

2 Ej. No. 17



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**Facultad de Filosofía y Letras
Colegio de Geografía**

CARTOGRAFIA URBANA



**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA
P R E S E N T A
EDUARDO HABACUC LOPEZ ACEVEDO**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO.

INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
LEVANTAMIENTOS TERRESTRES PARA AREAS URBANAS	9
1.1 LEVANTAMIENTOS CATASTRALES	12
1.1.1 RECOLECCION DE LA INFORMACION URBANA	13
1.1.2 LEVANTAMIENTO EN EL TERRENO	14
1.1.3 AMOJONAMIENTO	14
1.1.4 POLIGONACION	15
1.1.5 CALCULO	16
1.1.6 MAPA URBANO	16
1.1.7 MAPA SUBTERRAHEO	16
1.2 TIPOS DE CATASTRO	18
1.3 FUNCIONES Y CARACTERISTICAS DE UN CATASTRO URBANO	18
1.4 ORGANIZACION PARA LA CARTOGRAFIA URBANA	20
1.5 CATASTRO MULTIFINALITARIO	25
CAPITULO II	
PROYECCION PARA MAPAS DE AREAS URBANAS	27
2.1 LA PROYECCION UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR	28
2.2 NOMINACION DE LOS ELEMENTOS U.T.M.	33
2.3 RELACION DE LOS ELEMENTOS U.T.M. CON LOS GEODESICOS	34
2.4 ELEMENTOS DE LA CUADRICULA U.T.M.	35
2.5 TRANSFORMACION DE COORDENADAS	44
2.5.1 COORDENADAS GEOGRAFICAS A COORDENADAS DE LA PROYECCION U.T.M.	44
2.5.2 COORDENADAS DE LA PROYECCION U.T.M. A COORDENADAS GEOGRAFICAS	46
2.6 DISTANCIAS EN LA PROYECCION U.T.M.	48

2.7	AZIMUTES EN LA PROYECCION U.T.M.	50
CAPITULO III		
	ORTOFOTOGRAFIA PARA AREAS URBANAS	53
3.1	ORTOFOTO	54
3.1.1	ERRORES RESIDUALES DE LAS ORTOFOTOS	59
3.1.2	METODOLOGIA DE ELABORACION	66
3.1.3	APLICACIONES	70
3.1.4	VENTAJAS Y LIMITACIONES	72
3.1.5	PRECISION Y LIMITES	73
3.1.6	ESCALAS	73
3.1.7	ORTOESTEREOSCOPIA	74
CAPITULO IV		
	CARTAS URBANAS	78
4.1	CARTA BASICA	79
4.2	CARTAS TEMATICAS	85
4.2.1	CLASIFICACION DE LAS ACTIVIDADES TEMATICAS	86
4.2.2	METODOLOGIA	86
4.2.3	SISTEMAS	88
4.2.4	MAPAS COROPLETOS	96
4.3	SELECCION DEL AREA DE ESTUDIO	97
4.3.1	ANALISIS DE LA INFORMACION URBANA	97
4.4	MANTENIMIENTO DE LAS CARTAS URBANAS	99
4.5	AUTOMATIZACION EN LA CARTOGRAFIA URBANA	100
4.6	INTEGRACION A LA CARTOGRAFIA REGIONAL	102
	CONCLUSIONES	104
	RECOMENDACIONES	107
	BIBLIOGRAFIA	109

INTRODUCCION.

El concepto de planeamiento nacional abarca todos los elementos de juicio y medidas encaminadas al ordenamiento de zonas extensas en cuanto al aprovechamiento del suelo, este concepto de un plan general de ordenamiento urbanístico, ha adquirido importancia conforme el desarrollo industrial suscite en los países cambios de estructura económica y demográfica. Ello desempeña un papel importante en la contraposición entre el aprovechamiento exhaustivo del suelo en las zonas urbanas y el aprovechamiento económicamente desfavorable en las zonas rurales.

Los problemas de tráfico, los que atañen a la repartición de superficies habitacionales, de trabajo, de esparcimiento, llegan en un momento a ser críticos y se reconoce entonces la necesidad de un ordenamiento urbano como medida política del Estado.

Estos problemas imponen la investigación, esto es, estudios continuos de carácter estadístico y sistemático de las migraciones, del pronóstico sobre el probable desarrollo de la economía y de la población.

La intervención del Estado, sobre el desarrollo del tráfico y la distribución del suelo en zonas habitacionales, industriales y de esparcimiento, ha influido sobre la iniciativa privada y sobre la sociedad, para que el planeamiento nacional sea convertido en una cuestión política.

El crecimiento de población en las ciudades y sobre todo en sus alrededores trae consigo problemas de aprovechamiento del suelo, problemas de tráfico, de suministro de agua, de desagüe, contaminación ambiental, etc.

En el núcleo de la ciudad, la población no aumenta, por lo contrario se aparta de los edificios administrativos y comerciales, del tráfico y de los edificios de estacionamiento; los centros de las ciudades se deshabitan en favor de edificios administrativos y de negocios.

En las zonas periféricas próximas a la ciudad se experimenta un incremento continuo de población, además el considerable número de los que, abandonando los trabajos del campo, han encontrado una ocupación en la ciudad residen igualmente en su periferia.

Las fronteras entre el núcleo de la ciudad y los alrededores han quedado borrados. Los cada vez más elevados precios de los predios en la proximidad de los núcleos urbanos condicionan una emigración de la clase productora hacia zonas apartadas o pueblos cercanos; allí construyen casas unifamiliares, que consumen gran espacio y aparece una oleada de individuos yendo por la mañana a la ciudad y regresando por la noche a sus casas.

Los municipios situados en estas zonas deben crear los medios necesarios para el desarrollo de sus nuevos pobladores, con todos los organismos pertinentes y para ello deben sufrir cargas financieras importantes, pero las contribuciones e impuestos que proceden del trabajo de estos individuos van a parar a la ciudad.

Como consecuencia del fenómeno descrito, la planificación y la finalidad del ordenamiento urbano a nivel nacional sólo puede ser, a largo plazo, flexible y obligatorio, en contraposición al planeamiento urbano que a causa de su pronta ejecución, es obligatorio y a corto plazo.

El planeamiento nacional configurará las grandes directrices de la organización urbanística del territorio. Por este motivo, los Planes Nacionales de urbanismo se representan en mapas a escalas 1: 100,000, 1: 50,000 ó máximo 1: 25,000.

El Planeamiento Regional, está ligado directamente al Planeamiento Nacional; sin embargo, como se desprende de su nombre, se refiere únicamente a la zona que comprende una región. El Planeamiento regional es menos elástico por estar sujeto a una legislación más estrecha. Su objetivo es la determinación de las directrices de la organización urbanística de la región correspondiente a sus exigencias culturales y económicas. Su deber no es,

por tanto, como el del planeamiento urbano, el de establecer planos detallados y obligatorios, sino desarrollar normas generales y programas de actuación. Los mapas efectuados a este fin muestran el desarrollo de todas las determinantes, tales como, agricultura, industria, tráfico, etc., las escalas recomendadas son 1: 100,000 hasta 1: 50,000.

En el planeamiento urbano, la representación de conceptos y finalidades es más compleja, debido principalmente a los profundos cambios motivados por el continuo desarrollo que ha experimentado este sector. Incluso en el concepto fundamental de la ciudad aparecen numerosas definiciones según se basen esencialmente en el tamaño, composición, situación geográfica, densidad, funciones, etc. De estos factores se desprenden conceptos más o menos claros que, en parte, han llegado a formar nombres de uso común.

Los conceptos cambian en función de la rapidez del desarrollo técnico y de la consiguiente transformación de la estructura social, al mismo tiempo, las experiencias con nuevas estructuras urbanas producen también una continua transformación de las bases del planeamiento urbano. Las escalas recomendadas para estos mapas varían de 1: 200 a 1: 10,000.

Las necesidades de localización consisten en los principios guía y modelo para la disposición de los usos en el territorio. Al llevar consigo una serie completa de consideraciones físicas, económicas y sociales, estas se deducen de las interacciones entre las necesidades básicas de los habitantes, empresas o instituciones, dentro del área metropolitana.

En su forma más elemental, los requerimientos de localización están relacionados con la salud, seguridad, economía y las amenidades generales de la vida urbana. Como factores de localización se pueden considerar peligros de inundación, riesgos en la sanidad y seguridad, la proximidad o lejanía de otros usos en tiempo y distancia y su compatibilidad e implicaciones sociales pa-

ra los habitantes de la comunidad, la viabilidad económica de — ciertos usos en localizaciones concretas, considerando la estructura de precios del suelo y el costo de urbanización, la practicabilidad desde el punto de vista costo-renta.

Como estas consideraciones se expresan en principios y como estos principios a su vez se traducen en patrones de localización, son asuntos fundamentales a determinar en cada caso. Diferentes áreas urbanas tendrán distintas ventajas naturales, distintas imposiciones fiscales, diferentes conceptos de convivencia, etc.

Se acostumbra que los principios generales sobre localización de usos del suelo se identifiquen con las tres áreas funcionales del complejo urbano, las áreas de trabajo, vivienda y esparcimiento. Las principales zonas de trabajo consisten en las partes de la ciudad dedicadas a manufactura, comercio y servicios; las áreas de vivienda son las comunidades habitacionales y sus servicios auxiliares, tales como supermercados, campos de juego, parques locales; las zonas de esparcimiento incluyen generalmente los usos más importantes culturales, educacionales y de recreo, como museos, salas de conciertos, bibliotecas, etc.

En el sentido más amplio posible, los principios relativos a esas tres zonas se expresan generalmente de la manera siguiente:

i) Las áreas de trabajo deberán estar próximas a las de vivienda, bien situadas con respecto a las líneas de transporte público y vías de tráfico rápido, para asegurar un fácil acceso de ida y vuelta. Algunas áreas de trabajo deberán estar en localizaciones accesibles a líneas de transporte pesado y de servicio, de gran capacidad. Las localizaciones de zonas de trabajo deberán ofrecer soluciones de tamaño adecuado, económicos de desarrollar y situados de modo atractivo para los usos que se pretendan dedicar.

ii) Las áreas de vivienda tendrían que estar situadas cerca de las zonas de trabajo y de esparcimiento, donde también haya cerca líneas de transporte público y vías rápidas de acceso. Tienen —

que estar cerca de grandes espacios libres e incluir zonas verdes menores que aseguren un carácter abierto de desarrollo, con áreas residenciales dentro de una distancia accesible a pie de los servicios comunitarios. Deben estar en zonas protegidas del tráfico, en áreas económicas y atractivas para la edificación, en las que se pueden garantizar las densidades habitacionales deseables, permitiendo un cierto margen de elección entre ellas.

iii) Las zonas de esparcimiento deben situarse convenientemente próximas a las áreas de vivienda y comunicadas con ellas por medio de vías de tráfico diario. Las actividades culturales y los espectáculos deben ocupar espacios centrales y terrenos adecuados y los grandes parques y los grandes espacios libres, tendrán que estar dispuestos de tal modo que aprovechen las ventajas de las características naturales del paisaje y ofrezcan una variedad de actividades al aire libre.

La ciudad se presenta como un complejo de grupos constituidos por elementos dinámicos, con muchas manifestaciones que generan continuos cambios e interrelaciones entre dichos grupos.

La ciudad se manifiesta como un sistema semiológico, es decir, todas sus particularidades se expresan a través de signos — constituyendo el lenguaje de la ciudad.

Es indispensable un análisis crítico del lenguaje que caracteriza la ciudad a fin de establecer sus condiciones actuales, no únicamente de una manera informativa sino a través de un proceso inductivo que permite establecer parámetros que coadyuven a los planes y programas de desarrollo urbano local, regional y nacional, siendo el objetivo final, el poder establecer un sistema de información integral actualizable y dinámico.

La lectura del lenguaje urbano nos lleva al conocimiento directo de las diferentes características de los grupos humanos que habitan en la ciudad, con la finalidad de determinar sus necesidades y establecer una jerarquía y programa de satisfactores.

La ciudad como tal, cambia cuando la sociedad en su conjunto cambia. El desarrollo tecnológico así como los falsos atractivos de la ciudad han propiciado un acelerado crecimiento urbano - en torno a los focos de industrialización sin contar con una adecuada directriz que regule y controle ese crecimiento. Esta acelerada migración a las ciudades de desarrollo industrial constituye uno de los problemas más graves y difíciles de solucionar por la dificultad de proporcionar al inmigrante una mejor opción, de formación personal en su región de origen. Ahora bien, una información presentada como diagnóstico de los diferentes asentamientos humanos a lo largo del país, será el punto de partida y - directriz de planes para el desarrollo integral. Para esto, es necesario un enfoque hacia el ser humano, esto es, no solo hacia el aspecto económico del desarrollo; esto pondría de relieve que los procesos de flujo de capital y de fuerza de trabajo, van siempre acompañados de concentraciones de poder y sistemas de dominio; que la especie de superioridad de la industria sobre la agricultura produce las diferencias, debido a la manipulación de los recursos que da el poder. La riqueza de la industria y la pobreza de la agricultura son causadas por una desigual distribución de los recursos financieros, tecnológicos, educativos, organizacionales, etc.

Para apoyar lo anterior se hace una cita de Lefebvre en su obra "La revolución urbana": "Por tejido urbano no se entiende, - de manera estrecha, la parte construida de las ciudades, sino el conjunto de manifestaciones del predominio de la ciudad sobre el campo". De esto se desprende que es necesario hacer una evaluación de los puntos conflictivos que desquician a la sociedad y - propician la enajenación colectiva por una mala distribución de - los recursos siendo todo esto lesivo para el desarrollo integral del hombre. Se considera de gran importancia el análisis de los asentamientos humanos con el fin de presentar diagnósticos de sus

condiciones reales. La información generalmente queda invalidada por falta de conocimientos para su utilización, cabe aclarar que un exceso de información o inadecuada presentación de la misma, resulta deformativa; así mismo una información válida, veraz y suficiente, pero sin contar, con elementos humanos capaces de utilizarla, resultarían igualmente ineficaz.

Para determinar los programas de desarrollo urbano y regional debe contarse con suficiente información para dar un giro a los aspectos socio-económicos, de los centros de producción existentes en las áreas seleccionadas para el desarrollo y en el terreno personal; facilitando con esto el acceso de la gente que de otro modo no podría aprovechar las nuevas oportunidades.

Por lo tanto, tomando en consideración lo antes expuesto, la finalidad que persigue esta tesis se puede resumir en los objetivos siguientes:

- 1) Complementar los medios que coadyuvan a plantear las soluciones a los problemas de desarrollo urbano por medio de un sistema de información confiable, integral y actualizable a corto, mediano y largo plazo.
- 2) Analizar la importancia que tiene la Cartografía para la Geografía Urbana.
- 3) Aplicar los conocimientos cartográficos a un espacio definido o por definir, como instrumento básico para la planeación urbana.
- 4) Unificar los trabajos cartográficos a una sola proyección cartográfica para evitar duplicidad de funciones con la consiguiente pérdida de tiempo y recursos económicos.
- 5) Precisar una integración cartográfica urbano-regional y establecer las premisas para dicha integración.
- 6) Dar la pauta para la elaboración de una Cartografía Temática urbana enfocada a los estudios de planeación urbano-regional.

7) Que sirva como apoyo a los alumnos del área de Cartografía.

En relación a lo anterior la presente tesis contiene los elementos para planear la carta básica urbana y la metodología para elaborar las cartas temáticas que servirán para realizar la planeación urbano-regional.

El presente trabajo se divide en cuatro capítulos, el primero trata sobre los levantamientos terrestres, en donde se hace mención de los levantamientos catastrales en cuanto a las funciones que debe desempeñar el catastro, así como características y funciones del mismo.

El segundo capítulo trata sobre la Proyección Universal Transversa de Mercator como proyección con la cuál se deben de integrar los trabajos urbanos para lograr la unificación de los dos sistemas. Se tomó como base la Proyección U.T.M., puesto que es la proyección con la que trabaja el organismo rector de la Cartografía Nacional.

La tercer etapa del trabajo está enfocada hacia la Ortofotografía, técnica reciente en México para estudios de planeación urbana con la metodología de elaboración, ventajas y limitaciones.

La última sección está avocada a la aplicación de la Carta Básica Urbana, se mencionan las escalas adecuadas para dicha carta y para las Cartas Temáticas, asimismo sobre la metodología para elaborar los estudios de planeación urbana en base a estas cartas temáticas, se analizan las ventajas y limitaciones de la Cartografía Automatizada.

CAPITULO I

LEVANTAMIENTOS TERRESTRES PARA AREAS URBANAS.

La representación del área urbana, nos da los medios para recoger y representar la información sobre las características físicas del ambiente urbano y el modo en que estas han sido alteradas para ser utilizadas como calles, manzanas y predios para la vida humana.

Hay muchos métodos para resumir los datos recogidos; uno de ellos, el más general, consiste en hacer la representación gráfica de usos del suelo por grupos de actividades; zonas de trabajo, habitación, recreo, etc., cada uno con su composición de usos específicos. Aunque hay otras formas de representación, el mapa de usos del suelo y su resumen estadístico son los medios tradicionales de concretar el uso del suelo.

La información sobre el suelo vacante clasifica y registra las capacidades de uso de los terrenos vacantes interiores y el terreno virgen de la periferia, que no ha sido dedicado a uso urbano. Esta investigación se recoge en lo que se llamará mapa de capacidades del suelo y en un resumen estadístico de las características generales del suelo vacante, considerandose los factores topográficos y de drenaje así como las clases de servicios públicos existentes.

El estudio hidrológico muestra la información sobre zonas de agua para determinar los usos de las zonas adyacentes, examina el sistema de drenaje natural y reúne la información sobre potencialidad de zonas inundables, necesaria para estudios de planeación del uso del suelo urbano.

La investigación de la calidad ambiental analiza y clasifica el estado físico de la edificación en la ciudad, la calidad de ambiente y otros factores relacionados con la inadecuación urbana.

El mapa de zonas de inadecuación, unido al de capacidad del

suelo, contribuyen a la formación de una imagen de las zonas donde se concentrará el crecimiento futuro, bien a través del remodelamiento urbano o de expansión, es decir, los dos procedimientos básicos del crecimiento urbano.

Los estudios de costo del uso del suelo examinan las políticas y prácticas existentes para dotación de servicios para varias clases de uso del suelo en las distintas zonas de jurisdicción gubernativa indicando las implicaciones para la financiación municipal del desarrollo del suelo con varias intensidades y densidades, en cada situación política actual.

Los estudios de las características estéticas de la zona urbana identifican los lugares y vistas sobresalientes, aspectos naturales con potencialidad de desarrollo especial, agrupamientos especiales de edificios con un significado simbólico, etc. Finalmente, los estudios de aptitudes y preferencias del público sobre el suelo y su uso aportan información importante para tener en cuenta al adaptar el plan de desarrollo del suelo a los conceptos de la gente, en la zona urbana.

Desde el momento en que los mapas proporcionan el medio para expresar los datos que describen al medio urbano, se debe pasar revista a las necesidades de planos y las técnicas exigidas para el estudio del suelo y sus usos. La necesidad de un mapa base varía con cada ciudad, porque sin un conocimiento preciso de la conformación física de la misma, de sus terrenos y de las condiciones ambientales como la que proporcionan los levantamientos, la planeación no es posible.

Un catastro moderno constituye la base lógica y más adecuada para un sistema de información mucho más amplio, con muchos archivos. Los levantamientos urbanos generales y catastrales tendrán que estar integrados en un sistema operativo bajo la supervisión de una sola autoridad.

Cualquiera que sea la característica del sistema catastral y

tilizado, el propósito básico debe ser el de proporcionar información digna de confianza en materia de propiedad de la Tierra.

En la mayoría de los sistemas debe recopilarse el uso y el valor de la propiedad o la información necesaria para la administración general, incluyendo el sistema tributario. Hay solamente dos maneras seguras para marcar los límites de los predios:

- a) por monumentos o marcas colocadas directamente a lo largo de los límites.
- b) por mediciones de los límites de la propiedad referidas a puntos monumentados en el terreno (puntos de control), los cuales, como regla general no pertenecen a los límites.

El primer sistema podría ser suficiente, si no hubiera otras necesidades y obligaciones tales como el pago de impuestos. Los propietarios de los predios generalmente no necesitan conocer la ubicación geográfica de las propiedades, que es esencial para el proyecto y la ejecución de trabajos de ingeniería. Esto requiere un segundo paso basado en posicionamiento geográfico y sobre una red general de control que es particularmente importante en áreas urbanas, por la complejidad de su contenido, por los aspectos técnicos especiales y el alto valor de la propiedad. De aquí que cuando se habla de levantamientos catastrales, se piensa en un conjunto de operaciones que terminan con la elaboración de un plano catastral y una carta.

Comparados con los levantamientos catastrales, los levantamientos técnicos y la cartografía obedecen a reconocimientos similares pero tienen un alcance mayor.

Además de conocer los límites de las propiedades y los edificios como se requiere en las operaciones catastrales, se debe conocer la topografía del terreno y la ubicación y dimensiones de los otros elementos como las aceras en las calles, vegetación e instalaciones, sobre la superficie de la tierra. El hecho de que el mapa catastral, mantenido siempre al día prevea la mejor

base para un plano técnico de la ciudad, pone en evidencia la necesidad de relacionar ambas actividades por razones de economía y eficiencia.

Puesto que el catastro se estableció inicialmente para facilitar una recaudación impositiva, mediante el registro de las dimensiones y el valor de la propiedad individual, su responsabilidad es confiada al Departamento de la Tesorería o de Recaudación Fiscal, mientras que los levantamientos generales y la cartografía se confiaban a dependencias militares o técnicas.

Esta información es esencial y forma parte de la administración municipal, por esta razón no resulta lógico separar los servicios catastrales de los levantamientos técnicos urbanos.

1.1 LEVANTAMIENTOS CATASTRALES.

El levantamiento de inmuebles o catastro consiste en el establecimiento y marcación de las líneas de calles y otros límites de propiedades públicas y el cálculo de coordenadas planas, para todos aquellos puntos de apoyo. En las partes construídas más antiguas de la ciudad, se trata de un levantamiento para corregir en lo posible los defectos de levantamientos incompletos e inexactos realizados anteriormente. En las áreas nuevas constituye la base sobre la cual todo levantamiento urbano futuro, lo mismo que todo levantamiento planimétrico pueda ser realizado y coordinado.

Para el levantamiento de inmuebles se hace uso de los mismos procedimientos que el levantamiento topográfico, pero su punto principal lo constituye el aspecto legal.

La diferencia principal de éste con el levantamiento topográfico, es el mantenimiento de los linderos, las fuentes de registros públicos, los métodos y hábitos del levantamiento urbano local.

El levantamiento urbano puede dividirse en seis operaciones:

- i) Recolección y análisis en oficina, de la información sobre

propiedades que se hallen registradas.

- ii) Levantamiento para ubicar sobre el terreno todas las intersecciones de calles y los puntos en que se forman ángulos y curvas en las líneas de calles y otras propiedades federales o estatales.
- iii) Amojonamiento o marcación de todos los puntos así establecidos.
- iv) Poligonación para determinar las coordenadas de todos los puntos marcados.
- v) Cálculo de coordenadas.
- vi) Trazado de planos y de mapas.

1.1.1 RECOLECCION DE LA INFORMACION URBANA.

Esta operación requiere la recopilación de toda la información oficial que pueda ser de utilidad para determinar la posición real de las líneas de calles. La extensión de éste trabajo dependerá del estado y precisión de los levantamientos y registros ya existentes. Deben obtenerse todos los registros disponibles, incluyendo escrituras, títulos, registros de carreteras, mojones existentes, subdivisión de parcelas, levantamientos públicos y privados, así como todos los datos pertinentes que se encuentren a disposición del agrimensor, se debe realizar una completa investigación de los registros ya existentes.

La recopilación de estos datos tendrá que ser realizada, por personas familiarizadas con dichos registros y con el procedimiento utilizado en las diferentes oficinas públicas donde dicha información está registrada. La carencia de registros públicos que provean una información completa y rápidamente accesible en cuanto a la ubicación y propiedad de los inmuebles, constituye un argumento de peso para la realización de una completa y rápida recopilación y la creación de bancos de datos.

Los registros recopilados deben ser estudiados exhaustivamente

te por un agrimensor competente en trabajos catastrales, después de lo cual debe hacerse un análisis de oficina y prepararse una hoja de campo para cada área a levantar. La hoja de campo es un boceto o diagrama en el cual todos los datos pertinentes, tal cual han sido extractados de los registros examinados, se muestren en forma conveniente. La hoja de trabajo puede también mostrar, cuando es apta para ello, una solución eventual para los problemas de levantamiento que representa la mejor determinación teórica posible, de la posición de los límites de inmuebles, tal como han sido extraídos de los registros recopilados, pero debe estar sujeta a cambios a medida que los levantamientos en el terreno produzcan nueva información.

1.1.2 LEVANTAMIENTO EN EL TERRENO.

Son establecidas o vueltas a establecer en el terreno tantas esquinas como sea posible, utilizando la hoja de trabajo como una guía provisional. No es posible recomendar procedimientos detallados o específicos para esta etapa de levantamiento debido a que una ejecución adecuada depende en gran parte del conocimiento de las costumbres, condiciones y leyes locales y del problema específico en cuestión.

La importancia de un adecuado establecimiento de marcas debe ser acentuada, ya que los puntos urbanos establecidos y amojonados por una oficina oficial de levantamiento catastral tendrán un valor que aumentará con el correr del tiempo.

1.1.3 AMOJONAMIENTO

La determinación de puntos y su amojonamiento, por medio de marcas de referencia, se tendrán que hacer simultáneamente. Todos los puntos críticos sobre las líneas de calles donde se producen cambios de dirección, serán marcados por medio de mojones. Toda intersección, ángulo y punto de curva deberán ser señalados

con una marca permanente, ubicada directamente sobre la posición exacta o a cierta distancia conocida de la misma, preferentemente del tipo más adecuado. No significa economía el reducir el número de mojones o el utilizar tipos baratos y no permanentes. Las líneas de calles definen la propiedad pública y constituyen la base para todo levantamiento de inmuebles privados y serán consideradas como parte permanente de la estructura legal y física de la ciudad. El costo de su adecuado amojonamiento es insignificante en comparación con el valor del terreno en sí, con el inevitable costo adicional de los nuevos levantamientos y con el probable aumento debido a disputas y litigios que siempre surgen de la incertidumbre en la fijación de límites.

No puede determinarse ningún procedimiento determinado para la ubicación de mojones en la demarcación de la línea de calles, debido a las diferentes posiciones en cuanto a la ocupación de -- las calles y al tránsito que prevalece en las diferentes localidades.

Es de desear, siempre que sea posible, la ubicación de los -- mojones en posición excéntrica, pues las poligonales para el establecimiento de distancias y coordenadas puedan ser trazadas directamente sobre las líneas excéntricas. Es poco recomendable colocar mojones en cualquier parte del área de la ruta transitada bajo las actuales disposiciones de tránsito.

1.1.4 POLIGONACION.

Poligonales con cierres lineales del orden de 1: 15,000, -- constituyen las bases del levantamiento urbano. Los itinerarios seguidos deberán dominar el área dada y proporcionar las mejores pendientes y alineaciones para una medición precisa. Debe establecerse un número suficiente de posiciones de apoyo para asegurar un error final de posición que no exceda ningún valor especificado, este será el valor máximo permitido.

No es aconsejable relacionar los límites de precisión buscados en levantamientos urbanos directamente con el valor del terreno en cuestión, ya que este puede variar rápidamente; sin embargo debe existir alguna relación entre el costo de los levantamientos y el valor del terreno.

1.1.5 CALCULO.

El método para calcular las distancias y rumbos de las líneas de propiedad partiendo de las coordenadas obtenidas al conectar sus puntos críticos con poligonales, es relativamente fácil, puesto que se utilizan hojas de cálculo y se desarrollan por medio de fórmulas.

1.1.6 MAPA URBANO.

Los mapas del levantamiento urbano mostrarán:

i) Rumbos y distancias (según un reticulado rectangular) de todas las líneas de calles, líneas de callejones, límites de la propiedad pública, ancho de las calles en las intersecciones y en todo cambio de ancho, coordenadas de todos los puntos de intersección, ángulos y puntos de curvas y ubicación de poligonales.

ii) Marcas terrestres que indiquen líneas de calles.

iii) Construcciones, incluyendo edificios públicos, industriales y comerciales, ferrocarriles, puentes, etc.

iv) Leyendas o anotaciones respectivas, incluyendo títulos y notas marginales, nombres de calles, parques, ríos, lagos y número de marcas altimétricas.

1.1.7 MAPA SUBTERRANEO.

Una de las funciones secundarias del levantamiento catastral es su uso como mapa base para la compilación y trazado de la información de estructuras subterráneas, tales como la ubicación y dimensión de las alcantarillas, caños de desagüe, red de distribu

ción de agua, conductos eléctricos, túneles, etc. La compilación y trazado de este mapa, debe de reducirse a una rutina sistemática basada en registros e informaciones convenientes presentados para cada proyecto de construcción. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los registros sobre servicios subterráneos existentes son incompletos o inexactos y se requiere un levantamiento en el terreno antes de realizar el trazado.

El procedimiento es el siguiente:

a) Ubicación de la zona en estudio y sus características (horizontales y verticales).

b) Nivelación, para determinar la altura de las construcciones sobre el Datum de la ciudad.

c) Compilación y trazado del mapa.

El mapa subterráneo indicará:

i) Líneas de calles, callejuelas y líneas de servidumbre copiadas de un mapa urbano.

ii) Marcas terrestres.

iii) Estructuras situadas en las líneas de estructuras subterráneas, tales como pavimentos, bocas de riego, caños de desagüe, cámaras subterráneas, surtidores, etc.

iv) Estructuras subterráneas, tales como cloacas, conductos eléctricos, túneles, conductos de teléfonos, etc.

v) Dimensiones de todas las estructuras subterráneas, altura de sus puntos críticos, etc.

vi) Leyendas, incluyendo el título y otras notas marginales; nombres de calles, parques, ríos, lagos, etc.

El costo de los levantamientos urbanos y cartográficos necesarios, representa por lo general solo una fracción no onerosa del costo total de un proyecto, sin embargo, algunas de las grandes ciudades no tienen cartas adecuadas a las escalas útiles, con la información sobre la topografía, propiedades privadas, edificios o áreas de los servicios vitales de la población.

1.2 TIPOS DE CATASTRO.

Dependiendo de los medios de levantamiento y de su precisión - se divide el Catastro en tres tipos:

i) Catastro Gráfico.

En sus inicios el catastro se levantaba con plancheta, pero con la introducción de los métodos modernos se ha deshechado su práctica. En este tipo de catastro el resultado es una carta en escala grande, los valores numéricos tales como coordenadas, distancias y ángulos se pueden leer en la carta pero con una precisión limitada.

ii) Catastro Numérico.

Se utiliza para definir un sistema catastral basado en levantamientos de campo que proporcionan elementos geométricos-numéricos - (distancias y ángulos), los cuales al ser referidos a la red de control, ubican los puntos limitrofes en el terreno. La precisión de este tipo es superior a la del Catastro Gráfico, los puntos de los límites están monumentados en la ubicación real de los límites de las propiedades.

iii) Catastro Matemático.

Hay poca diferencia entre el Catastro Numérico y el Matemático en lo que se refiere a procedimientos geodésicos, el término de matemático solo se utiliza en razón de la alta precisión de los levantamientos, las coordenadas calculadas definen muy bien la ubicación de los puntos de los límites y no es necesaria su monumentación.

1.3 FUNCIONES Y CARACTERISTICAS DE UN CATASTRO URBANO.

Por lo general el catastro debe tener las siguientes funciones básicas:

i) Identificación de los bienes inmuebles y de sus propietarios, provisión y mantenimiento de los datos básicos para propósitos impositivos. El catastro se estableció en sus inicios como un instrumento de percepción de impuestos y ha mantenido esa función a través del tiempo.

La distribución de los impuestos a los bienes inmuebles depende del valor de las propiedades, por lo tanto, el catastro debe poseer al menos los datos básicos para la recaudación de los impuestos a los contribuyentes ya que esta es la función fiscal del mismo.

ii) Ubicación de límites, registro y mantenimiento de la información que definen los derechos de propiedad. Dependiendo de las características legales del catastro, los datos del levantamiento, junto con los datos disponibles en la oficina catastral, pueden ser la única garantía de la propiedad de una parcela de terreno, incluyendo sus límites precisos; esta es la función jurídica.

iii) Los productos del levantamiento y el material cartográfico que resultan de las operaciones catastrales, están destinadas a satisfacer las dos funciones anteriores, que son de gran utilidad práctica en el planeamiento y ejecución de diferentes proyectos y forman la base de un sistema de información más general. Esta función rápidamente se está desplazando hacia el punto central de las operaciones catastrales y como resultado de ello el catastro debe adquirir una característica de propósitos múltiples.

Para llenar estas funciones el catastro debe poseer un cierto contenido y cumplir con las características operacionales que a continuación se explican:

a) El núcleo de un catastro debe constituirse por un levantamiento técnicamente correcto, ya sea por medios terrestres o por procedimientos fotogramétricos. Para las áreas urbanas, sólo son aceptados los levantamientos que estén basados en una red permanente monumentada.

b) Los planos topográficos del levantamiento, deberán ser convertidos en mapas, estos tienen que ser completos para justificar su utilidad y costo. Para áreas fuera de las ciudades, se pueden considerar métodos fotogramétricos.

c) La red de control proporciona un sistema único de coordenadas y una precisión uniforme, esto permite formar con el tiempo, un conjunto conforme que cubra a toda la zona urbana. Los puntos de control deben estar permanentemente monumentados, mantenidos convenientemente y protegidos por la ley; los puntos que sean establecidos durante los nuevos levantamientos, tendrán que referirse a la red existente.

d) Adjunto a la carta debe existir información descriptiva, consistente en un registro de los propietarios y uso de las parcelas de tierra. En estos datos deberá incluirse información sobre las parcelas individuales tal como, tamaño, valor, hipoteca, etc. Identificadores comunes y claves de referencia que permitan la identificación inmediata y la correlación de datos en las cartas y registros.

e) Los bancos de información deben ser fieles, esto quiere decir, deberán representar las verdaderas condiciones de dominio en un momento determinado.

1.4 ORGANIZACION PARA LA CARTOGRAFIA URBANA.

Es difícil de sugerir un modelo de organización de carácter general para las oficinas de levantamientos urbanos, esto depende de varios factores, entre los cuales están el número de habitantes, tipo de instrumentos, responsabilidad y otros elementos que dependen del tamaño y características de la ciudad, además del sistema de organización y de los métodos de ejecución en las operaciones del levantamiento.

Los levantamientos catastrales deben constituir una operación de amplitud nacional con oficinas diseminadas por todo el país, principalmente en las ciudades más importantes.

Para municipios pequeños se puede considerar el tipo de organización que se muestra en la figura 1.1. En este diagrama de organización la Oficina Técnica Municipal utiliza los servicios -

de la oficina catastral local para los efectos de los levantamientos y de la cartografía. Esto constituye de hecho la integración de dos oficinas pertenecientes a dos autoridades independientes (Servicio Catastral del País y autoridad municipal), se deben efectuar acuerdos especiales y establecer la forma de cooperación entre ambas.

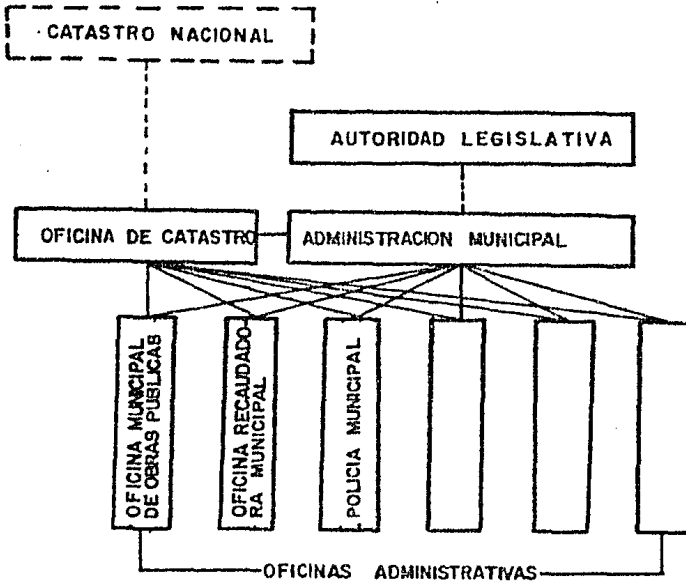


Fig: 1.1 Organigrama para localidades con una oficina propia de levantamientos urbanos.

En municipios más grandes es necesario contar con una oficina competente de levantamientos. Una gran parte del planeamiento urbano de desarrollo y administración se debe basar y apoyar directamente en el trabajo de la oficina de levantamientos urbanos. Esta oficina debe tener autoridad para promover proyectos en el dominio de su responsabilidad, independientemente del modo de ejecución de los diversos proyectos de levantamientos, la oficina de levantamientos urbanos debe ser la depositaria y custodia

de los datos del levantamiento y las cartas.

Para concluir, la oficina de levantamientos urbanos de conformidad con la función básica y la responsabilidad de los levantamientos y cartografía urbanos, debe ocupar un lugar primordial en el diagrama de organización de la administración urbana, tal y como se muestra en la figura 1.2.

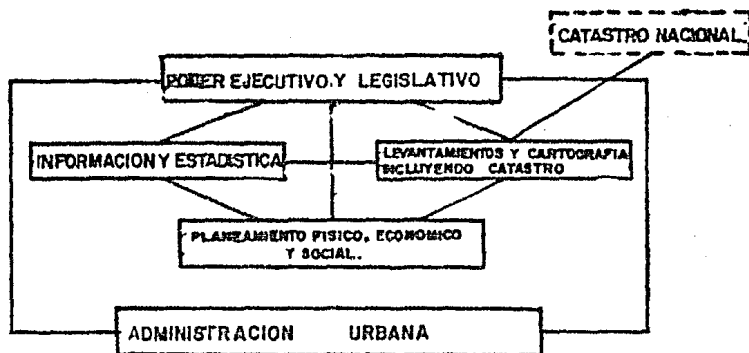


Fig1.2 Organigrama para localidades con una oficina apropiada de levantamientos urbanos.

Dependiendo de los recursos económicos de la oficina y de su capacidad en actualizar los planos y mapas, los tipos de proyectos de organización siguientes pueden ser aplicables a comunidades, donde los recursos son limitados o a otras donde el planeamiento es una función reciente. También se pueden aplicar a ciudades donde el planeamiento no ha sido establecido como un servicio continuo y permanente.

TIPO A. El municipio no tiene un servicio de levantamientos urbanos, pero tiene un servicio de obras públicas que supervisa los trabajos técnicos esenciales de la ciudad, por ejemplo, agua potable, drenaje y tiene algunas funciones rudimentarias de planeación. No hay uniformidad en los planos de la ciudad y los que tienen están en su mayoría obsoletos.

TIPO B. El municipio asume una parte más activa en el proyecto y desarrollo de la ciudad, aún no hay oficina de levantamientos

urbanos pero la oficina de obras públicas o la oficina de proyectos de la ciudad pueden adquirir cartas, habitualmente elaboradas por métodos fotogramétricos, o está preparada para proporcionar planos de sectores de la ciudad cuando la situación lo requiere.

Igual que en el Tipo A, la operación del catastro está completamente separada de la autoridad municipal, pero el municipio puede tener información más precisa sobre todo lo que concierne a la propiedad privada.

Los tipos A y B son los más frecuentes en ciudades pequeñas que llegan a tener unos miles de habitantes.

TIPO C. Tienen una oficina municipal de levantamientos urbanos, la cual sin embargo no produce ni mantiene las cartas necesarias para la ciudad, pero custodia los mapas que fueron ordenados ocasionalmente. Proporciona los servicios de levantamientos solicitados por otros departamentos técnicos de la administración municipal, puede también tratar de mantener y extender las redes de control horizontal y vertical sobre el territorio municipal para distintos proyectos de levantamientos y cartografía.

La existencia de este servicio urbano de levantamientos no excluye la realización de levantamientos similares o más extensos y precisos por parte de otros departamentos de un nivel administrativo más alto, federal o estatal; estos departamentos, con frecuencia llevan a cabo sus propios levantamientos y cartografía en áreas urbanas con el fin de proyectar y construir carreteras que cruzan el territorio urbano o municipal.

El levantamiento catastral funciona en forma separada de la oficina municipal de levantamientos urbanos, pero para los propósitos administrativos esta oficina puede disponer de la información correspondiente a los levantamientos con fines legales para producir cartas a gran escala, indicando los límites de las parcelas. Para estos fines se están utilizando ortofotos en algunas ciudades. Estos mapas, tienen la ventaja de ofrecer una am-

pliz información planimétrica del terreno, pueden también producirse rápidamente de manera automática con apoyo en posicionamiento terrestre.

TIPO D. La oficina de levantamientos urbanos es responsable de realizar y mantener los levantamientos y cartas urbanas que pueden necesitar todas las ramas de la administración con excepción de la operación del catastro.

El servicio de levantamientos urbanos, toma la iniciativa para realizar los levantamientos y mapas necesarios, puede producir muchas cartas temáticas utilizando su propia información y la que contienen otros bancos de información, puede proporcionar también el armazón geométrico básico para la elaboración de las cartas temáticas requeridas por otros departamentos, como las oficinas de proyectos o los servicios de estadística.

En un sistema de este tipo, la oficina de levantamientos urbanos está conectada en su funcionamiento con varias dependencias municipales, como la oficina de proyectos, el servicio de Obras públicas, policía, etc.

Los municipios que puedan adoptar esta forma tendrán levantamientos y planos bien completos y estarán en posesión de series completas de cartas a escalas tales como 1: 1,000, 1: 5,000 y de 1: 10,000.

TIPO E. Este tipo caracteriza las oficinas municipales de levantamientos urbanos que tienen a su vez facultades para ser oficinas catastrales.

La oficina municipal de levantamientos urbanos funciona a la manera de la del Tipo D, pero además es responsable del trabajo catastral y por lo tanto produce y cuida los documentos catastrales dentro del área de la ciudad. La oficina no tiene que hacer, necesariamente, todo el trabajo de campo, pero tendrá un control total de acuerdo con la ley del Estado, sobre la forma y calidad del trabajo catastral; en este último aspecto, es solamente res---

ponsable ante la más alta autoridad del país.

1.5 CATASTRO MULTIFINALITARIO.

Hoy día, la actividad catastral es interdisciplinaria: emplea conocimientos de Geodesia, Topografía, Fotogrametría, Cartografía, ingeniería civil, arquitectura, economía, urbanística, sociología y administración.

En nuestra sociedad existe una marcada tendencia hacia un enfoque expansionista y a la anterior lista se agregarán especializaciones en mecánica-electrónica, programación y procesamiento de datos.

Los catastros del futuro tendrán un carácter polivalente, esto significa que serán, catastros fiscales, legales, urbanísticos, etc. En esta forma administrarán información completa sobre el recurso suelo y sobre el recurso hombre, tanto para el sector público como para el privado.

Su desarrollo se realizará en etapas incrementándose la información incorporada y los identificadores utilizados para garantizar la posibilidad de ligas y cruzamientos con otros sistemas.

Partiendo de los levantamientos y registros catastrales, se establecerán:

- i) Bases de datos catastrales.
- ii) Bases de datos de predios urbanos.
- iii) Sistemas de información sobre la tierra.
- iv) Sistemas integrales de información.

Estos catastros garantizarán la disponibilidad inmediata de la información y estarán aptos para dar respuestas rápidas a cualquier encuesta a fin de preveer, enfrentar, controlar y solucionar problemas.

Abrarán la posibilidad de descentralizar la administración pública y de mejorar la situación de las ciudades y de su área de influencia.

El diseño y la modernización de sistemas catastrales requerirá de una gran flexibilidad; en lugar del trabajo en serie, empleando actualmente en las fases de levantamiento, valuación, administración y fiscalización, se implementarán estructuras más complejas y efectivas.

Aumentará la responsabilidad del directivo y ejecutivo catastral en los procesos administrativos de planeación, organización, toma de decisiones y asignación de recursos para la investigación.

En estos procesos, la inteligencia artificial, la investigación, el análisis y la toma de decisiones automáticas, sin intervención del hombre, jugarán un papel cada vez más importante.

CAPITULO II

PROYECCION PARA MAPAS DE AREAS URBANAS.

La mayoría de los levantamientos urbanos son tan limitados -- en área que la diferencia entre un mapa y un plano topográfico -- puede considerarse insignificante en comparación con los errores propios de los levantamientos utilizados para su elaboración.

Pero existen razones que obligan a pensar como conveniente -- la utilización de métodos geodésicos y de la representación mediante una proyección cartográfica conforme, porque facilita el enriquecimiento de la Cartografía Nacional en los datos de levantamientos urbanos y también permite correlacionar fácilmente a la -- ciudad con sus alrededores.

Un sistema de proyección cartográfico para aplicación en á--reas urbanas debe poseer las siguientes características:

- a) La correspondencia biunívoca entre las superficies del -- elipsoide y el plano conforme deberá expresarse en términos de fórmulas matemáticas que permitan cálculos numéricos con una -- precisión predeterminada.
- b) La distorsión de ángulos y distancias causadas por la pro--yección debe ser razonablemente pequeña y fácil de calcular.
- c) Debe tomarse como superficie de referencia la de un elip--soide de revolución y no la de una esfera.

Todo tipo de planación general debe de apoyarse en una base cartográfica que tendra que tendra con cartas integradas a un sigu tema de proyección que presente caractéres homogéneos.

La proyección cartográfica óptima para ser utilizada en los mapas urbanos debe reunir, además de las características anteriores, dos condicionantes importantes:

- 1) Que sea posible hacer una integración cartográfica a nivel nacional en varias escalas mediante las reducciones respecti--vas, esto es, con mapas urbanos catastrales, directores de seru vicios, equipamiento, uso del suelo, etc., y mapas temáticos.

2) Que los mapas temáticos, también llamados regionales o rurales sean integrados a nivel nacional, así como para las áreas urbanas a escalas grandes.

2.1 LA PROYECCION UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR.

Esta proyección se convierte en transversal haciendo girar el eje del cilindro hasta que el elipsoide sea tangente al cilindro a lo largo de un meridiano. Proyectando la superficie del elipsoide sobre el cilindro (fig. 2.1) al desarrollar la superficie cilíndrica se obtendrá sobre ella la Proyección Transversa de Mercator, con las características siguientes:

i) Distorsión.- Un hemisferio cualquiera, cuando se proyecta sobre un cilindro aparece deformado o distorsionado en sus límites exteriores tal como se muestra en la (fig. 2.1) en donde dos áreas geográficas equivalentes, muestran diferentes grados de distorsión, tratándose de la misma proyección.

Quando un meridiano es tangente al cilindro de la proyección no se produce ninguna distorsión a lo largo de dicho meridiano y por consecuencia las distancias sobre los meridianos de tangencia son distancias verdaderas teniéndose además que todas las distancias dentro de la zona limitada por meridianos equidistantes 3° a uno y otro lado del central o de tangencia son relativamente precisas, es decir, que estan afectados tan solo por un pequeño error.

Por lo tanto, con objeto de limitar la distorsión al mínimo, la Proyección Universal Transversa de Mercator emplea 60 zonas en el sentido de la longitud cada uno de 6° de extensión o anchura.

ii) Cilindro secante.- En este caso el cilindro de proyección, en lugar de ser tangente se hace secante al elipsoide al cual intersecta a lo largo de dos líneas paralelas y equidistantes del Meridiano Central de la zona considerada (fig. 2.2) lo cual se consigue reduciendo las dimensiones elípticas de dicho cilindro.

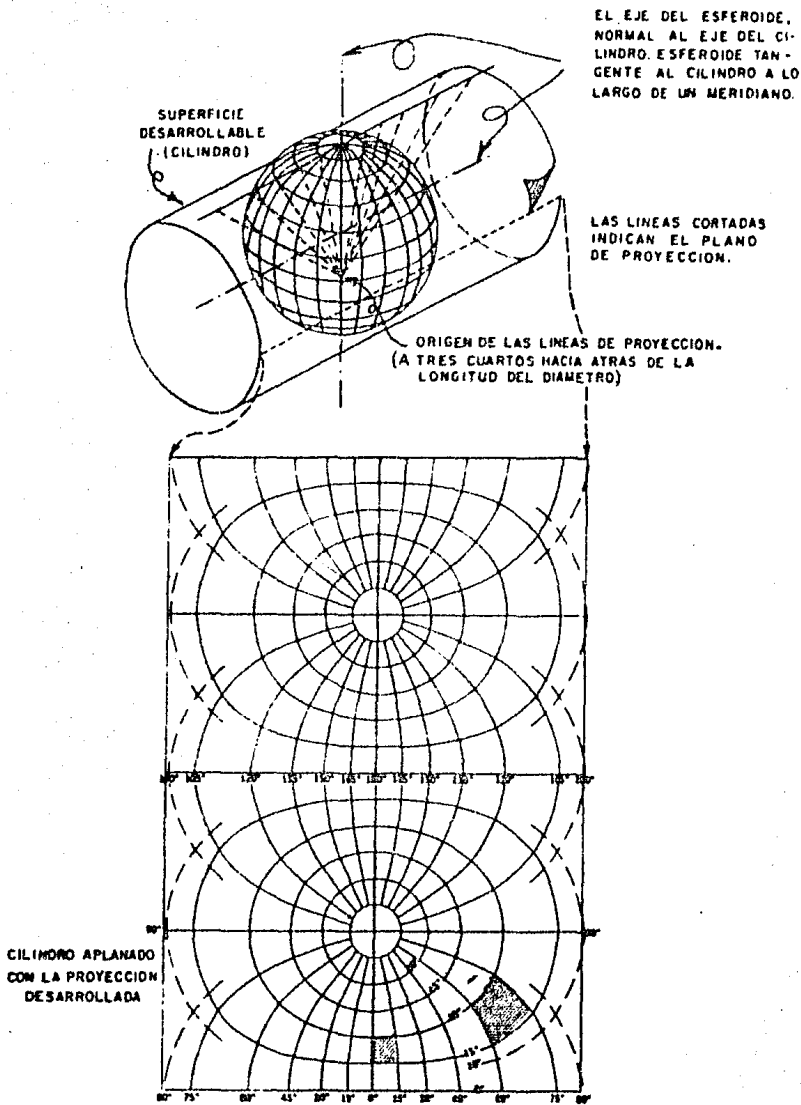


Fig. 2.1 PROYECCION TRANSVERSA DE MERCATOR

Esta condición de secancia determina, en cada zona de 6° dos líneas de secancia situadas respectivamente a 180,000 m al Este y al Oeste del Meridiano Central, con el resultado de que dichas líneas de secancia establecen una relación más congruente entre las distancias elipsoidales y las cartográficas que la que se obtiene

cuando el cilindro es tangente al Meridiano Central (fig 2.3).

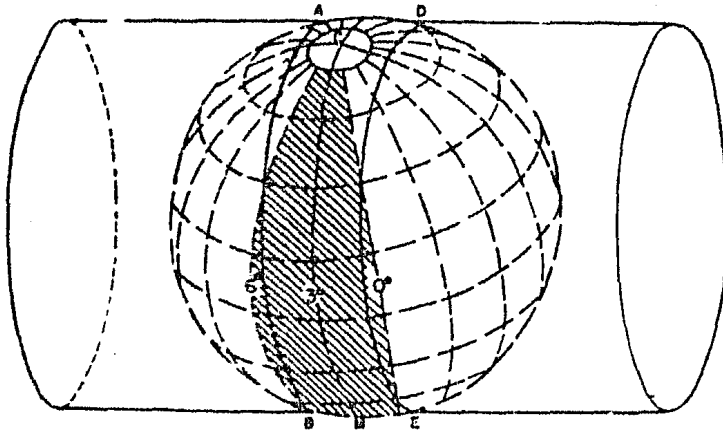


Fig. 2.2 MC-MERIDIANO CENTRAL AB y DE-LINEAS SECANTES QUE SE FORMAN POR LA INTERSECCION DEL CILINDRO Y EL ESFEROIDE.

Por otro lado, tomando en cuenta que convencionalmente, el valor de la abscisa del meridiano central de cada zona es igual a 500,000 m, las citadas líneas de secancia tendrán una abscisa de 320,000 m y 680,000 m respectivamente. En la figura 2.3 se puede observar la representación esquemática de la distorsión en escala cerca del Ecuador y también que la escala de la proyección, a lo largo de las líneas de secancia, es de 1 a 1 es decir es exacta.

iii) Factor de escala.- En esta proyección, se acepta que las distancias medidas en la carta son equivalentes a las correspondientes en el terreno; pero en algunos problemas geodésicos en los cuales intervienen distancias muy grandes y la precisión de los resultados es esencial, se hace entonces necesario aplicar una corrección a las distancias medidas en la carta con objeto de eliminar su diferencia con las respectivas distancias sobre el terreno, lo cual se hace empleando factores de escala apropiados que se toman de tablas preparadas para el efecto. (fig 2.3).

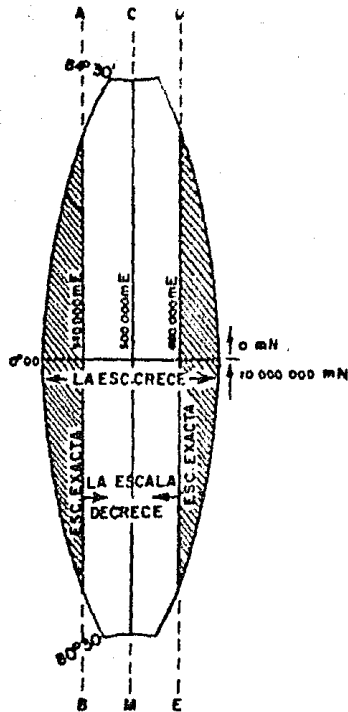


Fig. 2.3 ZONA TIPO DE LA PROYECCION DE 6°

iv) Cuadrícula.- Consiste en dos grupos de rectas igualmente espaciadas y paralelas entre sí y perpendiculares ambas series de rectas a manera de formar una cuadrícula de cuadros iguales, llamándose a las líneas N-S ordenadas y a las E-W abscisas.

El intervalo o distancia entre las líneas de la cuadrícula se elige de acuerdo con la escala del mapa, empleándose como unidad de medida al metro, y usualmente con respecto al intervalo en la siguiente forma: de 1,000 m para las escalas 1: 25,000 y de 1: 50,000; de 10,000 para las escalas 1: 100,000, 1: 250,000 y de 1: 500,000; finalmente de 100,000 m para la escala de 1:1,000,000.

Las cuadrículas que se usan en los mapas son:

i) La cuadrícula Universal Transversa de Mercator para la Cartografía de regiones comprendidas entre los 80° Norte y al sur de 80° Sur.

ii) En las áreas polares se usan cuadrículas en la Proyección Estereográfica Polar, que se extiende desde los polos hasta $79^{\circ} - 30'$ N ó $79^{\circ} 30'$ S, dando así una sobreposición de $30'$ con la Proyección Universal Transversa de Mercator.

La cuadrícula fue adoptada precisamente por su carácter práctico y porque permite sustituir las unidades de arco sexagesimales por unidades de longitud de tal manera que cualquier punto ó accidente sobre la superficie de la Tierra se puede situar con relación a la cuadrícula por medio de su "X" o abscisa y de su "Y" u ordenada, medidas en cada caso con relación a su origen previamente conocido y convencional.

En esencia, la cuadrícula es una simple cuadrícula ortogonal, es decir, formada por líneas perpendiculares entre sí que se considera sobrepuesta a una proyección geográfica determinada, resultando así que la cuadrícula tiene entonces las mismas propiedades que la proyección a la cual está ligada, por lo que en sí misma, forma ya un sistema de proyección geográfica.

Con objeto de limitar las deformaciones que se presentan a medida que aumenta la longitud geográfica, a partir del meridiano de origen se ha dividido al mundo en sesenta zonas de igual forma geográfica cada una de ellas con valor de 6° en la dirección Este-Oeste y de 8° en la dirección Norte-Sur hasta los 30° de latitud Norte y Sur. Para seleccionar o localizar zonas, así como para fraccionar un área, debe hacerse a través de subdivisiones, tomando como unidad a la Tierra. De acuerdo con las especificaciones para la Proyección U.T.M., la división que se establece es de zonas meridianas de 6° de longitud; a partir de esta división se — llevan a cabo las subdivisiones necesarias en función de la escala adoptada para obtener el formato adecuado para todas las cartas, o bien, para la designación de puntos sobre la superficie de la Tierra.

2.2 NOMINACION DE LOS ELEMENTOS U.T.M.

La nominación utilizada en los elementos que componen a la Proyección U.T.M., se pueden ilustrar en la siguiente figura (2.4).

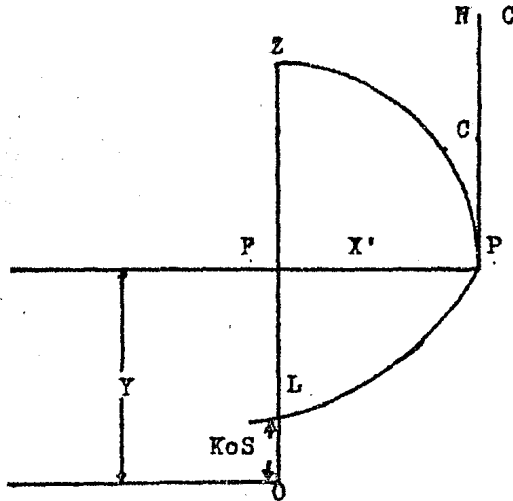


Fig. 2.4 Elementos de la Proyección U.T.M.

En el hemisferio Norte y al Este del Meridiano Central, está representado el punto "P". Invirtiendo o haciendo girar el diagrama o ambas cosas a la vez, la figura puede representar la situación de un punto en cualquier hemisferio a uno u otro lado del Meridiano Central.

P = Punto considerado.

F = Pie de la perpendicular de "P" al Meridiano Central.

O = El origen.

OZ = Meridiano Central.

LP = Paralelo a la latitud de "P".

ZP = Meridiano de "P".

OL = $K_0 S$, el arco de Meridiano desde el Ecuador.

LP = Ordenada de curvatura.

OF = N = Y, ordenada de cuadrícula.

FP = E' = X', la distancia paralela sobre la cuadrícula desde el

Meridiano Central.

NC = Norte de cuadrícula.

C = Convergencia de meridianos, o sea: el ángulo en "P" formado por el Norte verdadero y el Norte de cuadrícula.

2.3 RELACION DE LOS ELEMENTOS U.T.M. CON LOS GEODESICOS.

Las relaciones de los elementos U.T.M. con los geodesicos son los siguientes:¹

ϕ = Latitud

λ = Longitud

ϕ' = Latitud del pie de la perpendicular trazada del punto considerado al Meridiano Central.

λ_0 = Longitud del origen (Meridiano Central) de la proyección.

$\Delta\lambda$ = Diferencia de longitud con relación al Meridiano Central

= $\lambda - \lambda_0$ cuando el punto se encuentra al Este del Meridiano Central y al Este del Meridiano de Greenwich.

= $\lambda - \lambda_0$ cuando el punto se encuentra al Oeste del Meridiano Central y al Oeste del Meridiano de Greenwich.

= $\lambda_0 - \lambda$ cuando el punto está al Oeste del Meridiano Central y al Este del Meridiano de Greenwich.

a = Semieje mayor del elipsoide.

b = Semieje menor del elipsoide

f = Elipticidad

s = Distancia verdadera medida sobre un meridiano del elipsoide, desde el Ecuador.

k_0 = Factor de escala en el Meridiano Central; es una reducción arbitraria que se aplica a todas las longitudes geodésicas para disminuir la máxima distorsión.

(1) La lista completa de la relación de los elementos U.T.M., se puede consultar en "La Proyección Cartográfica para Petroleos Mexicanos" del Dr. Jorge Caire Lomeli, pp 12 a 15. A.M.G.P. México 1974.

- k = Factor de escala sobre el punto considerado en la proyección.
- FN = Falsa ordenada.
- FE = Falsa abscisa.
- $E' = X'$ = Abscisa de cuadrícula $E + 500,000$ cuando el punto está al este del Meridiano Central y $500,000 - E'$ cuando el punto está al Oeste de dicho meridiano.
- $N = Y$ = Ordenada de cuadrícula.
- t = Azimut plano (medido a partir del Norte de cuadrícula).
- T = Azimut geodésico proyectado (medido a partir del Norte de cuadrícula).
- α = Azimut geodésico.
- C = Convergencia de meridianos, o sea, el ángulo formado por el Norte verdadero y el Norte de cuadrícula.

2.4 ELEMENTOS DE LA CUADRICULA U.T.M.

Los elementos de la cuadrícula U.T.M., que deben figurar en la Cartografía, es decir en las hojas a las distintas escalas editadas por el organismo cartográfico que las elabore son los siguientes:

- i) La cuadrícula ortogonal.-
- a) La cuadrícula está trazada con líneas negras continuas e intervalos diferentes de acuerdo con la escala en la forma siguiente:

1,000 m a las escalas de 1: 10,000, 1: 25,000 y 1: 50,000.

10,000 m a las escalas de 1: 100,000, 1: 250,000 y 1: 500,000.

100,000 m a la escala de 1: 1,000,000.

En las hojas a 1,000 m de intervalo, las líneas de la cuadrícula cuyo valor sea múltiplo de 10,000 se trazan con un grueso mayor y en las de 10,000 de intervalo se hace lo mismo con las que son múltiplo de 100,000 m.

- b) Los números correspondientes a los valores de las líneas -

de la cuadrícula (abscisas y ordenadas) aparecen fuera de las líneas netas en los cuatro lados de las hojas, rotulando cada una de las líneas de la cuadrícula.

Las líneas rectas, que limitan una hoja cualquiera de un mapa por sus cuatro lados, no son líneas de la cuadrícula sino meridianos y paralelos según el caso y reciben el nombre genérico de líneas netas.

Cuando una línea de la cuadrícula coincide con una línea neta de la hoja se omite la de cuadrícula, pero la línea neta respectiva se rotula en el margen con los valores correspondientes a la línea de cuadrícula omitida.

c) Solamente la primera línea de cuadrícula en ambas direcciones, a partir de la esquina SW de la hoja, hacia la derecha y hacia arriba se rotula en forma completa con todos los números correspondientes a su valor; en todos los demás casos se omiten los ceros de dichos valores como sigue:

- los últimos tres ceros (000) cuando el intervalo de cuadrícula es de 1,000 m.
- los últimos cuatro ceros (0000) si el intervalo es de 10,000.

d) Los valores numéricos de las coordenadas de cuadrícula se imprimen en tipos de dos tamaños, esto es, el mayor para los dígitos principales y el menor para el resto de los números respectivos, de acuerdo con lo siguiente:

- dos dígitos principales: se imprimen en hojas cuyo intervalo es de 1,000 m y corresponden, el primero a las unidades de 10,000 m y el segundo a las de 1,000 m de los valores de cuadrícula.
- un dígito principal: se imprimen en hojas cuyo intervalo es de 10,000 m y corresponde a las unidades de 10,000 m de los valores de cuadrícula.

e) Los dígitos principales se imprimen también rotulando las líneas respectivas, en la cara misma de las hojas, en una columna

y una hilera que se cortan aproximadamente en el centro; en la inteligencia que se imprimen en tipo más grueso los correspondien--tes a las líneas de cuadrícula espaciadas 10,000 m entre sí, en las hojas cuyo intervalo es de 1,000 m y se procede en la misma forma con los dígitos principales de las líneas espaciadas a 100,000 m cuando el intervalo es de 10,000 m.

Los dígitos principales son importantes por ser los que se emplean para referenciar o dar la situación de los puntos que se quiera. Las primeras líneas de la cuadrícula, tanto hacia el --N coma hacia el E, a partir de la esquina SW de una hoja el valor numérico de la coordenada respectiva se imprime en forma comple--ta.

ii) Diagrama de declinación.-- Como en las hojas impresas en la cuadrícula U.T.M. se consideran tres nortes diversos, en la información marginal de las mismas debe figurar un diagrama que ---muestre la relación entre el norte verdadero, el de cuadrícula y el magnético, para la hoja respectiva y la forma de utilizar esos datos. (fig 2.5)

a) el diagrama debe colocarse en el margen inferior de la hoja y está formado por tres rectas o direcciones que parten radiallmente de un solo punto y cada una representa uno de los tres nortes mencionados a cuyo efecto se encuentran convenientemente señalados o rotulados.

b) el trazo o recta correspondiente al Norte de Cuadrícula debe encontrarse en la dirección de una línea vertical de la cuadrílcula y prolongarse hasta el punto pivote situado en la parte inferior de la hoja, pero interrumpiéndola para colocarle las letras NC (norte de cuadrícula).

c) el norte magnético, o sea la recta que lo representa radilrá del mismo punto central extendiéndose hasta la altura de las letras NC y estará rematada por una cabeza de flecha la cual tendrá el medio arpón a la izquierda o a la derecha según que el Nor

te de cuadrícula quede a la derecha o a la izquierda del magnético.

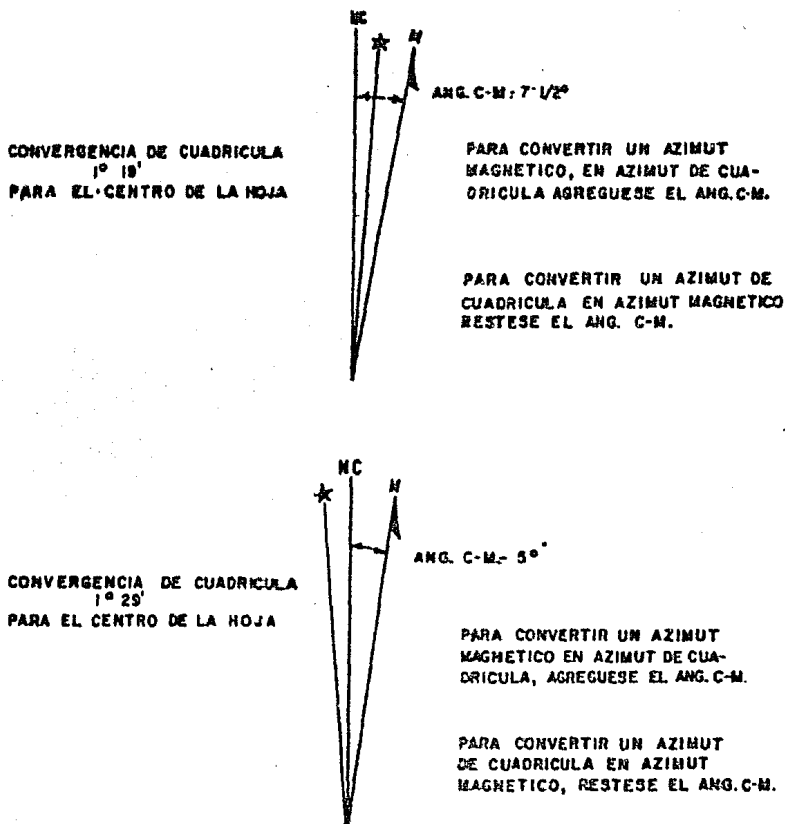


Fig. 2.5 DIAGRAMA DE DECLINACION MAGNETICA

d) la dirección correspondiente al Norte Verdadero debe tener en su extremo una estrella de cinco puntas.

e) los ángulos que forman respectivamente el Norte Magnético y el Norte Verdadero con el Norte de Cuadrícula (NC) se trazan -- con una aproximación de 30' con respecto a su valor numérico; conociendo que cuando el ángulo entre el NC y el magnético sea menor de 3° se omite este último, teniéndose en cuenta, de un modo general, que cuando dos nortes se confundan en uno solo, por no formarse ángulo entre ellos, la recta que los represente gráficamente deberá llevar las características distintivas de ambas se--

gún el caso.

La existencia de tres nortes diferentes, por razón de la cuadrícula se explica brevemente como sigue: es bien conocido que el Polo Norte Geográfico o sea uno de los dos puntos en que el eje de rotación de la Tierra corta a esta y al cual concurren o convergen todos los meridianos, no coincide con el Polo Norte Magnético considerando a la Tierra como un imán. De aquí resultan -- dos nortes y por consecuencia la meridiana geográfica o verdadera generalmente no coincide con la meridiana magnética por lo que, -- en cualquier punto de la Tierra ambas direcciones forman un ángulo entre sí llamado "declinación magnética" (excepto sobre las líneas agónicas en donde vale cero) que tiene valores diferentes según el punto que se considere y que puede ser Este u Oeste según que la dirección Norte-Sur magnética se encuentre al Este u Oeste de la dirección Norte-Sur geográfica; sabiendo que en toda la extensión del territorio nacional, la declinación es siempre al Este.

Por otro lado la cuadrícula ortogonal tiene las líneas que la forman, tanto horizontales como verticales paralelas entre sí, lo que significa que, con relación a estas últimas, solo una de ellas, la que en cada zona de cuadrícula coincide con el Meridiano Central de la misma, señalará hacia el norte verdadero, pues las demás, por ser paralelas se irán apartando de dicho norte a medida que crezca su separación del Meridiano Central mientras -- que los meridianos son convergentes y concurren todos en el Polo-Norte. Por la razón anterior el ángulo formado por las líneas verticales de la cuadrícula y los meridianos, en un punto dado, -- se llama Convergencia de Cuadrícula. Con objeto de limitar esas discrepancias, las zonas de cuadrícula solo tienen una anchura de 6° o sea 3° al Este y al Oeste del Meridiano Central correspondiente.

iii) Notas marginales.- La obtención del azimut de una línea --

es una operación muy frecuente en el empleo de documentos cartográficos. En consecuencia para medir el azimut de una línea sobre una carta se traza por el extremo que se tome como origen de la línea, una paralela a la dirección N-S y después, con un transportador se mide el ángulo, de acuerdo con lo explicado, entre dicha paralela (N-S) y la línea.

Como en estas cartas se tienen tres nortes, la paralela antes mencionada puede serlo según se quiera, a cualquiera de los nortes citados, en cuyo caso el azimut que se mida resultará ser respectivamente astronómico, de cuadrícula o magnético. Ahora bien, los dos últimos son de mayor empleo en las notas que se colocan junto al diagrama de declinación se explica la forma de pasar de un azimut a otro, después de que se ha obtenido la medida directa de un de los dos, de cuadrícula o magnético.

Los ángulos que se señalan en el diagrama son los formados entre el norte de cuadrícula y el norte magnético y el comprendido entre el propio norte de cuadrícula y el norte verdadero.

La magnitud del ángulo CM se anota al lado del arco, trazado con línea discontinua, que conecte las rectas correspondientes a los dos nortes que lo forman, expresada con una aproximación de medio grado, la nota debe ser:

1965

Angulo C M.

$7^{\circ} 30'$

La nota correspondiente al ángulo de convergencia se coloca junto al arco con línea discontinua, que se traza para conectar las direcciones correspondientes a los nortes de cuadrícula y verdadero y debe redactarse de acuerdo con lo siguiente, sabiendo que el ángulo de convergencia se da para el centro de la hoja.

Convergencia de cuadrícula

$1^{\circ} 19'$

para el centro de la hoja

Las notas que deben ponerse en relación con el diagrama de declinación, explicando el empleo del ángulo CM son las siguientes:

1) Cuando el norte magnético del diagrama se encuentre al Este del Norte de Cuadrícula, la nota debe decir: "Para convertir un Azimut de Cuadrícula súmese el ángulo CM ."

"Para convertir un Azimut de Cuadrícula en Azimut Magnético réstese el ángulo CM ."

2) Cuando el Norte Magnético del diagrama se encuentra al Oeste del de Cuadrícula, las notas dirán como sigue: "Para convertir un Azimut magnético en Azimut de Cuadrícula réstese el ángulo CM ." "Para convertir un Azimut de Cuadrícula en Azimut magnético súmese el ángulo CM ."

iv) Cuadro de localización.- Este cuadro contiene instrucciones relativas a la cuadrícula de acuerdo con el sistema empleado y por lo tanto, debe aparecer en la información marginal de cada hoja. De las instrucciones necesarias para formar una referencia de Cuadrícula por medio de un ejemplo (fig 2.6 a y b), paso por paso, referido a un punto o accidente de la hoja considerada conociéndose el punto elegido para el caso puede ser uno o cualquiera de los mencionados a continuación en orden de preferencia:

- un poblado pequeño con su nombre.
- un punto prominente con su nombre.
- un punto de control terrestre horizontal.
- un punto o accidente pequeño de nombre conocido tal como un lago, laguna, presa, etc.
- un punto de elevación conocida.
- una convergencia de caminos, vías ferreas, ríos, etc.
- un punto de intersección de dos líneas de cuadrícula o de un meridiano y un paralelo.

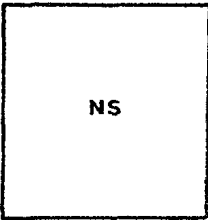
IDENTIFICACION DEL CUADRADO DE 100000 M. DE LADO	METODO PARA OBTENER LAS COORDENADAS DE CUADRICULA DE UN PUNTO CON UNA APROXIMACION DE 100m.					
	PUNTO UTILIZADO COMO EJEMPLO CERRO PAULA					
<p>IGNORENSE los números de TIPO MENOR de cualquier distancia de cuadrícula, dichos números solo sirven para conocer el valor completo de las coordenadas. Usense únicamente los números de TIPO MAYOR, ejemplo:</p> <p style="text-align: center;">530000</p>	<p>1 Localícese la línea VERTICAL de la cuadrícula situada inmediatamente a la izquierda del punto y léanse los números en tipo GRANDE correspondientes a ella, ya sea en el margen superior, en el inferior o sobre la línea misma. Estímense los décimos (del intervalo de cuadrícula) entre la línea mencionada y el punto:</p> <p>2 Localícese la línea HORIZONTAL de la cuadrícula situada inmediatamente ABAJO del punto y léanse las cifras en tipo GRANDE correspondientes a ella, las cuales se pueden ver en el margen izquierdo, en el derecho o sobre la línea misma. Estímense los décimos (del intervalo de cuadrícula) entre la línea mencionada y el punto:</p>	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">08</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">7</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">88</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">2</td> </tr> </table>	08	7	88	2
	08	7	88	2		
COORDENADAS DEL PUNTO:	087882					
<p>Si la información se refiere a una zona mayor de 100000m. en cualquier dirección o si la hoja está comprendida en más de uno de dichos cuadrados, antepóngase la identificación del cuadrado de 100000m. como sigue:</p>	NS087882					

Fig. 2.6 (a) CUADRO DE LOCALIZACION

Esc. 1 : 25 000 y 1 : 50 000
(Intervalo de cuadrícula 1 Km)

<p style="text-align: center;">ZONA DE CUADRICULA</p> <p style="text-align: center;"><u>15Q</u></p> <p style="text-align: center;">IDENTIFICACION DEL CUADRADO DE 100000 M. DE LADO</p> <table border="1" style="margin: 10px auto; width: 150px; height: 100px;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">XL</td> <td style="text-align: center;">YL</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">XK</td> <td style="text-align: center;">YK</td> </tr> </table>			XL	YL	XK	YK	<p style="text-align: center;">METODO PARA OBTENER LAS COORDENADAS DE CUADRICULA DE UN PUNTO CON UNA APROXIMACION DE 1 000 M.</p>										
XL	YL																
XK	YK																
<p>IGNORENSE los números de TIPO MENOR de cualquier distancia de cuadrícula, dichos números solo sirven para conocer el valor completo de las coordenadas. Usense únicamente los números de TIPO MAYOR, ejemplo:</p> <p style="text-align: center;">40 0000</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="2" data-bbox="523 440 917 497">PUNTO UTILIZADO COMO EJEMPLO:</td> <td colspan="2" data-bbox="917 440 1129 497" style="text-align: center;">EJIDO HARO</td> </tr> <tr> <td data-bbox="523 497 917 984" style="vertical-align: top;"> <p>Léanse las letras que identifican el cuadrado de 100 000 m. dentro del cual se encuentra el punto</p> <p>Localícese la línea VERTICAL de la cuadrícula más próxima a la IZQUIERDA del punto y léase el número en TIPO MAYOR correspondiente, el cual se encuentra en el margen superior o inferior, o sobre la línea misma</p> <p>Estímense los décimos (del intervalo de cuadrícula) entre la línea mencionada y el punto</p> <p>Localícese la línea HORIZONTAL de la cuadrícula más próxima ABAJO del punto y léase el número en TIPO MAYOR correspondiente, el cual se encuentra en el margen izquierdo o derecho, o sobre la línea misma</p> <p>Estímense los décimos (del intervalo de cuadrícula) entre la línea mencionada y el punto</p> </td> <td data-bbox="917 497 991 984" style="text-align: center; vertical-align: middle;">YL</td> <td data-bbox="991 497 1053 984" style="text-align: center; vertical-align: middle;">3</td> <td data-bbox="1053 497 1129 984" style="text-align: center; vertical-align: middle;">4</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="523 984 917 1031">COORDENADAS DEL PUNTO</td> <td colspan="2" data-bbox="917 984 1129 1031" style="text-align: center;">YL3443</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="523 1031 917 1164" style="vertical-align: top;"> <p>Si la información se encuentra en una zona alejada en cualquiera dirección a más de 18° (2 000 kms. aprox.), agréguese en primer término a la referencia anterior, la designación de la zona de cuadrícula correspondiente:</p> </td> <td colspan="2" data-bbox="917 1031 1129 1164" style="text-align: center; vertical-align: middle;">15QYL3443</td> </tr> </table>	PUNTO UTILIZADO COMO EJEMPLO:		EJIDO HARO		<p>Léanse las letras que identifican el cuadrado de 100 000 m. dentro del cual se encuentra el punto</p> <p>Localícese la línea VERTICAL de la cuadrícula más próxima a la IZQUIERDA del punto y léase el número en TIPO MAYOR correspondiente, el cual se encuentra en el margen superior o inferior, o sobre la línea misma</p> <p>Estímense los décimos (del intervalo de cuadrícula) entre la línea mencionada y el punto</p> <p>Localícese la línea HORIZONTAL de la cuadrícula más próxima ABAJO del punto y léase el número en TIPO MAYOR correspondiente, el cual se encuentra en el margen izquierdo o derecho, o sobre la línea misma</p> <p>Estímense los décimos (del intervalo de cuadrícula) entre la línea mencionada y el punto</p>	YL	3	4	COORDENADAS DEL PUNTO		YL3443		<p>Si la información se encuentra en una zona alejada en cualquiera dirección a más de 18° (2 000 kms. aprox.), agréguese en primer término a la referencia anterior, la designación de la zona de cuadrícula correspondiente:</p>		15QYL3443	
PUNTO UTILIZADO COMO EJEMPLO:		EJIDO HARO															
<p>Léanse las letras que identifican el cuadrado de 100 000 m. dentro del cual se encuentra el punto</p> <p>Localícese la línea VERTICAL de la cuadrícula más próxima a la IZQUIERDA del punto y léase el número en TIPO MAYOR correspondiente, el cual se encuentra en el margen superior o inferior, o sobre la línea misma</p> <p>Estímense los décimos (del intervalo de cuadrícula) entre la línea mencionada y el punto</p> <p>Localícese la línea HORIZONTAL de la cuadrícula más próxima ABAJO del punto y léase el número en TIPO MAYOR correspondiente, el cual se encuentra en el margen izquierdo o derecho, o sobre la línea misma</p> <p>Estímense los décimos (del intervalo de cuadrícula) entre la línea mencionada y el punto</p>	YL	3	4														
COORDENADAS DEL PUNTO		YL3443															
<p>Si la información se encuentra en una zona alejada en cualquiera dirección a más de 18° (2 000 kms. aprox.), agréguese en primer término a la referencia anterior, la designación de la zona de cuadrícula correspondiente:</p>		15QYL3443															

Fig. 2.6 (b)

Esc. 1 : 100 000 y 1 : 250 000
(Intervalo de cuadrícula 10 Km)

2.5 TRANSFORMACION DE COORDENADAS.

Las fórmulas de conversión, que se mostrarán adelante, expresan algebraicamente la correspondencia biunívoca existente entre las coordenadas U.T.M. x e y con las coordenadas geográficas ϕ, λ .

2.5.1 COORDENADAS GEOGRAFICAS A COORDENADAS DE LA PROYECCION U.T.M.

Para poder convertir de coordenadas geográficas a coordenadas de la Proyección U.T.M., se utilizan las ecuaciones siguientes:

$$Y = (I) + (II)p^2 + (III)p^4 + A_6$$

$$X = 500,000 \pm X'$$

$$X' = (IV)p + (V)p^3 + B_5$$

Los términos que intervienen en estas ecuaciones, están formados en su mayor parte por el producto de dos factores: el primero está representado por el número romano correspondiente y está en función de la latitud; el segundo es el valor de la longitud del punto considerado con relación al Meridiano Central de la zona.

El valor $\Delta\lambda$ se expresa en función de p que es igual a un diez milésimo de la diferencia de longitud en segundos, con respecto al Meridiano Central. Para obtener el valor de p , se convierte $\Delta\lambda$ en segundos y se corre el punto decimal cuatro cifras hacia la izquierda. Las cifras decimales con el que debe obtenerse el valor de p para dar la precisión requerida en las coordenadas de la proyección son: para dar el metro en las coordenadas debe calcularse p con seis cifras decimales; para el decímetro, p se calculará con siete cifras y para el centímetro, debe calcularse con ocho cifras decimales.

El término A_6 representa una combinación de dos factores, su producto se representa por medio de una gráfica escalonada que aparece en la parte inferior de las tablas. El término B_5 es muy similar al A_6 , ambos cambian con la latitud rápidamente por lo que -

se hace necesario un nomograma.

El procedimiento general consiste en:

- i) utilizar el elipsoide adoptado.
- ii) localización del Meridiano Central correspondiente y de la zona geográfica que le corresponde.
- iii) determinación del valor de la abscisa mediante la ecuación $X = 500,000 + (IV)p + (V)p^3 + B_5$, los coeficientes de p y el de B_5 se estiman en las tablas correspondientes.
- iv) determinación del valor de la ordenada por medio de la ecuación $Y = (I) + (II)p^2 + (III)p^4 + A_6$, para los puntos situados en el norte y $Y = 10,000,000 - (I) + (II)p^2 + (III)p^4 + A_6$ para las latitudes sur. Las funciones y el término A_6 se obtienen de las tablas.

Este procedimiento se ilustra con el siguiente diagrama (fig-2.7) para convertir coordenadas geográficas a coordenadas de la proyección U.T.M.

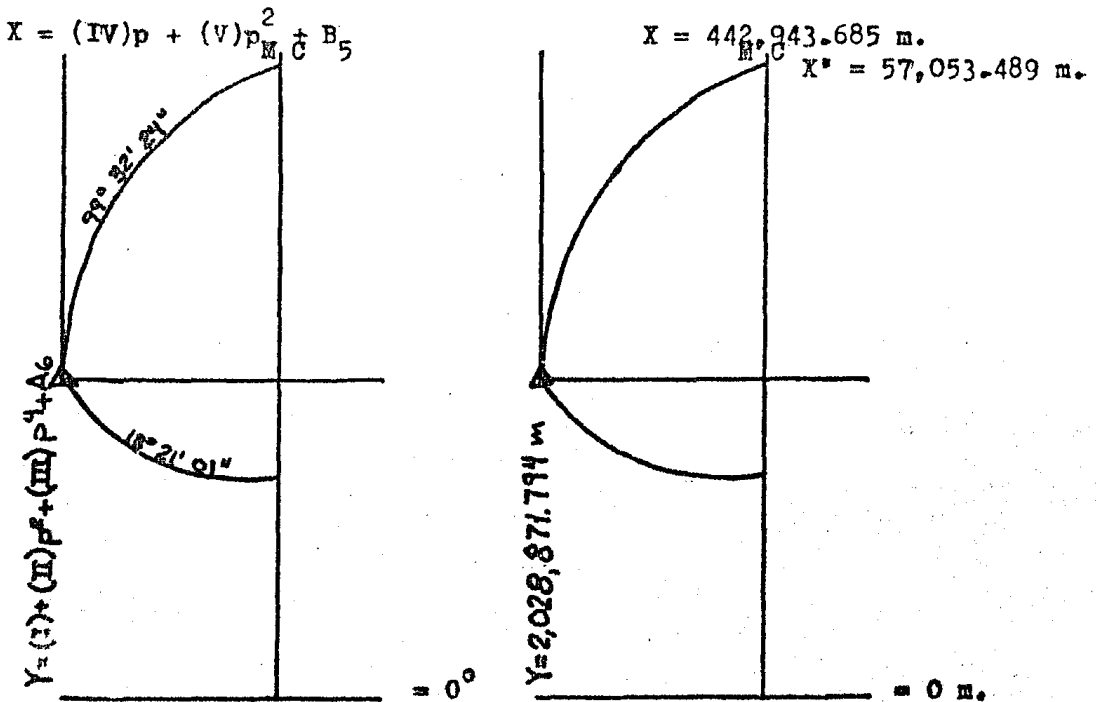


Fig. 2.7 Diagrama para transformar coordenadas geográficas a coordenadas U.T.M.

El significado de los factores que intervienen en las ecuaciones son:

a) Factor I.-- Es una función que determina la distancia existente en el Meridiano Central en la Proyección desde el Ecuador -- hasta el punto considerado.

b) Factores (II) p^2 , (III) p^4 y A_6 .-- Son funciones que combinadas determinan la distancia existente en la proyección sobre el Meridiano Central que hay desde la intersección del paralelo considerado, con el Meridiano Central hasta la ordenada de cuadrícula que contenga al punto en cuestión. La cantidad $p = 0.000,1 \Delta \lambda''$ es la indicadora de la separación que existe del punto o estación al Meridiano Central. Los factores (II) y (III) actúan sobre la curvatura del paralelo al ser extendido por p^2 y p^4 . El término A_6 no es esencial para todos los casos, está representado por una escala que refleja la magnitud de A_6 incrementado para latitudes particulares.

c) Factores (IV) p , (V) p^3 y B_5 .-- La expresión (IV) p es aproximadamente el valor en la proyección que hay para la distancia que separa al Meridiano Central de la estación en cuestión y los términos (V) p^3 y B_5 combinados, dan el valor que ajustan para su mejor aproximación. Los términos (IV) y (V) están en función de la latitud y son valores decrecientes. El término B_5 aparece con sus valores mediante la gráfica.

2.5.2 COORDENADAS DE LA PROYECCION U.T.M. A COORDENADAS GEOGRAFICAS.

Esta transformación de coordenadas es muy semejante al anterior, sirve de comprobación de los cálculos para la transformación llevadas a cabo por medio de las tablas. Las ecuaciones que se emplean para transformar a geográficas, teniendo las coordenadas en la proyección son:

$$\varphi = \varphi' - (VII)q^2 - (VIII)q^4 - D_6$$

$$\lambda = \lambda_0 \pm \Delta \lambda$$

$$\Delta \lambda = (IX)_q - (X)_q^3 + E_5$$

El diagrama para convertir coordenadas de la proyección a coordenadas geográficas, está mostrado en la figura 2.8, en donde -- los datos de entrada son: $X = 442,943.685$ y $Y = 2,028,871.794$ para obtener sus correspondientes valores geográficos.

$$X = 442,943.685 \text{ m.}$$

$$X' = 57,053.489 \text{ m.}$$

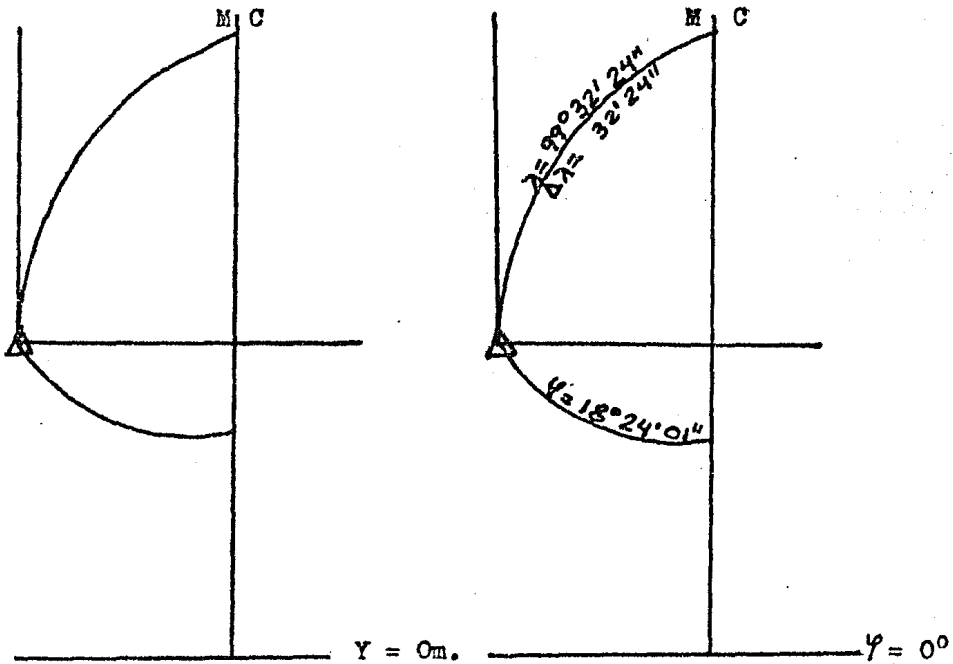


Fig. 2.8 Diagrama para transformar coordenadas U.T.M. a coordenadas geográficas.

El procedimiento general para llevar a cabo la transformación inversa, es el siguiente:

i) Determinación de la ordenada φ' , que es el valor geográfico correspondiente si la estación se encontrara sobre el Meridiano Central.

ii) En función de q^2 y q^4 ($q = 0.000,001 X'$) con sus coeficientes y el término D_6 , se obtiene la corrección que debe aplicarse a φ' para determinar la latitud de la estación. Esta correc---

ción está dada por: $\varphi' = (\text{VII})q^2 + (\text{VIII})q^4 - u_6$.

iii) Tomando como argumento φ' en las tablas, se determinan los valores de las funciones (IX), (X) y el término K_5 , con las cuales se calcula el incremento de longitud:

$$\Delta\lambda = (\text{IX})q - (\text{X})q^3 + K_5$$

iv) La longitud es determinada mediante la longitud del Meridiano Central y el incremento $\Delta\lambda$, positivo cuando se encuentra - al Este y negativo si está al Oeste del mismo.

v) La longitud del Meridiano Central se determina mediante la zona geográfica a que corresponda.

2.6 DISTANCIAS EN LA PROYECCION U.T.M.

Para que las distancias medidas sobre la superficie terrestre cumplan con las condiciones de precisión a que estén destinadas, se les tienen que aplicar varias correcciones, tales como: estandarización, temperatura, catenaria, tensión, y reducción de la distancia al nivel del mar. Es esta última corrección la que se aplica siempre a las distancias medidas para fines cartográficos y se excluye en los trabajos de Cartografía Urbana.

Por lo general esta corrección se combina con el factor de escala para convertirlos en factores y aplicárselos a las distancias medidas para obtenerlas en la proyección U.T.M. Es en estos casos cuando la proyección U.T.M., funciona como un sistema de proyección ortogonal.

El factor de escala que debe aplicarse a una distancia real para transformarla en la proyección U.T.M., está dada por la ecuación:

$$K = K_0 [1 - (\text{XVIII})q^2 + 0.000\ 03\ q^4]$$

Cuando las distancias levantadas excedan de 8 kilómetros, la ecuación anterior no satisface las precisiones requeridas en la mayoría de los casos en vista de que si la línea considerada está en una dirección cercana a la este- oeste el factor de escala varía rápidamente, pero si en el levantamiento predomina la dirección Norte-Sur este varía lentamente.

En algunos levantamientos, cuyas precisiones son mayores de 1:10,000 y sus distancias son mayores de 8 kms., la ecuación anterior se aplica utilizando un promedio para el valor de "q" obtenido de la ecuación:

$$q^2 = \frac{1}{3} (q_1^2 + q_1 q_2 + q_2^2)$$

donde:

$$q_1 = 0.000\ 001\ X_1'$$

$$q_2 = 0.000\ 001\ X_2'$$

Para trabajos de alta precisión, el factor de escala que se utiliza es un promedio de estos;

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{6} \left(\frac{1}{K_1} + \frac{4}{K_3} + \frac{1}{K_2} \right)$$

En la proyección U.T.M., se utiliza la distancia reducida al nivel del mar. Todos los levantamientos geodésicos lo establecen con el objeto de apreciar las tolerancias establecidas a lo largo de las diferentes altitudes que se atraviesen, la ecuación es la siguiente:

$$d = v \left[1 - \frac{h}{R} + \frac{h^2}{R^2} \right]$$

en donde:

D = distancia medida y corregida

h = altitud media

R = radio medio

d = distancia reducida al nivel del mar.

2.7 AZIMUTES EN LA PROTECCION U.T.M.

Los azimutes se determinan a través de las direcciones (ángulo entre una línea o plano y una línea de referencia o plano arbitrariamente elegido) observadas en los levantamientos de campo. Y de acuerdo con el meridiano a que esté referido será el tipo de azimut, siendo los principales: el magnético, de cuadrícula, astronómico, geodésico. A estos dos últimos se les mide con origen en el sur. Los azimutes de cuadrícula están dados con origen en el norte de cuadrícula. Las direcciones magnéticas se utilizan para los levantamientos expeditivos de poca precisión y es necesario fecharlos para poder corregirlos por la variación magnética anual.

Los símbolos que se emplean para las diferentes clases de azimutes son:

(t) = Azimut plano.

(T) = Azimut geodésico proyectado.

(α) = Azimut geodésico.

(α^i) = Azimut geodésico inverso.

Los azimutes (t) y (T) se refieren frecuentemente sin distinguirlos a los de cuadrícula en los levantamientos de poca precisión y con distancias cortas. Para los levantamientos de mayor precisión con líneas largas, es necesario distinguir el azimut -

(t) del (T) porque tienen valores numéricos diferentes y de proporciones de importancia. El azimut geodésico en la proyección U.T.M., aparecen como una línea curva y determina un ángulo con la meridiana geodésica que también aparece como línea curva.

i) Cálculo del azimut plano (t).- El azimut plano de una línea \overline{AB} es el ángulo medido en sentido retrogrado a partir del Norte de cuadrícula a una línea dada \overline{AB} , que es recta en la proyección y curva en la superficie terrestre. Este azimut se determina en función de sus coordenadas por medio de la ecuación:

$$\text{Tan } (t) = \frac{\Delta X}{\Delta Y} .$$

También puede ser determinado conociendo el azimut geodésico y una referencia de cuadrícula, utilizando la ecuación:

$$T = \alpha \pm C \pm 180^{\circ},$$

en donde C es la convergencia calculada por medio de las relaciones siguientes:

$$C = (XII)p + (XIII)p^3 + C_5$$

$$C = (XV)q - (XVI)q^3 + F_5.$$

ii) Azimut geodésico proyectado (T).- Es el ángulo medido en sentido retrógrado desde el Norte de cuadrícula a un punto sobre la superficie terrestre. Para determinarlo se utiliza la ecuación:

$$T = \alpha \pm C \pm 180^{\circ}.$$

Otra forma de obtener este azimut, es por medio del azimut plano al que se le aplica la corrección llamada de torsión (t-T), este valor se encuentra a partir de la ecuación:

$$(t-T) = (-\Delta Y) (2X_1 - X_2) 6.8755 (XVIII) 10^{-8}.$$

Conociendo los valores del azimut plano y la corrección por torsión, el azimut geodésico proyectado se obtiene por la ecuación:

$$T = t - (t-T).$$

iii) Azimut geodésico (α).— es la medida angular medida a partir del Norte o del Sur, en este caso, se le suman 180° .

iv) Azimut geodésico inverso (α').— en una línea geodésica el azimut en un sentido difiere del azimut en sentido opuesto de 180° más o menos la cantidad de la convergencia de meridianos, así el azimut inverso α' está expresado por:

$$\alpha' = \alpha + 180^{\circ} \pm \Delta\alpha.$$

A los valores angulares, se les debe de aplicar algunas correcciones, las cuales son:

($\Delta\alpha$) = Simboliza la convergencia de meridianos y se aplica en la ecuación del azimut inverso: $\alpha' = \alpha + 180^{\circ} \pm \Delta\alpha$.

C = Declinación de cuadrícula, originada por la convergencia de meridianos y consiste en la separación de la línea Norte-Sur de cuadrícula con la línea meridiana. Se aplica en la ecuación: $T = \alpha \pm C + 180^{\circ}$.

($t-T$) = Torsión, que es la diferencia angular entre el azimut plano (t) y el azimut proyectado (T) que salen del mismo punto y su valor es llamado corrección por torsión.



CAPITULO III

ORTOFOTOGRAFIA PARA AREAS URBANAS.

En la actualidad, la cantidad de información que se adquiere durante fracciones de segundo (instante de toma de las fotografías) tarda meses y aún años para su transformación en elemento cartográfico para ponerlo a disposición del usuario, ya que los medios convencionales que actualmente se están trabajando requieren -- por naturaleza de tiempo a partir de la realización del vuelo al momento en que la información pueda ser utilizada por alguien.

Es evidente que entre más rápido sea el desarrollo de los países, regiones o localidades, traerá como consecuencia, infinidad de cambios en todos los aspectos e indudablemente la cartografía debe actualizarse con esa misma dinámica.

Es importante destacar que la técnica de la ortofotografía se ha implantado durante la última década en varios países, siendo esta, la técnica por medio del cuál una fotografía, se transforma -- por áreas diferenciales a proyección ortogonal. Geométricamente un ortofoto es un plano, sustituyendo la restitución tradicional a línea, por permitir una mayor economía y dinamismo en la elaboración de cartas a escalas grandes.

Del resultado de la investigación se encontró una precisión satisfactoria y las ventajas siguientes, considerandose las más importantes la dinámica del método, la economía lograda y el hecho -- de que este producto pueda reproducirse en función de la demanda -- que se tenga, evitando con esto la impresión a varias tintas cuyo costo es representativo, teniendose a cambio que el material puede proporcionarse en película estable, papel fotográfico, copia heliográfica o impresión y no requiere de apoyo terrestre específico.

Esto no quiere decir que se descarta la restitución tradicional, ya que existen determinadas áreas urbanas que por su topografía y problemas particulares, al ser tratadas por métodos ortofotográficos los resultados que se obtendrían no serían completamente satisfactorios, aclarando, que la ortofotografía puede ser adecuada para escalas grandes, ya que en pequeñas, ciertos elementos por sus dimensiones requieren ser simbolizadas; sin embargo la ortofotografía a pequeñas escalas puede utilizarse con fines de actualización.

3.1 ORTOFOTO.

La técnica de ortofoto ofrece el producto más adelantado en la representación fotográfica. A diferencia del proceso convencional de rectificación, la ortofoto o técnica de rectificación diferencial, permite la rectificación precisa de fotografías tomadas sobre cualquier tipo de terreno. Las ortofotos son visualmente idénticas a las fotografías rectificadas de manera convencional, sin embargo, es superior su precisión geométrica en terrenos que no son completamente llanos.

Como lo indica su nombre, rectificación diferencial, en la técnica ortofoto, la imagen fotográfica es rectificada diferencialmente o aplicando la rectificación por áreas elementales de las fotografías. El procedimiento puede explicarse si observamos la figura 3.1 que nos representa esquemáticamente un estereorestituidor de tipo anaglífico.

Considerando que P_0 representa un plano de proyección arbitrario, el punto P del modelo del terreno formado por el restituidor se proyectará en el plano de proyección en el punto P'' , sin -

embargo, el punto P en una fotografía correctamente rectificada-- estará representado en la posición P_o , que resulta de la proyección ortogonal del punto. Esto puede obtenerse fácilmente moviendo verticalmente el plano de proyección P_o a la posición P_1 .

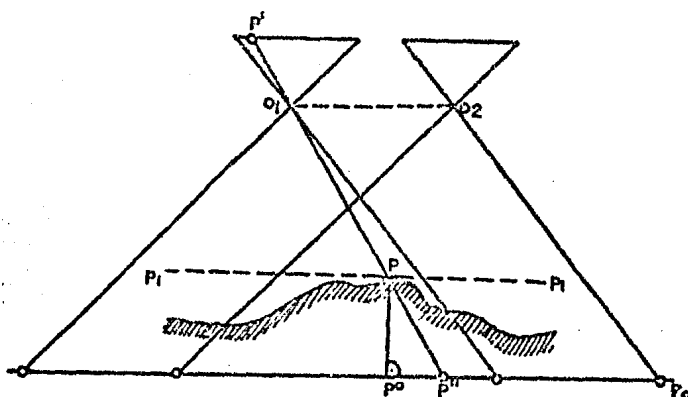


Fig. 3.1 Geometría básica del proceso ortofoto.

Considerando también que para cada punto consecutivo del perfil del terreno, la altura del plano de proyección puede ajustarse consecuentemente, todos los puntos del perfil se representan en una posición correcta, como si fuera un plano.

Este procedimiento suministra la base de la técnica ortofoto. Si suponemos un estereo restituidor similar a los de proyección óptica directa como un impresor de ortofotos, el procedimiento se realiza de la siguiente manera: se coloca una mesa plana que se pueda mover verticalmente en el espacio del modelo del restituidor, sobre esta mesa se coloca película cartográfica sensible solamente a la luz verde, la película está cubierta por una superficie mate, opaca, excepto una pequeña ranura que puede moverse-- a lo largo de uno de los ejes, por ejemplo el X (figura 3.2).

Mientras la ranura se mueve a través del modelo, el operador mantiene al nivel de la superficie del modelo ajustando continuamente la altura de la mesa. La película debajo de la ranura está iluminada por ambos proyectores, sin embargo, como la película solo es sensible a la luz verde, únicamente se registra la imagen del terreno proyectada con la luz verde. Un paso de la ranura a través del modelo produce una franja de una imagen del terreno - continuamente rectificadas y el ensamble de esas franjas paralelas, que cubre toda la fotografía o parte de ella, constituye una ortofoto.

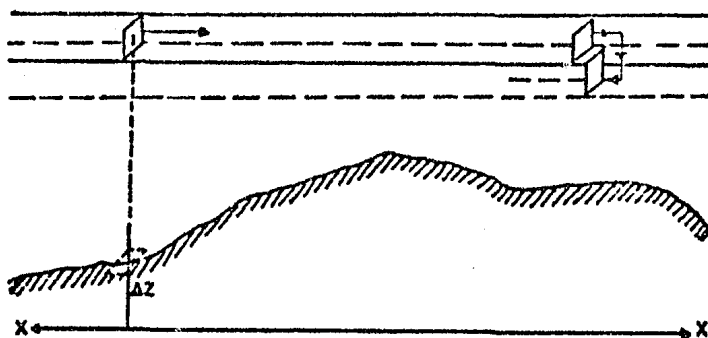


Fig 3.2 Movimiento de la ranura en el espacio del modelo.

Dependiendo de las características del terreno, el tamaño de la ranura puede cambiarse para alcanzar la precisión geométrica requerida. Disposiciones específicas aseguran que no se presenten límites visibles entre las franjas individuales y que la ortofoto resultante tenga la mejor y más uniforme calidad de imagen posible.

La producción de ortofotos requiere de la realización de todo el proceso: control básico, levantamiento aerofotográfico, ex-

tensión del control, establecimiento del canevá de restitución, orientación de los pares estereoscópicos y la restitución; luego el proceso fotográfico y la edición.

Reflexionando sobre lo anterior, encontramos que para que la operación sea correcta, habría que reducir la diferencial de imagen a un punto, pero como esto resulta imposible en la práctica, el procedimiento será tanto más preciso cuanto más pequeña sea la zona elemental, en función de la pendiente del terreno.

Tal situación hace que una ortofoto esté, necesariamente expuesta a errores planimétricos, en función de las dimensiones de las superficies elementales, mismas que son expuestas sucesivamente, constituyendo una faja. Este es el método utilizado generalmente, "un sistema de fajas paralelas", ya que ellas facilitan la automatización del mismo.

Se pueden concebir diversas maneras de descomponer el terreno no plano en zonas elementales, tales como:

i) Zonas de altitud constante (figura 3.3), comprendidas, entre dos curvas de nivel; la equidistancia límite de las zonas elementales, depende de la precisión buscada. Si se quisiera que el error planimétrico máximo fuera inferior a 0.2 mm (error gráfico), se requiere, para todo punto "m" del modelo cuya distancia al plano es Δh , que:

$$\overline{m_0m} < 0.2 \text{ mm}$$

es decir: $\Delta h < 0.2 \cot \omega$.

La distancia entre curvas que limitan las zonas elementales debe ser inferior a:

$$2\Delta h_{\max} = 0.4 \cot \omega_{\max}$$

siendo ω_{\max} el semiángulo del objetivo.

por ejemplo para una cámara granangular $\alpha = 45^\circ$, esta distancia será de 0.4 mm a la escala del modelo, este modelo de descomposición conduce a un método muy pesado y poco práctico y nunca ha sido utilizado.

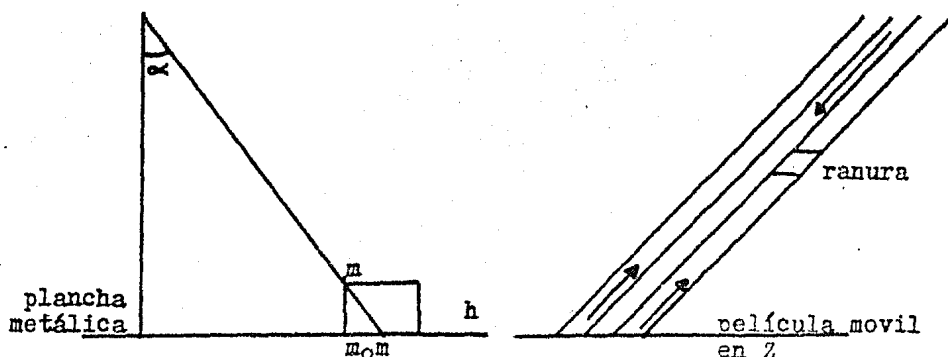


figura 3.3 Zonas de altitud constante.

ii) El método más práctico es la descomposición en fajas paralelas, pues ellas facilitan la automatización de las operaciones. Se utiliza un ortofotoscopio, que incluye un dispositivo que permite desplazar una ranura, que divide así el modelo en fajas paralelas cuyo ancho es el correspondiente a la longitud de la ranura (figura 3.4).

Los ortofotoscopios existentes están fundados sobre este principio y se distinguen:

- a) por el modo de producción de la ortofotografía: proyección óptica o transformación electrónica de una placa fotográfica.
- b) por su grado de automatización.
- c) por la manera de realizar la correspondencia entre la zona descubierta del modelo por la ranura y el modelo.

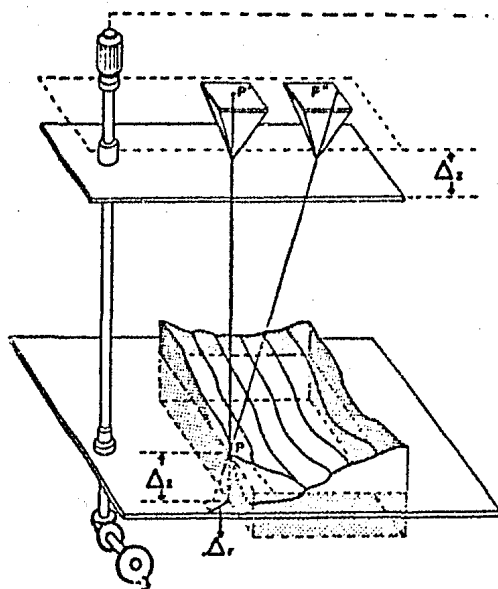


Figura 3.4 Proceso de ortofotografía en línea.

3.1.1 ERRORES RESIDUALES DE LAS ORTOFOTOS.

Como la exposición de la película no puede hacerse punto por punto, toda ortofoto tiene errores planimétricos debido a las dimensiones de las superficies elementales expuestas sucesivamente. Esos errores residuales son diferentes según los instrumentos analógicos manuales, es decir, los que requieren del operador para su trabajo.

En estos instrumentos, la imagen producida en el interior de la ranura es siempre una perspectiva cónica del terreno, siendo un ortofoto correcto sólo si en esa parte el terreno es plano y horizontal. Para poder comprender los errores residuales provocados por las diferencias de altitud en el interior de ésta superficie elemental, distinguiremos dos casos: i) según que el terre-

no localmente pueda ser asimilado a un plano inclinado o; ii) que presente variaciones locales bruscas con cambios importantes de pendiente.

1) Este es el caso general; consideremos un modelo constituido por un plano Q inclinado β_x sobre el eje X y β_y sobre el eje Y (β_x y β_y son los ángulos que hacen, con las divisiones X e Y respectivamente, las rectas de intersección del plano Q con los planos XZ y XY) (figura 3.5).

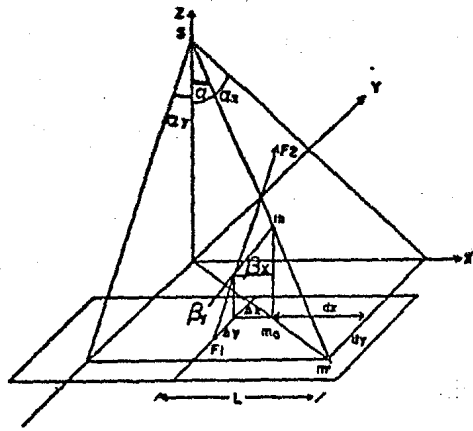


Figura 3.5 caso general.

El centro de la ranura se desplaza paralelamente al plano YZ, permaneciendo en el plano Q, a lo largo de la recta $E_1 E_2$, que forma el ángulo β y con su proyección sobre el plano horizontal XY. Un punto "m" del modelo es proyectado sobre la película en "m" cuando el centro de la ranura ocupa la posición E_1 mientras que su posición correcta es m_0 . Resulta pues un error, representado por el vector m_0m , cuyas componentes son:

$$dx = \overline{m_0m} \tan \alpha_x$$

$$dy = \overline{m_0m} \tan \alpha_y$$

α_x y α_y son las proyecciones del ángulo " α " sobre los planos - XZ y YZ, (α , inclinación del rayo perspective om sobre la vertical).

Se puede establecer también:

$$X = X_{m_0} - XF_1$$

$$Y = Y_{m_0} - YF_1$$

Se tiene entonces:

$$\overline{m_0 m} = \Delta X \tan \beta_x + \Delta Y \tan \beta_y$$

de donde finalmente tenemos:

$$dx = \Delta X \tan \beta_x \tan \alpha_x + \Delta Y \tan \beta_y \tan \alpha_x$$

$$dy = \Delta X \tan \beta_x \tan \alpha_y + \Delta Y \tan \beta_y \tan \alpha_y.$$

Cuando la ranura se desplaza a lo largo del perfil $F_1 F_2$, ΔX queda constante, mientras ΔY varía, el error resultante comprende una parte fija y otra variable con la posición de la ranura:

1^o parte fija:

$$(dx)_1 = \Delta X \tan \beta_x \tan \alpha_x$$

dado por:

$$(dy)_1 = \Delta X \tan \beta_x \tan \alpha_y$$

hagamos:

$$L_x = X_{m'} - XF_1$$

tenemos entonces:

$$L_x = \Delta X + (dx)_1$$

y de las fórmulas anteriores podemos tener:

$$(dx)_1 = \frac{1}{1 + \cot \alpha_x \cot \beta_x}$$

$$(dy)_1 = (dx)_1 \frac{\tan \alpha_y}{\tan \alpha_x}$$

Si la ranura tiene una longitud: $2L$, se tiene evidentemente:

$$|x| \leq L.$$

En base a lo anterior se puede deducir lo siguiente:

a) el error es cero en el centro de la placa fotográfica pues:

$$\alpha x = \alpha y = 0$$

b) el error es cero si $\beta x = 0$, es decir si las horizontales del terreno son perpendiculares a la dirección del barrido.

c) el error es cero sobre el eje de la faja barrida por la ranura ($Lx = 0$) y máxima sobre los bordes ($Lx = L$), es decir en las uniones con las bandas vecinas.

d) el error es independiente de βy .

e) magnitud del error para $Lx = \pm 2 \text{ mm}$ y $\alpha x = 35^\circ$ (caso prácticamente extremo para una placa fotográfica granangular).

En cuanto a $(dY)_1$, se pueden obtener los mismos valores que $(dX)_1$ en los extremos del campo, donde $\alpha y = \alpha x$.

Se puede observar que los errores radiales son cada vez más importantes cuanto más grande sea la pendiente transversal del terreno y cuanto más se aleje del nadir; estos errores generan discordancias entre fajas de barrido vecinas, con aparición de omisiones o repeticiones. El aspecto de estas discordancias depende de la orientación de la línea planimétrica con relación al centro de la placa fotográfica y con relación a la dirección del barrido; lógicamente, toda recta que pasa por el centro conserva su aspecto rectilíneo; pero los errores aparecen mucho más notables sobre las rectas que no pasan por el centro y cortan oblicuamente las bandas (figura 3.6).

La longitud L de la ranura tiene una importancia considerable, el tiempo de obtención del ortofoto es proporcional al número

ro de fajas, en consecuencia inversamente proporcional a "L", sin embargo es casi imposible de reducir esta longitud a menos de 3 o 4 mm, so pena de que el tiempo de realización sea muy largo.

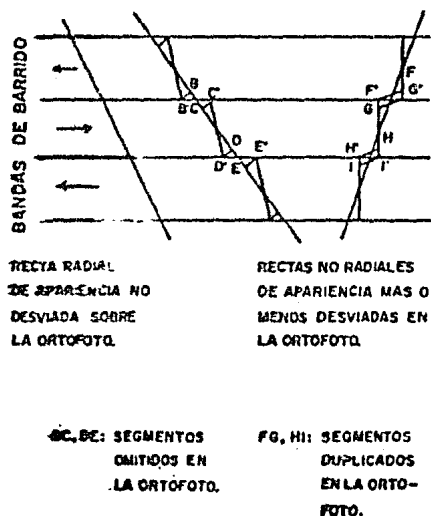


Figura 3.6 Errores radiales en el barrido.

En terrenos montañosos y sobre los bordes de los pases, se pueden tener deformaciones inferiores al milímetro con ranuras corrientes de 4 mm.

Los desplazamientos de una misma línea planimétrica pueden alcanzar algunos milímetros en las zonas de unión de las bandas vecinas.

2^o parte variable: viene dada por,

$$(dX)_2 = \Delta Y \tan \beta \text{ y } \tan \alpha \cdot x$$

$$(dY)_2 = \Delta Y \tan \beta \text{ y } \tan \alpha \cdot y$$

y haciendo que:

$$ly = Ym' - YP_1$$

de lo anterior se deduce:

$$ly = \Delta Y + (dy)_2$$

y:

$$(dX)_2 = (dy)_2 \frac{\tan \alpha_x}{\tan \alpha_y}$$

$$(dY)_2 = \frac{1}{1 - \cot \alpha_y \cot \alpha_x}$$

si la ranura tiene un ancho de $2l$, se tiene: $|ly| \leq 1$.

Estas fórmulas son idénticas a las correspondientes a la parte fija del error, pero ly es aquí variable cuando la ranura se desplaza; resulta que la imagen de un punto no es rigurosamente fija, entonces esta parte se traduce más que nada en un defecto de nitidez, la imagen del mismo punto se desplaza ligeramente de su posición durante el recorrido de la ranura.

ii) Consideremos ahora un terreno plano y horizontal que contiene estructuras verticales (figura 3.7), podemos suponer un edificio, cuya perspectiva cónica se reparte sobre varias bandas de barrido; el ortofoto, realizado por proyección cónica de la placa fotográfica (clisé) a través de la ranura, tendrá exactamente el mismo error debido a la perspectiva; si el operador ha mantenido correcta y permanentemente la marca flotante en contacto con el suelo, el edificio tendrá sobre la ortofoto el mismo aspecto sobre la placa original (superficies rayadas sobre la figura), el error correspondiente, varía en función de la altura del edificio y de su emplazamiento, pudiendo llegar a ser muy importante; luego entonces, cualquiera que sea la longitud de la ranura, sus com

ponentes son:

$$dx = h \tan \alpha_x \quad ; \quad dy = h \tan \alpha_y$$

siendo h, la altura del edificio a la escala correspondiente.

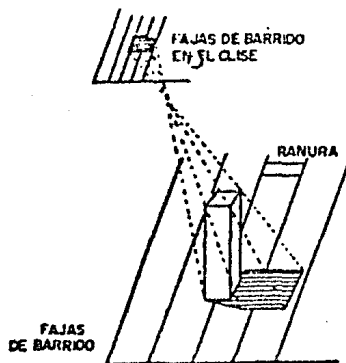


Figura 3.7 terreno con variaciones bruscas de pendiente.

A la escala de 1:2,000, por ejemplo, los ángulos aparentes de un edificio de 20 metros de alto pueden ser desplazados alrededor de 10 mm si el edificio se encuentra en el extremo de una placa fotográfica. Mientras que a una escala de 1:5,000 una casa de 5 metros de alto situada a media placa fotográfica sólo será desplazada alrededor de 0.3 mm, de donde se desprende que todo depende de las especificaciones y de un racional empleo del material.

Los grandes errores hacen generalmente imposible la determinación planimétrica exacta de las construcciones urbanas y se manifiesta el mismo problema en todos los casos en que el terreno presenta cambios de pendiente vecinos de la vertical.

Todo lo expuesto supone que el instrumento funciona correctamente y que el operador aseguró un permanente contacto entre la marca y el modelo. Esto obliga a una gran concentración del opo

rador que no puede permitirse el lujo de un instante de descuido ya que esto produciría un incremento en los errores ya citados.

De todas maneras, para mejorar el valor (a la vez que la nitidez y la precisión) de la ortofoto, la mejor solución consiste en una reducción de la ranura, ya que hemos observado que los errores debidos al relieve en el eje de la banda son muy pequeños, sin embargo es inútil prever una longitud $2L$ inferior a 1 o 2 mm, ya que esto incrementaría enormemente el tiempo de explotación y la operación no sería rentable aún aumentando la velocidad del barrido, ya que en este caso el operador no podría seguir las formas del terreno.

3.1.2 METODOLOGIA DE ELABORACION.

La aplicación de ortofotos está inluida por la calidad del positivo o negativo original. Para que una persona pueda interpretar una ortofoto durante su trabajo de planeación, es muy importante contar con una imagen de contraste balanceado, es decir, donde la gama de tonalidades del blanco al negro no se de brusca-mente, del mismo modo que el cartógrafo debe realizar un original a línea.

El elemento base para la elaboración de una ortofoto es la fotografía aérea de eje vertical, por lo que es importante conocer las características de esta última. Para poder elaborar un nuevo producto con calidad métrica, es preciso eliminar todas las causas de deformación en la imagen fotográfica; para esto, es necesario realizar un análisis del desplazamiento de la fotografía originado por el relieve y con base en aquél se elige la técnica de trabajo.

Si el resultado del análisis indica que la superficie del terreno es plano o semiplano, el proceso de elaboración es por rectificación. Para un resultado diferente conviene utilizar la Ortofotografía, la cual consiste de los siguientes pasos:

1) Preparación de diapositivas.- Consiste en la ubicación de puntos de control con coordenadas terrestres conocidas que delimitan el área formada por el modelo estereoscópico.

Normalmente se utilizan los dos puntos principales, dos puntos de pase superior y dos puntos de pase inferior.

2) Proceso de ortofotografía.- Este paso se lleva a cabo por medio de dos rutinas de trabajo:

i) En línea.- En este caso se utiliza el equipo Ortofoto Simplex Galileo-Santoni (figura 3.8).

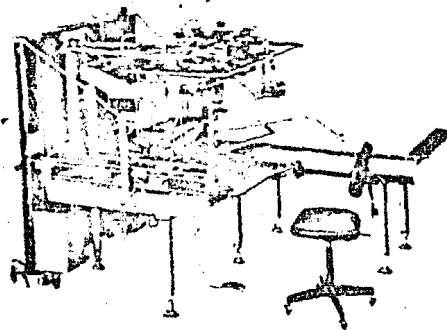


Figura 3.8 Equipo Ortofoto Simplex Galileo-Santoni.

En el instrumento mencionado, simultáneamente a la exploración del modelo estereoscópico se realiza la reproducción de la imagen en forma diferencial proyectandola, a través de una ranura pequeña, sobre el material sensible. Sobre este material se imprime la imagen en forma continua paralelamente al avance del ba-

rrido; esto se logra al hacer una igualación de escala por medio de un lente zoom, el cual hace las compensaciones necesarias y acciona cuando el operador mueve la manivela de z al mantener la marca flotante sobre el terreno (figura 3.9).

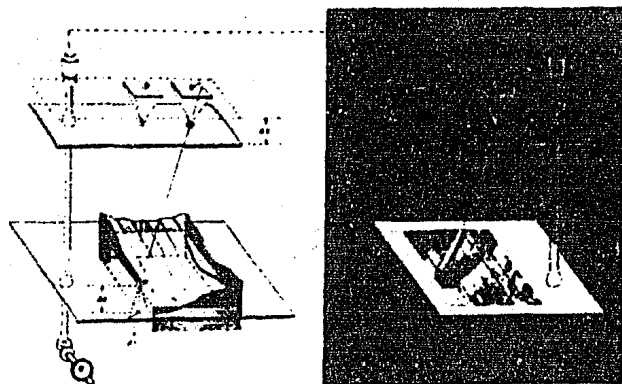


Figura 3.9 Proceso de ortofotografía en línea.

ii) Fuera de línea.- En esta se emplean dos equipos: el avio-
grafo wild B 8 S y el Avioplan wild O R 1 (figura 3.10).

La información de la exploración del modelo en el Aviografo queda registrada en una cinta magnética, la cual se coloca posteriormente en el equipo de reproducción Avioplan, en donde ya se encuentra la diapositiva correspondiente. La información registrada en la cinta magnética se procesa en una computadora Nova 3 que pone en funcionamiento al Avioplan, el que consigue la igualación de detalles a la escala requerida por medio de un lente zoom, al proyectar la imagen en forma diferencial, a través de una ranura, sobre el material sensible (figura 3.11).

iii) Integración e impresión.- Una vez obtenidas las ortofogra-
fías que cubren el formato de la hoja, se procede a su integra---



Figura 3.10 Equipo del proceso de Ortofotografía fuera de línea.

ción. Esta se realiza centrando cada una de las ortofotografías y haciendo coincidir los puntos de apoyo que aparecen en la imagen con los que contiene una minuta a la escala deseada.

En el área de sobreposición existente entre ortofotografías, se realizan cortes para lograr una continuidad en los detalles y conservar la precisión requerida para que quede formado el fotomapa.

En este se delimitan los puntos de posición con respecto a los del caneavá, quedando así registrado y situado geográficamente después se pasa al copiado donde se iguala en tono y se obtiene -

la imagen integrada, lista para registrarse y sumarse a la demás información: originales de restitución altimétrica, cuadrícula U. T.M., cuadrícula, toponimia y datos marginales (Figura 3.12, foto-mapa).

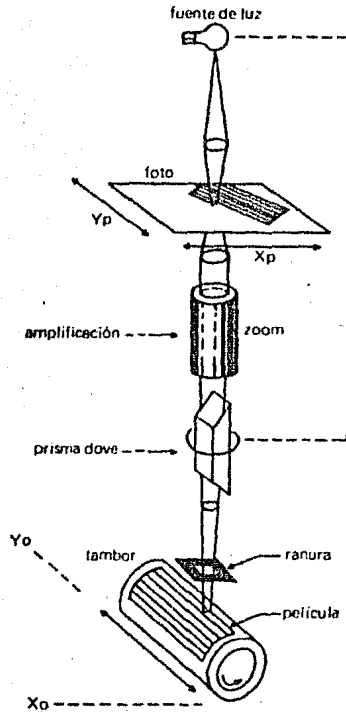


Figura 3.11 Proceso de Ortofotografía fuera de línea.

3.1.3 APLICACIONES.

Las tres principales categorías de usuarios pertenecen al Urbano, Catastro y las investigaciones mineras:

- i) En las regiones semi-urbanas las ortofotos a escalas 1:2,000 y 1:5,000 para los planos de acondicionamiento de las zo-

nas donde la influencia de las fachadas es muy pequeña (desplazamientos por relieve o altura).

ii) Se pueden efectuar con ortofotoplanos a la escala 1:2,000 el completamiento de los planos catastrales existentes. Estos documentos facilitan las investigaciones.

iii) Los geólogos encargados de las investigaciones petroleras y mineras utilizan la ortofotografía a la escala 1:5,000 como fondo para los estudios geológicos de detalle o la implementación de los trabajos sobre el terreno.

La lista de aplicaciones se extiende también a las siguientes actividades:

- estudio del acondicionamiento regional o planeamiento regional.
- proyectos de remodelación urbana y rural.
- trabajos de ingeniería civil.
- estudios preliminares de trazado de carreteras o de canales (1:2,000, 1:5,000), estudios de acueductos (1:1,000), anteproyectos de electrificación (1:10,000), proyectos de líneas de alta tensión o de instalaciones subterráneas (1:5,000).
- descripción del estado de los sitios antes y después de la ejecución de los trabajos sobre el terreno.
- Cartografía clásica, en donde se pueden distinguir tres tipos de utilización:
 - a) redacción cartográfica clásica a escalas 1:2,000 y en 1:5,000 a partir de un fondo ortofotográfico.
 - b) numeración con soporte ortofotográfico y confección de bancos de datos.
 - c) revisión de cartas topográficas.

- Cartografía temática escalas 1:10,000 y 1:20,000. Se trata de investigaciones donde se utiliza la ortofoto como base cartográfica, sobre todo en regiones montañosas para la confección de cartas como las de vegetación por ejemplo, pero las cartas directas de inventarios forestales son actualmente realizadas sin recurrir a la ortofotografía.

3.1.4 VENTAJAS Y LIMITACIONES.

Las ventajas que se desprenden de la ortofoto pueden clasificarse en el orden siguiente:

- riqueza de información.
- calidad cartográfica del documento, homogeneidad y confiabilidad, facilidad de implementar otro tipo de información.
- precisión adaptada a las necesidades.
- reducción de los trabajos sobre el terreno, posibilidad de aportar a los proyectos una mayor seguridad, reducción de bases del proceso de la revisión cartográfica.
- rapidez de obtención y bajo precio.

Pero las ventajas son limitadas por un cierto número de inconvenientes de los cuales los principales son en orden de importancia:

- degradación de la imagen con relación al original (pérdida de definición, defectos locales en región accidentada).
- dificultades de reproducción de la ortofotografía que limitan su difusión, pérdida de definición suplementaria debido a la traza.
- el precio es todavía un obstáculo que obliga al usuario al usuario a trabajar con tirajes de contacto.

- inconvenientes inherentes a la fotografía aérea; sobreinor
mación, necesidad de complementar sobre en el terreno, de--
formaciones perspectivas.

3.1.5 PRECISION Y LIMITES.

La precisión del ortofoto depende de que:

- i) la orientación de las placas, que es lo más delicado, sea correctamente hecha.
- ii) las pendientes no sean muy grandes, esto excluye a priori los terrenos muy accidentados; para los terrenos aceptables, la diferencia de perfiles puede ser regulada de manera que el desplazamiento de la pendiente no exceda de 0.17 mm (a la escala de la placa fotográfica) para el 90 % de los puntos.

Los límites de empleo, como se ha visto, tienden esencialmente a la complejidad del relieve y es justo decir que en los terrenos muy accidentados no se puede obtener una buena ortofotografía.

3.1.6 ESCALAS.

Las escalas utilizadas en los fotomapas dependen del uso que tendrán, produciéndose a escala 1:20,000 para fotomapas de catastro rural y escala 1:10,000 para fotomapas de cartografía urbana, siendo el formato de 10' x 7' 30" en los primeros y de 4' 30" en los segundos.

La escala de vuelo aproximada de las fotografías para fotomapas de catastro rural es de 1:50,000 y las de Cartografía Urbana 1:25,000.

La cuadrícula se traza cada 2 kilómetros (10 cms) en la esca

la 1:20,000 y como las coordenadas del perímetro están calculadas para el formato de las hojas 1:50,000, al transformarse deben promediarse también, el lado derecho con el izquierdo y la parte alta con la baja, para obtener las coordenadas de los perímetros interiores.

Como las coordenadas del perímetro a cada minuto coinciden con las coordenadas del caneve cada cinco minutos, los perímetros interiores que son promediados deben hacerse coincidir con las coordenadas del caneve. las coordenadas del perímetro correspondiente.

3.1.7 ORTOESTEREOSCOPIA.

Aunque al producir las ortofotografías no hay selección de información y la altimetría, esta muy lejos de ser satisfactoria, las ortofotografías van siendo cada vez mejor aceptadas debido a su rapidez de producción, a que tienen suficiente precisión planimétrica, a que necesitan poco trabajo y a que gracias a su riqueza de detalle pueden ser útiles para diversos fines.

Hacer posible la observación estereoscópica del área representada en una ortofotografía era el siguiente paso, en 1967 se produjo en Canada, la primera fotografía estereoanexa que junto con su ortofotografía forman un par ortoestereoscópico.

La principal finalidad era ayudar a tener un modelo visual tridimensional del terreno y de los detalles de la superficie, proveer métodos directos y simples para medir distancias, observaciones de elevaciones y pendientes e introducir anotaciones con poca pérdida de interpretabilidad.

Ahora bien, si se considera que el modelo estereoscópico es-

tá en el centro de los procesos fotogramétricos y de fotointerpretación y que los pares ortoestereoscópicos pueden ir adquiriendo las propiedades cualitativas y métricas de los modelos estereoscópicos orientados, había que diseñar un instrumento de compilación de pares ortoestereoscópicos que permitiera la aplicación de éstos en la compilación de mapas topográficos, en los estudios de fotointerpretación y en la compilación de mapas especiales. Además, aprovechando las propiedades de los pares ortoestereoscópicos, el compilado debe ser tan sencillo como sea posible y permitir una sustancial simplificación de los procesos de producción de mapas. Construido y probado un instrumento de este tipo puede decirse que es posible establecer un sistema fotogramétrico único que sirva tanto para la cartografía topográfica como para el inventario de los recursos naturales. La eficacia y flexibilidad del sistema dependerá en la medida en que los pares ortoestereoscópicos vayan adquiriendo las propiedades cualitativas y métricas de los modelos estereoscópicos orientados de los que proceden.

Un par ortoestereoscópico está formado por una ortofotografía y una fotografía estereoaérea, la ortofotografía da la posición planimétrica de los objetos representados y la estereoaérea sirve para hacer posible la observación estereoscópica de la zona representada; la altimetría se deduce de las paralajes del par.

Las estereoaéreas son fotografías corregidas de las distorsiones por inclinación y por relieve, además, las imágenes del terreno aparecen con desplazamientos proporcionales a la diferencia de altura del terreno sobre un plano de referencia, lo que permite, que cuando se observan las fotografías estereoaéreas junto -

con sus ortofotografías se perciban imágenes estereoscópicas.

Una estereoanexa se forma transfiriendo la información de los elementos de la fotografía original a una película fotográfica de tal manera (figura 5.13), que la ordenada de cada elemento transferido sea igual a la ordenada de la proyección ortogonal, sobre un plano horizontal, del elemento homólogo del modelo y la abscisa sea igual a la abscisa de la proyección ortogonal del elemento, más un desplazamiento proporcional a la altura de la zona representada sobre el plano de referencia. Este desplazamiento adicional del elemento transferido se llama paralaje estereoscópica artificial. Hay muchos métodos para producir ortofotografías, sin embargo cuando se construyen pares ortoestereoscópicos se tiene que cumplir con algunas condiciones adicionales: la ortofotografía y la estereoanexa de un par ortoestereoscópico deben cubrir la misma área que el modelo estereoscópico del que proceden. La transferencia de información debe realizarse por grupos de elementos arreglados en bandas paralelas a la base, entre otras causas, porque es la única posibilidad para que estas bandas estén limitadas por líneas rectas tanto en la ortofotografía como en la estereoanexa. La producción de las fotografías que forman un par ortoestereoscópico debe ser simultánea para aprovechar la compensación de errores de observación en la determinación de las alturas que existe en este caso.

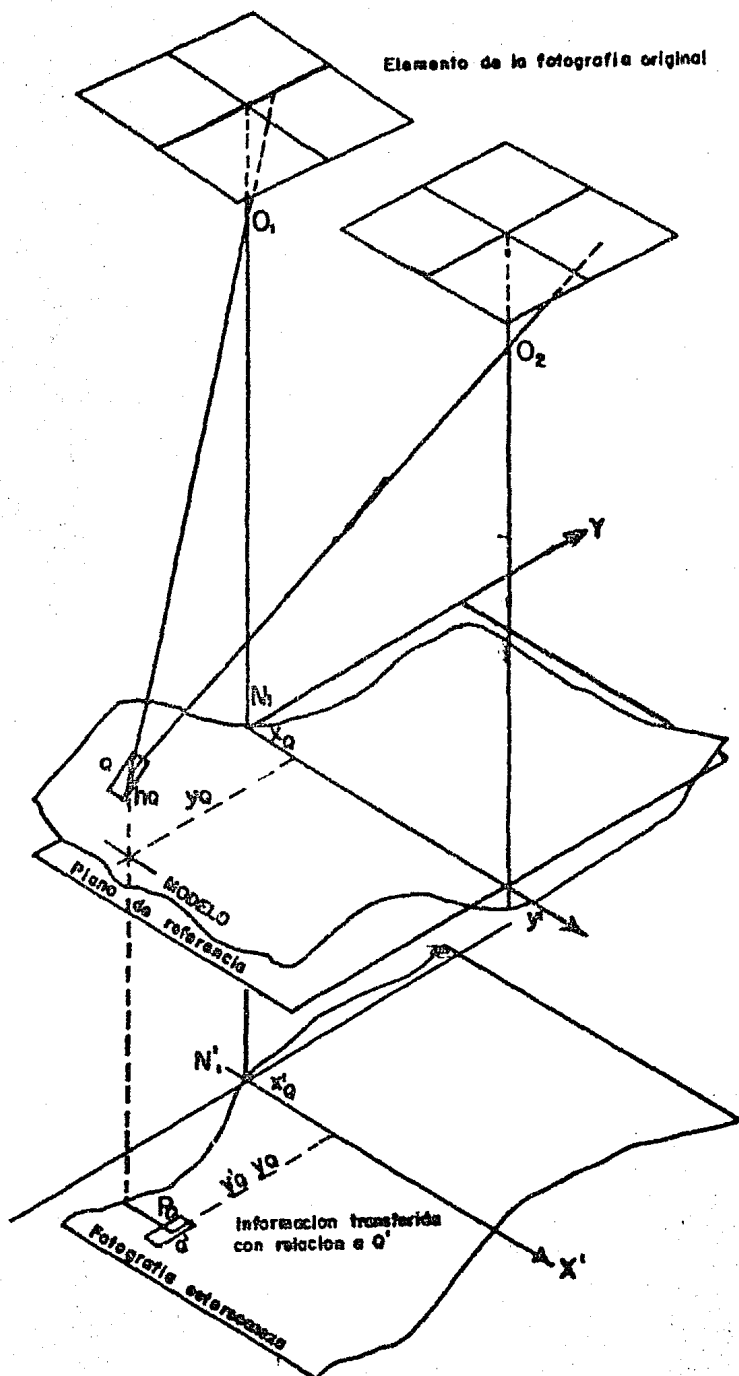
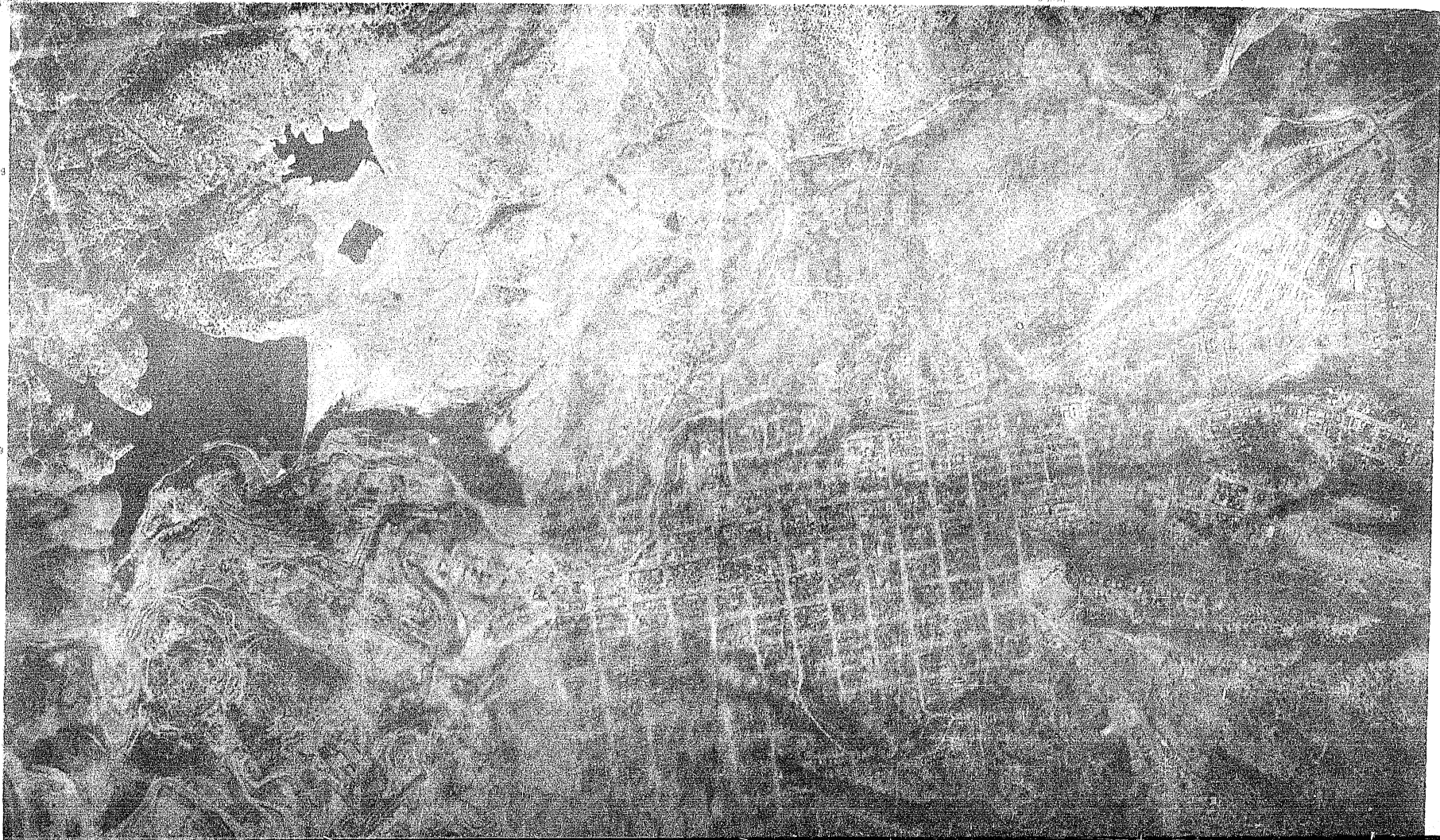


Figura 3.13 Transferencia de la información a una estereopanexa.

CANANEA
H 12 B 53-11

FOTOMAPA URBANO

SONORA



SECRETARIA DE
DESARROLLO
URBANO
Y ECOLOGIA

SUBSECRETARIA DE
DESARROLLO
URBANO


DIRECCION GENERAL DE
DESARROLLO
URBANO

ESCALA 1:10 000

PROYECTO DE...
METADatos

EQUIDIVANCIAS ENTRE CURVAS DE NIVEL: 100 MTS.

PROYECCION: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
ESFEROIDE: DE CLARK DE 1866
CUBRICULA: U.T.M. A CADA 1000 MTS.
COMPILACION: ORTOFOTOGRAFICA
FECHA DE VUELO: NOVIEMBRE DE 1981
FECHA DE EDICION: DICIEMBRE DE 1982

	13	14	15	16
21	22	23	24	25
31	32	33	34	35
41	42	43	44	45
51	52	53	54	55

INDICE DE HOJAS

H 12 B 53-11
CANANEA

CAPITULO IV

CANTAS URBANAS.

El territorio ocupado por un grupo humano cualquiera no solo se distingue por los accidentes que lo caracterizan, es decir, por la disposición de los llanos, colinas y valles, cursos de agua, si no también por el carácter y distribución particular que dentro de él tienen las obras del hombre.

El hogar territorial de toda sociedad humana cuenta con viviendas, talleres, monumentos, que le son propios y característicos. Por lo general posee su propia y peculiar asociación de plantas y animales domésticos, tipos característicos de vehículos, herramientas, embarcaciones.

La disposición y distribución de los rasgos artificiales de un territorio reflejan la naturaleza tanto de la tierra como del trabajo del hombre, considerada en abstracto, esta disposición constituye un patrón especial de la acción humana, una especie de laberinto de emplazamientos de actividad y rutas de movimiento.

No hay dos lugares en que la disposición de emplazamientos y rutas sea idéntica, sus distintos elementos son característicos de cada sociedad y en ella suelen presentarse repetidamente formando determinadas y peculiares asociaciones. La actividad de cada grupo humano, con su propia constitución cultural y social y un tipo de territorio determinado, tiende normalmente a producir una asociación característica de aspectos y formas en el espacio que le sean propias.

El trabajo humano, depende del apoyo mutuo y de la transmisión de la experiencia de un individuo a otro, traduciendo en definitiva en la creación de un habitat artificial común. El carácter

esencialmente social del trabajo, junto con las dimensiones del cuerpo del hombre y sus peculiares hábitos respecto de la alimentación, hacen virtualmente imposible que cualquier grupo humano, pueda subsistir permanente y exclusivamente a base de los productos naturales de un sólo lugar determinado. El hombre, depende de sus medios de locomoción para sobrevivir, además, como ser social, se procura el sustento y vive sobre la base de la actividad combinada de todos los miembros del grupo social al que pertenece, compartiendo con ellos la utilización conjunta de un territorio común.

El medio artificial del hombre constituye un todo integrado y organizado, este complejo conjunto se encuentra sometido a la influencia de las condiciones naturales y de la acción humana y cada una de sus partes componentes se ve influenciada por sus relaciones con los demás. Desde el punto de vista funcional, las instalaciones del medio artificial se han clasificado de acuerdo con un esquema que comprende: rutas de circulación, instalaciones fabriles, tierras cultivadas, centros de servicios y asentamientos urbanos. A cada uno de estos tipos de instalación corresponden unos determinados requisitos específicos de localización en el espacio ocupado por cualquier sociedad.

4.1 CARTA BASICA.

Los procedimientos de preparación de los planos base para planeamiento varían de un lugar a otro según la disponibilidad de planos de referencia y de los medios disponibles para este trabajo. De acuerdo con lo anterior, los procedimientos esbozados brevemente a continuación deben ser adaptados a cada situación particular.

El primer paso consiste en reunir todos los planos de referen

cia y hacer una relación de planos que sirvan como control para el desarrollo del plano base nuevo. Los factores que intervienen en la selección del mapa de control son: la escala, precisión, zona a cubrir y las líneas de calles y propiedad a la escala elegida.

El segundo paso es la determinación de la zona que se debe incluir en el plano, que generalmente es la zona de planeamiento: Para la presentación del plan para el final del período de planeamiento en que el detalle no tiene importancia, los planos generales son normalmente adecuados para los análisis de planeamiento y su presentación. La identificación de la zona de planeamiento es más importante cuando se planea para una etapa intermedia de 20 a 25 años. La zona de planeamiento suele mostrar la zona urbana ya construída, con un margen amplio para expansión, sobre todo a lo largo de los accesos principales de la ciudad. En las áreas metropolitanas, la zona de planeamiento se extiende más allá de los límites de la ciudad, incluyendo todas las áreas suburbanas consideradas como dependientes funcionalmente del centro urbano. En casos raros, en que los límites administrativos se extienden más allá de los límites de la zona construída, estos pueden coincidir con los de la zona de planeamiento.

En el tercer paso se debe decidir la superficie a cubrir por las hojas del mapa; cuando se emplea una cuadrícula uniforme, este paso se convierte en el hecho mecánico de dibujar una cuadrícula sobre la zona de planeamiento escogida. Cuando se intenten hacer patentes las zonas de planeamiento naturales, como las unidades vecinales residenciales o industriales, cada hoja se debe construir con un cuidado especial. Como no habra dos lugares de planeamiento de la misma forma o tamaño, se debe prestar una atención parti-

cular a la orientación de la hoja con respecto a la dirección del norte y la elección del tamaño de la misma, para que abarque el lugar de planeamiento totalmente. En algunos casos cuando hay una localidad de una forma muy extraña o de gran tamaño, puede ser necesario el desarrollo en varias partes, para que el tamaño del Atlas no sea imposible de manejar sobre una mesa normal.

El planeamiento requiere cartas en escalas tales como 1:5,000 y 1:10,000, pero la ejecución de algunos proyectos puede exigir -- planos en escala 1:1,000 o mayores. Para administración, uso del suelo, catastro o planeamiento detallado se utilizan cartas en escalas de 1:500 a 1:2,000. Hay también necesidad de una variedad de cartas especiales o temáticas, particularmente en escalas menores. Estas presentan información específica; la escala se selecciona para permitir la cobertura de toda la ciudad con una sola hoja.

Las cartas urbanas se pueden subdividir en las tres categorías siguientes:

i) Carta básica: es el mapa original de la ciudad preparado a partir de los levantamientos terrestres y por restitución fotogramétrica, debe contener información planimétrica y altimétrica completa y generalmente es necesario fraccionarla.

ii) Cartas derivadas: son similares en contenido a la carta básica pero se elaboran por lo general en escalas más chicas; se obtienen a partir de la carta básica usando una cierta generalización en la representación. La reducción a las escalas requeridas, tales como 1:5,000 y 1:10,000, puede obtenerse fotográficamente o por otros medios cartográficos.

iii) Cartas temáticas: incluyen todas las cartas no enumeradas -

en las dos categorías anteriores. Son cartas sobre un tema especial que proporcionan, de manera convencional, información cuantitativa o cualitativa sobre el fenómeno en estudio.

Para elegir la escala de una carta básica deben considerarse varios factores. Los más importantes son: (1) grado deseable de presentación de detalles, (2) precisión que puede obtenerse de la carta, (3) tiempo de producción, (4) costo de producción y (5) número de hojas de cartas involucradas.

(1) Grado de presentación del detalle.- El rasgo principal de una carta básica es la presentación detallada del terreno. Excepto para los objetos muy pequeños, para los cuales se usan símbolos, la información planimétrica debe presentarse en su verdadera forma y dimensiones; esto requiere una escala lo suficientemente grande para permitir la presentación clara sobre la carta de los detalles levantados en el terreno. La escala de la carta básica debe también ser adecuada para propósitos catastrales. En las áreas complejas y densamente edificadas del centro de la ciudad, la escala 1:500 satisfecería la mayoría de estas necesidades.

(2) Precisión.- La precisión de los trazados gráficos, cuando se usan procedimientos convencionales de dibujo normal, se acepta de 0.2 mm; esto en la escala 1:500 representa 10 cms de error en el terreno, este argumento se utiliza en favor de la escala anterior., similarmente, las medidas obtenidas de una carta a la escala 1:500 coinciden mejor con las verdaderas dimensiones en el terreno.

(3) Tiempo de producción.- Cuanto mayor es la escala de la carta más abundante en su contenido, esto significa que un número

mayor de detalles debe ser levantado en el terreno o fotogramétricamente. En consecuencia, se necesita más tiempo para la producción de una carta en escala más grande. Además, hay un incremento de trabajo debido al hecho de que al aumentar la escala de la carta, aumenta el volumen de dibujo y crece el número de hojas de la carta.

(4) Costo de producción.- La carta básica de una ciudad, particularmente en su zona central, debe estar en una escala de 1:1,000 o de 1:500, obtenida por ampliación o por reducción, en la escala alternativa, en consecuencia, el costo de producción de una carta derivada debe también ser considerado. El costo cubre el levantamiento completo sobre el terreno y el posterior procesamiento de los datos, incluyendo las matrices de impresión.

(5) Número de hojas de la carta.- Esta es una consideración importante en razón del tiempo y del costo necesarios para elaborar la carta y del uso práctico que se le dará a la carta. Sólo después de un adecuado estudio de las condiciones y necesidades locales deberá decidirse al respecto. Deben considerarse dos reglas básicas: se deberá seleccionar la escala menor posible y un sólo levantamiento deberá ser necesario para proveer el juego de cartas en las diferentes escalas que requiera la ciudad.

Con la carta básica debe ser bastante completa, perdería su legibilidad si toda la información se volcara en una sola lámina. Por lo tanto, la carta básica puede consistir de varios componentes, por ejemplo, la carta básica podría consistir de las siguientes hojas: planimetría (incluyendo información catastral), altimetría, instalaciones.

Cuando se pasa de una escala más pequeña a una escala mayor,

debe considerarse el problema de la precisión de la carta derivada, si la carta derivada está en una escala menor que el original, la generalización del contenido de la carta crea algunos problemas. Estableciendo claramente las prioridades y los procedimientos técnicos por adelantado, pueden resolverse o atenuarse algunos de ellos. Por lo tanto, las especificaciones para la carta básica deberán prepararse de tal manera que permitan un cambio a otras escalas en la forma más rápida y económica, sin comprometer las características esenciales de las cartas derivadas.

Las principales escalas que deben considerarse para las cartas urbanas básicas son las siguientes:

i) Escala 1:500.- En las grandes ciudades y particularmente en sus zonas centrales densamente edificadas, podría considerarse esta escala para la carta.

ii) Escala 1:1,000.- Esta es considerada indispensable en áreas urbanas, cada sección combina una presentación suficientemente detallada y precisa del contenido del terreno con la cobertura de una porción útil en muchas aplicaciones importantes. Por lo tanto, si se elige la escala 1:500 para la carta básica de las zonas centrales densamente edificadas de las ciudades, la carta escala 1:1,000 se produce mediante reducción fotográfica, de tal manera que toda el área urbana este cubierta por cartas uniformes - en escala 1:1,000.

iii) Escala 1:5,000.- La escala es lo bastante grande como para incluir edificios aislados, límites de propiedades, líneas reguladoras y otras características importantes en las fases iniciales del planeamiento de diversos proyectos. Como resultado, la carta en ésta escala es considerada una carta de información gene

ral extremadamente útil y necesaria para usarse como base en estudios y planeamientos.

iv) Escala 1:10,000.- La escala 1:5,000 es demasiado grande para cubrir toda la ciudad con un número conveniente de hojas para formar un plano general manuable de la ciudad. Hay necesidad también de una base cartográfica conveniente para una gran cantidad de mapas especiales. En esas aplicaciones, la dependencia mutua y la relación entre los diversos factores deben describirse claramente para toda la ciudad; por esta razón, se requieren cartas en escalas más pequeñas.

Esta función se cumple generalmente mediante una carta a escala 1:10,000, que se deriva de la anterior carta. Hay sin embargo una clara diferencia entre estas dos cartas, la carta escala 1:5,000 es una carta de información general, relativamente detallada; el contenido de la carta 1:10,000 está restringido a las principales características físicas de la localidad (fig 3.12).

4.2 CARTAS TEMATICAS.

El propósito no es representar la planimetría y la altimetría del terreno ocupado por la ciudad, sino presentar información seleccionada superpuesta a ellas. El objeto primordial es la presentación de datos o fenómenos seleccionados de las cuales puede obtenerse una conclusión inmediata y significativa. La diversidad de las cartas temáticas es prácticamente ilimitada ya que la mayoría de los datos o fenómenos pueden ser presentados ventajosamente de esta manera.

Las cartas temáticas son frecuentemente confeccionadas como láminas transparentes que se superponen para su uso en combina---

ción con las cartas básicas en las escalas adecuadas. Este procedimiento permite el uso de un cierto número de transparentes so-
brepuestos para brindar un bloque de información correlacionada.

4.2.1 CLASIFICACION DE LAS ACTIVIDADES TEMATICAS.

Para establecer una clasificación de las actividades principales del campo temático se considera necesario:

i) Enunciar nominalmente aquellas cartas que se aprecia que -
constituyen un mínimo deseable con vistas a la integración de un Atlas.

ii) Enunciar las cartas principales que constituyen aspectos parciales de un mismo tema y que integren el grupo.

iii) Enunciar las cartas de los subgrupos que, constituyan rasgos especiales de un tema para uso de expertos y especialistas.

El rasgo de un fenómeno susceptible de ser representado en una carta, es el resultado de una actividad. La adopción de una clasificación de las actividades principales es imprescindible, a fin de que la secuencia del estudio se cumpla por etapas.

Toda carta especial requiere que el tema tratado posea posición geográfica y a la vez, una base topográfica a fin de que el mismo quede relacionado con los accidentes geográficos u obras -
existentes en el terreno.

4.2.2 METODOLOGIA.

La particularidad cualitativa y cuantitativa de un hecho debe manifestarse cartográficamente a través de un sistema y de tal forma que la interrelación de estos dos aspectos, no resulte impropia para la fácil lectura de la carta.

No son desconocidas las dificultades que crea la representación de la distribución del fenómeno en su área y más aún, si se pretende incluir el proceso y dinámica de su evolución.

La complejidad ocasionada por la superposición de sistemas de representación hace que no siempre resulte suficientemente elocuente, claro y explícito el contenido cartográfico. Esta es la razón por lo cual se aconseja el desdoblamiento de la información, aunque aumente el número de cartas temáticas afines, con el objeto de integrar el tema específico en su conjunto.

Un cartógrafo debe tener en cuenta, al proyectar el modelo del original del mapa temático los siguientes atributos en el uso de la simbología:

- i) Densidad.
- ii) Aglomeración.
- iii) Dispersión.
- iv) Extensión.
- v) Orientación.
- vi) Forma.

Estas condiciones deben cumplirse cualquiera que sea la clasificación que se adopte.

Para la grafía temática se sugiere el empleo de las siguientes formas convencionales que, por otra parte, son las de aplicación más generalizada. Para datos geográficos que tienen la característica de lugar, pueden ser clasificados en:

- i) Punto.
- ii) Línea.
- iii) Superficie.
- iv) Volumen.

4.2.3 SISTEMAS.

Para la grafía temática se sugiere el empleo de las siguientes formas convencionales que, son las de aplicación más generalizada:

- i) Figura geométrica.
- ii) Lineal.
- iii) Punto.
- iv) Areas.
- v) Vectores.
- vi) Tintas.
- vii) Símbolos graduados.
- viii) Diagramas localizados.
- ix) Isopletas.

i) Figura geométrica.- Debe considerarse que se logran buenos resultados procediendo a la elección de un signo que reúna estas condiciones:

- que constituyan figuras preferentemente planas.
- que la forma geométrica sea de dibujo simple y a la vez bien diferenciada para cada tema.
- que se ajuste a lo establecido en un único patrón de Símbolos.
- el símbolo se aplicará en el lugar que corresponda cuando se trate de una información referida a un centro seleccionado.
- cuando en el lugar haya que agrupar más de un símbolo, éstos se superpondrán parcialmente, tratando siempre de dar a la representación la mayor claridad posible; cuando esto no pueda lograrse, se recomienda recurrir al desdoblamiento de la información en series de cartas diferentes.

- se evidenciará el aspecto ordinal del símbolo dándole una dimensión adecuada, adoptando escalas convencionales de equivalencia.

- el empleo del color y la forma del signo geométrico, permitirá que los datos representados en la carta resulten fácilmente selectivos y los de distinto tamaño, visualmente diferenciados.

- para decidir la escala deberá tenerse en cuenta la diferencia entre los valores extremos de las cantidades a representar.

- se entiende que las necesidades esenciales para optar por una escala y que son sustanciales para la consecución de un fin, son dos: facilidad de memorizarla y de uso; y que los símbolos designados en base a ella resulten suficientemente diferenciados.

- toda escala debe responder, en cuanto a su construcción, a dos condiciones: (1) intervalos de valores enteros y (2) limitación del número de intervalos.

- partiendo de la base de que a cada manifestación de un fenómeno le corresponde una adecuada representación para evidenciar sus rasgos, el compilador deberá adoptar para la escala, el intervalo que mejor satisfaga el propósito de la carta.

- es conocido que existen símbolos geométricos dibujados a escala convencional que no abarcan en la carta toda el área equivalente al valor que representan a la escala de la carta. En cambio, si puede su centro geométrico ubicarse en el punto de la carta al cuál se refiere la información. De esta manera, el lugar del fenómeno queda determinado.

- el empleo de una misma escala para distintas series de una misma carta responde a la necesidad de expresar no sólo la magnitud del fenómeno sino también su evolución y proceso.

ii) Sistema lineal.- El uso de la línea como símbolo tiene un vasto campo de aplicación, por ser objetivo y a la vez sencillo.

- la línea geométrica sea recta, curva o compuesta, permite representar la cualidad y cantidad de un fenómeno. Su aplicación está muy generalizada para delimitar:

a) unidades políticas y administrativas.

b) zonas características como áreas industriales, comerciales, mineras, urbanas.

c) líneas orográficas, fallas tectónicas.

- el uso del trazo en color, combinado con la escala de espesores, permite expresar peculiaridades características de un tema.

- el sistema además, permite dar solución a todas las situaciones que puedan incluirse en la planificación para la elaboración de un Atlas. El empleo del color aplicado a la línea puede responder a una escala cromática para indicar la distribución cualitativa del fenómeno, pero el tipo de la trama se utilizará para señalar su aspecto cuantitativo. En este sistema se trata el empleo del color como una forma de complementar el símbolo lineal.

iii) Sistema de Puntos.- Consiste en representar aspectos que hacen a un fenómeno, mediante el empleo de símbolos de puntos.

- estos símbolos pueden ser localizados o diseminados en el área de estudio, para diferenciar los hechos político-geográfico, demográfico, económico.

- los símbolos de puntos geográficamente ubicados, cualesquiera que sean sus formas, puede dar lugar a superposiciones por sus dimensiones. Esto será admisible entre ciertos límites, siempre que se mantenga la suficiente claridad cartográfica.

- la densidad del número de puntos nos indica su frecuencia y

la distribución en la carta nos dice si se trata de un hecho diseminado uniforme o no. En este método es esencial establecer el peso para el punto, en cuyo caso se adopta una escala de pesos adecuada a los valores límites entre los cuales se produce el fenómeno.

- para lograr claridad mediante este sistema, es recomendable reducir el número de puntos o círculos a cambio de aumentar su peso. Otra solución aceptable sería sustituir los puntos agrupados de pequeño peso por uno solo que los comprenda, pero a condición de que este sea equivalente al del conjunto.

iv) Sistema de las áreas.- Desde el punto de vista temático, el área significa el campo de distribución de un fenómeno. Dependiendo de las características de esta distribución, un fenómeno no siempre es representable en igual forma porque también es distinta la finalidad de la carta.

- para fijar el límite de cada superficie, en la cuál se representa el estado del fenómeno que se analiza, se recurre a la línea de contorno, la cuál será dibujada:

a) con un trazo continuo, para delimitar el área en donde el fenómeno tiene límites fijos.

b) con un trazo discontinuo, para delimitar el área en donde el fenómeno tiene límites variables, o bien, rotular Límite variable.

c) sin trazo alguno, o rotular indeterminado, cuando el límite no puede ser determinado o es desconocido.

d) la línea puede ser en color cuando se quiera enfatizar alguna coyuntura particular.

- dado el gran número de elementos de que se dispone para la

representación de los aspectos de un fenómeno en el sistema de - las áreas, es posible indicar en forma superpuesta en una misma - carta, distintos hechos que tengan relación entre sí.

- este sistema es uno de los de mayor aplicación y se considera como el más variado, importante y original.

- el área puede ser la expresión gráfica de una generalización de un tema. Si se pretende además señalar un hecho o referencia particular, la información general se completa con los símbolos - que correspondan. La delimitación de cada superficie con líneas de contorno consigue obtener una suficiente y clara caracteriza-- ción selectiva del tema.

- la aplicación del sistema se extiende a las áreas de:

- a) Analisis urbano.
- b) Uso del suelo.
- c) Distribución de la población.
- d) Cobertura forestal.
- e) Etc.

v) Sistema de los vectores.- Consiste en representar median-- te un trazo recto o curvo, la manifestación dinámica que experi-- menta el fenómeno natural, social y económico.

- el sistema permite representar cualquier fenómeno estructu-- ral que signifique un cambio de lugar por cualquier vía o medio, es decir, por vías naturales o por medios creados por el hombre.

- para que el propósito de una carta y las peculiaridades de un fenómeno se mantengan entre sí adecuadamente relacionados, los vectores deben ser empleados de manera tal que, en forma aislada o agrupados indiquen con toda claridad, no solo la esencia del te-- ma sino también su correlación con los que le son afines.

- el recorrido, la dirección, el sentido, la intensidad, la calidad y cualquier característica del fenómeno en movimiento, -- vectorialmente pueden quedar enfáticamente indicados mediante el complemento del color.

- el símbolo deberá representarse a escala absoluta o relativa, según corresponda.

- todo fenómeno, para que sea objetivamente interpretado, esto es, comprensible en forma visual, deberá complementarse con informaciones estadísticas adicionales que permitan profundizarlo.

vi) Sistema de tintes.- El empleo del color tiene aplicación preponderante en las cartas temáticas para definir el aspecto cualitativo de un tema y a la vez, como una forma de hacer notable y bien diferenciada, la integración, el proceso y el movimiento del fenómeno.

- no es recomendable, el uso de un gran número de tonos de un mismo color, porque visualmente crea dificultades para relacionar el tono del área con el de la escala. Para evitar esto deberá recurrirse a los colores de una escala cromática de no más de tres tonos por color.

- cuando deban desarrollarse subtemas del principal, se adoptará el criterio y el sistema que mejor responda para la evidencia del fenómeno. Toda manifestación cartográfica deberá reunir estas condiciones esenciales: ser suficientemente real, precisa, de fácil interpretación y satisfacer plenamente la finalidad perseguida. Con esta premisa es fácil comprender que, cuando a través de una carta se trata de lograr el conocimiento cierto de un tema, deberá ordenarse la manifestación del fenómeno, de lo general a lo particular, sin que por esto sea más importante que el -

tro.

- es aconsejable, ya que la superposición de colores no debe utilizarse, emplear tramas sobre fondos de color. Es casi normativo utilizar los colores fundamentales para representar el aspecto genético del fenómeno y reservar la trama para mostrar su composición mecánica.

vii) Sistema del símbolo graduado.- El símbolo graduado es otra forma esquemática de determinar la dinámica de un fenómeno, su repetición a la misma escala para un mismo tema, en distintos períodos, evidencia el proceso del fenómeno.

- el desarrollo de un fenómeno se aprecia con la superposición de la figura primaria por cada período, de manera que su evolución se deduce del conjunto y no del símbolo aislado.

- la elección para esta forma de representación, recaerá en aquella que resulte más apta o conveniente para que él o los fenómenos queden claramente expuestos y a la vez, puedan ser fácilmente interpretados; para ello deberá considerarse:

a) la magnitud a representar.

b) la correcta elección de la escala.

c) la diferencia extrema entre los valores máximos y mínimos.

- con lo expuesto, queda dicho que la elección no es rígida e invariable sino flexible, a fin de lograr claridad, elocuencia e interpretación precisa del fenómeno.

- siendo así, es recomendable separar la información y no superponerla mediante el distingo con signos. Esto último torna la información gráfica complicada y difícil. El empleo del símbolo graduado tiene preferente utilización en los temas sobre economía, población y cultura.

- aparentemente, pareciera que entre el sistema de símbolos graduados y el de símbolos geométricos hubiera una similitud de aplicación, pero en este tipo no es necesario relacionar el área con la división administrativa. En cambio, para el empleo del signo graduado resulta imprescindible referirlo a un área política, administrativa, comercial o industrial.

- el signo graduado representa un valor que es la síntesis de la calidad y cantidad de lo ocurrido en el área. Es por esto último que no debe omitirse la delimitación.

vii) Sistema del diagrama localizado.- Los diagramas localizados guardan cierta relación, con los diagramas graduados.

- el diagrama, cualquiera que sea su figura, forma y concepción, es utilizado para caracterizar un fenómeno local, estacionario o periódico.

- en efecto, la temperatura media anual y los estados diarios, la precipitación media anual, la temperatura media anual o mensual y los valores de registros diarios con relación a la media anual, dirección, frecuencia e intensidad de los vientos, son fenómenos que por el presente sistema quedan suficientemente ilustrados.

- los diagramas contruídos para localidades seleccionadas con discernimiento permiten conocer el comportamiento del fenómeno en un área. El expresar localidad seleccionada no implica -- que necesariamente deba ser un centro urbano, sino que puede ser un lugar o punto de la superficie que abarca una carta, tomando como base de observaciones, para estructurar un esquema de posibilidades de desarrollo.

viii) Sistema de isolíneas o isopletas.- La isolínea constituye

el lugar geométrico de puntos que indica donde un fenómeno tiene un mismo valor cuantitativo. Esta línea recibe el nombre propio del fenómeno que representa.

- se hace notar que toda isolínea representa un valor absoluto cuando igual cosa ocurre en los puntos que la forman. Pero cuando se trata de representar un valor relativo o promedio, cada punto de la línea no representa un valor estacionario y por lo tanto ellas no constituyen rigurosamente isolíneas sino pseudolíneas.

- corresponde rotular con su valor a las isolíneas, a fin de facilitar su lectura e interpretación.

- en ningún momento una isolínea denuncia por sí sola el proceso y la evolución del fenómeno, ya que su dinámica surge del conjunto.

- las peculiaridades locales del fenómeno fijan las características del modelo, por lo tanto, la imagen lograda por la densidad de las isopletas permitirá evaluar, no sólo el proceso, sino también en que proporción se modifica.

4.2.4 MAPAS COROPLETOS.

El mapa coropleto es de uso corriente cuando se desea caracterizar la densidad media de un fenómeno en base a valores estadísticos relativos, en una unidad administrativa o censada. Su aplicación tiene preferencia para dar relevancia a los fenómenos de la Geografía de la población, como así aquellos otros temas que tienen relación con la infraestructura natural o artificial.

El color y el reticulado convencional son los elementos más adecuados para que a simple vista, pueda apreciarse fácilmente la

magnitud del fenómeno. Es necesario puntualizar que el mapa completo no es un sistema de simbología temática, sino una definición cartográfica del mapa por su contenido, cualquiera que sea el sistema de símbolos adoptado.

Para ilustrar en el área con réticula la distribución del fenómeno, la escala que se adopte dependerá del deseo de generalizar más o menos el tema. Si se desea particularizar, se empleará una escala a intervalos pequeños, y a medida que se intente generalizar, se aumentarán los intervalos.

4.3 SELECCION DEL AREA DE ESTUDIO.

Las prioridades y las zonas de trabajo se establecen de acuerdo con las políticas de desarrollo socio-económico, con el objeto de organizar la información urbana por regiones, para ello se recopilará información sobre:

- a) Regionalización.
- b) División político-administrativa.
- c) Aspectos socio-económicos.
- d) Características del medio.
- e) Planes de desarrollo.
- f) Información cartográfica existente.
- g) Datos estadísticos.

4.3.1 ANALISIS DE LA INFORMACION URBANA.

La información ordenada y jerarquizada, es analizada de acuerdo con los factores determinantes de cada tema, se pueden analizar y representar áreas mayores a media hectárea para uso actual del suelo y de una hectárea para la información que representa la

aptitud del suelo.

i) Analisis de pendientes.- El analisis se realiza siguiendo el desarrollo de los intervalos de las curvas de nivel en la siguiente forma: se utiliza una plantilla de valores a la escala de la carta, con rasgos de pendientes a equidistancia, la línea horizontal de la plantilla debe pasar tangencialmente sobre una curva de nivel, permaneciendo la escala de igual rango perpendicular a la misma curva; cuando el segmento de la línea que forma el ángulo de la plantilla, rebasa el de nivel que forma el intervalo en su dimensión mínima o máxima, indica la presencia de un nuevo rango.

Considerando que generalmente la vivienda cubre más del 70% del desarrollo urbano de las localidades, se determinó que el establecimiento de rangos de pendientes se apoyará en estudios y normas de costos, utilizadas por organismos dedicados a la construcción de viviendas.

Los rangos son los siguientes:

- 1) del 0 al 5%.
- 2) del 5 al 15%.
- 3) del 15% en adelante.

ii) Analisis de la información geológica.-La información contenida en la carta geológica escala 1:50,000 se transfiere a la base cartográfica utilizando el pantografo de precisión. La información considerada es la que comprende unidades litológicas, su clasificación y estructuras.

iii) Analisis de la información de uso actual.- Consiste en limitar en una hoja transparente sobrepuesta registrada con el documento de uso actual, las áreas homogéneas de acuerdo a los rubros

siguientes:

- a) Habitacional.- residencial, media, popular, marginada.
- b) Industrial.- extracción, procesamiento, fabricación.
- c) Equipamiento.- aeropuertos, muelles, estaciones de ferrocarril, plantas y subestaciones eléctricas, escuelas, hospitales.
- d) Zonas arqueológicas.
- e) Vialidad.
- f) Agricultura.
- g) Vacantes urbanos.
- h) Pecuario.
- iv) Análisis de información edafológica.- Existen suelos que por sus propiedades específicas pueden presentar problemas para el desarrollo del soporte urbano, los cuales se identifican con determinados subordenes de suelos. En una sobrepuesta registrada con la base cartográfica se transfieren mediante el uso del pantógrafo. Además se señalarán las texturas finas, para que de manera conjunta con la información geológica, topográfica y climatológica, se determinen las zonas sujetas a inundaciones, por ejemplo.
- v) Análisis de información de uso potencial.- Considerando que la mayoría de las localidades tienden a desarrollarse sobre áreas con características propias para la agricultura y que estas representan generalmente una superficie limitada, es necesario preservarlas de la dinámica del desarrollo urbano.

4.4 MANTENIMIENTO DE LAS CARTAS URBANAS.

Bajo la denominación mantenimiento se entiende no sólo el mantenimiento de los mapas urbanos en buen estado para preservar

sus características métricas iniciales y sus cualidades gráficas, sino su actualización continua. Esta es una cuestión muy importante y compleja ya que si no se le da una solución acertada, no se puede tener el máximo provecho a la información brindada por los levantamientos y cartografía urbanos.

Puesto que no se modifican las copias impresas de las cartas para proporcionar cartas completas, la práctica actual implica una solución diferente. Las hojas individuales de la carta básica deben ser reimpresas tan pronto como se excede un cierto volumen de modificaciones sobre el terreno o bien, se hace una reedición de la carta a intervalos de tiempo que dependen de la frecuencia en los cambios ocurridos.

Las consecuencias de no mantener continuamente los datos de los levantamientos y cartografía urbanos, son la duplicación inútil y costosa, la falta de fundamento para el planeamiento y la administración irracional.

Es también evidente que el almacenamiento en computadoras de los datos del levantamiento y la cartografía por computadora proporcionan ya un nuevo enfoque que a la larga dominará esta importante actividad. Aún cuando el mantenimiento de las cartas urbanas es una operación compleja, la experiencia en algunos países demuestra que puede obtenerse una solución práctica y eficiente, con evidentes beneficios económicos.

4.5 AUTOMATIZACION EN LA CARTOGRAFIA URBANA.

Tal como se desprende de su nombre, la Cartografía Automatizada o Cartografía asistida por computadora es un conjunto de técnicas de computación que apuntan a facilitar el trabajo del

cartografo, mediante equipos y programas especialmente preparados. Pero aún los proyectos más ambiciosos, requieren un considerable-trabajo manual, siendo actualmente difícil imaginar una solución tan automatizada que efectivamente disminuya ese porcentaje. La contribución de los equipos y los programas consiste en aliviar - al cartografo de las tareas rutinarias, dejando a su cargo, la mayor parte de las decisiones y de las labores, que por su naturaleza, son más difíciles de automatizar.

La suma de ambos conceptos, equipo y programación, es de tal magnitud que no es difícil prever que constituirá un serio obstaculo para la mayoría de las instituciones cartográficas que planeen la introducción de la Cartografía Automatizada.

Referente a los recursos para la adopción de la técnica de Cartografía Automatizada, se debe pensar no sólo en los recursos financieros, sino también en los humanos. La compra de los e--quipos es factible por cuanto sólo depende de la disponibilidad de recursos financieros, en cambio, la contratación de la progra--mación es un caso de características muy distintas, requiere el -esfuerzo continuado por un lapso de tiempo, de un grupo numeroso de técnicos muy calificados, la mayoría de los cuales deberán ser persuadidos a continuar en el proyecto a fin de garantizar con la continuidad, el éxito del proyecto.

Tradicionalmente, el objetivo de un proceso cartográfico es la confección de una carta. Con la introducción de la Cartografía Automatizada es ahora posible darle otra forma a ese objetivo; el producto de un proceso automatizado es además de la carta automáticamente trazada, un conjunto de códigos y números que puede ser llamada una expresión digital o una imagen digital de la -

carta. Con otros programas de computadora es posible, combinar los resultados del proceso de una carta con otros, formando así un "Banco de Datos Cartográficos". Por lo general la información está almacenada en cintas, o discos magnéticos, de donde puede ser extraída, usando los mismos programas para trazar cartas - en otras escalas, cubriendo áreas distintas, con toda o parte de la información almacenada o combinandola con datos procedentes de otras fuentes.

4.6 INTEGRACION A LA CARTOGRAFIA REGIONAL.

La proyección ortogonal considera que al representarse un área pequeña de la superficie de la tierra, la cuerda se confunde con el arco y por lo consiguiente, los meridianos son paralelos - al elegido, determinado mediante una observación astronómica; las distancias son medidas y procesadas al plano de nivel en que se encuentre la localidad, todo esto se trabaja en un sistema de - coordenadas cartesianas. Esto origina que se elabore un plano - arbitrario con la única condición de que cumpla con la geometría de sus detalles. Esto no se presta para realizar las ligas con su área de influencia, puesto que lleva consigo el giro y traslación de ejes de orientación así como también se tendrán diferencias en las distancias.

Resumiendo lo anterior, la proyección ortogonal se utiliza - únicamente para la ciudad sin atender a su medio rural, puesto que si se ampliará el área se encontrarían discrepancias en razón de que sería necesario cubrirla -en algunos casos- con superficies que exceden a los límites de la topografía.

Al utilizar la Proyección Universal Transversa de Mercator,

se está en la posibilidad de integrar la información, lo cuál permite poseer una herramienta valiosa para la cuantificación y cualificación de aspectos muy importantes para la planeación urbana y regional.

Para que la proyección cartográfica citada pueda satisfacer a ambos medios es necesario establecer un común denominador que consiste en:

i) Orientarse al Meridiano Central correspondiente, mediante la corrección que debe aplicarse a la orientación astronómica y -continuar en forma análoga a la proyección ortogonal.

ii) Que se ligen a vértices geodésicos transformados a U.T.M. para tomar las coordenadas y propagarlas a un sistema ortogonal, es decir, con distancias reales.

iii) Con las coordenadas geográficas extremas de cada área urbana calcular el factor final "dk", el que se aplicará a la cartografía desarrollada con los dos incisos anteriores.

iv) Realizar el cambio de escala si se trata de establecer la integración cartográfica urbano-rural.

CONCLUSIONES

Se puede afirmar que a partir de una serie de mapas temáticos, se puede conseguir una imagen global del espacio geográfico. La representación de los fenómenos y hechos permite, entonces demostrar fácilmente las relaciones entre varios factores para construir los conjuntos que no serían directamente visibles.

Cuando se utiliza la Cartografía es un instrumento de investigación, diagnóstico y de resolución para la planeación del paisaje urbano.

En base a todo lo anterior se concluye que:

1) La representación del área urbana, tal como se trató, nos da los medios para recoger y representar la información sobre las características físicas del ambiente urbano y el modo en que estas han sido alteradas para utilizarse para la vida urbana.

2) La posibilidad de utilizar la Fotogrametría como una técnica de levantamiento y Cartografía para establecer el Catastro en áreas urbanas depende del catastro por establecer, la precisión requerida, las características físicas de la ciudad y recursos disponibles, incluyendo al personal técnico.

3) Es fácil comprender que el número de cartas especiales es ilimitado, siendo inagotables los temas relacionados con los fenómenos de la naturaleza y los creados por el hombre en el vasto campo de la Geografía, resulta comprensible que las razones que avalan los requerimientos de esta cartografía especial constituyan siempre una preocupación creciente en relación con el progreso de la ciencia y los programas de desarrollo socio-económicos para alcanzar colecciones numerosas y completas.

4) Es indispensable reunir en una hoja todas las estructuras -

necesarias y posibles sobre un solo tema, o bien, planificarlos en forma bien deslindada y diferenciada con barreras visuales, cuando corresponda a más de un tema. Queda establecido entonces la importancia que juega el diseño cartográfico para asegurar la mejor y más acertada interpretación temática. Las técnicas, procedimientos, sistemas y símbolos aquí tratados, siguen siendo por ahora los más recomendables.

5) Las computadoras están sustituyendo los métodos tradicionales en forma acelerada para la preparación de originales cartográficos y que el campo temático parece singularmente apto para introducir la computadora en el proceso de la automatización cartográfica. La automatización con su elevado índice de productividad a distintos niveles de generalización cartográfica, está indicada como la forma más adecuada para la preparación actualizada de una carta temática.

6) Dada la heterogeneidad y la urgencia de la información se llega a la conclusión de que el conocimiento del país que se intenta lograr a través de la representación cartográfica, no podrá ser completo si se circunscribe a una sola escala que limita en cantidad y detalle la información representada. Un sistema cartográfico debe responder a necesidades de información en los diferentes niveles en que las decisiones son tomadas.

7) La representación cartográfica de las ciudades a las escalas óptimas, hacen posible la visualización gráfica de los problemas urbanos, para poder analizarlos y establecer los programas adecuados para la solución de ellos.

Con la cartografía adecuada es posible analizar la ciudad dentro del contexto nacional para ser interpretados por los hechos geográficos

ficos y así poder plantear una serie de políticas encaminadas a la resolución de los diferentes problemas.

8) Todas las ciudades grandes del país, aquellas que por su extensión y desarrollo demográfico, presentan problemas de información urbana para la ubicación de sus calles, parques y jardines, edificios y otros sitios de interés, deberían tener una cartografía oficial, tanto para llevar un propósito social informativo como para que esta tuviera un elevado nivel de calidad técnica.

9) Podemos comprobar que importantes problemas del desarrollo nacional ven postergada su solución por la carencia de información suficiente y oportuna, problemas como la tenencia de la tierra, dotación de servicios básicos tales como: agua potable, alcantarillado y pavimentos. La planeación del desarrollo urbano o la producción agropecuaria tropiezan una y otra vez con el hecho de que nuestras bases de información son insuficientes y no correlacionables.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con lo expuesto en este trabajo, me permito hacer una recomendación acerca del mapa ortofotográfico, el cuál, no obstante la amplitud de su información y la relevancia de la acción - que puede promover, es insuficiente; pero es la base de estrategias que tendrán que estar relacionadas, integradas y comprometidas con otras a nivel de la estructura urbano-regional y ésta, a un planteamiento urbano-nacional, por lo que se requiere de un complemento de información específica, que en conjunto ayude a la solución de los problemas ya mencionados anteriormente.

A nivel regional, la organización de la estructura urbana y la dosificación de polos de desarrollo en función de los recursos naturales de la zona, sería la estrategia a seguir mediante información cartográfica a escalas medias y chicas, las cuales permiten presentar un panorama que si no es universal, si es realidad un punto de partida sólido.

A nivel urbano, la implementación de planes de ordenamiento y desarrollo sería la estrategia que detendría el crecimiento anárquico de las ciudades. En este caso, se dosifica información de índole topográfica para atacar el problema; el análisis de la topografía relacionada con la información planimétrica, planteará las bases para alternativas de desarrollo de las áreas urbanas en función de costos accesibles, pero es evidente que esta información no es suficiente para resolver el problema.

Esta información puede tener como base cartográfica el ortofoto escala 1:10,000 con un cubrimiento menor, ya que se limitará a la estructura urbana básica. El cubrimiento del ortofoto como de las temáticas, se determinará por medio de la elaboración de inves

tigaciones, que nos permitan conocer y evaluar las características reales de la ciudad con la finalidad de establecer su estructura básica y sus posibles áreas de desarrollo, en base a información de carácter social, económico y físico. Además estas investigaciones tienen como objeto el establecer una secuencia general de trabajo de las localidades en función de sus necesidades y futuro desarrollo.

BIBLIOGRAFIA

- Avila Morales, Ramón. "Introducción al estudio de la Proyección Universal Transversa de Mercator". Tesis, UNAM. México, 1969.
- Beulah Tannenbaum y Myra Stillman. "Los mapas y como se interpretan". Editorial Sopena. Barcelona, 1960.
- Bassols Batalla, Angel. "Concentración urbana y políticas para descentralización en México (1976-1982)". Tesis de Maestría, University College London, 1982.
-
- "División regional y planificación del desarrollo". Instituto de Geografía, UNAM. 1972.
- Caire Lomelí, Jorge. "Las cartas a escala grande de las principales ciudades de la Republica Mexicana". II Congreso Panamericano VII Nacional de Fotogrametría, Fotointerpretación y Geodesia. México, 1982.
-
- "Análisis geográfico de la población del D.F.". Tesis, UNAM. México, 1976.
-
- "La Proyección Cartográfica para Petroleros Mexicanos". Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol XXVI, Nos 1-3. México, 1974.
- Carter, Harold. "Geografía Urbana". Instituto de Estudios de Administración Local. España, 1974.
- Castells, Manuel. "Planificación Regional. La cuestión urbana". Editorial Siglo XXI. México, 1976.
- Chacón Baca, Juan Ricardo. "La construcción del mapa base para la elaboración de Cartas Geográficas". Tesis, UNAM. México, 1982.
- Chadwick, G.F. "Metodo espacial para el planeamiento regional". Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 1973.
- Chapin F., Stuart. "Planificación del uso del suelo urbano". Ediciones Oikos-tau. Barcelona, 1977.

- Chorley, Richard J. "Nuevas tendencias en Geografía". Colec. Nuevo Urbanismo. Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid, 1974.
- Deufort, Jules. "Geografía Urbana". Apuntes del curso impartido en la Universidad Iberoamericana. México, 1982.
- Dobner Eberl, Horst Karl. "Catastro-Conceptos, técnicas, avances, sistemas, aplicaciones". Editorial Concepto S.A. México, 1981.
-
- "Sistemas de Geoinformática".
- II Congreso Panamericano VII Nacional de Fotogrametría, Fotointerpretación y Geodesia. México, 1982.
- Ewald, William R. "El Medio Ambiente y El Hombre. La Planificación de la Ciudad". Editorial LIMUSA-WILLEY. México, 1973.
- García Ballesteros, Aurora. "Geografía Urbana de Guadalajara". Madrid Fundación, 1978.
- González González, Edelmira. "Los estudios de Planeación y uso del Catastro urbano. El caso del D.F.". Tesis, UNAM. México, 1975.
- Haggett, P. "Análisis locacional en la Geografía humana". Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 1976.
- Jordan, W. "Tratado general de Topografía". Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 1978.
- Krier, Rob. "El espacio urbano". Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 1977.
- Levi Levi, Silvana. "Acomodación del territorio en Atlixco, Puebla". Secretaria de Programación y Presupuesto. México, 1978.
- Lynch, Kevin. "Planificación del sitio". Colección Arquitectura-Perspectivas. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 1980.

- Mausbach, H. "Introducción al Urbanismo". Editorial Gustavo - Gili. Barcelona, 1981.
- Mc. Graw-Hill Book Company inc. "Topografía elemental". Nueva York, 1963.
- Medina Peralta, Manuel. "Geodesia Geométrica". Editorial LIMU SA. México, 1974.
- Meosmacher, Miguel. "La ciudad de México". Departamento del - Distrito Federal. México, 1979.
- Monkhouse y Wilkinson. "Mapas y Diagramas". Ediciones Oikos-tau. Barcelona, 1966.
- Morse, Richard. "Urbanización en America Latina". Colección S.E.P./ Setentas. México, 1973.
- Muñoz, Humberto. "Migración y desigualdad social en la Ciudad - de México". Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM. Colegio de México. México, 1977.
- Rivera H., Hernán. "Fotogrametría elemental para el curso de Ca- tastro". Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF). Bogotá Colombia, 1974.
- Saastamoinen, Chrzanowski, Blachut. "Cartografía y levantamien- tos urbanos". Dirección General de Geografía del Te- rritorio Nacional (DGGTN). México, 1980.
- Sanchez, Pedro C. "Apuntes sobre Cartografía". Secretaría de Agricultura y Fomento. Dirección de Estadística, Geo- grafía y Climatología. México, 1928.
- Schwidersky, K. "Fotogrametría terrestre y aérea". Editorial Labor S.A. España, 1960.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. "Guías para la inter- pretación de Cartografía. Uso del Suelo". Coordina- ción General de Los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México, 1981.
-
- "Guías para la inter- pretación de Cartografía. Cartas Urbanas". CEGESNEGI.

México, 1981.

"Guías para la interpretación de Cartografía. Ortofotografía". CEGESNEGI
México, 1981.

"Instructivo para la elaboración de la Carta Urbana Base, escala 1:10,000".
Oficina de Fotogrametría numérica. Dirección General
de Geografía del Territorio Nacional. México, 1978.

"Instructivo para la elaboración de las Cartas Urbanas". Oficina de Proyectos Cartográficos. DGGTN. México, 1977.

Sundakov, Ya. A. "Trabajos Geodésicos". Editorial Mir-moscú.
moscú, 1980.

Ternryd, Carl-Jlof y Lundin, Eliz. "Topografía y Fotogrametría".
Editorial C.E.C.S.A. México, 1978.

Torres Sanchez, Marco Antonio. "Elaboración de Cartas Geográficas por métodos modernos". Tesis, UNAM. México, 1973.

Toscano, Ricardo. "Métodos topográficos". Editorial Porrúa S.
A. México, 1963.



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA