

APTITUD TERRITORIAL PARA LA EXPANSIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE MORELIA

José Refugio Valdivias Aguilar^a, Erna Martha López Granados^b, Jorge Alejandro Ávila Olivera^c,
Manuel Eduardo Mendoza Cantú^d

^a Maestría en Geociencias y Planificación del Territorio, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av.-Ferrocarril #1037 Col.- Las Margaritas CP.-58160 Morelia Mich. México, UMICH, email: refu_8@hotmail.com

^b Maestría en Geociencias y Planificación del Territorio, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Edificio U, Ciudad Universitaria, Gral. Francisco J. Múgica CP.-58030 Morelia Mich. México, UMICH, email: ernalopez2004@yahoo.com.mx

^c Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Avenida Juanito Itzicuaró SN, Nueva Esperanza, CP.-58330 Morelia, Mich. México, UMICH, email: ja.avilaolivera@gmail.com

^d Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, Ex-Hacienda de San José de La Huerta, CP.-58190 Morelia Mich. México, UNAM, email: mmendoza@ciga.unam.mx

RESUMEN

En presente trabajo se combinan técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC) y Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permitieron realizar una clasificación de zonas adecuadas para la expansión urbana en la ciudad de Morelia Michoacán en un área de 68,000 has, este trabajo servirá para la adecuada planificación urbana. El trabajo contempló la recopilación de información espacial del área de estudio Mapa de Geológico, Geomorfológico, Suelo, Cobertura y Uso de Suelo, Áreas Naturales Protegidas, Topográficas de la zona, así como la generación de información espacialmente explícita Actualización de Mancha Urbana, Actualización de Cobertura y Uso de Suelo, Pendiente, Fallas Geológicas. En primer lugar se investigaron las condiciones que el gobierno estatal establece en la construcción de viviendas, con base en el Reglamento para la Construcción y Obras de Infraestructura para el Municipio de Morelia. Con esta información se procesaron los mapas temáticos de la zona de estudio con lo cual se logró obtener los lugares aptos para la expansión urbana. Aplicando el método de EMC basados en una serie de criterios socioambientales se realizaron las clasificaciones de zonas aptas, para finalmente generar un mapa de acuerdo a su aptitud y tener un mapa clasificado de aptitud para la expansión urbana.

Palabras clave: (planificación territorial, análisis espacial multicriterio, Aptitud)

ABSTRACT

The present work combines Multi-criteria Evaluation (MCE) techniques and Geographical Information Systems (GIS) that will make a classification of areas adequate for urban expansion in the city of Morelia Michoacán in an area of 68,000 ha, this study will serve for the adequate urban planning in the study zone. The work is based on information generated and compiled initially it worked with the restrictions based on Reglamento para la construcción y obras de infraestructura para el municipio de Morelia as well as restrictions based on literature maps thereby able to obtain suitable sites for urban expansion worked.

Applying the method MCE based on a set of criteria a ranking of areas is performed suitable, to ultimately generate a map according to their aptitude and have a classified map of aptitude for urban expansion.

Keywords: (Aptitude, territorial planning, multi-spatial analysis)

1 INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas del siglo XX y en las primeras del siglo XXI están ocurriendo profundas y aceleradas transformaciones urbanas que no tienen precedentes históricos, al grado de hablar de ciudades sin límites (Vegara, 2009) por la forma en que se encuentran creciendo y modificando los espacios alrededor de ellas. Las ciudades son los nodos que articulan y organizan la economía mundial, con un papel de liderazgo creciente y sin el compromiso de ellas, el desarrollo sostenible y la continuidad de la calidad de vida en el planeta son inviables, por ello, organizar las ciudades del siglo XXI es uno de los retos de la humanidad (UNFPA, 2007). Es prioritario realizar la planificación territorial de las zonas periurbanas que rodean a las ciudades con el fin de preservar zonas verdes naturales y zonas rurales de producción alimentaria, así como permitir que las ciudades crezcan sobre zonas aptas para habitar, es decir zonas donde se pueda existir la infraestructura necesaria para los nuevos hogares (agua, energía eléctrica, vías de comunicación, hospitales, etc.) y que no existan peligros naturales que pongan en riesgo la vida y los hogares de sus habitantes. Las ciudades medias latinoamericanas son cada vez menos compactas y siguen expandiéndose físicamente pese a la desaceleración demográfica, nos encontramos en un momento en que las autoridades locales parecen incapaces de hacer frente a un proceso de cambio demasiado rápido, pero en este momento de la historia se encuentran reunidos todos los requisitos de conocimientos e información espacialmente explícita para poder lograr un desarrollo urbano planificado.

Morelia es una ciudad media con diferentes problemas que la aquejan, esto debido a un crecimiento urbano desmedido; como asentamientos irregulares, pérdida de zonas ecológicas, conflictos viales e inseguridad principalmente (Mendoza, 2011). La cantidad de

hectáreas destinadas a los asentamientos humanos en Morelia ha crecido del año 2000 al 2010 de 10,301 a 20,120 hectáreas ocupadas de manera regular (Mendoza, 2011).

Los problemas de planificación territorial pueden ser identificados, analizados y modelados con herramientas de evaluación espacial Multicriterio. Los SIG y el Análisis Espacial Multicriterio son herramientas que facilitan la representación análisis y modelado de sistemas dinámicos complejos, como son las áreas urbanas y con esto se apoya a los tomadores de decisiones, permitiendo optimizar la localización de los usos de suelo, asignando éstos a zonas que presenten la mayor aptitud y menor impacto posible, es decir, áreas con mayor capacidad de acogida. (Argote Adrian, 2013) (Gómez Delgado, y otros, 2006)

2 OBJETIVO

El objetivo de este trabajo de investigación es generar un modelo espacialmente explícito, en el cual se presente una clasificación de zonas con aptitud para la expansión urbana de la ciudad de Morelia, que permita el desarrollo de estrategias de planificación territorial.

3 MARCO HISTORICO

Los primeros pobladores del Valle de Guayangareo (Loma Chata y Alargada) fueron los Matlalzincas los cuales estuvieron durante el siglo XIV ó XV, estos vivieron en esta zona bajo el permiso de un Canzonci Purépecha derivado de la participación en la defensa del imperio purépecha durante la invasión de los tecos de Jalisco. (López Granados, 1999)

La fundación de la ciudad fue el 18 de mayo de 1541 por el Virrey don Antonio de Mendoza en el valle de Guayangareo, inicialmente fue un humilde villorrio rodeado de pueblos indígena, en donde se formaron los barrios de San Francisco y Capuchinas que más tarde se convertirían en conventos de San Francisco y San Agustín. Las construcciones iniciales fueron hechas en la parte

alta del Valle con lo cual se evitaban las inundaciones. En 1540 se construyeron los colegios de San Nicolás y de San Miguel, en 1660 se inició la construcción de la iglesia la Compañía que es ahora la actual catedral se terminó de edificar en el año 1744. (Michoacán, 1973) (Garduño Monroy, Arreygue Rocha, Canuti, Casaglie, Lotti, & Chiesa, 2002)

El 12 de septiembre de 1828, por decreto la ciudad de Valladolid fue cambiado por el Morelia, ya para 1852 se inicia la expansión territorial de la ciudad la cual para entonces contaba con 30 calles de las cuales 18 eran laterales y 12 longitudinales. En el periodo 1856 a 1860 se conservó casi sin variación ortogonal, para 1883 las calles sumaban 99 de las cuales 55 eran laterales y 44 longitudinales, que en conjunto daban cuerpo a 200 manzanas cortadas en su mayoría en ángulo recto. (Vargas Uribe, 2009) (Michoacán, 1973)

A finales del siglo XIX, entre 1882 y 1900, la ciudad mantuvo un crecimiento poblacional con tasa anual de un 2.5%. Entre 1900 y 1910, la tasa disminuyó a 0.7%. (Cervantes Sánchez y Dávila Munguía, 2001) (Vargas Uribe, 2009)

Se dio una urbanización acelerada en el periodo comprendido entre 1940 a 1970, la construcción de la carretera México-Guadalajara influye después de 1940 en forma determinante en el crecimiento de la ciudad, en 1946 los cuarteles cambian su denominación por sectores siendo cuatro: Sector Independencia, República, Revolución y Nueva España. De 1950 a 1970 el área urbana aumentó de 725 hectáreas en 1950 a 1,002 en 1960 y a 1,377 en 1970. El número de colonias que surgieron de 1955 y sus siguientes 10 años fueron las más importantes, se inicia la urbanización de los pueblos de Santa María de Guido y de Santiaguito, así como otros ranchos y ejidos, en ese momento inicia la urbanización desordenada en términos de afectación a la anterior traza urbana y ahora crece solo como una mancha integrándosele colonias. (Vargas Uribe, 2009) (Michoacán, 1973)

El área urbanizada se incrementa en 346 hectáreas de 1970 a 1977 pasando de 1,377 a 1,723 y para 1980 las zonas urbanas llegaban casi a las 1,900 hectáreas. (Vargas Uribe, 2009)

Entre 1980 y 1990, disminuyó la tasa de crecimiento de población de Morelia a 3.7%, sin embargo, la población aumento de 297544 a 428486 mil habitantes. En 1983 el congreso del estado de Michoacán aprobó el primer plan director de desarrollo urbano de Morelia, pero para 1987 el ayuntamiento de Morelia, autorizó la modificación del plan de 1987 y en 1991 se procedió nuevamente su actualización para después quedar el municipio a cargo del ordenamiento de su territorio y ser la autoridad de los programas de desarrollo urbano. (Cervantes Sánchez y Dávila Munguía, 2001)

En el año de 1995 la ciudad tenía 615846 habitantes y para el año 2000 aumentó a 757416 la tendencia de crecimiento predominante se muestra hacia el oeste, solo o y noroeste así como al norte hacia el municipio de Tarímbaro. (Cervantes Sánchez y Dávila Munguía, 2001)

4 AREA DE ESTUDIO

El área de estudio es la Ciudad de Morelia que se localiza al noroeste del estado de Michoacán de Ocampo con coordenadas extremas de un polígono rectangular $X_{min}=2066244.039m$; $Y_{max}=2252207.678m$; $X_{max}=2097194.176m$; $Y_{min}=2229249.030m$. El área de estudio corresponde a un rectángulo cerrado con un área de 68,000 has que contiene a la mancha urbana de la ciudad de Morelia. La zona de trabajo comprende los municipios de Morelia, Tarímbaro y Charo.

Figura 1. Mapa del área de estudio de la ciudad de Morelia.



Durante el periodo 2000-2005, la tasa de crecimiento anual poblacional y de la mancha urbana del municipio fue del 2,74 %, estando por encima de la media del estado y la nacional que fue

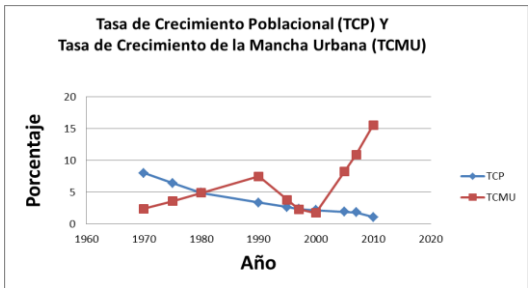
de 1,02 %. El municipio de Morelia ocupó el segundo lugar en crecimiento a nivel estatal, solamente por debajo del municipio de Tarímbaro. El municipio de Morelia actualmente se integra por 288 localidades. (Martínez Macías, 2014)

La Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente menciona que en el periodo 2000 – 2005 la tasa de crecimiento poblacional fue del 1.8%, mientras que la conurbación crecía al 2.1% en el mismo periodo. Lo que implica que la ciudad está absorbiendo a las localidades contiguas con mayor rapidez que con la que crece su población.

El periodo 2000-2005 es de importancia para el país ya que la crisis del año 2006 de Estados Unidos generó la expulsión de miles de migrantes a México. Situación que podría explicar el aumento en la población a partir del año 2005, así como los cambios en su composición demográfica. La tasa de crecimiento de la población del municipio de Morelia ha disminuido con el tiempo, pero sigue siendo el municipio de mayor importancia económica y social para el Estado.

La ciudad de Morelia presenta un crecimiento medio anual de 6.7%. La tasa de crecimiento medio anual de la población que habita en el municipio de Morelia y la tasa de crecimiento media anual de la mancha urbana de la ciudad en el periodo 1970-2010, se observa que durante el periodo de 1990-2000 el municipio crecía casi en la misma proporción que la población en el municipio. Sin embargo, a partir del 2007 el crecimiento de la mancha urbana sobrepasó el crecimiento de la población en el municipio. (López, 2001)(Martínez Macías, 2014)

Figura 2. Gráfica comparativa del crecimiento poblacional respecto al crecimiento de la mancha urbana.



La categoría otros asentamientos humanos tuvo una tasa de crecimiento del 149% en solo siete años (2000/2007).

6 MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se basa en el uso de la percepción remota, sistemas de información geográfica y en la generación y uso de bases de datos digitales y espacialmente explícitas a escala 1:50,000 (Tabla 1).

Tabla 1. Mapas que se emplearon para el Análisis Espacial Multicriterio falta la escala

Mapa de cobertura vegetal y uso del suelo (2013) Imágenes SPOT del año 2013. (CIGA "SAGARPA" 2013)
Mapa de áreas naturales protegidas 2013 CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas) SUMA (Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente)
Mapa geológico Regionalización ecológica, conservación de recursos naturales y ordenamiento territorial en la Cuenca del lago de Cuitzeo, Michoacán
Mapa topográfico Regionalización ecológica, conservación de recursos naturales y ordenamiento territorial en la Cuenca del lago de Cuitzeo, Michoacán
Mapa geomorfológico Regionalización ecológica, conservación de recursos naturales y ordenamiento territorial en la Cuenca del lago de Cuitzeo, Michoacán
Mapa edafológico Regionalización ecológica, conservación de recursos naturales y ordenamiento territorial en la Cuenca del lago de Cuitzeo, Michoacán
Mapa de pendientes Modelo Digital de Elevación. (DEM) Lidar 2009
Mapa de fallas geológicas Atlas de Peligros Geológicos de la Ciudad De Morelia, Mich. 2011, Mapa Fallas Mapa Fallas Geológicas 1:250000 (INEGI; 1989)

El Mapa de cobertura vegetal y uso de suelo ayudara en la identificación de zonas urbanizadas, así como identificar los lugares con mayor probabilidad de ser urbanizada como lo son pastizales y campos de cultivo, este tipo de mapas también funcionan como indicadores de cambio y uso de suelo si se es comparado con otro mapa de un año anterior o posterior.

El Mapa de áreas naturales protegidas sirve para lograr ubicar las zonas restrictivas en cuanto al crecimiento urbano se refiere así como mejorando el paisaje.

El Mapa geológico es de suma importancia en las obras civiles derivado que permiten la identificación de diferentes peligros dentro de estos se encuentran las fallas geológicas así como las áreas que presentan mayor sismicidad entre otras las cuales pueden afectar a las construcciones de un determinado lugar.

El Mapa topográfico es básico es un mapa del cual se puede obtener información básica para el estudio y análisis de alguna determinada zona.

El Mapa de Geomorfología nos sirve para identificar como los procesos de crecimiento urbano modifican la dinámica y geomorfología de los espacios naturales.

El Mapa Edafológico nos sirve para identificar los diferentes tipos de suelo y lograr establecer las mejor utilidad que se le pueden dar a cada tipo de suelo ya sea para cultivo, pastizales, crecimiento urbano etc. finalmente es obtener el máximo provecho posible a cada tipo de suelo dándoles el mejor uso.

El Mapa de Pendientes es generado mediante un DEM el cual ayuda a la identificación de zonas con pendientes pronunciadas las cuales serán restrictivas para el crecimiento urbano, aunándole a esto, el no tener crecimiento urbano cerca de pendientes pronunciadas evitara el peligro por deslizamientos.

Mediante la utilización del ArcGis, se procesó cada mapa temático con el fin de obtener las zonas más aptas para el crecimiento urbano de la Ciudad siguiendo el reglamento de construcción de la ciudad (poner cita) y realizar un cuadro con las principales restricciones Para realizar la

clasificación de las zonas con aptitud para la expansión urbana se efectuará una **Evaluación Multicriterio (EMC)**, la cual se divide en tres fases: **inteligente, de diseño y, de selección** (Gómez-Delgado y Barredo-Cano, 2005). En la fase inteligente se define el problema y se realiza un análisis del contexto. En la fase de diseño se establecen jerarquías y pesos a los factores que serán considerados, así como también se elabora una matriz de decisión. En la siguiente fase se seleccionan las alternativas y se genera un análisis de sensibilidad para la elaboración de las recomendaciones.

Uno de los métodos de la EMC es el Método de **Análisis Jerárquico (MAJ)**, el cual permite mejorar el entendimiento de las decisiones complejas descomponiendo el problema en una estructura jerárquica, estableciendo pesos a un grupo de factores de acuerdo a su nivel de importancia. El método MAJ tiene tres niveles: **meta u objetivo, criterios y, alternativa** (Gutiérrez-Angonese et al., 2010). **Una vez que se construye un modelo jerárquico se pueden realizar comparaciones de pares, lo que permite dar valores numéricos a las diferentes propuestas.**

Para poder integrar los criterios implicados en el proceso de decisión, se puede aplicar la Sumatoria Lineal Ponderada (SLP), en la cual se realiza una sumatoria de los factores, multiplicados por sus respectivos pesos.

El resultado de aplicar esta metodología es la obtención de un mapa en el que se tendrán valores de acuerdo a su aptitud, para finalmente obtener un mapa de aptitud territorial clasificado para la expansión urbana.

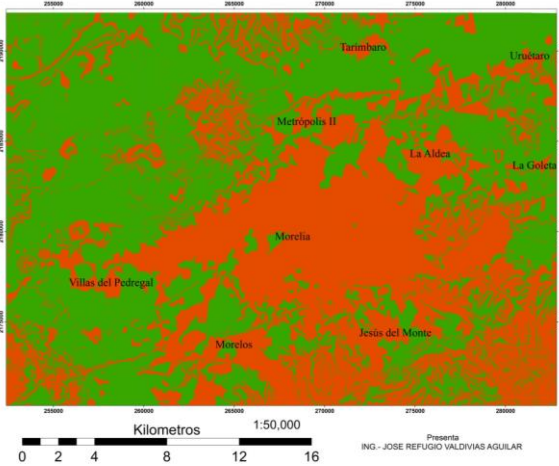
7 RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron mapas que se enlistan en la Tabla 1 mapas que serán **empleados en el análisis espacial multicriterio y los cuales delimitaron restricciones para la obtención de área apta urbanizable.**

En la figura 3 **se muestra el resultado de la sobre posición de los mapas mencionados en la Tabla 1 con lo cual se logró obtener el mapa de áreas con aptitud para la expansión urbana,**

enmarcando en color verde las áreas aptas y en color rojo las áreas no aptas.

Figura 3. Mapa de áreas con aptitud territorial para la expansión urbana de la ciudad de Morelia. En verde las áreas aptas 37,604 has y en rojo las áreas no aptas 30,396 has.



En la Tabla 2 se enlistan las restricciones tomadas así como el área apta obtenida por cada capa analizada.

Tabla 2. Mapas que se emplearon para la obtención del área apta analizable.

Áreas y Porcentajes de Áreas Aptas			
Capa Analizada	Aptitud	Área Has	%
Fallas	Área no Apta	678.03	1.00
	Área Apta	67322.04	99.00
Pendiente	Área no Apta	52486.48	77.19
	Área Apta	15513.52	22.81
ANP	Área no Apta	1305.60	1.92
	Área Apta	66694.40	98.08
Limite Urbano	Área no Apta	15905.20	23.39
	Área Apta	52094.80	76.61
Cuerpos de Agua	Área no Apta	374.00	0.55
	Área Apta	67626.00	99.45

Como se señaló en la metodología, la Evaluación Multicriterio (EMC) requiere el establecimiento de una serie de criterios o factores a considerar en el análisis. Algunos de estos criterios son muy

sencillos y fáciles de entender, como por ejemplo: la mancha urbana actual, por el hecho de ya estar urbanizada, automáticamente se convierte en un área no apta para la expansión urbana. Otros criterios ya están establecidos por las instancias correspondientes, tal es el caso de las Áreas Naturales Protegidas y de las fallas geológicas, éstas últimas contempladas en el Reglamento para la Construcción y Obras de Infraestructura para el municipio de Morelia.

8 CONCLUSIONES

Un Análisis Espacial Multicriterio es una herramienta de gran utilidad en la planificación del territorio, ya que permite la selección de sitios aptos para un determinado uso del suelo, basándose en un conjunto de criterios locales que garantizan el máximo beneficio y el menor conflicto.

Un aspecto fundamental en el éxito o no de realizar un Análisis Espacial Multicriterio, es la elección de los criterios a considerar en el análisis, así como la jerarquización y el peso que se le da a cada uno de ellos. Dichos criterios deben ser seleccionados cuidadosamente, plenamente justificados y, de preferencia revisados por un especialista en la materia.

En el caso de la zona de estudio, una vez que se emplearon los factores a considerar en la aptitud del territorio, se determinó que el 55.30% equivalente a 37,604 has es apta para la expansión urbana de la ciudad de Morelia. El siguiente paso a realizar es una clasificación de dicha área, para lo cual es necesario jerarquizar y asignar un peso a los diferentes criterios.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado así como a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo el INICIT (Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra) por mi formación los cuales son parte importante dentro de mi formación y el trabajo realizado.

REFERENCES

- Argote Adrian A. H. "Análisis Espacial multicriterio y crecimiento urbano" [Libro]. - Cochabamba: academia española, 2013.
- Gómez Delgado, M y Barredo Cano, J. I. (2005) Sistemas de información Geográfica y evaluación Multicriterio en la ordenación del territorio. [Libro]. - Madrid España: RA-MA.
- Gutiérrez Angonese Jorgelina y Sendra Montserrat Gómez Delgado y Joaquín Bosque SIMULACIÓN DE CRECIMIENTO URBANO MEDIANTE EVALUACIÓN MULTICRITERIO Y TIG EN EL GRAN SAN MIGUEL DE TUCUMAN [Publicación periódica]. - ARGENTINA: Tecnologías de la Información Geográfica: la Información Geográfica al Servicio de los Ciudadanos, 2010. - 873-888.
- Mansilla Elizabeth y Rubio Ignacio Diagnóstico nacional de los asentamientos humanos ante el riesgo de desastres [Informe] / SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL; SEDESOL. - Mexico: SEDESOL, 2010.
- Mendoza Benjamín Álvarez [En línea]. - 18 de Mayo de 2011. - 27 de Enero de 2015. - <http://www.cambiodemichoacan.com.mx/vernota.php?id=149747>.
- Cervantes Sánchez y Dávila Munguía Carmen Alicia a Enrique; Desarrollo urbano de Valladolid Morelia 1541-2001 [Libro]. - Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2001.
- Guzmán Melba Maya
[http://www.morelia.gob.mx/nuestro-](http://www.morelia.gob.mx/nuestro-municipio/historia/fundacion-de-valladolid)
municipio/historia/fundacion-de-valladolid [En línea]. - 2013. - 10 de Diciembre de 2014.
- López Granados Erna Martha "Cambio de uso de suelo y crecimiento con una ciudad de Morelia." [Tesis]. - Morelia: Universidad michoacana de San Nicolás de hidalgo, 1999.
- Martínez Macías Merari De Jesús "Análisis de la relación entre las actividades económicas y el cambio de cobertura y uso del suelo. Estudio de caso, la Ciudad de Morelia y su periurbano." [Tesis]. - Morelia: Universidad michoacana de San Nicolás de hidalgo, 2014.
- Michoacán Gobierno del Estado de Michoacán Gobierno del Estado de VI Congreso Nacional de Geografía [Libro]. - Uruapan: Gobierno del Estado de Michoacán, 1973.
- Vargas Uribe Guillermo El desarrollo histórico territorial de la traza urbana de la ciudad de Valladolid-Morelia (1541-2009) [Libro]. - Morelia: [s.n.], 2009.
- Garduño Monroy, Victor Hugo, y otros. «Análisis geomecánico de la inestabilidad del escarpe La Paloma, en la Ciudad de Morelia, Michoacán, México.» Revista Mexicana de Ciencias Geológicas (2002): 91-106.
- Hernández Madrigal V. M., Garduño Monroy V. H. y Ávila Olivera J. A. [Atlas de Peligro:] / Atlas de Peligros Geológicos de la Ciudad de Morelia, Mich. Vegara, A., 2009. Territorios Inteligentes. Revista Ambianta, 89: 34 - 58