

BASES PARA INTEGRAR LA CARTOGRAFÍA URBANA-RURAL

Jorge Caire Lomelí

Introducción

Una de las características más acentuadas de la población mundial es su crecimiento acelerado; en 1850 ascendía a 1 200 millones de habitantes y en 1979 era de 4000 millones, es decir, en el lapso de 139 años la población de la Tierra se triplicó. En el año 2000 se superaron los 6 mil millones de habitantes; si la población continúa duplicándose su número cada 35 años (como lo ha estado haciendo) cuando llegue el año 2600 se habrá multiplicado por 100 mil; la población alcanzará 630 mil millones y nuestro planeta sólo ofrecerá espacio para mantenernos de pie, pues dispondrá únicamente de tres centímetros cuadrados por persona en la superficie sólida. (Asimov, 1973: 79-83).

Por otra parte, la tasa de fertilidad está disminuyendo en todo el mundo y aunque la población continúa aumentando por el acceso de la edad fértil de las generaciones jóvenes, mucho más numerosas, la prolongación de las tendencias actuales permiten predecir que la población mundial alcanzará la estabilidad en el año 2110, cuando vivan 10529 millones de personas. Pero entonces la situación de desequilibrio demográfico mundial continuará inevitablemente su deterioro. La Oficina del Censo de los Estados Unidos ha establecido en información proyectada los datos siguientes: 6 526 millones en el 2 de julio de 2006 y 6 551 millones para el 1° de noviembre de 2006.

Los países subdesarrollados empezaron con la revolución demográfica, consistente en el cambio de un proceso de crecimiento lento a otro acelerado, hecho que se percibe en el curso de los últimos decenios; además, se han diferenciado dos tipos de países en relación con el crecimiento natural de su población: Los de crecimiento natural débil y los de crecimiento natural rápido, este último es el que caracteriza a los países subdesarrollados, dentro del cual se sitúa a México. (González, 1975:259-264)

El crecimiento acelerado de la población en los países subdesarrollados constituye un reto para el mundo, además de que sus habitantes perciben bajos ingresos, tienen un nivel de vida reducido y elevada densidad de población, se establecen dos aspectos contradictorios sobre el costo de la operaciones de producción:

- El crecimiento de la población origina amplitud del mercado para los bienes de consumo con lo que se establece el aumento de la escala de producción y por lo tanto los costos unitarios de producción resultan más bajos.
- El crecimiento de la población produce una disminución de los recursos naturales; tierras que antes se consideraban improductivas por inaccesibles, hoy se les extraen minerales y comestibles, aplicándoles mayores unidades de trabajo a cada unidad de tierra.

Los tres grandes grupos de población del mundo con mayor intensidad dinámica, demográfica están ubicados en Asia, América Latina y África, lo que, en diez años, han incrementado su población en 500 millones de habitantes.

Los factores de la dinámica de población se deben a los servicios médicos de higiene y saneamiento aplicados oportunamente a las regiones insalubres, a la organización de la

distribución de víveres en las regiones amenazadas por el hambre, los medios actuales de comunicación y en sí a todo el adelanto técnico-científico que se ha alcanzado, lo cual ha traído consigo una disminución de mortalidad, permitiendo a la natalidad aumentar y alcanzar el efecto demográfico.

En forma general, todas las regiones del país tienen problemas relacionados con el crecimiento de la población y con la irregular distribución de los recursos naturales que, aunque genera fuerza de progreso, su distribución irregular en el territorio impacta factores ajenos a la disponibilidad de los recursos como es el caso del agua que en forma contundente puede obstruir y desanimar el desarrollo económico progresivos en un país, región o localidad.

Los hechos geográficos ya mencionados obligaron a realizar estudios de planeación interdisciplinaria, en donde esencialmente participan profesionales relacionados con las ciencias de la Tierra y las ciencias sociales buscando un mismo fin: soluciones adecuadas y realizables. Uno de los instrumentos mas importantes para estos estudios es *la carta geográfica*, la cual ofrece un gran número de características para representar, leer, interpretar, localizar inventariar y poner en marcha los proyectos que requiere la creciente población.(Gozález,1975:9-13)

Las obras de cartografía existentes explican que el mapa es la expresión de los conocimientos geográficos de una época y es el elemento auxiliar mas notable de la geografía, es la herramienta y el arma de la descripción científica de la Tierra, es la base de la geografía, es la piedra filosofal de la geografía, los ojos de la geografía son los mapas. El mapa o la carta es de excepcional importancia científica desde su iniciación, por ello es un tema de investigación. El objeto de la cartografía consiste en reunir, analizar y procesar la información obtenida en diversas regiones de la Tierra y representar éstas gráficamente a una escala reducida, cuidando todos los elementos y detalles sean claramente visibles, facilitando la lectura e interpretación de los aspectos graficados.

Para llevar con éxito la finalidad de una labor cartográfica es imprescindible conocer, si los recursos lo permiten, un mapa que satisfaga una condición dada y que rechace a las otras, o viceversa, pero los mapas de uso general representan un término medio, de modo que no satisface plenamente una condición establecida, pero tampoco excluyen del todo a las otras. Por otra parte, el investigador continuamente requiere la cartografía del área de su estudio y la construcción de ella resulta tardada y dificultosa, si se quiere partir de la elaboración. Este problema puede examinarse ante la posibilidad de agotar la información cartográfica realizada por los centros gubernamentales y privados que la manejan. A la información obtenida se le aplicará: la selección, jerarquización, filtración y al final se tendrán cartas heterogéneas de las cuales se extraerá un porcentaje de su información, con el objeto de formar una sola. Para ello es preciso establecer: la escala, proyección, simbología, etcétera.

Es decir, se deberán realizar las compilaciones cartográficas, donde es necesario aplicar los métodos de obtención y transformación de escalas, transformaciones de las proyecciones cartográficas y de las orientaciones.

En la actualidad, la ciudad es el elemento del paisaje geográfico mas rico en información cartográfica a escalas grandes y , en particular, en la República Mexicana los dos tipos de proyecciones que se aplican con características propias que las identifican, y son las que se mencionan a continuación:

Proyección Ortogonal. Trabaja con coordenadas arbitrarias y considera a la Tierra como una superficie plana, puesto que las áreas por levantarse son pequeñas, el arco se confunde con la cuerda, y si la ciudad no es grande quedará bien representada en forma relativa; (Cuenin, 1973:76-84) pero si hubiese que extenderla hasta su área de influencia sufrirá los efectos de la curvatura terrestre y no será posible integrar la cartografía de la ciudad al paisaje geográfico regional.

Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM). Ésta proyección es crítica en función directa de la altitud y de la cercanía al meridiano central que le corresponda, como es el caso del Distrito Federal; sin embargo, puede extenderse a cualquier límite terrestre.

Las características principales de cada una de estas dos proyecciones son:

La Cartografía Urbana contempla una gran gama de labores topográficos y cartográficos para adecuar los servicios y el equipamiento de su población, como son: introducción, distribución y desalojo del agua (drenaje); introducción y distribución de la energía eléctrica; líneas telegráficas y telefónicas; red vial, levantamientos catastrales; acceso a las carreteras y otros mas. Al crecer la población requiere de labores de mantenimiento y de ampliaciones de los servicios y del equipamiento.

Por sus características siempre se utilizan escalas grandes que en forma general van de 1:100 a 1:2000 aplicando la Proyección Cartográfica Ortométrica, también llamada Ortogonal. (Jiménez,2001:124-129). Se elige una meridiana que por lo regular es la parte central, las coordenadas son arbitrarias designadas preferentemente en el primer cuadrante con el fin de tener siempre valores positivos y estan referidas a su plano medio de altitud.

La figura N° 1, representa el perfil del área urbana, en la que se denota el plano medio de referencia en que se encuentra situada la ciudad y el plano del nivel del mar, considerando al radio medio terrestre de 6 371 008.7714 metros (Diario Oficial de la Federación). El plano correspondiente a la representación de esa zona urbana esta señalado en la figura N° 2, contiene la cuadrícula ortogonal, orientación y sus valores coordenados.

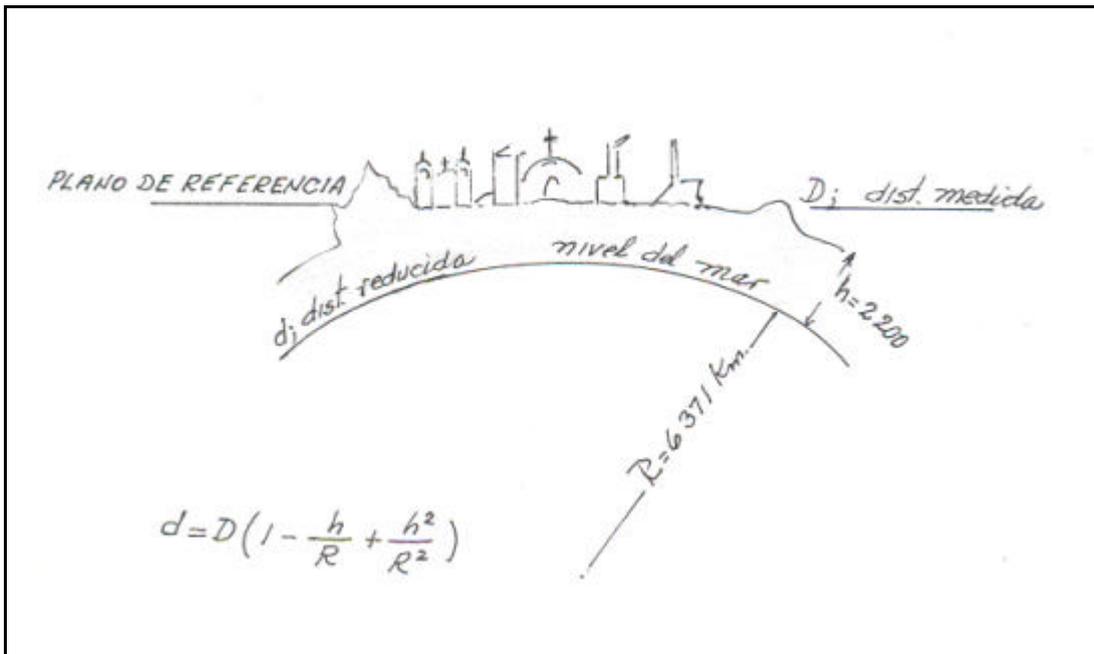


Figura N°

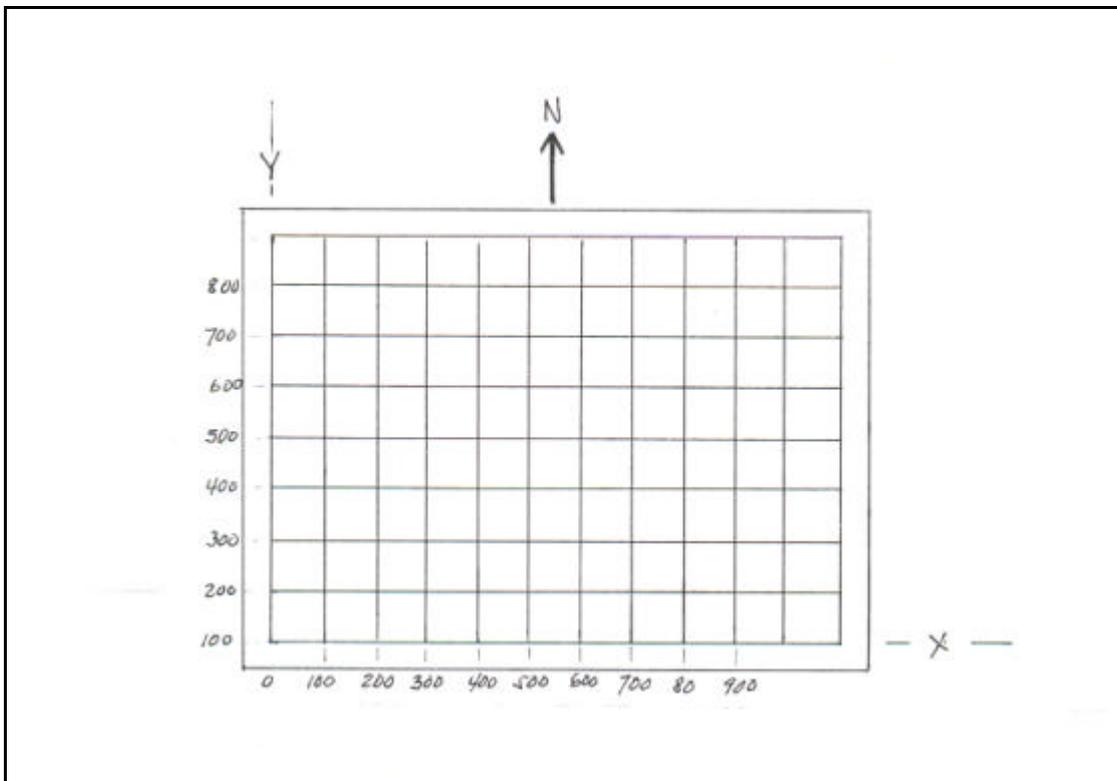


Figura N2

En lo que se refiere a la Cartografía Regional y Nacional por lo regular aquí en México se aplica la Proyección Cartográfica Universal Transversa de Mercator "UTM" (desde julio de 1950, principio en la Secretaría de la Defensa Nacional), con sus características y especificaciones dirigidas a la Cartografía Continental (Ecker, 1961:62-68) es decir con reducidas deformaciones en la dirección norte-sur. En forma general sus características son;

- Generalización de la Proyección Normal de Mercator con eje transversal al elipsoide coincidiendo el eje del cilindro con el Ecuador, en zonas de seis grados de amplitud.
- Aplicable a cualquier elipsoide de referencia.
- Longitud de partida en cada Meridiano Central de zona, para la República Mexicana son: 87°, 93°, 99°, 105°, 111° y 117° al Oeste del Meridiano de Greenwich.
- La unidad que utiliza es el metro.
- Latitud de partida cero metros en el Ecuador para el hemisferio Norte y 10 millones de metros para el hemisferio Sur como falsa ordenada.
- Cada meridiano central tiene una abscisa de 500 000 metros, factor de escala de 0.9996 y es el único que se dirige al norte geográfico.
- La UTM refiere la información al plano del nivel medio del mar.
- Los límites de latitud en el sistema son: al Norte 80° y al Sur también 80°.
- La numeración de las zonas empiezan con el número 1 para el área comprendida entre los meridianos 180° W a 174° W y continuando hacia el Este en numeración consecutiva hasta llegar al número 60 que corresponde a la zona situada entre los meridianos 174° E a 180° E. (Figura N°6).
- En las zonas polares se utiliza la Proyección Estereográfica Polar con una sobreposición de 30 minutos con la Proyección Universal Transversa de Mercator.
- Es una proyección conforme, así los ángulos medidos se aproximan a sus valores verdaderos, en cualquier punto las correcciones a las distancias son las mismas en todas las direcciones; la conformalidad constituye una ventaja para los usuarios que emplean los valores numéricos tomados de la cuadrícula. (Caire, 1986:24-32)

En el esquema de la figura N°3 esta representado el cilindro envolvente en condición secante a la Tierra en el que los parámetros del primero son menores para dar lugar a tener dos trazas (ab y cd), las cuales son líneas de contacto en toda su longitud simétricamente al meridiano central MC, llamadas también elipses de contacto.¹

Cada meridiano central se confunde con la red de cuadrícula en la abscisa de valor 500000 metros. Ambos coinciden con el norte geográfico y dado el paralelismo de la red de la cuadrícula, mientras mas alejado se encuentre del meridiano central, mayor es la diferencia entre en norte geográfico y la red de cuadrícula, a esta diferencia se le nombra convergencia de cuadrícula.

La proyección Universal Transversa de Mercator que conserva los ángulos, está sometida a deformaciones que aumentan hacia los lados al alejarse de la elipse de contacto, por esa razón se fijaron las bandas meridianas cada 6° de longitud y se estableció la condición secante para reducir este efecto.

¹ Las coordenadas UTM siempre corresponden a un área cuadrada y no a un punto.

Las direcciones que van del centro de la Tierra "o" en la figura N°4 a los puntos de referencia como P, Q, M y N interceptan al cilindro en p, q, m y n, al desarrollar el cilindro los puntos p,q,m y n, etc, están en la proyección Universal Transversa de Mercator. Se observa que al proyectarse una distancia de la superficie de la Tierra al cilindro se reduce o aumenta, dependiendo de su ubicación con respecto de la elipses de contacto, PQ se reduce a pq y MN aumenta a mn.

La proporcionalidad que guardan el elipsoide y el cilindro, está dada para que el Meridiano Central (MC) tenga un factor de escala de 0.9996 y a 180,000 metros en dirección Este y Oeste se encuentran las elipses de contacto donde el factor de escala es la unidad.

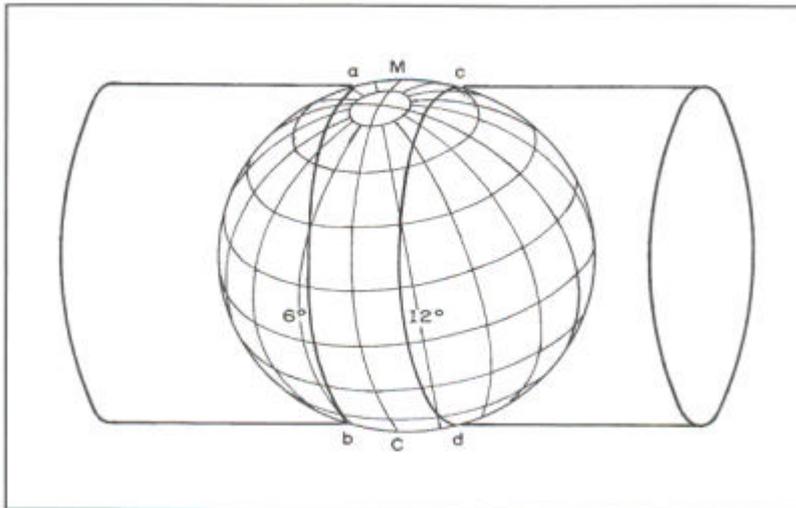


Figura N°3

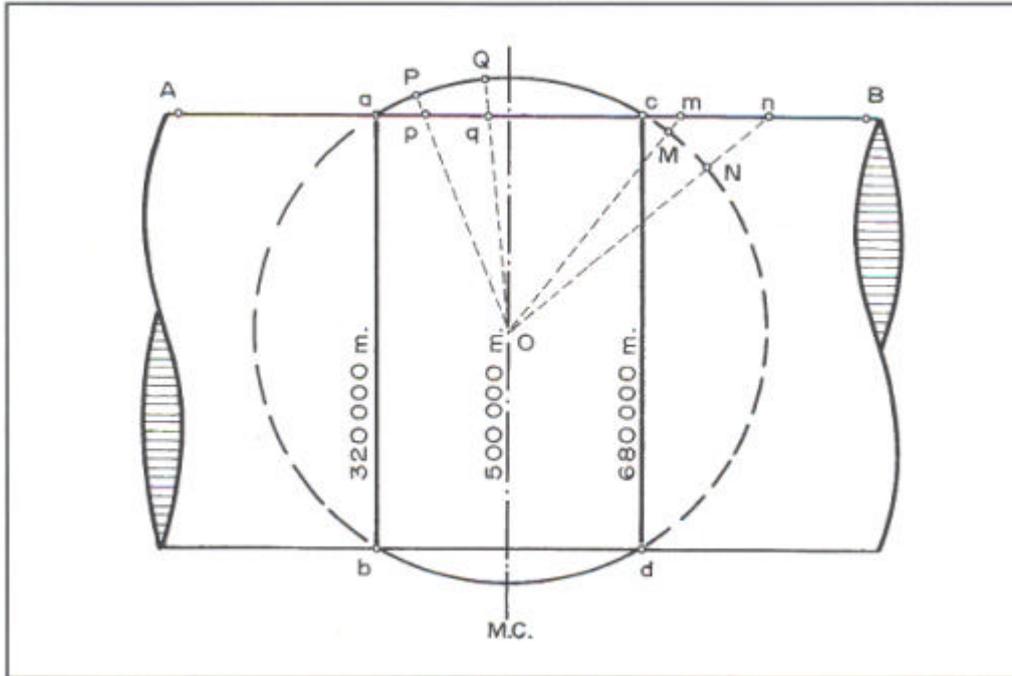


Figura N°4

La nominación utilizada en los elementos que componen a la proyección Universal Transversa de Mercator están ilustrados en la figura N°5

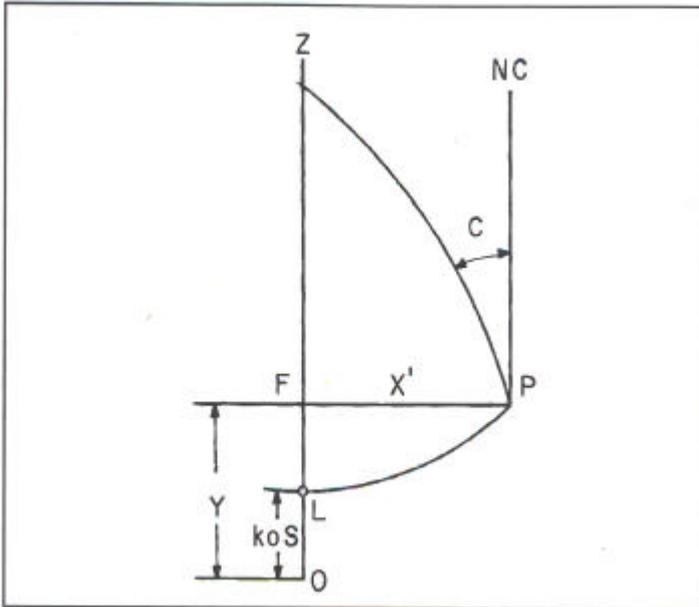


Figura N°5

En el hemisferio Norte y al Este del Meridiano Central, está representado el punto "P". Invertiendo 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 = El Meridiano Central.

LP = El paralelo a la latitud de "P".

ZP = El meridiano de "P".

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

LF = La ordenada de curvatura .

OF = $N = Y$, la ordenada de cuadrícula.

FP = $E' = X'$, la distancia paralela sobre la cuadrícula desde el Meridiano Central.

NC = Norte de cuadrícula.

C = La convergencia de meridianos o sea: El ángulo en "P" formado por el norte verdadero y el norte de cuadrícula.

Para seleccionar o localizar zonas, así como fraccionar un área, debe hacerse a través de subdivisiones, tomando como unidad base a toda la Tierra. De acuerdo con las especificaciones para la Proyección Universal Transversa de Mercator, la división que se establece es de zonas meridianas de 6° en la Longitud . A partir de ésta división se llevan a cabo la subdivisiones necesarias en función de la escala adoptada para obtener el formato adecuado, el cual debe permanecer constante en tamaño en todas las cartas.

El fraccionamiento internacional adoptado e Estados Unidos de América del Norte y Europa así como aquí en México por la Secretaría de la Defensa Nacional realizan sus

fraccionamientos respetando las zonas a lo largo de las longitudes y forman cuadriláteros dividiendo las latitudes cada 8° , designando cada espaciamento por letras en orden alfabético empezando por la letra "C" (figura N°6) para la zona comprendida entre los paralelos de latitud 80°S . a 72°S . y terminando con la "X" para la zona situada entre los paralelos de 72°N a 80°N . Las letras "I" y "O" se omiten para evitar posibles errores. Con este fraccionamiento de áreas geográficas pueden identificarse cada una de las cartas que comprenden la cartografía que se elabore a la escala de 1:100,000. Para escalas más grandes se van subdividiendo los cuadriláteros de tal forma que siempre sean submúltiplos de ellos.

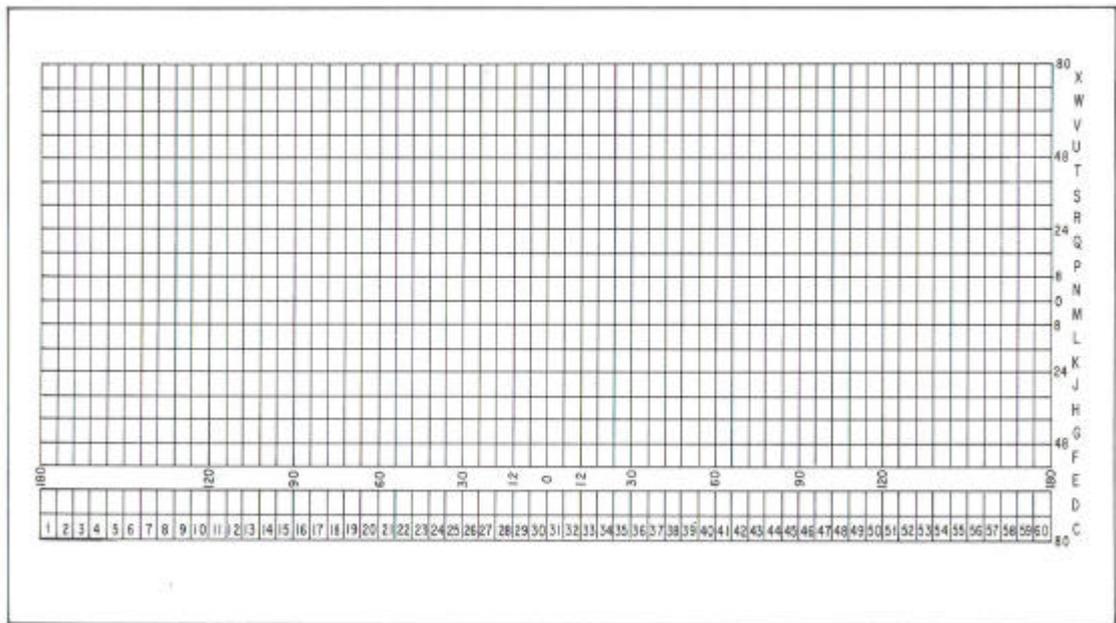


Figura N°6

Para la selección de áreas, localización de puntos e identificación de los detalles, se utiliza la "Identificación de Cuadrados de 100000 metros" que consiste en la formación de áreas cuadradas de lados de cien mil metros dados por la Cuadrícula Universal Transversa de Mercator en valores numéricos enteros. Como las coordenadas UTM definen un área, cuya magnitud depende de la expresión de dichas coordenadas, en las que se pueden establecer con toda la precisión que se requiera, a mayor precisión más larga será la expresión de las coordenadas, (mayor número de dígitos).

Para el continente Americano la cuadrícula de la proyección UTM se destina en primer lugar a la designación de la zona de gradícula, en seguida la identificación del cuadrado de 100000 metros como se aprecia en las figuras N°7 y N°8., los dígitos siguientes están referidos al intervalo de cuadrícula (primera línea vertical) estimación a décimos del intervalo de cuadrícula en las abscisas, intervalo de cuadrícula (primera línea horizontal), estimación a décimos del intervalo de la cuadrícula (en la ordenadas).

La localización de un punto en el cuadrado de 1000 metros sería 14RLG9209. En donde 14R es la designación de la zona de gradícula, (Figura N°6) LG la identificación del

cuadrado de 100000 metros, (Figura N°7) 9 y 2 corresponden al intervalo de cuadrícula y la estimación a décimos en las abscisas, 0 y 9 intervalo de cuadrícula y estimación a décimos en las ordenadas.

Para necesidades más especiales en que deba establecerse la localización con mayor precisión se debe utilizar un escalímetro y así se obtendrá.

14RLG91620914 localización para 10 metros.

14RLG9162309143 localización para un metro.

Como se observa el número de dígitos en todos los casos es par, perteneciendo la mitad a las abscisas y el resto a las ordenadas.

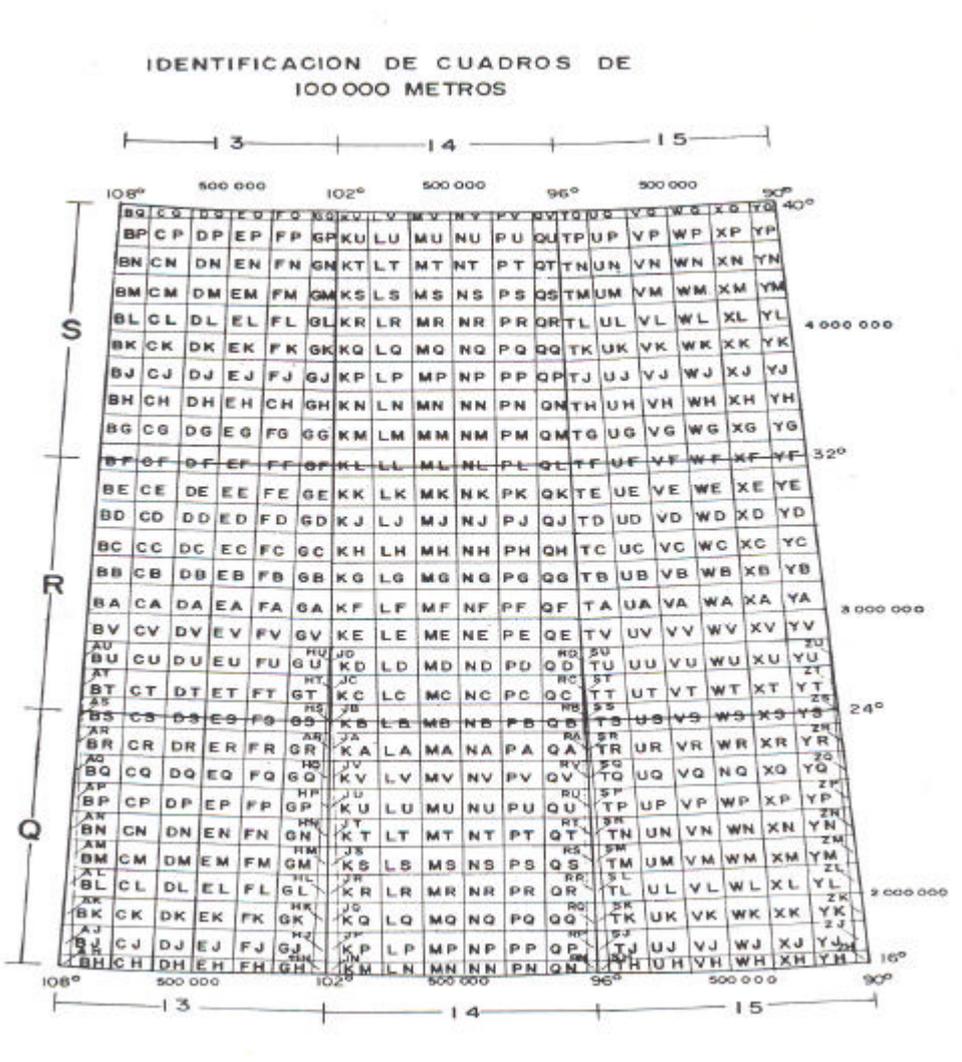


Figura N°7

Debido a que la proyección UTM está limitada en las latitudes 80°N a 80°S, en las zonas polares se aplica la Proyección Universal Cartográfica Estereográfica Polar, y se continua con los cuadrados de 100000 metros como se aprecia en la figura N°8 para el casquete polar norte.

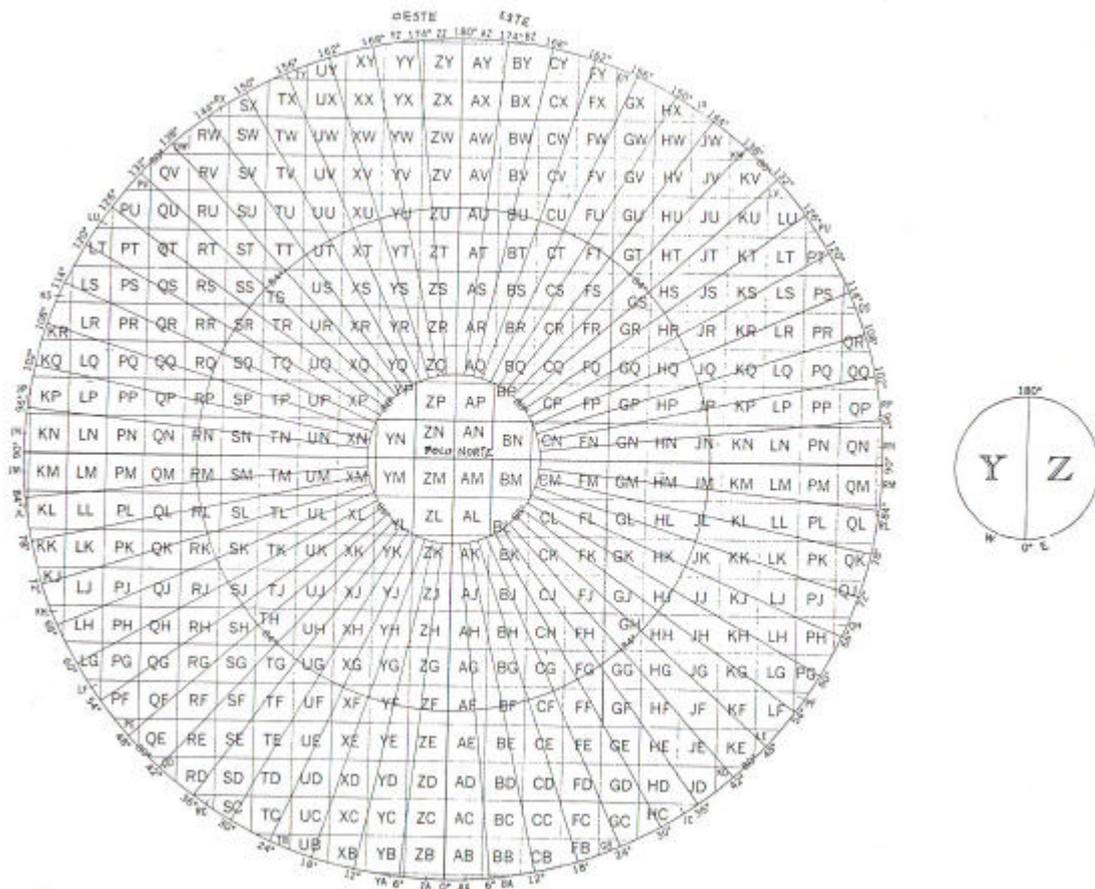


Figura N8

Este estudio consiste en proponer una metodología para integrar la información cartográfica urbana a la regional estableciendo una serie de parámetros y disciplinas en ambas proyecciones con la finalidad de que la Cartografía Urbana se encuentre en su contexto Regional.

Urbanización

A través de las diferentes épocas de la historia de la humanidad, la vida del hombre se ha caracterizado por una constante, una inflexible búsqueda de las mejores condiciones de vida, una tendencia natural al desarrollo.

Los incrementos de población de los centros urbanos, obedecen a dos aspectos fundamentales: El crecimiento natural, sus altos índices de natalidad y el incremento del tiempo de vida del ser humano; además el crecimiento social que representan las grandes e incontroladas corrientes migratorias de seres humanos, que precisamente, buscan un lugar de arraigo que les brinde mejores oportunidades, mejores condiciones de habitabilidad, de educación y recreación; en síntesis de un sustancial mejoramiento de su existencia.

El primer factor que promueve los movimientos migratorios, es el despoblamiento del medio rural, debido principalmente a la incapacidad del agro y de las poblaciones rurales de dosificar los medios que faciliten la obtención de recursos adecuados para su desarrollo. Ésta incapacidad de satisfacer eficientemente necesidades vitales, ha desencadenado un flujo migratorio de población, que busca asentarse en centros urbanos más dinámicos, más prósperos y que respondan a las exigencias de la población migrante.

Generalmente los movimientos migratorios se canalizan hacia las pequeñas ciudades, a las cabeceras municipales, que muchas veces toman el papel de gran ciudad, centros urbanos, que serán los primeros en experimentar los problemas de urbanización, centros cuya capacidad receptora de población mínima, siendo esta saturada en un periodo corto, en consecuencia, los movimientos migratorios se dirigirán a las grandes ciudades y a las importantes áreas metropolitanas.

Los efectos del crecimiento natural y social están agotando los recursos de las ciudades, (Ceballos,1984: 22-25) cambiando radicalmente el concepto de la ciudad, tornándola en espacios saturados, insalubres, antifuncionales, que dictatorialmente rigen las actividades de millones de seres, lo que es más grave están promoviendo indiferencia, deshumanización, y un sin número de problemas de orden económico y social.

La actividad creadora y enérgica del hombre en este sentido, siempre ha estado enfocada en modificar el medio ambiente en su beneficio y no adaptarse de una manera sumisa, aun medio que puede gestar su destrucción.

En términos generales, encontramos deficiencia en casi todos los aspectos que afectan directa o indirectamente, a millones de seres humanos que pseudo habitan nuestras ciudades; las carencias se manifiestan en habitación, zonas verdes y recreativas, los complejos problemas derivados del incremento de vehículos y los desquiciamientos que provoca en el tránsito de la ciudad, La falta de servicios y las deseconomías a tratar de dosificarlos a la creciente población, que tienen que enfrentarse, a la falta de previsión, reglamentación y especulación de la tierra urbana, y lo incomprensible de que la población se mantenga al margen de la problemática de la contaminación ambiental, y el empobrecimiento, cada día más dramático del paisaje urbano.

Por lo que toca a los altos porcentajes de población en proceso de integración; sabemos que una parte, se adapta y se incorpora a la actividad urbana, generalmente debido a las facilidades que les brindan nexos familiares, comerciales, o la preparación y grado de calificación de mano de obra que poseen y sabemos que esto implica ya graves problemas para la ciudad y su desarrollo. Pero el migrante, que no reúne las condiciones que requieren las ofertas de trabajo de la ciudad, generalmente el campesino que representa el porcentaje más alto de estos grupos migratorios, vendrá a constituir los grupos marginales dedicados a actividades terciarias, en gran detrimento de la economía, incrementando tugurios y haciendo surgir ciudades perdidas, asentamientos urbanos no regulados que no reúnen las condiciones mínimas para alojar seres humanos, carentes de servicios o de difícil dotación de los mismos, fuera de todo control urbanístico y en franca oposición al marco institucional, la urbanización no prevista ni deseada.

Sin embargo existe un aspecto muy importante en este problema; ante las acciones de cualquier clase que se pretenda entablar contra los colonos, estos adoptan un frente común, surge espontáneamente una unidad, que se traduce en muchos casos en óptimas organizaciones encabezadas por líderes verdaderos, que plantean las bases para un sólido desarrollo de la comunidad.

Al tratar la ciudad de satisfacer la demanda de la creciente población, provocará un crecimiento y desarrollo que patentizará estos contrastes; magníficos espacios urbanos se entremezclan con otros carentes de sentido, periodos arquitectónicos que han caracterizado algunas épocas históricas, rivalizan con edificios comerciales de diseño actual, la cúpula de una catedral se recorta en la figura abstracta de un templo moderno; el antiguo y lo actual, tugurios basureros rivalizan con limpias estructuras de aluminio y vidrio, la calma y recreación que ofrece un museo o una biblioteca, frente al ruido provocado por el interminable tráfico citadino, las estructuras en construcción que durante en años han permanecido estáticas, a lado de solares vacíos que prácticamente de la noche la mañana se convierten en importantes edificios de apartamentos terminados y habitados en forma rápida, espléndidas residencias con suntuosos jardines y enormes cocheras, confundidas con barracas y casuchas de cartón, las que a su vez están coronadas por antenas receptoras de televisión.

La ciudad es un producto imperfecto física y socialmente su evolución y desarrollo siempre han provocado crisis a lo largo de la historia la transformación de pueblos en ciudades ha introducido problemas no previstos, muchas veces desconocidos, que en realidad no son más que variante y agravantes de los que estamos padeciendo, siempre solucionados parcialmente.

La ciudad es difícil de estudiar y de comprender. Es necesario captar la perspectiva de muchas actividades humanas y sus contenidos. La existencia humana depende de un intrincado tejido de factores y fuerzas: realidades físicas (espacio, edificio, población) que están íntimamente ligadas a la realidad social (opinión pública, comunicación, instituciones, leyes). (Reissman, 1989:175-180). La ciudad actual es de mayor complejidad que las anteriores, dado el tamaño y la densidad de su población, sin necesidad de considerar el número y variedad de servicios ofrecidos en ella. Pero hay una razón más importante para esta complejidad urbana.

El urbanismo domina la actual civilización occidental, y en otras áreas del mundo, las ciudades han asumido también una posición capital. El estudio de la ciudad ha llegado a ser el estudio de la sociedad contemporánea. Los centros de decisión y las iniciativas del cambio social están localizados en las ciudades, y son éstas y no la sociedades rurales, las que dirigen los destinos del mundo.

La Cartografía Urbana En Su Contexto Regional

El acelerado ritmo de urbanización, hace que la ciudad se convierta en un centro de atención especial para desarrollar una serie de planos y cartas que contengan un común denominador para ser interpretados los diferentes hechos geográficos y plantear una serie de políticas a través del diagnóstico que presente, para el logro de tales objetivos se ha propuesto utilizar una proyección cartográfica que además de cumplimentar los requisitos del área urbana y del área rural, puedan ser interconectados en cualquier circunstancia y sea posible aprovechar los estudios que con un objetivo sectorial se hicieron en el ámbito regional o nacional.

La vida urbana rebasa con amplitud el marco de la ciudad y se proyecta sobre las comunidades vecinas, de modo que muchas de las actividades urbanas encuentran su explicación en el medio rural. El hombre de la ciudad depende, en gran medida, del hombre rural, es por esto que cualquier estudio que se realice de la ciudad se deben efectuar no como un hecho aislado sino interrelacionado con el resto de los fenómenos del paisaje geográfico.

Entendido el mapa urbano como la base gráfica de todas las expresiones de la vida urbana se hace necesario la integración de su representación con el resto de los mapas regionales.

Los aspectos que fundamentan las relaciones interactivos entre los medios urbano y regional son los siguientes:

Las comunicaciones.

Los vínculos de la ciudad con su hinterland dependen en primera instancia, de los medios de comunicación existente; su existencia facilita las comunicaciones del hombre rural. En aquellos lugares en que el sistema es inoperante o deficiente se hace necesaria su incrementación o el trazado diseñándose, por lo tanto, una carta para este fin. Como los caminos y carreteras conducen al hombre hacia áreas externas de la ciudad, éstas deben estar trazadas de modo que empalmen con las carreteras ya trazadas, por lo tanto el empalme de un plano a otro debe ser exacto, evitando de este modo superposiciones o errores de trazado.

Funciones administrativas.

La ciudad es un centro administrativo por excelencia, en ella se concentran los poderes y centros administrativos, parten las normas legislativas que son aplicables a toda su área de influencia. El control de su aplicación puede efectuarse a través del señalamiento cartográfico, vale decir, con la localización en forma homogénea de centrales administrativas que efectúen dichas labores necesitándose, por lo tanto, mapas a una misma escala y proyección para tener una expedita realización de estas actividades.

Funciones comerciales. La ciudad es la oficina de los negocios de la región de ella parten los comerciantes con muestrarios y diseños para venderlos en otra área.

La representación comercial se debe señalar en un mapa que permita con facilidad realizar la integración de las transacciones.

Expansión del área urbana.

Cuando se extiende el radio urbano de un poblado. Éste debe seguir los mismos lineamientos de la ciudad origen, es decir, su mismo plano, calles banquetas e infraestructura. El trazado de estos aspectos requiere de una continua cartografía para no incurrir en errores. Al presentarse el fenómeno de conurbanización, la anexión de nuevas áreas, antes rurales, debe realizarse en forma ordenada de manera que vayan ocupando los terrenos de menor valor agrícola, estas características sólo pueden ser cualificadas y cuantificadas con base en un mapa con las mismas características que el núcleo en expansión, es decir, la ciudad primitiva.

Uso del suelo. El conocimiento del uso del suelo del área cercana al medio urbano con fines de expansión debe ser previamente evaluado sobre una carta o mapa, la que como punto de referencia debe contener las mismas características de las que señale las del uso del suelo urbano.

Jerarquización de las ciudades e interconexión de ellas.

En un país que desee efectuar una jerarquización de sus ciudades señalándole las diversas funciones a cada una de ellas, debe disponer, antes que nada, de un mapa que las localice, señale su extensión y la de sus caracteres principales en una o varias cartas con las mismas características de modo que se pueda efectuar fácilmente su comparación y evaluación, esta

política es de gran significado para la planeación de un país que da vital significado a las ciudades.

Planeación integral.

Desde el punto de vista de la planeación, se requiere contar con una cartografía básica general y no es posible concebir la planeación sectorial sin tomar en cuenta la nacional y general. Todo plan, ya sea a corto, mediano o largo plazo, requiere estar enlazado a las políticas generales del país, así la planeación industrial no puede fijar sus metas y objetivos en forma aislada sino que debe enmarcar las políticas generales; de este modo, la planeación urbana debe también estar de acuerdo con este principio y no figurar como ente aislado.(Caire, 2002:180-212)

Toda planeación se debe apoyar en una base cartográfica, por lo que analizadas las características anteriores no podría efectuar una planeación general si no se contara con cartas integradas a un tipo de proyección que presente caracteres homogéneos. La proyección cartográfica óptima para utilizarse en los mapas urbanos debe reunir básicamente dos condiciones:

1°. Que sea posible llevar una integración cartográfica a nivel nacional a diversas escalas mediante las reducciones respectivas, es decir, con mapas urbanos catastrales, reguladores, directores de servicios, equipamiento, uso del suelo y mapas rurales (topográfico, geológico, uso del suelo, etcétera).

2°. Que los mapas regionales, llamados también rurales, sean integrados a nivel nacional, así como para las áreas urbanas a escala grande, sin afectación de la precisión exigida por el error gráfico.

Estos dos aspectos casi siempre se han venido elaborando en forma aislada, en la primera, utilizando el plano local y, en la segunda, la proyección universal transversa de Mercator (UTM). Ante estas circunstancias estoy proponiendo un método para dar solución y estar en condiciones de poder establecer la integración cartográfica urbana-rural, es decir, llevar a cabo la integración cartográfica de escalas grandes con las escalas chicas, dicho de otra forma la unificación de los levantamientos de detalle con los levantamientos regionales como suele acontecer en Geografía, Geología, Geofísica, Dasonomía, Urbanismo, etcétera.

Adaptabilidad a la proyección UTM.

La proyección cartográfica adoptada a nivel nacional para escalas medianas es la universal transversa de Mercator, condición secante tipo Gauss-kruger con un factor de escala de 0.9996 para los meridianos centrales teniendo bandas de contacto a 180 000 metros de cada uno de ellos (factor de escala igual a uno), los meridianos centrales son los únicos que coinciden con las ordenadas de la cuadrícula universal transversa de Mercator, siendo el resto paralelas y por lo cual no convergen, de tal forma que cada meridiano central cubra una zona de seis grados y la cuadrícula llegue a tener hasta cuatro grados de divergencia como máximo.

El origen del sistema tiene para las abscisas: $X = 500\,000$ metros y para las ordenadas $Y = 0$ metros en el ecuador. Además, esta proyección trabaja para estos usos con las distancias reducidas al nivel del mar. Con estas especificaciones no es posible que se puedan elaborar las cartas urbanas que se caracterizan por utilizarse escalas grandes, ya que tanto el factor de escala como la reducción al nivel del mar acusarán diferencias de consideración y serán mas críticas cuando coincidan éstas, como es el caso del Distrito Federal que tiene el meridiano central de 99° de longitud oeste y altitud 2 300 metros.

Para estar en condiciones de que la citada proyección sea óptima en la elaboración cartográfica urbana integrada, se tendrán que tener en cuenta los aspectos siguientes:

1°. Apoyos. Los levantamientos urbanos se apoyarán en vértices geodésicos transformados en la proyección Universal Transversa de Mercator.

2°. Azimut y coordenadas. Se determina la convergencia de cuadrícula UTM (producto del incremento de longitud con respecto del meridiano central por el seno de la latitud) para establecer el azimut designado en la tarea urbana y la propagación de las coordenadas UTM en sistema ortogonal.

3°. Parámetro común. Se obtiene mediante el producto del factor de escala (K) por la cantidad que resulte de la reducción al nivel del mar (d) y, al estar consignado en la información marginal de la carta urbana es posible llevar a cabo la integración cartográfica urbana-regional, puesto que la primera tiene que efectuar todos sus levantamientos al nivel medio de la altitud del área considerada y con factor de escala igual a la unidad.

El factor de escala en la proyección cartográfica UTM se obtiene de la ecuación siguiente en la cual intervienen el factor de escala del meridiano central (0.9996), un millonésimo de la abscisa con respecto del meridiano central así como la determinación del factor de escala de los puntos inicial, terminal y medio de la línea mas larga del mapa urbano.

Obtención del factor de escala:

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

$$K = K_0 [1 + XVIII q^2 + 0.00003 q^4]$$

K_0 = 0.9996 factor de escala en el meridiano central.

q = 0.000001 X'

X' = Abscisa al meridiano central.

K = factor de escala de un punto determinado.

XVIII = función establecida en los manuales.

K_1 = factor de escala del punto inicial de la línea.

K_2 = factor de escala del punto extremo final de la línea.

K_3 = factor de escala del punto medio de la línea.

K_t = factor de escala de la línea considerada.

Distancia reducida al nivel del mar (d). Todos los levantamientos geodésicos establecen esta singularidad con la finalidad de poder apreciar y uniformar las tolerancias establecidas a lo largo de las diferentes altitudes que intervengan, de tal forma que para referir una línea base medida y corregida se reduce al plano común que siempre es el nivel medio del mar. Por medio de la ecuación siguiente en la que interviene: la distancia medida y corregida (D), la altitud media (h), el radio medio (R).

$$d = D \left(1 - \frac{h}{R} + \frac{h^2}{R^2} \right)$$

Como ejemplo se cita al Distrito Federal, Ciudad de México y capital de la República Mexicana que esta situada entre los paralelos de latitud norte 19°04' a 19°36' y entre los meridianos 98°58' a 99°22' de longitud oeste del meridiano de Greenwich con una superficie de 1482 kilómetros cuadrados, altitud de 2 278 metros sobre el nivel del mar, distancia norte-sur 55 kilómetros y distancia este-oeste 52 kilómetros.

De acuerdo a su situación geográfica al aplicarle el factor de escala arroja un valor de 0.999639 y por reducción al nivel del mar 0.999615.

La reducción total es de 0.999254, es su parámetro común, por el que se tiene que multiplicar para estar en la proyección cartográfica Universal Transversa de Mercator.

Por otra parte, no es posible que en los estudios urbanos se realicen directamente en UTM, puesto que para el Distrito Federal si se considera la línea norte-sur se establece un error relativo de 1: 1340, que no justifica las tolerancias especificadas, puesto que en 55 kilómetros se cometerían 41 metros de error.

Al basar el error gráfico de un mapa (la apreciación del ojo humano es de 0.25 milímetros) las tolerancias van siendo mas bondadosas a partir de escalas mas chicas, puesto que los errores pequeños se van absorbiendo, así se detecta: a la escala de 1:500 se aprecian 0.125 metros; en la escala 1:5000, 1.25 metros y en la escala 1:10000, 2.5 metros. Es de considerarse la labor efectuada hasta la fecha dentro de las actividades cartográficas urbanas en el país y que para llevar a cabo esta transformación se requieren de grandes esfuerzos, pero que al realizarse se tendrá como consecuencia la base para la planeación integrada integral urbano-rural.

En el cuadro siguiente se exponen algunas de las capitales de los Estados, que en función de su altitud se determina el factor reductible, con las coordenadas geográficas extremas se han calculado para cada una de ellas el factor escala y después el producto final se les aplicará para estar dentro de la distancia en la proyección UTM, si se le compara con sus distancias reales, se determinan los errores relativos mostrados en la penúltima columna y al considerarlas, estas ciudades con sus propias dimensiones, requerirán ser trabajadas a las escalas inscritas en la última columna, al fundamentar el error gráfico de una carta.

De lo expuesto con anterioridad, no es posible utilizar la proyección UTM en la cartografía urbana de escalas grandes, sin aplicarle una adaptación idónea.

Proyección cartográfica urbana-rural. Para que una proyección cartográfica pueda satisfacer a ambos medios es necesario establecer un común denominador que consiste en llevar a cabo los pasos del método siguiente:

Orientarse al meridiano central correspondiente, mediante la corrección que debe aplicarse a la observación astronómica o geodésica y de aquí continuar en forma análoga a la cartografía en proyección ortogonal.

Que se ligen a vértices- geodésicos transformados a UTM para tomar la coordenadas propagadas en un sistema ortogonal, es decir, con sus distancias reales.

Con las coordenadas geográficas, extremas de cada área urbana, calcular el factor final dK, el cual se aplicará a la cartografía desarrollada con los dos puntos anteriores.

Sólo resta realizar el cambio de escala si se trata de establecer la integración cartográfica urbano- rural,

Ciudad	Reduc. Nivel del mar	Factor de escala	Producto dK	Error relativo	Escala cart. Apropriada
D.F.	0.999 639	0.999 615	0.999 254	1:1 340	1:160 000*
Dgo.	0.999 703	0.999 614	0.999 317	1:1 462	1:150 000
Gto.	0.999 754	0.999 549	0.999 703	1:1 436	1:150 000
Mérida	0.999 961	0.999 999	0.999 960	1: 25 000	1: 9 000
Mont.	0.999 915	0.999 803	0.999 718	1: 3 548	1:60 000
Pach.	0. 999 619	0.999 611	0.999 230	1: 1 300	1:170 000
Pue.	0.999 650	0.999 844	0.999 504	1:1 978	1:110 000
S.L.P.	0.999 705	1.000 114	0.999 819	1:5 555	1: 40 000
Tepic.	0.999 856	0.999 601	0.999 457	1:1 839	1:120 000
Tlax.	0.999 646	0.999 680	0.999 326	1:1 482	1: 150 000
Tol.	0.999 579	0.999 661	0.999 240	1:1 315	1: 160 000
Zac.	0.999 608	1.000 360	0.999 969	1:31 250	1: 10 000

* El error relativo $Er = 1:(1-dk) = 1: 1 340$; Esc.= $Er : 0.00025 = 41.03 : 0.00025 = 164 120$

Conclusiones

Desarrollo urbano.

El desarrollo urbano origina problemas tanto por la necesidad de servicios al núcleo urbano, como por las influencias recíprocas entre ésta y la región o la zona en donde se ubica. La solución de los problemas encuentra como limitantes que el mapa urbano no presenta el área rural afectada por una población, y los mapas generales presentan un panorama, tal vez temático de la región, pero el área urbana aparece esquematizada. De ese modo es necesario un documento cartográfico en el que sea posible expresar la naturaleza de las correlaciones entre el campo y la ciudad.

La información integrada.

La integración de la información cartográfica permitirá economías incalculables, pues cada servicio, cada red de distribución impone trabajos, estudios, levantamientos, análisis que se repiten y se sobreponen.

Resultados al operar con los procedimientos expuestos. Al operar con los procedimientos expuestos en este estudio, los resultados de una cartografía urbana con un objetivo definido, podrán ser aprovechados para otros fines con lo cual es posible situarla con visión a un elemento importante dentro de la planeación.

Integración y uniformidad cartográfica.

Al utilizar la proyección cartográfica propuesta en esta investigación, se estará en posibilidad de integrar y uniformar la información gráfica, lo cual permite tener una de las herramientas más valiosas para cualificar y cuantificar aspectos de alta consideración, entre los cuales se puede mencionar: prevención de la contaminación de flujos hidráulicos y aéreos; previsión de los fenómenos de contaminación y erosión; distribución de las redes de flujo de energía y de vías de comunicación; creación formal de planos reguladores, entre otros más que debe considerar la planeación urbana y regional

Bibliografía.

- Asimov, Isaac (1973) *Introducción a la Ciencia*. Ed. Basic Books.
- Beguín, André (2003) *La représentation des données géographiques* Armand Colin. Paris.
- Caire, Jorge (1986) *La proyección cartográfica para la República Mexicana*. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM.
- Caire, Jorge (2002) *Cartografía Básica*, Facultad de Filosofía y Letras. UNAM:
- Cevallos, Jesús (1984) *Información CETENAL en la Planeación Urbana*. Memorias del I Congreso Panamericano de Fotogrametría, Fotointerpretación y Geodesia. México.
- Cuenin, René *Cartographie générale*. Editions Eyrolles. Paris.
- Ecker, Max (1961) *Cartografía*. Editorial UTEHA: México.
- González, Edelmira (1975) *Los estudios de Planeación*. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM.
- Reissman, Leonard. (1989) *El proceso urbano*. Ed. Gustavo Gili S.A. Barcelona.