



LA PERCEPCIÓN REMOTA APLICADA AL ANÁLISIS URBANO-REGIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO EMPLEANDO IMÁGENES ÓPTICAS TERRA/ASTER Y SPOT5

Ericka García Contreras¹, Jorge Lira Chávez²

¹ Geog. Estudiante de la Maestría en Urbanismo, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, Laboratorio de Percepción Remota, México D.F., México, varsha_ara@yahoo.com.mx

² Dr. Investigador y responsable del Laboratorio de Percepción Remota, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, México D.F., México, jlira@geofisica.unam.mx

Resumen:

En la actualidad la mayor parte de la población vive en grandes urbes o megalópolis, las cuales son de gran interés para hacer estudios de ciudades empleando métodos de percepción remota. La ciudad de México es una metrópoli con una gran dinámica socio-económica, cultural y de servicios. Esta gran dinámica es una de las principales causas que ocasionan cambios en el uso de suelo urbano. En este trabajo, la investigación se centra en la detección de las estructuras urbanas de la ciudad de México, empleando imágenes ópticas Terra/Aster y Spot-5, mediante el análisis de las siguientes metodologías: a) Un modelo de textura-relieve con imágenes Terra/Aster de las bandas 3B y 3N (Lira, 2009; Cuartero et al. 2005). b) Segmentación y clasificación urbano-regional de estructuras urbanas tales como: edificios, zonas residenciales, zonas industriales, así como áreas agrícolas y áreas verdes de la ciudad de México usando operadores de texturas (Lira and Rodríguez, 2006). c) Generación de un Modelo Digital de Elevaciones empleando pares estereoscópicos del sensor SPOT-5, para la ciudad de México de fechas 2003-2006. Identificación de objetos texturales en la ciudad de México asociados a diferentes estructuras urbanas.

De lo anterior, el impacto de estudios de áreas urbanas empleando imágenes de los sensores Terra/Aster con una resolución espacial en las bandas 3B y 3N de 15m² y Spot-5 con imágenes pancromáticas a 2.5m², 5m² y 10m² en imágenes multispectrales, es debido a que tienen diferente resolución espacial y pueden resultar de gran interés para los urbanistas, y los arquitectos, haciendo propuestas de planeación urbano-regional y así complementar los estudios del sitio, los estudios en el cambio de uso de suelo de rural a urbano, estudios en manifestaciones de impacto ambiental, así como una segmentación precisa de las estructuras urbanas inmersas en cualquier ciudad del mundo.

Palabras Clave: imágenes ópticas Terra/Aster y Spot-5, detección de las estructuras urbanas, Modelo Digital de Elevaciones, segmentación urbano-regional.

Abstract:

Nowadays most of the population lives in large cities or megalopolis, which are of great interest to perform studies of cities using remote sensing methods. Mexico City is a metropolis with a large dynamic socio-economic, cultural, and services. This great dynamics is one of the main reasons that cause changes in the use of urban land. In this work, research should focus on the detection of the urban structures in Mexico City, using optical images Terra/Aster and Spot-5, by analyzing the following methodologies: (a) A model of texture-relief Terra/Aster images of bands 3B and 3N (Lira, 2009; Cuartero et al. 2005). (b) Segmentation and urban classification of urban structures such as: buildings, residential areas, industrial areas, as well as agricultural areas and green areas of Mexico City using textures operators (Lira and Rodríguez, 2006). (c) Generation of a Digital Elevation Model using stereoscopic pairs of sensor SPOT-5, to Mexico City from 2003-2006 dates. Identification of textural objects in Mexico City associated with different urban structures. Further, the impact of urban studies using image sensors Terra/Aster with spectral bands 3B and 3N, 15m² and Spot-5 panchromatic 2.5m², 5m² and 10m² in



multispectral images. This diverse resolution can be of great interest to planners, and architects, making proposals for urban planning and thus complement studies site, studies in rural land-use change to urban, manifestations of environmental impact studies as well as a precise urban structures in any city worldwide segmentation.

Key words: Terra/Aster optical images and Spot-5, detection of urban structures, Digital Elevation Model, urban segmentation.

1. Introducción

Con el avance de la tecnología espacial, la percepción remota es una herramienta esencial para el estudio de la superficie terrestre, dentro de su campo de acción podemos mencionar algunos ejemplos: en la agricultura para la detección de zonas agrícolas y sus cambios, en geología para la identificación de geoformas y rasgos estructurales geomorfológicos, en la detección de zonas arqueológicas por medio de imágenes de radar y para la actualización cartográfica de las áreas urbanas y rurales, en la prevención y evaluación de desastres; por ejemplo inundaciones. Para el presente trabajo de investigación de análisis urbano-regional es factible hacer un seguimiento de los cambios producidos en la ciudad y del crecimiento urbano afectando las áreas agrícolas que son absorbidas por la ciudad. Es decir, la relación y transición campo - ciudad y de zonas que son deforestadas debido al crecimiento urbano. También es posible emprender estudios de la planeación urbana y el desarrollo sustentable dentro de los procesos de urbanización. La Ciudad de México es una metrópoli con una gran dinámica socio-económica, siendo una de las principales causas entre otras de los cambios en el uso de suelo urbano.

De lo anterior se emplearán en está investigación imágenes Terra/Aster y Spot-5 para hacer una detección y clasificación de las estructuras urbanas de la ciudad de México como son: edificios, zonas habitacionales, zonas industriales, así como áreas agrícolas y áreas verdes de la propia ciudad.

2. Materiales y Métodos

2.1 Materiales

Se emplearon dos imágenes Terra/Aster que forman un par estereoscópico de la Ciudad de México del año 2002, las bandas que se emplearon son 3B y 3N del subsistema (VNIR) que forman parte dentro del intervalo espectral del visible e infrarrojo cercano con una resolución espacial de 15 m². Así como también se hace el uso de pares estereoscópicos de la ciudad de México del sensor Spot-5 de los años 2003 y 2006, con una resolución espacial de 5m² en el modo de adquisición pancromático.

En la figura 1 se muestra en tonos de gris la banda 3B del satélite Aster. En la figura 2 se muestra la banda 3N de este mismo satélite. En la figura 3 se muestra en tonos de gris la imagen pancromática Spot-5 con una resolución de 5 metros. En la tabla 1 se proporcionan detalles técnicos de las imágenes empleadas en el presente trabajo.



Figura 1. Imagen Aster del año 2002, región espectral VNIR-3B de la Ciudad de México.



Figura 2. Imagen Aster del año 2002, región espectral VNIR-3N de la Ciudad de México.





A continuación se presenta una tabla con las características principales de las plataformas orbitales empleadas con capacidad estereoscópica.

Tabla 1 Características Principales del sensor Terra/Aster y Spot-5 HRS.

Plataforma	Terra / Aster	Spot – 5 HRS (haute résolution stéréoscopique)
Fecha de lanzamiento, país	Diciembre, 1999. USA	Mayo, 2002. Francia
Altura promedio	717 km	832 km
Período de la órbita	99 minutos	101 minutos
Período de cobertura	16 días	26 días
Tamaño del campo instantáneo de vista	Bandas 1-3 Resolución espacial: 15 x 15 m ² Bandas 4-9 Resolución espacial: 30 x 30 m ² Bandas 10-14 Resolución espacial: 90 x 90m ²	2.5 x 2.5 m ² pancromático 5 x 5 m ² multiespectral 10 x 10 m ²
Tamaño de la imagen	60 x 60 km ²	60 x 60 km ² ó 120 x 120 km ²
Tipo de estereoscopia	E. Transversal	E. Longitudinal
Bandas espectrales (µm)	14 bandas 1) 0.52-0.60 8) 2.295-2.365 2) 0.63-0.69 9) 2.360-2.430 3B,3N) 0.76-0.86 10) 8.125-8.475 4) 1.60-1.70 11) 8.475-8.825 5) 2.145-2.185 12) 8.925-9.275 6) 2.185-2.225 13) 10.25-10.95 7) 2.235-2.285 14)10.95-11.65	4 bandas 1) 0.50 – 0.59 2) 0.61 – 0.68 3) 0.79 – 0.89 4) 1.58 – 1.75

2.2 Método

La metodología usada en esta investigación es empleada con imágenes ópticas Terra/Aster y Spot-5 de la ciudad de México, ambos sensores con capacidad estereoscópica, por lo cual, al aplicar el método de textura-relieve se resaltan rasgos: como elevación, aspereza ó rugosidad del terreno, topografía del lugar y bordes, todos estos elementos presentes en una ciudad. Primero, definiremos la textura dentro del análisis digital de una imagen en percepción remota, adaptado de Lira (2010:17). La textura es local, puede cambiar de un lugar a otro de la imagen y depende de la escala a la cual se le observe; se manifiesta diferente de banda a banda de la imagen multiespectral. La textura depende de la escala a la que se observe la escena y es posible que varias subtexturas compongan una de otra dimensión. La aplicación de la metodología textura-relieve a partir de las bandas 3B y 3N de Terra/Aster (Lira, 2009; Cuartero et al. 2005), consiste en mostrar las características de la ciudad de México con respecto a la altura de las edificaciones, la traza y líneas de las calles concretas en el suelo urbano, así como la localización por grupo de actividades económicas que estás a su vez son las jerarquías de los diferentes usos de suelo de la ciudad. Este método también es usado para los pares estereoscópicos de las imágenes Spot-5 de los años 2003-2006. Se procesaron los pares estereoscópicos Terra/Aster y Spot-5 de la ciudad de México a partir de las bandas correspondientes a cada sensor, usando la



descomposición en componentes principales y obteniendo la componente principal 2 (CP_2) la cual representa los bordes, elevaciones y la textura-relieve de la ciudad. La textura-relieve de la imagen, esta directamente relacionada con el Modelo Digital de Elevaciones de la escena (Lira, 2009). Cabe mencionar que hay que hacer una buena corrección y ortorectificación de ambas imágenes (pares estereoscópicos), de esta forma se evitará que salgan borrosas las imágenes.

3. Resultados

Los resultados que se obtienen de las imágenes Spot-5, a partir de la banda pancromática a $5m^2$ de resolución, es la imagen llamada textura-relieve (Figura 5), la cual es producto de la descomposición en componentes principales usando la componente dos (CP_2). Con esto podemos analizar la textura-relieve de la Ciudad de México y complementar los estudios de sitio, los estudios en el cambio de uso de suelo de rural a urbano, y estudios en manifestaciones de impacto ambiental. En la figura 5, se hace una selección de zonas en la Ciudad de México, las cuales se presentan en cada una de ellas los siguientes rasgos:

Figura 6 (A) Zona del aeropuerto de la ciudad de México - Podemos apreciar como se detalla perfectamente bien, la pista del aeropuerto, los aviones y el trazado de las calles, de esta forma tendremos una mezcla de textura rugosa en el tramado de calles y suave en la zona plana del aeropuerto. También existe una textura relieve mixta debido a la presencia de zona habitacional en la parte inferior derecha, habitacional mixta en la parte superior izquierda, oficinas en la parte sur del aeropuerto, las áreas verdes que se encuentran en la parte norte del aeropuerto, la zona industrial en el sur centro del aeropuerto se notan las edificaciones de gran tamaño y altura.

En la Figura 7 (B) La imagen abarca la zona del Palacio de los Deportes – Tiene una parte mixta en el centro de la imagen, esta zona es deportiva, donde se aprecia la aspereza o rugosidad del terreno, en la parte sur hay una compactación y disgregación de la zona habitacional que es mixta con comercio y oficinas, en cambio en la parte norte es más uniforme la textura.

Figura 8 (C) Se aprecia el Estadio Azteca - Con su altura la iluminación que da la sombra se nota un efecto de relieve, en la parte del estacionamiento la textura es suave ya que se trata de un área plana, se tiene el uso de suelo habitacional, habitacional con comercio, espacios abiertos, áreas verdes y el ancho de las principales avenidas se nota con cierta profundidad en particular en la parte inferior de la imagen que es el periférico.

Figura 9 (D) La zona de ciudad Nezahualcoyotl que pertenece al Estado de México - La textura es muy uniforme, intermedia, debido a que la mayor parte del área es zona habitacional de uno, dos o tres niveles de edificación y comercios.

La clasificación de la textura relieve está en función de la compactación de los edificios o la disgregación de los mismos. De aquí entonces la segmentación y clasificación de las estructuras urbanas como: edificios, zonas residenciales, zonas industriales, así como áreas agrícolas y áreas verdes de la ciudad de México se logra empleando operadores de texturas (Lira and Rodríguez, 2006; Lira 2009).



Figura 5. Imagen de la Componente Principal 2 (CP₂) Textura-Relieve de la Ciudad de México, Spot-5, años 2003-2006.

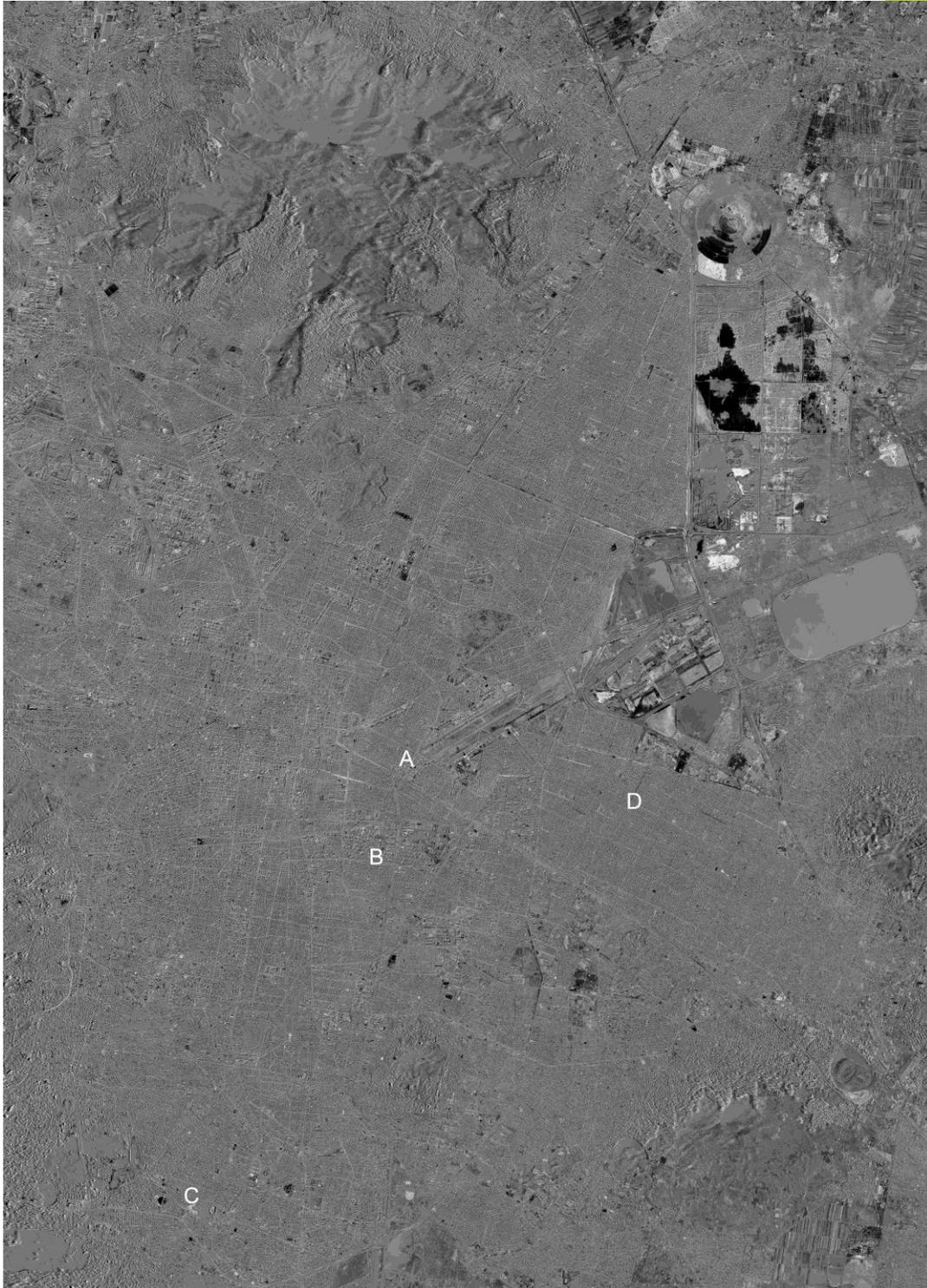




Figura 6. (A) Imagen Spot-5 2003-2006. Zona Aeropuerto de la Ciudad de México.



Figura 7. (B) Imagen Spot-5 2003-2006. Zona Palacio de los Deportes.





Figura 8. (C) Imagen Spot 5 2003-2006. Estadio Azteca.

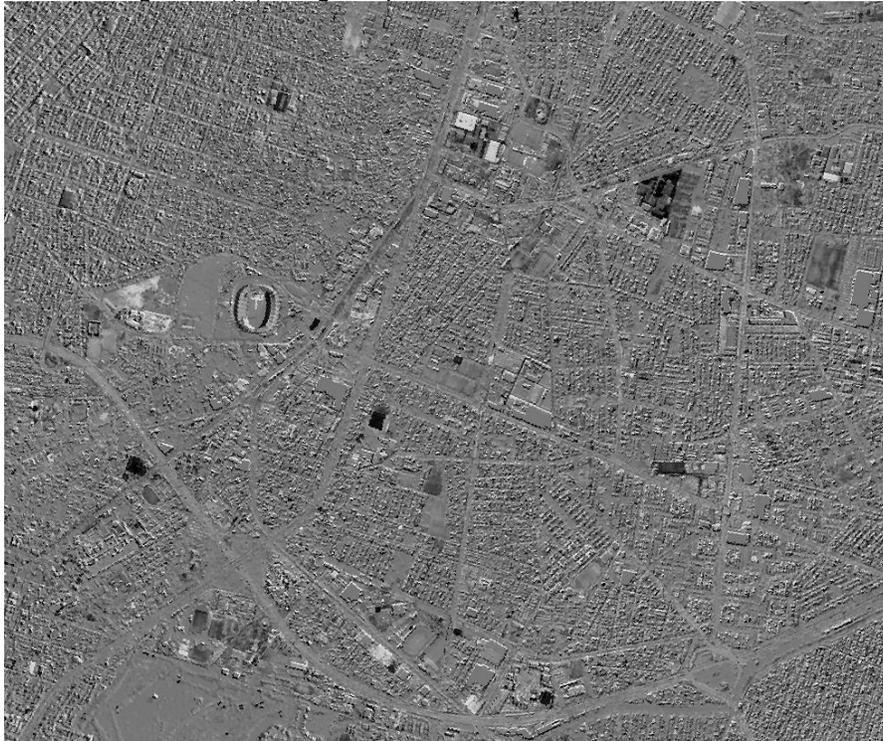
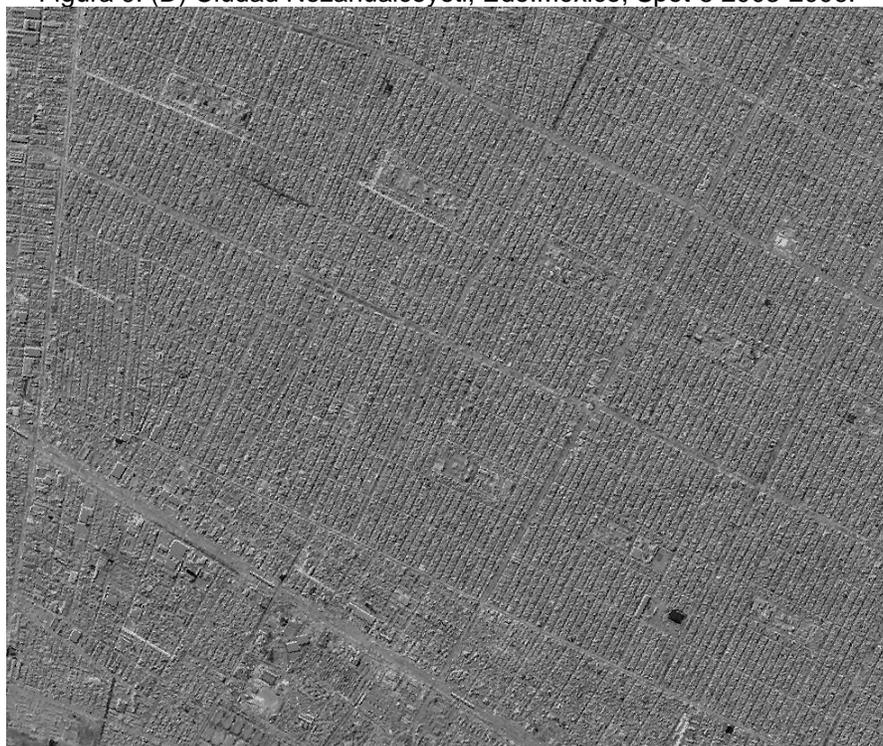


Figura 9. (D) Ciudad Nezahualcoyotl, Edo.México, Spot-5 2003-2006.





4. Conclusiones

La clasificación con la metodología usada, esta en función de la compactación de los edificios o la disgregación de los mismos. De aquí entonces la segmentación y clasificación de las estructuras urbanas como: edificios, zonas residenciales, zonas industriales, así como áreas agrícolas y áreas verdes de la ciudad de México usando el operador de textura-relieve (Lira and Rodríguez, 2006) es de gran importancia para complementar estudios urbanísticos. Los resultados obtenidos con la metodología utilizada, nos demuestra que para hacer estudios de ciudades empleando los sensores Terra/Aster y Spot-5, son de gran calidad y utilidad, esto es debido a que se tiene una diferente resolución espacial en cada uno de ellos, se pueden detectar las estructuras urbanas para hacer un análisis urbano-regional en cualquier zona urbana del mundo; así como también se pueden complementar los estudios del sitio, los estudios en el cambio de uso de suelo de rural a urbano, y estudios en manifestaciones de impacto ambiental, así como una segmentación precisa de las estructuras urbanas inmersas en cualquier ciudad del mundo. De lo anterior, se ha aprendido que la percepción remota aplicada al análisis urbano-regional de cualquier ciudad del mundo es útil en los proyectos que llevan a cabo arquitectos y urbanistas.

Agradecimientos

Se agradece a la Estación de Recepción México de la Constelación Spot (ERMEXS), por los pares estereoscópicos proporcionados, para esta investigación académica de carácter urbano-regional.

Bibliografía

Cuartero, A., Felicísimo, A.M. and Ariza, F.J. Accuracy, reliability, and depuration of SPOT HRV and Terra ASTER digital elevation models. En: IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 43: 404-407, 2005.

Lira, J. A method to derive texture-relief from ASTER bands 3N and 3B. En: International Journal of Remote Sensing. 30: 6329 – 6341, 2009.

Lira, Jorge. *Tratamiento digital de imágenes multiespectrales*. México, D.F., UNAM, Instituto de Geofísica, 2010. www.lulu.com

Lira, J. and Rodriguez A. A divergence operator to quantify texture from multi-spectral satellite images, En: International Journal of Remote Sensing, 27: 2683 – 2702, 2006.