Duro lo será del mapa escurialense. Y lo más curioso es que se trataba de un marino (1830-1908) apasionado por la geografía histórica (16). Fue él quien ante la Academia de la Historia (17) fue comentando, punto por punto, el artículo de Marcel, aunque acepta lo de las premoniciones. Seamos justos pues añadió bastantes notas de su cosecha. Después de referirse a los fondos de Hernando Colón, lo hace de la nota del puño del monarca al secretario Gonzalo Pérez para que no se pierdan los instrumentos y papeles de Esquivel (a la muerte de su sucesor Diego de Guevara) y que Herrera recogiera para continuar la Carta de España... y lo zanja pues no sabe nada de su paradero.

Entre quienes han terciado en la cuestión con conocimiento propio varían las atribuciones. Podríamos retrotraernos a la «Hispania Novella» de la primera edición de Ptolomeo entre 1478-1482 por Francesco Berlinghieri, in terza rima et lingua toscana, y en proyección equidistante. Un historiador polaco, Levelel, según cita de Reparaz (18) lo consideraba dentro de la configuración que daban los árabes a la península. Otra pista, pues. Y, si nos permiten la broma, sólo falta mencionar a Zacuto y tendríamos a los judíos con nostalgia de la Sefarad de la que fueron expulsados en 1492.

El P. Julián Zarco y el coronel Prat (19) creían que al menos rótulos y una nota del folio veinte vuelto, correspondían, juzgando por la letra, al cosmógrafo y cronista mayor de Indias, D. Juan López de Velasco, que corregiría y anotaría el mapa. Le contrastaron con «Las Grandezas de España» de Pedro de Medina pero nosotros que hemos estudiado detenidamente este libro creemos que no tienen conexión (20). Apoyados en este dato lo suponían dibujado entre 1580 (porque incluye Portugal) y 1598, año de la muerte del presunto autor. El P. Miguelez (21) más bien creyó que los capítulos de Medina animaron a la otra empresa en la que también intervendría López de Velasco, es decir la de las Relaciones.

Exaltado como siempre, Reparaz consideraba este Atlas como el mayor tesoro cartográfico del XVI. Y lo reproduce con minuciosidad. Se inclina por atribuírse-

lo a Esquivel, resumiendo su biografía a base de Jiménez de la Espada (22) que cambia sin alegar razones muchos de los datos que nos transmitió Ambrosio de Morales. En la misma línea, con más argumentos (23) estuvo Vázquez Maure. Sobre el mapa que tratamos pesa como una maldición faraónica. Reparaz escribió: «El Atlas del Escorial nos ha quedado como una enigma que tal vez un día, con tiempo disponible, tratemos de esclarecer...». La guerra civil se lo impidió. El malogrado Vázquez nos transmitía a todos sus amigos su entusiasmo sobre el mapa al que en tantas conferencias y artículos divulgó, que quería editar, y a quien la Real Sociedad Geográfica, de la que fue secretario, si se decide a sacarlo a luz, debía dedicárselo.

Marcel y Fernández Duro no le adjudican paternidad. El primero llega a datarlo alrededor de la Paz de los Pirineos (1659). Nosotros, ya volveremos sobre el tema, le adelantamos un siglo. Blázquez, el geógrafo que más estudió la cartografía del XVI, apenas le cita, y al de Esquivel lo considera perdido. Se reduce a: «Mapas de España y Portugal. Son 21 hechos a pluma. Códice del siglo XVI. Biblioteca del Escorial. K pl 1. Folio muy interesante» (24)

En cuanto a Mossen Colomer (25) que no debía conocerle personalmente nos dirige a Reparaz. Mete cuatro interrogantes Esquivel?, Velasco?, Guevara?, Herrera?. y lo fecha, también dudoso, en 1584?.

¿VALE LA PENA EDITAR ESTE ATLAS?

El coronel Paladini y el autor de este artículo han presentado a la Real Sociedad Geográfica de Madrid varias propuestas para que ésta entre en contacto con quienes pudieran hacerlo posible. Pues lo sentimos como la armadura medieval de un soldado desconocido en un Museo del Ejército, o una tosca hacha de sílex del primer «homo erectus» para un arqueólogo. No es bonito aunque puede iluminarse como se ha hecho con tantos mapas (y hasta con el cine en blanco y negro) y resultaría de más impacto. Los primeros mapas impresos en España solían ser a base de pequeños tacos de madera y sin iluminar. Los que conocemos de más calidad, lo mismo que los planos de ciudades, se grabaron en cobre y se iluminaron fuera (26).

Estamos, lo hemos escrito en otros lugares, ante el Poema del Cid de nuestra cartografía. Aquí el vocabulario son más de 8.000 topónimos casi tantos como ayuntamientos se citan hoy en España, aunque en ellos se incluyan ríos, montes, puertos secos, ventas,... Incluso se ha intentado echarle o quitarle años observando los puentes representados ya que marcan caminos y hubo guías ruteras.

No estamos solos. Hay interés por el tema y de ello dan fe las cartas con que nos han animado algunos que participaron en las últimas Jornadas madrileñas de cartografía histórica, donde abordamos también esta empresa que debiera ser colectiva. Pues habría que hablar de Esquivel, Alonso de Santa Cruz, Ambrosio de Morales, de los Guevara (27) de Diego Hurtado de Mendoza (que pudo ser un Mecenas),... de la Academia de Matemáticas madrileña, de los cartógrafos portugueses, de los italianos,... y, por supuesto, de todos los que hoy se llamarían de las Comunidades.

Referencias

(1) *Menéndez y Pelayo*, M. «Heterodoxos...» tomo V.

(2) *Moreno Garbanzo*, U «Mapas de la época de Carlos 1º». Rev. Arch. Bca Museos. 1958, págs. 713-735. Si aceptamos la tesis de *Gallois*, L «Les géographes allemands de la Renaissance», obra reeditada en Amsterdam en 1968, fue Alemania donde comenzaría este despegue. Carlos era su cesar.

(3) *Menéndez Pidal*, G «Imagen del mundo hacia 1570». Madrid, 1944. Sólo se refiere a la española.

(4) En Salamanca, en 1559, se dejaba a la elección de los escolares el estudio de Euclides, Tolomeo o Copérnico, según *Rey Pastor*, J «La ciencia y la técnica en el descubrimiento de América». Colección Austral, págs. 153-158. En 1974 con motivo del centenario de Copérnico abundaron los artículos sobre este punto.

(5) *Melón y Ruiz de Gordejuela*, A. «España en la Historia de la Geografía». Est. Geográficos 1943, pág. 197.

(6) «Cosmographie Universelle du tout le monde» comenzada por Sebastian *Munster* y ampliada por Francois de *Belle-Forest*. Paris, 1575. Munster era un franciscano alemán que se adhiere a la Reforma. Su Cosmographia fue un best-seller, alcanzando hasta 24 ediciones en alemán, y traducciones al latín, francés,... Dispuso de 120 colaboradores.

(7) *Vázquez Maure*, F «Analyse et évaluation de l'Atlas de l'Escorial, Imago et mensura mundi. Actas del IX Congreso Internacional de Historia de la Cartografía. Roma 1985.

(8) *Paladini*, A. «Atlas de España» Resumen del informe presentado en la R.S. Geográfica el 22 de febrero de 1988.

(9) Revísese la bibliografía de *López Piñeiro, Guillem Tato, Picatoste, Becker,...*

(10) *Marcel*, G «Los orígenes del mapa de España». La edición francesa es de 1899. La traducción de *García Fernández*, en Estudios Geográficos, mayo 1961. La cita, pág. 336.

(11) Necrológica de Marcel en Rev. Geográfica Colonial y Mercantil, Madrid, 1909, pág. 127. El art. sobre Tomás López en Boletín Real Soc. Geográfica, Madrid, 1908.

(12) diccionario Historia Eclesiástica de España, 1972, tomo 1º, voces Algeciras y Cádiz.

(13) Id, tomo 2º pgs. 1007-1008.

(14) Podría ser en otro incendio *Andrés*, G de «Relación anónima del incendio del Monasterio de El Escorial en 1571». Anales Inst. Est. Madrileños. 1970 págs. 79-83. El libro de las Antigüedades está editado en Alcalá en 1575. Pero no hay alusión alguna.

(15) *Caballero*, F «Discurso de ingreso en la R. Academia Historia». 1866. 84 págs.

(16) Necrológica de Cesáreo Fernández Duro en Rev, Geog. Colonial y Mercantil, 1908, pág 231.

(17) *Fernández Duro*, C «Los orígenes de la carta o Mapa geográfico de España». BRA Historia, año 1899, pág. 502-525.

(18) *Reparaz*, G de «Historia de la Geografía de España». Capítulo en «España, la Tierra, el Hombre y el Arte». Barcelona; reimpresión 1954.

(19) *Zarzo Cuevas*, J «Catálogo de los manuscritos castellanos de la R. Biblioteca del Escorial». vol 11. Madrid 1926. Págs. 66-84. Trata de las Relaciones citando antecedentes de estudios desde el Elogio de Isabel la Católica de Clemencín, en 1821 y pág. 143 del Mapa. Indica el contenido de cada folio. *Prat*, teniente coronel «La cartografía antigua comparada con la actual» en la Rev. «La guerra y su preparación». Oct. 1924.

(20) *Sanz García*, J.M.ª «Comentarios en torno a si una viñeta de Madrid en Pedro de Medina es la primera representación gráfica de la villa». Anales Inst. Est. Madrileños 1974, 34 págs.

(21) *Miquelez*, P «Relaciones historicogeográficas de los pueblos de España». Madrid 1917.

(22) *Jiménez de la Espada* «Relaciones geográficas Indias», pag. XI de la introducción.

(23) Está en prensa un libro que recogerá mucha producción dispersa sobre cartografía histórica de *Vázquez Maure*.

(24) *Blázquez*, A «Cartografía de la península ibérica. Rev, Geo. Colonial, 1924 pág. 299. Y en el año anterior.

(25) *Mossem Colomer* «Cartografía peninsular. Segles XI-XIX», Granollers, 1969, donde se recogen 560 fichas de mapas por este estudioso catalán.

(26) *Matilla Tascón*, A. Ha estudiado el plano de Madrid que se atribuía a Witt y se lo adjudica a Antonio Marceli, un iluminador. Es el más antiguo que conocemos. Anales Inst. Est. Madrileños 1982.

(27) La firma de Guevara, padre, aparece en la prohibición a Hernando Colón, en 1523. Hurtado de Mendoza facilita material a los cartógrafos italianos que hacen mapas sobre España y regala su biblioteca, una joya, al Escorial. Hubo un tiempo que se le adjudicó el Lazarillo de Tormes, ¿se le podría ahora adjudicar el mapa escurialense?. Volveremos sobre el tema.

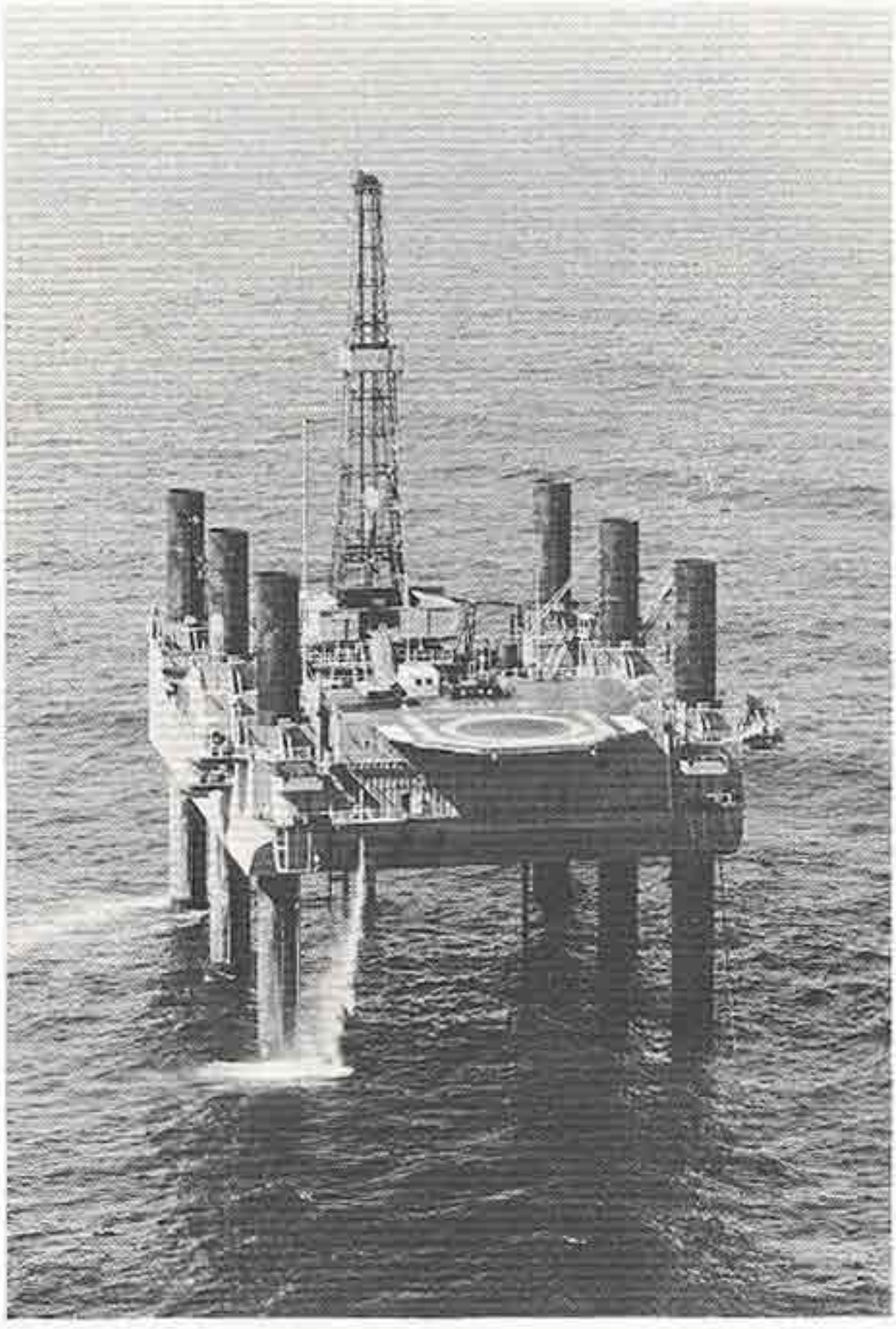
Hay lugares donde Ud. sólo puede medir exactamente con el Kern E2.

Suponiendo que Ud. deba hacer mediciones a partir de un punto que por nada en el mundo permanece quieto. Por ejemplo desde una plataforma de sondeos, que oscila sin cesar. O desde un puente de carretera, con sus oscilaciones y vibraciones constantes.

Precisamente para esos puntos de medición se emplea el teodolito electrónico de segundos Kern **E2**. *Es que el* **E2** *compensa continuamente y automáticamente los errores de nivelación sobre el ángulo vertical y la dirección horizontal. El mero hecho es que sólo el* **E2** *elimina los errores de la inclinación del eje vertical con precisión de segundos y al mismo tiempo en la dirección del eje vertical y horizontal.*

El hecho de que este teodolito es estanco a las salpicaduras de agua y al polvo, será de beneficio para Ud. tanto en una como en la otra situación extrema.

Pida Ud. informaciones detalladas de nuestro representante local. ¡Vale la pena!



Kern SWISS

German Weber S.A.
Hermosilla, 102
Madrid-9

Ruego a Uds. me envíen:

☐ *La documentación sobre el programa completo de Kern.*

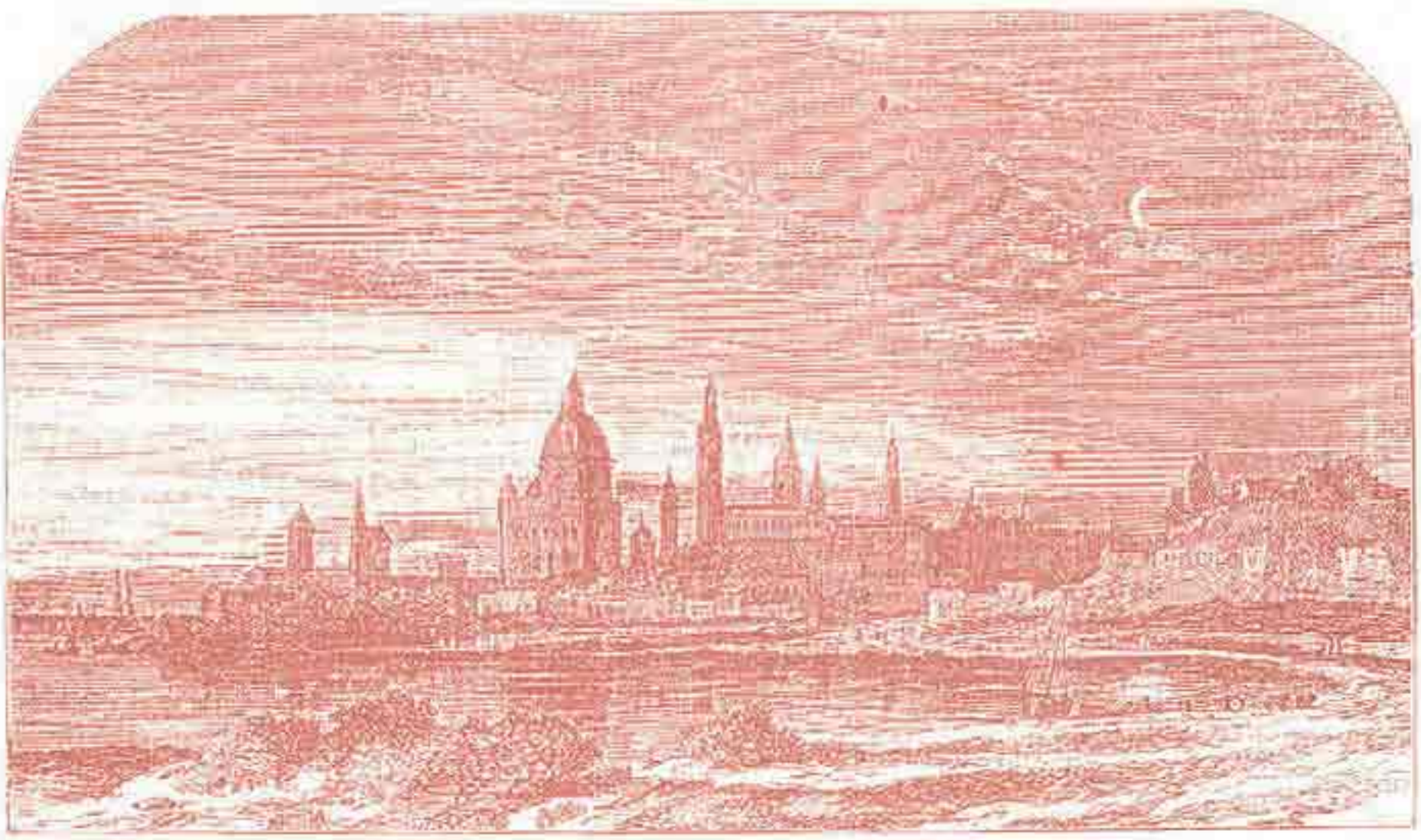
☐ *La documentación sobre el Kern E2.*

Apellido y nombre: _____

Empresa: _____

Dirección _____

ARGENTINA



Grabado antiguo. Vista de Buenos Aires

LA CARRERA DE AGRIMENSURA EN LA REPUBLICA ARGENTINA

Por: **BENITO M. VICIOSO**
Agrimensor
Secretario Académico de
la Escuela de Agrimensura
Universidad Nac. Rosario
Docente de las cátedras de
Geomorfología e
Introducción a la Agrimensura

Y JOSE D. BELAGA
Agrimensor
Secretario del Departamento de
Ordenación Territoriral de
la Escuela de Agrimensura
Universidad Nac. Rosario
Docente de las cátedras de
Catastro y Valuaciones y
Agrimensura Legal I
Argentina

La carrera de Agrimensura es una de las más antiguas carreras universitarias existentes en la Argentina. En el año 1857 se crea en la Universidad de Buenos Aires la Facultad de Agrimensores, anterior incluso a la de Ingeniería.

En su larga trayectoria, la Agrimensura ha conocido épocas de esplendor y de ocaso, el cual comenzó con el desmesurado desarrollo que tuvieron las carreras de Ingeniería (especialmente la Ingeniería Civil) hacia comienzos de siglo, lo que produjo que nuestra carrera, erróneamente incluída dentro de las Facultades de Ingeniería, se haya desjerarquizado, impidiendo su desarrollo científico propio y disminuyendo el nivel académico de su enseñanza, lo cual coadyugó a diluir su rol profesional en la sociedad.

En las últimas décadas, estos inconvenientes han generado una evidente anarquía universitaria en lo que a la Agrimensura respecta, lo cual ha originado la existencia de diferentes planes de estudios, con disímil duración y nivel académico en las distintas Universidades, siendo esto agravado por la proliferación de varios títulos (Agrimensor, Ingeniero Agrimensor, Ingeniero Geodesta, Ingeniero Geodesta-Geofísico e Ingeniero Geógrafo) que, en definitiva, tienen similares incumbencias profesionales pero han creado estériles conflictos entre los graduados pertenecientes todos a una única disciplina profesional.

Esta situación ha llevado a la Federación Argentina de Agrimensores (F.A.D.A.), entidad adherida a la F.I.G., desde su creación en el año 1958 a llevar a cabo un sinnúmero de reuniónes, congresos, jornadas y encuentros conjuntamente con profesores universitarios y entidades gremiales de graduados que culminaron con una serie de reuniones convocadas por el Ministerio de Educación y Justicia de la Nación en el marco de la Comisión Especial de Agrimensura y Geodesia del Consejo de Rectores de Universidades Nacionales entre los años 1981 y 1983 con la participación de representantes de todas las Universidades donde se dicta la carrera junto con la F.A.D.A.

De este marco surge la histórica Resolución N. 2069/83 del Ministerio de Educación y Justicia que organiza, definitivamente, la estructura curricular y las incumbencias de los graduados en Agrimensura para todo el territorio nacional.

Esta resolución produce un significativo avance respecto a la situación existente hasta el momento en virtud de establecer la unificación del título —AGRIMENSOR— único, terminal e indivisible para todo el país. A su vez, otorga identidad propia a las incumbencias del Agrimensor, independientes y claramente diferenciadas de las del área de la Ingeniería y establece una currícula mínima base a desarrollar en un plan de estudios de cinco años de duración como mínimo adaptable a las realidades regionales del país, pero que deberá incluir las siguientes asignaturas:

• Introducción a la Agrimensura • Análisis Matemático I • Algebra • Geometría Descriptiva y Proyectiva • Gometría Analítica • Trigonometría • Física I • Análisis Matemático II • Física II • Probabilidad y Estadística	Area de Formación Básica
• Geomorfología • Edafología • Química de suelos y aguas • Fotointerpretación	Area de Ciencias Naturales
• Derecho Territorial I (Agrimensura Legal I) • Derecho Territorial II (Agrimensura Legal II) • Economía y Finanzas • Economía Rural y Ecología • Economía de la Construcción • Límites y Mensuras • Catastro • Valuaciones • Sistemas de Información Territorial • Ordenación Territorial • Organización de Trabajos de Agrimensura	Area de Ordenación Territorial
• Topografía I • Dibujo Topográfico • Topografía II • Fotogrametría • Cálculo de Compensación • Geodesia Matemática • Geodesia Física • Astronomía Geodésica • Cartografía • Mediciones Especiales	Area Geotopo-cartográfica
• Trabajo Final (Proyecto)	

Este plan básico tiene un presupuesto horario de 4.500 horas y es de destacar que algunas materias se dictan en forma cuatrimestral y otras son de duración anual; asimismo se unifican las incumbencias correspondientes al título de Agrimensor mejorando ostensiblemente las hasta ahora existentes conteste con la superación de los contenidos impartidos.

Actualmente la carrera se dicta en las siguientes Universidades Nacionales: Buenos Aires, Rosario, Córdoba, San Juan, Catamarca, Santiago del Estero, Tucumán, Corrientes, La Plata, Universidad del Sur y las Universidades Privadas de Morón y Mendoza, las cuales se encuentran en la etapa de adaptación e implementación de la Resolución MInisterial.

La Universidad Nacional de Rosario es la primera que se ha acogido a dicha resolución mediante la Resolución N.º 335/84, dictándose durante el ciclo lectivo 1987 el tercer año del nuevo plan de estudios con excelentes resultados.

Finalmente por Resolución Ministerial N.º 432 del 28 de marzo de 1987 se ajustan definitivamente las incumbencias profesionales.

INCUMBENCIAS TITULO DE AGRIMENSOR

del Anexo I de la Resolución n.º 2069 del Ministerio de Cultura y Educación. Buenos Aires, 9 de diciembre de 1983.

El título de Agrimensor acredita idoneidad para toda actividad profesional inherente a la Agrimensura y sus incumbencias son:

1. Levantamientos Territoriales.
2. Límites y Mensura.
3. Catastro.
4. Topografía e Hidrografía.
5. Fotogrametría y Fotointerpretación.
6. Geodesia y Geodesia Física.
7. Mediciones Especiales.
8. Cartografía.
9. Ordenamiento Territorial.
10. Sistemas de Información Territorial.
11. Valuaciones Inmobiliarias.
12. Pericias y arbitrajes y otras actividades.

II ESPECIFICACIONES DE LAS INCUMBENCIAS:

A continuación se consignan especificaciones referentes al párrafo I:

1. LEVANTAMIENTOS TERRITORIALES.

1.1. Reconocimiento, determinación, medición y representación del espacio territorial y sus características.

2. LIMITES Y MENSURA.

2.1. Límites internacionales del Estado e interiores en el territorio:

a) Determinación, demarcación, comprobación y extinción de los límites territoriales correspondientes a cualquier causa jurídica de derecho público o privado.

b) Línea de ribera.

c) Deslinde en confusión de límites territoriales.

d) Estudio agrimensural de la soberanía territorial y otros títulos al espacio territorial.

2.2. Orden Territorial.

2.2.1. Determinación, demarcación y comprobación de inmuebles y parcelas correspondientes:

a) Al dominio público y privado.

b) A derechos reales desmembrados del dominio.

c) A posesiones con ánimo de dominio y a tenencias.

d) A pertenencias mineras y concesiones de hidrocarburos.

e) A concesiones de riego.

f) A servidumbres, restricciones y limitaciones administrativas.

g) Al régimen de propiedad horizontal y de prehorizontalidad.

h) A afectaciones totales o parciales por expropiaciones, obras, o servicios públicos.

2.2.2 Determinación, demarcación y comprobación.

a) De hechos territoriales existentes y de actos posesorios.

b) De muros y cercos divisorios y medianeros.

2.2.3. Determinación, demarcación y comprobación de jurisdicciones territoriales, políticas y administrativas.

2.3. Desarrollo territorial.

2.3.1. Estudio, proyecto, dirección, inspección para cualquier uso, goce, destino y clasificación:

a) Divisiones y desmembramientos inmobiliarios y parcelarios.

b) Unificaciones y anexiones inmobiliarias y parcelarias.

c) Concentraciones y recomposiciones inmobiliarias y parcelarias.

d) Modificación del estado parcelario con o sin determinación de unidades económicas, en acto de levantamiento territorial.

2.4. Autorización con fe pública agrimensual de actos de levantamiento y certificados.

3. CATASTRO.

3.1. Relevantamientos inmobiliarios y parcelarios para cualquier uso, goce, destino y clasificación.

a) Censal.

b) Topográficos.

c) Fotogramétricos.

d) Actos de levantamiento territorial.

3.2. Registración inmobiliaria y parcelaria con matriculación, para cualquier uso, goce destino y clasificación:

a) Gráfica.

b) Folio Catastral.

c) Económica.

d) Banco de datos territoriales.

3.3. Estadísticas inmobiliarias y parcelarias para cualquier uso, goce, destino y clasificación:

a) Social.

b) Económica.

3.4. Estado parcelario del orden territorial para cualquier uso, goce, destino y clasificación:

a) Determinación, valoración, información y certificación pública.

b) Determinación de zonas y de unidades económicas zonales.

c) Determinación de la renta potencial media normal.

3.5. Informes, certificados y testimonios con fe pública administrativa.

4. TOPOGRAFIA E HIDROGRAFIA.

4.1. Topométricos:

a) Relevantemientos planialtimétricos aislados con representación geométrica a escala grande, para estudio, proyecto y construcción de obras, vías de comunicación y explotaciones.

b) Sistemas geométricos de apoyo y mediciones complementarias para el emplazamiento, trazado y replanteo de obras, vías de comunicación y explotaciones.

4.2. Topográficos:

Levantamientos planialtimétricos aislados o vinculados, con interpretación morfológica y representación topográfica, destinados en general a:

a) El relevantamiento de áreas urbanas y rurales.

b) El estudio y proyecto de obras, vías de comunicación y explotaciones.

c) Completar los levantamientos fotogramétricos.

4.3. Topogeográficas:

Levantamientos aislados o vinculados, de regiones, con interpretación morfológica y representación topográfica, con operaciones de:

a) Determinación geográfica.

b) Sistemas de apoyo.

c) Altimetría trigonométrica y barométrica.

d) Croquis o aerofotografía.

4.4. Hidrográficos:

Levantamientos planimétricos aislados o vinculados, con interpretación morfológica y representación hidrográfica, destinados en general a:

a) El relevantamiento de cauces fluviales y de cuentas cerradas.

b) El relevantamiento de la plataforma submarina.

c) Estudio, proyecto y construcción de obras, vías de comunicación y explotaciones.

5. FOTOGRAMETRIA Y FOTOINTERPRETACION

5.1. Terrestre:

Levantamientos por estereofotogrametría, con tareas de:

a) Sistemas geométricos de apoyo.

b) Tomas de fotogramas.

c) Restitución numérica, mecánica y gráfica.

5.2. Aéreos:

Levantamientos topográficos de aerofotogrametría, con tareas de:

a) Planificación del vuelo fotogramétrico.

b) Obtención de imágenes y fotografías.

c) Apoyo terrestre e identificación de puntos.

d) Triangulación fotogramétrica.

e) Mosaicos, fotoplanos y fotocartas.

f) Ortofotografías.

g) Restitución numérica, mecánica y gráfica.

5.3. Interpretación de imágenes aéreas y satelitarias para levantamientos territoriales, límites y mensuras, obras, vías de comunicación, explotaciones, catastro, cartografía, ordenamiento territorial y valuaciones.

6. GEODESIA Y GEODESIA FISICA.

6.1. Geodésicos-geométricos:

a) Con fines topográficos.

a.1. Sistemas trigonométricos de precisión.

a.2. Sistemas poligonométricos de precisión.

a.3. Sistemas de nivelación de precisión geométrica o trigonométrica.

6.2. Geodésicos-astronómicos:

a) Determinaciones geográficas de precisión, destinadas a fijar la posición y la orientación de los sistemas trigonométricos o poligométricos de puntos aislados.

6.3. Geodésicos-físicos:

a) Determinaciones del campo de la gravedad terrestre.

b) Determinaciones geofísicas para levantamientos territoriales.

c) Levantamientos dinámicos: inerciales y satelitarios.

7. MEDICIONES ESPECIALES.

7.1. Sistemas de control horizontal y vertical destinados a:

a) Medición en grandes obras de ingeniería.

b) Verificación en el montaje de contrucciones mecánicas.

c) Emplazamiento de intalaciones y construcciones especiales.

8. CARTOGRAFIA.

8.1. Elaboración de planos, cartas y mapas con tareas de:

a) Análisis de objetivos, elección de escalas y sistemas de representación.

b) Determinación del lenguaje cartográfico: Símbolos y toponimia.

c) Impresión y reproducción.

8.2. Proyecto y elaboración de cartas temáticas.

8.3. Proyecto y elaboración de cartografía automatizada:

a) Sobre modelos de cuerpo numérico.

b) Sobre modelos analógicos.

9. ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

9.1. Aportar la información necesaria para formular la política de ordenamiento territorial nacional, regional, provincial, zonal o municipal.

9.2. Intervención directa en equipos interdisciplinarios para la evaluación de la información y el formulamiento de los proyectos de política territorial.

9.3. Ejecución y evaluación de los programas de ordenamiento territorial.

9.4. Dirección del desarrollo territorial.

10. SISTEMAS DE INFORMACION TERRITORIAL.

10.1. Concepción, formulación y metodología de los sistemas de información territorial.

10.2. Evaluación de información básica catastral, cartográfica, y de otras fuentes para sustentar los bancos de datos territoriales.

10.3. Dirección de los sistemas de información territorial y de su actualización.

10.4. Análisis y estadística de datos territoriales para:

a) Programación y determinación de la política territorial.

b) Planeamiento.

c) Otros fines.

11. VALUACIONES INMOBILIARIAS.

11.1. Valuaciones de carácter administrativo, judicial y privado, de inmuebles urbanos y rurales, para:

a) Transacciones e inversiones inmobiliarias, incluyendo los regímenes de propiedad horizontal y prehorizontalidad.

b) Locaciones, servidumbres, medianerías y participaciones hereditarias.

c) Fines Catastrales, de derecho público y tributario.

d) Expropiaciones.

e) Colonizaciones.

f) Determinaciones zonales con especificación de unidades tipo.

12. PERICIAS Y ARBITRAJES Y OTRAS ACTIVIDADES.

12.1. Pericias privadas, administrativas y judiciales, relativas a sus incumbencias.

12.2 Arbitrajes privados y administrativos.

12.3. Expedición de testimonios, certificados, dictámenes e informes sobre los asuntos precedentes.

12.4. Organización, dirección e inspección de cualquier servicio, comisión, organismo o instituto de derecho público o privado, de:

a) Levantamientos territoriales.

b) Límites y Mensura.

c) Catastro, territorial en general, minero, de riego, de servicios públicos y para fines y efectos especiales.

d) Topografía.

e) Hidrografía.

f) Fotogrametría y Fotointerpretación.

g) Geodesia.

h) Geodesia física.

i) Mediciones Especiales.

j) Cartografía.

k) Desarrollo territorial y afines.

l) Información territorial.

m) Ordenamiento territorial.

n) Tasaciones inmobiliarias.

SISTEMA DE NOMENCLATURA CATASTRAL

Por: **REINALDO CARESTIA**
Agrimensor
Resúmen y Actualización: **WILFRIDO DANIEL LOPEZ**
Ingeniero Agrimensor
Investigador Asociado en el Sector Catastro del
Centro de Fotogrametría, Cartografía y Catastro
Facultad de Ingeniería de la Provincia de San Juan
Argentina

El Catastro Territorial, en su acepción más amplia, es el Inventario de todos los bienes inmuebles de una Jurisdicción determinada. Pero éste inventario debe cumplir el requisito de ser Ordenado. Por eso decimos que: "El Catastro Territorial es el Registro Público Ordenado de los bienes inmuebles de una Jurisdicción, bajo sus tres aspectos fundamentales: el Geométrico-Parcelario; el Jurídico y el Económico, a fin de dar seguridad y garantías al tráfico inmobiliario; coadyuvar a la Publicidad de los Derechos Reales; lograr una justa y equitativa distribución de las cargas fiscales y servir de base indispensable para la planificación de la Obra Pública".

Ahora bien, cualquiera sea el conjunto el conjunto de bienes que se desee inventariar, es imprescindible individualizar cada uno de ellos con el objeto de determinar que a tal bien, le corresponderá tal relación y recíprocamente, o sea, establecer una correspondencia biunívoca entre el conjunto de bienes y el conjunto de las relaciones que de ellos se hagan.

Los bienes inmuebles forman un conjunto muy particular. Se caracteriza por su cualidad de inamovibles, siendo su unidad fundamental LA PARCELA.

El concepto de parcela es inherente al de ubicación. Supuesto materializado los límites de todas las parcelas, forman ellas un cojunto físicamente estático. De ahí que la sola ubicación de una parcela en relación a los demás, es un recurso que con prescindencia de otros elementos, distingue e individualiza a cada una de las parcelas dentro del conjunto.

En consecuencia buscamos un sistema de símbolos que nos permita individualizar a las parcelas y ordenar sus antecedentes catastrales y nada más lógico que esos símbolos y el criterio que se adopte para su ordenamiento esté en relación con la ubicación relativa de las parcelas. De esa forma, no sólo se conseguirá individualizar las parcelas y ordenar sus antecedentes, sino que, en conocimiento de los símbolos que le corresponden podremos rápidamente ubicarla en el terreno, o, partiendo de la ubicación, averiguar esos símbolos y por lo tanto encontrar sus antecedentes catastrales.

A los símbolos elegidos con el criterio expuesto, y que responden a la necesidad fundamental de individualizar y localizar las distintas parcelas de una Provincia o de cualquier Jurisdicción, y ordenar sus antecedentes catastrales estableciendo una correspondencia biunívoca entre el conjunto de parcelas y el de antecedentes, es lo que se ha dado en llamar "NOMENCLATURA CATASTRAL". Los matemáticos han ideado numerosos sistemas que permiten ordenar y ubicar todos los infinitos puntos no solamente de un plano o de una superficie, sino también del espacio, en una forma clara, simple y que no admite dudas sobre su aplicación. Estos sistemas son los llamados Sistemas Coordenados.

Las matemáticas, aunque trabajan con entes abstractos, constituyen un arma para ser utilizada en la resolución de problemas concretos. Nuestro problema concreto es individualizar y localizar las distintas parcelas de una Jurisdicción, y el procedimiento que se utilice debe ser tal, que permita el ordenamiento lógico de los antecedente catastrales de ellas, estableciendo una correspondencia biunívoca entre el conjunto de parcelas y el de sus antecedentes. Se exige además la condición, que una vez asignada la nomenclatura que corresponda a cada parcela, deberá ella mantenerse sin modificaciones mientras persista la parcela y deberá contener el mínimo de símbolos compatibles con la función a cumplir, en lo posible pertenecientes a un conjunto homogéneo.

Las parcelas no son puntos matemáticos, pero podrían concebirse contituidas por un conjunto de puntos, y, si por medio de los sistemas coordenados podemos ordenar e identificar los infinitos puntos del espacio, es mucho más sencillo ordenar e identificar un conjunto finito de entes en el plano.

Si esos entes, como las parcelas, estuvieran formados por un conjunto de puntos, sólo es necesario delimitar el conjunto en el plano y convenir en dar al ente o parcela la denominación de uno y sólo uno de esos puntos.

Para realizar ello, hay dos formas de proceder: una de ellas es, elegido el Sector o zona a nomenclar, se busca la parcela de menor superficie que exista en el mismo o la que establecen las reglamentaciones locales en cada lugar, y se determina el lado del cuadrado que contiene la misma superficie. Este lado del cuadrado corresponderá al lado de la matrícula que dibujaremos sobre el sector a nomenclar. De ésta manera nos aseguramos que en cada parcela caerá uno o más vértices del cuadriculado. Numerando las abscisas y ordenando el cuadriculado a partir de un origen cuya abscisa y ordenada circunscriban al sector parcelario representado en el plano, podemos designar a cada parcela por la abscisa y ordenada que corresponda a uno de los vértices del cuadriculado que caiga en su interior. (Figura 1).

La otra forma no tiene en cuenta el menor tamaño de la parcela para definir la cuadrícula, sino que se elige como punto identificatorio de la parcela su centro de gravedad o baricentro y trazando por él la abscisa y ordenada se determina su nomenclatura. (Figura 2).

Estamos ya en condiciones de encontrar rápidamente una parcela representada en el plano si se nos dá su

Figura 1 - Sector

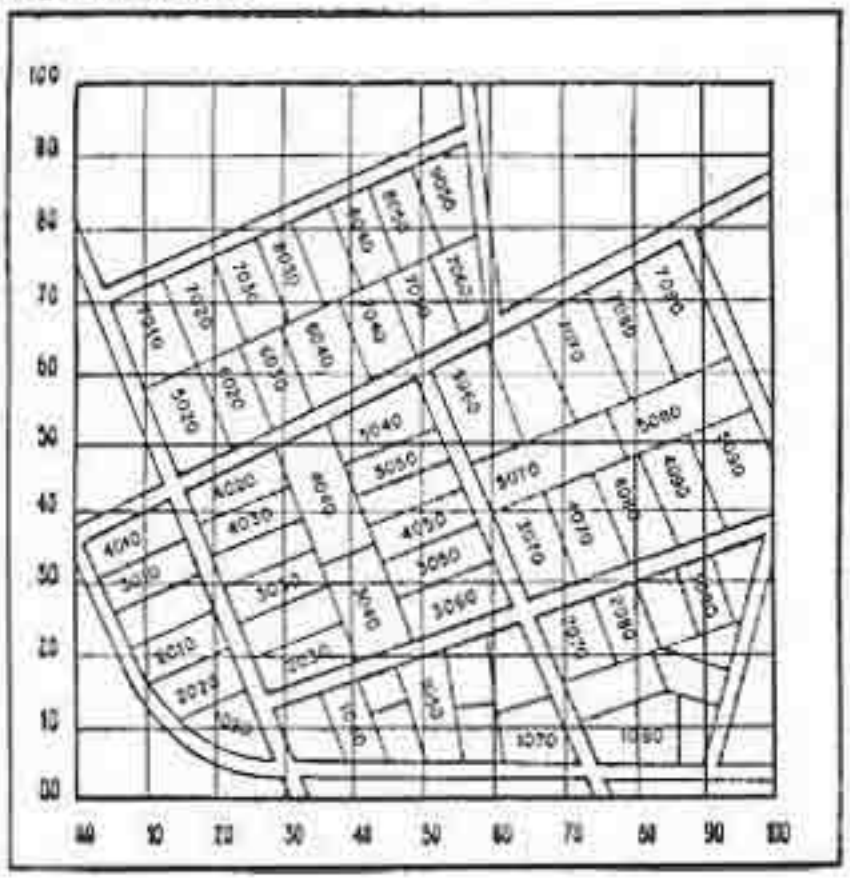
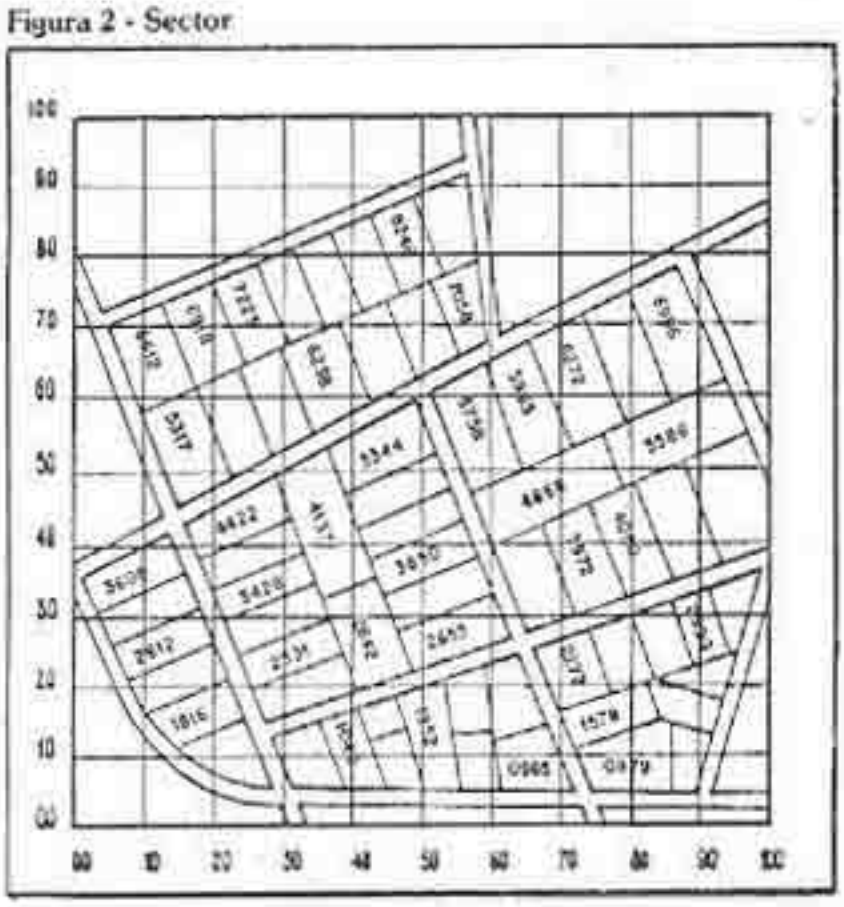


Figura 2 - Sector



nomenclatura, ya que para ello sólo es necesario buscar aproximadamente la linea de la abscisa correspondiente y su intersección con la respectiva ordenada. Con seguridad encontraremos la parcela buscada y no habremos empleado más tiempo que el necesario para leer el número representativo de la misma.

El procedimiento empleado para dar nomenclatura a una parcela es completamente independiente de la manzana y de la distribución y cantidad de las restantes parcelas, en consecuencia, no será afectada cualquiera sea el remodelamiento que pueda sufrir la zona representada, siempre y cuando ese remodelamiento no afecte directamente a la parcela.

En caso de división de parcelas, no existe ningún problema en dar nuevas nomenclaturas a las nuevas parcelas, ya que, si se elige el primer procedimiento para la elección de lado de la cuadrícula, las nuevas parcelas que surjan siempre contendran algún vértice en su interior, o por el contrario, si se elige el segundo procedimiento, se determinan los baricentros de las nuevas parcelas, y en cualquiera de los dos casos se asigna nueva nomenclatura catastral. Al número de cuatro cifras que hemos asignado a las parcelas, en el cual convenimos que las dos primeras cifras indican la ordenada y las otras dos las abcisas, hay que agregar el símbolo que identifique al Departamento y al Sector a que pertenece. Lo más apropiado es utilizar números arábigos para la denominación de éstos.

Igual que se hizo con la abscisa y ordenada, el símbolo del Departamento y del Sector puede escribirse como un número de cuatro cifras; donde las dos primeras indican el Departamento y las dos segundas el Sector.

Ahora bien, para evitar confusiones en la nomenclatura catastral, el número que se asigne al Sector, debe ser el inmediato superior al asignado al último Departamento. Por ejemplo: si una Provincia tiene dividido su territorio en 19 Departamentos, los sectores deben comenzar con el número 20. Ello permite que si por error se transponen los números del Departamento y del Sector, se detecte en forma inmediata. Supongamos que una parcela se encuentra identificada por la nomenclatura catastral 1824-3050 y que involuntariamente se colocara 2418-3050, en forma inmediata detectaremos el error, ya que no existen Departamentos con números mayores a 19.

Es importante destacar que los Sectores o Secciones en que se divida un Departamento, deben delimitarse siguiendo líneas perfectamente definidas por hechos reales fácilmente identificables (calles, ferrocarriles, canales, ríos, etc.), y excepcionalmente utilizarse límites de parcelas, siempre que ellos se encuentren perfectamente materializados. Pero en ningún caso debe permitirse que el límite del Sector fraccione parcelas.

Es conveniente también elegir o adoptar un orden para la numeración de los Sectores, a fin de que el mismo sea adoptado igualmente para todos los Departamentos. Se sugiere el sentido que se indica a continuación:

20	21	22	23	
27	26	25	24	
28	29	30	31	32

Elegida la escala conveniente para la representación de las parcelas dentro del Sector, puede colocarse la nomenclatura propia de la parcela dentro de ella (cuatro cifras: dos ordenadas y dos abscisas), lo que permite una más rápida ubicación de la parcela buscada. buscada.

Para ello se consideran distintas categorías de Sectores Catastrales. Estas categorías resultan de las distintas escalas a utilizar en la confección de los planos, siendo la escala función del tamaño de la mínima parcela que establezcan las reglamentaciones legales vigentes en cada zona.

De ésta manera podemos clasificar a los Sectores como:

— Sectores Urbanos.
— Sectores Suburbanos.
— Sectores Rurales.
— Sectores Subrurales.
— Otros Sectores.

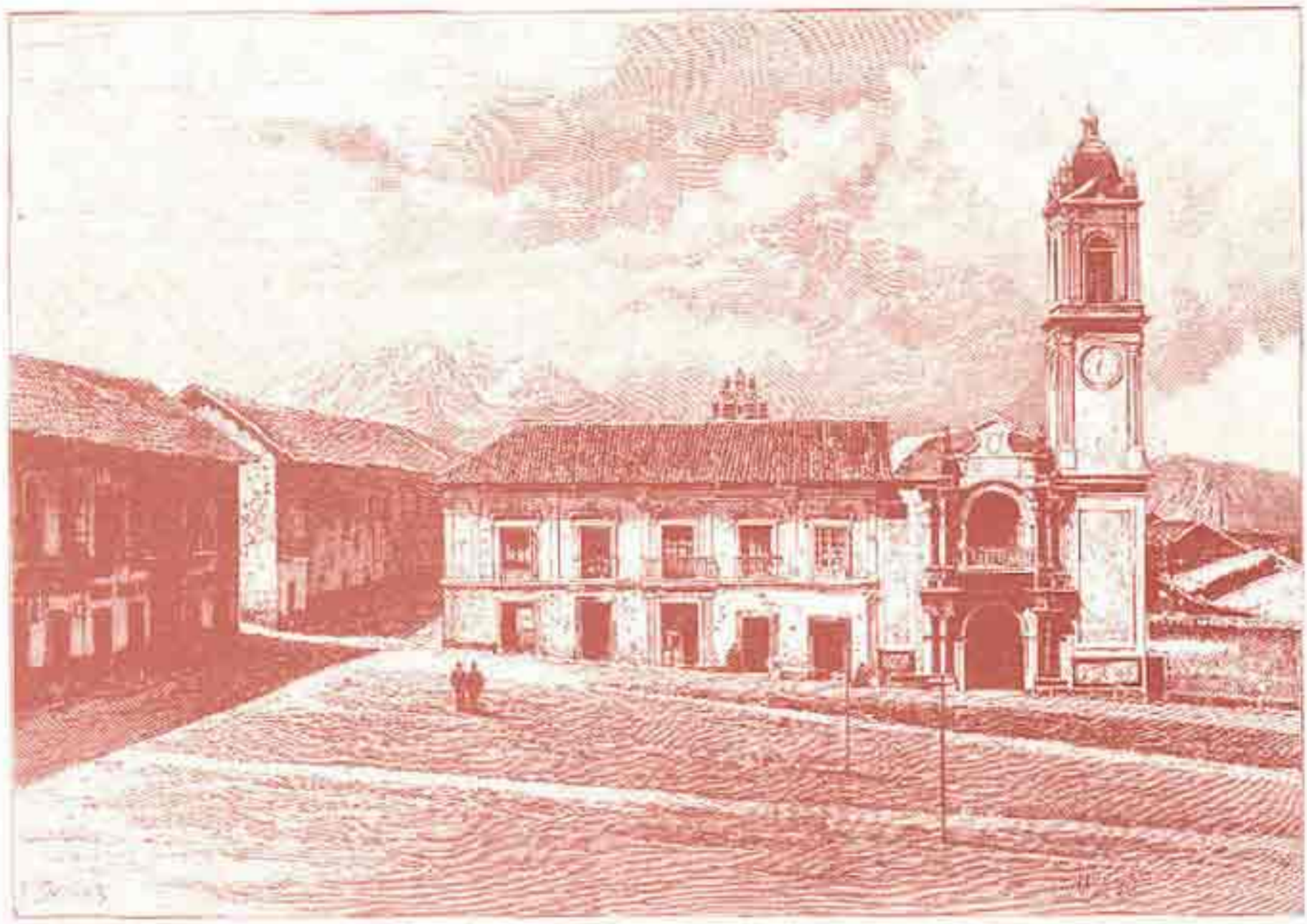
ORDENAMIENTO

Asignada ya la nomenclatura que corresponde a cada parcela dentro del Sector sólo resta efectuar el ordenamiento de sus antecedentes. Este ordenamiento puede realizarse de la siguiente manera: se toman las parcelas de ordenadas 00 y se ordenan en forma creciente de abscisas; agotadas éstas se sigue con las parcelas de ordenandas 01 y así sucesivamente.

Cabe aclarar que aunque la nomenclatura de una parcela está dada en forma de ordenada y abscisa, éstas no son coordenadas en el sentido matemático de la palabra, sino sólo elementos para una rápida localización de la parcela.

NOTA:
El presente trabajo fué presentado a la III Reunión Anual del Consejo Federal del Catastro de la República Argentina, en el año 1961 y publicado por dicho Organismo. También fue publicado en una Revista Alemana a instancias del Ingeniero Geógrafo Victor H. Haar.
El sistema se aplica en la Provincia de San Juan, en la Dirección de Geodesia y Catastro, desde 1961, con excelentes resultados.
El autor, Agrimensor Reinaldo Carosio, ha autorizado la publicación del Trabajo, con las aclaraciones anteriores.

BOLIVIA



Grabado antiguo. Vista de La Paz

(El Palacio del Congreso)

CARRERA DE TOPOGRAFIA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA TOMAS FRIAS, EN TIERRA DE LA VILLA IMPERIAL DE CARLOS V, EN POTOSI. BOLIVIA

Por: **GROVER TERAN T.**
Topógrafo.
Director Carrera Topográfica
Bolivia

Nuestra Carrera fue fundada el año 1939 como parte componente del Instituto Técnico Superior de Minas, en el año 1948 se forma la Facultad de Ingeniería, la misma que tiene por finalidad formar ingenieros de minas, civiles, industriales y topógrafos; que, en número necesario y con conocimientos adecuados sean capaces de promover el desarrollo industrial del país, por esta razón se imponía un elevado nivel de enseñanza. El plantel contaba con laboratorios y gabinetes provistos de maquinaria, instrumentos y materiales modernos.

La Facultad se regía por el Estatuto General de la Universidad, Reglamento Interno y por las decisiones del Consejo Directivo y del Director. La enseñanza en la Facultad de Ingeniería se dividía en las tres secciones de Ingeniería y una sección de Topografía con 6 y 5 años de estudio, respectivamente; a partir de 1953 se producen sustancialmente modificaciones con la finalidad de darle mayor actividad al campo minero y se crean especialidades de: Técnicos laboreros, concentradores y agrimensores de minas, en 1961 se produce otra modificación en la estructura académica suprimiéndose las especialidades anteriores y quedando solamente con la de Topografía, finalmente, por una Resolución del Consejo Universitario en 1983, se constituye la Carrera de Topografía en la Facultad de Ingeniería, más las Carreras de Ingeniería Civil y Construcciones Civiles.

La experiencia de la Carrera de Topografía a través de los años demuestra etapas con muchos altibajos, también épocas brillantes, pero cabe destacar la labor de Docentes y Estudiantes que en una lucha constante le dan el sitial que le corresponde, de ahí nos sentimos satisfechos de abrazar esta noble profesión ya que la realidad nos muestra que en Bolivia el mercado profesional es sumamente amplio y con un volúmen promisorio, y todos quienes han egresado de esta Carrera prestan sus servicios profesionales en todos los campos de la actividad nacional, mención destacable el hecho de que en la Carrera se cuenta con seis señoritas que se encuentran estudiando, esto significa que no es restrictivo para su incursión en la Profesión.

La Carrera de Topografía en la actualidad cuenta con 120 estudiantes que cursan los diferentes cursos, teniendo un promedio de 4 egresados por semestre, los mismos que en el presente son insuficientes para abastecer el mercado profesional. El horario de estudios es diurno, de 8 a 12, en las mañanas, y de 14 a 18, en las tardes, y funciona en el edificio central de nuestra Universidad.

Para un mejor y amplio criterio del seguimiento académico, adjunto un Plan de Estudios que contempla todas las asignaturas por cursos más las horas teóricas y prácticas de cada una de ellas y se puede facilmente distinguir que este Plan de Estudios se caracteriza por tres etapas bien definidas, vale decir dos primeros cursos básicos, dos formativos, y los dos últimos de especialidad.

El egresado de nuestra Carrera puede definir su vocación de servicio al iniciar su vida profesional en una de las diferentes reparticiones estatales o privadas, ya sean éstas en el campo minero, vial y de urbanismo, etc. Para que el estudiante egresado pueda optar al diploma académico y en provisión nacional, deberá presentar una defensa de tesis y defenderla de acuerdo a la reglamentación que existe en la Facultad de Ingeniería. Esta es la última etapa de sus estudios universitarios.

Por último debo hacer conocer que en cumplimiento de los fines de la Universidad Boliviana con los últimos cursos de nuestra Carrera se cumple una misión social fundamental a través de la extensión con trabajos que identifican a la Universidad con su pueblo, como ser: levantamientos para diferentes poblaciones del área rural; levantamientos en el área urbana; relevantamientos de diferentes inmuebles para entidades de bajos recursos económicos y diferentes labores más que van en beneficio directo de quienes solicitan nuestro concurso en esta tarea de carácter humano que se cumple al servicio de nuestro pueblo.

PLAN ESTUDIOS

CARRERA: Topografía — NIVEL: Técnico Superior

Sigla	Cod.	ASIGNATURA	Horas T	Horas P	TOTAL
PRIMER CURSO					
TOP	100	Geometría y Trigonometría Plana	3	3	6
TOP	101	Algebra y Geometría Analítica	3	3	6
TOP	112	Geología General	3	3	6
TOP	215	Tecnología Instrumental	3	5	8
MEC	101	Dibujo Técnico	0	3	3
SEGUNDO CURSO					
TOP	102	Geometría del Espacio y Trigonometría Esférica	3	3	6
TOP	207	Dibujo Topográfico	3	1	4
FIS	107	Física General	3	3	6
CIV	213	Topografía I	3	3	6
MAT	101	Cálculo I	3	3	6
TERCER CURSO					
TOP	113	Introducción a Trabajos Subterráneos	1	0	1
TOP	230	Errores y Compensaciones	3	3	6
CIV	102	Fundamentos de Hidráulica	3	3	6
MAT	205	Informática	3	3	6
CIV	214	Topografía II	3	3	6
CUARTO CURSO					
MAT	104	Geometría Descriptiva	3	3	6
TOP	231	Avaluos Urbanos y Rurales	4	0	4
TOP	333	Catastro Urbano y Rural	3	3	6
TOP	216	Topografía III	3	3	6
TOP	220	Sistemas Eléctrónicos de Mensura	3	3	6
QUINTO CURSO					
TOP	309	Cartografía	3	3	6
CIV	215	Fotogrametría y Geodesia	3	2	5
TOP	326	Hidrología e Hidrometría	3	3	6
TOP	324	Topografía Subterránea I	3	3	6
TOP	217	Topografía IV	3	3	6
SEXTO CURSO					
TOP	325	Topografía Subterránea II	3	3	6
TOP	321	Trazado de Vías	3	3	6
TOP	322	Proyectos Topográficos	3	5	8
TOP	335	Peritajes en Topografía	3	3	6
CJS	103	Ingeniería Legal	2	0	2

Potosí, 24 de noviembre de 1986.

empresas asociadas

ASTOFO

La asociación empresarial de trabajos topográficos y fotograméticos, miembro de la CEIM, cumpliendo los fines que le son propios, da a conocer la relación de las empresas que la integran.

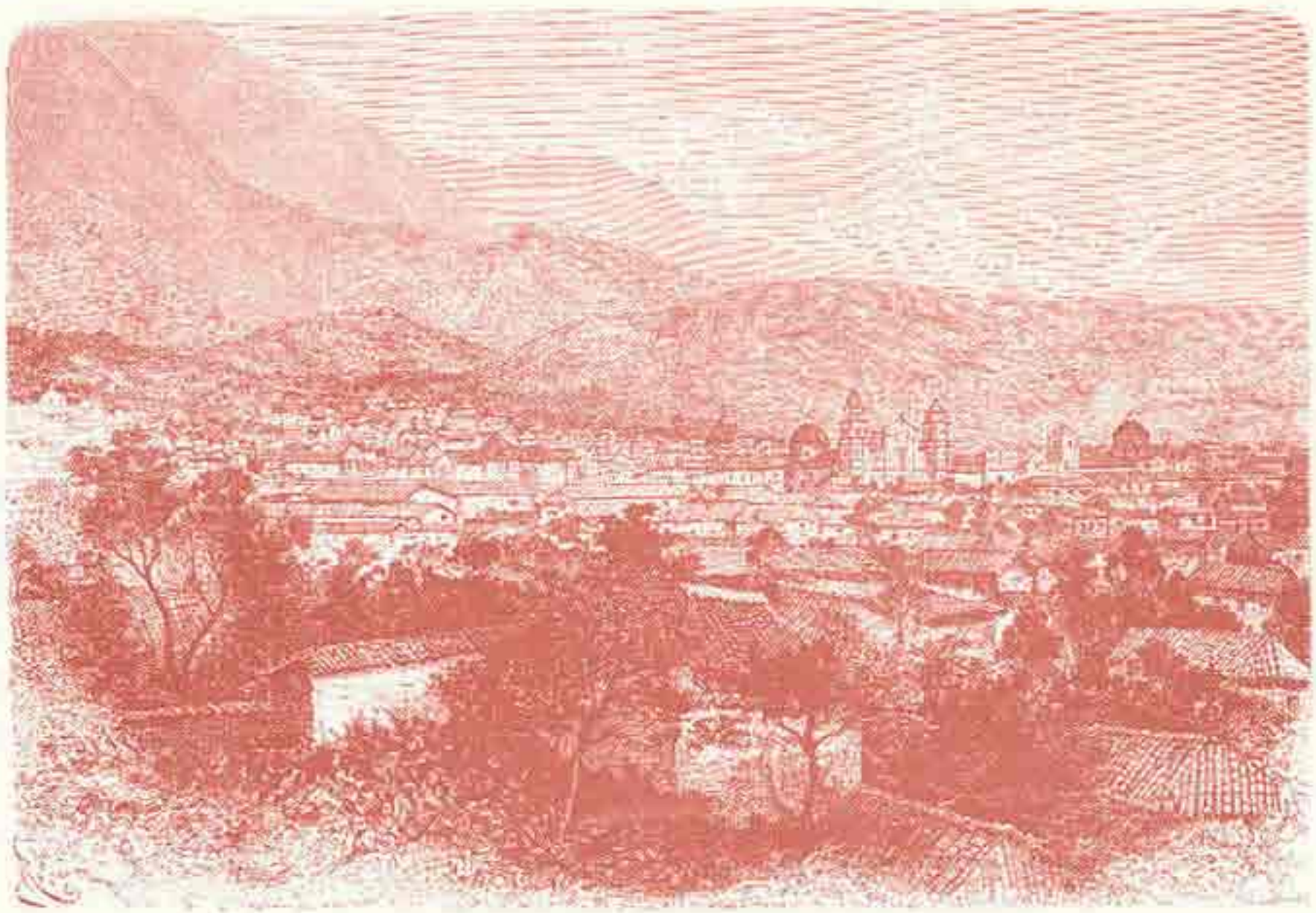
AEROGRAM S.A. Maldonado nº 13. T. 413 81 58 -28006-Madrid
AEROTOPO S.A. Castelló nº 62. T. 431 58 84 -28001-Madrid
AZIMUT S.A. Marqués de Urquijo nº 11. T. 241 05 00 -28008-Madrid
A. PETIT. Pez Volador nº 22. T. 273 27 75 -28007-Madrid
CADIC. Doctor Esquerdo n.º 166. T. 433 58 74 - 28007-Madrid
CARTOCIVIL S.A. Paseo Reina Cristina nº 6. T. 252 44 43 -28014-Madrid
CARTOGESA. Francisco Luján nº 17. T. 267 50 58 -28027-Madrid
CETFA S.A. Serrano nº 211. T. 259 14 00 -28016-Madrid
CYS. Doce de Octubre n.º 5. T. 274 74 88 -28007-Madrid
EDEF S.A. Marqués de Lema nº 7. T. 254 42 67 -28003-Madrid
ERENA S.A. Príncipe de Vergara nº 215. T. 457 02 69 -28016-Madrid
ETYCA. Santa Brígida n.º 31. T. 521 23 12 - 28004-Madrid
GEOCART S.A. Avda. de América nº 49. T. 415 03 50 -28002-Madrid
GEOMAP. Villanueva nº 2. T. 431 11 97 -28001-Madrid
INCAR S.A. Avda. Menéndez Pelayo nº 85. T. 252 36 66 -28007-Madrid
INTECPLAN S.A. Pedro Texeira nº 10. T. 456 44 79 -28020-Madrid
INTOPSA. General Perón n.º 5. T. 455 86 69 - 28020-Madrid
LEM S.A. Paseo de la Habana nº 137. T. 457 69 14 -28016-Madrid
PAISAJES ESPAÑOLES. Francisco Silvela nº 44. T. 246 20 10 -28028-Madrid
STEREOCARTO S.L. Antonia Ruiz Soro nº 11. T. 255 84 49 -28028-Madrid
TASA. Gran Vía n.º 31 - 6.º. T. 231 68 59 - 28013 - Madrid
TICSA. Fernández de la Hoz nº 58. T. 441 62 77 -28010-Madrid
TOGESA. López de Hoyos n.º 168. T. 413 88 60 - 28002-Madrid
TOPYCAR S.L. Avda. Menéndez Pelayo nº 81. T. 433 35 97 -28007-Madrid

---

Domicilio social: Avda. de América, 47 - Tel. 415 03 50 - 28002 - Madrid

---

COLOMBIA



Grabado antiguo, Vista de Bogotá.

LA TOPOGRAFIA Y SUS RELACIONES DE TRABAJO EN COLOMBIA

Por: **GERSON ERASO ARCINIEGAS**
Profesor de Topografía en el Centro de Estudios Superiores María Goretti,
Presidente Honorario Sociedad Nariñense de Topógrafos
Colombia

1. EL MERCADO LABORAL DEL TOPOGRAFO

En la actualidad el problema básico más agudo, urgente e inaplazable, es el de cómo mejorar las condiciones de vida de los sectores de la población colombiana. Los Gremios de Topógrafos, con o sin formación académica, ubicados a lo largo y ancho del país tampoco son ajenos a esa realidad. La solución requiere la constante creación de nuevos empleos.

Para el círculo de Topógrafos a nivel Nacional, con o sin formación académica pero con derecho a ejercer la profesión, se les presentan dos alternativas al problema del desempleo: la primera, en el sector público a través de la Carrera Administrativa, y, la segunda, el sector privado con el impulso a la iniciativa particular.

En lo concerniente al Sector Oficial es importante recordar que muchos Topógrafos **no** cumplieron con el Estatuto de la Carrera Administrativa, más sin embargo siguen al frente de sus cargos, teniendo en cuenta que la Licencia Profesional exigida para ejercer la Profesión (Ley 70 de 1979) no puede ser reemplazada por ninguna clase de experiencia. Ello requiere una urgente corrección, la cual debe encuadrar en las disposiciones vigentes sobre la materia, abriendo el concurso en igualdad de condiciones a todos los aspirantes que reunan los requisitos establecidos. De esa manera democrática para alcanzar un puesto público se elimina la más grande amenaza para quienes han logrado el cargo de Topógrafo, porque los restantes están dispuestos a obtener el mismo a cualquier costa para atender, aunque sea transitoriamente, las necesidades de su subsistencia acrecentada por la angustia económica y la inseguridad laboral, ingredientes explosivos en el ambiente de inconformidad e incredulidad reinante en el país; además, de esta forma superaríamos el repudiable hábito que ha inducido no sólo a los profesionales de la Topografía a acudir a los dirigentes políticos en procura de empleo y no dejando a los mismos su objetivo fundamental de ser unos activistas políticos, sustento y motor de la democracia representativa, en las aldeas y comarcas hasta los más altos niveles del país, en apoyo de todas las iniciativas y tareas que conduzcan eficazmente a la creación de nuevos empleos (1) y no se conviertan en unos simples ídolos de adoración y postración permanente por parte de sus seguidores y, por último, de esta forma la juventud emergente puede recobrar la fé en el país y restituirá la credibilidad de las instituciones democráticas.

Resulta justo, urgente y necesario, convocar a los concursos abiertos para ingreso a la Carrera Administrativa para aquellos cargos de Topógrafos que no han cumplido con los requerimientos mínimos exigidos, estatuídos y de Ley.

En el sector privado toda iniciativa particular debe ser apoyada por el Estado; ello significa que no es el Estado sólo, volviéndose un pulpo burocrático, pero tampoco aquellas llamadas grandes empresas a las cuales se les atribuye la virtud de ser generadoras de empleos bien remunerados, quienes van a determinar la suerte de millones de colombianos. En una concepción clara de la economía social, el Estado es el motor político, es el acicate, es el instrumento de pulso y fortificación de miles y de centenares de actividades empresariales (2) que puedan derivarse del ejercicio de la Topografía.

La iniciativa privada en el sector de la Topografía no podría alcanzar su objetivo si no se tiene presente la premisa: "Que el trabajo dinámico, solidario, creador y ejecutado directamente por el profesional, sea la única legitimación de la riqueza". En Colombia existe la herramienta legal, Ley 70 de 1979, para que la ejecución y contratación de trabajos Topográficos sea directa por parte del profesional de la topografía.

Pero en el momento no existe en el país ese estímulo para el Topógrafo por cuanto no se ha reglamentado, por parte del ejecutivo la Ley 70 del 79, por medio de la cual se establece el ejercicio de la profesión de la Topografía, en lo concerniente a la participación en las licitaciones privadas y públicas sobre trabajos exclusivos de la Topografía. Lo anterior ha conllevado necesariamente a una explotación humana y a la competencia destructiva entre profesionales afines de la Topografía. Ello conlleva a situaciones difíciles de contener por cuanto las clases emergentes con nuevos profesionales en la Topografía que con esfuerzos de toda la familia coronaron su Carrera, no encuentran ni empleo ni estímulos para realizar y desarrollarse dentro de la organización social preestablecida, se conviertan en el caldo de cultivo de la inseguridad social del país.

Expuesto el pensamiento sobre el problema del ejercicio de la Profesión de la Topografía se concluye en la necesidad de estudiar, revisar y reglamentar el estatuto de la Carrera Administrativa y la Ley 70 del 79, para fomentar el empleo en Colombia y se proscriba de una vez por todas mediante legislaciones consecuentes la explotación del hombre por el hombre, entrando así el Topógrafo al mercado laboral en igualdad de condiciones.

2. TECNOLOGIA ESPECIALIZADA O INGENIERIA

La nula participación directa en la obtención de contratos dentro del sector oficial o privado no depende solamente de una limitación de la reglamentación de la Ley, sino más bién se debe a la cuantificación de la formación académica recibida. En base a esta concepción los otros profesionales ubican a la Topografía como una ciencia auxiliar, explicando de esta forma el porqué a quienes la ejerciten siempre son llamados a realizar trabajos Topográficos a través únicamente de subcontratos.

Aquí nace la disyuntiva de la profesión de continuar la **tecnología especializada** u optar por la Ingeniería Topográfica, y el dilema se debe resolver a la luz analítica de los documentos de la reforma post-secundaria, el rediseño estatutario de la Carrera Administrativa y el área de conocimiento y aplicación de la profesión en Colombia.

El Departamento Administrativo del Servicio Civil, entidad encargada de clasificar a los empleados del Estado, ha ubicado al profesional de la Topografía en el nivel de Técnico, siendo un nivel inferior al del Profesional universitario y un nivel superior al nivel del Ayudante o Trabajador Oficial. Así la posición intermedia del Topógrafo determina relaciones de trabajo de supeditación ante los profesionales universitarios y de presión sindical de parte de los obreros. Además, la calidad de no ser los Topógrafos trabajadores oficiales impide la firma de convenciones colectivas de trabajo y la afiliación a sindicatos de base, apareciendo la imperiosa necesidad de fortalecer el Sindicato Gremial con los dos grandes institucionalizados por la Ley, a saber: La Sociedad Colombiana de Topógrafos, Cuerpo Consultivo del Gobierno, y a la Asociación Nacional de Topógrafos.

Aunque no es el interés central, resulta oportuno conocer el concepto jurídico que existe sobre la calidad del empleado oficial, para los topógrafos y así no caer posteriormente en discusiones insulsas o ambivalentes. El concepto es el siguiente: "Los Topógrafos no son trabajadores oficiales de la construcción y sostenimiento de obras públicas, sino de empleos que como los Ingenieros y Arquitectos realizan trabajos calificados o técnicos" (3). Así mismo, es oportuno citar el fallo del 22 de agosto de 1985 de la Corte Suprema de Justicia, en la cual se hace una interpretación al artículo 5.º del Decreto 3135 de 1968 en los siguientes términos: "Art. 5.º de 1968 tiene dispuesto que son empleados públicos quienes sirvan a Ministerios, Departamentos Administrativos, Superintendentes y Establecimientos Públicos, salvo de manera específica, quienes laboren para la construcción o el sostenimiento de obras públicas, cuya calidad es la de trabajadores oficiales, o aquellas otras, que conforme a los Estatutos de los Establecimientos Públicos, pueden tener este último carácter.

Sin embargo, no todos aquellos que presenten alguna especie de colaboración para construir o mantener obras públicas pueden calificarse como trabajadores oficiales a la luz de dicho Art. 5.º, porque si así lo fuere con todos los servidores de la ADMINISTRACION LLEGARIAN A OBTENER AQUELLA CALIDAD JURIDICA, desde los más altos funcionarios, como los Ministerios o Secretarías del Ramo, Gerentes de Establecimientos Públicos o Jefes de Departamentos Administrativos que construyen Obras Públicas, hasta el Personal Auxiliar de inferior categoría de aquellas oficinas, agencias o entidades gubernamentales, con lo cual la excepción a este respecto, consagra en el precepto aludido, llegaría a convertirse en la práctica en regla general o sea que el intérprete que tal criterio sostuviese, habría olvidado que las excepciones previstas por el legislador tienen sentido y alcance restringidos específicos, precisamente por apartarse del criterio amplio, genérico o corriente, sentado por la Ley como principio general.

Por ello cobija únicamente el carácter de trabajadores oficiales a aquellos que laboran como trabajadores manuales como son las obras de movilización de tierra, extracción de piedra, arena, cal, etc.

Lo preceptuado por el Art. 5.º del Decreto 3135 de 1968 es también aplicable a los ámbitos Departamental, Municipal, Intendencial y Comisarial, Según lo ha sostenido la Corte en reiteradas oportunidades" (4).

En cuanto hace referencia a la reforma post-secundaria, decreto 80 de 1980, sabemos que se establecieron las siguientes modalidades en la Educación Superior en Colombia.

a. Formación Intermedia Profesional.
b. Formación Tecnológica.
c. Formación Universitaria.
d. Formación Avanzada o de Post-grado.

En el documento se habla muy claro sobre las facitibilidades de establecer para las Carreras Tecnológicas programas terminales o de especialización en cada uno de ellas para luego poder seguir la Educación Avanzada o de Post-grado. También habla de los programas Universitarios de los cuales dice que podrán organizarse mediante un currículo integrado o por ciclos, de manera que al término del primer ciclo el educando esté preparado para el ejercicio de una actividad Tecnológica. Este ciclo conduce al título de Tecnólogo en la respectiva rama profesional (5).

La modalidad de formación Universitaria se orienta en dos direcciones: hacia la disciplina primordialmente académica y hacia las profesiones liberales; en cambio la Tecnológica especializada lo limita al profesional en Topografía al encasillarlo en una de las áreas de conocimiento específico de la Topografía: agrimensura, urbanismo, trazados, astronomía de posición, triangulaciones o cédulas catastrales (6).

Dentro de la Tecnología se dá la limitación aludida por cuanto responde a la estructura técnica de la prestación de servicios cada vez más apoyados en aparatos electrónicos que en aparatos eléctricos, con la tendencia a desaparecer los aparatos mecánicos, a fin de volverse totalitaria en el grado que determina, no sólo las ocupaciones, aptitudes y actitudes socialmente necesarias, sino también las necesidades y aspiraciones individuales. De este modo borra la oposición entre la existencia privada y la pública, entre las necesidades individuales y sociales. La Tecnología en Topografía, y quizás en otras carreras, sirve para instituir formas de control y de cohesión social más afectivas y agradables. La tendencia totalitaria de estos controles parece afirmarse en Colombia extendiéndose a las zonas de nuestro país menos desarrolladas como es el caso de los sectores de violencia donde opera en la actualidad el Plan Nacional de Rehabilitación, creando similitudes en el desarrollo del capitalismo y el Comunismo, hablando desde el punto de vista económico.

Conforme a la reforma Pos-secundaria, la formación Tecnológica configura al discurso y la acción de la cultura intelectual y material. En el desarrollo de la tecnología en la formación superior, la cultura, la política y la economía, se unen en un sistema omnipresente que acepta o rechaza las diversas alternativas. De aquí urge la necesidad de rescatar al Foro como el mejor medio del debate público para consolidar o definir el perfil profesional de las diferentes profesiones Teécnológicas.

De lo anterior se concluye que la formación Tecnológica se ha hecho la razón política para la productividad y el crecimiento profesional con miras a estabilizar la sociedad y contener el progreso técnico dentro del marco de la dominación de la comunidad sobre el individuo y no de un número reducido de individuos sobre la comunidad en general.

De esta forma debemos aceptar la realidad que nos impone la Educación Tecnológica en el momento de ejercer nuestra profesión en el Mercado Laboral: "El hombre no acierta a decidir el perfil del hombre que desea ser, lo que le lleva a dos afirmaciones concluyentes: que dé fé que sin la técnica no se puede vivir; que es muy improbable una **Tecnocracia**, es decir, que el técnico no puede mandar, ni dirigir en una última instancia" (7).

En cuanto al área de conocimientos, se pretende por nuevas disposiciones anular la dinámica propia que ha obtenido la Topografía en base a sus propias técnicas, instrumentos de investigación y de su aplicación rigurosa. Ese interés de negar a la Topografía su calidad de ciencia y convertirla en Arte se refleja en los proyectos de Ley 101/84, 160/85 y 160/87 (8).

La gran decisión deben tomarla los gremios de la profesión legalmente establecidos en un verdadero encuentro de aspiraciones que contribuyan al desarrollo único de la profesión de la Topografía. Como no existen en la actualidad las bases fundamentales para ese gran encuentro, resulta indispensable promover a Nivel Regional los **Foros** con la participación no sólo de Topógrafos, sino de profesionales, entidades oficiales, entidades privadas y la comunidad en general.

3. MODIFICACION DE LA LEY 70 DE 1979

Sistemáticamente se ha venido distrayendo a la Sociedad Colombiana de Topógrafos del ejercicio primordial de su función de ser el cuerpo consultivo del Gobierno Nacional por Ley, con las sucesivas presentaciones del mismo proyecto de Ley que pretende modificar la Ley 70 de 1979 por medio de la cual se establece la profesión de Topografía: Proyecto de Ley 135 de 1984, Proyecto de Ley 33 de 1985 y el Proyecto de Ley 36 de 1986.

Bien es conocido por todos nosotros que la predicha Ley define con precisión lo que es la profesión de Topógrafos, determina quienes pueden obtener la Licencia para ejercer la profesión de Topografía en el Territorio nacional y señala los documentos que se deben acompañar en cada caso, crea la Licencia Profesional, determina las funciones del profesional en Topografía, ordena que el Gobierno al reglamentar la Ley defina las áreas correspondientes a los Topógrafos Profesionales para efectos de Licitaciones en empresas públicas y privadas, crea el Consejo nacional de Topógrafos con sus funciones y determina su composición,

fija las prohibiciones para ejercer la profesión de Topografía sin Licencia Profesional y establece sus sanciones, reconoce a la Sociedad Colombiana de Topógrafos como Cuerpo Consultivo del Gobierno para lo relacionado con la Topografía; y además, con el decreto 690 de 1981 se le reglamenta en una buena extensión.

Los proyectos de Ley a los cuales hicimos referencia en un principio, guardan las dos mismas estructuras: la primera, es una transcripción exacta de artículos, ordinales y parágrafos de la Ley 70 de 1979, lo cual no amerita una nueva Ley porque a través de ella no se está reformando, derogando, adicionando o aclarando lo existente, por no aportar nada nuevo: allí no estaría ejerciendo su propia función el Congreso.

La segunda, es el claro interés de ampliar por dos años más el plazo para que los empíricos de esta profesión puedan obtener su Licencia Profesional y es el claro afán de quitarle a la Sociedad Colombiana de Topógrafos el carácter de Cuerpo Consultivo del Gobierno Nacional.

Lo anterior no resulta justo ni objetivo, por las siguientes razones:

1. El Congreso de Colombia a través de la Ley 90 de 1937 del Decreto Ley 1782 de 1954 y la Ley 70 de 1979 ha facilitado los medios para que los empíricos de la Topografía obtengan su matrícula profesional. Estas tres oportunidades a lo largo de cincuenta años exactos han sido más que suficientes, agregar una cuarta restaría seriedad a la labor Legislativa.

2. La Carrera de Topografía tiene una antiguedad en el país desde el punto de vista curricular a nivel Universitario de más de treinta años, existiendo en la actualidad ocho facultades en el Territorio Nacional de las cuales la más nueva tiene diez años de experiencia y en su conjunto una población de cuatro mil quinientos egresados.

3. El Decreto Ley de Reforma Universitaria 080 de 1980 lleva los estudios de la Topografía al nivel de Formación Superior y estableció unos requisitos y mecanismos académicos para obtener el título correspondiente, para Nacionales y Extranjeros. La aprobación de esa modificación dentro de la vigencia del Decreto Ley 80 de 1980 que enmarca la educación post-secundaria, sería una inconsistencia legal y proporcionaría un desordenamiento en el sistema Educativo Universitario.

4. La Carrera Administrativa vigente establece como requisito para ingreso, permanencia y ascenso dentro de ella para los servidores públicos, la idoneidad profesional comprobada mediante la Tarjeta Profesional, certificados de estudio, títulos y la aptitud o buena disposición para el desempeño del cargo. Al aprobar esta modificación se estaría reformando el Estatuto de la Carrera Administrativa vigente, en un punto fundamental de la misma, conduciendo a un deterioro en el servicio público.

En lo que respecta a la calidad del Cuerpo Consultivo, la misma no puede pasar al Consejo Nacional de Topógrafos ya que los Cuerpos Consultivos son organismos de alto nivel técnico, académico y científico, tales cono las Sociedades, Academias, Asociaciones Científicas y Grupos calificados de Profesionales son organismos dedicados más a la vigencia, control y cumplimiento de la Ley con lo tocante a su ejercicio profesional y no en los aspectos académicos y científicos (9).

Por lo expuesto en los acápites anteriores se amerita una reunión de los dos gremios a nivel nacional para erradicar en forma definitiva el peligro que corre la profesión de Topografía si no se le dá un tratamiento profundo y urgente.

4. EL PASO DE TECNICOS A TECNOLOGOS

La reforma post-secundaria establece la transferencia del alumno o egresados del programa de formación Técnico Intermedio Profesional al de Tecnólogo. Con esta pauta jurídica y con la necesidad de poder ejercer la profesión de Topógrafo según lo establecido por la Ley, la Unidad de Topografía del Centro de Estudios Superiores María Goretti se preocupó por el paso de técnicos en Topografía a Técnólogos en la misma rama.

La respuesta dada por el ICFES al reverendo Padre Guillermo de Castellana (Francisco Ballina Bencivinni) inicia todo el proceso: "Si los estudios de Topografía que se desarrollan en dicha entidad en la modalidad de Formación Intermedia Profesional cuenta con Licencia de Funcionamiento y aprobación por parte de la Junta Directiva del ICFES, a los egresados de dichos estudios pueden otorgárseles el Título de Técnico Profesional Intermedio, de conformidad con lo establecido en el Art. 3.º Literal a) del Decreto 2723 de 1980" (10).

El primero de septiembre de 1974 se iniciaron actividades en la sección de Topografía, de la Asociación Escolar María Goretti, en la Ciudad de Pasto, dirigida por el Ingeniero Civil Carlos Montenegro Caiza.

Mediante visita efectuada por el Jefe de la División de Servicios Técnicos y Docentes de la Secretaría de Educación Nacional, se dió el visto bueno para conceder permiso de fundación a la predicha sección por reunir todos los requisitos exigidos para este fin, según resolución 223 de junio 14 de 1975 firmada por el Secretario de Educación Departamental de acuerdo al Decreto 1012 de mayo de 1961. Una comisión integrada por un funcionario de la División de Educación Intermedia Profesional del Ministerio de Educación Nacional y otro de la facultad de Ingeniería Civil de la

Universidad de Nariño, visitó a la Escuela de Topografía del Colegio Seminario Instituto María Goretti de la ciudad de Pasto, quienes encontraron bien equilibrados los objetivos que presenta la especialidad del Topógrafo y la formación que ofrece la Escuela a sus alumnos; un equipo humano y material didáctico en calidad y cantidad apropiada para el buen desarrollo de los estudios, y un sistema de evaluación técnica que les permitió recomendar la aprobación de la Escuela de Topografía, dando origen a la Resolución 5976 de junio 22 de 1977 autorizando para expedir el Título de **Técnico en Topografía.** Mediante resolución 15832 de diciembre de 1977 el Ministerio de Educación Nacional aclara el Art. 2.º de la resolución 5976 de junio 22 de 1977 expedida por el mismo Ministerio que aprueba los estudios de la Escuela de Topografía del Colegio Seminario Instituto María Goretti, en el sentido de expresar que el Instituto queda autorizado para otorgar a sus egresados el Título de **Técnico Profesional en Topografía.**

El Reverendo Padre Francisco Bellini Bencivinne (Guillermo de Castellana) solicitó al Señor Ministro de Educación Nacional que le sea otorgada Personería Jurídica a la Fundación Centro de Estudios María Goretti, amparada en lo dispuesto en los decretos 080 de 1980 y 2799 del mismo año. Por Resolución N.º 10735 de junio 23 de 1982, emanada del Instituto Colombiano para la Educación Superior ICFES, se reconoce personería jurídica en su calidad de Institución de Educación Superior previo concepto favorable de la Junta Directiva del ICFES.

La Escuela de Topografía del Colegio Seminario Instituto María Goretti, por reglamento interno, pasó a ser parte de la Fundación CESMAG denominándose en adelante Unidad de Topografía.

El Consejo Profesional Nacional de Topografía con sede en Bogotá no conforme con los documentos presentados por los egresados de la Unidad de Topografía se negó a expedir la Licencia Profesional para el ejercicio de la Profesión conforme a la Ley 70 de 1979 y de la cual teníamos pleno derecho. Además, en la reforma post-secundaria se incluyen a las Instituciones Intermedias Profesionales que estaban adscritas al Ministerio de Educación Nacional, cuyo requisito para ingreso es el Bachiller o su equivalente, y de esta forma la Escuela de Topografía figura en las listas del ICFES con el código 4125, entrando a formar parte del sistema de la Educación Superior.

El Consejo Profesional Nacional de Topografía siempre se ciñó a la letra de la Ley y no a su espíritu, por lo cual hubo la necesidad de seguir los siguientes pasos:

1. Cambio de Titularidad.
2. Renovación del programa de Topografía.
3. Equivalencia de Títulos.

Para el cambio de titularidad era necesario realizar una cesión a Título gratuito de la Asociación María Goretti al Centro de Estudios Superiores María Goretti, la cual se hace con nota de Cesión Suscrita en Pasto el 10 de agosto de 1984 de los programas de Topografía y Delineantes de Arquitectura por los representantes legales de la entidad cedente y la cesionaria, previa autorización de cada una de las Juntas Directivas a sus representantes para realizar y aceptar la Cesión. Con los documentos descritos el ICFES dictó la Resolución N.º 1737 del 18 de septiembre de 1984 por la cual se autoriza la cesión de la titularidad de unos programas de Educación Superior con retroactividad a la fecha en que entró en vigencia la Resolución que reconoce Personería Jurídica al CESMAG.

La renovación del programa de Topografía y la Equivalencia de Títulos se establece en la Resolución del ICFES N.º 2063 del 31 de octubre de 1984 y en la misma fija la necesidad del cambio de modalidad previo el ajuste del programa, aquisición de material audiovisual y equipo para prácticas de geodesia y astronomía como la complementación de fotogrametría, incorporación de aulas "C" y dotación de la biblioteca con textos específicos de Tecnología en Topografía.

Las recomendaciones del ICFES son atendidas en su totalidad (11) haciendo hincapié de la extensión del programa a la comunidad a través de ciclos de conferencias, Foro Regional, Estudios Topográficos, y, especialmente se vela por la estricta relación en sus programas de Topografía con la Carrera y no con la orientación hacia la construcción.

De esta forma se llega al punto culminante del paso de Técnico Intermedio Profesional en Topografía al de Tecnólogos en Topografía según reza el Acuerdo de la Junta Directiva del ICFES N.º 092 de junio 5 de 1986 en el cual se autoriza al Centro de Estudios Superiores María Goretti, Personería Jurídica 10735 protocolizada por escritura pública 3442 del 7 de septiembre de 1982 de la Notaría Segunda de Pasto, para ofrecer la modalidad Tecnológica en Topografía, dando respuesta y cumplimiento el ciclo propuesto por el ICFES.

Para la transferencia de la modalidad de TECNICO INTERMEDIO PROFESIONAL AL DE TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA, se establecerán grupos de personas que poseen título, personas que han culminado satisfactoriamente sus estudios pero tienen pendiente el trabajo de grado y aquellas personas que deban cursar algunas asignaturas, a quienes seguramente se les dará un tratamiento diferencial, según el reglamento interno de la Institución que para estos fines determine.

El único reto que nos queda de ahora en adelante en el Centro de Estudios Superiores María Goretti es alcanzar la INGENIERIA TOPOGRAFICA o la ESPECIALIZACION TECNOLOGICA EN VIAS, según se defina la propuesta en el II Encuentro Nacional de Directores de Unidades de Topografía al realizarse en

Pasto en agosto de 1987 y que la misma determinación vaya acorde con la ideología y filosofía de su creador y fundador, continuada en la actualidad por las Juntas Directivas de la Asociación y la Fundación María Goretti.

Rendimos un Homenaje Póstumo a su creador y fundador Reverendo Padre Guillermo de Castellana (Francisco Ballina Benciviinni).

BIBLIOGRAFIA

1.— *BARCO VARGAS, Virgilio... "La Lucha Contra la Pobreza". Discurso ante la convención Nacional del Partido Liberal, 7 de diciembre de 1984, Bogotá.*

2.— *Ibid. Discurso de Instalación de los grupos de Estudio de la Campaña en la sede Principal, 15 de mayo de 1985, Bogotá.*

3.— *MORA OSEJO, Humberto... Sala de Consulta y Servicio Civil del Consejo del Estado, octubre 25 de 1983, Bogotá.*

4.— *DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DEL SERVICIO CIVIL —DASC— Oficio 1518 de marzo 19 de 1986, Bogotá.*

5.— *INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE LA EDUCACION SUPERIOR —ICFES— Compilación Legislativa, 2ª Edición ampliada y actualizada. Reforma de la Educación Post-Secundaria Decreto 80/80, Bogotá 1982.*

6.— *Decreto 690 de 1981. Reglamentario Ley 70 de 1979.*

7.— *ORTEGA Y GASSET, José... "La Rebelión de las Masas" Ed. Planeta de Agostini, Barcelona 1985.*

8.— *CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFIA. Boletín N.º 1, noviembre de 1986, Bogotá.*

9.— *COMISION QUINTA DEL SENADO. Memorando de ARLEX RAMIREZ ZAPATA, Asesor Comisión Quinta, Diciembre 12 de 1985. Bogotá.*

10.— *INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE LA EDUCACION SUPERIOR EN COLOMBIA. Oficio. 1573 de Julio de 1982. Bogotá.*

11.— *CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES MARIA GORETTI. CESMAG. UNIDAD DE TOPOGRAFIA. Información para Justificación del cambio de la modalidad en Topografía, Pasto, 1985*

Planicomp P 3 –

Restituidor analítico de precio económico pero de elevada performancia, destinado a sustituir los instrumentos analógicos

Planicomp P3 es un restituidor analítico de la segunda generación, que ofrece toda la performancia del moderno sistema fotogramétrico-cartográfico PHOCUS.

Características destacadas

- Instrumento de sobremesa, de diseño ergonómico, provisto de un módulo óptico-mecánico, de altura adaptable, así como de una amplia superficie de trabajo.
- Cursor fotogramétrico P con tablero digitalizador de gran tamaño para movimientos relativos, posicionado absoluto selección del menú e introducción de instrucciones.
- Microprocesador integrado para efectuar todas las operaciones en tiempo real, aliviando de este modo las tareas del ordenador host.
- Sistema óptico de alta calidad con zoom, campo visual de 40 mm de diámetro, índice negro/luminoso así como entradas y salidas ópticas.
- Posibilidad de adaptar una unidad VIDEOMAP, para la superposición óptica de la foto y del mapa gráfico.
- Integración en el sistema fotogramétrico-cartográfico PHOCUS.
- Manejo fácil, gracias al software de concepto moderno.

Campos de aplicación

- Trazado de mapas de cualquier escala
- Recopilación y gestión de informaciones geográficas
- Amplias posibilidades de edición, tanto en line como off-line
- Medición de modelos digitales del terreno
- Determinación de puntos por aerotriangulación

Planicomp P3 –
La inversión en productividad

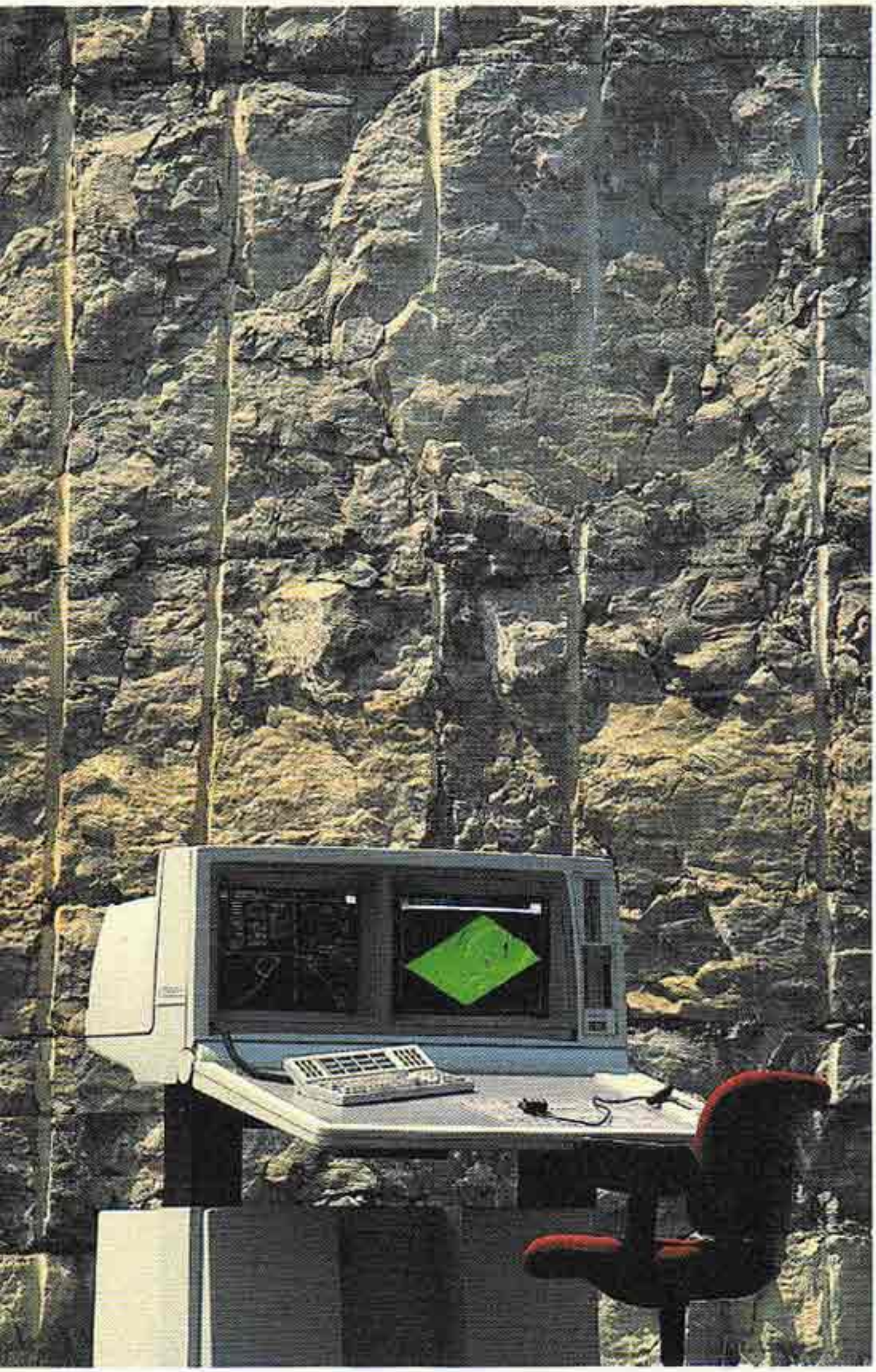
NUEVA DIRECCION A PARTIR DE ABRIL:

Avda. de Burgos, 87
28050 MADRID
Tel. (91) 767 00 11

ZEISS

West Germany

Empezar sobre una base sólida



Cuando se están estableciendo las bases para la construcción de un edificio o autopista o de u sistema completo de información geográfica, se necesita una tecnología avanzada en topografía y cartografía. Existe un sistema suficientemente flexible que contiene una amplia gama de aplicaciones: una solución que resuelve todas las necesidades de captura de datos: INTERGRAPH.

Una base sólida para su proyecto

Para mejorar la eficacia en los proyectos o levantamientos para ingeniería, se requiere:

- ☐ Conexión con libretas electrónicas.
- ☐ Diseño parametrizado.
- ☐ Proyecto, simulación y cálculo de redes geodésicas.
- ☐ Modelos digitales del terreno.
- ☐ Aplicaciones para la implantación y diseño en ingeniería.
- ☐ Aplicaciones para cálculo y análisis de movimiento de tierras.

INTERGRAPH ofrece estas herramientas como part de un sistema total e integrado, para la captura, gestión, análisis y presentación de información geográfica. Con INTERGRAPH, todos los ficheros relacionados con un proyecto forman parte de una base de datos única. La información compartida ayuda a los distintos departamentos a comunicarse adecuadamente, evitando la duplicación de datos, mejorando la productividad.

Un compromiso sólido de formación y asistencia

Para INTERGRAPH, la formación y asistencia al usuario son temas prioritarios. A partir del conocimiento de las tareas cotidianas en topografía ingeniería, se consigue mejorar la productividad y l eficacia, introduciendo adecuadamente los gráficos interactivos. Este compromiso con el usuario ha convertido a INTERGRAPH en el líder mundial en cartografía asistida por ordenador.
Empezar con INTERGRAPH supone establecer una base sólida. Para cualquier proyecto en topografía, ingeniería o cartografía.

Un sistema único. Todas las soluciones

Para más información, dirigirse a:
INTERGRAPH ESPAÑA, S. A.
Avda. de Burgos, 12
28036 MADRID
Teléf. (91) 766 57 79

INTERGRAPH ESPAÑA, S. A.
Aribau, 197-199
BARCELONA
Teléf. (93) 200 52 99

intergraph is a registered trademark of Intergraph Corporation ☐ One Madison Industrial Park ☐ Huntsville, Alabama 35807-4201 USA

INTERGRAPH

TOPCON

ALTA TECNOLOGÍA EN INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS

ESTACION TOTAL ELECTRONICA

Adaptada para formar parte de un sistema computerizado completo a través de los colectores de datos TOPCON FC-2, PSION, etc.

Mediciones de elevado rendimiento con los modelos **GTS-3B05** y **GTS-3B20.**

PANTALLA DEL GTS-3B

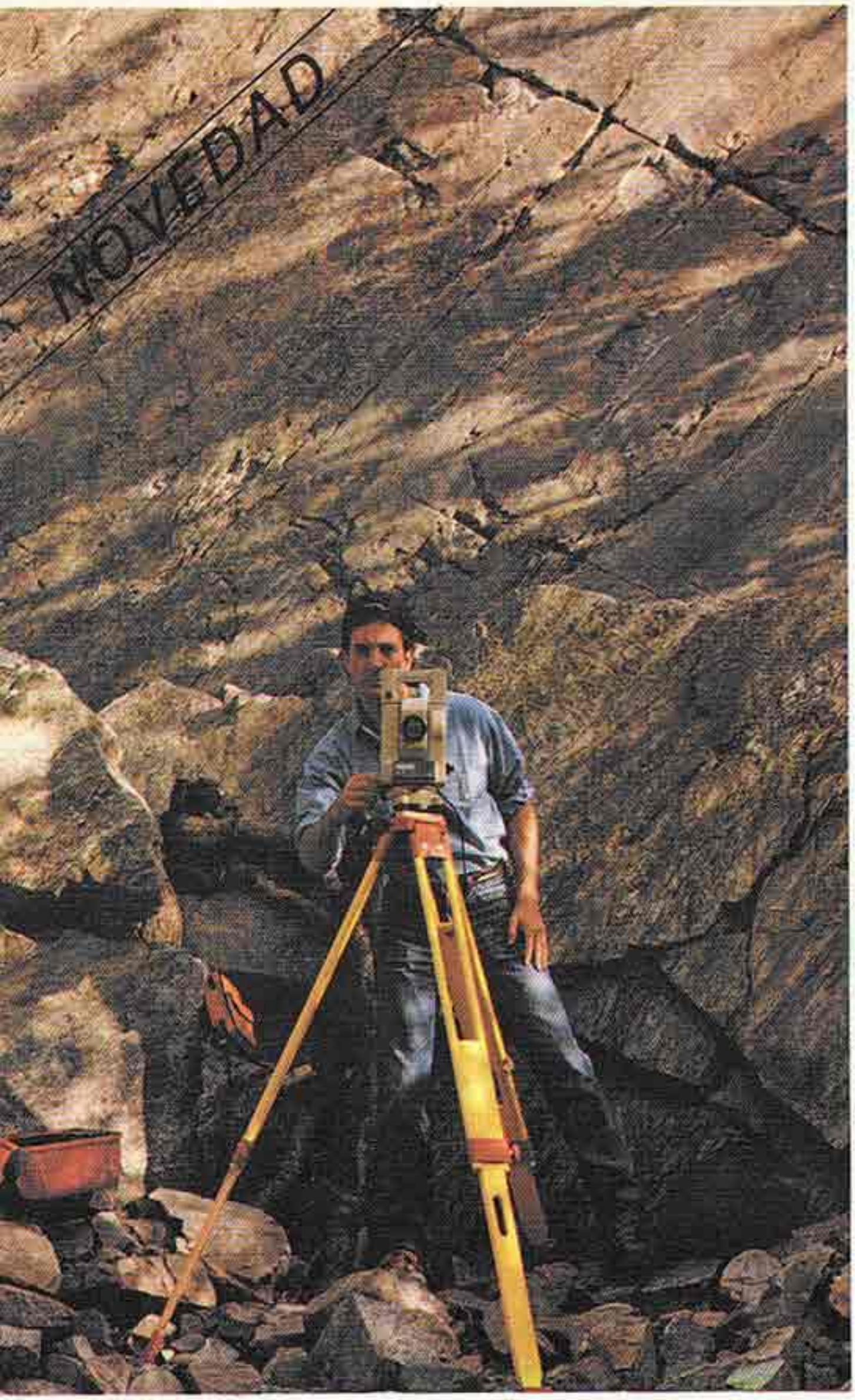
Solicite mayor información a:

TOPCON ESPAÑA, S.A.

Avda. Diagonal, 601 - Planta baja - Ptª B
08028 BARCELONA
☎ (93) 419 30 97 - ✆ (93) 419 15 32

Doctor Esquerdo, 148 - Bajo
28007-MADRID
TEL. (91) 552 41 60 - FAX. (91) 552 41 61

PTS-II Una estación a la medida de su tiempo



PTS-II. Es la designación que dá PENTAX a una nueva serie de estaciones totales. **PTS-II05** de 10 cc. de apreciación y 2,5 Km. de alcance. **PTS-II10** de 20 cc. de apreciación y 2 Km. de alcance (con tres prismas).

Con funciones de cálculo de distancias y alturas remotas, iluminación del display, más fácil de usar, conectable a la popular PSION, y a un precio sin competencia. Pídanos información, tenemos ofertas especiales para Vd.

PENTAX®

QUIERO RECIBIR MAS INFORMACION

NOMBRE .....

DIRECCION .....

CIUDAD ..... PROVINCIA ..... C.P. .....

Quiero que me envíen más información de las estaciones totales PENTAX PTS-II, así como sus ofertas especiales sobre sistemas automáticos de topografía.

Quiero sólo información ☐

una demostración sin compromiso ☐

Grafinta

Avda. Filipinas, 46
28003-MADRID
Tel. 253 72 07

Fax. 233 62 82
Tx. 345089 GRFN

Líderes en un mundo de cambio...

Programa Topográfico

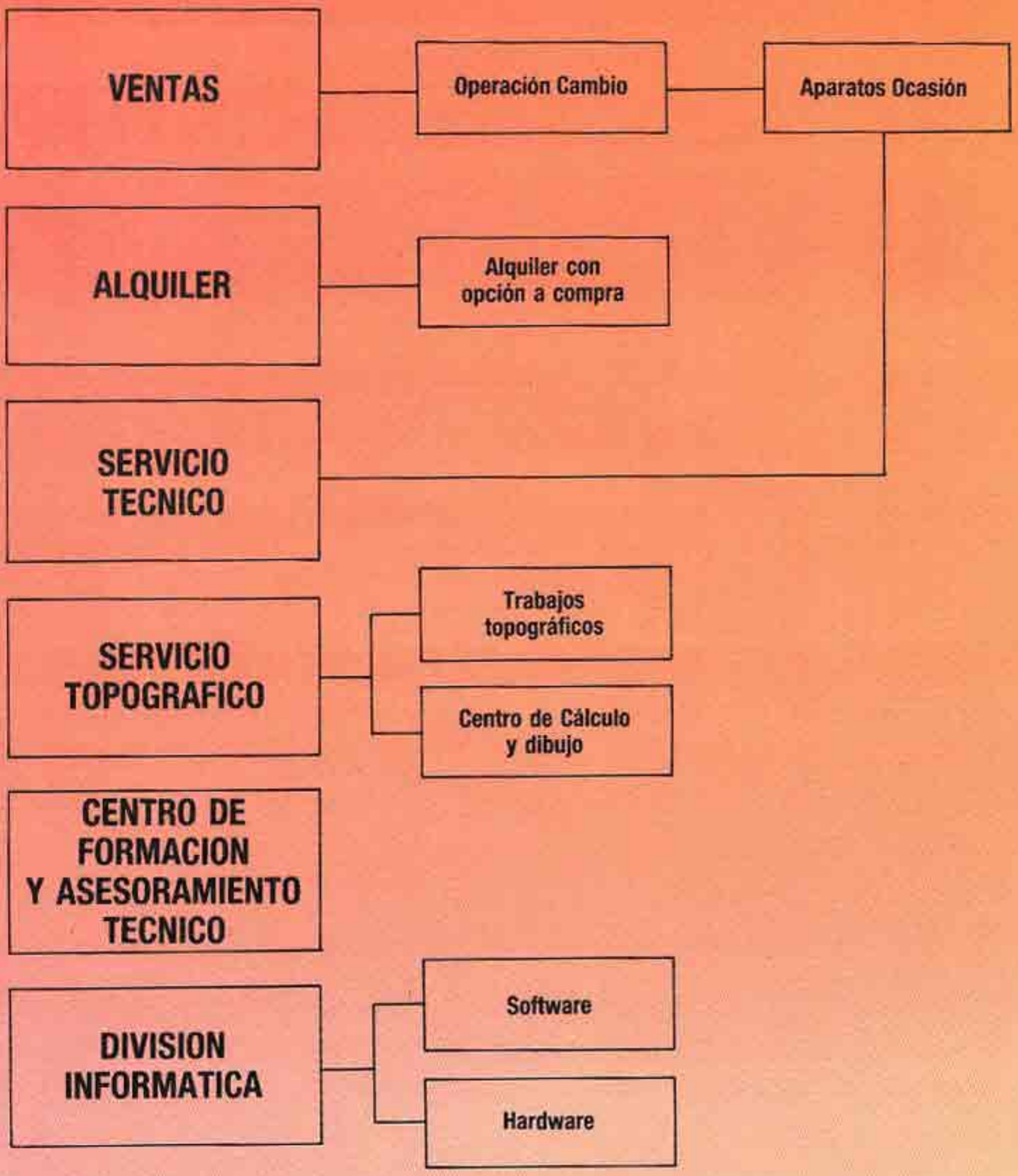
SOKKISHA

SDR-VARIN

Distribuidor en exclusiva
para España:

Isidoro Sánchez, S. A.

ISIDORO SANCHEZ-TOPOGRAFIA



ISIDORO SANCHEZ, S. A. RONDA DE ATOCHA, 16 - 28012-MADRID - Tel. 467 53 63 (6 líneas)

EL REGISTRO Y TRATAMIENTO DIGITAL DE LA INFORMACIÓN CARTOGRAFICA AL ALCANCE DE LA MANO CON EL SISTEMA TOPODATA Y SU BASE DE DATOS.

INVESTIGACIONES CIBERNETICAS, S.A.

Parque Real - Bloque 1 - 28280 El Escorial Madrid - España

Telf. 890.20.61* Telex 22360 ICI E

EN TODO EL MUNDO,

WILD

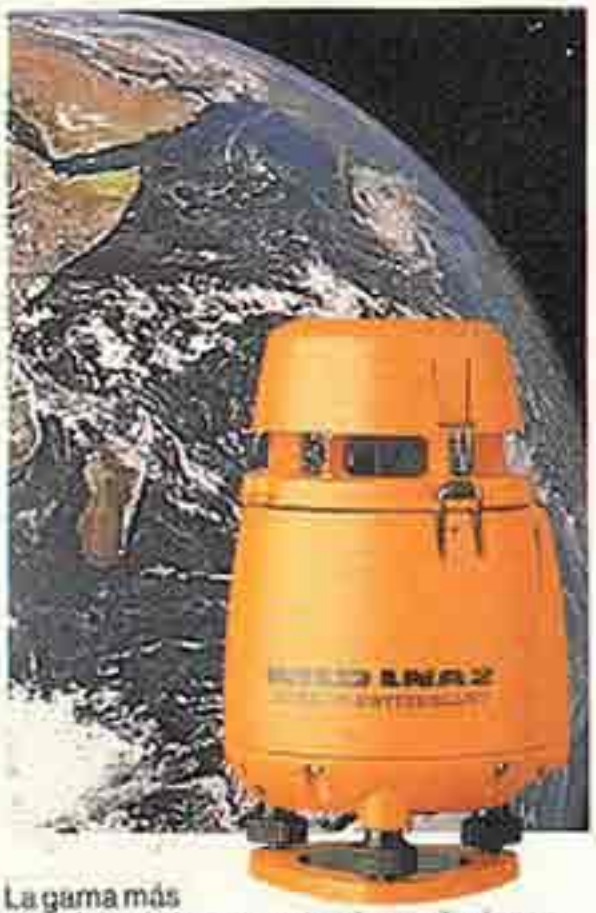
REPRESENTA LA PRECISION SUIZA.

EN ESPAÑA,

INGEO

REPRESENTA A WILD.

GEODESIA



La gama más completa de instrumentos. Las soluciones más apropiadas para todos los trabajos topográficos.
Calidad óptima a precio razonable.

NIVELES
Niveles económicos automáticos, para construcción, de precisión. Nivel láser para planos horizontal y vertical.

TEODOLITOS
La gama más completa de teodolitos ópticos y electrónicos.
Se les puede adaptar cualquier distanciómetro WILD.

DISTANCIOMETROS
Acoplables a todos los teodolitos. Con los electrónicos y la libreta GRE4 o el módulo REC se puede obtener cualquier estación total modular.

ESTACIONES TOTALES INTEGRADAS
Los taquímetros electrónicos TC-1000, TC-1600 y TC-2000 con la libreta electrónica GRE4 o el módulo REC son la mejor solución para los trabajos topográficos.

G P S
Equipo de posicionamiento global, conjunto del captor WM101 o WM102 y el paquete de programas PoPS para recepción y registro de datos vía satélite que posicionan dos o más estaciones de recepción.

FOTOGRAMETRIA

Tradicionalmente
WILD ha dominado este campo.
Instrumentos y sistemas que abarcan desde la toma de fotografías aéreas hasta la salida gráfica con su mesa de dibujo digital.

CAMARAS AEREAS
AVIOPHOT RC-20, el sistema más moderno de fotografía aérea con compensación de movimiento de la imagen.

INTERPRETACION
Estereoscopios TSPI y ST4.
Instrumento de interpretación APT2. Aparato de transferencia de puntos PUG5.

RESTITUCION ANALITICA
AVIOLYT WILD BC-3, la nueva generación del sistema analítico de restitución para cartografía digital y otras aplicaciones.

ORTOFOTOGRAFIA
AVIOPLAN ORI, una solución ideal para la demanda mundialmente creciente de mapas topográficos.

MESAS DE DIBUJO DIGITAL
La amplia gama de mesas AVIOTAB TA-30, TA-40, TA-10 y TA2 son la mejor solución para la salida gráfica de cualquier sistema.
También en artes gráficas, industria textil, calzado, cartonaje, etc.

PROGRAMAS DE APLICACION
WILD dispone del software necesario para automatizar el proceso desde la toma de datos de campo hasta el final del trabajo.

SISTEMAS

Los trabajos geodésicos y topográficos son ejecutados en el campo por instrumentos electrónicos cada vez más sofisticados que realizan la toma, registro y almacenamiento de datos con la máxima precisión y rapidez, evitando el error humano.
Los gabinetes de topografía requieren la automatización del proceso hasta el final.
INGEO tiene un gabinete técnico con especialistas en topografía e informática que asesora a los clientes para encontrar la mejor solución a sus necesidades, en software o en hardware.

WILD SOFTWARE LEVANTAMIENTOS
Los teodolitos electrónicos WILD tienen funciones de cálculo COGO para realizar múltiples cálculos topográficos de uso normal.
La colección de programas PROFIS II se suministra gratuitamente con los terminales de datos GRE4.
WILDSoft, Software Integrado para geodesia y trazado.
Consta de los módulos siguientes:

— Entrada de datos, poligonal, funciones COGO.
— Adquisición electrónica de datos. Dibujo.
— Curvas de nivel. Manejo de ficheros.
— «Road design» para dibujo de carreteras, volúmenes, perfiles transversales, etc.

SISTEMAS INTERACTIVOS
INGEO ofrece además otros paquetes en función de las necesidades del cliente, como el D.C.A., programa potente basado en AUTOCAD, que resuelve gran parte de los trabajos topográficos.

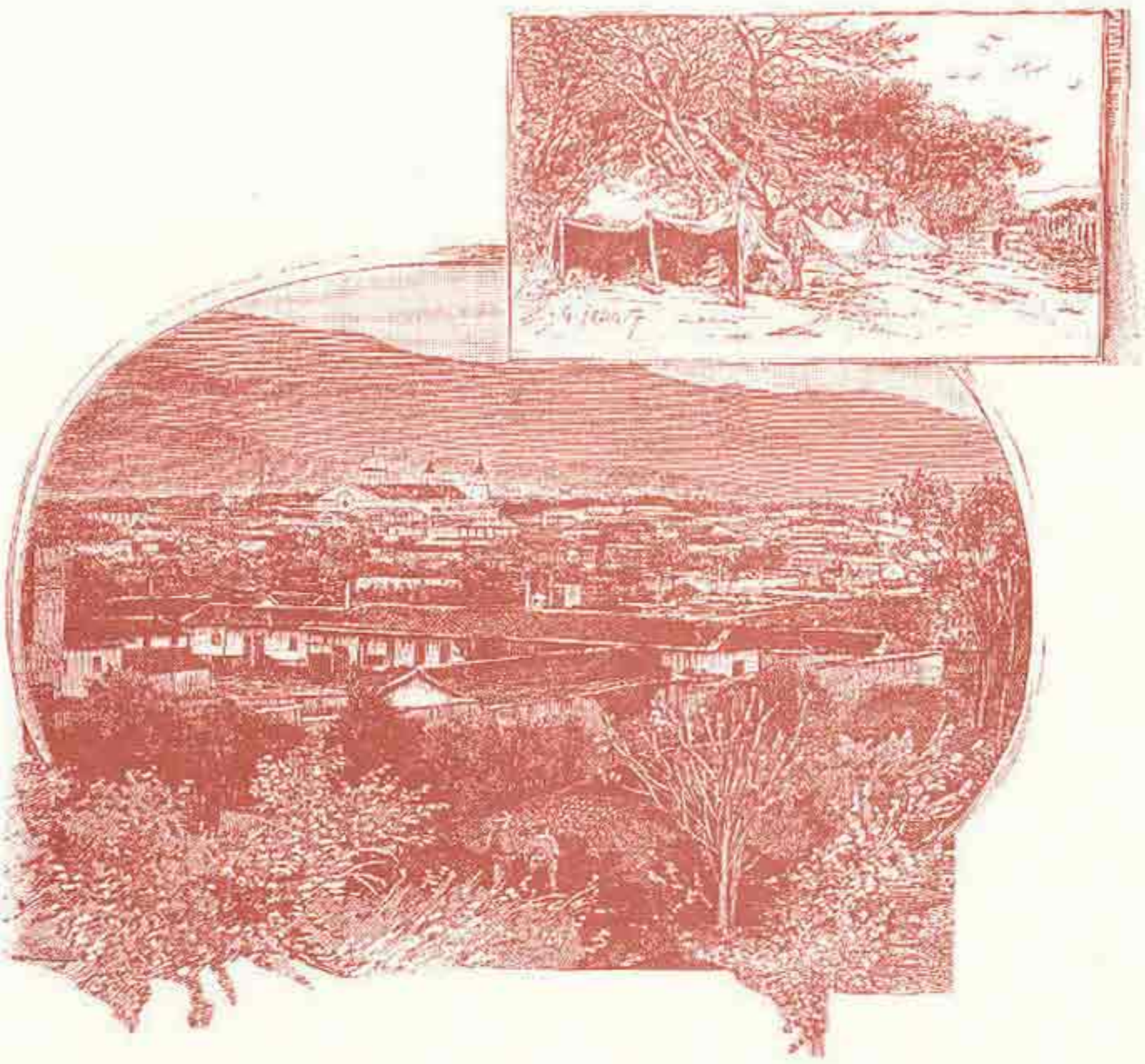
INGEO

INGEO, S.A.
Gran Vía de les Corts Catalanes, 289
E-08014 BARCELONA
Tel. (93) 431 50 00 - Telex 98828 Igeo - Fax (93) 431 41 33

Delegación Madrid: INGEO, S.A.
Príncipe de Vergara, 112, 3º E
E-28002 MADRID
Tel. (91) 411 00 12 - Fax (91) 411 05 03

Servicio Técnico - INGEO, S.A.
Miguel Yuste, 17
E-28037 MADRID
Tels. (91) 204 60 07 - 204 40 70 - Fax (91) 327 06 63

COSTA RICA



Antiguo grabado de San José de Costa Rica

MEDICIONES DE VIGILANCIA EN OBRAS CIVILES

Por: **JULIO DELGADO SANCHO**
Ingeniero,
Director del Colegio de
Ingenieros Topógrafos de
Costa Rica

INTRODUCCION

Una obra civil se puede definir como toda aquella estructura creada o modificada por el hombre para que preste un servicio al ser humano como ente social. Debe cumplir tres requerimientos básicos; —el empleo del conocimiento existente,— el análisis de la aplicación tecnológica y la búsqueda de la solución óptima. Todo proyecto de ingeniería contribuye al aprovechamiento de los recursos, ayudando a la resolución de problemas de interés general. Sin embargo en muchas ocasiones no podemos decir que, al concluir una obra civil, hayamos solucionado el problema social. Interesa aquí resaltar la importancia que tienen las mediciones de vigilancia, destinadas tanto a comprobar el adecuado funcionamiento durante su vida útil, como a prever situaciones catastróficas.

En los últimos tiempos ha aumentado considerablemente el número de obras de importancia en nuestro país. Estas estructuras han sido diseñadas y construídas por diferentes medios y en algunos casos no se ha considerado su vigilancia posterior. Es por esta razón que se presenta una breve descripción de los métodos de vigilancia empleados en obras de cierto tamaño, cuyo deterioro considera riesgos de gran importancia. Adicionalmente, como respuesta a la modernización que ha sufrido la industria de la construcción, los métodos de medición han evolucionado velozmente. En el estudio de obras como edificios, puentes, presas, carreteras, túneles y estructuras naturales se utilizan equipos y procedimientos para medir desplazamientos, presiones directas, presiones indirectas y otros elementos necesarios para evaluar su comportamiento. Estos trabajos son de vital importancia para la estructura en sí; sin embargo, no se puede menospresiar el aporte que estos tienen al conocimiento tecnológico, a través de una retroalimentación encausada. Es por esto que esta exposición pretende un segundo objetivo; que es el de la comunicación interdisciplinaria; de tal forma que todas aquellas disciplinas que tengan que ver con la creación de una estructura en particular compartan sus inquietudes y así se le pueda sacar el mayor provecho posible al conocimiento existente en beneficio de la sociedad.

FORMAS DE MEDICION

Toda estructura civil se inicia con un reconocimiento topográfico. Es aquí donde se establecen las bases, en primer lugar para una factibilidad, luego para el diseño, posteriormente para la construcción e idealmente para su vigilancia posterior. De aquí que sea de gran importancia para el profesional en topografía conocer con anterioridad los objetivos y características más importantes de la obra. Se deduce que generalmente un levantamiento preliminar en topografía llega a convertirse en definitivo y a dar la información para la construcción de una obra; es por esto que la escogencia del método de medición debe ajustarse en lo mejor posible a la realidad de cada proyecto.

Como casi siempre es muy difícil cumplir todos los objetivos del proyecto, es recomendable tratar de establecer una red primaria, que pueda permanecer durante todas las etapas del proyecto y servir de base para una vigilancia posterior. Generalmente esta red se establece mediante métodos geodésicos tratando de asegurar una base rígida. Las mediciones subsecuentes tendrán una precisión que dependerá del tipo de estructura principalmente.

Las mediciones geodésicas y/o topográficas consisten en una combinación de operaciones goniométricas y mediciones de distancias necesitando por lo tanto equipo capaz de determinar ángulos y longitudes. Otro tipo de medición que se utiliza generalmente a partir de la etapa de contrucción es la que utiliza los llamados métodos mecánicos. Estas mediciones las utiliza el maestro de obras o el ingeniero para determinar características y propiedades de la estructura tales como cambio de posición, variaciones volumétricas, temperatura, esfuerzos y comportamientos de elementos interactuantes. Ambos métodos; el topográfico y el mecánico son aplicables a propiedades físicas de la obra y aunque en ocasiones se utilizan en forma complementaria en la mayoría de los casos se utilizan en forma independientes provocando una separación dentro de la misma área.

Debe también tenerse presente el creciente auge del método fotogramétrico en mediciones de vigilancia. Su eficiencia está determinada por una mayor velocidad de medición e interpretación; sin embargo este método aún no es bien conocido y su costo relativo es bastante considerable.

METODOS GEODESICOS

La geodesia está definida como la ciencia que se ocupa de la determinación de la forma, tamaño y masa de la Tierra, así como de los métodos de medición y cálculo para la representación gráfica de su superficie total o parcial en tres dimensiones. Esta disciplina incluye el campo gravitacional y la variación espacio-tiempo. Como puede verse esta disciplina tiene un área muy extensa de aplicación, pero su importancia está dada principalmente por su relación con las demás geociencias: la fotogrametría, geografía, geología, geofísica, astronomía, meteorología, ecología e hidrología. La funcionalidad de la geodesia en áreas de ingeniería sólo necesita ser demostrada, pues de todos es conocida su importancia. También es conocido por los profesionales de esta área sus métodos de aplicación tanto en el campo como en su interpretación. Es por esta razón que en esta exposición no se profundiza sobre este tema. Unicamente interea resaltar su relación con los proyectos de ingeniería en el área de la Ingeniería Civil principalmente.

El replanteo exacto de la altitud y dirección de los diferentes elementos de construcción, de la maquinaria industrial, de los edificios de muchos pisos y de otras grandes obras sólo es posible aplicando métodos geodésicos progresivos y aparatos de medición modernos. En nuestros días la construcción de obras civiles así como en el estudio del comportamiento de estructuras existentes, se utilizan nuevos métodos e instrumentos destinados a crear una diferencia precisa para la compación de un diseño con la realidad. El desarrollo de la geodesia aplicada a la ingeniería hace posible utilizar ampliamente el método de medición de líneas con geodímetro, en una adaptación de los métodos de cuadriláteros sin diagonales y de trilateración.

METODOS MECANICOS

La observación de obras durante y después de su construcción permite comprobar los resultados del cálculo, fijar su comportamiento y tomar medidas correctivas oportunamente, en caso de riesgo importante. Estas observaciones siempre podrán ser aplicadas al diseño de futuras estructuras suministrando la información suficiente para optimizar los recursos disponibles.

La vigilancia de estructuras puede darse mediante la aplicación de métodos de medición mecánicos en cuatro grupos principales.

— Medición de desplazamientos (posiciones relativas).
— Medida de las presiones del agua.
— Medida de esfuerzos; ejercidos y soportados.
— Medida de temperatura.

También puede citarse el uso de acelerógrafos, para verificar su comportamiento dinámico y en forma complementaria la aplicación de otro tipo de medición como por ejemplo las hidrometeorologicas.

Desplazamientos:

Entre la variedad de mediciones que se puedan efectuar para auscultar una estructura, las medidas de desplazamientos son las más didácticas, más seguras y que nos dan una mejor idea de la situación en estudio. La medición de desplazamientos se realiza mediante la determinación en el tiempo de la posición relativa de dos puntos en las tres dimensiones. En superficie estas determinaciones son responsabilidad de los métodos geodésicos, sin embargo en puntos de difícil instalación de equipo, de difícil acceso y otros métodos y equipos como por ejemplo la cinta invar, péndulos, fotoclinómetro, extensómetros, inclinómetros, asentómetros, micrómetros, mira móvil y otros.

La vigilancia que se le pueda dar a una estructura, está dirigida a partes de la misma que cumplen objetivos que bien se puedan separar para entender mejor su comportamiento. Así pues se establecen:

— Medidas estructurales.
— Medidas de cimentación y
— Medidas de interacción entre las dos anteriores.

La selección del tipo de instrumento dependen del tipo de obra, de la facilidad de instalación, de su costo y sobre todo de la necesidad del dato a obtener.

Presiones de Agua:

El agua es uno de los elementos más difíciles de manejar en la construcción de grandes obras. Es necesario conocer bien su posición y comportamiento a fin de evitar grandes sorpresas o de evitarse riesgos innecesarios. Las mediciones de la posición del agua en el

subsuelo y de la presión de ésta en el interior de una estructura tiene diferentes aplicaciones en el desarrollo de una obra. Por ejemplo puede medirse la eficiencia de una pantalla impermeabilizante, evaluar el avance del asentamiento de una estructura, variar el estado de esfuerzos de una cimentación e indirectamente evaluar la falla de una estructura por sobrepresión.

Los aparatos designados a estudiar el comportamiento del agua en el subsuelo se les llama piezómetros, que trabajan bajo el principio de equilibrar una presión externa, medible, con la presión del agua dentro de la estructura. Existen diferentes modelos según las necesidades de medición: piezómetro abierto, neumático y eléctrico.

Esfuerzos:

En la mayoría de las estructuras creadas por el hombre, el nivel de esfuerzos ejercidos y soportados, puede ser determinado en forma indirecta a través de la medida de deformaciones utilizando las ecuaciones establecidas en la ley de Hooke. Sin embargo algunas estructuras requieren de la medición directa de presiones como por ejemplo en rellenos, muros de retención, tabla-estacados, anclajes, cimentaciones, túneles, etc.

Para medir esfuerzos el instrumento más utilizado es la celda de presión, las cuales se fabrican en el diámetro que se desee y con espesores desde 2 mm. Con esto es posible vigilar desde enormes presas de enrocamiento hasta pequeños modelos de laboratorio. Casi todas las celdas que se utilizan actualmente son celdas hidráulicas o eléctricas.

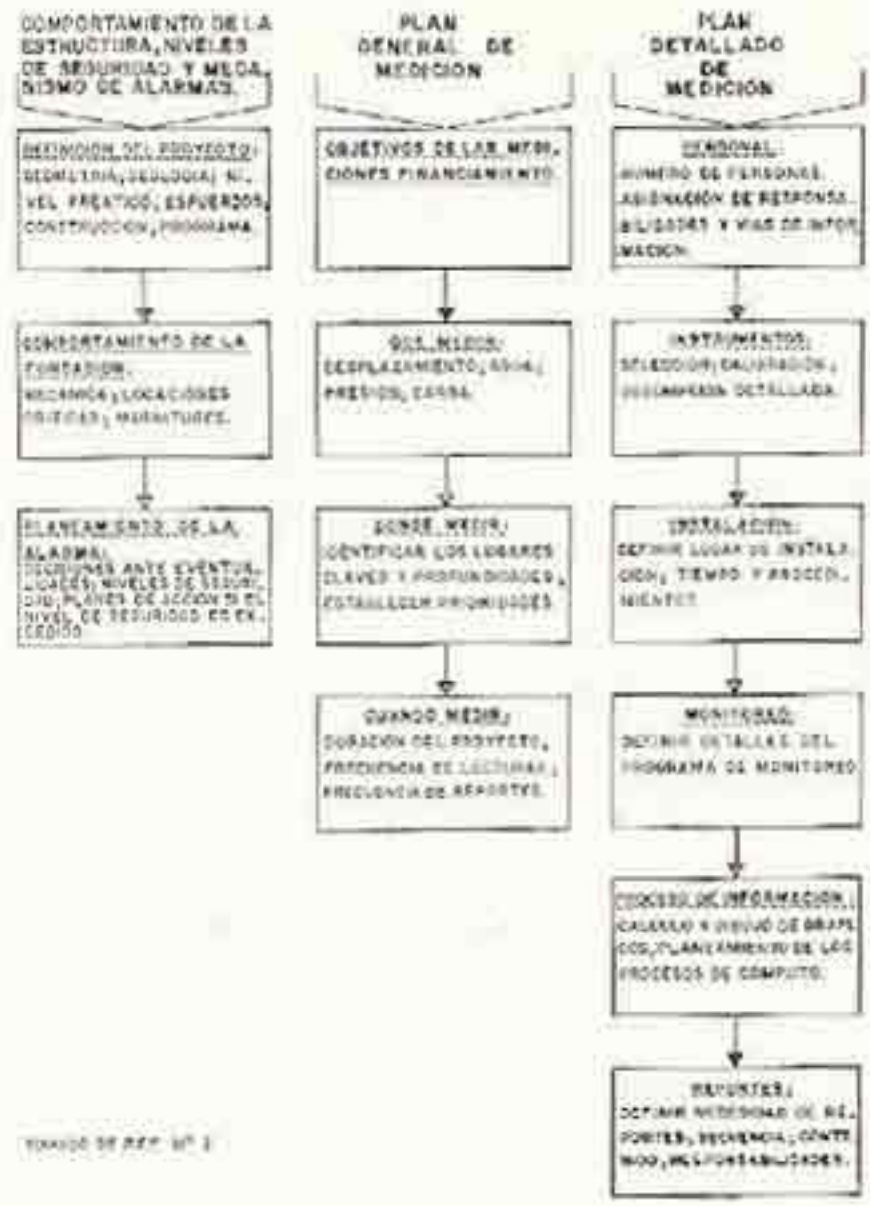
Las celdas eléctricas tienen por lo general un diafragma deformable, sobre el cual se instalan cuerdas vibrantes o deformímetros electrónicos los cuales funcionan en forma análoga a los piezómetros eléctricos. La celda hidráulica es de forma cilíndrica con una relación diámetro-espesor muy grande; flexibles, llenas de aceite, conectadas por medio de una tubería hasta un manómetro. Trabajan por lectura directa, la que indica el manómetro a causa de la presión que se genera en el interior de la celda.

Las celdas son elementos que permiten la determinación de esfuerzos de compresión. Las tensiones son generalmente medidas en forma indirecta por medio de deformaciones o a través de la relajación de la estructura como respuesta a las diferentes etapas de carga y descarga. Otra limitación que tienen las celdas es que sólo miden en la dirección perpendicular a su plano por lo que se deben colocar en un sentido preestablecido.

OBRAS CIVILES

Son conocidas las razones por las cuales se hace necesario las mediciones de vigilancia en una obra determinada. También se conoce la necesidad de planear un adecuado control, en la figura siguiente se presenta un cuadro que tiene un ordenamiento por etapas de un sistema de vigilancia. La idea es tener presente durante las diferentes etapas del proyecto la instrumentación necesaria; durante la construcción detallar mejor cada sistema, establecer niveles de servicio y niveles de riesgo de cada elemento. En base a estos niveles de riesgo establecer niveles de alarma y canales de comunicación a los responsables necesariamente identificados.

ESQUEMA DEL PLANEAMIENTO DE LAS MEDICIONES DE VIGILANCIA



No es posible, desconociendo el detalle de una estructura, recomendar un sistema de vigilancia sin embargo, se espera que en cada caso los especialistas puedan implementar lo necesario para cubrir responsablemente una necesidad. Se debe tener presente como elemento primario:

- La sensibilidad de la estructura al asentamiento y a la reacción de presiones externas.
- El período de tiempo disponible para las mediciones.
- Las características del material de construcción de fundación.
- El rango mínimo de aceptación.

Desde el punto de vista práctico se pueden conside-

rar estructuras de dos tipos; rígidas y flexibles; de acuerdo a las magnitudes permisibles de deformación relativa y a la capacidad que tenga ésta de absorver dichas deformaciones.

Algunas obras instrumentadas en nuestro país son:

— Dique La Garita, Presa Cachí, Dique El Llano, Presa Arenal, Deslizamiento de San Blas, Túneles de Arenal y Corobicí, Tanque de oscilación de Corobicí, Presa Santa Rosa, Túnel Zurquí, Conducción de Ventanas Garita, Presa Virilla y Planta Moín.

Referencias Bibliográficas

1.º *Davis and Foote Kelly. "Tratado de Topografía". U.S.A., 1970.*

2.º *Delgado Sancho, Julio. "La Geodesia y la Instrumentación en el Control de Obras Civiles". Agosto, 1985.*

3.º *Expósito de Bata, J. "Topografía Mecánica y de Estructuras". España, 1981.*

4.º *Hanna T. T. "Foundation Instrumentation". U.S.A., 1973.*

5.º *I.C.E. Presa Arenal. "Informe del Control de Laboratorio e Instrumentación". Enero, 1978.*

6.º *Jiménez Salas y Otros. "Geotécnia y Cimientos II". 2.ª Edición. España 1981.*

7.º *Martínez F., Francisco. "Diseño Optimo y Control de Redes Topográficas." Técnica Topográfica, Revista del Colegio Oficial de Ingenieros en Topografía. España, Vol. X, N.º 50, Nov.-Dic. 1982.*

8.º *Medina, Manuel. "Introducción a la Geodesia y Técnicas de las Operaciones de Campo". México, 1974.*

9.º *Robles F. Edgar. "Auscultación de la Presa de Cachí". 2.º, Vol. Tésis de Grado, Universidad de C. R. 1971.*

10.º *Van Den Verg., J. A. "Algunos Métodos e Instrumentos empleados en mediciones aplicadas a la industria de la construcción". Técnica Topográfica, Revista del Colegio Oficial de Ingenieros en Topografía. España, Vol. X, N.º 49, Sept.-Oct. 1982.*

11.º *Ya. A. Sundavok. "Trabajos Geodésicos en la construcción de grandes obras industriales y altos edificios". Editorial Mir. URSS. 1981.*

UNIVERSIDAD NACIONAL, HEREDIA, COSTA RICA ESCUELA DE TOPOGRAFIA, CATASTRO Y GEODESIA (ETCG)

Por: **JUAN ANDRES MORA MONGE**
Profesor de la Escuela de
Topografía, Catastro y Geodesia,
Universidad Nacional, Heredia
Costa Rica

1.— Antecedentes

La ETCG nació en 1974 dentro del marco del convenio de cooperación técnica suscrito por la República Federal de Alemania y Costa Rica, con el fin de satisfacer las necesidades centroamericanas en el campo topográfico, catastral y geodésico. Hasta 1978, el plan de estudios de la carrera permitía la obtención del título de Técnico en Topografía y Catastro, estudios a nivel de pregrado con dos años de duración. Fue en ese año que se amplió el curriculum académico al nivel de grado para ofrecer el Bachillerato en Topografía y Geodesia con cuatro años de duración. A partir de 1985 se ofrece la Licenciatura en Topografía y Geodesia, estudios siempre a nivel de grado con cinco años de duración. El pregrado de técnico se mantiene como salida lateral del programa de licenciatura, pero ahora con dos años y medio de duración.

2.— Plan de Estudios

El perfil profesional de nuestras carreras prevé que el técnico es fundamentalmente ejecutar mientras el ingeniero es ejecutor, planificador, programador y analista. La cantidad de graduados en ambas carreras guarda una relación piramidal dado que estudios hechos revelan que por cada ingeniero se requieren aproximadamente diez técnicos. Después de varios años de un dinámico proceso, hemos configurado un plan que incluye materias humanísticas básicas, propias de la carrera y de vínculo. Adjunto se muestra un cuadro con las materias distribuidas por semestre, el número de horas semanales por materia y el número de créditos. La división fuerte separa las materias que conforman el curriculum de los técnicos. En forma secuencial, los técnicos pueden continuar estudios a nivel de licenciatura.

Para ejecutar y materializar ese plan de estudios, la ETCG cuenta con:

a) Personal docente

Las materias humanísticas y básicas son impartidas por otras Unidades Académicas como cursos de servicio. Para impartir las materias propias y de vínculo se cuenta con 16 funcionarios docentes, clasificados así:

- 3 ingenieros diplomados (Dipl.-Ing. de la República Federal Alemana)
- 1 master en geodesia (Universidad del Estado de Ohio, U.S.A.).
- 11 ingenieros topógrafos y geodestas con grado de licenciados.
- 1 licenciado en leyes.
- 1 ingeniero civil especialista en urbanismo.

b) Equipo

Tiene la ETCG gran cantidad de teodolitos y niveles de las más variadas marcas y exactitudes. Un distanciómetro Kern Mekometer ME-3000, cuatro equipos electromagnéticos de medida de distancia SIAL, así como equipo fotogramétrico y de cómputo. Para 1988 está prevista la adquisición de equipo fotogramétrico analítico completo y de un sistema de procesamiento digital de imágenes controlado por una computadora MINIVAX-II.

c) Planta física

Un edificio de aproximadamente 1.600 m.² de construcción alberga dos laboratorios fotogramétricos, una sala de dibujo, un observatorio astronómico, cuatro salas convencionales para impartir lecciones, oficinas para profesores, taller de mantenimiento, bodega y oficinas administrativas.

d) Ayudas didácticas

Con el propósito de facilitar la labor docente, se dis-

pone de un departamento de publicaciones dotado de fotocopiadoras, polígrafo y copiadora heliográfica. Equipos audiovisuales contribuyen también a facilitar esa labor.

3.— Otras actividades académicas

En la ETCG se desarrollan también actividades de investigación y extensión. El control geodésico de grandes obras de ingeniería, así como el control, mantenimiento y densificación de la red geodésica nacional constituyen actividades académicas no docentes.

Sem.											hrs.	crd.
01	Comunicación Oral y Escrita 5 0	Lógica y Metodología de la Ciencia 1 1	Matemática Básica 4 4	Introducción a la Ciencia 3 0	Derecho 3 2	Cálculo Topográfico 1 4 2	Geometría General 4 3				30	9
02			Matemática 1 4 4	Física 1 5 3	Legislación 3 1	Cálculo Topográfico 1 4 2	Cálculo Topográfico 1 4 3	Topografía 1 7 4			26	18
03			Matemática 2 2 4	Física 2 5 2	Geomorfología 1 1		Cálculo Topográfico 2 4 3	Topografía 2 6 4			25	18
04				Hidrometría 2 3	Vías 1 5 2	Cartografía 1 5 2		Topografía 3 5 4	Fotogrametría 1 5 2	Catastro 1 5 4	27	18
05	Humanidades 4 4				Topografía Antiguo 5 4		Geometría 1 5 4	Topografía 4 3 2	Fotogrametría 2 5 4	Catastro 2 5 4	22/30	15/21
06	Humanidades 2 4		Matemática 3 5 4		Vías 2 5 2		Geometría 2 5 4				25	17
07	Actividad Cultural 2 2	Estadística y Probabilidades 3 2	Matemática 4 5 4	Física 3 5 3	Geología y Geofísica 3 3	Diseño de Urbanizaciones 3 2	Ajuste 1 5 4				27	17
08	Actividad Cultural 2 2		Geodesia Matemática 4 4	Física 4 5 3	Construcción Geodésica 3 2	Cartografía 2 3 2	Ajuste 2 5 2	Astronomía Geodésica 1 4 4			26	18
09				Geodesia Física 2 2	Geodesia Práctica 1 2 2	Hidrología 2 2		Astronomía Geodésica 2 4 4	Fotogrametría 3 5 4	Seminario 1 5 4	23	18
10			Planificación y Administración de Proyectos 1 3	Planificación Regional y Urbana 2 2	Geodesia Práctica 2 2 5		Evaluaciones 1 2			Seminario 2 1 2	21	16

	Teórico	Práctico
MATERIAS	79	62
CREDITOS	78	111

DISEÑO DE REDES GEODESICAS *

Por: **JORGE H. ARAYA NUÑEZ**
Ingeniero
Profesor Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia.
Universidad Nacional. Heredia
Costa Rica

Resumen

En el pasado el análisis de exactitud de redes geodésicas se basaba en el estudio de la rigidez o fuerza de la figura en proyectos de densificación de red que serían medidos por triangulación. El reciente desarrollo de las computadoras así como la aparición de los instrumentos electromagnéticos para la medida de distancia (EDME) le dan al ingeniero herramientas poderosas para el diseño de redes, permitiendo a su vez realizar un análisis previo de exactitud. Se presenta en este escrito los fundamentos matemáticos y los procedimientos operacionales para la programación de la simulación de redes geodésicas. Además se evaluan diferentes criterios para la selección del mejor diseño desde el punto de vista de la exactitud.

Introducción

Un producto de los ingenieros topógrafos y geodestas son las redes geodésicas. Como toda obra de ingenieros, el diseño de una red debe basarse en un riguroso análisis de exactitud y optimización. En el pasado, el único método para el establecimiento de redes de control geodésico era la triangulación y por lo tanto el diseño estaba en función de la medida de ángulos y la medida de las bases al inicio y final de una cadena de triángulos o cuadriláteros. El análisis de la rigidez o fuerza de la figura se basa en el estudio de la variación en la sexta cifra decimal del logaritmo del seno del ángulo opuesto al lado de avance al variar el ángulo en un segundo. Actualmente los geodestas no tenemos que estar supeditados sólo a la triangulación, sino que podemos hacer uso de distanciómetros electromagnéticos para hacer trilateración o diseñar sistemas de medidas combinados. Por otro lado, la densificación de redes se puede pensar realizarla en forma areal y no en cadenas como se hacía anteriormente. Las posibilidades de obtener diferentes alternativas de medición de una red en un tiempo relativamente corto, nos permite escoger aquel diseño que cumpla con los requisitos de exactitud, según el orden de la red a establecer con la menor cantidad de mediciones posible, lo que significará un menor costo económico del proyecto.

* Esta conferencia fue presentada en el Primer Congreso de Topografía y Agrimensura, en el Colegio de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, en agosto de 1986.

Fundamentos teóricos

El modelo matemático de la simulación de redes está basado en el análisis de la matriz de la varianza-covarianza en la determinación de puntos por coordenadas en un ajuste por mínimos cuadrados de donde se deduce la elipse de confianza.

Tenemos que la solución de las incógnitas por mínimos cuadrados en forma matricial está expresada de la siguiente manera:

$$\underline{X} = \underline{Q}_{xx}\,\underline{A}^{t}\,\underline{P}\,\underline{l} \qquad (1)$$

en donde

$$\underline{Q}_{xx} = (\underline{A}^{t}\,\underline{P}\,\underline{A})^{-1} \qquad (2)$$

$\underline{Q}_{xx} = \underline{N}^{-1}$ es igual a la matriz de los coeficientes ponderados invertida, conocida como matriz de los cofactores. La submatriz de la varianza-covarianza de las coordenadas de un punto i es:

$$\underline{\Sigma}\,xx_{i} = \begin{vmatrix} \sigma^{2}_{N} & \sigma_{NE} \\ \sigma_{NE} & \sigma^{2}_{E} \end{vmatrix}_{i} \qquad (3)$$

en donde las varianzas están a lo largo de la diagonal principal y lo elementos de la covarianza fuera de la diagonal. Esta submatriz es cuadrada y simétrica.

La matriz de la varianza-covarianza del ajuste por mínimos cuadrados de todo un conjunto de puntos se puede expresar como:

$$\underline{\Sigma}_{xx} = \sigma^{2}_{0}\,(\underline{A}^{t}\,\underline{P}\,\underline{A})^{-1} \qquad (4)$$

en la cual σ^{2}_{0} es la denominada varianza de referencia o varianza asociada a la unidad del peso.

Teniendo en cuenta que la matriz P es igual a

$$\underline{P} = \sigma^{2}_{0}\;\;\underline{\Sigma}^{-1}_{ll} \qquad (5)$$

la fórmula (4) se transforma en:

$$\underline{\Sigma}_{xx} = (\underline{A}^{t}\;\underline{\Sigma}^{-1}_{ll}\,\underline{A})^{-1} \qquad (6)$$

la matriz $\underline{\Sigma}^{-1}_{ll}$ es la matriz de la varianza-covarianza de las observaciones 1. Si consideramos las observaciones como no correlacionadas, la matriz $\underline{\Sigma}^{-1}_{ll}$ es una matriz diagonal de la forma

$$\underline{\Sigma}^{-1}_{ll} = \begin{vmatrix} 1/\sigma^{2}_{11} & & & \\ & 1/\sigma^{2}_{12} & & \\ & & \ddots & \\ & & & 1/\sigma^{2}_{1n} \end{vmatrix} \qquad (7)$$

La matriz de la varianza covarianza $\underline{\Sigma}_{xx}$ se puede evaluar perfectamente a priori, pues se obtiene de la matriz $\underline{A}$, que se calcula con base a las coordenadas aproximadas de los puntos, y al tipo de observación planeada y $\underline{\Sigma}^{-1}_{ll}$ es posible obtenerla conociendo el tipo de instrumento a utilizar y el método de observación establecido. Con estos conceptos definidos podemos calcular las elipses de confianza de la determinación de las coordenadas del punto.

Hemos dicho que la submatriz de la varianza-covarianza del punto es una matriz simétrica. A esta submatriz le podemos asignar un polinomio de grado igual al orden de la submatriz. Las raíces de este polinomio son reales y toma la siguiente forma:

$$\lambda^{2} - \text{traza}\,(\underline{\Sigma}_{xx})\;\;\lambda + \det\,(\underline{\Sigma}_{xx}) = 0 \qquad (8)$$

donde la traza está definida por la suma de los elementos de la diagonal principal;

$$\text{traza}\,(\underline{\Sigma}_{xx}) = \sigma^{2}_{N} + \sigma^{2}_{E} \qquad (9)$$

y el determinante es

$$\det\,(\underline{\Sigma}_{xx}) = \sigma^{2}_{N}\;\sigma^{2}_{E} - \sigma^{2}_{E} \qquad (10)$$

La solución de la ecuación (8) nos permite encontrar los semiejes de la elipse de confianza a un 39% de probabilidad con las siguientes relaciones

$$a^{2} = \lambda_{1} \qquad y \qquad b^{2} = \lambda_{2} \qquad (11)$$

donde λ_1 y λ_2 son las raíces de la ecuación de segundo grado (8).

Las elipses las podemos clasificar en dos tipos: absolutas y relativas. Hasta ahora se ha analizado el caso de las elipses de confianza absolutas que definen la región bidimensional de confianza de un punto con respecto al sistema de coordenadas de puntos fijos.

Si queremos saber la exactitud relativa entre dos puntos que van a ser determinados analizaremos la elipse de confianza relativa o elipse relativa, la cual se determina a partir de la matriz de la varianza-covarianza de la diferencia de coordenadas que se calcula por la ley de propagación de la varianza-covarianza

$$\underline{C}_{ii} = \underline{F}\;\underline{\Sigma}_{xx}\,\underline{F}^{t} \qquad (12)$$

en donde $\underline{F}$ es la función de la diferencia de coordenadas definida así

$$\underline{F} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \end{vmatrix}_{i,j} \qquad (13)$$

al obtener una submatriz de varianza-covarianza $\underline{C}$ para un par de puntos, podemos calcular un polinomio de la forma (8) y a su vez encontrar los semiejes de una elipse comúnmente llamada elipse relativa, que nos permite evaluar la exactitud relativa en la determinación de un par de puntos.

Procedimiento

Para empezar a hacer un preanálisis de exactitud de una red geodésica es necesario tener demarcada el área a densificar en una carta a escala grande y tener ubicados los puntos de la red de orden superior que nos van a servir de referencia si es que existen. Por otro lado es necesario que el ingeniero tenga bien claro cual es la exactitud requerida de la red que se está diseñando para fijar los parámetros de precisión en las observaciones y el correspondiente equipo a utilizar. El siguiente paso consiste en ubicar los puntos nuevos en la carta de manera que exista intervisibilidad entre los puntos entre los cuales se han planeado observaciones. La densidad de puntos lo dicta el tipo de red que se

diseña. Ubicados los puntos en la carta, procedemos a obtener coordenadas rectangulares gráficas aproximadas ya sea en forma manual o con un digitalizador electrónico que nos garantice una precisión de ± 10% de la distancia.

Los pasos siguientes deberán seguirse para realizar la simulación:

1.º Calcular los coeficientes de las ecuaciones de observación linealizadas a partir de las coordenadas aproximadas y del tipo de observación planeada.

2.º Asignar varianzas a las observaciones.

3.º Colocar los coeficientes del punto 1.º en la matriz $\underline{A}$ (matriz de diseño) y los elementos del punto 2.º en la matriz $\underline{\underline{\Sigma}}_{ll}^{-1}$.

4.º Realizar el producto matricial $\underline{A}^t \underline{\underline{\Sigma}}_{ll}^{-1} \underline{A}$.

5.º Invertir $(\underline{A}^t \underline{\underline{\Sigma}}_{ll}^{-1} \underline{A})$.

6.º Calcular la elipse de confianza absoluta para cada punto por medio de la solución de los autovalores correspondientes a la submatriz de dimensión 2×2 de $\underline{\underline{\Sigma}}_{xx}$.

7.º Calcular la elipse de confianza relativa entre aquellos puntos adyacentes que son sometidos a análisis utilizando la ley de propagación de la varianza-covarianza.

8.º Incrementar la probabilidad asociada en los puntos 6.º y 7.º a un nivel mayor, por ejemplo 95%.

9.º Calcular los elementos auxiliares para las elipses absolutas, por ejemplo área, excentricidad.

Este procedimiento tendrá que repetirse para cada diseño de la red. Por lo tanto se hace necesario programar la solución de manera de agilizar el análisis de los diferentes anteproyectos. Además el ingeniero geodesta tiene la posibilidad de cambiar la posición de los puntos, cambiar, aumentar o eliminar observaciones, a fin de obtener más alternativas de diseño.

Criterios para la selección del diseño

Al tener diferentes alternativas para realizar la densificación de la red se hace necesario establecer criterios para la selección del diseño. Para establecer estos criterios se han tomado los más prácticos los cuales presentamos a continuación.

1.º Criterio de Helmert

Esta se basa en la determinación del error medio del punto definido como

$$\sigma_P^2 = \sigma_N^2 + \sigma_E^2 \qquad (14)$$

que representa el radio de un círculo alrededor del punto, el cual será el área de confianza en la determinación de coordenadas.

2.º Area de la elipse absoluta

La idea es escoger el proyecto que haga cumplir la condición de que la sumatoria de las áreas de las elipses sea un mínimo. El área de la elipse está definida por $a_{elp} = \pi\, a\, b$.

3.º Excentricidad de la elipse absolutas

La excentricidad al cuadrado de la elipse es:

$$e^2 = (\lambda_1 - \lambda_2) / \lambda_1$$

La intensión es utilizar el proyecto que haga que la sumatoria de las excentricidades sea un mínimo. El criterio tiene que ver principalmente con la forma de la elipse.

4.º Criterio del autovalor λ_1 (máximo)

Para escoger el mejor diseño se sugiere aquel que cumpla con la condición de que la sumatoria de los autovalores máximos (λ) de las elipses de confianza sea un mínimo.

5.º Exactitud relativa

Si definimos la exactitud relativa como la razón entre el semieje mayor de la elipse relativa, a un nivel de probabilidad de 95%, entre la distancia que separa los dos puntos. Para aceptar un diseño se tendrá que cumplir con que todas las precisiones relativas esten dentro de las normas de exactitud de la red que se está diseñando.

Discusión

En general los geodestas podrían ser del criterio de que el proyecto adecuado es el que cumpla con la exactitud posicional del punto. En este ámbito podríamos considerar los criterios del 1-4. El criterio de Helmert no nos brinda ninguna información sobre la exactitud en todas las direcciones. Por otro lado tampoco nos brinda información sobre la exactitud relativa en la ubicación de dos puntos nuevos. La elipse absoluta permite apreciar la exactitud en todas las direcciones, permite considerar el área de confianza en la ubicación del punto y la forma considerada por la excentricidad. Hay que tener presente que elipses con la misma área pueden tener excentricidad muy diferentes. Los geodestas consideramos como un buen diseño, aquel en donde las elipses tiendan a un círculo o expresado en otros términos que las excentricidades tiendan a cero. La minimización de la sumatoria de los autovalores máximos λ_1 no garantiza la forma ideal de las elipses y con esto la distribución de la exactitud posicional de los puntos. Por otro lado, la precisión relativa es muy utilizado por los geodestas porque es el criterio básico de las normas internacionales para la clasificación de las redes dado por los institutos geodésicos. Es mi criterio que el geodesta debe tener en cuenta tanto la exactitud relativa como el criterio de la minimización desde la sumatoria de los autovalores máximos ponderados con el factor de forma k. Este factor de forma podría ser

igual a k = a ÷ b semieje mayor y menor respectivamente de la elipse de confianza absoluta.

Todas las consideraciones anteriores nos sirven para la simulación de redes, con un mínimo de observaciones, manteniéndose siempre dentro de las normas de exactitud del proyecto, lo cual implica un ahorro de recursos los cuales son muy limitados y hay que aprovecharlos al máximo.

Bibliografía

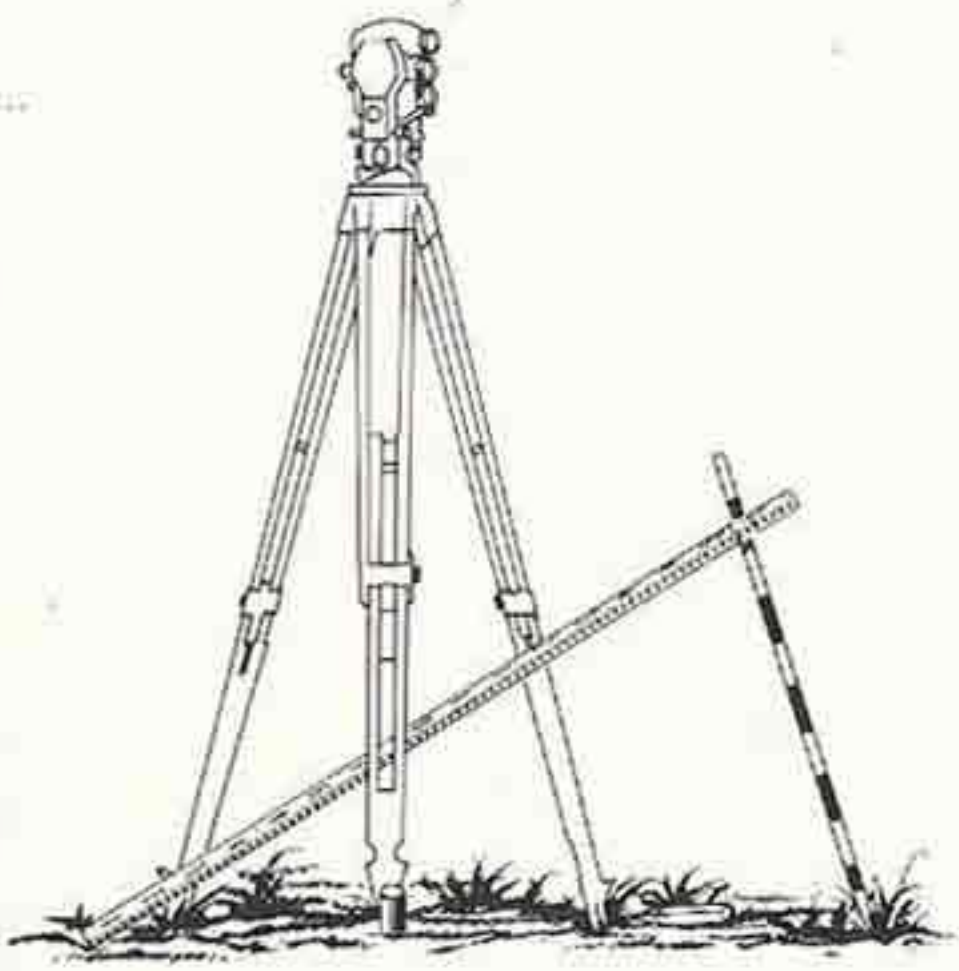
1.º *T. J. Blachut, A. Chrzanowski, J. H. Saastamoinen, "Cartografía y Levantamientos Urbanos", traducción al español, Springer-Verlag, New York Inc., 1979.*

2.º *Raymod E. Davis, Frank S. Foote, James M. Anderson and Edward M. Mikhail, "Surveying: Theory and Practice", Mc Graw Hill Inc, New York 1981.*

3.º *E. J. Krakiwsky and D. B. Thomson, "Matematical Models for Horizontal Geodetic Networks", Lecture Note N.º 48, Department of Surveying Engineering, Universidad de New Brunswick, Canadá, abril 1978.*

4.º *Hanz Pelzer, "Gütekriterien für geodatische netze", conferencia no publicada traducida al español, 1986.*

¡ASEGURE SU EQUIPO TOPOGRAFICO!



EL ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TECNICOS EN TOPOGRAFIA, NOS HA CONFIADO LA SEGURIDAD DEL EQUIPO TOPOGRAFICO DE SUS COLEGIADOS

VAN CALCAR ESPAÑA,
LA COMPAÑIA HOLANDESA LIDER EN SEGUROS INDUSTRIALES, LE OFRECE A UNAS PRIMAS MUY REDUCIDAS, LA COBERTURA EXACTA PARA SU EQUIPO:

— INCENDIO
— ROBO
— ATRACO
— IMPACTO
— ETC.

NO PERMITA QUE LA PERDIDA DE SU EQUIPO TOPOGRAFICO LE IMPIDA REALIZAR SU TRABAJO

¡Asegúrelo!

Van Calcar España

Para mayor información, diríjase a:

EATS

EATS, CORREDURIA DE SEGUROS

AGENTE: JOAQUIN ESCUDERO GONZALEZ
C./GRAN VIA, 63 - 3.º izqda.
TELEF. 248 22 77/78
28013 - MADRID

ECUADOR

Grabado antiguo. Vista de Quito

LA LINEA ECUATORIAL Y LA CARTOGRAFIA

Por: **GONZALO LOPEZ J.**
Ingeniero Geógrafo
Ecuador

El presente artículo ha sido escrito con el objeto de aclarar varios conceptos aparecidos bajo el título "La línea equinoccial y algunos fenómenos geográficos conexos", en el número 20 de la Revista Geográfica, editada por el Instituto Geográfico Militar, los cuales por su inexactitud debieron causar controversia.

Como es natural, el único nexo para poder relacionar la línea ecuatorial con la cartografía, es la Geodesia, y es por ello que revisaremos en primer término algunos conceptos básicos de esta ciencia, indispensables para la clara concepción del problema de la no coincidencia de la línea ecuatorial y su monumento, con la línea que representa el paralelo cero, en las cartas editadas por el Instituto Geográfico Militar (Proyección Transversa Universal de Mercator).

La figura de la Tierra

La superficie de la Tierra tal como la miramos, es una superficie muy irregular, presentándose en ella grandes variaciones de masas (valles y montañas) o también uniformidad (superficie de los mares y océanos).

Es por esto, que representar a la figura real de la Tierra por una superficie matemática simple es imposible, debiéndose por tanto adoptar una que a más de ser simple (para facilitar los cálculos) y se "aproxime" a la figura real de la Tierra, permita posteriormente la representación de su superficie en mapas y cartas mediante el uso de una proyección cartográfica.

En Geodesia, se consideran tres superficies de referencia. (Figura N.º 1)

— La superficie topográfica.
— El Geoide.
— El Elipsoide de revolución.

La superficie topográfica, constituye la superficie física real que observamos todos nosotros al mirar el paisaje en cualquier punto de la Tierra.

"El Geoide es la superficie de nivel, que coincide con la superficie del agua en reposo de los océanos, idealmente extendida bajo los continentes, de modo que las direcciones de las líneas verticales" (dirección de la

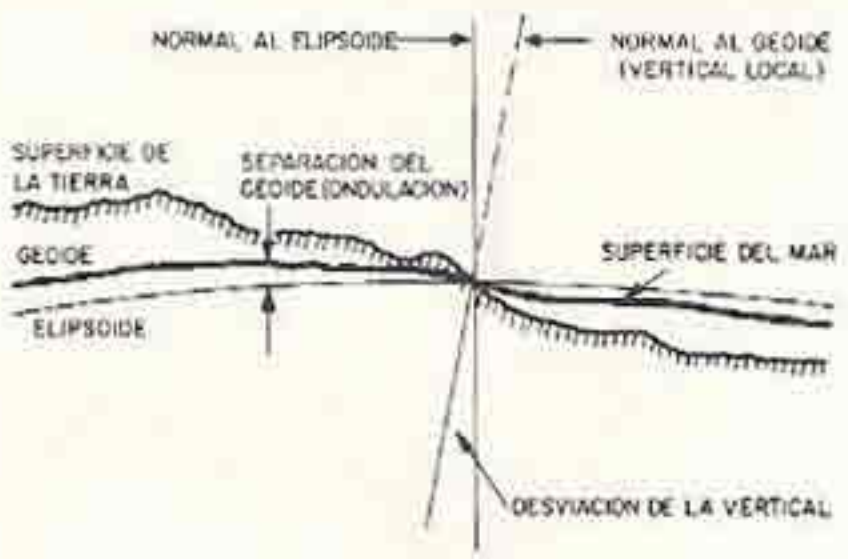


Figura N.º 1

Las tres superficies - Topográfica, Geoide, Elipsoide

plomada) "crucen perpendicularmente esta superficie en todos sus puntos" (1).

Notamos que esta superficie no es regular ya que está directamente influenciada por las masa interiores (desconocidas) que posee la Tierra.

El elipsoide de revolución es la figura matemática más simple, que representa a la forma de la Tierra con mayor aproximación y es a la superficie de esta figura a la que se reducen los cálculos de posición, distancias, direcciones, etc, que se hacen sobre la superficie de la Tierra.

Un elipsoide de revolución se forma al hacer girar una elipse, alrededor de su eje menor (Figura N.º 2).

$$f = \frac{a-b}{a}$$

f= atachamiento

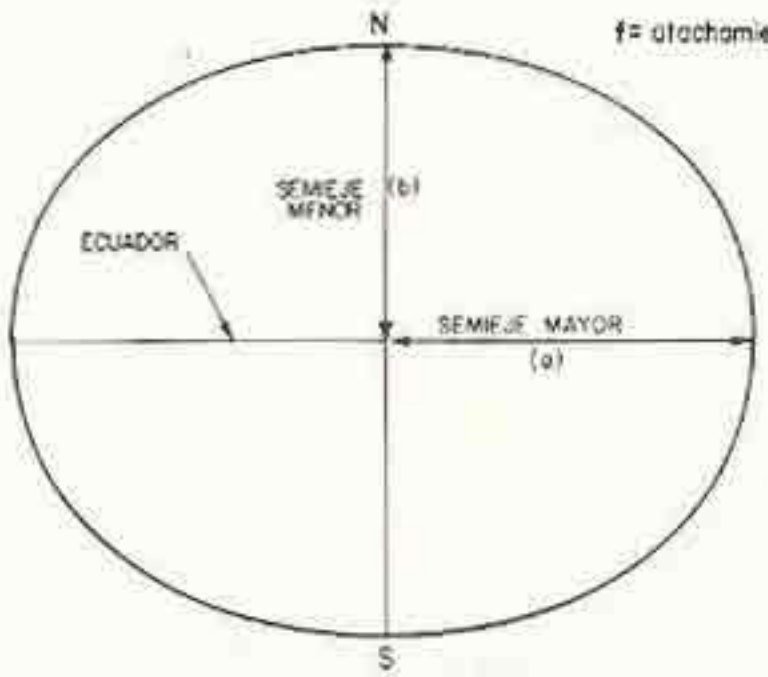


Figura N.º 2
La Elipse Meridiana

Como hemos visto, las dos primeras superficies (topográficas y geoide), son una realidad física, quedando aún por ser definido el elipsoide de revolución.

El movimiento polar y la rotación irregular de la tierra (2)

A comienzos de siglo, se descubrió que la dirección del eje de rotación de la Tierra, se mueve con respecto a su superficie, este movimiento polar es debido principalmente al hecho de que el eje de rotación no coincide con el de la inercia máxima.

El movimiento polar visto desde el norte, tiene un sentido anti-horario con una amplitud de unos 5 metros y un período de 430 días (Período Chandler).

Dos organizaciones internacionales se encargan de la determinación de este movimiento, el Servicio Internacional del Movimiento Polar (IPMS) y el Departamento Internacional de la Hora (BIH), utilizando normalmente para ello observaciones astronómicas. Sus resultados se muestran como coordenadas del verdadero eje de rotación terrestre respecto a un punto de referencia llamado Origen Convencional Internacional (CIO), el cual es la posición media que tuvo el eje de rotación durante los años 1900-1905; la figura N.º 3 muestra el movimiento polar durante 1969, determinado por dichas organizaciones.

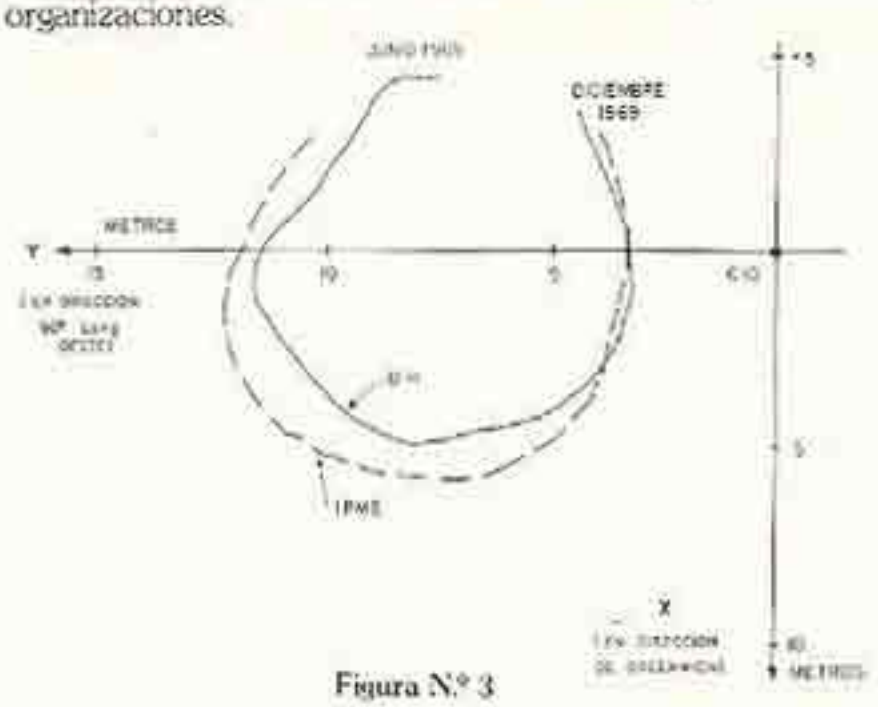


Figura N.º 3
Las tres superficies - Topográfica, Geoide, Elipsoide

Hace unos 45 años, fueron descubiertas también, irregularidades en el movimiento de rotación de la Tierra, siendo éstas de tres tipos:

— Variaciones estacionales, debidas probablemente a cambios metereológicos o corrientes.
— Decrementos temporales, debidos a fricciones de las corrientes.
— Fluctuaciones irregulares.

Las variaciones estacionales son las únicas irregularidades que pueden ser calculadas, ya que se presentan cada año y producen un desplazamiento del ecuador de aproximadamente 15 metros, respecto a un punto que rota uniformemente, durante todo el año, ver la figura N.º 4.

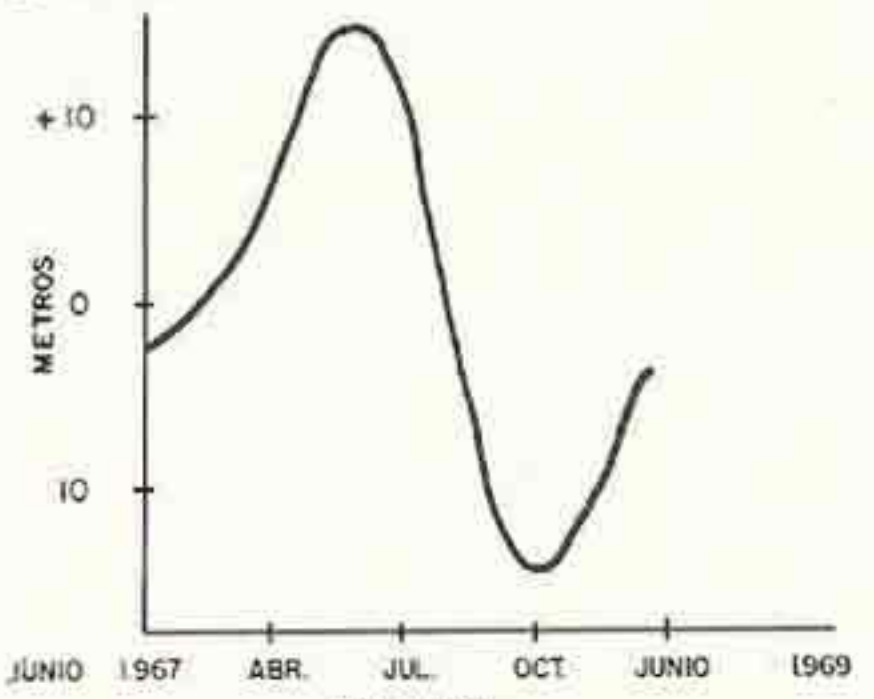


Figura N.º 4
Posición de un punto moviéndose uniformemente a lo largo del ecuador comparado con la posición del punto sobre el ecuador real

(1) Geodesia Superior, Zakatov, Moscú 1981. (2) Coordinate System in Geodesy, Krakiwsky - Wells, Canadá, 1971.

A causa de las variaciones estacionales, el meridiano de Greenwich (el plano que contiene al eje de rotación terrestre y al observatorio de Greenwich) no rota uniformemente; por tal razón, un meridiano cero ficticio que rota uniformemente es tomado como origen y éste se llama Observatorio Medio o Meridiano Astronómico Medio de Greenwich, estando su localización definida por el BIH.

ELIPSOIDE GENERAL DE LA TIERRA

Es un elipsoide de revolución que tiene la máxima aproximación a la figura real de la Tierra y se lo determina, cumpliendo las siguientes condiciones básicas:

"1. Coincidencia del centro del elipsoide con el centro de gravedad de la Tierra y la de su plano ecuatorial con el plano del ecuador terrestre.

2. La suma de los cuadrados de las desviaciones de la altura del geoide en todos sus puntos con respecto a la superficie del elipsoide debe ser mínima" (3).

Antes de la era espacial la determinación de un elipsoide general, utilizándose los métodos geométricos y gravimétricos clásicos, presentaba serios inconvenientes. Hoy, con la ayuda de los satélites artificiales y el estudio de su movimiento en el campo gravitacional terretre, ha sido posible determinar el centro de la Tierra con pocos metros de error, también se ha logrado comparar y relacionar los controles geodésicos existentes en continentes distintos (mediciones doppler y laser a satélites en órbita), así como se han obtenido modelos de gravedad terrestre bien definidos, lo cual ha permitido la determinación de elipsoides generales, que tienen una máxima aproximación a la figura real de la Tierra.

Uno de estos elipsoides es el que toma como referencia el Sistema Geodésico Mundial de 1972, WGS 72, siendo algunos de sus valores más importantes e interesantes:

a = 6378135 m (± 5 m.)
b = 6356750.5 m
f = 1/298.26 (± 0.6 10^{-4})

Gravedad normal media absoluta = 979758.87 mgal.
Gravedad Ecuatorial (Absol.) = 978033.26 mgal.
Velocidad angular: 0.7292115147 10^{-4} rad/seg (± 0.1 10^{-11})
Constante gravitacional: 398600.8 km^3/seg^2 (± 0.4)
(incluída atmósfera)

Este elipsoide así descrito, puede entonces definir un sistema de coordenadas ortogonales tridimensionales introducido dentro de la Tierra, de la siguiente forma (ver figura N.º 5):

a) Su origen es el centro de gravedad de la Tierra.
b) Su polo principal está dirigido hacia el CIO (polo norte ordinario de 1900-1905), el plano principal es el plano perpendicular al polo principal y contiene al centro de gravedad de la Tierra, y es el plano ecuatorial ordinario.

(3) Geodesia Superior, Zakatov, Moscú 1981.

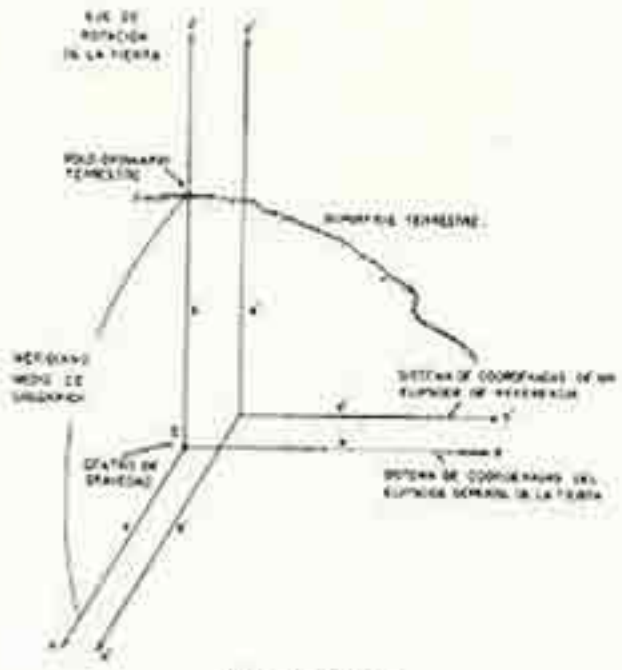


Figura N.º 5

Sistemas de coordenadas de un elipsoide general de la Tierra y un elipsoide de referencia

c) El plano secundario es el plano que contiene al polo principal y al Observatorio Medio. La intersección de los planos principal y secundario, nos dá el eje principal.
d) El sistema se orienta a derechas.

ELIPSOIDES DE REFERENCIA - DATUMS LOCALES

Muchos países o grupos de países, han adoptado elipsoides de referencia propios, los cuales claro está, satisfacen los requerimientos de aproximación del elipsoide a su región. Una exageración de este tipo de elipsoides y su aproximación a la figura de la Tierra se muestra en la figura N.º 6.

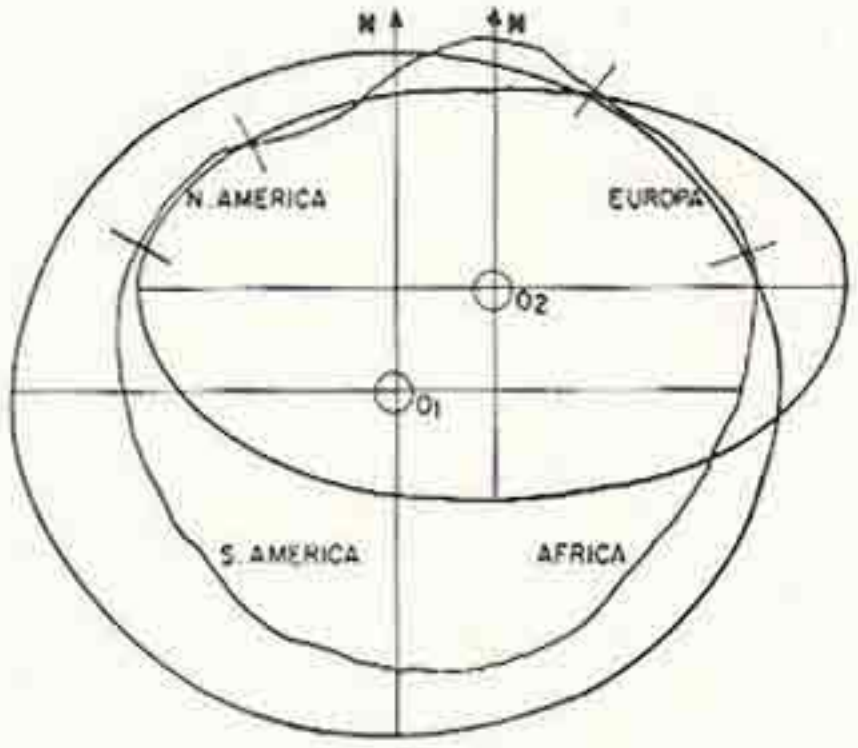


Figura N.º 6

El geoide y dos elipsoides

Un elipsoide de este tipo es aquel que se ha introducido en la Tierra, de forma que sus tres ejes puedan se "coincidentes o paralelos" a los ejes correspondientes del elipsoide general de la Tierra, definido anteriormente (ver figura N.º 5).

Este es el caso del elipsoide de referencia utilizado por el Ecuador, el de Hayford de 1910, cuyos parámetros son los siguientes:

a = 6378388 m
b = 6356911.94613 m
f = 1/297

el cual es, el elipsoide de referencia del punto Datum La Canoa (Venezuela); a este elipsoide se le llama también Provisional South American Datum 1956 (PSAD-56).

Un punto Datum es aquel donde se produce la coincidencia (o se hace mínima la diferencia) entre la normal al elipsoide y la normal al geoide; se toma en muchos casos las coordenadas astronómicas de ese punto, así como el azimut astronómico a un punto inicial, como datos de partida para los cálculos de coordenadas sobre el elipsoide, (ver figura N.º 7); más adelante veremos cómo se definen las coordenadas geodésicas y astronómicas de latitud y longitud.

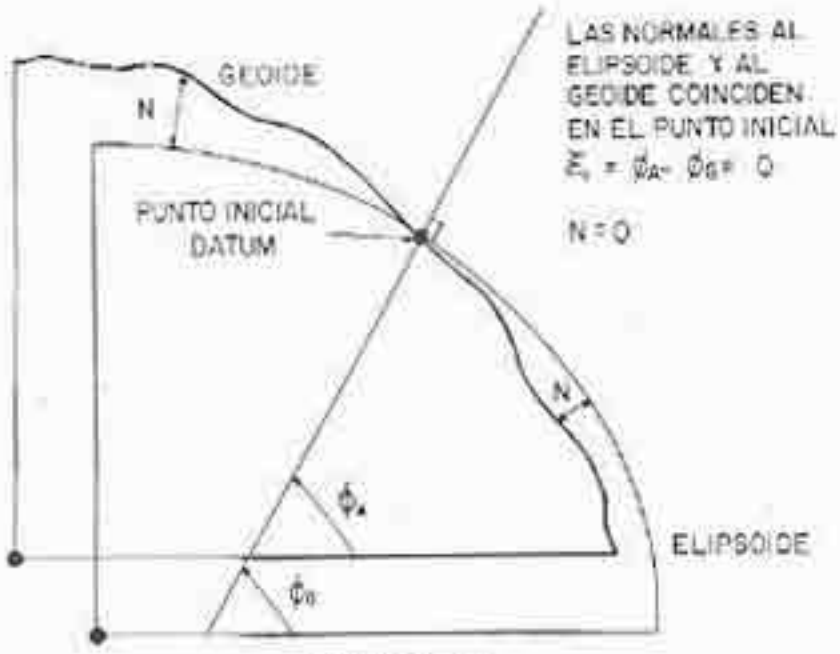


Figura N.º 7

Orientación del elipsoide al geoide (Sección Meridiana)

En el caso del punto Datum La Canoa, el mal escogitamiento del punto, quedó demostrado al extenderse el control geodésico hacia el sur del Continente, originándose serios problemas en la reducción de observaciones, ya que conforme crece la latitud en el Hemisferio Sur, la separación entre el geoide y el elipsoide aumenta considerablemente, como lo demuestra la figura N.º 8, llegándose a obtener en la región austral chilena separaciones que sobrepasan los 300 metros.

Ante estos problemas en la década de los sesenta, se determinó un nuevo elipsoide de referencia con un nuevo punto Datum, CHUA (Brasil). Este elipsoide fue el South-American Datum 1969 (SAD-69), en el cual ya se cumplió el requisito de "hacer mínima la suma de los cuadrados de las desviaciones entre el geoide y el elipsoide", utilizándose para ello todo el control existente en el continente (Geodésicos y astronómicos) hasta el año de 1969.

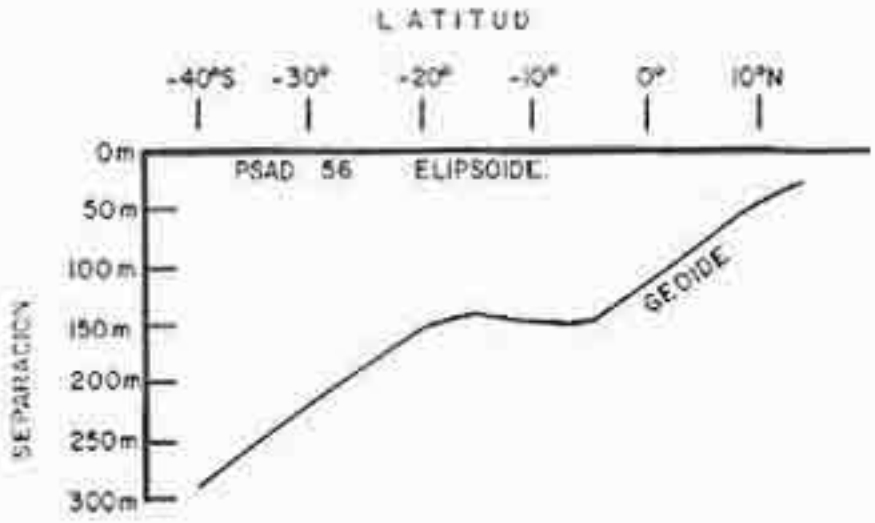


Figura N.º 8

Los parámetros del elipsoide tomado como referencia son:

a = 6378160 m
b = 6356774.719 m
f = 1/298.25

La figura N.º 9 muestra la mejor aproximación de este elipsoide a la región, ya que las separaciones existentes entre geoide y elipsoide están entre —30 y +30 metros como máximo.

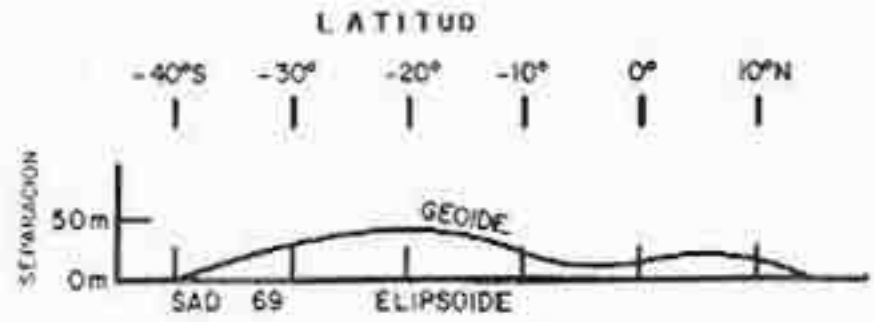


Figura N.º 9

El Instituto Geográfico Militar usa actualmente el elipsoide de referencia Hayford 1910 (PSAD-56), y no ha efectuado el cambio al elipsoide del SAD-69, debido a circunstancias económicas, que no han permitido rehacer la cartografía editada ya en PSAD-56, en el nuevo sistema. Esperamos que en el futuro se adopte definitivamente el SAD-69 como Sistema de Referencia en el Ecuador (u otro mejor determinado), ya que las grandes separaciones entre geoide y elipsoide del PSAD-56 (de 70 a — 120 m en nuestro país) influyen en forma directa y negativa en las reducciones de observaciones del geoide al elipsoide.

COORDENADAS GEODESICAS O GEOGRAFICAS

Se miden sobre el elipsoide de referencia (ver figura N.º 10) y son la latitud, longitud y altura geodésica.

Latitud Geodésica $\varnothing_G$

Es el ángulo que forma la normal al elipsoide trazada a través del punto "i" **(situado sobre el elipsoide de referencia)** y el plano ecuatorial.

Longitud Geodésica λ_G

Es el ángulo medido sobre el plano del ecuador, entre el plano del meridiano origen (Greenwich) y el plano del meridiano del punto "i".

Altura Geodésica HG

Es la altura del punto "i" **sobre** el elipsoide de referencia, medida sobre la normal al elipsoide.

La latitud y longitud geodésicas o geográficas forman un conveniente sistema de coordenadas para fijar una posición sobre el elipsoide (ver figura N.º 11).

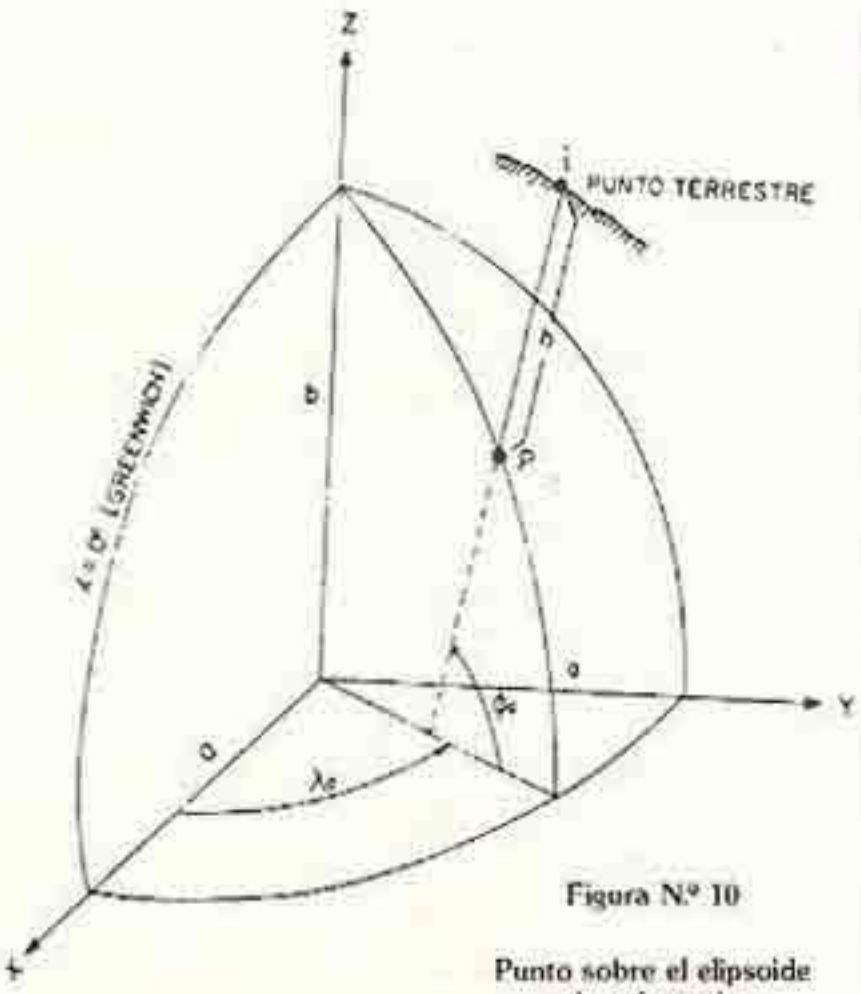


Figura N.º 10

Punto sobre el elipsoide de referencia

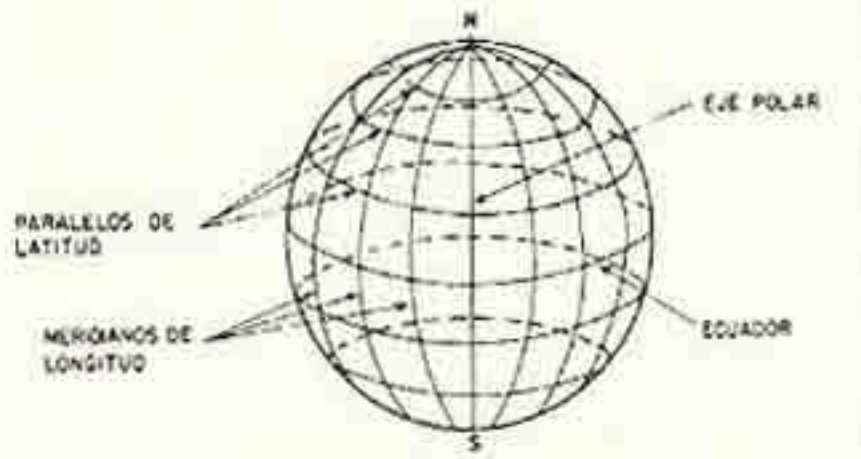


Figura N.º 11

Sistema de coordenadas geográficas

COORDENADAS ASTRONOMICAS

Son la latitud y la longitud astronómicas (ver figura N.º 12), medidas con respecto al geoide, y por tanto están relacionadas directamente con:

- El centro de gravedad de la Tierra.
- El eje de rotación y el plano del ecuador verdaderos (instantáneos).
- El observatorio medio de Greenwich.

Latitud Astronómica $\varnothing_A$

Es el ángulo entre el ecuador y la componente meridiana de la normal al geoide (vertical local) en el punto.

Longitud Astronomica λ_A

Es el ángulo medido sobre el plano del ecuador, entre el plano del Observatorio Medio y el Meridiano astronómico del punto en cuestión.

Figura N.º 12

La Latitud Astronómica y la Latitud Geodésica

Relaciones entre Coordenadas Geodésicas y Astronómicas

Como he hemos visto las coordenadas geodésicas y astronómicas tienen distintos orígenes (ver figura N.º 11), por lo cual son diferentes, siendo la principal causa de la diferencia entre estas coordenadas, el ángulo existente entre la normal al elipsoide y la normal al geoide, llamado "desviación de la vertical".

La desviación de la vertical está formada por dos componentes ortogonales, una en el meridiano (ξ) y otra en el plano del primer vertical (η) ver figura N.º 13.

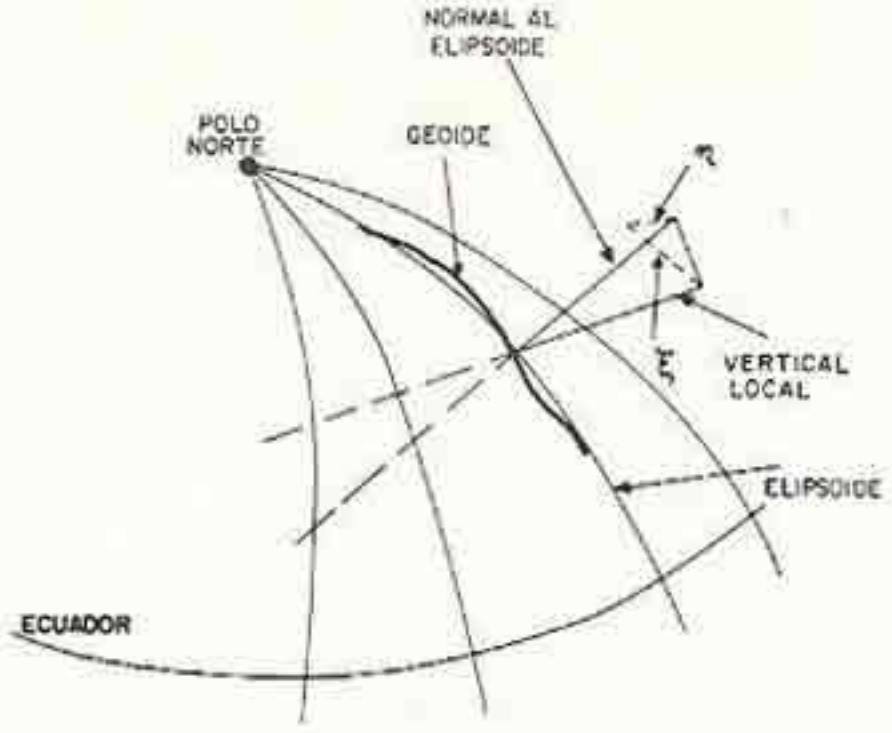


Figura N.º 13

Las dos componentes de la desviación de la vertical

Las ecuaciones que relacionan a las coordenadas astronómicas y geodésicas son las siguientes:

$$\varnothing G = \varnothing A - \xi$$
$$\lambda G = \lambda A - \eta \, Sec \varnothing A$$

Para el caso del monumento de la línea ecuatorial, tenemos que sus coordenadas geodésicas y astronómicas son:

Coordenadas Geodésicas

$\varnothing G$ = N 0° 00' 04" . 1228
λG = W 78° 27' 13" . 2560

Coordenadas Astronómicas

$\varnothing A$ = N 0° 00' 00"
λA = W 78° 27' 08"

Declinación magnética en 1985: 1.° 26'. 7 E

En relación al último valor, el de la declinación magnética, es lamentable que se haya inscrito en el nuevo monumento un valor de dicha declinación de 6° 38' E, y se asuma que dicho valor es constante, cuando en realidad está variando con el paso del tiempo, llegando incluso dentro de algunos años a hacerse cero, para luego cambiar de orientación Este a orientación Oeste y comenzar luego a crecer en este sentido (cambio provocado por la variación de la posición del polo magnético de la Tierra). Valga esta oportunidad para solicitar o exigir si es del caso, el arreglo inmediato de tal inscripción. Debo hacer notar que pudo evitarse este particular, de hacer consultado a las instituciones que conocen sobre estas áreas, como son el Instituto Geográfico Militar y la Escuela Politécnica del Ejército, con su Facultad de Ingeniería Geográfica.

(4) **Geodesia y Cartografía Matemática, F. Martín Asín, Madrid 1983.**

LA PROYECCION TRANSVERSA DE MERCATOR UNIVERSAL (UTM)

Todo el control geodésico que se extiende sobre la superficie terrestre, y las coordenadas obtenidas de los puntos determinados (referidas a un elipsoide), sirven para varios trabajos, uno de ellos es la representación plana de una parte o de toda la superficie terrestre mediante cartas y mapas, obtenidas mediante proyecciones cartográficas.

Cartografía es la "ciencia encargada del estudio de la representación plana de la esfera o el elipsoide, obteniendo por cálculo las coordenadas de los puntos del plano, correspondientes a los situados en dichas superficies" (4).

En esta definición se ha introducido a más del elipsoide a la esfera; y la razón es que para algunas aplicaciones y trabajos, el elipsoide puede ser sustituido por una esfera cuya área o volumen sea igual al del elipsoide tomado como referencia.

La proyección UTM es una proyección "cilíndrica conforme", y puede ser visualizada como un cilindro envuelto alrededor de la Tierra, orientado de tal forma que su eje está en el plano del ecuador (Figura N.º 14). Se llama conforme ya que las pequeñas formas están correctamente representadas, lo que significa que la escala en todas direcciones desde un punto es independiente del azimut y constante para una pequeña distancia.

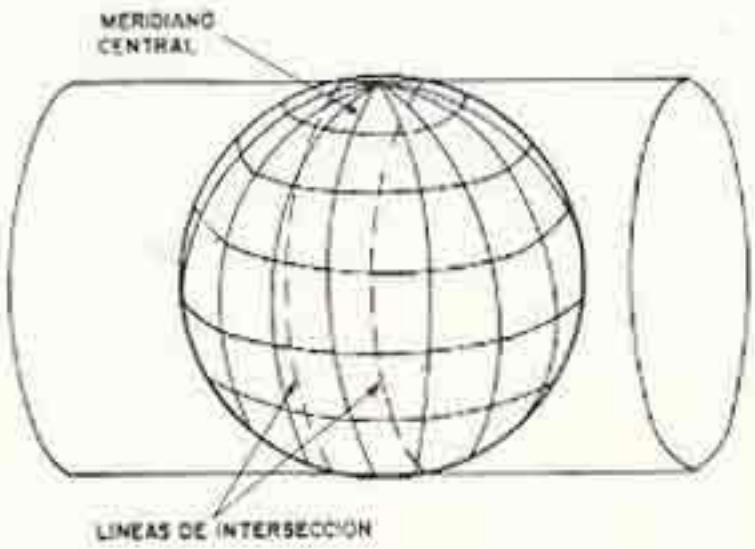


Figura N.º 14

La proyección Mercator Transversa Universal

La proyección UTM utiliza zonas de seis grados de ancho en longitud, repartidas alrededor de toda la Tierra, cada zona tiene un meridiano central, donde el factor de escala adoptado es de 0.9996. A partir del meridiano central la escala aumenta hacia los límites de la zona, produciéndose dos líneas (elipses de intercepción) casi paralelas al meridiano central, ubicadas aproximadamente a dos tercios de la distancia existente entre el

meridano central y los bordes de la zona (ver figuras N.º 14 y 15) donde la escala es correcta.

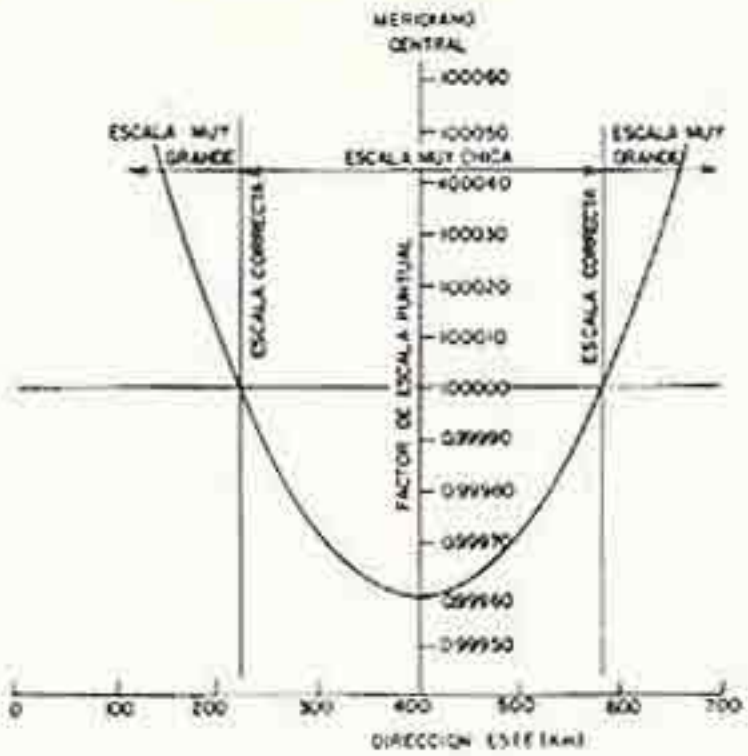


Figura N.º 15

Variaciones de escala en las coordenadas Este de una proyección Mercator Transversa Universal (UTM)

La región continental de nuestro país se halla en dos zonas de proyección, las zonas 17 y 18 (ver figura N.º 16), en tanto que las Islas Galápagos se hallan en las zonas 14 y 15.

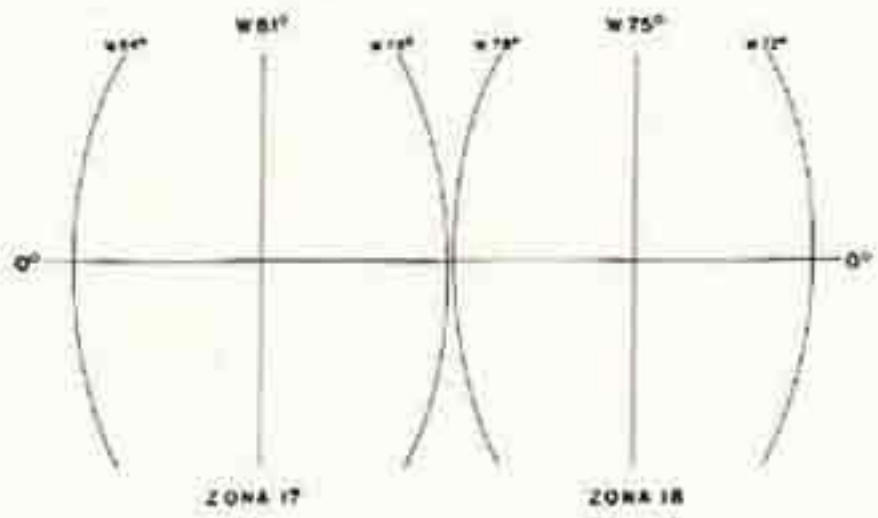


Figura N.º 16

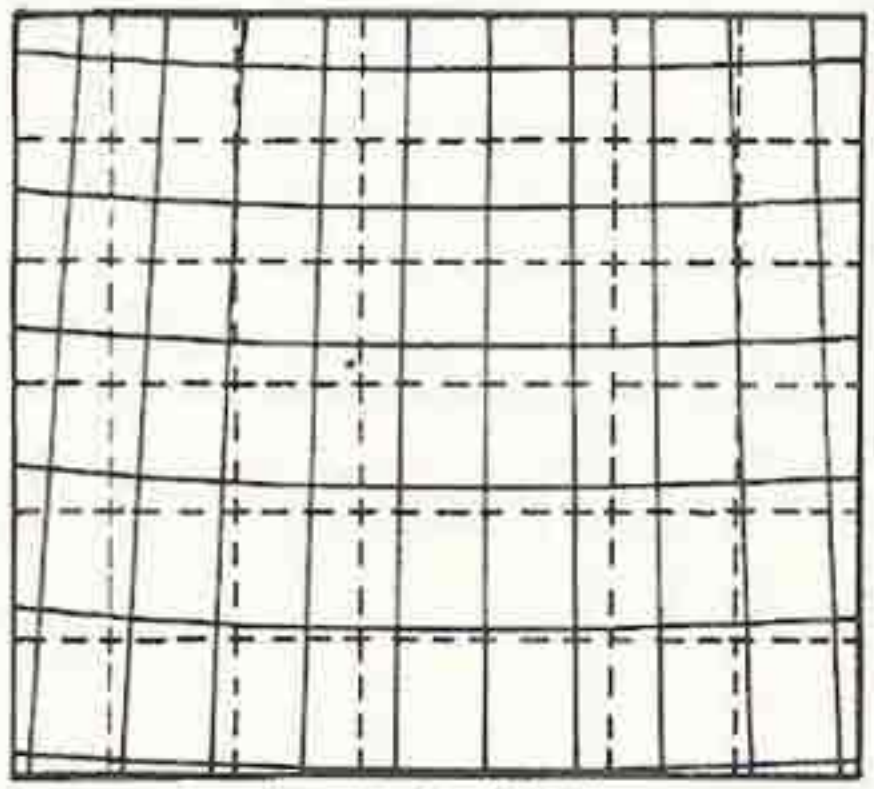
Zonas de proyección UTM del ecuador continental

Las coordenadas planas de la proyección UTM se obtienen de las dos ecuaciones básicas:

$$N = A + f_1(\phi G, \lambda G) \cdot Mo$$
$$E = B + f_2(\phi G, \lambda G) \cdot Mo$$

Donde f_1 y f_2 son funciones matemáticas (propias de la proyección Transversa de Mercator); A y B son valores constantes que se utilizan como orígenes falsos para evitar el uso de coordenadas negativas; y Mo es el factor de escala central utilizado para la zona.

En las cartas y mapas obtenidos de la proyección UTM las coordenadas planas, se representan por líneas rectas horizontales y verticales que se cruzan perpendicularmente formando lo que comunmente conocemos como "cuadrícula", en tanto que los paralelos y meridianos (latitud y longitud) se representan por líneas curvas que también se cortan entre sí perpendicularmente y forman también una malla, (ver figura N.º 17).



--------- Coordenadas UTM

_____ Coordenadas Geográficas

Figura N.º 17 Cuadrícula UTM y coordenadas geográficas

Las coordenadas planas, son mucho más fáciles de ser usadas que aquellas localizadas sobre el elipsoide (coord. geográficas). Debe notarse que los dos tipos de coordenadas mantienen una correspondencia bi-unívoca en cada zona de proyección.

Explicada así la proyección UTM (no rigurosa), y aplicando las relaciones matemáticas de la proyección a las coordenadas geográficas del monumento de la línea ecuatorial, tenemos los siguientes valores:

COORD. PLANAS UTM ZONA 17:

N = 126.7 m.
E = 783446.5 m.

Como observamos, debido a que las coordenadas geográficas son las utilizadas para la proyección UTM, la coordenada norte del monumento no coincide con la coordenada norte del paralelo cero N = 0.00 m. (latitud geográfica cero grados) o línea ecuatorial del elipsoide usado para la proyección.

Es de anotarse que esta falta de coincidencia, se puede advertir sólo en las cartas a escala 1:25.000 y

1:50.000, ya que para escalas 1:100.000 y menores, dicha diferencia es obviamente empequeñecida e imperceptible.

Espero con la explicación anterior haber aclarado toda duda surgida por la no coincidencia de la línea ecuatorial astronómica y el monumento que señala su paso en San Antonio de Pichincha, con la línea del paralelo cero de las cartas publicadas por el Instituto Geográfico Militar, así como también haber dado a conocer una pequeña parte de los trabajos y campos de acción de la Ingeniería Geográfica.

Indice de Figuras

Las figuras aparecidas en el presente artículo, han sido tomadas de:

— Figuras números 8, 9 de "A Continental Datum for Mapping and Engineering in South America".
— Figuras números 1, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17, de "Satéllite Surveying".
— Figuras números 3, 4, 5, 7, 10, 12 de "Coordinate Systems in Geodesy".

BIBLIOGRAFIA

Fisher Irene (1977). "A continental Datum for Mapping and Engineering in South America". **Defense Mapping Agency.** *Washington, D.C.*

Hoar Gregory J. (1982) "Satellite Surveying", **Magnavox.** *California.*

Martín Asín, Fernando (1983). "Geodesia y Cartografía Matemática". **Edit. Paraninfo.** *Madrid.*

Krakiwsky E. J., and D. E. Wells (1971). "Coordinate Systems in Geodesy" **Dept. Surveying Engineering, Lecture Notes N.º 16.** *Fredericton.*

Zakatow P. S. (1981). "Geodesia Superior", **Edit. MIR.** *Moscú.*

¿QUE NECESITA SABER UN GEOMENSOR ADEMAS DE TOPOGRAFIA?

Por: **JULIO C. BAQUERO G.**
Geomensor de la Asociación de
Geomensores del Ecuador

Para tener exito, los geomensores deben saber mucho más que topografía, aunque algunas personas pueden asumir que algún conocimiento de catastros, matemáticas, dibujo, trigonometría, cálculo, cartografía, es todo lo que ellos necesitan. Los geomensores experimentados se han dado cuenta que también ellos deben estar bien informados en diversas aéreas desde computación, idiomas, estadistica, pasando por economía, administración, inglés, psicología y hablar en público.

Debido a que los Geomensores ocupan tan diversas posiciones, el número de materias adicional es extenso, además de ser geomensor de planta, muchos son jefes departamentales, investigadores, como también realizan variedades de funciones, no sólo experimenta sino que deben escribir reportes técnicos, dar conferencias, supervisar, operar un computador y preocuparse por el medio ambiente.

El conocimiento de las disciplinas ajenas a la geomensura puede ser obtenido de muchas maneras partiendo del estudio universitario, asistiendo a cursos de educación contínua, cursos cortos, seminarios, conferencias, leyendo libros o revistas especializadas o simplemente trabajando o hablando con expertos. La educación del Geomensor no termina con la obtención del titulo académico.

En muchas facultades de ingeniería civil del país ya se ofrecen cursos improductivos en áreas como administración de empresas y economia, esto se debe en gran parte a que los alumnos desean hacerse tan atractivos como sea posible a los futuros empleadores, ya que consideran que el estudio de las materias que no pertenecen al campo de la geomensura mejoraría sus oportunidades de ser contratados por una firma constructora o dependencia del gobierno.

Además los geomensores, saben que deben estar preparados para comunicarse efectivamente tanto con sus colegas como con sus superiores, para poder discutir claramente no sólo sus resultados de trabajo, sino también sus conclusiones y recomendaciones. Lo que escriban o digan deberá ser apropiado para la audiencia que tratan de alcanzar. Lo que digan debe ser fácilmente comprendido y debe estar libre de detalles excesivos e irrelevantes. He aquí la importancia de que el geomensor sea un buen comunicador, uno puede tener la más grande idea del mundo, pero si no puede comunicarse oralmente a su superior, puede olvidarse simplemente de dicha idea, ya que no tiene valor.

Es conveniente que el geomensor, aprenda estadística básica, con el propósito de lograr una mayor comprensión del significado de los resultados que se logran en estudios cuantitativos. El estudio de la estadística es importante para los geomensores, porque esta les ayuda a planear operaciones o investigaciones que realmente tienen significado.

Otro campo importante para el geomensor es la economia, esta ciencia le permite descifrar los factores que gobiernan la producción, distribución y consumo de bienes y servicios, debido a que la mayoría de los geomensores trabajan para estudios de desarrollo, un conocimiento de economía especialmente les ayudará a conocer el mundo en que ellos operan.

Debido a que eventualmente los geomensores cumplen funciones administrativas, un conocimiento en administración de empresas puede ser muy útil. quizás no exista un área más importante en la actividad humana, que la de administrar, ya que la tarea del administrador es administrar a todos los niveles y en todo tipo de empresa, creando y manteniendo un ambiente adecuado, en el que los individuos trabajando en grupos pueden llevar a cabo funciones y objetivos pre-establecidos.

Definitivamente el conocimiento de materias distintas a la geomensura obviamente amplian el horizonte del geomensor y lo enriquece como persona.

ADAPTACION DE LA FOTOGRAMETRIA AEREA A LA INGENIERIA DE CAMINOS

Por: **VICENTE ENRIQUE AVILA**
Ingeniero
Catedrático de Fotogrametria de
la Escuela de Ingenieria Civil
y Escuela de Topografía
Universidad Central del Ecuador

Antes de comentar acerca del historial de la experiencia del uso del reconocimiento y levantamiento aéreo, será provechoso presentar cierta estructura organizativa y el procedimiento operativo usado por los Departamentos de Caminos de los EE.UU., a fin de ilustrar la posición relativa de los equipos de levantamiento con los otros Departamentos y Secciones. Desde que el levantamiento es usado principalmente como una herramienta de la ingeniería, se dedicará una breve discusión de las funciones administrativas, concretándose en las actividades de la ingeniería y principalmente en aquellas que hacen uso máximo de los materiales fotográficos aéreos.

La ingeniería de caminos tiene numerosas responsabilidades en esta asignación, las que están divididas entre las varias oficinas del Departamento de caminos. Por ejemplo las materias de Planeamiento, Diseño y localización están a cargo de las oficinas de Diseño y Localización, en tanto que la construcción, mantenimiento y operación, tráfico y seguridad y otras fases de la ingeniería de caminos, están garantizadas cada una por una oficina separada.

Las oficinas de Diseño y Localización consisten de 6 secciones diferentes, siendo cada una responsable de una fase particular en el planificar, diseñar y localizar de los caminos.

1. Una de estas secciones es de reconocimiento y planificación, cuyos deberes son colectar y analizar los datos factibles, preparar y perpetuar los inventarios de caminos, conducir los estudios de tráfico especiales y ejecutar otros deberes de la investigación de caminos.
2. El Ingeniero de Planeamiento es el responsable de la formulación de los programas de construcción de caminos.
3. El Ingeniero del Proyecto es el responsable del diseño estructural o físico de todo el camino, con excepción de puentes, y alcantarillado, que corren a cargo de otra sección.
4. El Ingeniero de Derechos de Vía es el responsable de la adquisición de todos los derechos de vía, para el sistema de caminos del estado y de la determinación de la política y los procedimientos en todas las materias de derecho de vía y los problemas de su utilidad.
5. El Ingeniero de Rentas es el responsable del plazo y del avance de los proyectos del camino, desde el plan aprobado y la etapa estimada por la firma real de un contrato por el Director de Caminos.
6. El Ingeniero del Diseño geométrico es el responsable de la determinación de las alineaciones, gradientes, capacidad de tráfico de las rutas y otros criterios para establecer los controles del diseño para cada proyecto.

El diseño geométrico tiene dadas muchas definiciones, ninguna de las cuales, está aceptada ampliamente en el campo de caminos. Una de las interpretaciones defino como ser la de aquellos elementos de diseño que determinan los detalles visibles del camino, los que influencian en el comportamiento del tráfico. Entre estos elementos están los alineamientos horizontal y vertical, distancias de vista, componentes de la sección

de cruce, espacio lateral y vertical, diseño interseccional e intercambios, correcciones de acceso y otros.

Además de los detalles anteriores, el planeamiento de avance de las mejoras propuestas, está bajo guía del Ingeniero del diseño geométrico. Las investigaciones de ingeniería son requeridas para determinar: primero el problema; segundo los esquemas alternos y tercero una comparación de los varios planes para determinar la solución más económica; estos estudios varían desde una ruta en áreas rurales a una combinación de propuestas de caminos arteriales existentes en áreas urbanas. Bajo la determinación de un plan para áreas urbanas o la localización general de una ruta entre dos terminales en áreas rurales, un segundo estudio más comprensivo es requerido, para determinar los detalles preliminares del diseño de cada proyecto específico.

Por lo tanto, puede verse que esta fase del planeamiento de caminos y diseño encompasa con gran ventaja y es lógico que este profesional debería dirigir las operaciones de un equipo para obtener el máximo beneficio para el Departamento.

Es esencial tener conocimiento completo de las características físicas del área además del modelo de condiciones de tráfico existentes y futuras, antes que un análisis digno de confianza, se pueda hacer para determinar la mejor localización económica del diseño de un camino.

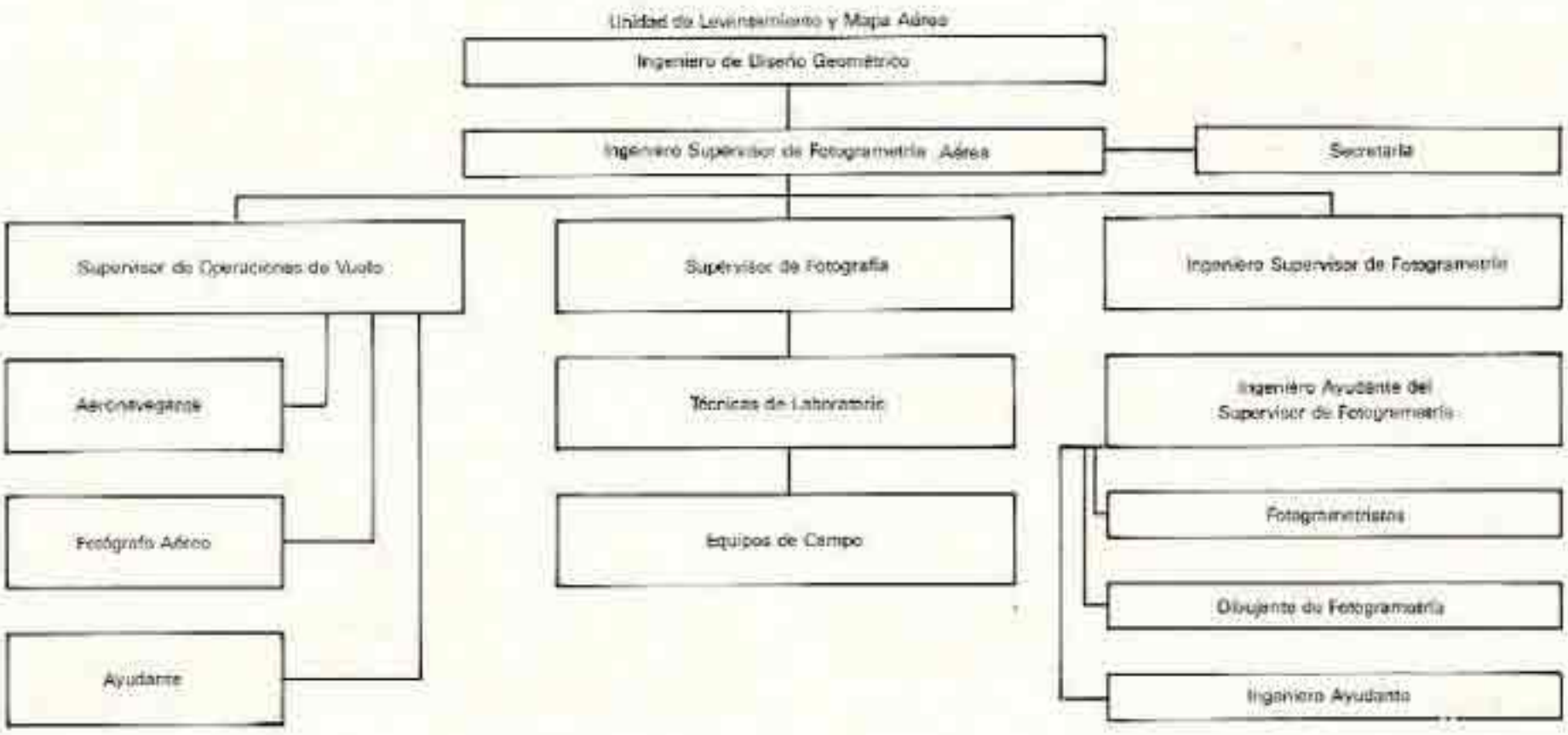
Cada proyecto, prescindiendo de su magnitud, debe ser completamente analizado y las recomendaciones resultantes deben ser presentadas en un informe de ingeniería.

Antes de 1946 los Departamentos de Caminos estuvieron buscando vías y medios para acelerar estas investigaciones y la obtuvieron con la información más extensiva y a un costo mínimo. La fotografía aérea fue considerada un medio y después de examinar el equipo disponible apareció que la organización con su propio servicio aéreo y la sección de levantamiento eran económicamente lo más práctico para proporcionar una solución satisfactoria al problema específico de vías de comunicación; mientras simultáneamente se consideraba que la unidad podía ser también utilizada en otras varias fases del trabajo de un camino y otras obras de ingeniería. Una ventaja principal de contar con esta unidad y que debe ser grandemente apreciada es la capacidad y la habilidad para obtener cobertura fotográfica aérea en el tiempo que puede ser usada ventajosamente. Si se requiriera contratar los servicios de otras organizaciones para esta finalidad, el programa de actividades debería ser formulado con meses de tiempo adelantado y esta práctica no podría permitir el alto grado de flexibilidad en las operaciones que tienen limitada posibilidad de tiempo.

A continuación se presenta una carta organizativa de una unidad de levantamiento completo, a cargo del Ingeniero de Diseño geométrico como jefe de la Sección de Diseño y localización.

Esta unidad consiste de tres secciones dirigidas por un Supervisor de Fotogrametría Aérea, quien deberá coordinar sus actividades respectivas a fin de que cada asignación sea cumplida con el máximo de eficiencia. La primera sección, operaciones de vuelo, es la responsable de obtener buena fotografía y consiste de un Aeronavegante, un Fotógrafo Aéreo y un Ayudante. La segunda sección, el Laboratorio fotográfico que procesa y desarrolla los negativos obtenidos e imprime fotos,

CARTA ORGANIZATIVA



dispositivos, ampliaciones y reducciones para el proyecto, requiere los servicios de un Supervisor de Fotografía, que debe ser completamente experimentado en fotografía, en las técnicas de laboratorio fotográfico, y de un personal adecuado para las técnicas de laboratorio; el número dependerá del volúmen de trabajo. La tercera sección, Fotogrametría, está a cargo de un Ingeniero Supervisor de Fotogrametría, que debe ser un profesional ampliamente conocedor y familiarizado con las técnicas y sistemas de fotogrametría para desarrollar y preparar todos los datos y materiales lo más beneficiosos para el Ingeniero de Caminos. El Ingeniero Supervisor de Fotogrametría, deberá estar asistido por un Ingeniero Ayudante, por Fotogrametristas, Dibujantes y un Ingeniero Ayudante. Esta carta de organización muestra las posiciones en la unidad y las relaciones entre varias secciones.

En el personal interviniente en esta organización, debe darse especial reconocimiento a los ex-miembros de las Instituciones oficiales quienes han recibido ilustración y entrenamiento en estas labores, a los que se podrían calificar para las varias posiciones de esta sección. El Supervisor de las tres secciones debería ser un Ingeniero profesional registrado, como también un calificado Aeronavegante, quien consecuentemente debe ser el ejecutor de los deberes del Supervisor de Reconocimiento y Levantamiento Aéreo. Supervisor de las Operaciones de vuelo y de Navegación. Es una fortuna el conseguir un Profesional con estas calificaciones, ya que limitada cantidad de tiempo para la toma de fotografía satisfactoria, permite a este personal asumir las funciones administrativas y seguir los deberes de enlace en la organización, como también las de Aeronavegante. Es también una suerte el conseguir un buen Fotógrafo Aéreo quien también puede dirigir las operaciones de laboratorio fotográfico y por lo tanto también sostener la posición de supervisor de fotografía. En caso de su ausencia uno de los técnicos de laboratorio que ha tenido entrenamiento como Fotógrafo Aéreo puede ser empleado en la Sección de Vuelo.

Antes de discutir acerca de los materiales utilizados por esta unidad y la aplicación de sus productos; puede ser de interés el mencionar que la inversión en un equipo completo de campo y de gabinete a la fecha podría ser de aproximadamente $ 200.000 dólares para la cámara aérea y accesorios; $ 30.000 para el equipo de campo y de laboratorio y $ 150.000 dólares para instrumental de fotogrametría de gabinete.

El avión recomendado es un Beachcraft de doble motor y de doble timón, o sea un modificado para los requerimientos de toma de fotografías, con posibilidad de doble horado para la lente de la cámara y del visor. Aún cuando en más recomendable alquilar una nave aérea con estas características para emprender la misión de vuelo de toma de las fotografías, debidamente planeada; evitando en esta forma el cuidado y mantenimiento del avión, párrafos muy caros y si se trata de piloto propio es aún mucho más costosa la operación.

Entre los varios artículos de laboratorio fotográfico es recomendable la adquisición de un equipo de desarrollo completo con secadora y prensa impresora de contacto, un rectificador-enderezador con poder de ampliación y reducción y para el Gabinete de fotogrametría. Si se trata de aparatos de fotogrametría analógica ópticomecánicos manuales: aparato de restitución y aerotriangulación de primer orden o de segundo orden con posibilidad de adaptación de acodados para los ejes X-Y-Z y registrador de coordenadas instrumentales para el trabajo de aerotriangulación y aparatos de restitución estereoscópica de tercer orden.

Y si se trata de aparatos modernos electrónicos con calculadoras acopladas para trabajo ultra rápido: Un aparato de fotogrametría analítica para el trabajo de aerotriangulación y restitución estereoscópica y aparatos de fotogrametría analítica tales como los orthofotográficos para obtener los trabajos inmediatos de altimetría y planimetría completos, estereoscópicos de espejos y prismas con barras estereométricas para el cálculo de alturas por medio de la medición de la paralaje, para el estudio y trazado de vías de comunicación, redes de distribución de la energía eléctrica, oleoductos y varios otros trabajos de ingeniería.

Los requerimientos del material fotográfico que se originan en todas las oficinas de las divisiones del departamento de caminos deben ser sometidos en forma bien ordenada y diseñados por la unidad de levantamientos y cartografía. Una forma de solicitud preparada apropiadamente debe indicar el propósito del material, la escala deseada, la cobertura, el número de copias, etc. La experiencia ha demostrado que todas las solicitudes deberán ser acompañadas de un gráfico de detalle suficientemente claro, para evitar la posibilidad de errores que al final puedan requerir el que sea efectuado un revuelo fotográfico.

Debería recomendarse el sometimiento de estas solicitudes, en cuanto al tiempo, con suficiencia al avance de los estudios de ingeniería; para que las condiciones de tiempo desfavorable no retarden el proyecto. Consecuentemente es esencial tener las solicitudes sometidas a aprobación, tan pronto como la necesidad de una mejora del camino es reconocida, a fin de establecer un horario, de trabajo integrado. Este procedimiento asegura una previsión de solicitudes en todo tiempo y permite tomar ventaja de las condiciones de tiempo fotográfico satisfactorio.

Subsecuentemente por cada vuelo fotográfico debe ser producido un gráfico en los mapas índice y desde luego en los índices fotográficos de la fotografía aceptada y rechazada, para facilitar la identificación de las impresiones que cubren las áreas específicas y para proporcionar en cualquer momento una fuente de referencia futura. Las impresiones de contacto ya sean diapositivos o positivas son preparadas en papel fotográ-

fico ya sea brillante o mate o semimate dependiendo en el uso que va a darse; o en vidrio o en plástico si se trata de diapositivos y los negativos para ampliación a escalas específicas son chequeados por el método Anderson y rectificados en un proyector enderezador.

La sección de fotogrametría de gabinete prepara los mosaicos sin control y con control con impresiones simples y el producto terminado es superficialmente tratado para su conservación y preservación de daño. Estos mosaicos proporcionan una superficie de trabajo durable sobre el cual puede colocarse toda la información relativa al estudio de la localización del camino propuesto.

Los levantamientos planimétricos son desarrollados con el uso de los trianguladores radiales mecánicos y el empleo de la cámara lúcida vertical, llamada Sketchmaster. Una aplicación interesante y valiosa de los levantamientos planimétricos ha sido usada por los departamentos correspondientes para la preparación de señales de construcción reales de los proyectos de estabilización del suelo, en donde el camino material es reformado preparatoriamente para colocar un curso en la superficie y no un cambio físico en el alineamiento o en el declive que está haciéndose. Una combinación de planimetría normal y un perfil obtenido con el empleo de un barómetro (altímetro) ha posibilitado el obtener las hojas base que contienen la línea y el perfil para ser proporcionados a los dirigentes de la división, quienes agregan la otra información necesaria.

Este procedimiento ha permitido desarrollar un programa bien adelantado del itinerario que podía haber sido impuesto por el tiempo normal requerido para los levantamientos de campo y por la escasez del personal de la división, los que deberían ser transferidos de otros proyectos determinados.

Al comienzo se debe desarrollar los levantamientos topográficos, por medio de la fotogrametría, con cualquier aparato estereoscópico de trazado, limitándose a áreas pequeñas y a escalas grandes de 1:500 a 1:2.000 con el intervalo de curvas de nivel de un metro, pero se debe gradualmente extender este trabajo y trazar áreas más grandes a escalas e intervalos de curvas de nivel comensurables con los diferentes usos.

Las fotografías oblícuas especialmente preparadas, son usadas para la presentación fotográfica de mejores propuestas en los caminos. Esto es efectuado opacando el negativo para que pueda hacerse una ampliación que sólo muestre todo el detalle fotográfico del área requerida por las mejores propuestas; después de lo cual el desarrollo final es dibujado en su propia perspectiva por un dibujante. Como un substituto para los métodos usuales utilizados por los ingenieros para presentar un plan propuesto, estos productos han sido remarcadamente efectivos para presentar las mejoras de caminos propuestos, especialmente en intercambios de tráfico urbano complejos y vías expresas, por los grupos locales que son incapaces de visualizar una mejora contemplada en diagramas de línea recta, dibujos esquemáticos y en las impresiones azules.

Un servicio especial efectuado por la unidad debe ser el colectar y suministrar los datos de coordenadas planas para efectuar los levantamientos fotogramétricos. Los departamentos de caminos están enfatizando sobre la importancia de estos levantamientos de enlace dentro del sistema de coordenadas planas Mercator, en donde sea posible y como este procedimiento es extremadamente valioso para los trabajos de los levantamientos aéreos por fotogrametría, se recomienda esta actividad en todas las tareas a realizar.

La aplicación de los materiales fotogramétricos se ha conformado a la secuencia general impuesta y descrita más adelante y según el consejo dado por el Presidente de la Comisión de caminos de E.U., para el trabajo de caminos por medio de la fotogrametría:

1. Reconocimiento general (Estudio y observación estereoscópica con pares de fotos (modelos).
2. Reconocimiento de rutas alternas y trazado con el cálculo de la gradiente pedida.
3. Diseño preliminar de todo el camino.
4. Representación de mejoras propuestas.

Los estudios de reconocimiento general para la localización de caminos, usualmente comienzan analizando el volúmen y el carácter del tráfico y la clase de terreno a fin de seleccionar los puntos terminales, entre los cuales está indicada la continuación del diseño. Después de la selección de los terminales, debe obtenerse una adecuada cobertura fotográfica aérea, por medio del grupo aéreo o por medio de contrato y luego debe confeccionarse un mosaico desarrollado, usualmente a la escala de 1:40.000 a 1:60.000.

Los mosaicos completados deben ir acompañados de dos copias fotográficas de cada mosaico y dos juegos de impresiones de contacto, la una en papel brillante y la otra en papel mate que deben ser proporcionadas a la oficina solicitante, la que debe estudiar el mosaico en busca de comprobación de las rutas alternas factibles. Estas son rápidamente descubiertas por el estudio de los detalles del terreno generales y visibles en conformidad con las condiciones del suelo, a veces extremadamente malas, el uso de la tierra, el arreglo de los derechos de vía, las condiciones físicas, etc. En áreas urbanas es indispensable mucha información valiosa concerniente al estudio de calles existentes y muchos otros factores, a los que deben ser dados serias consideraciones para desarrollar un complejo plan arterial de caminos.

Después que las rutas alternas y sus esquemas han sido seleccionadas y trazados en el mosaico, cada localización es correctamente situada en las impresiones de contacto y estudiado detenidamente por un estereoscopio por medio de pares de fotos (modelos) el punto

de vista referente al alineamiento horizontal y luego el vertical.

Los estudios de reconocimientos de las rutas alternas son llevados adelante con completo conocimiento de los requerimientos del tráfico establecido por la ruta entre los terminales. Esto capacita al ingeniero a ajustar las localizaciones alternas con el uso de los pares estereoscópicos para seleccionar el buen alineamiento y la gradiente que encontrarán en los requerimientos del diseño completo de esta investigación preliminar; siendo posible realizar esta labor sin el trabajo del levantamiento fotogramétrico. Después que el ingeniero de caminos está satisfecho de que todas las rutas alternas factibles han sido revisadas y modificadas para encontrar conforme con el criterio del diseño establecido; debe comparar las ventajas y desventajas de cada línea, para finalmente determinar si cualquiera de ellas pueda ser eliminada de ulterior consideración.

Después que esto se ha cumplido, se puede proceder con el análisis de costos en contra de los beneficios de cada ruta alterna permaneciente y con un mínimo de trabajo de campo y con las hojas topográficas, si las hubiere, el ingeniero puede hacer un análisis de costo comparativo con suficiente detalle, para apoyar su recomendación. El uso de los materiales preparados por la sección aérea para llegar a la solución más práctica de una mejora de caminos, reduce definitivamente el trabajo de campo y los costos de la ingeniería preliminar, pero es más importante la información completa disponible para el ingeniero que le aseguran que todas las posibilidades han sido consideradas y escogida la mejor solución.

En áreas urbanas, en donde un sistema de caminos arterial es requerido, para hallar las necesidades del tráfico presente y futuro, las aerofotografías de escala grande son usadas, además de los mosaicos de escala pequeña. Las fotografías de escala grande (1:2.500 a 1:4.000) son usadas para determinar la localización detallada y el diseño con facilidades de acceso e intercambio de tráfico, permitiendo de este modo al diseñador, el pronto visualizar de todas las características físicas del área y para estudiar los esquemas alternos en que se encontrarán las necesidades del tráfico y sostendrán los costos de derecho de vía a un mínimo.

También proporcionan información completa al sistema de calles existentes, que en muchas ocasiones requerirán de alguna modificación a fin de venir a ser la parte útil de una facilidad última. Se ha encontrado que las fotografías de escala grande proporcionan la información suficiente para hacer una análisis de costo comparativo, con la excepción de las utilidades del subsuelo.

La clase y diseño preliminar de puentes son determinados desde un plano del sitio preparado especialmente de toda el área. Un plano del sitio de un puente puede ser preparado por levantamiento en el terreno o por medio de los métodos fotogramétricos. Las exposiciones aéreas para este proyecto de ensayo fueron tomadas con película normal blanco y negro y con una cámara sin precisión de 0,210 m. de distancia focal de la lente. A la altitud baja de 250 m. sobre la superficie, con la incapacidad de la cámara para ciclo bastante rápido para permitir exposiciones con el 50 al 60 por ciento de recubrimiento longitudinal necesario, en secuencia en un paso separado para cada exposición; pero con la visualidad excepcional hacia adelante proporcionada por el avión, se hace relativamente fácil el duplicar la vía del vuelo de la ruta previa para completar el par estéreo del área.

Después del procesamiento de la película en la forma convencional, deben imprimirse los positivos de contacto en placas de vidrio o plásticos sensibilizados (dia positivos) de 0,0035 de espesor de los de vidrio. Estos pares de diapositivos deben ser colocados en los proyectores o porta placas de los trazadores estereoscópicos y ajustados y orientados para traer las imágenes en coincidiencia estereoscópica completas con nivelación y escala apropiada. La planimetría y las curvas de nivel deben ser trazadas por los operadores respectivos, produciendo un plano de la escala de 1:500 con intervalo de curvas de nivel de 0,50 m. Para hacer una comparación directa con el plano del sitio desarrollado por el método clásico topográfico de levantamiento en el terreno, deben trabajarse ambos levantamientos a la misma escala, o si hay desigualdad debe llegarse a la misma escala por medio de un proyector ampliador que iguale las escalas.

El control para este plano de sitio debe consistir de dos estaciones de línea en el centro, pintadas en el pavimento, además de 4 estaciones en las esquinas del modelo, comprendidas de un círculo de 1 metro, trabajadas con cal blanca en el suelo antes del vuelo de toma de las fotografías.

Al comparar los costos de producción por los dos métodos de preparación de este plano del sitio, se constató que el método fotogramétrico tiene un costo total de aproximadamente la cuarta parte del costo por el método clásico de levantamiento de campo.

El método usado en representar una mejor propuesta en aerofotografías ha sido discutido previamente. Esos dibujos son valiosos porque representan un proyecto para todas las oficinas interesadas del estado o individuales, que tienen interés en la mejora y se ha encontrado que son de mucha ayuda al comparar la utilidad y el valor estético de una clase de tráfico de intercambio con otro. Esas presentaciones también proveen la información completa relativa a las características operacionales para uso de vehículo, proporcionadas por el ingeniero responsable de la operación de marcar y señalar en el pavimento.

La discusión anterior ha cubierto las aplicaciones ampliamente usadas en fotogrametría, además de las

previamente discutidas en las que muy poco se ha tratado de la superficie en lo referente a los suelos.

Las aerofotografías han probado tener mucho valor en el estudio del suelo, en las formaciones de rocas y en los problemas que tratan con intermisión progresiva de los bancos, de arroyos que ponen en peligro con subancamientos de los caminos. Hace varios años un estudio detallado se hizo para localizar fuentes de material granular para uso en la construcción y mantenimiento de caminos secundarios y las aerofotografías junto con las cartas topográficas fueron de invalorable ayuda en la localización de áreas para este fin de investigación detallada. Hay varios proponentes en el uso de las aerofotografías como un procedimiento de rutina en la preparación de perfiles del suelo mediante perfilómetros; no han sido completamente usadas al presente, para este propósito, pero son muy valiosas en localizar nuevos caminos para tomar ventaja de las buenas condiciones del suelo y para identificar los hoyos de caída obvios como depósitos profundos.

Muchos problemas de drenaje han sido analizados con la ayuda de las aerofotografías en el pasado y su uso mucho más extensivo está contemplado para el futuro. Llegando a una estimación digna de confianza del fluído lejano, desde áreas de menos cinco kilómetros cuadrados, el problema es probablemente el más controvertido que confronta el ingeniero en el drenaje de caminos y en este caso las aerofotogrametrías juegan un rol importante en el plan para resolver este problema.

Varias áreas de drenaje pequeñas son seleccionadas a través de las oficinas y las mediciones exactas del fluído lejano son obtenidas y compiladas para la clasificación de las áreas típicas diferentes y para proporcionar un método más exacto de estimación del fluído lejano por comparación de las fotografías de un área específica con una área típica de la misma clasificación.

La proyección de las unidades presenta aún más actividades que incluyen la continuación del estudio del tráfico mediante la obtención de exposiciones sucesivas sobre el área crítica, la ayuda en la tesis a los estudiantes de ingeniería de las universidades y para estudios especiales tales como la durabilidad de la pintura de marcas en el pavimento por fotografiar una serie de líneas de prueba de pintura en diferentes períodos a fin de comparar la gastada capacidad y finalmente la preparación de mapas de escala pequeña en áreas en donde las localizaciones de caminos son afectablemente apreciadas por la clase de terreno. Las aplicaciones adicionales en este campo y en el que se solicite a participar incluyen altos estudios de agua, a lo largo de los ríos, estudios de erosión de los suelos a lo largo de las líneas de costa y estudios de ejecución de pavimentos a través del uso de fotografía de escala grande.

Por fin debemos considerar, aún cuando sea muy brevemente, ya que será materia de otro escrito especial el tratar sobre la automatización y mecanización de todo el sistema de estudio de caminos utilizando los medios fotogramétricos, en la actualidad en pleno desarrollo; el mismo que en la fase apropiada comienza con la operación del fotografiado aéreo a escala grande 1:4.000 con cámaras granangulares cartográficas de seis pulgadas de distancia focal para los trabajos de aerotriangulación y restitución planimétrica y altimétrica, la planimetría a escala 1:1.000 y la altimetría con curvas de nivel de intervalo de 0,50 m, luego el trabajo con el empleo de aparatos de fotogrametría analítica con calculadores digitalizadores e intrumentos para obtener los perfiles longitudinales y transversales y todos los demás datos para con la trazadora automática finalmente obtener el trazado del camino con todas las características y exigencias de la técnica moderna y además todos los datos referentes al movimiento de tierras.

TERCERAS JORNADAS TECNICAS PARA LA
AUTOMATIZACION DE LA CARTOGRAFIA Y
GEOSISTEMA DE INFORMACION
MADRID-JUNIO 1990

ESPAÑA

TERCERAS JORNADAS TECNICAS PARA LA AUTOMATIZACION DE LA CARTOGRAFIA Y GEOSISTEMAS DE INFORMACION

Bajo la Presidencia de Honor del Excmo. Sr. ALCALDE DE MADRID
Madrid, 4, 5, y 6 de Junio de 1990

CONFERENCIAS Y EXPOSICION TECNICA DE TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA

El Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, con el Patrocinio de los Excmos. Ayuntamientos de Madrid y de Palma de Mallorca, está organizando las TERCERAS JORNADAS TECNICAS PARA LA AUTOMATIZACION DE LA CARTOGRAFIA Y GEOSISTEMAS DE INFORMACION. Este acontecimiento científico y técnico tendrá lugar en la Masia Catalana del Patronato de la Casa de Campo, en Madrid, durante los días, 4, 5 y 6 del próximo mes de Junio.

Paralelamente y en el mismo recinto, tendrá asimismo lugar, una EXPOSICION TECNICA DE TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA, en la que las más importantes Firmas comerciales mostrarán los últimos avances técnicos y experiencias cartográficas.

Se invita a participar en estos actos, especialmente a colegiados y profesionales en estas materias, así como a los Ayuntamientos y Entidades Oficiales. Tratamiento especial se otorgará a los colegas hispanoamericanos que deseen acudir y participar, que serán considerados a efectos de inscripción y presentación de ponencias en igualdad de condiciones que nuestros colegiados españoles.

Las Comunicaciones se presentarán antes del 1.º de Marzo. Sobre el formato y demás características solicitar información al Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, Paseo de la Castellana, 210, piso 11, puerta 9, 28046 - Madrid, y a los teléfonos 457 26 77 y 457 26 78 (91).

COLOMBIA

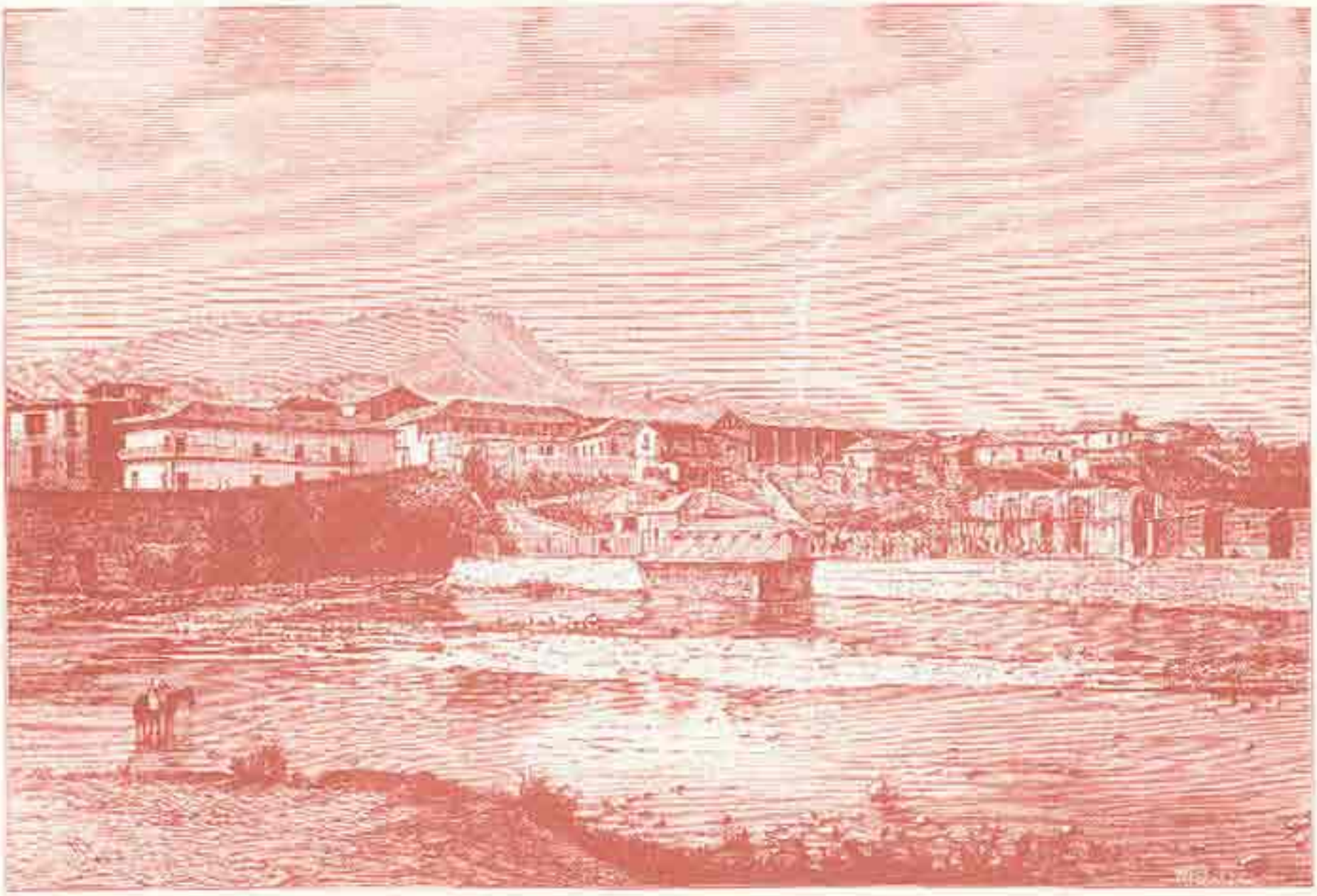
IV CONGRESO NACIONAL DE TOPOGRAFIA Y I IBEROAMERICANO

La SOCIEDAD COLOMBIANA DE TOPOGRAFOS, organiza para los días 12, 13, 14, 15 y 16 de octubre de 1990 en la ciudad de Bogotá D.E. el IV CONGRESO NACIONAL DE TOPOGRAFIA y I IBEROAMERICANO, lo que tenemos la satisfacción de anunciar a todos los lectores de nuestra Revista.

Este Congreso presenta, además de su indudable interés técnico, el de ampliar, por primera vez, su ámbito de acción a uno y otro lado del Atlántico y el que sus conferenciantes aún siendo de diversos países no necesitarán traducción simultánea.

Esperamos de nuestros colegiados y profesionales, la mayor difusión de este Congreso y su participación al mismo, rogando a los que estén interesados en su asistencia, se dirijan al Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, Paseo de la Castellana, 210, piso 11, puerta 9, 28046 Madrid, con el fin de poder organizar un viaje colectivo en las mejores condiciones económicas.

HONDURAS



Grabado antiguo, Vista de Tegucigalpa. Dibujo de Barclay

HISTORIA Y PERSPECTIVAS DE LA RED GEODESICA EN HONDURAS

Por: **OSCAR MEZA**
Ingeniero Geodesta
Instituto Geográfico Nacional
Honduras

Los trabajos de posicionamiento Geodésico en la Red de Triangulación de primer orden en Honduras, fueron iniciados a finales de la década del cuarenta, en dichos levantamientos participó personal Hondureño y Estado Unidense, el objetivo de materializar los Hitos Geodésicos fue proporcionar el apoyo terrestre que sirviera para la elaboración de Mapas a lo largo y ancho del Territorio Nacional, así como para Proyectos afines.

Como es sabido, en el pasado el único método para el establecimiento de Redes de Control Geodésico era la Triangulación y, por lo tanto el diseño estaba en función de la medida de Angulos y la medida de bases al inicio y final, dentro de las cuales podemos mencionar: La Base de "CEBU", "TOCOA" y "AJUTERIQUE".

El análisis de la exactitud se basó en el estudio de la rigidez o fuerza de la figura, en base al análisis de la variación en la sexta cifra decimal del Logaritmo, del seno del ángulo opuesto al lado de avance, al variar el ángulo en un segundo. Actualmente el Instituto Geográfico Nacional de Honduras, es la Institución encargada de la densificación y mantenimiento de la Red Geodésica. Para lo cual ha diseñado un Proyecto de análisis de la Red existente, aprovechando el Avance Cientifico y Técnico de la era contemporánea como ser el desarrollo de las Computadoras, Instrumentos Electromagnéticos para medición de distancias (EDME) y el personal calificado en la disciplina de la Geodesia, todos ellos egresados de la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia adscrita a la Universidad Nacional de Heredia, Costa Rica, apoyándose en la combinación de los elementos antes mencionados se pretende hacer un riguroso análisis de la exactitud y optimización de La Red existente, basado en el modelo matemático de simulación de Redes Geodésicas; se analizará la matriz de la Varianza-Covarianza en la determinación de puntos por coordenadas en un ajuste por mínimo cuadrados ($\Sigma PVV = min.$) de donde se deduce la elipse de confianza.

En este modelo matemático, las coordenadas de La Red existente entran en el ajuste como observaciones para averiguar su error y después por transformación de "HELMERT", se relacionan con el sistema de coordenadas Nacionales.

En el análisis matemático participarán las siguientes matrices y operaciones matriciales:

MATRICES

Matriz A (N,U) = Matriz de los Coeficientes de las incognitas

$$A\,(N,U) = \begin{bmatrix} A_1 & B_1 & U_1 \\ A_2 & B_2 & U_2 \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ A_n & B_n & U_n \end{bmatrix}$$

Matriz P (N,N) = Matriz de los Pesos

$$P\,(N,N) = \begin{bmatrix} P_1 & O & O \\ O & P_2 & O \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ O & O & P_n \end{bmatrix}$$

Matriz L (N,1) = Matriz de diferencias entre valores aproximados y medios

$$L(N,1) = \begin{bmatrix} L_1 \\ L_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ L_n \end{bmatrix}$$

Matriz X (U,1) = Matriz de las incognitas

$$X(U,1) = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_u \end{bmatrix}$$

Matriz V (N,1) = Matriz de los Residuos

$$V(N,1) = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ V_n \end{bmatrix}$$

N = número de observaciones
U = número de incógnitas

OPERACIONES MATRICIALES

Ecuaciones de observaciones originales

$$L + V = A\,X$$

Ecuaciones de observación modificadas

$$V = A\,X - L$$

Matriz de la varianza - covarianza

$$Q_{xx} = \sigma_0^2 (A^T \cdot P \cdot A)^{-1}$$

σ_0^2 = Varianza asociada a la unidad de peso

Ecuación de las incognitas

$$X = (A^T \cdot P \cdot A)^{-1} (A^T \cdot P \cdot L)$$

ENSEÑANZA DE LA TOPOGRAFIA EN HONDURAS

Por: **OSCAR MEZA**
Ingeniero Geodesta
Instituto Geográfico Nacional
Honduras

Actualmente la República de Honduras cuenta con dos Universidades, la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (U.N.A.H.) y la Universidad José Cecilio del Valle. En ambos centros educativos se imparte la carrera de Ingeniería Civil y dentro de sus programas de estudio se lleva la asignmatura de Topografía, que comprende básicamente procedimiento de Topografía convencional; debido a ello los conocimientos de los Ingenieros Civiles en esta área son muy limitados, estos profesionales de la Ingeniería han transmitido sus conocimientos a otras personas, razón por la cual la gran mayoría de Topógrafos existentes en Honduras son formados empíricamente orientados casi en una sola Dirección como ser "La Topografía aplicada a la Construcción."

A mediados de los años 1940, el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (I.P.G.H.) pidió a los Estados Unidos que estableciera una Agencia para coordinar, promover y fomentar los estudios Cartográficos en los países Latinoamericanos.

Para cumplir con este requerimiento el presidente de los Estados Unidos ordenó al Departamento de Guerra que estableciera proyectos a largo plazo en el Caribe, en América Central y Sur América. Con este fin, en 1946 se fundó el servicio Geodésico Interamericano (I.A.G.S.).

Reconociendo la necesidad que había de adiestrar a grupos técnicos para que llevaran a cabo los programas Cartográficos de los países Latinoamericanos, el I.A.G.S. fundó en 1952 su escuela Cartográfica en Panamá.

En los primeros años, la escuela preparaba a los estudiantes en levantamientos Geodésicos básicos. A medida que la demanda y la necesidad lo requerían, al plan de estudios le fueron agregadas diversas materias que comprendían otras fases de la Cartografía. En la actualidad, el adiestramiento se efectúa a nivel básico y profesional.

Diversas Instituciones Hondureñas que necesitan formar técnicos en estas áreas se han visto obligadas a mandar a su personal a formarse en el exterior ya que el país no cuenta con una carrera en el área de la Topografía que permita llenar esas necesidades.

En el año 1974, una misión técnica alemana creó en Costa Rica, la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia adscrita a la Universidad Nacional de Heredia, misma finalidad que la del proyecto (I.A.G.S.); impulsar impulsar esta disciplina a un nivel de profesionalización, en dicha Escuela actualmente se egresa como Ingeniero en Topografía y Geodesia con grado de Licenciado, afortunadamente Honduras cuenta con siete profesionales egresados de esta Escuela y serán ellos, junto con los técnicos formados en la Escuela Cartográfica de Panamá los responsables de responder a las necesidades tanto de Instituciones Gubernamentales como privadas.

Se puede notar, en esta rama en Honduras no existe profesional suficiente como para formar un Colegio, no quedando otra alternativa que afiliarse a otro Colegio y el más afin es el Colegio de Ingenieros Civiles, cabe mencionar que en el único país de Centro América donde existe Colegio de Ingenieros Topógrafos es en Costa Rica, ya que dicho país cuenta con la cantidad necesaria para la formación; actualmente en Honduras los profesionales existentes en esta área luchan arduamente para que las autoridades de Educación a nivel superior puedan someter al análisis la creación de una carrera como la antes mencionada y así poder llenar un vacío existente en la formación profesional en esta disciplina.

MEXICO

Grabado antiguo de México

CONTROL GEOLOGICO-ESTRUCTURAL DEL FRENTE DE LA INTRUSION SALINA EN EL VALLE DE GUAYMAS,SON. MEXICO

Por: **TOMAS GONZALEZ-MORAN,**
RAMIRO RODRIGUEZ CASTILLO
Instituto de Geofísica, UNAM.
Ciudad Universitaria
Mexico, D.F.

ABSTRAC

The Guaymas Valley, located to the east of the Gulf of California in the north-western portion of Mexico, exhibits seawater intrusión. The spatial evolution is controlled by the geological and structural framework. The acuifer system is the only fresh water source for the cities of Guaymas and Empalme.

The correlation of a geophysical study (150 VES's with electrodical distance AB = 2 Km, gravimetrical and magnetical survey and teluric profiling) along with hydrogeochemistry permited the definition of the seawater instrusion geometry and the distribution of geological units that governs its avance. This configuration and the distribution of isolines of Cl content show great paralelism.

The intrusion has moved through a tectonic graben resulting from N-S structural stresses that affected the granitic basament. Other E-W fractures resulted in steeper blocks that segmented the N-S structures.

The overlying clay units were also affected by this fracture scheme creating a channel of granular material of medium to high permeability. The extraction of the aquifer resulted in negative piezometrical gradients that controlled the lateral advance of the intrusion. The area of highest extraction at the northern end of the garben, is hydraulically separated from this intrusion channel by clay units which stop, the seawater advance to the draw down cone (80 m at deepest part). The sedimentary units defined by the stuctural framework also explain the aquifer zonification in terms of groundwater quality.

RESUMEN

El avance de la instrucción marina en el acuífero costero del Valle Guaymas en el Noreste de Mexico que abastece de agua potable a las ciudades de Guaymas y Empalme, es controlado por el marco geológico-estructural. La combinación de los resultados de un estudio geofisico (150 SEV's con distancia electródica AB = 2 Km, un levantamiento gravimétrico y magnetométrico y perfiles telúricos) y un estudio hidrogeoquímico, permitieron definir la geometría del frente salino y de las formaciones geológicas que delimitan su avance.

El análisis de 8 SEV's y la interpretación de un estudio gravimétrico, proporcionaron la morfología de la superficie basamental y de las principales estructuras, que definieron el marco geológico. La información piezométrica y los parámetros del balance hidrológico regional corroboran la hipótesis propuesta.

La configuración geofisica obtenida para la instrusión marina y la distribución de isolíneas de contenido de cloro, muestran un gran paralelismo.

ANTECEDENTES

El Valle de Guaymas es uno de los asentamientos humanos más antiguos de la costa oriental del Golfo de Baja California. A principios de los años cuarenta empieza a desarrollarse como región agrícola; a consecuencia de ello se genera un rápido incremento en el volumen de agua extraída dando lugar a una zona de abatimiento piezométrico (un promedio anual de dos metros) que provocó una inversión en el gradiente piezométrico natural, facilitando el avance de la instrusión salina en zonas de riego cercanas a la costa.

Como consecuencia de un ritmo de extracción de cerca de 200 millones de metros cúbicos por año, en 1967, se habían perjudicado unas 8.000 hectáreas de cultivos y requerido abandonar más de 50 pozos debido al deterioro en la calidad del agua.

Posteriormente, la política de explotación ha sido reducir paulatínamente los volúmenes de extracción y realizar nuevos estudios geofísicos y geohidrológicos, en el área, a fin de obtener alternativas viables de regímenes de extracción.

La sobreexplotación de las formaciones acuíferas ha desbalanceado el régimen geohidrológico regional con el consecuente desarrollo de la intrusión marina en la zona costera del Valle de Guaymas.

GEOLOGIA REGIONAL

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la cuenca Sonora al sur del estado del mismo nombre ubicado en el norte de México, limitando al oriente con la Sierra Madre Occidental y al poniente con el Golfo de California (Figura 1).

Esta cuenca en su conjunto parece haber estado sujeta, desde el Mesozoico, (Rodríguez et al. 1984) a grandes esfuerzos de tensión con orientación Este-Oeste que provocaron un sistema de fallamiento de tipo normal y fracturamientos perpendiculares a los esfuerzos actuantes, que afectaron el basamiento granítico, generando una serie de horts y grabens que controlaron la evolución geomorfológica porsterior de la región. Después, sobre el basamiento ocurrieron derrames andesíticos y basálticos y más tarde, en el Cuaternario, se depositaron grandes volúmenes de sedimentos fluviales y eólicos en la zona.

La mayoría de los rasgos fisiográficos predominantes consisten de valles delimitados por sierras de elevación variable entre 500 y 1.000 metros (s.n.m.). Las principales sierras son: Santa Ursula, Bacatete y San Francisquito (Figura 1).

GEOLOGIA DE DETALLE

Las rocas que afloran en el área son esencialmente de origen ígneo. En 1968, A.C.S.A., reporta que las rocas más antiguas que afloran en el valle son de edad cretácica y se encuentran representadas por derrames andesíticos y algunos graníticos.

Figura 1
Mapa de localización del área y concentración de cloruros (1983)

Carl Fries (Rodríguez op. cit.) indica que las rocas ígneas intrusivas del Estado de Sonora pertenecen al Cretácico superior o principios del Terciario. Estas rocas se encuentran representadas por masas graníticas y en menor proporción por granodioritas y dioritas.

En el valle de Guaymas, al Norte de la ciudad de Empalme, se encuentran rocas intrusivas cretácicas que constituyen la estribación oriental de la Sierra de Santa Ursula, que en algunos lugares se encuentran cubiertas por lavas basálticas.

En la Sierra de San Francisquito, que separa el valle de Guaymas del Valle de Cruz de Piedra, el granito cretácico forma estructuras alargadas en dirección Norte-Sur cubiertas parcialmente por lavas basálticas y en menor proporción por andesitas.

Sobreyaciendo estratigráficamente a las rocas del Cretácico se encuentran rocas terciarias de origen volcánico (Andesitas y riolitas con alternancia de tobas y derrames basálticos de extructura columnar) y rocas sedimentarias representadas por areniscas, limos de color café y conglomerados clásticos mecánicos de la formación Baucari.

Las rocas más jóvenes, constituyen la mayor parte de los afloramientos del valle de Guaymas, formando estructuras como conos aluviales, llanuras de inundación, dunas, etc.

PROSPECCION GEOELECTRICA

Con el objeto de conocer mejor las estructuras de interés geohidrológico, en el valle de Guaymas se realizó un extenso estudio geoeléctrico (170 SEV's). Los métodos eléctricos nos permiten definir la estratigrafía del paquete sedimentario mediante el manejo de constrastes resistivos.

El dispositivo electródico, empleado fue de tipo Schlumberger con una separación electródica media AB/2 de un kilómetro, utilizando un equipo Scientrex IPR-7 con motogenerador industrial de 15 KW.

PERFILES GEOELECTRICOS

Se seleccionaron 8 perfiles, ubicados en la zona intrusionada, de los cuales, cuatro cruzan el área de estudio en dirección E-W, dos en dirección N-S y otros dos transversales (Figura 2).

El proceso de interpretación de los SEV's se basó en un programa interativo cuyo algoritmo sigue el esquema de filtrado lineal propuesto por Gosh, en 1971. La correlación geológica y la continuidad de las formaciones de interés hidrogeológico se realizó mediante cortes litológicos de pozos, la mayoría de los cuales sólo están perforados hasta los 100 metros.

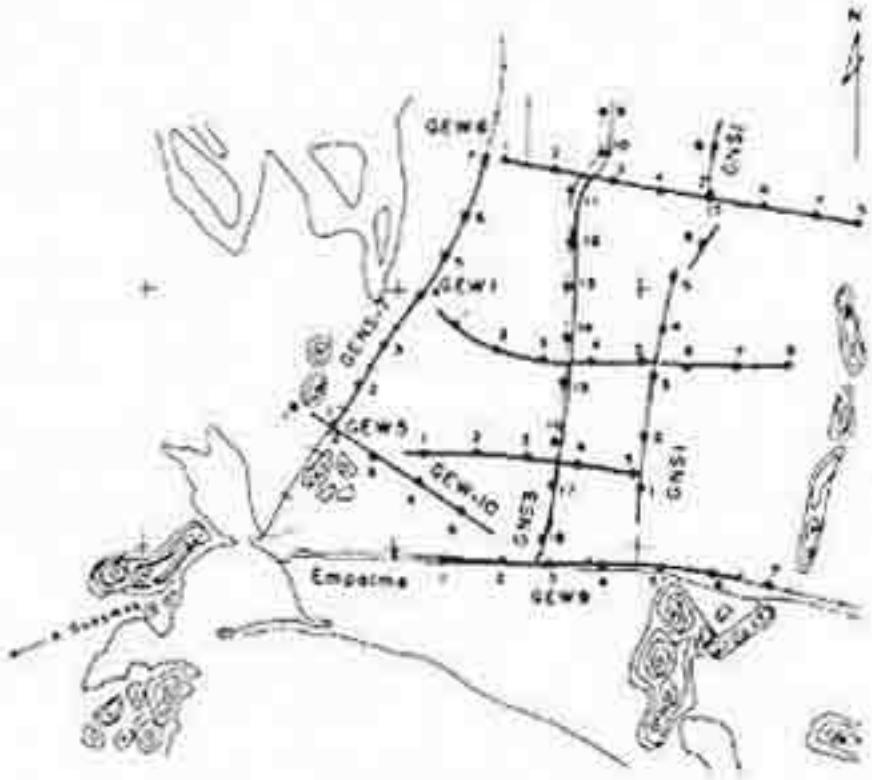
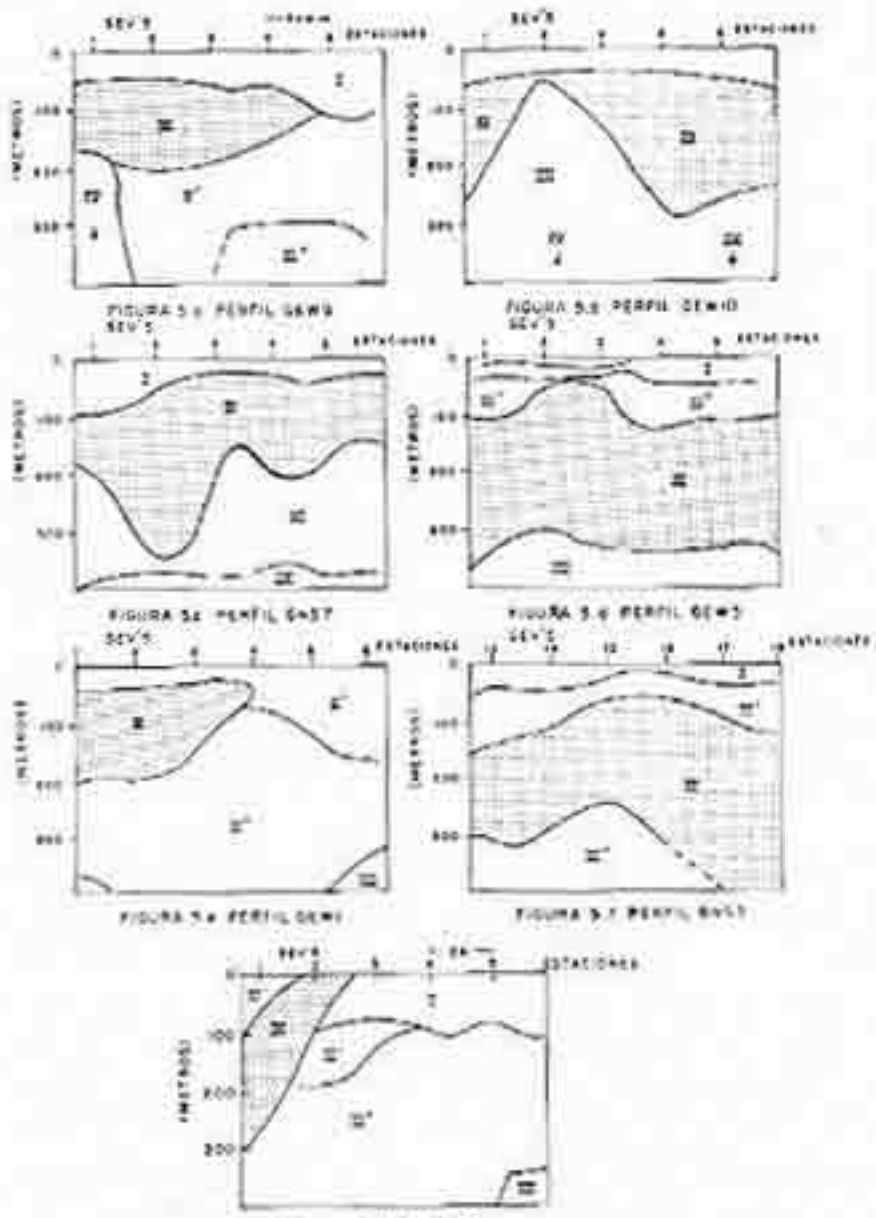


Figura 2
Ubicación de los sondeos eléctricos

Perfil GEW-9

La instrucción marina fue evidenciada saturando, un paquete granular (I), entre los sondeos 1 y 5, con un espesor promedio de 180 metros. Limitan su extensión, hacia el Este, unidades resistivas (III y IV), asociadas con la continuidad a profundidad con la Sierra de San Francisquito. El paquete (II') es arcilloso y de baja permeabilidad, lo que también define y controla la geometría del frente salino a profundidad (Figura 5a)



5g perfil CNSI

Perfil GEW-10

Este perfil intercepta la fosa (a) cuyos limites Este y Oeste están representados por las unidades III y IV. La intrusión avanzó en el paquete II, el cual está integrado por material granular y arcilloso (Figura 5b).

Perfil GNS7

Este perfil permitió establecer la extensión de la intrusión marina hacia el Norte, donde la presencia de unidades arcillosas (II, II') evitan su conexión hidráulica con el cono de abatimiento de Maytorena (Figura 5c).

Perfil GEW-5

La zona intrusionada, en este perfil, presenta un espesor del orden de 200 metros, al igual que el encontrado en la parte Este del perfil GEW-10. En su parte inferior se evidenció la formación III, que actua como basamento.

Las unidades arcillosas (II' y II") separan hidráulicamente la zona intrusionada del acuífero superior, con agua de buena calidad. Estas unidades no son detectadas en el perfil GEW-10.

Perfil GEW-1

Las unidades arcillosas de permeabilidad media a baja dificultan el avance de la intrusión marina el Norte.

Aun así, es posible diferenciar una zona de agua de mala calidad que correspondería a la mezcla de la intrusión con agua dulce. El límite Este de la fosa (a) es encontrado en los sondeos 2 y 3 a más de 500 metros de profundidad (Formación IV) (Figura 5e).

Perfil GNS-3

La geometría del frente salino es definida por la presencia de paquetes arcillosos superficiales (formación II") lo que origina que la zona intrusionada se encuentre a 100 metros hacia el final del perfil y a 60 hacia el perfil GEW-1.

Las unidades permeables (I) saturadas con agua dulce, de mayor permeablidad de las intrusionadas, también presenta una geometría un tanto irregular. La intrusión tiene la misma extensión norte que la encontrada en el perfil GNS-7 (Figura 5f).

Perfil GNS-1

Las unidades arcillosas detectadas impiden el avance de la intrusión hacia el Norte, lográndose sólo diferenciar, al principio del perfil, lo que podría corresponder con una zona de transición entre agua dulce y marina. Encontrándose también que el agua saturante en la unidad (I) es de buena calidad (Figura 5g).

A partir de la interpretación de los sondeos geoeléctricos y su correlación con los cortes geológicos de los pozos se ha identificado el paquete conductivo asociado a la intrusión salina.

La Figura 3, muesta la geometría de la intrusión marina. La isolínea de 100 metros, parece delimitar una región donde es más somero el efecto de la intrusión salina y una anomalía de forma elíptica donde el agua salada se encontró más profunda (más de 150 metros) esta anomalía es ocasionada por un paquete arcilloso de grandes dimensiones.

EVIDENCIAS GEOQUIMICAS

En el valle de Guaymas se encontró (Rodríguez et al., 1985) cierta zonificación respecto a la calidad y temperatura del agua de pozos. La Figura 4, representa un esquema modificado y simplificado, de esta zonación, en el área de estudio.

Zona Central

En esta región los pozos captan agua con más de 400 mg/l de cloro o están próximos a hacerlo. Los pozos muestran una acelerada degradación o ya han sido abandonados.

Zona Mi Patria es Primero

En este lugar predominan aguas con concentraciones de Cl menores a 45 mg/l, las aguas de mejor calidad del valle. Colinda con la faja costera, incluso algunos pozos han mostrado mejora.

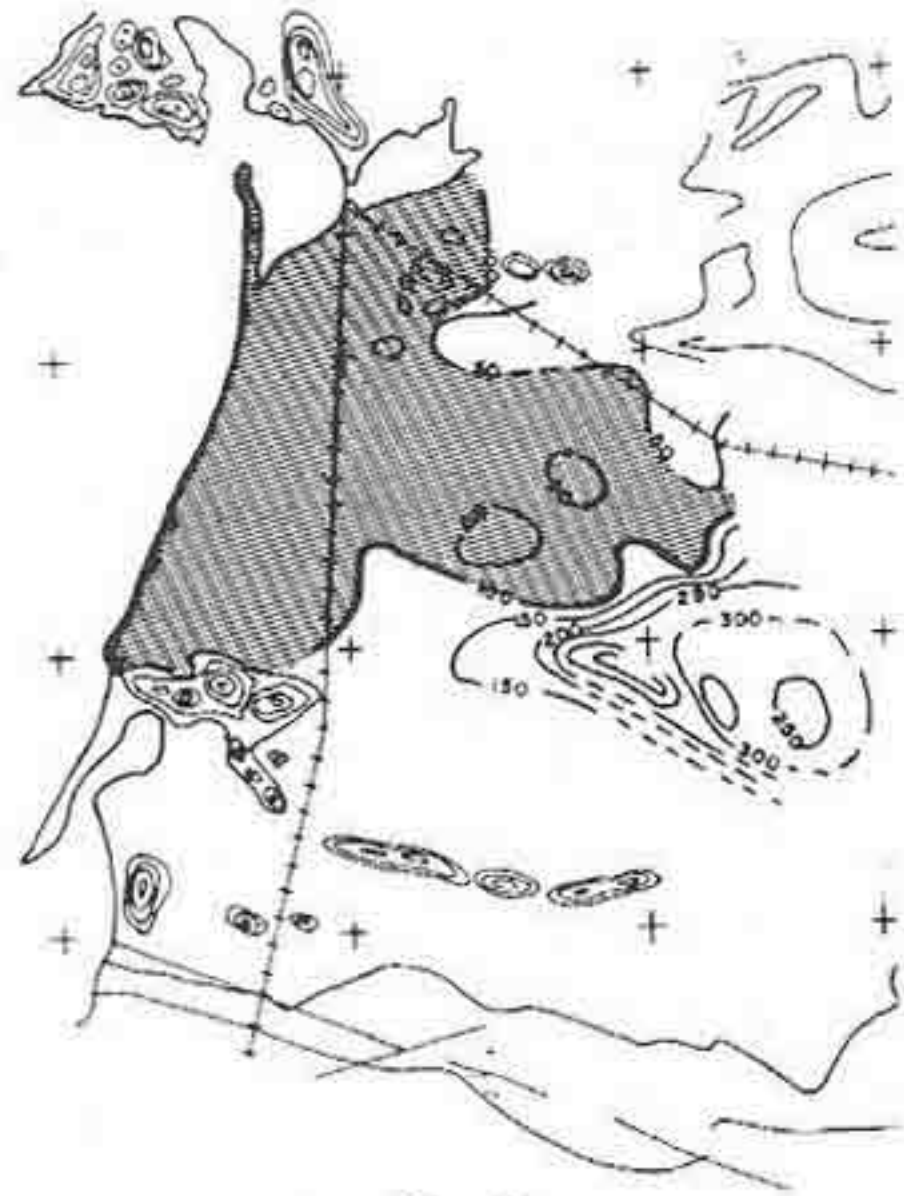


Figura 3
Configuración de la profundidad de la capa conductiva asociada con la intrusión salina (Profundidad en metros)

Zona Anómala II

En esta zona se reportan evoluciones lineales de cloro superior a + 35 mg/l/decenio y simultáneamente a los — 35 mg/l/decenio. La tendencia de mejor se estima de 300 hacia 80 mg/l de cloro. Es una zona muy localizada.

Zona de Santa María de Guaymas

Localizada en el lado Oeste del Valle. Los pozos muestran concentraciones de Cl mayores a 65 mg/l excepto al Norte donde son menores.

Zona Anómala I

Sus pozos resisten la degradación. Hay escasas evidencias de que esta zona puede estar mejorando a últimas fechas por la recarga de agua de buena calidad proveniente del norte del Valle.

Como se observa en la Figura 4, existe cierta correlación con la Figura 3, la zona Mi Patria es Primero se correlaciona con el área donde la profundidad de la intrusión salina es mayor de 150 metros, correspondiendo al paquete arcilloso de gran espesor que controla el avance de la intrusión provocando que el agua sea de buena calidad. La zona de mayor intrusión coincide con la zona costera.

Figura 4
Zonificación respecto a calidad y temperatura del agua de pozos en el Valle de Guaymas
(Modificado de: M. en C. Jaime Durazo L. 1985)

La Figura 1 muestra las isolíneas de concentración de cloruros para el año de 1983, proporcionando la definición hidrogeóquica del area contaminada.

PROSPECCION GRAVIMETRICA

La gravimetría es de los métodos geofísicos utilizados para investigar los rasgos superficiales de la corteza terretre.

La prospección gravimétrica se basa en la medida en la superficie del terreno, de variaciones de la componente vertical del campo gravimétrico terrestre. Estos efectos se deben a la distribución irregular de cuerpos de diferentes profundidades.

Para realizar la recolección de los datos gravimétricos se utilizaron dos gravímetros Lacoste & Romberg. Se cubrió una extensa área de 1.200 km con estaciones uniformemente distribuidas, cada 2,5 km aproximadamente.

En el levantamiento se utilizaron estaciones base, pertenecientes al Sistema Internacional de Gravedad (S.I.G.A.G.). Estableciéndose una red de estaciones base ubicadas estratégicamente en el área de estudio. A estas bases están referidas todas las lecturas del levantamiento, ya que en este tipo de estudio se requiere contar en el punto de medición con su altura correspondiente sobre el nivel del mar.

Para realizar el levantamiento topográfico requerido se contó con la colaboración de las brigadas de la Secretaría de Agricultura y de Recursos Hidráulicos, (SARH), realizando una nivelación geodésica de tercer orden.

Procesamiento de la información gravimétrica

Una vez obtenidos los datos de campo, es necesario aplicar una serie de correcciones (deriva instrumental, efecto de mareas, diferencia de altitud de las estaciones gravimétricas entre sí, corrección de aire libre, corrección de Bouguer, corrección topográfica, variación con la latitud y reducción de la gravedad al geoide).

La corrección topográfica deber ser realizada con mucho cuidado, tomando en cuenta la atracción de masas situadas encima de la estación gravimétrica y también compensar las depresiones por abajo del nivel de la estación.

En algunas regiones la topografía es muy irregular y abrupta.

Puede ser calculada en computadora simulando prismas de diferentes tamaños para calcular el efecto del terreno. También se incorporó la corrección producida por la curvatura terrestre (Kane, 1962). Se utilizó el valor de densidad de 2,67 gr/cm³ correspondiente al valor promedio, internacionalmente aceptado, de la densidad de las rocas de la corteza para el cálculo de la anomalía de Bouguer. Una vez realizadas todas las correcciones, los valores observados de la gravedad se presentan en un mapa de anomalía completa de Bouguer, trazando las curvas isoanómalas en intervalos adecuados (Figura 6).

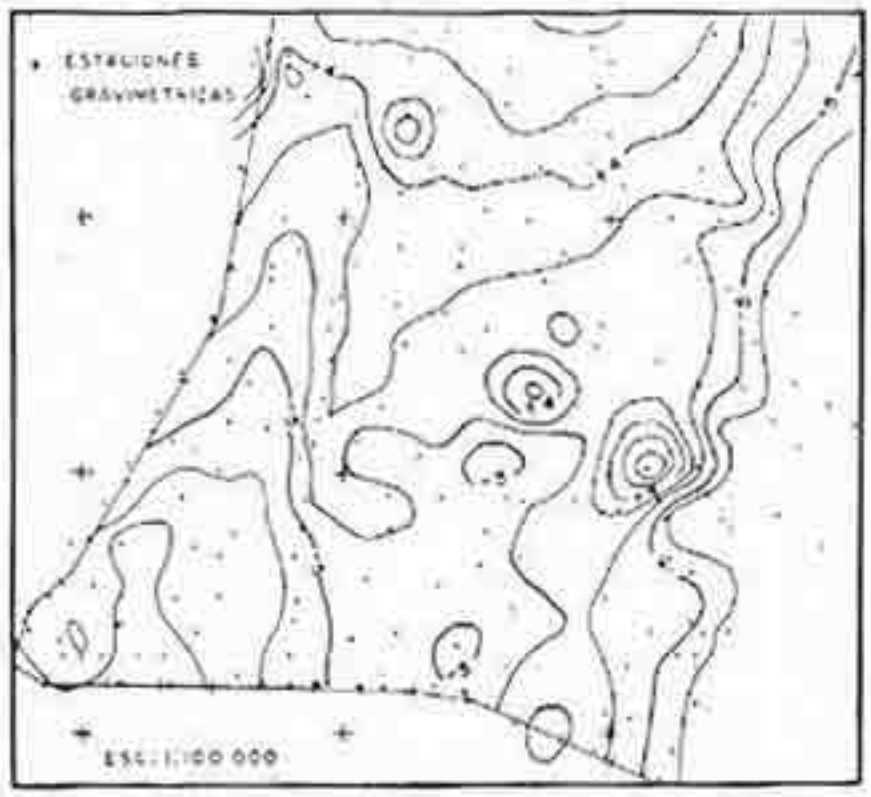


Figura 6
Anomalía completa de Bouguer

El mapa de anomalía completa de Bouguer muestra una serie de anomalías, resaltando una positiva en la zona, norte, conocida como la Mesa y una negativa en forma de lengüeta en dirección N-S en el área afectada por la intrusión. También se observan una serie de pequeñas anomalías positivas que pueden ser interpretadas como el efecto producido por la Sierra de San Francisquito y en la parte SE una tendencia negativa producto del control estructural en el valle y la Sierra de Bacatete.

Los datos de campo contienen el efecto de todas las fuentes que producen la anomalía observada; con el propósito de realzar rasgos de interés geológico es

necesario separar las contribuciones superficiales y profundas de la anomalía.

Existen muchos métodos para determinar la contribución regional. Sin embargo, un buen ajuste del regional a los datos medidos puede realizarse por el método de mínimos cuadrados, asumiendo que la tendencia regional puede aproximarse por un polinomio de bajo orden. El valor de gravedad para cada estación fue calculado y el residual obtenido como la diferencia.

El porcentaje de ajuste para la tendencia es del 66 por ciento con un coeficiente de correlación múltiple R = 0,81. Esto nos permite asumir una tendencia regional de ½ mgl/km disminuyendo de Norte a Sur e interpretar regionalmente la estructura profunda como un gran bloque caído hacia la costa y la parte alta hacia la Misa.

El mapa de anomalías residual (Figura 7) no difiere mucho del mapa de anomalías completa de Bouguer (Figura 6), sin embargo realza los efectos producidos por la tectónica y las principales estructuras del área. Es claro el efecto producido por la Sierra de San Francisquito, como una serie de altos gravimétricos. También destaca un gran alto gravimétrico en el Norte (la Misa) y un conjunto de anomalías negativas interpretables como zonas de máximo relleno. Así, observamos en la parte Este y Oeste del área el efecto de zonas de hundimiento en dirección N-S (una de las direcciones principales de fallamiento), siendo la zona Occidental la afectada por la intrusión.

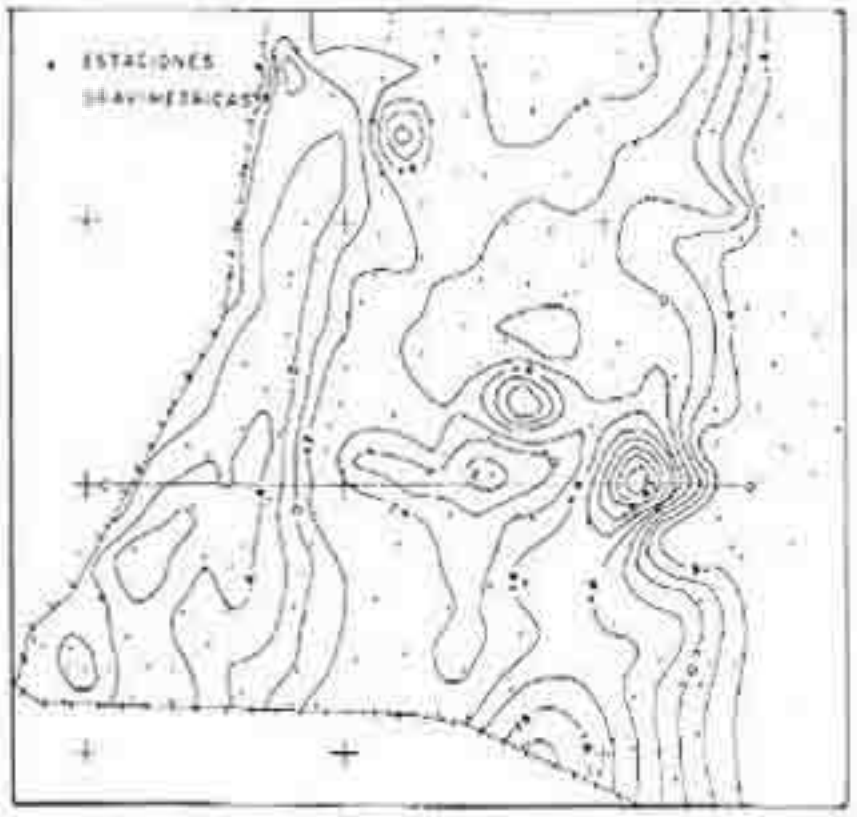


Figura 7
Anomalía residual gravimétrica

Modelación Gravimétrica

La interpretación cuantitativa se basa en la comparación de la anomalía obtenida con la producida por cuerpos de forma previamente establecida. Una de las formas más comunes es aproximar la sección del modelo por una poligonal de n lados.

En este trabajo se seleccionó el perfil marcado 0-0' que corta el valle transversalmente de Este a Oeste.

Suponiendo un nivel de referencia constante, se modelaron cuerpos por encima y debajo de este, tratando de simular el relieve del *basamento*. El modelo muestra los efectos ocasionados por el intenso fracturamiento ocurrido en la zona, dando lugar a estructuras caídas a diferentes niveles, destacando una estructura más resistiva que correspondería a la Sierra de San Francisquito y la fosa tectónica en la que tiene lugar el avance preferencial de la intrusión.

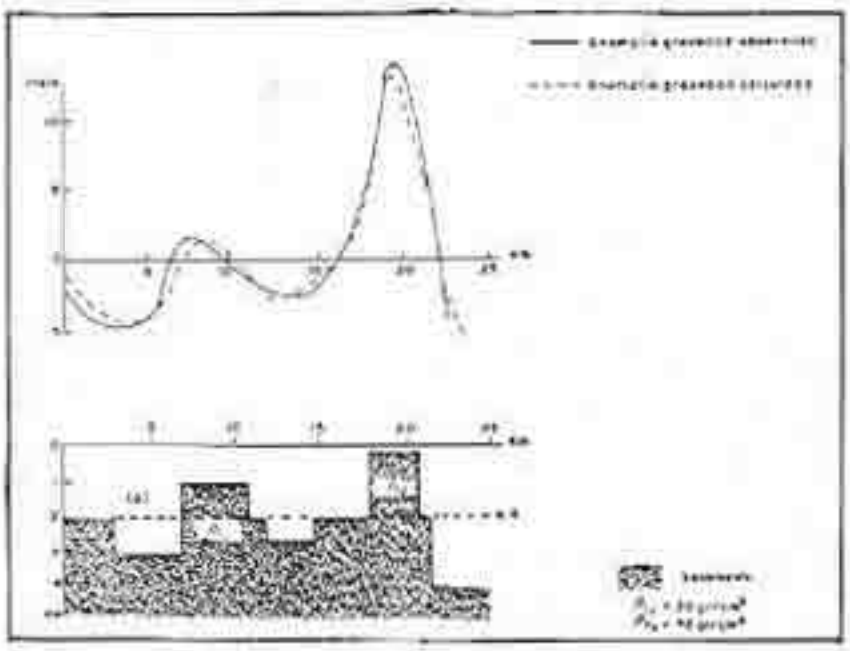


Figura 8
Modelo geológico estructural (Sección 0-0')

CONCLUSIONES

La región del Valle de Guaymas muestra el efecto combinado de dos controles estructurales:

a) Uno Norte-Sur que produjo la zona de hundimiento enmarcada por la Sierra de Santa Ursula y la Sierra de Bacatete. Este fracturamiento produjo también un control geológico por el cual se canaliza en una dirección preferencial el frente salino, fosa (a).

Una discordancia existente en el paquete sedimentario, principalmente en la capa arcillosa, forma una barrera que ha impedido el avance de la intrusión y la degradación de nuevos pozos.

b) El tipo de fracturamiento observado es Este-Oeste el cual originó una serie de grandes bloques escalonados segmentando las estructuras Norte-Sur.

La conjunción de estos controles estructurales permiten observar el valle como un conjunto de bloques de diferentes tamaños y a diferentes profundidades, comportándose como un grupo de subcuencas con características hidrodinámicas propias.

El control estructural que delimita la extensión y/o avance de la intrusión marina fue evidenciado por el

estudio gravimétrico que permitió proponer un modelo geológico estructural de las formaciones relacionadas con la superficie basamental, modelo originado por la tectónica regional. Las estructuras definidas son consistentes con la distribución de unidades permeables e impermeables encontradas geoeléctricamente, esto es, los paquetes arcillosos y el material granular siguen el mismo patrón estructural.

El avance del frente salino tuvo lugar por los sedimentos permeables depositados en la fosa (a), explicando la geometría encontrada por la distribución de isolíneas de cloro (Figura 1).

La extensión lateral fue controlada por los paquetes arcillosos definidos en los bordes de dicha fosa. La recarga regional, actua como un mecanismo de control del avance de la intrusión, en la porción oriental de la fosa (Zona mi Patria es Primero), donde la zona saturada con agua de buena calidad esta delimitada por la sierra de San Francisquito y los "altos" del paquete arcilloso al Sur y al Oeste.

Si bien el área de mayor extracción se ubica en Mayorena (Figura 4) en la parte norte de la fosa (a), esta se encuentra sin comunicación hidráulica con la fosa, a causa del paquete arcilloso. De no ser así, el gradiente piezométrico definido por el cono de abatimiento generado, provocaría el avance del frente salino.

REFERENCIAS

1. *A.C.S.A. 1968. Estudio Hidrogeológico Completo de los Acuíferos del Valle de Guaymas, Sonora.*
2. *GEOFIMEX 1969. Estudio Geofísico del Valle de Guaymas, Sonora.*
3. *GOSH, D. P. 1971. The application of linear filter theory to the direct interpretation of geoelectrical resistivity sounding measurements. Geophysical prospecting, 19, 192-217.*
4. *RODRIGUEZ C. R. et al., 1984. Ampliación al estudio geofísico del Valle de Guaymas, Sonora.*
5. *RODRIGUEZ C. R. et al., 1985. Ampliación del estudio geofísico del Valle de Guaymas, Sonora. (Anexo).*
6. *RODRIGUEZ C. R. et al., 1985. Estudio Tectónico, Geoquímico y Geotérmico del Acuífero del Valle de Guaymas, Sonora.*
7. *KANE M., 1962. A comprehensive system of terrain corrections using a digital computer. Geophysics 27,2, 445-462.*

PERFIL DEL INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA

Por: **M. EN C. GUALTERIO LUTHE GARCIA**
Jefe del Departamento de Fotogrametría y Coordinador de la Carrera de Ingeniero Topógrafo y Geodesta en la Universidad Nacional Autónoma de México

1. INTRODUCCION

Inevitablemente nuestro sistema económico, social, político y militar, es afectado y a la vez depende de las obras de ingeniería en las que interviene el Ingeniero Topógrafo y Geodesta.

Es compromiso de las Universidades preparar ingenieros que contribuyan en las soluciones a los problemas de la sociedad en el momento histórico que les toca ejercer su profesión.

La sociedad al igual que sus problemas, a través del tiempo van evolucionando, es por ello que los planes de estudio de las carreras de Ingeniería se tienen que ir adecuando periodicamente.

Los retos a los que actualmente se enfrenta México requieren de ingenieros competitivos a nivel internacional, por eso el perfil de los ingenieros que las Universidades tienen que preparar hoy es diferente al de ayer, para poder alcanzar la excelencia que ahora se requiere.

El primer paso para evaluar la vigencia de los planes de estudio de una carrera es elaborar el perfil del egresado que la sociedad necesita.

Para elaborar el perfil del Ingeniero Topógrafo se sugiere aplicar a los empleadores de los egresados de esa carrera, el cuestionario que a continuación se presenta.

2. CUESTIONARIO

Con objeto de adecuar la preparación académica que se imparte a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Topográfica y Geodésica, acorde a las necesidades reales de su profesión, nos dirigimos a usted que vive en forma palpable estas exigencias de la práctica profesional y de trabajo específico de este profesional.

Así mismo le invitamos a cooperar con nosotros para alcanzar la óptima formación del Ing. Topográfo y Geodesta, por lo que le agradecemos que conteste el siguiente cuestionario, de la manera que mejor describa las actividades de este profesional.

La información que nos proporcione será manejada en forma discreta y confidencial.

Datos de caracter personal del empleador

1. Tipo de trabajo que realiza: (marque con una X)
   - *a)* De campo ..... ( )
   - *b)* De oficina ..... ( )
   - *c)* De campo y oficina ..... ( )
2. Institución en la cual se graduó:
   - *a)* UNAM, Facultad de Ingenieros ..... ( )
   - *b)* Otra institución ..... ( )

   ¿Cuál? .....
3. Año en el cual terminó sus estudios .....
4. ¿Cuál es su nivel académico? .....
5. Especialidad que obtuvo .....
6. Presta sus servicios en:
   - Empresa privada ..... ( )
   - Empresa paraestatal ..... ( )
   - Empresa pública ..... ( )
   - Trabajo independiente ..... ( )
7. ¿Cuál es la actividad que actualmente realiza? .....

.....

Información General de sus empleados que tienen estudios de Ingeniería Topográfica y Geodésica, Titulado o Pasante.

8. ¿Cuál es el número de empleados que entran dentro del rubro citado en el encabezado anterior? .....

9. ¿Cuántos de ellos realizan?

   a) ¿Trabajo de campo? ....
   b) ¿Trabajo de oficina? ....
   c) ¿Otro tipo de trabajo? ....

10. Instituciones en las cuales hicieron sus estudios:

    a) En la UNAM ....
    b) En el Politécnico ....
    c) En otras instituciones ....

11. ¿Cuántos de ellos son titulados o pasantes?

    a) Titulados ....
    b) Pasantes ....

12. ¿Cuántos de ellos tienen estudios de maestría, doctorado u otros posgrados y en qué áreas? .....

13. ¿Cuántos utilizan conocimientos de ciencias cartográficas para llevar a cabo su trabajo? .....

14. De los citados anteriormente ¿Cuántos lo hacen de la siguiente manera?

    a) Para decidir sobre la realización de un trabajo ....
    b) Para asesorar a otros ....
    c) Para realizar trabajos específicos ....

15. ¿Cuántos pueden englobarse dentro de las actividades siguientes?

    a) Administración ....
    b) Docencia ....
    c) Investigación ....
    d) Ejercicio de la profesión ....
    e) Otras ¿cuáles? ....

16. ¿En qué áreas de las indicadas a continuación se podrían ubicar?

    a) En Topografía ....
    b) En Geodesia y Cartografía ....
    c) En Fotogrametría ....

17. De los que se encuentran en el área de Topografía, enumerar los que tratan con las siguientes especialidades:

    a) ..... Vías Terrestres
    b) ..... Hidrografía
    c) ..... Topografía Catastral
    d) ..... Topografía de Minas
    e) ..... Dibujo Cartográfico
    f) ..... Computación Aplicación a la Topografía
    g) ..... De otro tipo (¿cuáles?)

18. De los que se encuentran en el área de Geodesia y Cartografía, enumerar los que tratan con las especialidades inherentes a esta área:

    a) ..... Astronomía
    b) ..... Cartografía
    c) ..... Geodésia
    d) ..... Geodesia Física
    e) ..... Ajustes
    f) ..... Computación Aplicada a la Geodesia y Cartografía
    g) ..... De otro tipo (¿cuáles?)

19. De los que se encuentran en el área de Fotogrametría, enumerar los que tratan con las especialidades siguientes:

    a) ..... Fotografía
    b) ..... Fotogrametría terrestre
    c) ..... Fotogrametría aérea
    d) ..... Fotointerpretación
    e) ..... Fotoidentificación
    f) ..... Computación Aplicada a la Fotogrametría
    g) ..... De otro tipo (¿cuáles?)

20. En el desempeño de sus trabajos ¿utilizan conocimientos de algún idioma extranjero?

    a) ..... Inglés
    b) ..... Francés
    c) ..... Otro/s (¿cuál/es?)

21. Indique el nivel que requiere en el uso de esos idiomas:

    a) ..... Leer
    b) ..... Escribir
    c) ..... Hablar
    d) ..... Traducir

3. PERFIL

El perfil que a continuación se presenta fue elaborado por los miembros del Comité de Carrera de la División de Ing. Civil, Topográfica y Geodésica de la UNAM, independientemente del cuestionario anterior, y consta de dos partes: ¿Quién es? y ¿Qué hace?.

a) **¿Quién es?** El Ingeniero Topógrafo y Geodesta es el profesional que tiene los conocimientos y la preparación necesarios que le permiten trabajar en los niveles de dirección, planeación, organización y ejecución, en la áreas de Cartografía y ciencias afines como la Geodesia Geométrica y Física, la Astronomía de Posición, la Fotogrametría y la Topografía en sus diversas manifestaciones, para establecer el marco geométrico y geográfico de referencia de todos los proyectos en que sean aplicables las disciplinas antedichas.

b) **¿Qué hace?** Realiza o colabora en proyectos como:

1. Definición, desarrollo e implantación de sistemas de información geográfica a diversos niveles, en un marco de referencia único, como los estudios, investigaciones y observaciones para la definición y el establecimiento del datum geodésico horizontal y del vertical y la determinación de la posición geográfica de puntos de control para su utilización científica, topográfica y cartográfica.
2. Establecer la red geodésica nacional horizontal y vertical para referir a ella, según el caso, los levantamientos de todo tipo, la propiedad raíz urbana y rural así como las obras de infraestructura, obras de desarrollo y de servicios públicos.
3. Definición de límites jurisdiccionales y zonas de interés específico en mar y tierra, como límites internacionales, estatales y municipales, zonas federales terrestres, marinas, lacustres y fluviales, reservas ecológicas y fundos de diferente naturaleza.
4. Levantamientos terrestres e hidrográficos, aplicados a la planeación, proyecto, estudio, diseño, evaluación y mantenimiento de las vías de comunicación, obras hidráulicas, conducción de energéticos, plataformas de explotación petrolera, tendido de ductos, tendido de cables marinos y puertos.
5. Llevar a cabo estudios y observaciones gravimétricas para el establecimiento de bases o estaciones de este carácter, y para la determinación de las anomalías de la gravedad, en su aplicación geodésica o de prospección para diferentes propósitos.
6. La realización de la cartografía a nivel nacional para los fines consiguientes y la elaboración de las cartas geográficas y planos topográficos para el desarrollo regional y urbano. La elaboración de la cartografía urbana con fines informativos y para la administración y desarrollo de las ciudades.

4. CONCLUSIONES

El perfil anterior es un perfil ideal. Mediante la encuesta se obtiene el perfil real.

El perfil real permite evaluar la vigencia actual del plan de estudios. En cambio, el perfil ideal orienta sobre las adecuaciones que se tienen que hacer al plan de estudios para que siga vigente en un futuro inmediato y a mediano plazo.

Después de casi Cien años,
nuestra principal finalidad sigue
siendo conseguir que nuestros
clientes y amigos encuentren
en nosotros el apoyo
tecnológico necesario para
continuar en su labor de
construcción de futuro.
Por ello y por la colaboración
que encontramos siempre
en ustedes para que esta
empresa siga superándose,
les enviamos nuestro deseo
de Felicidad para el
Año Nuevo 1990.

Isidoro Sánchez, S. A.

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO DE
SOKKISHA®

WALKIE-TALKIES

RADIO-TELEFONOS Profesionales VHF ó UHF Homolgados

- Portátiles
- Móviles
- Bases

Venta y Alquiler

Distribuidor KENWOOD

ELECTRONICA VILLBAR, S. A.
Lagasca, 127 - Tel. 261 73 96 - FAX 5630914
Lagasca, 103 - Tel. 563 97 00 - 5634917
28006-Madrid

OTROS PRODUCTOS
Teléfonos - Intercomunicación - Alarmas - Megafonía - TVCC

DELINEACION Y CARTOGRAFIA
DC
DELCAR

C. Marqués de Monteagudo nº 24, 5º dcha
28028 MADRID Tlf. 2 46 17 87

- Dibujo
- Grabado
- Fotocomposición
- Fotomecánica
- Encuadernación y
- Pequeñas ediciones
- Diapositiva gráfica
- Pruebas en color (offset)

DIGITALIZACIÓN

CREACIÓN DE TOPOBASES Y TEMÁTICOS

FORMATOS R2, R3 Y PROGRAMA M.C.A.

PANAMA

Grabado antiguo. Vista de Panamá

ACTUALIZACION DE MAPAS TOPOGRAFICOS A ESCALA 1:50.000 A PARTIR DE IMAGENES TM DEL SATELITE LANDSAT

PROGRAMA DE SENSORES REMOTOS CONVENIO BIP-MIPPE ATN/SF-2229-PN REPORTE FINAL DE PROYECTO PILOTO

Por: **RICARDO ANGUIZOLA M.**
Msc. Ingeniero
Técnico Vianca Cedeño
del Instituto Geográfico Nacional
"Tommy Guardia" (IGNTG)
Panamá

1. INTRODUCCION

El Programa para la Creación de un Sistema de Información Geográfica en la Cuantificación y Evaluación de los Recursos Naturales del país utilizan Sensores Remotos, fue establecido haciendo efectivo el Contrato de Cooperación Técnica No Reembolsable, ATN/SF-2229-PN entre el Gobierno de la República de Panamá y el BID, en 1985.

Es este programa se definieron una serie de objetivos, dentro de los cuales estaba el de capacitar a un grupo de profesionales panameños en las diferentes técnicas para la evaluación de los recursos naturales.

El Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" como una de las agencias participantes, estructuró un proyecto piloto que consta de 3 temas, con la finalidad de cumplir con los objetivos fijados por este programa además de ser aplicados para el interés de nuestra institución, siendo uno de estos, la actualización de mapas topográficos a escala 1:50.000 a partir de Imágenes TM del Satélite Landsat.

Las entidades pública y privadas, responsables del desarrollo del país, requieren información actualizada acerca de los elementos planimétricos presentes en cualquier área de interés como son la red vial, los detalles culturales, la vegetación, la hidrografía, etc. Esta información es presentada en mapas topográficos a escala 1:50.000 producidos por el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" (IGN"TG"). Para cubrir completamente el territorio nacional a esta escala se requiere producir 219 hojas topográficas con un formato 10' de latitud por 15' de longitud. Actualmente se han producido 154 hojas de la primera edición cubriendo un 70% del total de hojas. Las 65 hojas restantes, o sea el 30%, corresponden a áreas montañosas y selváticas, cubiertas permanentemente por nubes que hacen difícil la obtención de fotografías aéreas.

De las 154 hojas de la primera edición hay 42 hojas que cuentan con la segunda edición y 2 hojas con una tercera edición.

En base a lo anterior, podemos deducir que en el programa de producción de mapas topográficos 1:50.000 que adelanta el IGNTG aún se requiere elaborar el 30% de las hojas de la primera edición y 70% de hojas de la segunda edición, lo cual resulta en una tarea ardua y que requiere mucho tiempo dados los limitados recursos del IGN"TG". (Ver Figura N.º 1).

El proceso utilizado actualmente por el IGN"TG" para la Actualización de mapas topográficos 1:50.000 de segunda edición es el siguiente:

- Obtención de las fotografías aéreas a escala 1:40.000.
- Levantamiento y clasificación de campo.
- Compilación de detalles con el Zoom Transfer Scope.
- Separación de Colores.
- Impresión de los mapas.

Aunque este proceso es simple y directo, el IGN"TG" ha estado enfrentando algunos problemas en la etapa de obtención de fotografías aéreas debido principalmente a las siguientes causas:

a) Condiciones atmosféricas: las áreas más difíciles para la toma de fotografías aéreas debido a la cobertura de nubes, casi todo el año, incluyen la provincia de Darién y la Comarca de San Blas al Este; la vertiente Norte de las Provincias de Veraguas, Coclé y Colón; y la Provincia de Bocas del Toro al Oeste.

b) Limitantes del avión: el IGN"TG" cuenta con un avión Cessna bimotor que tiene una altura máxima de vuelo de 25.000 pies; no cuenta con cabina presurizada, por lo que es necesario utilizar oxígeno a partir de 10.000 pies de altura; por otro lado la posición y peso de la cámara (Wild RC-10) dentro de la cabina del avión, no permite usar los tanques auxiliares de combustible, disminuyendo la autonomía del avión a sólo tres horas y media de vuelo.

Para tratar de aminorar éstas dificultades en la actualización de mapas topográficos, el IGN"TG" ha elaborado un estudio de evaluación planimétrica que consiste en la aplicación de las técnicas de interpretación de mapas topográficos 1:50.000 y así determinar el potencial de estos datos en términos de precisión e interpretabilidad de detalles como posible solución alterna para la realización de esta tarea.

Las imágenes TM se han considerado como una posible alternativa al uso de fotografías aéreas por contar con las siguientes características:

a) Amplia cobertura: el Satélite Landsat viaja a una altura de 705 km., cubriendo una faja contínua de superficie terrestre con un ancho de 185 km., lo que permite adquirir escenas de 185 × 185 km. (34225 km.²) y tener una amplia cobertura del terreno. Con una sola escena del TM se cubre un área que equivale a decenas de hojas topográficas 1:50.000, cada una de las cuales cubre 500 km.² aproximadamente.

b) Alta resolución espectral: la resolución espectral determina la capacidad del sensor en captar la reflectancia de los elementos en las diferentes regiones y bandas del espectro electromagnético.

El TM cuenta con 7 bandas espectrales cuyos intervalos son:

Banda 1 — (0.45 a 0.52) um. (azul)
Banda 2 — (0.52 a 0.60) um. (verde)
Banda 3 — (0.63 a 0.69) um. (rojo)
Banda 4 — (0.76 a 0.90) um. (infrarrojo cercano)
Banda 5 — (1.55 a 1.75) um. (infrarrojo medio)
Banda 6 — (10.40 a 12.50) um. (infrarrojo termal)
Banda 7 — (2.08 a 2.35) um. (infrarrojo medio)

c) Resolución espacial: el elemento de resolución espacial es definido por el tamaño del pixel de la imagen. Los datos captados por el sensor TM tienen una resolución espacial de (30 × 30) m por cada pixel que al ser procesados y corregidos geométricamente aumenta a (25 × 25) m por pixel.

d) Fidelidad geométrica: al controlar el proceso de datos cuidadosamente es posible generar imágenes a escalas diferentes con una fidelidad geométrica y contenido de información adecuados.

Estos datos pueden ser presentados en una gran variedad de proyecciones geográficas.

e) Cobertura cíclica repetitiva: los satélites Landsat viajan en una órbita polar geocéntrica a una velocidad constante de manera que le permite pasar sobre el mismo punto cada 16 días y tomar su escena. También cuenta con una órbita síncrona con el sol que permite que todas las áreas sean cubiertas por el satélite dentro de un mismo intervalo de tiempo (de 9,30 a.m. a 10,00 a.m. hora solar local); y así obtener información constante, actualizada y con poco porcentaje de nubes, ya que en las mañanas generalmente el cielo está más despejado que en cualquier otro momento del día.

Tomando en consideración lo anterior se desarrolló el presente estudio, cuyos detalles se explican a continuación:

2. MATERIALES Y EQUIPOS

2.1. Materiales Utilizados

Para realizar este estudio se utilizaron las siguientes fuentes de datos: una imagen TM (FCC) geométricamente corregida, compuesta por las bandas 2, 3 y 4 en papel fotográfico falso color, a escala aproximada 1:50.000 captada el 28 de marzo de 1986 y correspondiente a la órbita 13 y fila 54, (ver figura N.º 2); la hoja topográfica de Santiago a escala 1:50.000, segunda edición, en papel y en película positiva, y un juego de fotografías aéreas a escala 1:30.000 en papel fotográfico tomadas en febrero de 1987 que cubren toda el área.

2.2. Equipos y Programas Utilizados

Para actualizar la hoja topográfica de Santiago se utilizó:

a) El Zoom Transfer Scope (Z.T.S.), instrumento éste que permite al usuario observar dos fuentes de información en superposición; ya sean fotografías aéreas o imágenes de satélite y la hoja topográfica.

b) Para cuantificar el kilometraje de los diferentes tipos de caminos presentes tanto en el mapa como en la imagen se utilizó un curvímetro, instrumento que se utiliza para medir longitudes de líneas rectas, curvas e irregulares manualmente y que, generalmente, cuenta con dos o más escalas en varios sistemas de medidas.

c) La mesa digitalizadora, modelo Calcomp 9100, para digitalizar las coordenadas UTM (Norte y Este) de puntos de control y verificación.

d) Para hacer los cálculos que determinan la precisión de la imagen se utilizó una computadora personal Casio, modelo PB-700.

e) El Coordinatógrafo del Autógrafo A-7, para medir las coordenadas instrumentales (x, y) de puntos de control y verificación.

f) Para desplegar las imágenes en la pantalla y realizar las combinaciones de bandas se utilizaron los programas DHS y RMD contenidos en los paquetes del software correspondiente al IAS-100 (Image Analizys System-100), y para la digitalización y conversión de los puntos utilizados en la determinación de la coincidencia geométrica de la imagen, se utilizaron los programas PDG y CTG contenidos en el software del GIS-200 (Geographical Information System-200), ambos contenidos en el sistema IPR (Image Processing Facilities).

2.2.1. Descripción de los Programas:

— RMD: (Ramtek Display Program), este programa se utiliza para:

a) Desplegar en la pantalla los datos multiespectrales de las imágenes tomadas de los archivos.

b) Seleccionar muestras de entrenamiento y verificarlas con el cursor que es controlado por el ordenador.

c) Procesar en la pantalla los datos del vídeo para crear una ventana en ella. Se ensayaron varias opciones disponibles de las cuales se utilizó la siguiente:

Opción "R": (Radiometric), permite combinar las bandas en los canales rojo, verde y azul y establecer los contrastes deseados mediante el "offset" y "gain".

— OFFSET: es el valor mínimo de reflectancia presente en el rango de valores digitales de brillantez para cada banda de la imagen TM.

— GAIN: es el porcentaje de reflectancia obtenido de $\frac{\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}}{16}$ y que es distribuido a lo largo de 256 valores digitales de brillantez.

— DHS: (Disk Histogram Program), se utiliza para generar una frecuencia relativa de histogramas (números de pixel obtenidos de los datos códigos divididos por el número total de pixel ploteados contra el rango de los datos códigos). También presenta el porcentaje de cada valor en el histograma; y como una opción genera un archivo de datos (HISTO-DAT) que contiene el número de celdas por cada valor de los datos.

— PDG: (Polygon Digitalizer Program), este programa digitaliza y recodifica los datos del mapa (puntos, líneas y polígonos), en coordenadas de la mesa digitalizadora. Crea los archivos LAT. 001 y PN. 001.

— CTG: (Convert to Grid), se utiliza para convertir coordenadas de cuadrículas (norte y este).

En consideración a los aspectos señalados arriba se describirá a continuación la metodología utilizada en este ensayo presentándose así mismo los resultados obtenidos y las recomendaciones que surgen como consecuencia de estos.

3. METODOLOGIA

3.1. Descripción del Area de Estudio

El área de estudio seleccionada abarca una extensión aproximada de 500 km.² correspondiente a la hoja topográfica Santiago a escala 1:50.000, que se encuentra entre los 8° 00′ a 8° 10′ de latitud y 80° 45′ a 81° 00′ de longitud, se escogió esta hoja, por contar con una gama de diferentes elementos planimétricos naturales y culturales que representan en su conjunto casi todos los elementos planimétricos plasmados normalmente en esta serie de mapas. (Ver Figura N.° 3).

Los elementos planimétricos naturales incluyen los diferentes tipos de vegetación como bosques, montes bajos, cultivo de caña, cultivo de arroz y agricultura de subsistencia; también incluye el drenaje, como los ríos, quebradas, lagunas, etc.

Los elementos planimétricos culturales incluyen carreteras, áreas edificadas, caseríos, estructuras, represas para cultivos, pistas, etc.

Para determinar la utilidad de los datos TM en la actuación de mapas topográficos escala 1:50.000 se consideraron dos aspectos: el nivel de interpretabilidad y el grado de precisión, ya que ambos aspectos son relevantes y necesarios para satisfacer las especificaciones establecidas para esta serie de mapas.

El nivel de interpretabilidad se determinó mediante un análisis cuantitativo y cualitativo de elementos presentes en la imagen Landsat TM, utilizando para ello técnicas de interpretación tanto visual como digital aplicadas en el proceso de actualización de mapas topográficos a escala 1:50.000.

Para determinar el grado de precisión se tomaron medidas de puntos identificados en dos sistemas de coordenadas; uno arbitrario (x, y) para la imagen TM y el otro la cuadrícula Universal Transversa de Mercator (UTM) del mapa. A los 2 conjuntos de coordenadas se le aplicó una transformación lineal conforme que nos permitió determinar la escala y la rotación que existe en la imagen TM con respecto al mapa y así comprobar la conformidad geométrica de las imágenes TM.

3.2. Nivel de Interpretabilidad

Para éste estudio se diseñó un ensayo que basado en la leyenda de los mapas topográficos 1:50.000, consiste en un análisis comparativo entre los detalles planimétricos derivados visual y digitalmente de la imagen TM y aquellos contenidos en el mapa topográfico de Santiago actualizado en febrero de 1987 mediante fotografías aéreas a escala 1:30.000 siguiendo para ello el procedimiento que se muestra en el siguiente diagrama.

3.2.1. Definición de la Leyenda

Para confeccionar las diversas sobrepuestas de detalles derivados de la imagen TM, así como para la actualización del mapa topográfico Santiago 1:50.000 con

fotografías aéreas se utilizó la leyenda definida por el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH).

Posteriormente la leyenda base fue adaptada al área de Santiago considerando todos los elementos presentes en el mapa topográfico correspondiente. A continuación una descripción de estos elementos presentes en el área de acuerdo al Manual de Especificaciones Topográficas del IPGH. (Ver Fig. Pág. 106).

A. Elementos Físicos Culturales

a) Caminos: Los caminos presentes en el área de estudio están clasificados en las siguientes categorías:

— Categoría 1: transitable todo el año, revestimiento duro, carretera pavimentada; dos o más vías de ancho.
— Categoría 2: transitable todo el año, revestimiento suelto o ligero, dos o más vías. Carretera no pavimentada.
— Categoría 4: transitable todo el año, revestimiento suelto o ligero, una vía. Carretera no pavimentada.
— Categoría 5: transitable en tiempo seco, revestimiento suelto o ligero.
— Categoría 6: vía natural transitada en tiempo seco por vehículos de tracción y carretas. Se clasifica como rodera.
— Categoría 7: camino de herradura o sendero.
NOTA: La categoría 3 no está presente en ésta área, y corresponde a caminos de revestimento duro, transitables todo el año una vía.

b) Lugares poblados: este término incluye ciudades, pueblos, villas, aldeas, granjas comunales y todos los lugares donde más de una familia (o grupo familiar) viven como una comunidad. los lugares poblados varían en tamaño y densidad, desde ciudades cuyo centro o núcleo es altamente denso hasta pequeñas aldeas y viviendas ampliamente distribuidas o dispersas.

— Areas urbanizadas: están constituidas por viviendas permanentes escasamente espaciadas o unidas y complejos de apartamentos.
— Edificios: un edificio es una estructura techada de naturaleza permanente, generalmente cerrada por paredes que sirve como vivienda, almacén, fábrica, refugio de animales, o tiene algún otro propósito útil.

c) Accidentes culturales misceláneos: se refiere a otros elementos sobre el terreno que son el resultado del trabajo del hombre.

— Minas al Descubrimiento: aquellas en que las excavaciones se llevan a cabo desde la superficie. Incluyen canteras.
— Cementerios: se muestran donde quieran que existan. Incluyen cementerios y cementerios parroquiales.
— Línea de Transmisión de energía Eléctrica.
— Pistas de aterrizaje.

B. Elementos Físicos Naturales

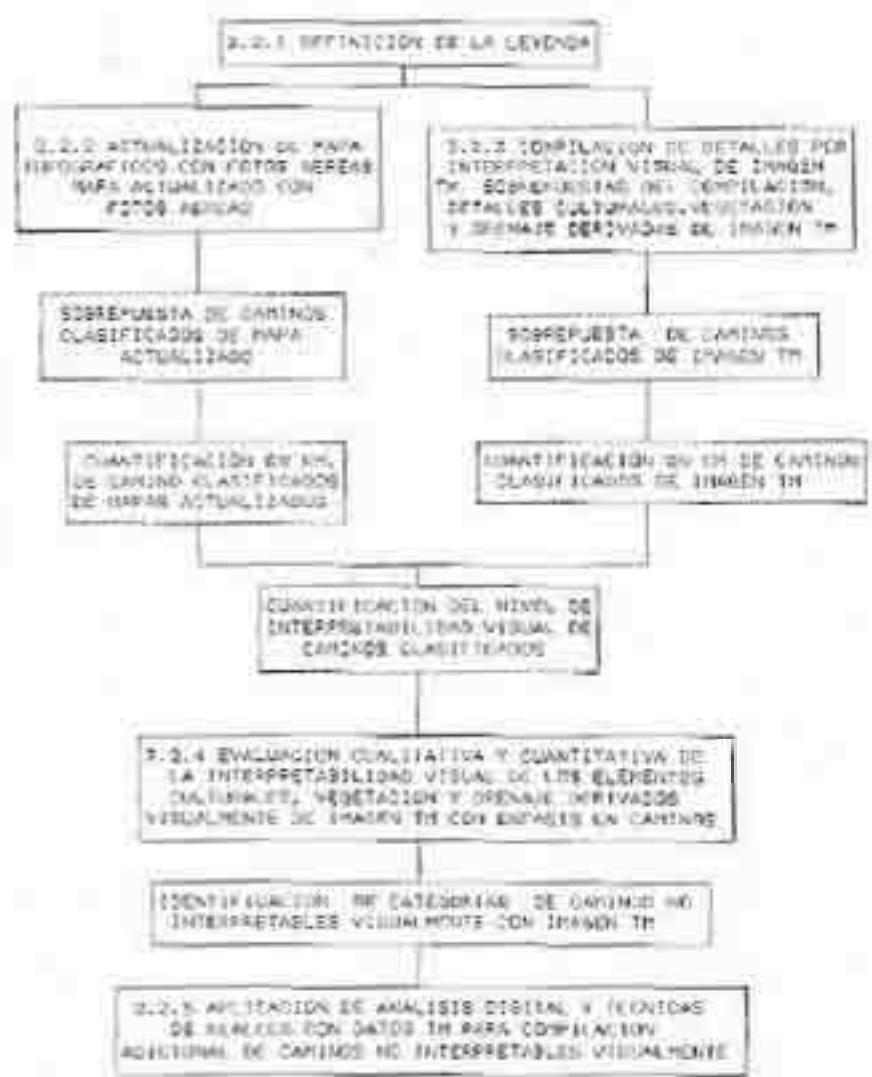
a) Vegetación: se refiere a los distintos tipos de plantas nativas del área y se clasifica según el tipo y la cantidad.

— Bosques: los bosques se consideran como una vegetación perenne de suficiente densidad de copa y de 2 metros o más de altura.
— Matorral: es una vegetación achaparrada, menos de 2 metros de alto.
— Huerta: son áreas cubiertas por siembras sistemáticas de vegetación perenne que producen frutas u otros productos comerciales exceptuando la madera.
— Arboles Esparcidos: este término implica un crecimiento de vegetación perenne de suficiente densidad de dos metros o más de altura. Se muestran las áreas de 5 mm × 5 mm o su equivalente en área, y si la dimensión más estrecha no es menor de 2,5 mm.

b) Drenaje: se diferencian según sus características, por consiguiente, pueden ser clasificados como perennes, intermitentes y secas.

— Corrientes o Ríos Perennes: contienen agua por un promedio de seis o más meses al año.
— Lagos o Lagunas Perennes: contienen agua por un período promedio de seis o más meses anualmente.
— Quebradas: arroyo o riachuelo que corre por hendeduras o aberturas de la tierra en los montes, causada por las lluvias en los valles.

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE INTERPRETABILIDAD DE IMAGEN TM RESPECTO A LA LEYENDA DE MAPAS TOPOGRAFICOS 1:50000



3.2.2. Actualización del Mapa Topográfico Santiago 1:50.000 con Fotografías Aéreas

El mapa topográfico Santiago 1:50.000 se actualizó con fotografías aéreas a escalas 1:30.000 tomadas en febrero de 1987 en vista de que la edición actual de dicho mapa tiene información válida hasta 1980 y se deseaba contar con información actualizada.

Este trabajo de actualización de la hoja topográfica de Santiago 1:50.000 se desarrolló paralelamente al trabajo de interpretación de la imagen TM con interpretes distintos en cada caso con el objeto de utilizarla como base de comparación. Para tal efecto se utilizó el método convencional de actualización de mapas, que se describe a continuación en el que se obviaron las fases de separación de colores e impresión, ya que no son relevantes en el presente estudio.

ETAPAS PARA LA ACTUALIZACION DE MAPAS TOPOGRAFICOS 1:50.000

A. TOMA DE FOTOS AEREAS

B. COMPILACION DE DETALLES

C. COMFECCION DE SOBREPUESTAS DE ELEMENTOS CLASIFICADOS

A. Toma de Fotos Aéreas

Se diseñó un plan de vuelo y se efectuó la misión dando como resultado la toma de cuatro líneas de vuelo y 65 fotografías aéreas a escala 1:30.000 para cubrir toda el área de estudio.

Normalmente luego de la toma de fotos aéreas se realiza una clasificación de campo en la que se recoge información directamente en campo relativa a las distintas categorías de caminos; nombres de lugares poblados, ríos y cerros; tipos de vegetación; lo cual no se realizó en este caso en vista de que no era relevante para los objetivos del estudio.

B. Compilación de Detalles

Mediante el empleo del Transferidor de Imágenes (Zoom Transfer Scope), se plasma la información contenida en las fotos aéreas sobre el mapa existente utilizando el método de fotorrevisión que consiste en los siguientes pasos:

a) Identificar y Señalar, los detalles que aparecen en el mapa y que no existen en las fotos aéreas o aquellos detalles que han sufrido cambios, y que deben eliminarse en la nueva edición.

b) Trazar, los cambios planimétricos ocurridos, como por ejemplo: cambios en el curso de drenajes; cambios en los alineamientos de caminos; cambios en la vegetación y otros.

c) Identificar y Trazar, todos los elementos culturales nuevos, que deben añadirse tales como: nuevas carreteras; nuevas identificaciones; nuevas obras civiles; etc.

El resultado de esta operación está contenida en una hoja de compilación que se está actualizando. (Ver Figura N.º 4).

C. Confección de Sobrepuestas

Normalmente en el proceso de actualización de mapas topográficos 1:50.000 se elaboran sobrepuestas a la hoja de compilación básica conteniendo la clasificación de nombres, vegetación, drenaje, caminos y detalles culturales. En nuestro caso sólo se confeccionó una sobrepuesta correspondiente a las categorías de caminos, ya que como se explicará más adelante los temas de vegetación y drenaje son completamente satisfechos en su interpretación con las imágenes TM y por lo tanto no requerían de una evaluación adicional. (Ver Figura N.º 5).

3.2.3. Compilación de Detalles por Interpretación Visual de Imagen TM.

Simultáneamente a la actualización fotográfica del mapa topográfico 1:50.000, se hizo la compilación de detalles contenidos en la leyenda sobre la imagen TM mediante interpretación visual; de tal forma que, las sobrepuestas de detalles así obtenidas pudieran ser evaluadas.

Para la compilación mediante la interpretación visual de los elementos presentes en la imagen TM debemos tomar en cuenta algunos aspectos entre los que podemos mencionar:

a) La respuesta espectral de cada uno de los elementos presentes en cada una de las diferentes bandas 2, 3 y 4 del TM plasmadas en el papel fotográfico. Como ejemplo se muestra en la gráfica N.º 1 el compartimento general del agua, suelo y vegetación a lo largo del espectro electromagnético.

b) En el proceso fotográfico a colores utilizado para producir la Imagen Falso Color (FCC), fue necesario desplazar los colores propios de cada banda en el espectro electromagnético, para adaptarlos a la emulsión fotográfica quedando de la siguiente forma: a la banda 2 (verde) se le asignó el color azul; a la banda 3 (rojo) se le asignó el color verde; y a la banda 4 (infrarrojo) se le asignó el color rojo. El efecto de este proceso es que aquellos elementos con alta reflectancia en la banda infrarroja se vean de color rojo; aquellos con alta reflectancia en la banda roja se vean de color verde, aquellos con alta reflectancia en la banda verde se vean de color azul; y aquellos que observan reflectancia similares en varias bandas se vean de colores combinados. (Ver Gráfica N.º 1).

c) Debemos tener presente también las características espectrales, "temporales y espaciales", ya que estas dos últimas facilitan la labor del intérprete.

A. Compilación de Sobrepuestas de los Elementos Culturales

En esta sobrepuesta se interpretan todos los detalles o elementos planimétricos culturales presentes en el

área de estudio de acuerdo a la leyenda. Luego de plasmar todos los elementos culturales interpretados en una sobrepuesta se procedió a clasificar los caminos según sus diferentes categorías utilizando como base la clasificación que se definió en el trabajo de actualización del mapa topográfico. La figura 6 muestra la imagen TM con la sobrepuesta de planimetría.

B. Compilación de Sobrepuesta de Vegetación

En esta sobrepuesta se plasmaron todos los tipos de vegetaciones presentes en el área y que fueron identificables en la imagen, asignádole un código a cada clase o tipo de vegetación de acuerdo a la leyenda utilizada. La figura 7 muestra la imagen TM con la sobrepuesta de vegetación.

C. Compilación de Sobrepuestas de Drenaje

En esta sobrepuesta se plasmaron los elementos de drenaje como ríos, lagos, etc. presentes en el área de estudio y contenidas en la leyenda seleccionada.

3.2.4. Evaluación del Nivel de Interpretabilidad Visual de los Detalles derivados de la Imagen TM.

Los Detalles derivados de la Imagen TM.

Luego de haber completado los procesos de actualización del mapa topográfico y la compilación de la imagen TM se obtuvo los siguientes productos:

— Actualización de mapa topográfico con fotografías aéreas

  a) Mapa base de Santiago actualizado
  b) Sobrepuesta de caminos clasificados

— Compilación de Imagen TM

  a) Sobrepuesta de elementos culturales clasificados
  b) Sobrepuesta de vegetación
  c) Sobrepuesta de drenaje

Para una mejor evaluación de los productos obtenidos mediante la imagen TM, se consideraron algunos aspectos cualitativos como criterios de evaluación que permitieran determinar el nivel de interpretabilidad visual de dichas imágenes de acuerdo a la leyenda utilizada en los mapas topográficos a escala 1:50.000.

A. Aspectos considerados en la Evaluación Cualitativa

Para esta evaluación se consideró la facilidad o dificultad en la interpretabilidad de los detalles de acuerdo a cómo estos se interpretan al considerar las siguientes características:

— Características Espectrales: comportamiento o grado de reflectancia de los elementos en las diferentes bandas.
— Características Espaciales: están dadas por el tamaño, distribución y orientación de los elementos; por ejemplo, la configuración geométrica, el tamaño y la densidad.
— Características temporales: se refiere a la variación o cambio de las propiedades físico-químicas que sufren los elementos debido a las estaciones del año y a la influencia que el hombre ejerce sobre los mismos.

B. Aspectos considerados en la Evaluación Cuantitativa

Con el objeto de contar con una medida del nivel de interpretabilidad visual de las imágenes TM, con respecto a la leyenda de mapas topográficos 1:50.000, se decidió medir el kilometraje de caminos interpretables, ya que estos son elementos de importancia primaria y resultaba evidente que no se lograba una interpretabilidad completa de la leyenda en éste tema.

La medida tomada consistió en la cuantificación de las diferentes categorías de los caminos tanto en la sobrepuesta clasificada mediante fotografías aéreas, como en la sobrepuesta clasificada a través de la imagen TM.

Esta cuantificación se realizó enumerando y midiendo los kilómetros de caminos por categorías para ambas sobrepuestas, y determinando el porcentaje (%) de interpretabilidad de caminos por categoría y globalmente de la imagen TM. Es importante resaltar que, en los casos de la leyenda de vegetación y de drenaje, por simple inspección se pudo comprobar que la interpretabilidad visual de las mismas a partir de la imagen TM era de 100%; por lo que no fue necesario tomar medidas adicionales de las mismas.

3.2.5. Análisis Digital de los Datos TM

Aunque la metodología de aplicación de imágenes se fundamenta principalmente en la habilidad de su interpretación visual, el hecho de que la información contenida en estas imágenes estén en forma digital permite profundizar en la posible explotación de niveles de información presentes en los datos originales pero que se muestran reducidos en el Compuesto Falso Color (FCC) por las limitantes físico-químicas inherentes en los procesos fotográficos y de laboratorios. Es decir, que se pierde información en el proceso de transferencia digital a imagen fotográfica.

Es por ello que en este ensayo se investigó preliminarmente el potencial de la aplicación de técnicas de realce para identificar caminos que no fueron detectados por la interpretación visual.

Este análisis consiste en determinar cuál es la banda o combinaciones de bandas espectrales adecuada para el realce de los caminos que no pudieron ser interpretados en la imagen en papel fotográfico.

El desarrollo de la técnica de realce se realizó mediante el programa RMD, utilizado para desplegar la imagen de Santiago correspondiente al área de estudio y combinando las bandas 1, 2, 3 y 4.

Esta técnica consiste en alterar los valores digitales originales de la imagen para que el intérprete pueda

realzar o extraer mayor información. Existen diferentes métodos para el realce de contaste de las imágenes y para este estudio se utilizó uno de los métodos más simples llamado "Estiramiento de Contraste Lineal", el cual distribuye el rango de los valores de reflectancia de los pixels sobre la escala de grises por banda; o sea que se le asigna el valor mínimo del rango al extremo negro o valor cero de brillantez y el valor máximo al extremo blanco o valor 255 de brillantez; matemáticamente se muestra de la siguiente forma:

[Valor digital de brillantez máximo-valor digital de brillantez mínimo / 16] = % de relectancia o "gain", el cual es distribuido a lo largo de los 256 valores digitales de brillantez. (Escala de gris).

La constante 16 de la fórmula, indica la cantidad de "bits" utilizados para representar los 256 valores de reflectancia que contienen las cintas compatibles con las computadoras (CCT) del Landsat.

Para el desarrollo de esta técnica fue necesario generar los histogramas que muestran los valores digitales registrados para cada una de las bandas mediante el programa DHS.

A continuación se muestran los valores de "offset" y "gain" calculados para cada banda utilizadas en este ensayo. Estos valores no fueron variados, es decir, que al realizar la combinación de las bandas con sus respectivos colores resultaron cuatro combinaciones, que serán presentadas en el cuadro de resultados.

Bandas	(Valor Máximo)	OFFSET (Valor Mínimo)	INTERVALO Dif. (máx-min)	GAIN int./16
1	61	35	26	1.6
2	79	35	44	2.7
3	98	43	55	3.4
4	167	69	98	6.1

3.3. Grado de Precisión de la compilación de detalles derivados de la Imagen TM.

Este es el otro aspecto considerado para determinar el potencial de aplicación de imágenes TM para la actualización de los mapas topográficos 1:50.000; ya que todo mapa topográfico requiere cumplir con las especificaciones de precisión correspondiente.

La imagen TM utilizada en este estudio fue procesada y corregida geométricamente por el Instituto de Investigaciones Ambientales de Michigan (ERIM), obteniéndose una imagen fotográfica falso color (FCC) con pixels de 25 m. × 25 m., con una proyección geográfica UTM, elipsoide de Clarke 1866 y una escala aproximada 1:50.000.

LISTADO DE LOS PUNTOS DE CONTROL UTILIZADOS PARA LA CORRECCION GEOMETRICA DE LA IMAGEN

PUNTOS	COORDENADAS DE LOS PUNTOS	(FILAS Y COLUMNAS)	UBICACIÓN
1 0 0	1359 4849 1359 4849 1359 4849	1359 4849	LAS LAJAS
2 0 0	1605 4890 1605 4890 1605 4890	1605 4890	LAS LAJAS
3 0 0	1971 4975 1971 4975 1971 4975	1971 4975	LAS LAJAS
4 0 0	6082 1084 6082 1084 6082 1084	6082 1084	COCLE DEL NORTE
5 0 0	5696 1354 5696 1354 5696 1354	5696 1354	COCLE DEL NORTE
6 0 0	466 2553 466 2553 466 2553	466 2553	CHIRIQUI GRANDE
7 0 0	6463 5450 6463 5450 6463 5450	6463 5450	PESE
8 0 0	3877 2886 3877 2886 3877 2886	3877 2886	CALOVEBORA
9 0 0	4874 2155 4874 2155 4874 2155	4874 2155	BELEN
10 0 0	4547 4482 4547 4482 4547 4482	4547 4482	CANAZAS
11 0 0	6498 3177 6498 3177 6498 3177	6498 3177	EL COPE
12 0 0	3528 5364 3528 5364 3528 5364	3528 5364	LAS PALMAS
13 0 0	4656 5292 4656 5292 4656 5292	4656 5292	LA MESA
14 0 0	647 5455 647 5455 647 5455	647 5455	ISLA VENADO
15 0 0	880 4971 880 4971 880 4971	880 4971	MORRONCITOS
16 0 0	6499 4160 6499 4160 6499 4160	6499 4160	AGUADULCE
17 0 0	3778 2545 3778 2545 3778 2545	3778 2545	CALOVEBORA
18 0 0	2705 4991 2705 4991 2705 4991	2705 4991	TOLE
19 0 0	6478 3550 6478 3550 6478 3550	6478 3550	OLA
20 0 0	2474 4174 2474 4174 2474 4174	2474 4174	RIO TABASARA
21 0 0	4521 4105 4521 4105 4521 4105	4521 4105	CERRO LAS MINAS
22 0 0	644 4229 644 4229 644 4229	644 4229	GRAN GALENA DE C.

Cuadro Nº 1

ERROR PROMEDIO DE LA CORRECCION GEOMETRICA COMPONENTE ESTE

ANALISIS DE REGRESION GEOMETRICA.-

Encima No.50757-1508 PROYECCION UTM.

ERROR ESTANDARD 21.3 METROS
RESIDUO

PUNTOS	VALOR DEL PUNTO	ESTIMADO	RESIDUAL	NO. OF. S.D.
1	1359.00	1360.25	-1.25	1
2	1605.00	1604.64	0.36	0
3	1971.00	1969.70	1.30	1
4	6082.00	6082.57	-0.57	0
5	5696.00	5695.36	0.64	0
6	466.00	466.92	-0.92	1
7	6463.00	6463.87	-0.87	1
8	3877.00	3875.96	1.04	1
9	4874.00	4874.87	-0.87	1
10	4547.00	4546.72	0.28	0
11	6498.00	6498.50	-0.50	0
12	3528.00	3528.73	-0.73	0
13	4656.00	4655.70	0.30	0
14	646.00	645.84	0.16	0
15	880.00	879.84	0.16	0
16	6500.00	6500.14	-0.14	0
17	3777.00	3776.31	0.69	0
18	2705.00	2705.21	-0.21	0
19	6478.00	6477.63	0.38	0
20	2474.00	2474.42	-0.42	0
21	4521.00	4519.91	1.09	1
22	644.00	643.93	0.07	0

Cuadro Nº 2

ERROR PROMEDIO DE LA CORRECCION GEOMETRICA COMPONENTE NORTE

ERROR ESTANDARD 20.4 METROS
RESIDUO

PUNTOS	VALOR DEL PUNTO	ESTIMADO	RESIDUAL	NO. OF. S.D.
1	4849.00	4849.77	-0.77	1
2	4890.00	4890.77	-0.77	1
3	4975.00	4975.12	-0.12	0
4	1084.00	1083.89	0.11	0
5	1354.00	1354.53	-0.53	0
6	2553.00	2553.20	-0.20	0
7	5450.00	5450.25	-0.25	0
8	2886.00	2886.23	-0.23	0
9	2155.00	2154.23	0.77	1
10	4482.00	4482.63	-0.63	0
11	3177.00	3177.74	-0.74	1
12	5364.00	5364.49	-0.49	0
13	5292.00	5290.96	1.04	1
14	5455.00	5455.09	-0.09	0
15	4971.00	4970.59	0.41	0
16	4160.00	4159.51	0.49	0
17	2545.00	2543.93	1.07	1
18	4991.00	4989.40	1.60	2
19	3550.00	3550.61	-0.61	0
20	4174.00	4173.36	0.64	0
21	4105.00	4105.21	-0.21	0
22	4229.00	4229.50	-0.50	0

Cuadro Nº 3

La corrección geométrica de la imagen TM es necesaria ya que cuando el satélite Landsat capta las informaciones de la superficie terrestre, los datos originales correspondientes tienen una geometría deformada por una serie de condiciones físicas presentes al momento de la toma.

La técnica utilizada por ERIM para realizar las correcciones geométricas de la imagen se basa en un "modelo rígido lineal"; éste modelo utiliza la información contenida en el registro encabezado de las escenas Landsat, que incluye altitud y longitud de la aeronave, y la altitud, inclinación y el movimiento de la aeronave en diversos puntos a través de la escena. Las correcciones consideradas en el modelo rígido no lineal son las siguientes:

a) Distorsión entre las barriadas debido a la rotación de la tierra.
b) Demoras y errores en el muestreo debido a la repetición de pixels.
c) Variaciones en la velocidad del espejo de exploración con el ángulo de exploración (empíricamente derivadas del Landsat 1, 2 y 3).
d) Perspectiva o distorsión panorámica.
e) Achatamiento de la Tierra.
f) Proyección planimétrica deseada. (UTM-Elipsoide Clarke 19866).
g) Elevación de los puntos de control planimétricos.
h) Mal registro de las distintas bandas individualmente.

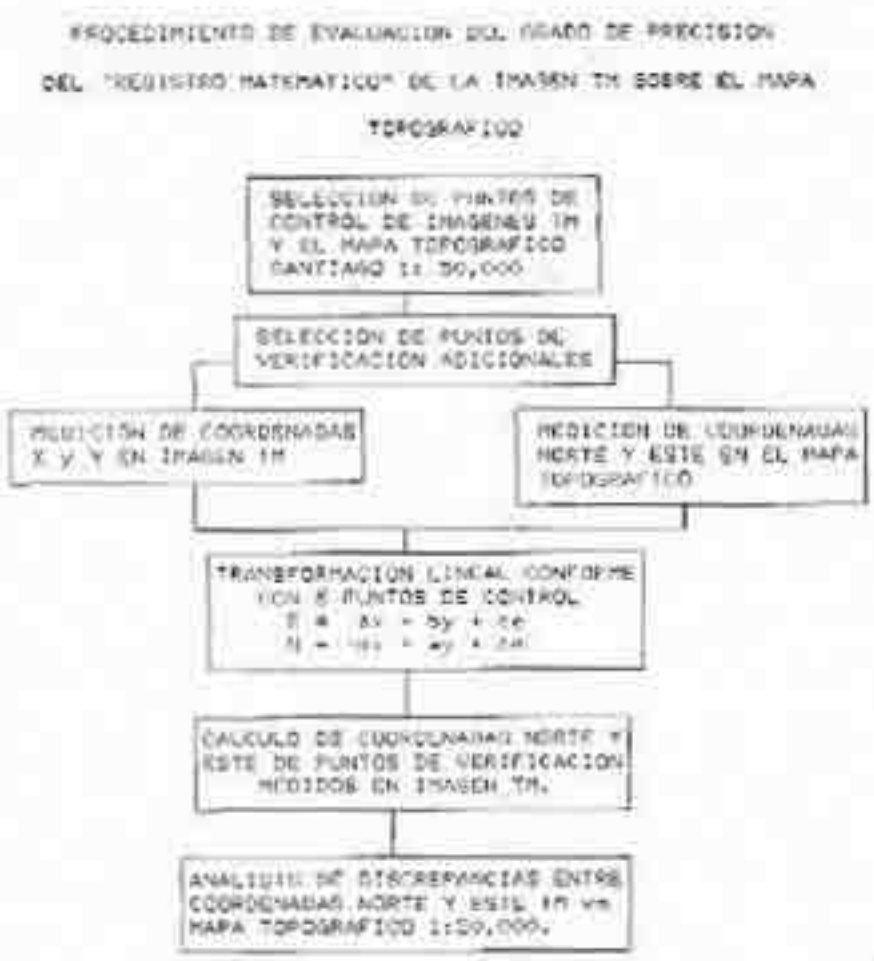
Para realizar esta corrección se utilizaron 22 puntos de control, los cuales fueron tomados de los diferentes mapas topográficos a escala 1:50.000 existentes y que corresponden a la escena completa de la imagen TM. (Ver Cuadro N.º 1).

Luego, con la información derivada del registro de la escena y el modelo utilizado para pronosticar la ubicación de los puntos de control de la imagen que se aparecen con los puntos de control del mapa, se identifican estos puntos de control sobre la imagen y se aplica un ajuste de mínimos cuadrados para corregir el movimiento e inclinación de la aeronave, así como para calcular las tasas de balance, inclinación y la aceleración. Para esta escena TM el error promedio de los residuales en los controles fue de 21,3 m. en dirección Este y 20,4 m. en dirección Norte para toda la escena. (Ver Cuadros N.º 2 y N.º 3 que enumeran el error standard en Este y Norte respectivamente).

Una vez corregidos los datos de cada banda de la escena TM, se preparó la impresión fotográfica falso color a escala aproximada 1:50.000 cubriendo solamente el área correspondiente a la hoja topográfica Santiago utilizada en este estudio.

Esta imagen se ubicó en una mesa digitalizadora ajustando visualmente sobre ella el positivo en película conteniendo los detalles planimétricos del mapa topográfico 1:50.000 de tal forma que se obtuviera el mejor "Registro Visual" posible. Luego se midieron coordenada Este y Norte en la Imagen y el mapa y se calcularon las discrepancias de posición en 11 puntos de verificación cuya distribución se muestra en la gráfica N.º 2, obteniéndose un error planimétrico promedio de 82 metros y un error máximo de 155 metros. En esta operación de "Registro Visual" se hizo evidente que la imagen fotográfica TM falso color utilizada tiene una escala algo menor que 1:50.000 y que por tanto, el grado de precisión alcanzado debía ser inferior al potencial real de los datos TM.

Tomando en consideración lo anterior y siendo que actualmente existen equipos como el Procom-2 y el Zoom Transfer Scope que son adecuados para ampliar o reducir imágenes fotográficas, superponiendo dichas imágenes sobre mapas a escalas existentes para actualizarlos, se decidió hacer un "Registro Matemático" de la imagen TM sobre el mapa topográfico 1:50.000 en base a una transformación lineal conforme; lo cual determinaría un mejor indicador del grado de precisión de los datos TM. Esta evaluación se basó en determinar las discrepancias entre coordenadas Norte y Este de detalles derivados de la imagen TM con respecto a las coordenadas Norte y Este de esos mismos detalles derivados del mapa topográfico 1:50.000; la magnitud de esas discrepancias nos dá una medida del grado de "Registro Matemático" de la imagen TM respecto al mapa topográfico existente, aplicando como modelo matemático una Transformación Lineal Conforme con más de dos puntos de control entre los sistemas coordenados de la imagen TM y el mapa topográfico, siguiendo el procedimiento que se indica a continuación.



4. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados y análisis correspondientes que se obtuvieron a fin de determinar el nivel de interpretabilidad de detalles y el grado de precisión de las imágenes TM para la actualización de los mapas topográficos 1:50.000.

Para el nivel de interpretabilidad se hizo un análisis donde se comparan los productos obtenidos de las fotografías aéreas y la imagen TM. Este análisis muestra los siguientes resultados cualitativos y cuantitativos.

4.1. Evaluación Cualitativa

El análisis cualitativo, acerca del nivel de interpretabilidad de los elementos planimétricos contenidos en la Leyenda, se basó en la consideración de las características espectrales, espaciales y temporales de los mismos, utilizando para ello el mapa topográfico actualizado y las sobrepuestas elaboradas a partir de la imagen TM. En la sobrepuesta de caminos se observó lo siguiente:

— Los caminos de categorías 1 y 2 fueron interpretados en su totalidad, pero no pudieron ser clasificados visualmente debido a que ambos presentan la misma respuesta espectral.

— Los caminos de categoría 3 no están presentes en el área de estudio.

— Los caminos de categorías 4 y 5 están afectados por varios factores que influyen en la interpretación visual, los cuales son:

a) Relieve: estas categorías de caminos sólo se interpretan bien en áreas planas.

b) Tipo de superficie: influye enormemente en la variación de la reflectancia y por consiguiente muestra variaciones de coloración en la imagen, debido a que el tipo de material en estas categorías de caminos usualmente no es homogeneo.

— Los caminos de categorías 6 y 7 no se lograron interpretar debido principalmente a que la resolución espacial de la imagen TM no es suficientemente alta, ya que estos caminos usualmente son muy angostos.

Con respecto a la sobrepuesta de vegetación interpretada, se pudo observar que todos los elementos de vegetación contenidos en la Leyenda son interpretables; haciendo una excepción en la categoría de árboles esparcidos, ya que es difícil establecer sus límites al hacer la interpretación debido a la mezcla que se observa de suelo descubierto y árboles distanciados. Cabe mencionar que las áreas interpretadas como claros contienen vegetación muy pequeña (pastos), pero no están considerados en la Leyenda. Esta vegetación se observó de color marrón, característica de la vegetación decidua, debido a que la imagen fue tomada en época seca. En otras áreas presentan de color blanco, por la alta reflectancia del suelo. Es necesario hacer la observación de que las imágenes TM pueden suministrar mayor información en cuanto a tipos de vegetación por su alta resolución espectral.

Siguendo un orden en el análisis cualitativo nos referimos ahora a los elementos que componen la sobrepuesta de drenaje. Se tiene presente al hacer la interpretación de la imagen falso color, que el agua presenta una menor reflectancia en las bandas 2, 3 y 4 observándose así que el agua en una película infrarroja a colores se refleja en color negro; esto hace fácil la interpretación de los lagos presentes en esta área del estudio, donde también se observó lagos con presencia de sedimentos por el color celeste. Para los ríos se siguió el patrón de la presencia de vegetación sana en la orilla de los ríos facilitando así la interpretación. Hay que resaltar que generalmente el drenaje necesita clasificación de campo indistintamente que se usen imágenes TM o fotografías aéreas, para determinar si son corrientes perennes o quebradas intermitentes.

4.2. Evaluación Cuantitativa

Como se mencionó anteriormente, esta evaluación consistió en la cuantificación del kilometraje de los caminos según su categoría; lo cual contribuye a determinar el grado de interpretabilidad mediante un análisis comparativo de fotografías aéreas vs imagen TM como se indica a continuación.

CUANTIFICACION DE CAMINOS

	FOTOGRAFIAS AEREAS		IMAGEN TM	
CAMINOS	Km	Porcentaje	Km	Porcentaje
CATEGORIA 1	87,1	100%	83,1	95%
CATEGORIA 2	54,6	100%	52,6	96%
CATEGORIA 4	153,1	100%	128,3	83%
CATEGORIA 5	310,5	100%	104,2	33%
CATEGORIA 6	30,3	100%	—	—
CATEGORIA 7	89,8	100%	—	—
TOTAL	725,4	100%	368,2	50,7%

4.3. Combinación de Ambas Evaluaciones

A continuación se presenta una descripción de los elementos interpretados en las diferentes sobrepuestas de la imagen TM mostrándolas cualitativa y cuantitativamente.

SOBREPUESTAS DE ELEMENTOS CULTURALES

CAMINOS

CATEGORIA DE CAMINOS	OBSERVACION
1	Se interpretan muy bien. Presentan un color celeste. Se interpretó 95%.
2	Se interpretan muy bien. Presentan un color celeste. Se interpretó 96%.
4	Se pueden interpretar fácilmente en áreas planas y el color que presentan varía por el

tipo de material de construcción.
Se interpretó un 83%.

5 Difíciles de interpretar en áreas donde hay mucho relieve y vegetación.
Sólo se interpretó bien en áreas planas (33%).

6 y 7 No se pueden interpretar, debido a que se necesita mayor resolución espacial.

LUGARES POBLADOS

Areas Urbanizadas

Se pueden interpretar bien y delimitar si dificultad por el color celeste que presenta.

Estructuras

Algunas pueden ser interpretadas por el color celeste y la configuración geométrica, pero se necesita mayor resolución espacial para las estructuras pequeñas.

Lugares Poblados

Se pueden delimitar, pero no demarcar las casas individualmente.

ELEMENTOS MISCELANEOS

Canteras

Fáciles de interpretar por el color celeste que presentan.

Líneas de Transmisión

Sólo son interpretables en las áreas donde existe una vegetación alta por su configuración geométrica y el cambio de la reflectancia espectral de la vegetación, ya que los árboles deber ser cortados.

Pistas de Aterrizaje

Fáciles de interpretar por su configuración geométrica y se presentan en color celeste.

Cementerios

Se observan de color blanco y pueden ser interpretados por su configuración geométrica. Algunos no son interpretables debido a la baja resolución espacial y el medio ambiente que los rodea; ejemplos: el suelo y la vegetación.

SOBREPUESTA DE VEGETACION

Bosques

Fáciles de interpretar por su color rojo intenso y su textura densa.

Matorral

Se interpreta bien por la poca densidad y la presencia del color suelo.

Huertas

Fáciles de interpretar por su configuración geométrica.

Arboles Esparcidos

Difícil de interpretar y delimitar.

Claros

Se interpretan como áreas que no contienen vegetación. Estas áreas se observan en color marrón y algunas veces color blanco.

SOBREPUESTA DE DRENAJE

Lagos

Fáciles de interpretar y de establecer el límite por el

color azul intenso; algunos lagos presentan un color celeste por la presencia de sedimentos.

Rios y Quebradas

Fáciles de interpretar por la presencia de vegetación a lo largo de su curso.

4.4. Análisis Digital de los Datos TM.

Este ensayo se realizó con el fin de conocer las combinaciones de bandas que se pueden utilizar para realzar los diferentes elementos, en especial los caminos, que no fueron interpretados a través de la interpretación visual de las sobrepuestas de la imagen TM. A continuación las siguientes figuras que muestran las combinaciones de bandas espectrales y descripción de los elementos que se pueden interpretar:

NOTA: la flecha presentada en cada figura muestra los elementos no interpretables visualmente en la imagen TM en papel fotográfico, pero que mediante el análisis digital se muestran realzados.

ENSAYO N.º 1:

La combinación de las bandas 2 (color rojo), bandas 3 (color verde) y banda 4 (color azul) que se muestran en la figura abajo logra realzar caminos de categoría 5 que se observa de color blanco. Además, caminos de categoría 1 en color rojo y los caminos de categoría 2 presenta un color blanco; el área de bosque se muestra claramente así como la pista de aterrizaje en la parte inferior izquierda.

ENSAYO N.º 2:

La combinación de la banda 4 (color rojo), banda 3 (color verde) y banda 2 (color azul) que se muestran en la figura inferior, logra realzar caminos de categoría 4 que se observan en color blanco, y además se observa claramente el área urbana; los caminos clasificados como categoría 1 en color celeste y el área sin vegetación se realza en color blanco.

ENSAYO N.º 3:

La combinación para las bandas 4 (color rojo), 2 (color verde) y 1 (color azul) que se muestra en la figura inferior se observan las siguientes categorías de caminos: 1 en color celeste, 2 blanco, 4 celeste y 5 color azul verdoso.

ENSAYO N.º 4:

La combinación para las bandas 1 (color rojo), 2 (color verde) y 4 (color azul) que se muestran en la figura inferior se observaron los siguientes elementos: los ríos y lagos en color negro; los caminos de categoría 1 y 4 se presentan de color amarillo y los de categoría 5 en un tono amarillo más claro; la vegetación sana presenta una tonalidad azul oscuro y cabe mencionar los cultivos de caña que son clasificados como huertos para la Leyenda, presentan un color chocolate.

Los cuatro ensayos de combinaciones de bandas aquí utilizadas, no son suficientes para concluir cuál es la mejor combinación, ya que no se utilizaron las 7 bandas espectrales que tiene el sensor TM. No obstante, queda claro que esta técnica sí es de gran ayuda porque se muestran muchos elementos que no se habían podido interpretar en la imagen compuesta en papel fotográfico; aunque podemos señalar que los caminos de categorías 6 y 7 no son interpretables en ninguno de los ensayos de combinaciones hechos, debido seguramente a la insuficiente resolución espacial.

4.5. Grado de Precisión de Imagen TM.

Siguiendo el procedimiento señalado en la Sección 3.3. se escogieron 5 puntos de control y 15 puntos de verificación adicionales cuya distribución se muestra en la gráfica 3 y que fueron utilizados los primeros, para el cálculo de los parámetros de transformación "a", "b", "C_E", "C_N", correspondientes al modelo matemático

$E = ax + by + C_E$

$N = bx + ay + C_N$

y los de verificación para el cálculo del error promedio obtenido del "Registro Matemático" efectuado. Las coordenadas del mapa fueron medidas en la mesa digitalizadora en metros Este y Norte y las coordenadas de la Imagen TM en el coordinatógrafo WILD A-7 en centímetro X y Y leyéndose todas respectivamente. Todas las observaciones Este, Norte, X y Y fueron comprobadas estadísticamente, obteniendo valores del error medio de las lecturas como se indica a continuación:

Coordenadas de mapa

puntos de control	C_1 a C_5	Este y Norte	$RMS_p = 4{,}95$ m.
puntos de verificación	P_1 a P_{15}	Este y Norte	$RMS_p = 5{,}67$ m.

Coordenadas de imagen

puntos de control	C_1 a C_5	X y Y	$RMS_p = 3{,}13$ m.
puntos de verificación	P_1 a P_{15}	X y Y	$RMS_p = 8{,}63$ m.

Como podrá observarse la precisión de lecturas de las coordenadas tanto del mapa como de la imagen son comparables y bastante adecuadas, lo que indica que la precisión de mensura tanto de puntos en el mapa en la mesa digitalizadora como de puntos de la imagen en el coordinatógrafo son comparables.

Al aplicar el proceso de transformación lineal conforme a las coordenadas leídas se utilizó la hoja de cálculo que se adjunta, obteniéndose las siguientes estadísticas:

El error medio del "Registro Matemático" en los controles fue:

$$RMS_{cc} = 20{,}7 \text{ m.}$$

El error medio del "Registro Matemático" en los puntos de verificación fue:

$$RMS_{pv} = 52{,}9 \text{ m.}$$

El error máximo fue de 83 metros.

donde $RMS_p = \sqrt{RMS^2_E + RMS^2_N}$

$RMS_{E,N} = \sqrt{\varepsilon V^2/n}$

5. CONCLUSIONES

Después de efectuar cada uno de los pasos de la metodología y de haber analizado los resultados obtenidos se pudo determinar que:

A. Visual y digitalmente los elementos planimétricos culturales contenidos en la Leyenda adaptada al área de Santiago no fueron interpretables en su totalidad en la imagen TM.

B. Se necesita una mayor resolución espacial para los elementos planimétricos culturales más pequeños que no pudieron ser interpretados.

C. Los caminos de categoría 1 y 2 pueden ser bien interpretados visualmente, pero necesitan clasificación de campo, ya que presentan la misma firma espectral.

D. Los caminos de categoría 5 sólo se pueden interpretar visualmente en áreas planas.

E. Los elementos planimétricos naturales de vegetación y drenaje considerados en este estudio, pueden ser actualizados mediante interpretación visual de estas imágenes.

F. Las cuatro combinaciones de bandas utilizadas en el análisis digital no son suficientes para concluir cuál es la mejor combinación en la interpretación de los elementos planimétricos, ya que no se utilizaron las 7 bandas del sensor TM.

G. Es importante el análisis digital, ya que mediante técnicas de realce y combinaciones de bandas se pueden observar elementos que no fueron interpretados en la imagen impresa en papel fotográfico.

H. Los caminos de categorías 6 y 7 no pudieron ser interpretados ni visual ni digitalmente.

I. El "Registro Visual" de la imagen TM sobre el mapa topográfico 1:50.000 demostró que aunque los datos TM fueron geométricamente corregidos, el compuesto falso color (FCC) difícilmente puede obtenerse a una escala exacta 1:50.000, por lo que no es recomendable producir sobrepuestas de compilación directamente de dichos compuestos fotográficos, sino a través de aparatos especializados que permitan la variación de la escala de la imagen tales como el Zoom Transfer Scope o el Procom-2. El error medio del "Registro Visual" fue de 82 metros y el error máximo fue de 155 metros, lo cual excede el error permisible para esta serie de mapas.

J. El "Registro Matemático" de la imagen TM sobre el mapa topográfico 1:50.000 determinó un error medio de 52 metros. Este error medio satisface la especificación de precisión para mapas 1:50.000 Clase B (bueno, utilizable), aunque no alcanza el grado de

Clase A (excelente, adecuado) que exige que el 90% de los puntos bien identificados tengan errores menores a 25 metros.

6. RECOMENDACIONES

A. Extender este estudio en otras áreas que contengan diferentes elementos planimétricos.

B. Realizar ensayos adicionales de análisis digital considerando todas las bandas del sensor TM; ya sean combinaciones de bandas o realce que por falta de tiempo no pudieron realizarse en este estudio.

C. Utilizar puntos de control establecidos en el campo para la corrección geométrica de la imagen TM que pudiera reflejar mejores precisiones, ya que los controles extraídos de los mapas suelen tener desplazamientos debido a la inestabilidad del papel.

D. Establecer una red de controles geodésicos en puntos bien definidos dentro de una hoja topográfica a escala 1:50.000, a fin de utilizarlos como puntos de control y puntos de verificación en el cálculo del "Registro Matemático" de la imagen TM sobre el terreno, lo cual definiría un mejor estimado del grado de precisión de los datos TM.

E. Realizar un estudio similar con datos del Spot, ya que estos cuentan con una mayor resolución espacial (10 m. en la banda pancromática y 20 m. en modo espectral). Además tiene capacidad de visión estereoscópica, lo cual no solo permite una mejor actualización planimétrica, sino que se pueden compilar los cambios que ocurran en el relieve.

F. Realizar otro estudio considerando el factor tiempo y costo para la actualización de mapas topográficos 1:50.000 mediante imágenes TM: ya que ambos factores podrían ser determinantes en la decisión de utilizar este tipo de herramienta en la actualización de mapas topográficos.

BIBLIOGRAFIA

(1) *Enviromental Research Institute of Michigan Geographic Information System GIS-200/Image Analysis Software IAS-100 User's Manual. Ann Arbor 1987.*

(2) *Enviromental Research Institute of Michigan. Propuesta Técnica, Programa de Sensores Remotos. Ann Arbor.*

(3) *Carrasquilla E., Pedro P., González B., Jorge M., Instrumentos, Materiales y Equipos de Dibujo.*

(4) *Manual de Instrucciones para el Empleo del Coordinatógrafo del Autógrafo A-7. Wild Heerbrugg.*

(5) *Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Manual de Especificaciones Topográficas S-1.*

(6) *University of Purdue. Principios de Percepción Remota.*

(7) *Floyd F. Sabins Jr. Remote Sensing, Principles and Interpretation.*

ANEXO

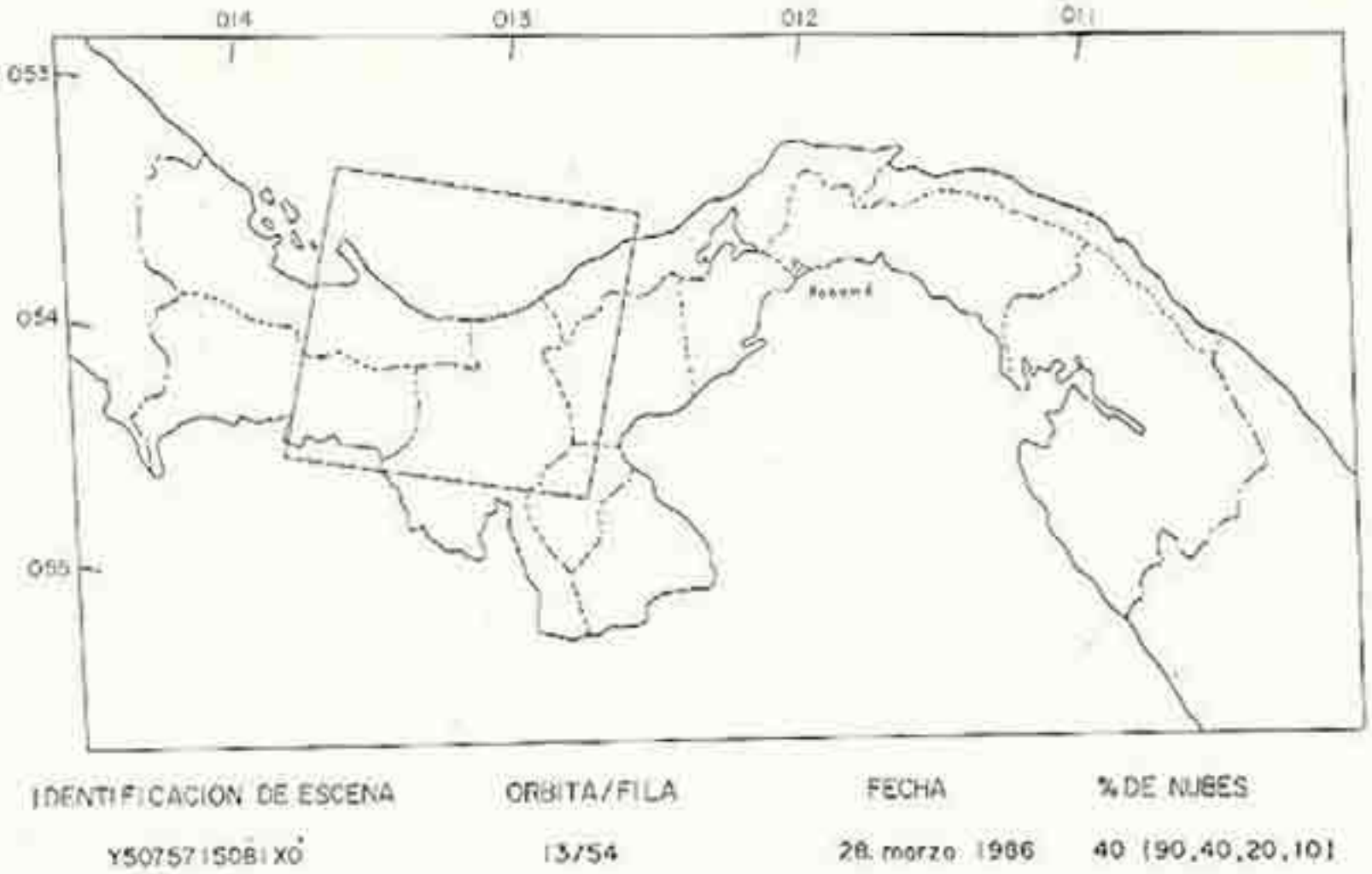


Figura N.º 2
ESCENA DE LANDSAT TM PARA EL PROYECTO PILOTO

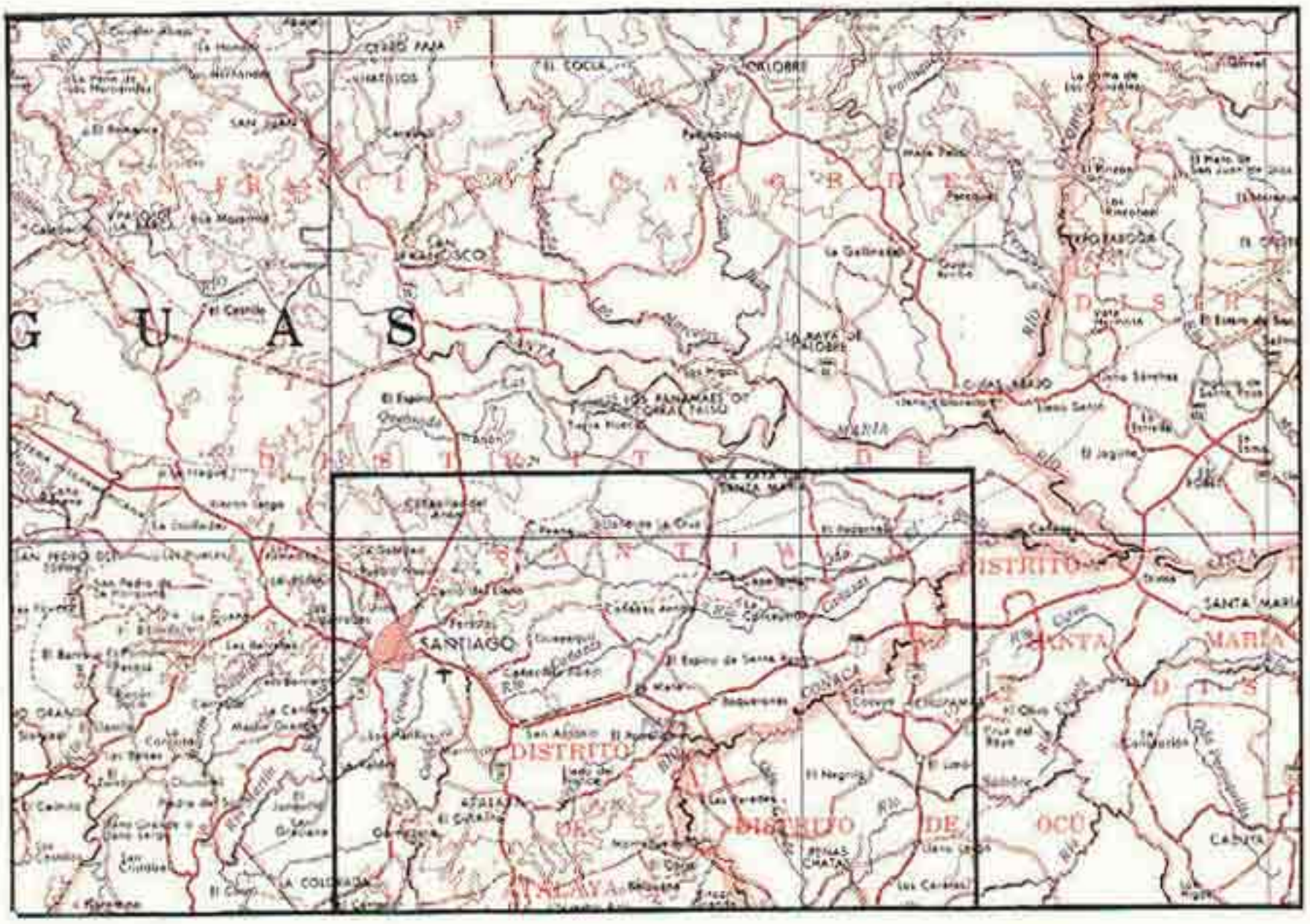


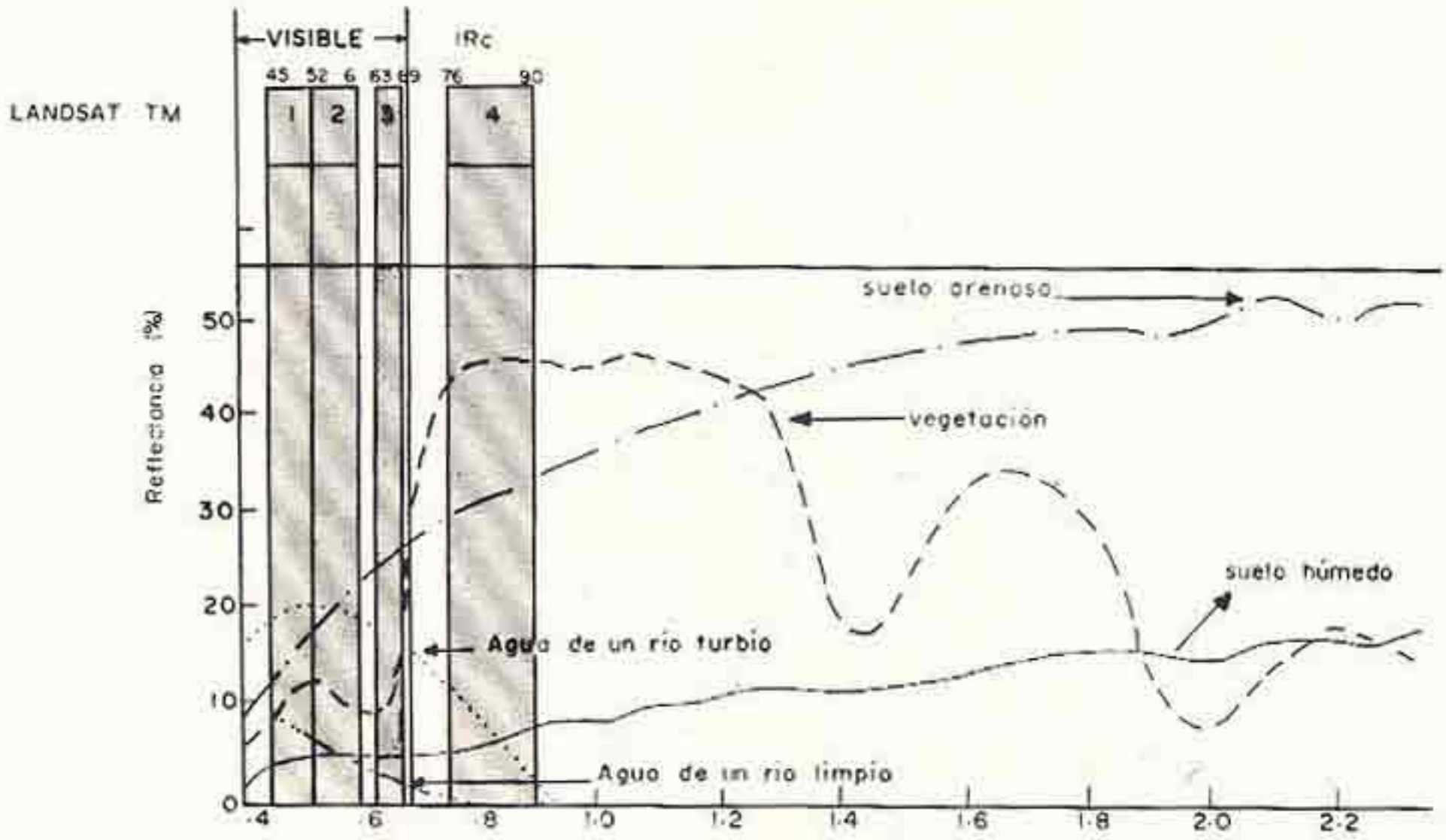
Figura N.º 6

COMPILACION DE LOS ELEMENTOS CULTURALES

Figura N.º 7

COMPILACION DE VEGETACION

RELACION DE LAS BANDAS ESPECTRALES DEL TM. Y
REFLECTANCIA ESPECTRAL DE LOS OBJETOS DE LA SUPERFICIE TERRESTRE



Longitud de onda (micrómetros)

GRAFICA N.º 1

REPUBLICA DE PANAMA

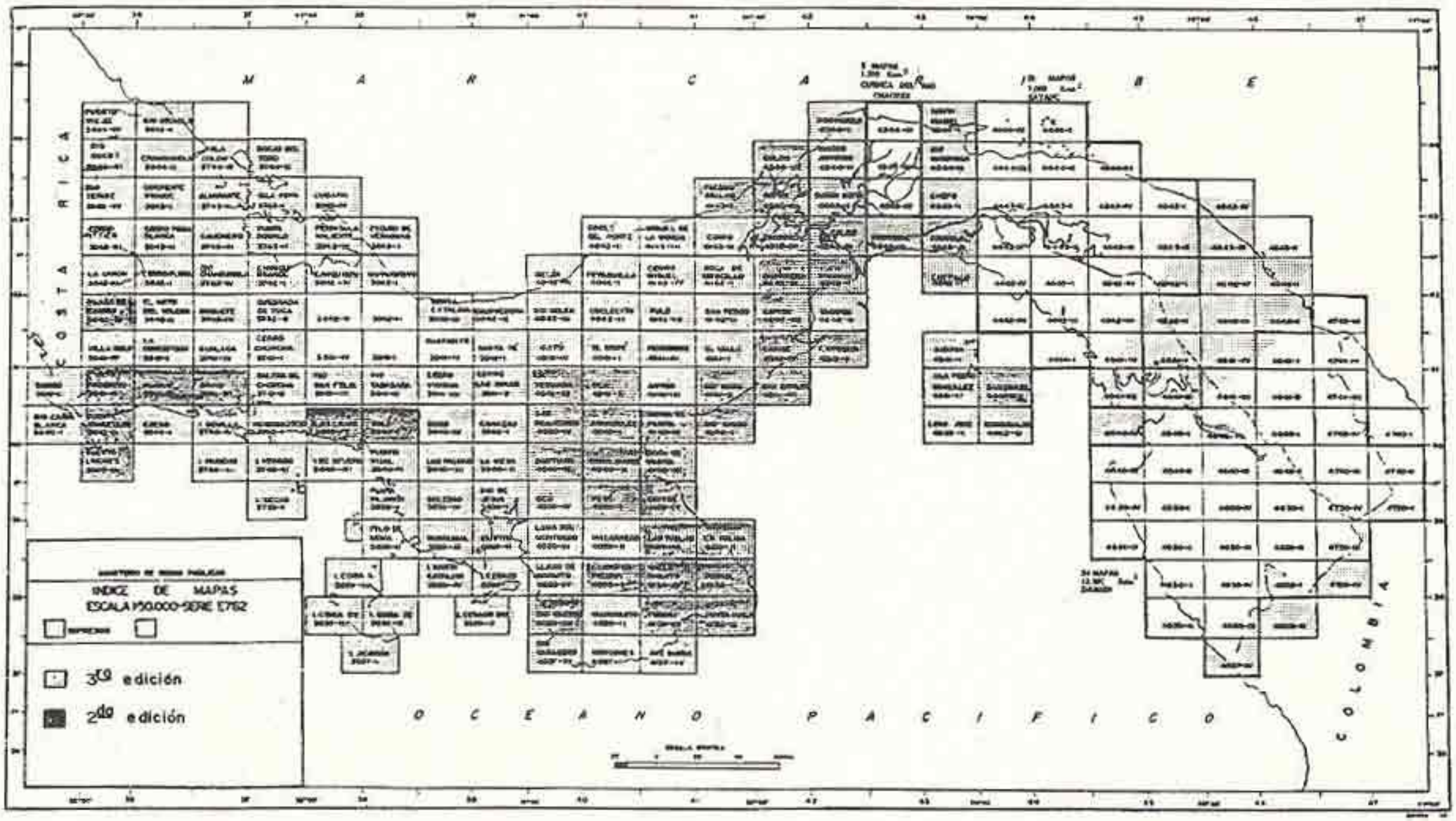


Figura N.º 1

INDICE DE LAS HOJAS ACTUALIZADAS 1:50.000

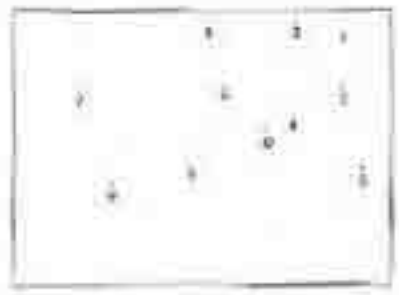
GRAFICA NO. 2

GRADO DE PRECISION DE "REGISTRO VISUAL" DE IMAGEN EN SUBRE MAPA TOPOGRAFICO

PUNTO NO.	COORDENADA DE IMAGEN EN M	COORDENADA DE IMAGEN EN E	COORDENADA DE MAPA TOPOGRAFICO M	COORDENADA DE MAPA TOPOGRAFICO E
1	901716.300	523934.116	901690.124	523802.063
2	896726.938	523680.344	896747.825	523835.785
3	902219.750	520050.062	902219.188	520110.591
4	898682.688	519032.236	898642.567	519046.656
5	902617.375	513355.094	903672.188	511282.812
6	897300.219	514498.219	897010.438	514425.938
7	896481.750	504823.000	896501.688	504747.344
8	890661.062	525164.250	890652.938	525115.123
9	889516.875	507300.281	889492.625	507307.906
10	893648.312	517773.406	893633.125	517657.406
11	890932.188	511009.906	890946.125	511462.600

ERRORES RESIDUALES

	V_N	V_E
1	-26.375	-52.093
2	20.687	-44.593
3	+40.562	60.532
4	+ 0.125	-155.500
5	14.813	27.718
6	10.219	-32.281
7	19.338	-75.656
8	+ 8.324	-49.625
9	-24.250	-62.375
10	+25.187	-116
11	10.937	-47.906



DISTRIBUCION DE PUNTOS DE TRANSFORMACION DEL "REGISTRO VISUAL"

$$RMS = \sqrt{\frac{\Sigma V^2}{n}}$$

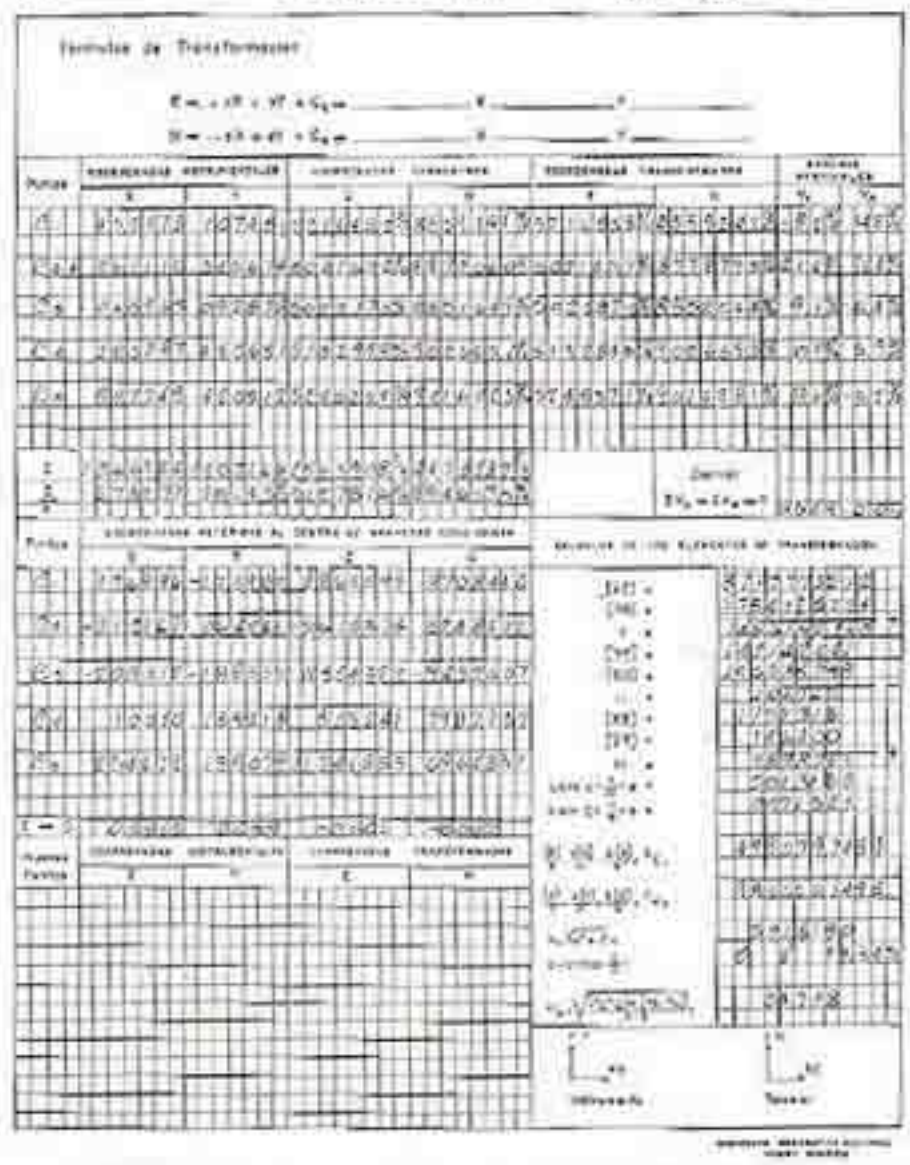
$$RMS_P = \sqrt{RMS_E^2 + RMS_N^2}$$

$RMS_N = \pm 21.459$

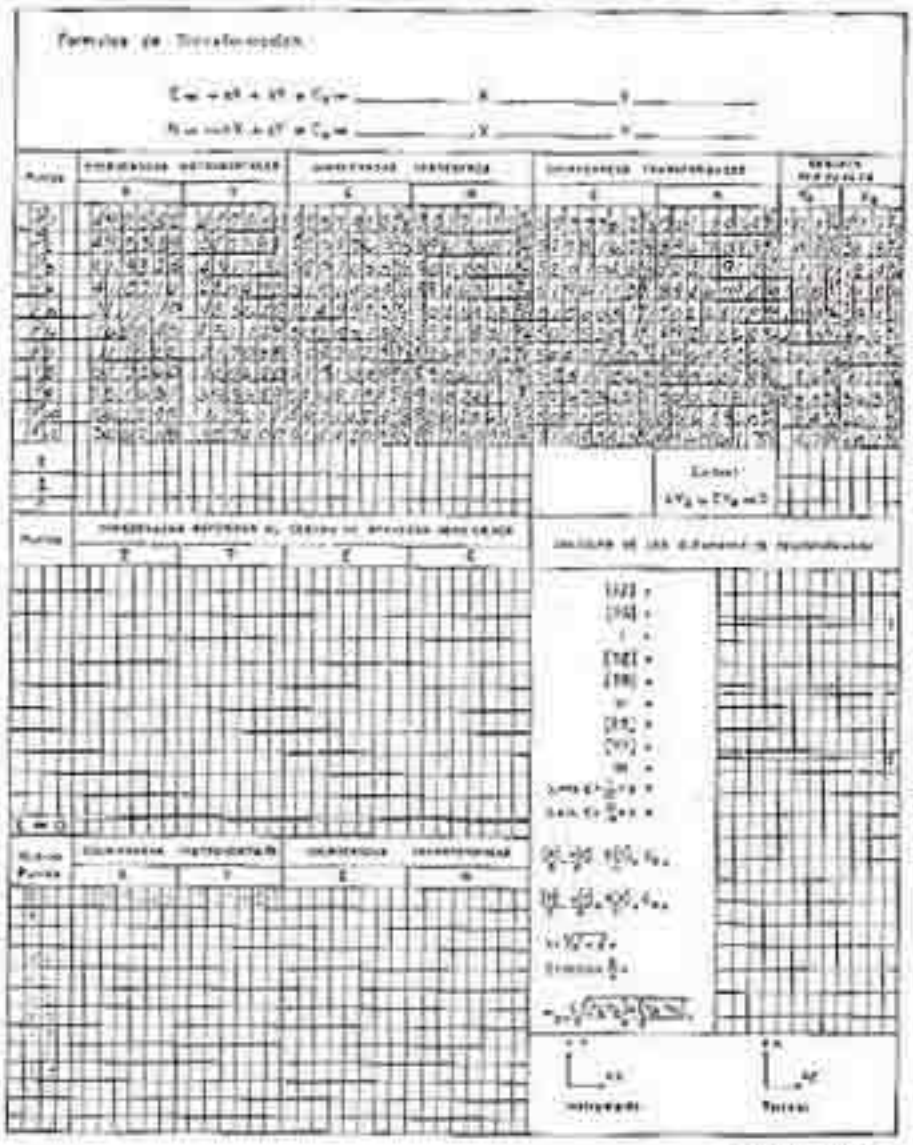
$RMS_E = \pm 79.330$

$RMS_P = \pm 82.200$

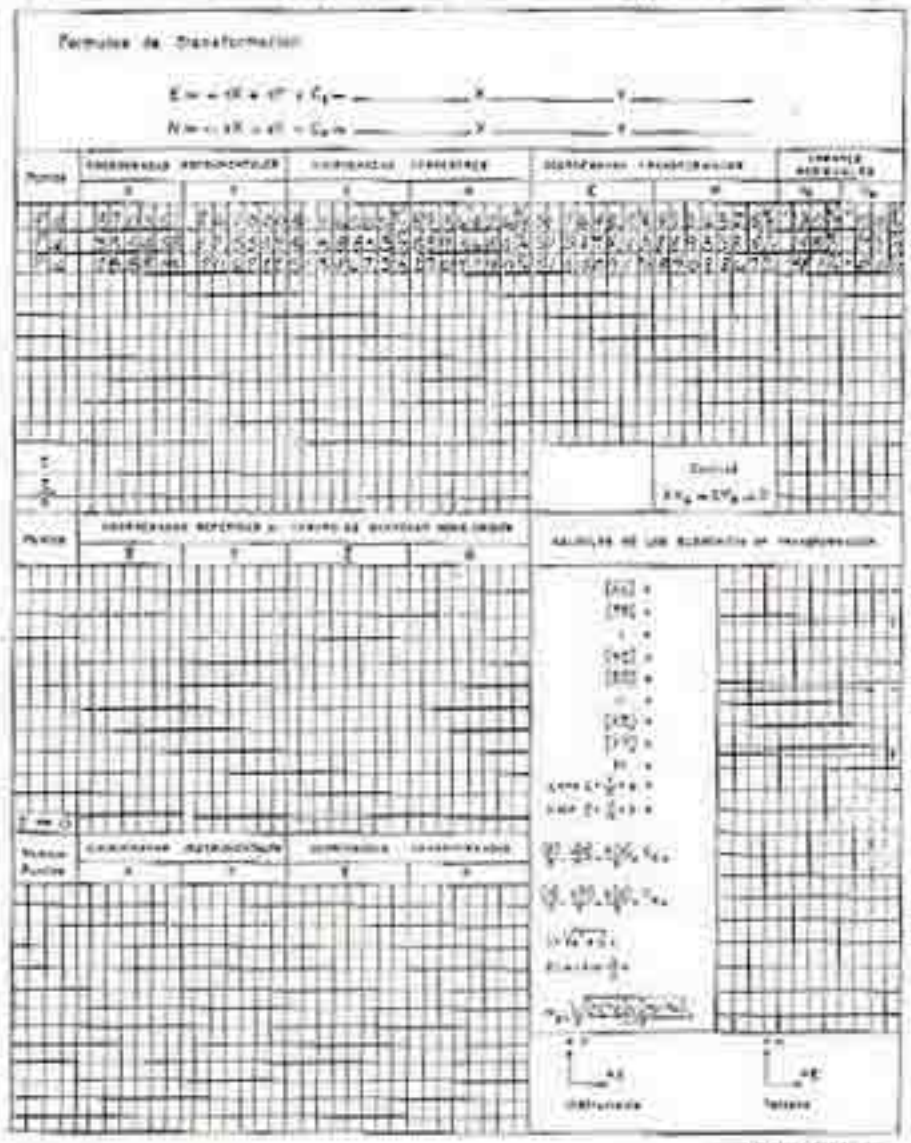
TRANSFORMACION LINEAL CONFORME CON MAS DE DOS PUNTOS

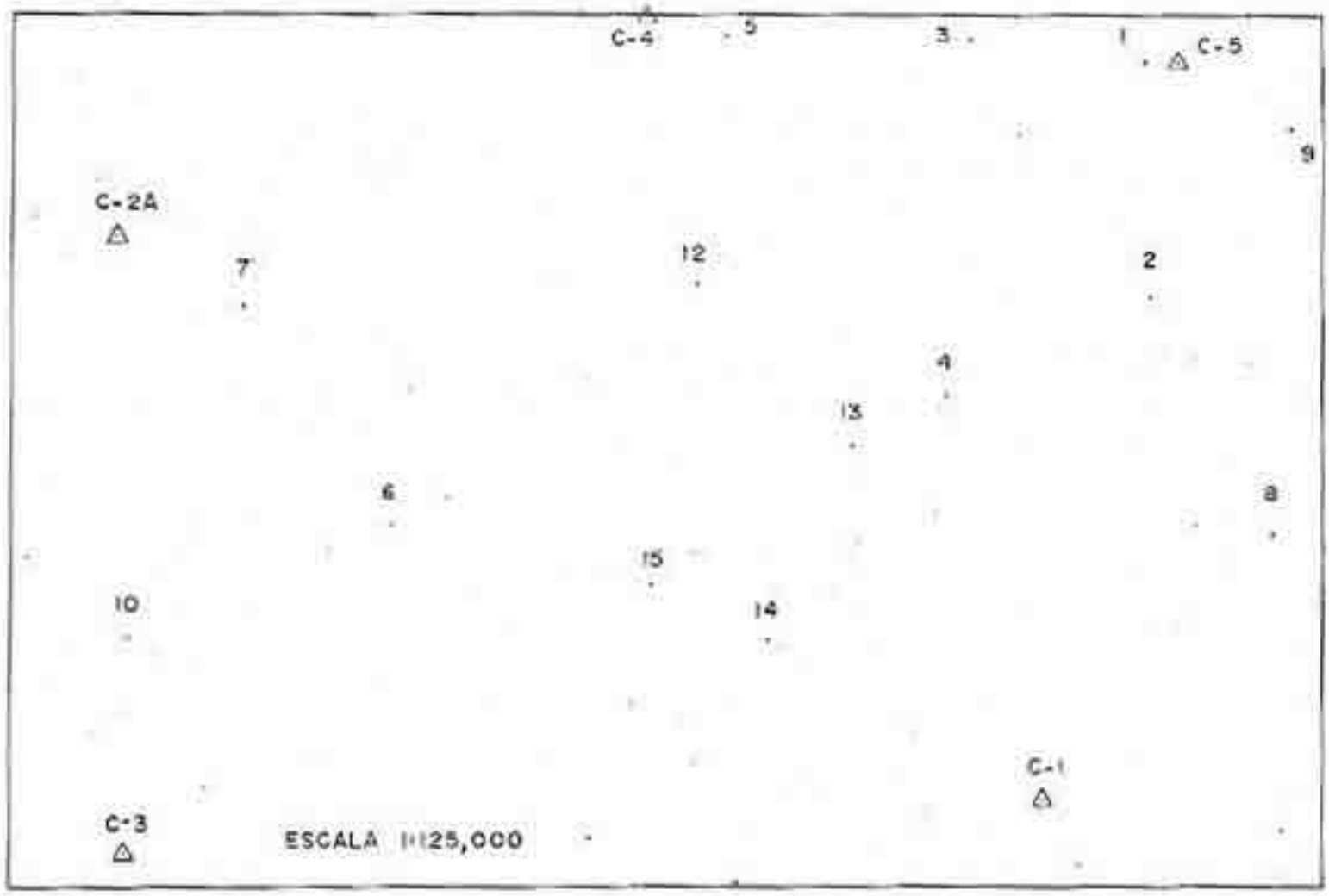


TRANSFORMACION LINEAL CONFORME CON MAS DE DOS PUNTOS



TRANSFORMACION LINEAL CONFORME CON MAS DE DOS PUNTOS

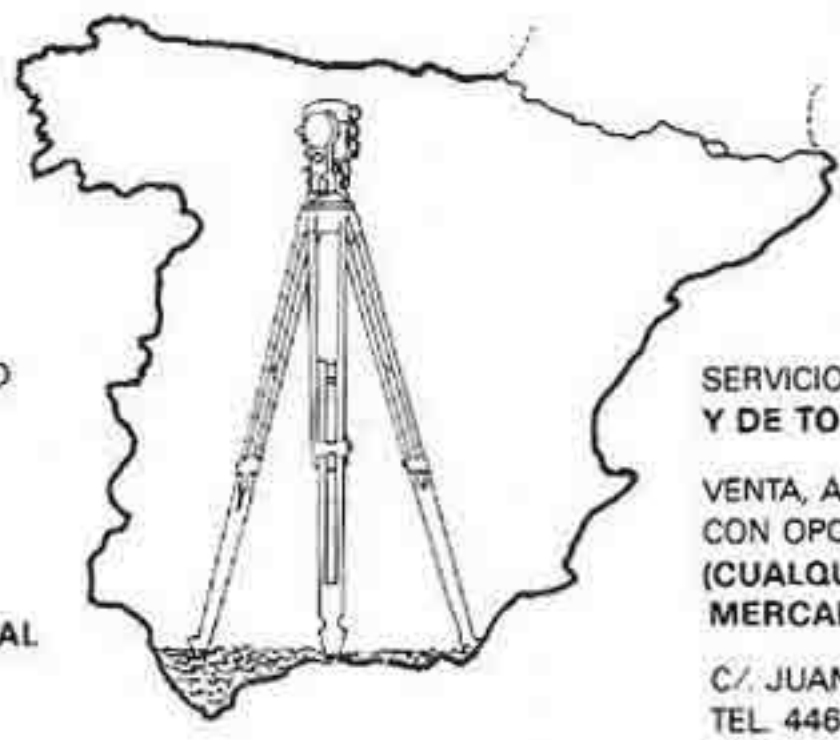




GRAFICA # 3 DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS DE CONTROL Y DE VERIFICACION DEL "REGISTRO MATEMATICO"

SERVICIOS TOPOGRAFICOS

LA TECNICA, S. A.



CONSULTIN TOPOGRAFICO INFORMATIZADO

TODO EN TOPOGRAFIA CLASICA

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO **GLOBAL (G.P.S.)**

DEPARTAMENTO DE INFORMATICA. CALCULOS TOPOGRAFICOS **SERVICIO PLOTTER.**

SERVICIO TECNICO **PENTAX Y DE TOPOGRAFIA EN GENERAL.**

VENTA, ALQUILER O ALQUILER CON OPCION A COMPRA **(CUALQUIER MARCA DEL MERCADO)**

C/. JUAN DE AUSTRIA, 30
TEL. 446 87 04 Y 446 81 66
FAX. 593 48 83
28010-MADRID

REPUBLICA DOMINICANA

Grabado antiguo. Vista de Santo Domingo

HISTORIA DE LA CARTOGRAFIA MODERNA DOMINICANA

Por: **JOSE JOAQUIN HUNGRIA MORELL**
Ing.º Exdirector del Instituto Geográfico y Geológico
de la Universidad Autónoma de Santo Domingo

El presente trabajo constituye una Historia de la Cartografía Moderna Dominicana aunque a grandes rasgos —en forma suscinta— ya que nuestro propósito no es hacer una enumeración exhaustiva ni tampoco entrar en muchos detalles acerca del desarrollo de los hechos y actividades cartográficas modernas en Dominicana, sino meramente destacar las que consideramos de mayor importancia y trascendencia en nuestro devenir histórico —coincidente con nuestra época republicana— al igual que señalar las instituciones y personas que han tenido principal responsabilidad o han contribuido mayormente a la realización de tales hechos y actividades.

Con tal objeto y partiendo de la definición dada por el Comité de Expertos en Cartografía llamado por la Secretaría de las Naciones Unidas en abril de 1949, de que "la Cartografía está considerada como la ciencia de preparar todos los tipos de mapas y cartas, e incluye toda operación desde el levantamiento original hasta la impresión final de los mapas", vamos a seguir y a desarrollar la clasificación general de la cartografía de la Isla Hispaniola —y de la parte Dominicana— propuesta por quien fue el primer funcionario y Director dominicano del actual Instituto Geográfico Universitario, Ing. Oscar Cucurullo, Jr., en su obra "Geografía de Santo Domingo", Tomo I, editada en 1956, clasificación que a la luz de la anterior definición interpretamos como "histórico-técnica" y con la cual estamos de acuerdo en términos generales:

A. MAPAS ANTIGUOS

Comenzando con el bosquejo de la costa Noroeste y Norte Central de la Isla La Española, conocido como la "Carta de Colón", dibujada por el propio Almirante y publicada en 1493, y comprendiendo además todos los mapas que se fueron confeccionando de la isla hasta el primer cuarto del siglo XVIII, mapas que carecen de exactitud y son en gran parte hasta fabulosos, que no se basan en observaciones astronómicas ni en levantamientos geodésicos;

B. MAPAS NI ANTIGUOS NI MODERNOS

1. Comenzando con el confeccionado en 1725 por Amedée-Francois Frezier, quien había sido enviado a la colonia francesa de Saint Domingue como Ingeniero en Jefe y se ocupó de la hidrografía de la costa, quedando sujetado este mapa a observaciones astronómicas hechas por Guillermo Delisle; trabajos a los que siguieron de tiempo en tiempo importantes determinaciones de nuevas posiciones y formas de la costa que fueron dando poco a poco una imagen más real de la isla, y con cuyos resultados fue editado un nuevo mapa en 1787;

2. Otros mapas que le siguieron muestran un trazado muy superior en la actual parte haitiana que en la dominicana, superioridad ésta que predominó en los mapas que se hicieron en la primera mitad del siglo XIX, pero cuya circunstancia vino a tener su balanceamiento —precisamente— en 1858, cuando se publicó el primer mapa de tipo mural que se conoce de la isla, ejecutado por Robert H. Schomburgk, Consul de Su Majestad Británica en Santo Domingo, quien no solamente hizo observaciones astronómicas en nuestra ciudad capital sino también en el interior de Dominicana, amén de dedicar todo el tiempo que pudo al estudio de las ciencias naturales;

3. Una comparación del conjunto de los mapas incluídos en esta segunda etapa de la cartografía de la isla muestra una evolución bien distintiva. Los más viejos conservan algunas de las características de los mapas antiguos, mientras que los más nuevos llegan a tener elementos propios de los mapas modernos. En general, estos mapas que se consideran no son "ni antiguos ni modernos", tienen muy poca exactitud, pero la mayor parte de sus datos son de existencia real, por lo que resultan valiosos en las investigaciones históricas; se apoyan en numerosas observaciones astonómicas y en levantamientos parciales de la costa, no geodésicos;

4. En el caso específico del mapa general de la isla del geógrafo y diplomático inglés Sir Robert H. Schomburgk, estamos de acuerdo con lo apuntado por el Agrim. Smester Tolentino, de que el mismo puede considerarse como el último de los mapas antiguos y el precursor de los mapas modernos, ya que además de ser el primero trazado a una escala mayor que los anteriores (1:400,000) fue el fruto de numerosas observaciones hechas durante una serie de expediciones científicas que realizó por el interior de Dominicana entre los años 1819 y 1852 (sobre las cuales publicó varias reseñas), habiendo dedicado otros tres años para dar por concluido su trabajo cartográfico, el cual sirvió por muchos años como la carta principal de ambos países. Una calle de nuestra ciudad capital lleva el nombre de este ilustre naturalista británico;

C. MAPAS MODERNOS NO CONTEMPORANEOS

1. Los trabajos de cartografía moderna se iniciaron en Dominicana con la publicación en 1872 de un mapa topográfico-geológico del territorio nacional, por el geólogo norteamericano William More Gabb, quien laboró para la confección del mismo desde 1869, basándose enteramente en nuevos levantamientos realizados sobre las regiones donde se extendió su trabajo de examen geológico, por medio de triangulaciones, habiendo efectuado un nuevo trazado de la línea de costa entre Montecristi y Azua, enlazando las playas a las triangulaciones, pero también usando levantamientos locales de las marinas norteamericana y británica en las bahías de Samaná y de Las Calderas, y copiando la parte haitiana y todo el Suroeste dominicano del mapa de Schomburgk;
2. Otro mapa, confeccionado en 1882, fue una carta náutica de la Bahía de Samaná, como resultado de un levantamiento hidrográfico completo de dicha bahía efectuado por el buque "Despatch" de la armada norteamericana, basado también en la triangulación;
3. En adición al anterior mapa y como resultado de otros levantamientos hidrográficos hechos anteriormente por el buque "Dictator" en 1870, y por el buque "Ossipee" en 1874, también fueron publicadas otras cartas náuticas de nuestras costas por la Oficina Hidrográfica de los Estados Unidos;
4. Otro mapa destacado, que ha venido a ser denominado "el clásico Mapa de Moya", fue el Mapa de la Isla de Santo Domingo y Haití, publicado en 1904 por el notable geógrafo, cartógrafo e historiador dominicano, General Casimiro N. de Moya, el cual había sido aprobado y adoptado como mapa oficial de la República Dominicana por ley del Congreso Nacional de 1905. Con anterioridad, en 1900, el Gral. de Moya había publicado un plano en colores de la ciudad y contornos de Santo Domingo, a escala 1:3.000;
5. Al anterior mapa de la isla siguió otro que ha sido calificado como "la réplica haitiana al de Moya", intitulado "Carte Physique et Politique de l'Ile de Haiti", del cual son coautores Alexandre Poujol y Henri Thomasset;
6. Aún cuando los diversos trabajos mencionados anteriormente se sirvieron de algunos métodos de tipo geodésico, no es posible decir que los resultados conseguidos alcanzaran precisiones geodésicas y —en ese sentido— los primeros levantamientos que satisfacieron esa condición fueron los trabajos iniciados en 1919 y continuados hasta 1921 por el Servicio Geológico de los Estados Unidos, en tiempos de la primera ocupación norteamericana, consistentes en el levantamiento topográfico dominicano a escala 1:100.000, por disposición de la entonces Secretaría de Estado de Fomento y Comunicaciones, destinándose por ley los fondos necesarios "para proveer un apeo topográfico a base de triangulación de la República Dominicana, y un estudio de sus recursos naturales";
7. Unicamente se llegaron a publicar 5 de las 30 hojas que abarcarían nuestro territorio, siendo ésta la primera vez que se disponía de mapas topográficos a una escala semi-detallada, con curvas de nivel y las elevaciones del terreno, cubriéndose una extensión total de unos 8.000 Km²; estos trabajos también deben ser recordados especialmente en el sentido de que fueron lo primeros en alcanzar las altas cumbres de la Cordillera Central;
8. Otro trabajo muy interesante fue el realizado por la 2ª Brigada del U.S. Marine Corps en 1922, consistente en un mapa para fines militares y administrativos de todo el país, basado en el levantamiento anterior, en otro levantamiento de la Bahía de Samaná, en las cartas hidrográficas existentes, en levantamientos catastrales, y en los propios levantamientos que se hicieron para este mapa planimétrico, usando plancheta, brújula y pasos, que se compone de (44) hojas principales (a escala 1:63.360) y más de 100 accesorias, y se distingue con la denominación de "Strategic Map. Dominican Republic. 1922", que a la vez vino a ser el primer mapa planimétrico a la indicada escala semidetallada abarcando todo nuestro territorio;
9. Tras más de tres lustros de haberse realizado los trabajos anteriores, es publicado en 1938 un nuevo mapa mural de la isla, compilado por el Ing. Casimiro Gómez a una escala aproximada de 1:400.000, que resume en su forma más escueta los resultados de los trabajos cartográficos realizados en décadas anteriores, a la vez que actualiza y completa la toponimia dominicana, así como la planimetría del terreno;

10. A mediados de 1940, por Resolución del Consejo de la Universidad de Santo Domingo dada en fecha 6 de julio, es creado el Instituto Geográfico y Geológico, hoy Instituto Geográfico Universitario, organismo al cual amén de coadyuvar a la enseñanza de las ciencias geográficas le es asignada como función primordial la preparación del Mapa Nacional, entidad que vino a ser reforzada de manera preponderante para tal fin, por la Comisión de Límites Geográficos Nacionales, dependiente de la Secretaría de Estado de Interior y Policía, creada en el año 1942, ambos acontecimientos éstos de importancia y trascendencia para el desarrollo de la cartografía moderna dominicana, sobre los cuales hablaremos más adelante;

11. Mientras tanto, en 1943 inició la Compañía Seabord Dominicana de Petróleo, C. por A., una triangulación compuesta por tres cadenas que se extendieron a lo largo de los Valles del Yaque del Norte, San Juan y la Hoya de Enriquillo, como base para el levantamiento de mapas de extensas zonas del territorio nacional en donde se les había otorgado concesiones para investigaciones petroleras; esta triangulación fue apoyada en varias bases que se midieron en la vecindades de La Descubierta, San Juan de la Maguana y Guayubín, y se enlazó por el Este con lados de la triangulación establecida décadas antes por el Servicio Geológico Norteamericano;

12. La planimetría de los mapas topográficos que se compilaron en esta ocasión se hizo con fotografías y mosaicos elaborados por dos empresas aerofotogramétricas norteamericanas, habiendo puesto esta firma petrolera estos mapas topográficos a la disposición de los organismos cartográficos dominicanos, lo que constituyó un valioso aporte para la confección de una carta preliminar del territorio nacional, emprendida conjuntamente por ambos organismos;

13. En efecto, en vista de que la recién creada Comisión de Límites Geográficos Nacionales precisaba de un mapa nacional con un mínimo de datos y detalles requeridos para el estudio y determinación de los límites geográficos de las Provincias y Municipios que componían el territorio de la República —que era la misión primordial que le había sido encomendada— necesidad que a su vez coincidía con la misión primordial asignada al Instituto Geográfico y Geológico, ambos organismos —de común acuerdo— emprendieron la tarea —a principios de 1943— de dedicar sus mayores esfuerzos para el levantamiento y elaboración de una Carta Preliminar que abarcara la totalidad de nuestro territorio, mapa que se compondría de las mismas (30) hojas a escala 1:100.000 que había iniciado el Servicio Geológico Norteamericano en el período 1919-1921, aunque únicamente sería planimétrica y no altimétrica, esto es, sin contener las curvas de nivel ni elevaciones del terreno, dado que para una gigantesca tarea como esta última no se contaba con los cuantiosos recursos económicos, tecnológicos y de personal altamente calificado que se requería para emprenderla;

14. Para facilitar más la realización de esta tarea por ambos organismos, mediante Decreto N.° 1363 del año 1943, el Poder Ejecutivo dispuso que el Instituto Geográfico y Geológico fuera el órgano técnico de la Comisión de Límites Geográficos Nacionales, lo que permitió una armoniosa y productiva fusión del personal, equipos, vehículos, materiales y recursos económicos de las dos entidades, con el beneficio adicional de que como a la Comisión de Límites Geográficos se le fue dotando cada año con mayores recursos económicos, progresivamente se pudo ir adquiriendo los equipos, instrumentos y vehículos necesarios, al igual que utilizando más personal, lo que gradualmente fue reforzando de modo preponderante la capacidad de trabajo del Instituto Geográfico;

15. Tras una labor continua y sistemática que duró más de siete años, el referido mapa nacional, que se vino a denominar Carta Preliminar Expeditiva por la rapidez y prioridad que se le impartió a su levantamiento y confección, logró concluirse para el año 1950, fecha cuando ocurrieron otros hechos de importancia y trascendencia para el desarrollo de la cartografía moderna en Dominicana, según vamos a referir subsiguientemente;

16. Al iniciarse los trabajos de la mencionada Carta Preliminar Expeditiva, el Instituto Geográfico y Geológico estaba dirigido por el Ing. Ramón Martorell Otzet, quien fuera el fundador y primer Director del mismo; luego le sucedió el Lic. Aurelio Matilla Jimeno (en 1946), quien fuera también de los fundadores del Instituto y quien a su vez fue sustituido como Director (en 1947) por el Ing. Oscar Cucurullo, Jr., quien —como dijimos antes— fue el primer Director dominicano que tuvo ese organismo, además de haber sido el primer dominicano en ingresar como empleado tras haber sido becado como Estudiante-Auxiliar en febrero de 1942, y bajo cuya dirección fue concluída la Carta Preliminar Expeditiva;

17. Por otro lado, el promotor de la creación de la Comisión de Límites Geográficos Nacionales lo fue el distinguido geógrafo, cartógrafo e historiador dominicano, Agrim. Vicente Tolentino Rojas, quien a su vez fuera su diligente Presidente desde su creación hasta 1948, y a cuya memoria, al igual que a la de los dos fundadores y primeros directores del Instituto Geográfico y Geológico, Ing. Martorell Otzet y Lic. Matilla Jimeno (los tres ya fallecidos), quiero dedicar este trabajo, como homenaje de recordación a quienes como proponentes de la

creación de ambos organismos no solamente contribuyeron a sentar las bases institucionales sino también fueron activos propulsores de la cartografía moderna contemporánea en nuestra Dominicana, cuyo inicio y desarrollo trataremos más adelante;

18. Precisamente otros de los pasos positivos en el desarrollo de la cartografía moderna dominicana dué la creación —apartir de 1950— del Instituto Geográfico Militar, mediante la refundición del Instituto Geográfico y Geológico y la Comisión de Límites Geográficos Nacionales, nuevo organismo que más tarde sería designado Instituto Cartográfico Militar (a partir de 1956) y luego Instituto Cartográfico Militar de las Fuerzas Armadas (octubre de 1958), hasta ser reintegrado de nuevo a la hoy Universidad Autónoma de Santo Domingo (a partir de mayo de 1960) con el nombre de Instituto Cartográfico Universitario;

19. Durante la década y cuatro meses que el Instituto Geográfico funcionó como dependencia de la Secretaría de Estado de las Fuerzas Armadas, disfrutó —en términos generales— del período más próspero en toda la historia de su existencia pues fue dotado del equipo e instrumental técnico más valioso y moderno —en su conjunto— con que ha venido contando hasta la actualidad; pudo contar con más del doble del personal con que ha contado en sus demás épocas, personal técnico que en su mayor parte pudo ser enviado al extranjero a recibir entrenamiento especializado, además del recibido localmente tanto en el campo como en el gabinete; pudo completar el establecimiento y medición de las redes nacionales de triangulación geodésica de precisión de 1.º, 2.º y 3.º orden, así como la red nacional de nivelación geodésica de 1.º orden, redes geodésicas de triangulación y nivelación que a su vez fueron enlazadas con las redes similares del vecino Haití, con lo que también se completó el enlace por triangulación —a través del Canal del Viento y del Estrecho de la Florida— con la isla de Cuba y de Cuba con la Península de la Florida, logrando así el enlace geodésico de Dominicana con el datum horizontal norteamericano de Meades Ranch, en el Estado de Kansas, estación o punto que sirve de referencia horizontal a toda la América del Norte;

20. Otros importantes logros cartográficos obtenidos en la década 1950-1960 serán tratados cuando entremos a considerar la etapa de los mapas modernos contemporáneos; mientras tanto y para concluir el enfoque de las últimas fases de los mapas modernos no contemporáneos, amerita mencionarse el hecho de que al concluirse —en 1950— las (30) hojas de la Carta Preliminar Expeditiva de Dominicana, a escala 1:100.000, dicho mapa de inmediato sirvió de base y referencia para la elaboración de las (68) cartas municipales utilizadas por la entonces Dirección General de Estadística para la labores de organización y ejecución del Censo de 1950, cartas a las cuales se agregaron otros datos que no figuraban en las primeras, importante paso éste en la historia de la cartografía dominicana, ya que por primera vez se llegó a contar con cartas de todos los municipios del país a esa escala, lo que a la vez permitió, también, que por primera vez se emplearan mapas apropiados en la planificación de un censo nacional, desde los primeros censos nacionales efectuados en 1920 y 1935;

21. Finalmente, un notable aporte en el campo de la cartografía moderna dominicana tuvo su realización en el año 1952, cuando fue dado a la publicidad y puesto en circulación un Mapa Mural de la Isla de Santo Domingo, a escala aproximada de 1:400.000, impreso a seis colores, editado por una firma de la ciudad de Nueva York, de acuerdo a contrato celebrado con el Gobierno Dominicano, mapa que fue confeccionado en base a un borrador-matriz preparado por el Instituto Geográfico Militar en el año 1950; un plano de la entonces Ciudad Trujillo y un cuadro de distancias por carreteras entre 105 ciudades y poblados del país, así como un mapa de la América Central y las Antillas, contituyen tres gráficos principales de varios que aparecen insertos en dicho mapa.

22. A diferencia de los mapas murales de Moya y de Gómez —como es natural y lógico— la parte dominicana de este último mapa fue mucho más exacta y completa que los anteriores, en razón de que la confección del borrador-matriz se basó en los datos e informaciones contenidas en la recién terminada Carta Preliminar Expeditiva del Territorio Nacional; el trazado de la línea de costa e islas adyacentes se hizo en base a las hojas de compilación estereo fotogramétrica a escala 1:25.000 de todo nuestro litoral, de las cuales afortunadamente ya disponía el Instituto Geográfico; el trazado de los linderos interprovinciales se hizo en base a límites ya definidos y aprobados por leyes, así como en límites determinados en estudios y reconocimientos efectuados sobre delimitaciones territoriales, al igual que el trazado de la línea fronteriza con Haití, el cual se hizo utilizando las (97) hojas a escala 1:4.000 levantadas de acuerdo al Tratado Dominico-Haitiano de 1929 y el Protocolo de Revisión de 1936;

23. En resumen, todos estos mapas considerados como "modernos no contemporáneos" tienen exactitudes que varían entre poca y bastante, y los últimos representan bien o muy bien la planimetría del terreno, aunque en grado mucho menor —cuando no poca o ninguna— la altimetría; también se fundan en un gran número de observaciones astronómicas, en levantamientos de partes o complejos de la costa, en levantamientos gosdésicos de tercer orden y en fotografías aéreas y mosaicos, aunque

no tratados necesariamente por procedimientos de compilación estereofotogramétrica.

D. MAPAS MODERNOS CONTEMPORANEOS

1. Aunque según acabamos de indicar, la etapa de los mapas modernos no contemporáneos se considera se extiende hasta 1952, con la publicación del último mapa mural de la isla confeccionado por el Instituto Geográfico Militar, se puede decir que hay una yuxtaposición de unos cinco años con el inicio de la etapa de los mapas modernos contemporáneos, la cual consideramos arranca con la puesta en vigencia de un Acuerdo Cartográfico y Geodésico Cooperativo entre los gobiernos de Dominicana y Estados Unidos, suscrito en agosto de 1946, cuyo principal objetivo era llevar a cabo las operaciones geodésicas y demás trabajos de campo requeridos para la elaboración de un mapa topográfico regular, esto es confeccionado de acuerdo a las normas y procedimientos técnicos más modernos y, consecuentemente, de la mayor exactitud posible, el que vino a ser llamado Mapa Topográfico Básico de Dominicana a escala 1:50.000, con curvas de nivel e indicación de las elevaciones exactas del terreno, así como con la toponimia más completa que apropiadamente permitiera dicha escala;

2. Al efecto, desde fines de ese año y principios de 1947, fueron iniciadas, previo acuerdo entre el Instituto Geográfico y Geológico y el Servicio Geodésico Interamericano (IAGS), que fue el organismo técnico designado por el Gobierno de los Estados Unidos para ejecutar dicho Acuerdo Cooperativo, las operaciones de reconocimiento para el establecimiento de las redes nacionales de triangulación geodésica de 1.º y 2.º orden y de nivelación geodésica de 1.º orden, esta última a lo largo de las principales carreteras del país, redes cuya medición pudieron completarse felizmente casi en su totalidad, hacia fines de 1957, tras una ardua, intensiva y costosa tarea, para llevar a cabo la cual fue necesario utilizar aviones ligeros y helicópteros, para el transporte rápido y escalamiento en las altas cumbres de nuestras cadenas montañosas del personal destacado para esos trabajos, aparatos aéreos éstos que —al igual que instrumentos, vehículos, tiendas de campaña y otros enseres— fueron facilitados por el Servicio Geodésico Interamericano, organismo éste que a la vez trajo al país una serie de técnicos especialistas para asesorar y cooperar con estos trabajos;

3. Habiendo planteado al superior gobierno que, con la cuasi terminación de las redes nacionales de triangulación y nivelación geodésica, el siguiente paso era proceder a la toma de las fotografías aéreas del territorio nacional para la compilación estereofotogramétrica de los mapas topográficos, por recomendación personal del Generalísimo Trujillo, el Presidente de la República, Héctor B. Trujillo Molina, autorizó que fuera contratada una compañía aerocartográfica canadiense para tomar dichas fotografías, la cual inició estas operaciones en enero de 1958, continuando hasta el mes de abril, fin de la llamada "temporada aerofotográfica", reanudando los vuelos desde principios de diciembre de ese mismo año hasta mediados de marzo de 1959, y finalmente, desde mediados de enero hasta mediados de marzo de 1960, cuando se terminó el contrato, habiéndose logrado un recubrimiento con fotografías a escala 1:60.000 equivalente al 89 por ciento de nuestro territorio;

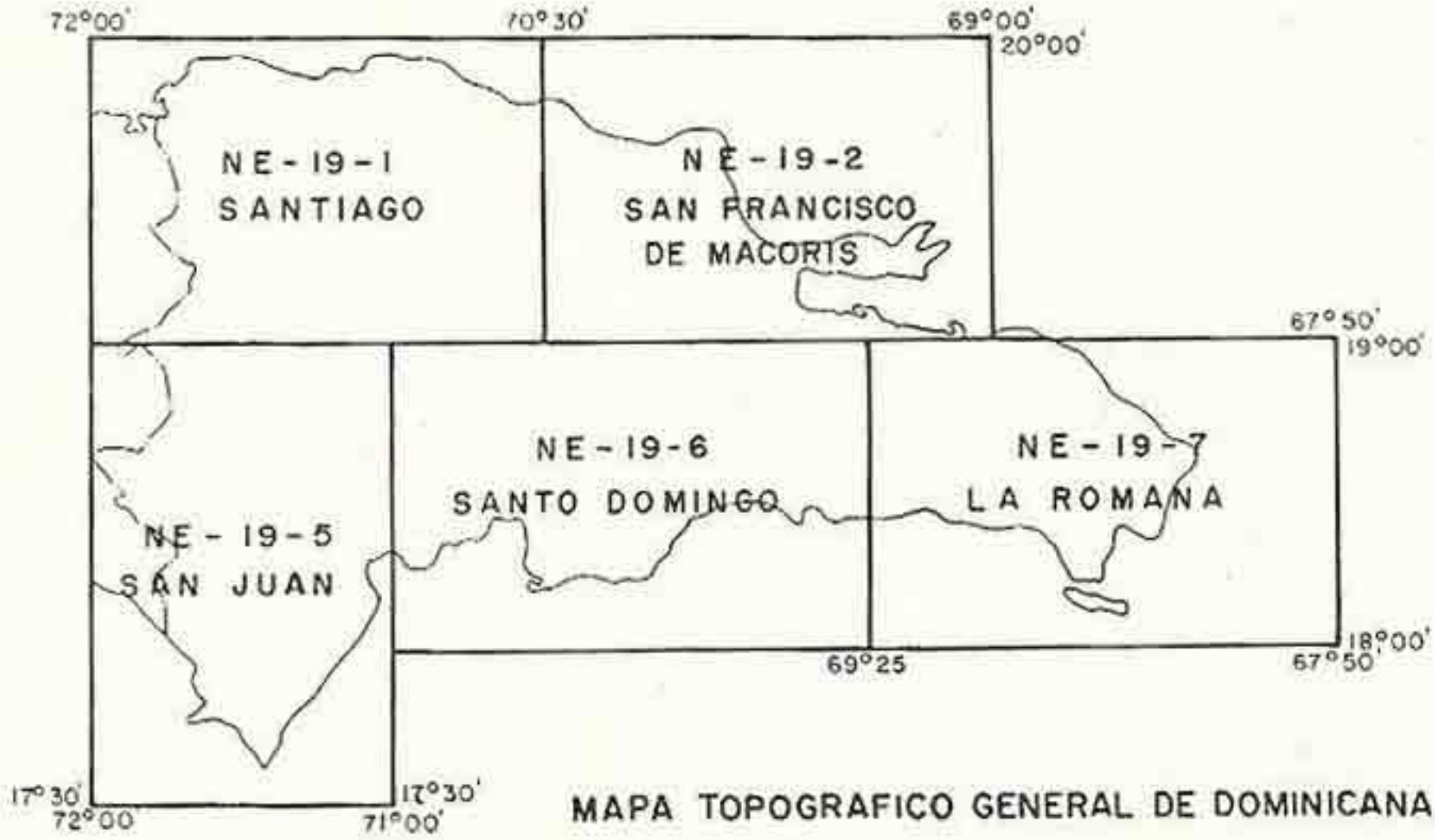
4. Concomitantemente con el inicio de la toma de las fotografías aéreas, a principios de enero de 1958 también fueron iniciadas las operaciones geodésicas llamadas de "control cartográfico suplementario", (junto con la red de triangulación de 3.º orden) esto es, para fijar posiciones horizontales y verticales de puntos situados estratégicamente dentro de las imágenes de las fotografías o fotogramas, operaciones que conjuntamente con las de "clasificación toponímica", esto es, de localización, identificación y diferenciación de los diversos accidentes topográficos dentro de cada fotograma, al igual que la obtención y verificación de los correspondientes nombres geográficos de estos accidentes, tomaron unos once años más, hasta fines de 1968;

5. Mientras tanto, con los datos de campo tanto geodésicos como de clasificación toponímica que se iban enviando gradualmente al Centro Topográfico e Hidrográfico del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, se iba llevando a cabo la compilación estereofotogramétrica, reproducción e impresión en siete colores de los mapas topográficos resultantes, habiéndose editado unas (53) hojas para el año 1965 y completado las (70) restantes para 1969, las cuales fueron entregadas oficialmente al Gobierno Dominicano en ceremonia especial celebrada en el Palacio Nacional, en el despacho del Presidente Joaquín Balaguer, a quien el Director del Servicio Geodésico Interamericano hizo entrega formal de las (123) hojas que componen dicho Mapa Topográfico Básico, significando que Dominicana era el cuarto país de toda la América Latina en haber logrado esa anhelada meta;

6. Un último mapa moderno contemporáneo que merece ser mencionado (aparte de otros para los que no alcanza el tiempo mencionar) lo constituye el juego de (5) hojas del Mapa Topográfico General de Dominicana a escala 1:250.000, que es el resultado de la reducción —por medios electrónicos de las 123 hojas del Mapa Básico (más de la hoja que cubre los cayos Siete Hermanos, al Oeste de Montecristi, que nunca se reprodujo según el formato de las demás), por lo que el mapa resultante, ensamblado en forma de mapa mural, constituye el mapa topográfico general más exacto y completo que poseemos del territorio a esa escala, que es una escala mayor que la de los mapas murales de la isla confeccionados en décadas anteriores.

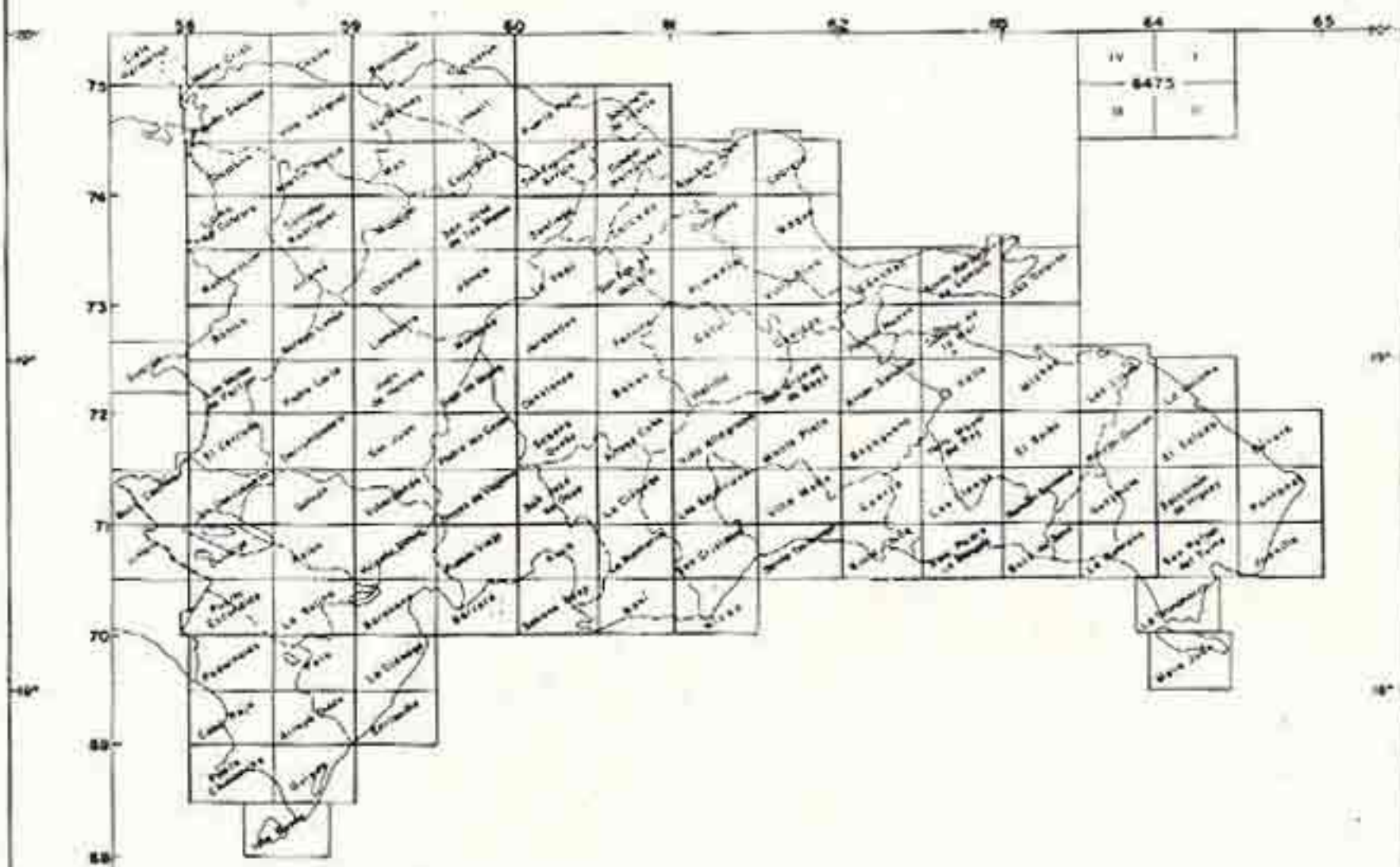
MAPA TOPOGRAFICO GENERAL A ESCALA 1:250,000

DIAGRAMA DE LOCALIZACION DE HOJAS (TERRESTRE Y AEREA)



MAPA TOPOGRAFICO GENERAL DE DOMINICANA

MAPA CLAVE DE LAS HOJAS TOPOGRAFICAS 1:50,000



MAPA TOPOGRAFICO BASICO DE DOMINICANA

ESCALA 1:1000 000

RHEA
RHEA Consultores, S.A. R
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores,
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores, S.A.
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores, S.A. RHEA Con
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores,
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultor
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores, S.A. RHE
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores, S.A. R
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores, S.A.
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores, S
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores,
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultor
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultor
RHEA Consultores, S.A. RHEA Consultores
RHEA Consultores, S.A. RHE
RHEA Consultores, S.A.
RHEA C
RH

RHEA
Cons

RHEA
CONSULTORES, S. A.

CARTOGRAFIA GENERAL Y TEMATICA
FOTOINTERPRETACION
FOTOMECANICA CARTOGRAFICA
FOTOCOMPOSICION
DISEÑOS Y ROCTOS
EDICIONES CARTOGRAFICAS

PASEO DE LA HABANA, 200

250 80 17 - 457 27 07
28016 MADRID

CETFA S.A.

FOTOGRAFÍA AÉREA - FOTOGRAMETRÍA - PROSPECCIONES GEOFÍSICAS

Serrano, 211-1º - 28016 Madrid
Tel. 259 14 00 (3 líneas) - Fax 458 60 23

FUNDADA EN 1927

WECO

Servicio técnico de aparatos topográficos

D. Ramón de la Cruz, 29 - Tel. 431 79 35
28001-Madrid

SERVICIO OFICIAL KERN
Confíe su aparato topográfico en manos de especialistas que garanticen su reparación o puesta a punto. WECO le ofrece esta garantía. Utilice nuestro servicio "compra-venta" para sus aparatos usados. Consúltenos, es gratuito.

A la presentación de este anuncio WECO le ofrece gratuitamente un chequeo de su aparato topográfico.

grado s.a.

MATERIAL TOPOGRAFICO

REPARACION
ALQUILER Y VENTA

Canillas 19 · Tel. 262 15 73 · 28002 MADRID

DISTRIBUIDORES DE

Geodimeter

CARL ZEISS JENA

COLECTOR DE DATOS DC-1000

Basado en el popular PSION XP, GRAFINTA, ha desarrollado un colectivo de datos a su alcance conectable a cualquier aparato PENTAX (PX-06 , PX-20, TH-E, PTS-10, PTS-II), económico, sencillo y fiable, incorpora dos programas:

TAQUIMETRICOS Y PERFILES TRANSVERSALES

CON CAPACIDAD ILIMITADA

PIDANOS INFORMACION

Grafinta SOCIEDAD ANONIMA

Avda. Filipinas, 46
28003 - Madrid
Teléf. 253 72 07

Fax: 233 62 82
Tx. 345089-GRFN

InterMap Analítico.

La mejor decisión en fotogrametría.

Cuando usted decide hoy dia invertir en fotogrametria, depende de la tecnología fotogramétrica elegida para conseguir un puesto de trabajo más productivo a largo plazo.

Intergraph diseñó el InterMap Analitico, mezclando los gráficos interactivos con la óptico-mecánica de un restituidor analítico. El hecho de haber tenido presente en el diseño el factor humano, junto a la tecnología, sitúa al operador del InterMap Analitico en un ambiente fotogramétrico totalmente integrado que supone un incremento de la productividad.

La superimposición óptica en color, característica del InterMap Analitico, permite que el operador verifique que la restitución es correcta. Se pueden ver los elementos restituidos simultáneamente en la pantalla en color del sistema y sobre el modelo tridimensional. Así mismo los menús de manejo de comandos aparecen superimpuestos en el modelo. Desde estos menús el operador selecciona interactivamente el comando adecuado, sin apartar la vista de los oculares, y restituye mediante un cursor especialmente diseñado por Intergraph. La interactividad gráfica en el puesto de trabajo disminuye notablemente las labores de edición posterior, evitando procesos largos y costosos. Todas estas caracteristicas reducen interrupciones innecesarias en el trabajo.

InterMap Analitico. Simplemente la mejor decisión en fotogrametria como inversión y como tecnologia.

El cursor, diseñado especialmente por Intergraph, propor ciona un control total del restituidor.

Mediante la superimposición óptica, los menús de comandos y los elementos ya restituidos aparecen sobre el modelo tridimensional.

INTERGRAPH

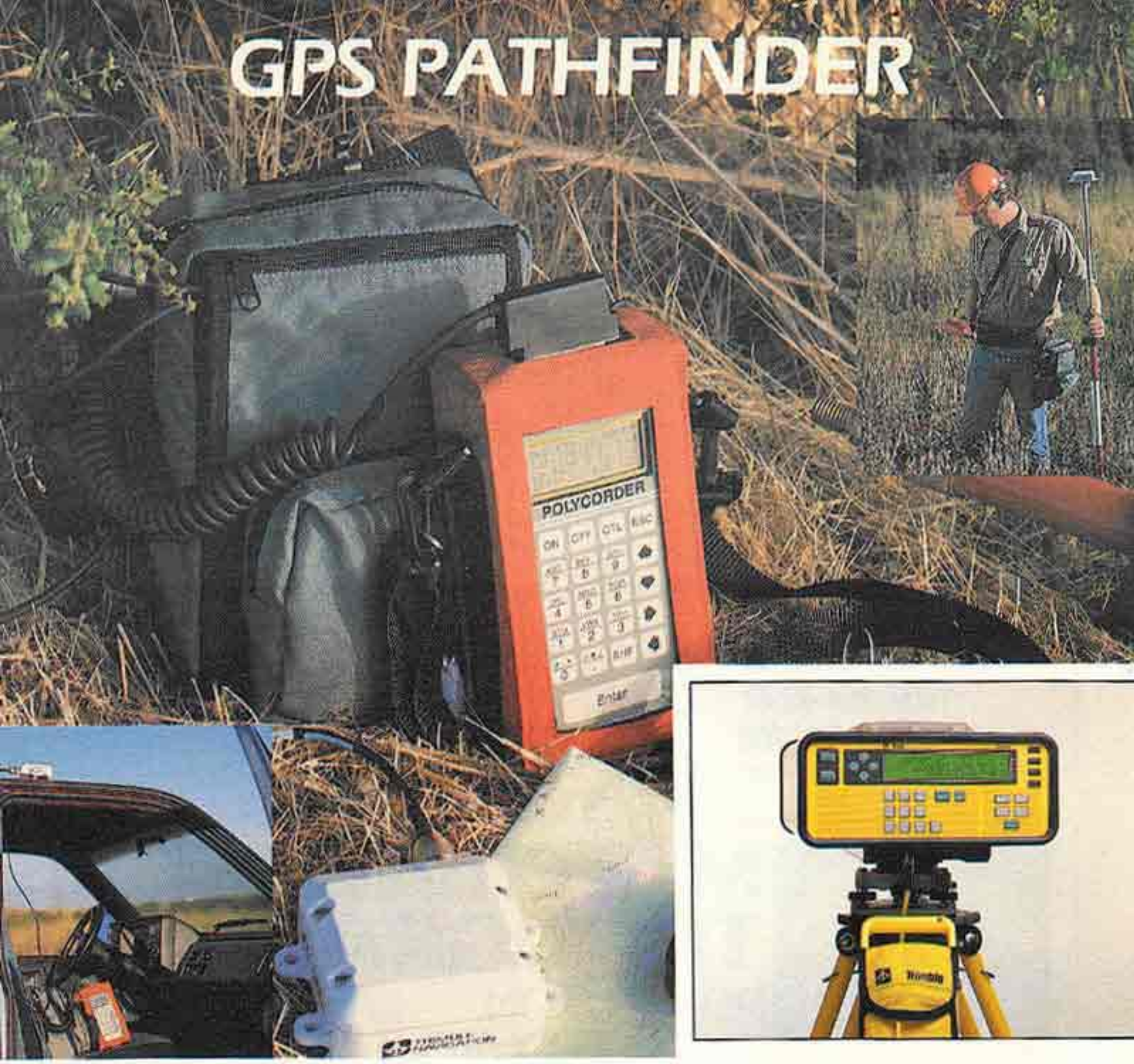
INTERGRAPH ESPAÑA, S.A.

Edificio MAPFRE
Avda. de Burgos, 12
28036- MADRID
TF: 91/766. 57. 79

Edificio UNIBER
Aribau 197-199
08021- BARCELONA
TF: 93/200. 52. 99

Las Mercedes, 8
48930 Las Arenas
VIZCAYA
TF: 94/463. 40. 66

GPS PATHFINDER



TRIMBLE GPS. HA LLEGADO.

Los trabajos topográficos le pueden llevar a diversos tipos de terrenos, a escondidos rincones. En cada caso encontrará dificultades diversas. El denominador común será siempre la necesidad de emplear instrumentos que permitan realizar el trabajo con precisión, rapidez y eficiencia. Los receptores GPS de TRIMBLE NAVIGATION LTD constituyen la solución ideal.
Para trabajos expeditos, mediciones de zonas forestales, linderos o simplemente determinación de coordenadas, el Pathfinder es sin duda el ideal del topógrafo. Liviano, portátil, puede ser transportado integramente por un solo hombre. Todo el sistema, receptor, colector de datos y antena, son totalmente portátiles. Con el Pathfinder puede conseguir una precisión de tres a cinco metros en su posicionamiento (diferencial). Y su manejo no puede ser más fácil. Y no digamos la reducción del dato y la obtención de la salida gráfica. El trabajo completo, a su regreso del campo, en minutos.

Para aquellos trabajos que exijan más precisión, el receptor topográfico 4000 ST le ofrece precisiones centimétricas. Pesando siete kilos, el 4000 ST puede ser transportado con facilidad y puesto en estación con rapidéz. Y también puede usarlo en modo cinemático.
Los receptores TRIMBLE GPS ofrecen la más avanzada técnica en posicionamiento por satélite. Han sido adoptados por prácticamente todos los Organismos Oficiales en todo el mundo y por las compañías privadas que ofrecen el servicio GPS.

Si desea más detalles, llámenos:

GRAFINTA S. A. Avda Filipinas, 46 · 28003 Madrid
TEL. (91) 253 72 07 FAX. (91) 233 62 82

TRIMBLE NAVIGATION

edef

LEVANTAMIENTOS
FOTOGRAMETRICOS

*

AEREOTRIANGULACION

Método modelos independientes
Cálculo electrónico de pares
Bandas y bloques

*

CARTOGRAFIA - ASESORAMIENTOS

Marqués de Lema, 7
Teléf. 254 42 67
28003 - MADRID

ISIDORO SANCHEZ, S. A.

Aparatos Topograficos

*

ALQUILER

DE TEODOLITOS
NIVELES Y
DISTANCIOMETROS

Ronda de Atocha, 16
Teléfs. 228 38 34 - 467 53 63
28005 - MADRID

grado s.a.

MATERIAL TOPOGRAFICO

REPARACION
ALQUILER Y VENTA

Canillas 19 - Tel. 262 15 73 - 28002 MADRID

DISTRIBUIDORES DE

THEIS
WOLZHAUSEN

geo Fennel

Indice Comercial de Firmas

«Topografía y Cartografía» recomienda a todas las Firmas, Empresas, Editoriales y Establecimientos se anuncien en este índice, suscribiendo el correspondiente abono anual, por el interés que representa para los profesionales de esta Ingeniería el conocer los equipos y material de que disponen, así como sus aparatos e instrumentos.

REGO y Cía., S. A.
Instrumentos Topográficos y Científicos
San Romualdo, 26, 2.° B
Teléfono 204 53 40 — 28037-MADRID

LEP, S. A.
Instrumentos Topográficos
Modolell, 67
Tel. (93) 417 54 00
08021-BARCELONA

APARATOS TOPOGRAFICOS
SERVICIO TECNICO
José Luis Berdala
Balmes, 6 — Tel. 301 80 49 — 08007 BARCELONA
Pelayo, 11, 5.° A — Tel. 302 20 45 — 08001 BARCELONA

LEP, S. A.
Instrumentos Topográficos
Capitán Haya, 3 y 5
Teléfs. (91) 555 97 96 - 555 97 45
28020-MADRID

EDEF
Estudio de Fotogrametría
Marqués de Lema, 7
Telef. 254 42 67
28003-MADRID

INGEO, S. A.
WILD HEERBRUGG, S. A.
Gran Vía Corts Catalanes, 289
Tel. 431 50 00
08004-BARCELONA

RHEA
CONSULTORES, S. A.
CARTOGRAFIA GENERAL Y TEMATICA
Teléfonos 457 27 07 - 250 80 17
P.° de La Habana, 206 - 28016-MADRID

TECNICA IBERICA CARTOGRAFICA, S. A.
Fernández de la Hoz, 58, bajo
Teléfono 441 62 77
28003-MADRID

ES. TO. SA.
Estudio Topográfico, S. A.
Fernando el Católico, 61
Tel. 449 59 54
28015-MADRID

SOKKISHA
ISIDORO SANCHEZ, S. A.
Aparatos Topográficos
Ronda de Atocha, 16
Tels. 467 53 63
28005-MADRID

TOPCON ESPAÑA, S.A.
Instrumentos Topgráficos
Avda. Diagonal, 601 - Planta bajo. Pta. B
08028-BARCELONA
TEL. (93) 419 30 97 - FAX. (93) 419 15 32
Doctor Esquerdo, 148 - Bajo
28007-MADRID
TEL. (91) 552 41 60 - FAX. (91) 552 41 61

La garantía del preciso funcionamiento de su instrumento topográfico se llama:

SERVICIO TECNICO LEP, S. A.

BARCELONA - 08021, Modolell, 67, Teléf. (93) 247 54 00
MADRID-28020, Capitán Haya, 3 y 5, Teléf. (91) 555 97 45 - 555 97 96

REGO
REGO & CIA S.A

LA SOLUCION A LA MEDIDA

Nuevo programa de teodolitos electrónicos

Nikon

NE-1

- Precisión 0,2 mgon

NE-5

- Precisión 2 mgon

NE-10

- Precisión 3 mgon

■ **Conexión directa a: DISTANCIOMETROS Y REGISTRADORES DE DATOS (NE-1 y NE-5)**

REGO
REGO & CIA. S. A.

Lluit, 63-69
Teléfono (93) 300 46 13
08005 Barcelona

Alameda Mazarredo, 39
Teléfono (94) 423 08 86
48009 Bilbao

San Romualdo, 26
Teléfono (91) 204 53 40
28037 Madrid

Pl. Gabriel y Galán, 6
Teléfono (923) 23 02 87
37005 Salamanca

General Pardiñas, 20
Teléfono (981) 59 36 50
15701 Santiago

Av. República Argentina, 38
Teléfono (954) 45 81 87
41011 Sevilla

Pl. Alcalde Domingo Tomás, 1
Teléfono (96) 362 54 25
46020 Valencia

Manuel Candau, 8
Teléfono (976) 77 28 58
50180 Utebo (Zaragoza)

LEPTRA

LEP, S.A.

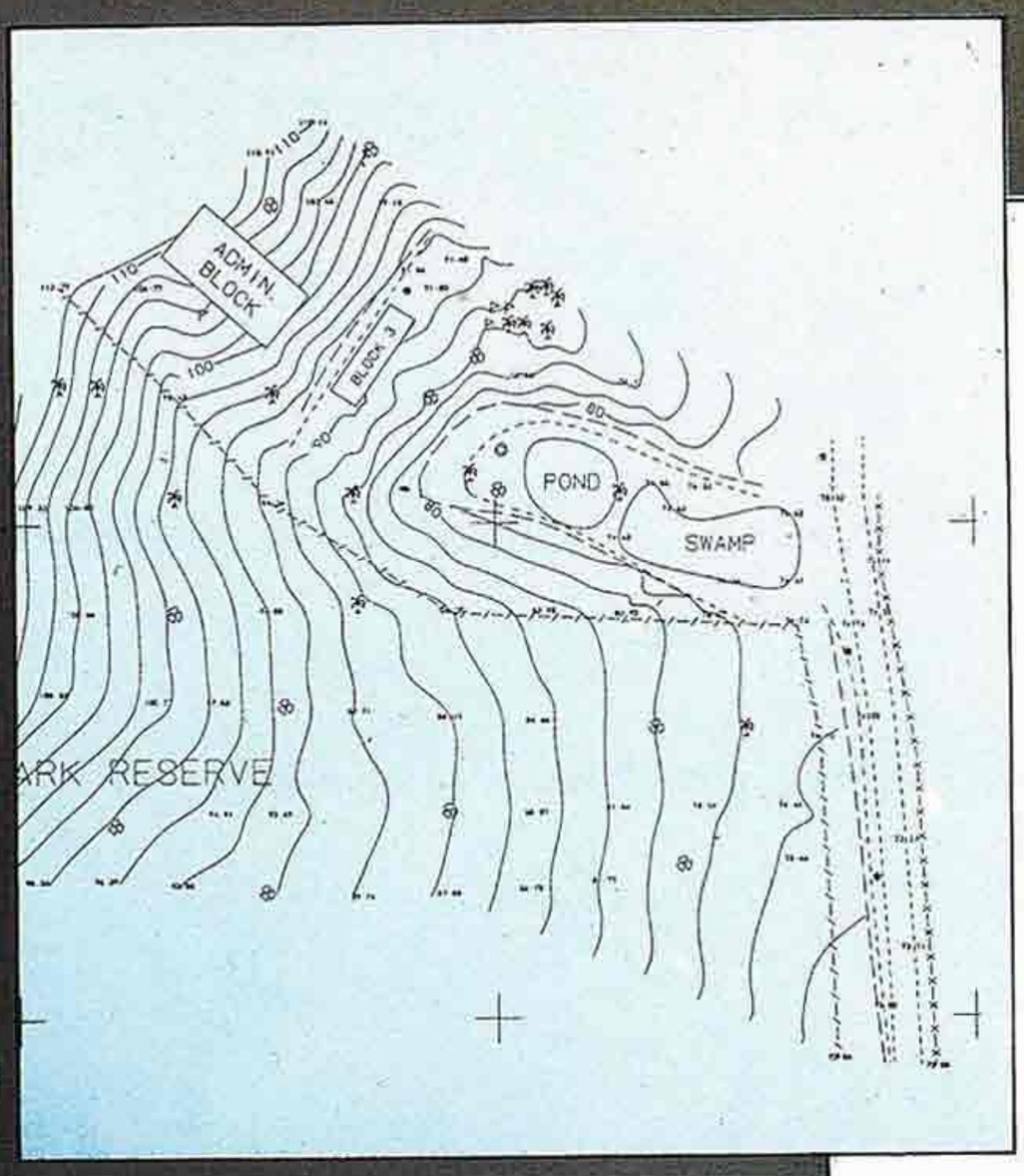
BARCELONA–08021
Modolell, 67
Telf. 93/417 54 00.
Fax 93/417 47 41.

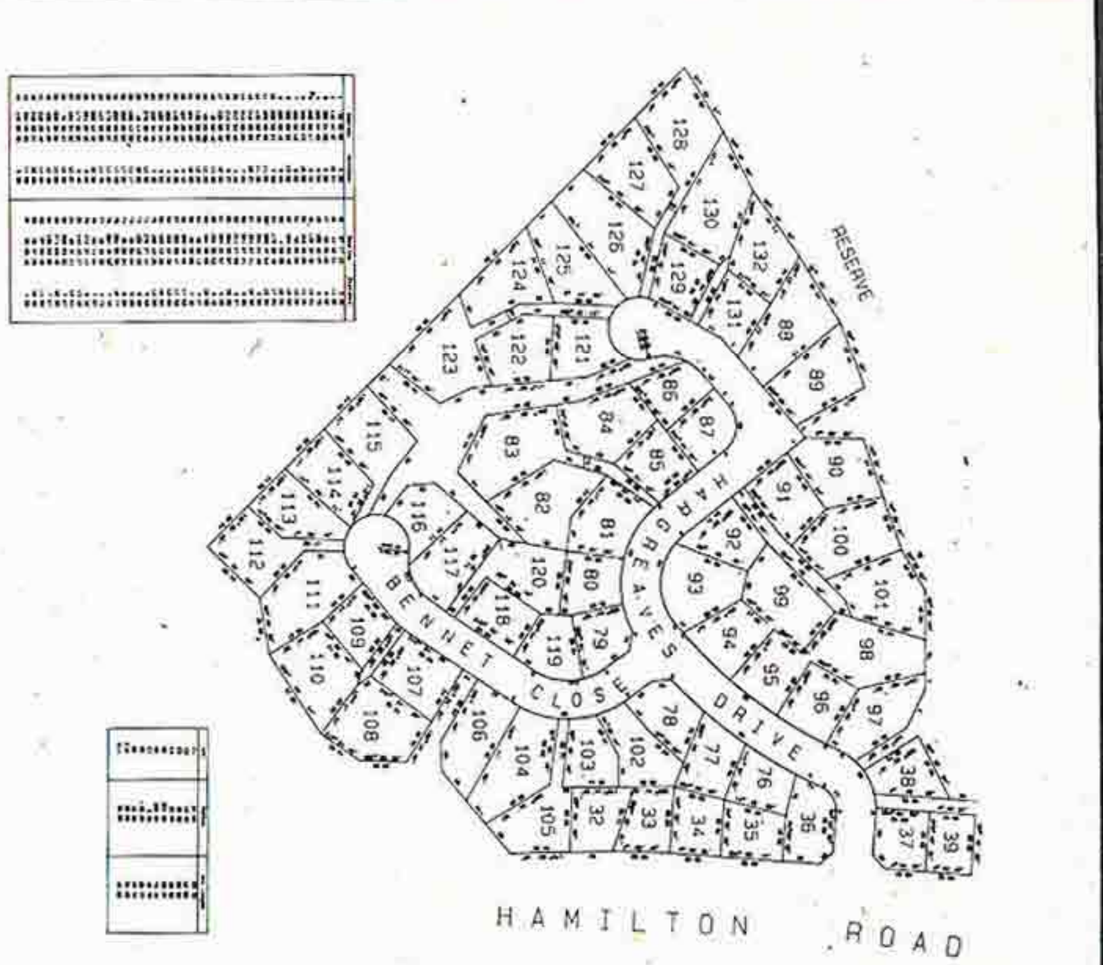
MADRID–28020
Capitán Haya, 3–5
Telf. 91/455 97 45–455 97 96
Fax 91/455 97 45

LEPTRA

Software para Topografía que cubre la práctica totalidad de los trabajos topográficos más complicados.

Este paquete proporciona todas las posibilidades que desee obtener con un ordenador IBM PC–AT/XT.





SOLICITEN MAS INFORMACION

KERN

SISTEMAS INFORMATICOS

TOPOCAM, un «soft» que resuelve el cálculo topográfico, proyectos de carreteras y el dibujo.

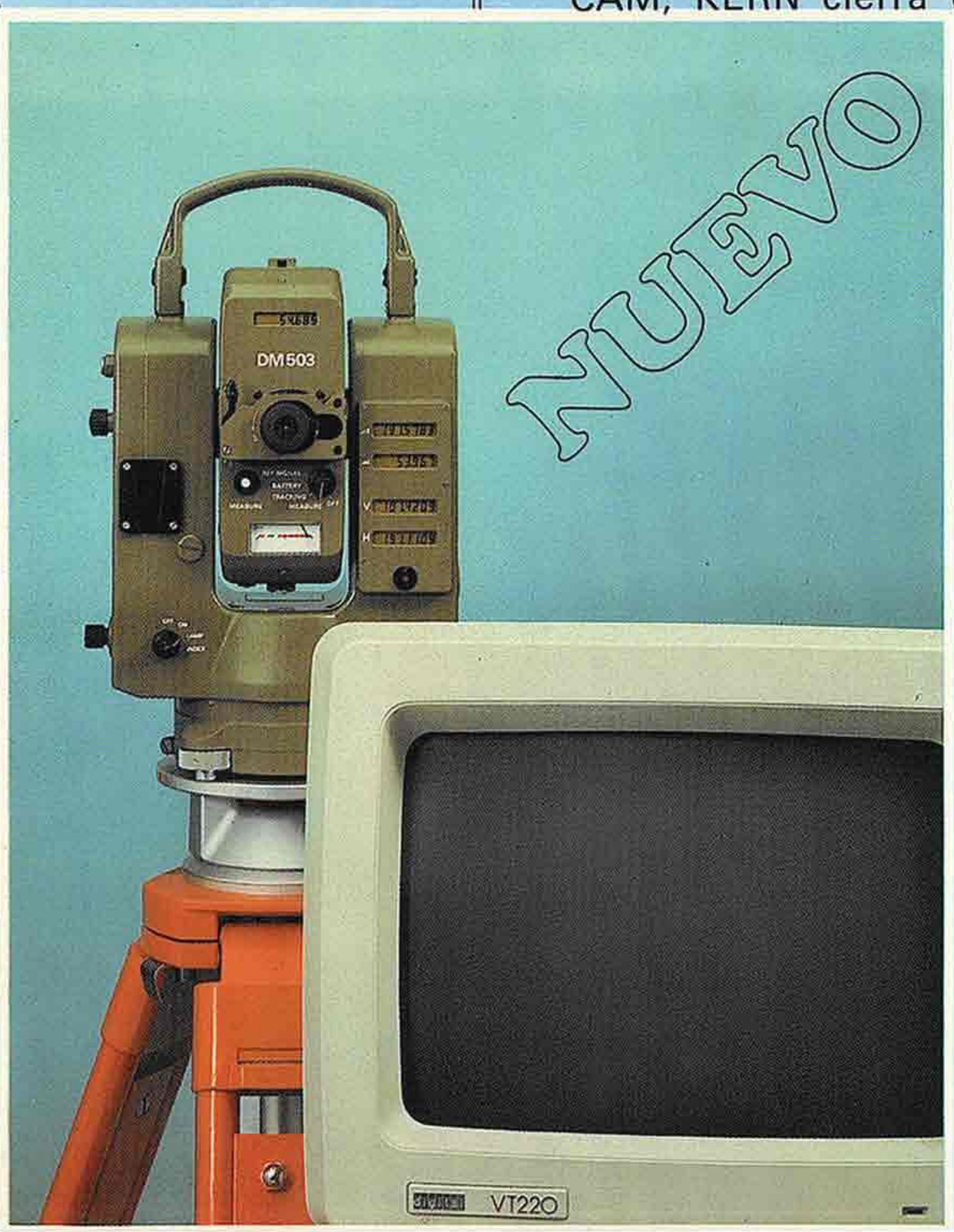
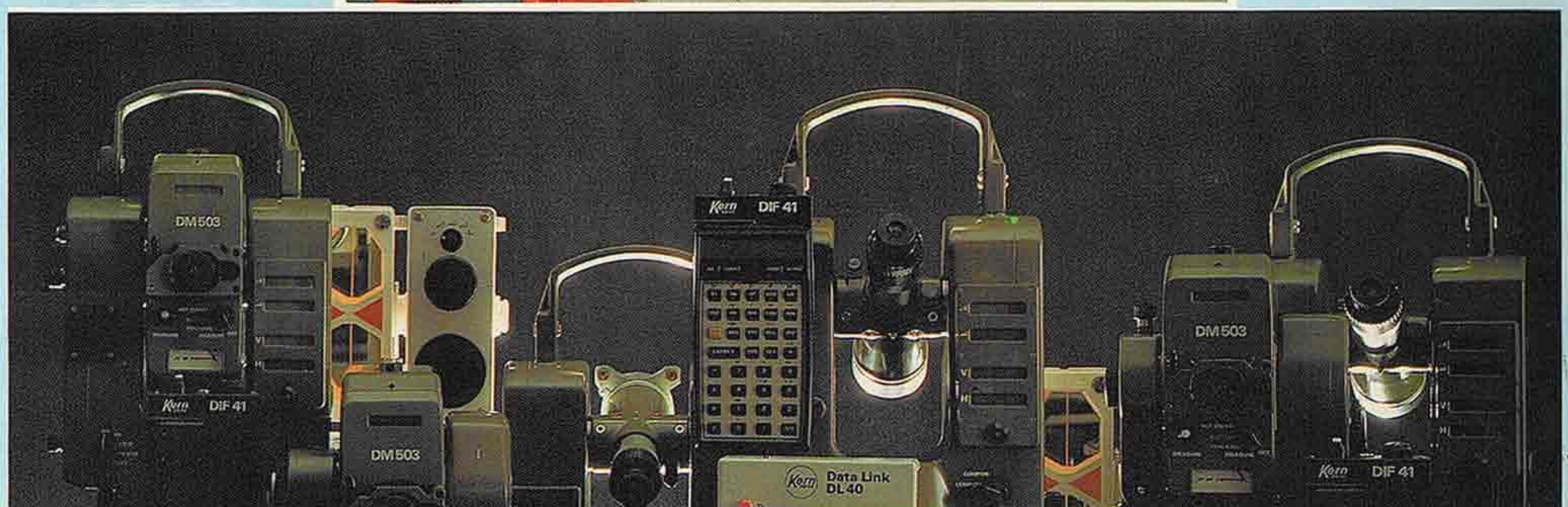
Contiene un paquete de programas modulares que se adaptan a todas y cada una de sus necesidades:

- Cálculos topográficos.
  Cálculo de construcción de carreteras.

- Dibujo.
  Agiliza y asegura sus cálculos reduciendo al mínimo el error humano, utilizando un sistema gráfico y numérico interactivo.

INFOCAM, base de datos, ideal para el tratamiento gráfico y numérico de la información, fundamentalmente en Ayuntamientos y Organismos Oficiales, para Catastro Urbano y Rústico, Planos de población, Planos de servicios (teléfono, agua, gas, etc.).

Con los sistemas TOPOCAM e INFOCAM, KERN cierra el ciclo automatizado totalmente, desde la adquisición de datos en campo con los teodolitos electrónicos E-1 y E-2, computadora de campo ALFA-CORD-128, interfase DIF-41 y también con la mesa automática GPI y el restituidor analítico DSR11.



Pídanos información:
GERMAN WEBER, S. A.
Hermosilla, 102.
28009-Madrid
Tel. (91) 401 67 79