



## Morfología urbana en la ciudad de Sagua la Grande

### Urban morphology in the city of Sagua la Grande

Yamí Castro Conrado, Enrique Fernández Figueroa  
y Arnoldo Álvarez López

**Resumen:** Se plantea conocer cómo deben producirse las transformaciones en la ciudad de manera que beneficien y mejoren los niveles de calidad ambiental de los espacios urbanos. Para esto, se partió del análisis de la importancia que tiene el manejo de la forma urbana, a partir de la manera en que los elementos que la conforman influyen sobre el comportamiento del microclima térmico. La presente investigación tiene como objetivo la identificación de las zonas tipológico-formales que caracterizan la ciudad de Sagua la Grande, a partir del método de foto-interpretación de planos. Los resultados demuestran la presencia de once zonas tipológico-formales en la ciudad de Sagua la Grande, a partir de criterios de análisis que relacionan los elementos urbanos que conforman los espacios exteriores y que influyen en el microclima térmico.

**Palabras Clave:** morfología urbana, forma urbana, microclima térmico.

**Abstract:** This work is aimed at ascertaining how changes should occur in the city in ways that benefit and improve standards of environmental quality of urban spaces. For this, we started from the analysis of the importance of the management of urban form, from the way the elements that constitute it, influence the behavior of the thermal microclimate. This research aims to identify the typological-formal areas that characterize the city of Sagua la Grande, from the method of photo-interpretation of plans. The results demonstrate the presence of 11 typological formal areas in the city of Sagua la Grande, from analysis criteria that relate urban elements that make the outdoor spaces that influence the thermal microclimate.

**Keywords:** urban morphology, urban form, thermal microclimate.

## Introducción

El deterioro ambiental urbano es uno de los problemas más agudos que presentan actualmente las ciudades, lo cual se pone de manifiesto, entre otros, en el aumento de los valores de temperatura de los espacios exteriores, con afectaciones sobre las condiciones de confort y la calidad de vida de sus habitantes. Las ciudades actúan como un importante factor modificador del clima regional y sus componentes inciden de diferente forma sobre las condiciones climáticas locales, llegando a generar lo que se conoce como microclima urbano.

Este es uno de los temas que por su complejidad debe ser considerado como componente esencial en el manejo de la forma urbana, lo que hace necesario conocer de qué manera los elementos que lo conforman influyen sobre el comportamiento del microclima térmico [1].

La identificación de las potencialidades y restricciones que presentan las diferentes tipologías morfológicas existentes, permite conocer mejor cómo deben producirse las necesarias transformaciones futuras, en el sentido de que beneficien y mejoren los niveles de calidad ambiental de los espacios urbanos, de manera que puedan incidir positivamente sobre las condiciones interiores de las edificaciones y en sentido general, sobre la calidad de vida de la población. Con esto se contribuiría también con la disminución del consumo energético de las ciudades [2], mediante la incorporación de estrategias y recomendaciones de diseño bioclimático al espacio urbano en beneficio de la sostenibilidad de la ciudad y de una mejor gestión ambiental del hábitat.

La morfología urbana proporciona la imagen visual de la ciudad en cuanto a su forma, y es el resultado de la evolución y el desarrollo cronológico de la misma. Refleja los estilos de vida y las necesidades sociales, las cuales se expresan en las funciones urbanas de las distintas fases de crecimiento y los tipos de trazado que les corresponden, conformados por las calles, los edificios y las manzanas, presentes en el interior de las ciudades. A través de estos elementos visibles se pueden establecer zonas homogéneas que permiten diferenciar su espacio interior, con características propias en cuanto a su comportamiento climático. [3, 4].

Las diferentes formas edificadas, los tejidos y las características de las superficies urbanas (los techos, los muros y las calles) contribuyen a la variación de las condiciones climáticas que se manifiestan a través del aumento de la temperatura urbana, presentándose una marcada diferencia entre las diversas zonas de la ciudad y su entorno no urbano. Este fenómeno se hace más complejo si se consideran además, las emisiones de calor antropogénico, provocadas por el tráfico automotor y las industrias ubicadas en el interior de la trama urbana, que aporta calor por combustión.

A todo lo antes expuesto se le añaden los cambios que están ocurriendo en el clima global. Numerosos estudios han mostrado que el clima de la Tierra nunca ha sido estático, por el contrario es dinámico, y está sometido a variaciones en todas las escalas temporales. Las publicaciones de los diversos informes especiales del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), revelan que el aumento térmico global incidirá de forma negativa en algunas zonas durante el período cálido. En los asentamientos, el efecto de isla de calor urbana unido a las olas de calor, hacen que estas sean más intensas y duraderas, lo que aumenta el riesgo de mortalidad y morbilidad en esas áreas. Igualmente, la mayor frecuencia de olas de calor influirá sobre el confort y el estrés térmico, lo que conducirá a un aumento del consumo energético [5].

1. SHARIFAH KHALIZAH SYED OTHMAN, Thania, NIK HANITA NIK, Mohamada, SHARIFAH MASTURA SYED, Abdullahb. The Influence of Urban Landscape Morphology on the Temperature Distribution of Hot-Humid Urban Centre. *Ámsterdam: Elsevier Ltd., 2013. (Procedia - Social and Behavioral Sciences, No. 85), pp. 356 – 367.*
2. WHITEHAND, J.W.R., Kai GU, Susan M. WHITEHAND, Jian ZHANG: "Urban morphology and conservation in China". *Cities. 2011, Vol. 28, No. 2, pp. 171-185.*
3. ZÁRATE MARTÍN, Antonio. *El espacio interior de la ciudad.* Madrid: Editorial Síntesis, 1991. (Colección Espacio y Sociedades, No.12).
4. CASTRO LOZANO, V. P, VARGAS CUERVO, G: "Guía de clasificación morfológica de zonas urbanas a partir de sensores remotos". *Aracne [en línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona. 1 de mayo de 2009, No. 120, ISSN 1578-0007. [Consultado: julio de 2013]. Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/aracne/aracne-120.htm>*
5. ORGANIZACIÓN DE METEOROLOGÍA MUNDIAL. Informe No.10847: El tiempo, el clima y el agua. Motores de nuestro futuro. Ginebra: OMM, 2012

Debido a esto, es urgente encontrar una alternativa al tratamiento tradicional del paisaje urbano, en sintonía con una creciente conciencia medioambiental sobre las ciudades y la naturaleza [6]. Para esto se requiere de un conocimiento pleno de la ciudad que incluya la identificación de las zonas tipológico-formales que la caracterizan y los criterios climáticos ambientales que permitan nuevas propuestas de diseño para la sostenibilidad urbana [1], de utilidad para cualquier acción, ya sea de rehabilitación o de nuevo desarrollo.

En Cuba, estudios sobre la morfología urbana han sido abordados por varios autores como Ángela Rojas [7, 8] y Enrique Fernández [9]. Este último propone un método por foto-interpretación de planos para la identificación de las zonas tipológico-formales a partir de la declaración de los elementos urbanos a tener en cuenta en la forma de la ciudad. Este método fue aplicado en Ciudad de La Habana, por el propio autor, en el Centro Histórico de Camagüey por Lourdes Gómez [10] y en el Centro Histórico de Santa Clara [11].

Los resultados que se exponen en este artículo tratan sobre la identificación de las zonas tipológico-formales que integran la ciudad de Sagua la Grande, así como sus características específicas, permitiendo el conocimiento de la ciudad en un aspecto nunca antes estudiado, como lo es la morfología urbana desde la óptica de su relación con el microclima térmico. En este caso se introducen variables de estudio que aportan al método nuevos criterios de análisis hacia el mejoramiento climático ambiental de los espacios urbanos, las cuales se relacionan con los elementos que conforman los espacios exteriores y que de alguna manera influyen en el microclima térmico. Ofrece, además, la aplicación práctica del método desarrollado por Fernández Figueroa para el estudio de las ciudades, mostrando los instrumentos que facilitan el proceso de análisis e implementación.

La ciudad de Sagua la Grande se fundó en 1812, aunque data su surgimiento mucho antes, desde que sus primeros pobladores se asentaron en las márgenes del río en rústicas viviendas, en un sitio de la llanura Norte Central, con latitud 22 48°N y longitud 80 05°W [12], cuenta con una extensión territorial de 792 ha, una población (año 2010) de 41 756 habitantes, de lo que resulta una densidad poblacional bruta total de 53 hab/ha [13]. El crecimiento de la ciudad tuvo sus peculiaridades, primero desde el oeste del río y hacia el norte y sur para luego avanzar hacia el este, quedando la ciudad atravesada por el río Sagua la Grande, y algunas industrias quedan atrapadas en la trama formando parte del paisaje urbano. El trazado inicial de sus calles fue espontáneo e irregular. Esta situación se enmendó a mediados del siglo XIX con la llegada a Sagua del agrimensor Rodrigo de Bernardo y Estrada (figura 1) quien realizó importantes trabajos urbanísticos imprimiéndoles a los nuevos trazados de las calles la rectitud como característica fundamental. En la actualidad la ciudad presenta tres plazas principales: La Independencia (figura 2a y b), La Libertad, actual Parque Central (figura 3a y b) y el Mausoleo (figura 4a y b). Como vías más importantes se destacan: Martí, la cual atraviesa el río comunicando las dos partes de la ciudad; Solís y Colón, por donde transitan los vehículos pesados; Calixto García, es la entrada a la ciudad y Máximo Gómez, es la salida; Carmen Ribalta, sirve de entrada y salida al centro de la ciudad; y la Calzada de Backer es la comunicación con el occidente (figura 5). También presenta diversos códigos urbanos y arquitectónicos que reflejan las diferentes etapas de crecimiento de la ciudad en el tiempo.

6. MATEO RODRÍGUEZ, José Manuel. La dimensión espacial del desarrollo sostenible: una visión desde América Latina. La Habana: Editoriales UH; Ed. Científico Técnica, 2012. pp.293.
7. ROJAS, Ángela: "La remodelación de zonas de viviendas. Apuntes para un método". Arquitectura y Urbanismo. La Habana: Facultad de Arquitectura, ISPJAE, 1984, No.2, p-18.
8. ROJAS, Ángela: "La cultura urbanística: una cultura para la vida". Arquitectura y Urbanismo. La Habana: Facultad de Arquitectura, ISPJAE, 1992, No.1, p. 49
9. FERNÁNDEZ FIGUEROA, Enrique: "Una tipología para la renovación urbana". Arquitectura Cuba. La Habana, 1984, No. 372, p. 63 – 68.
10. GÓMEZ CONSUEGRA, Lourdes. GAMBOA, Daniel: "Tipología urbana del Centro Histórico de Camagüey". Arquitectura y Urbanismo. La Habana: Facultad de Arquitectura, ISPJAE, 1986, No.1, p-40.
11. CASTRO CONRADO, Yamí, BETANCOURT CASANOVA, Yiset. "Completamiento de una estrategia de intervención integral para el centro histórico de Santa Clara". Tesis de Diploma. Tutora: MSc. Arq. Gloria E. Artze Delgado. UCLV, Facultad de Construcciones, Santa Clara. 1996.
12. OFICINA NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. Instrucciones para los trabajos de normalización de los nombres de los repartos, barrios y núcleos poblacionales de los asentamientos urbanos de los municipios. La Habana: Comisión Nacional de Nombres Geográficos (CNNG) y Grupos Técnicos Asesores (GTA), Oficina Nacional de Estadísticas, Centro de Estudios de Población y Desarrollo, 2007. (Versión ajustada).
13. OFICINA NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Panorama Demográfico. La Habana: ONE, 2010.

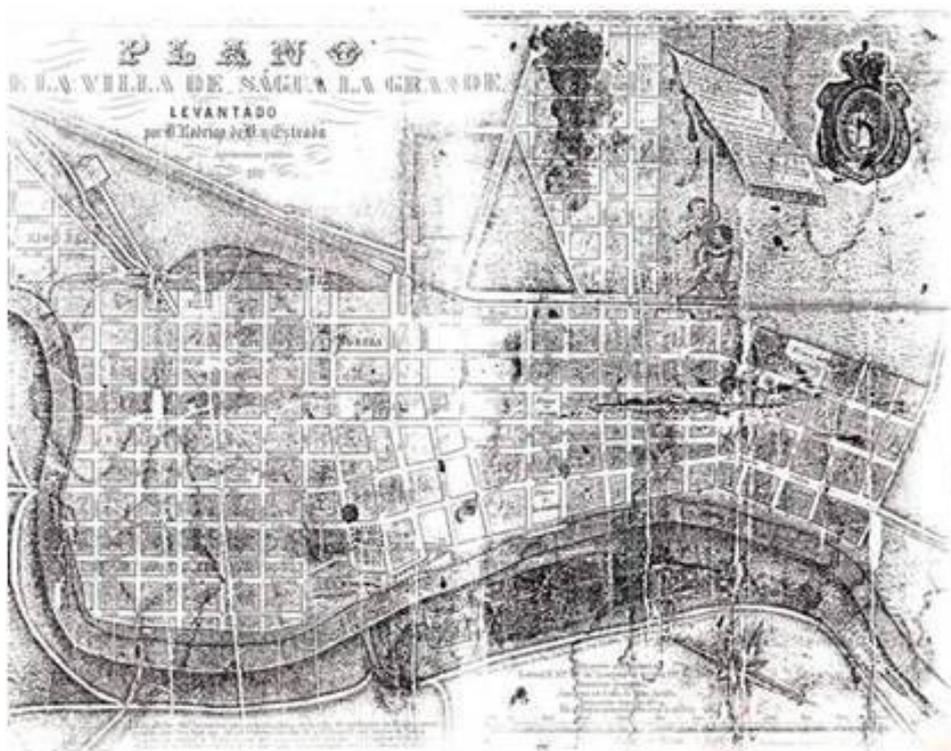


Figura 1: Plano de la Villa de Sagua la Grande. De Rodrigo de Bernardo y Estrada. Fuente: Dr. Raúl Villavicencio Finalé.



Figura 2a: Parque La Independencia. Fuente: Foto antigua [12].



Figura 2b: Parque La Independencia. Fuente: Foto actual.



Figura 3a: Parque La Libertad. Fuente: Foto antigua [12].



Figura 3b: Parque La Libertad. Fuente: Foto actual [12].



Figura 4a: Parque El Mausoleo. Fuente: Foto antigua [12].



Figura 4b: Parque El Mausoleo. Fuente: Foto actual [12].



**Leyenda**  
 Vías principales de la ciudad de Sagua la Grande

Figura 5: Vías principales en la ciudad de Sagua la Grande



Para el estudio de la morfología urbana, se utilizó el método elaborado por Fernández Figueroa, que incluye los aspectos esenciales de las formas urbanas y presenta con claridad la manera de analizarlos. La particularidad de los resultados que se discuten en este artículo, radica en la introducción en el análisis morfológico, de algunos elementos urbanos que ejercen influencia significativa sobre el comportamiento del microclima urbano, considerados a partir de diversos enfoques procedentes tanto de las fuentes bibliográficas consultadas que abordan este tema desde la geografía, el urbanismo y la planificación urbana [15, 16, 17, 18, 19], como de la consulta a especialistas (Tabla 2). Como resultado, se adicionaron en los análisis, las variables siguientes: tipología constructiva, la cual incluye los materiales utilizados en las superficies de terminación de cubiertas y muros; la relación entre la distancia entre fachadas y la altura de los edificios; la orientación de la retícula; el tipo de pavimento y la vegetación urbana.

Tabla 2: Variables morfológicas planteada por algunos autores para el estudio del microclima urbano.

Tabla 2: Variables morfológicas relacionadas con el clima					
Variables morfológicas	Autores consultados				
	J.A. Voogt	Chica	co	rez	Peña

La ciudad de Sagua la Grande ubicada en el municipio con igual nombre (figura 6), al norte-noroeste de la provincia de Villa Clara (Cuba), limitando por el sur con el municipio de Cifuentes, por el este con Encrucijada y por el oeste con Quemado de Güines y a una distancia de 58 km de la capital provincial [20].

Es un territorio predominantemente llano, bajo y pantanoso que se extiende desde las alturas del noroeste hasta la costa a ambos márgenes del río Sagua, en estos lugares existen suelos hidromórficos formados por

16. CARRASCO ALDUNATE, Claudio. "Morfología y microclima urbano. Análisis de la forma espacial y materiales como modeladores del microclima de tejidos urbanos mediterráneos costeros. El caso de la ciudad de Valparaíso". Tesis de doctorado. Directores: Dr. Joan LLuis Zamora I Mestre, Dr. Antoni Isalgue Buxeda. Universidad Politécnica de Cataluña. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. 2008.
17. CHICAS MOLINA, Juan Carlos. "Morfología urbana y clima urbano. Estudio de microclimas urbanos en Santiago de Chile, mediante la aplicación del concepto de cañón urbano e índices de confort térmico". Tesis de magister. Profesor Guía: Cristián Henríquez Ruíz. Pontificia Universidad Católica de Chile. Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales. Santiago, Chile. 2012.
18. ALFONSO GONZÁLEZ, Alfonso. PEÑA GONZÁLEZ, Ana María de la. La ciudad compacta: Arquitectura y Microclima La Habana: Editorial Félix Varela, 2011. pp.224.
19. ÁLVAREZ LÓPEZ, Arnoldo. "Diagnostico y Regulaciones del ambiente térmico en espacios urbanos y exteriores en el Trópico - Húmedo". Tesis de doctorado. UCLV, Facultad de Construcciones. Santa Clara, 1994.
20. DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN FÍSICA. Información de la Dirección Municipal de Planificación Física de Sagua la Grande. Sagua la Grande: DMPF, 2010.

sedimentos aluviales. Hacia el suroeste del municipio se destacan como mayores alturas los Mogotes de Jumagua [21]. Este territorio, con 2 188 km<sup>2</sup>, como se señaló con anterioridad es atravesado por el río Sagua la Grande con 163 km de longitud, el mayor en la vertiente norte de Cuba y el segundo del país. Se encuentra, además, la presa Alacranes con una capacidad de 352,4 millones de m<sup>3</sup>, siendo el mayor embalse de la provincia (figura 7). Sustenta su actividad económica en la industria química; industria metalúrgica, la sidero-mecánica; azucarera con el complejo agroindustrial Héctor Rodríguez, industrias locales, ganadería y cultivos varios, así como la esfera de los servicios.

21. CENTRO DE PATRIMONIO MUNICIPAL.  
Fondo del Archivo. Sagua la Grande:  
Centro de Patrimonio Municipal, 2010.

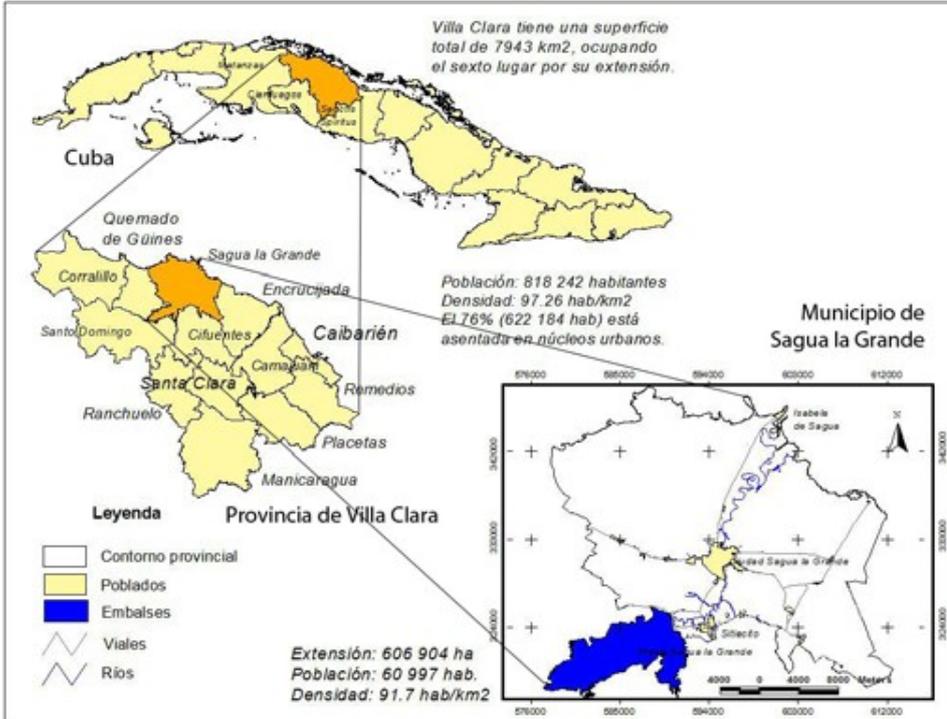


Figura 6: Ubicación de Sagua la Grande, Villa Clara. Cuba.

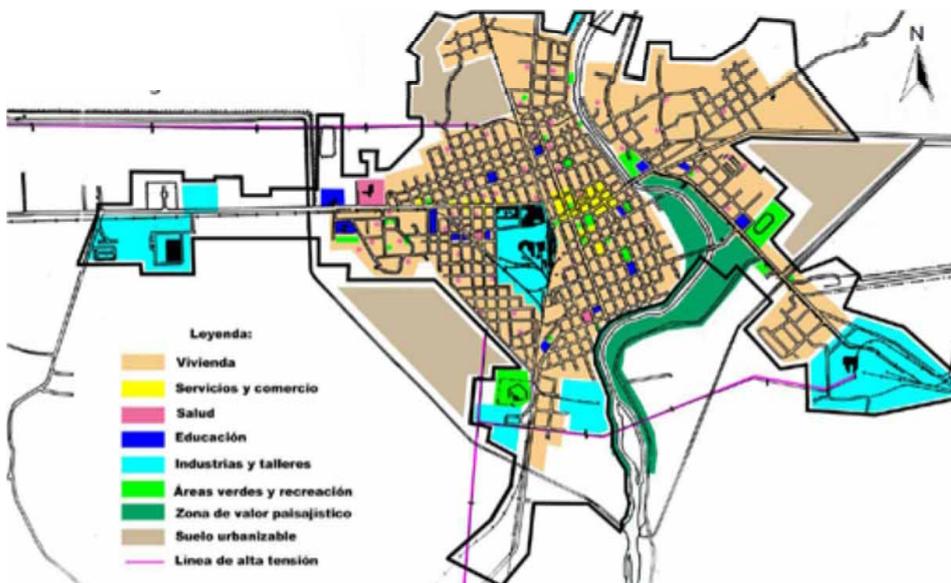


Figura 7: Uso de suelo. Ciudad de Sagua la Grande.

<sup>1</sup> Hay además veinte manzanas delimitadas como parte de la urbanización no ocupada por edificaciones.

Para el estudio de la ciudad de Sagua a Grande se recopiló la información de la totalidad del área urbanizada, que comprende 480 manzanas, de las cuales 460 están ocupadas por edificaciones<sup>1</sup>, y para cuya codificación se utilizó la establecida por la Dirección Municipal de Planificación Física de Sagua la Grande. El proceso del estudio se expone en el diagrama de la figura 8.

La información se obtuvo por diferentes vías, la elaborada por la Dirección Municipal de Planificación Física de la localidad, apoyada por los documentos de "Uso de suelo urbano", planillas que resumen la información de las manzanas de la ciudad; se utilizaron también fotos aéreas y se realizó un levantamiento fotográfico. Toda la información se verificó en visitas realizadas al área de estudio. Para el procesamiento y análisis de la información urbana en la delimitación de las zonas tipológico-formales, se graficó cada variable, delimitando zonas homogéneas según predominio de las características de dicha variable. A cada variable de estudio se le otorgaron cualidades para facilitar la clasificación la cual se explica en el acápite "Identificación de las zonas tipológico-formales".

La relación entre las variables se realizó según los criterios que aparecen en la figura 8, con la ayuda del sistema de información geográfico (SIG) ArcView GIS v.3.2<sup>2</sup>. La herramienta vectorial empleada fue GeoProcessing Wizard la cual ofrece distintas opciones para el análisis espacial vectorial. Para este estudio se utilizó la opción Union two themes, la cual permite todas las combinaciones posibles entre dos temas. Los mapas de zonas homogéneas de cada variable se compatibilizaron hasta lograr el mapa con las zonas tipológico-formales de la ciudad. En el SIG se introdujo la base cartográfica revisada y corregida según el mapa topográfico de la zona de estudio, proporcionada por la Dirección Provincial de Planificación Física de Villa Clara a escala 1: 2000. Una de las etapas más importantes en la investigación constituyó la entrada de información al SIG para su posterior análisis.

### Identificación de las zonas tipológico-formales

Los datos obtenidos en el análisis de cada uno de los aspectos anteriores se registraron en una tabla general a modo de resumen y constituye el instrumento de trabajo y el soporte ordenador de la información que genera el método.

#### Forma y tamaño de las manzanas

Las manzanas se identificaron según su forma geométrica en: cuadradas, rectangulares, trapezoidales, triangulares e irregulares [9]. En este paso se analizaron como parámetro de comparación o punto de referencia los tamaños de las manzanas que existen en toda la ciudad. En la tabla 3 se expone la escala de clasificación empleada.

Tabla 3: Clasificación de tamaño de manzanas.

Tabla 3: Clasificación de tamaño de manzanas			
Manzanas pequeñas	Manzanas medianas	Manzanas grandes	Manzanas muy grandes
< 0,4 ha	1,4 – 0,6 ha	1 ha	>1 ha

La distribución espacial generada por la relación entre la forma y el tamaño de las manzanas (figura 9) evidencia una alta presencia de manzanas irregulares, muy grandes, grandes y medianas, que representan el 38 %, localizadas en la periferia de la ciudad, rodeando las manzanas trapezoidales, grandes y medianas que representan un 28 %, seguida por las manzanas rectangulares, grandes y medianas con un 19 %. Estos dos últimos grupos se ubican en el centro del asentamiento y coinciden con el segundo período de ocupación del suelo (1857-1900).

<sup>2</sup> Licencia para el uso del Sistema de Información Geográfico ArcView GIS v.3.2, bajo el proyecto de colaboración internacional "Clima-Salud" entre el Instituto de Meteorología (INSMET) y el Instituto Conmemorativo GORGAS de Estudio de la Salud (ICGES). Cuba y Panamá.

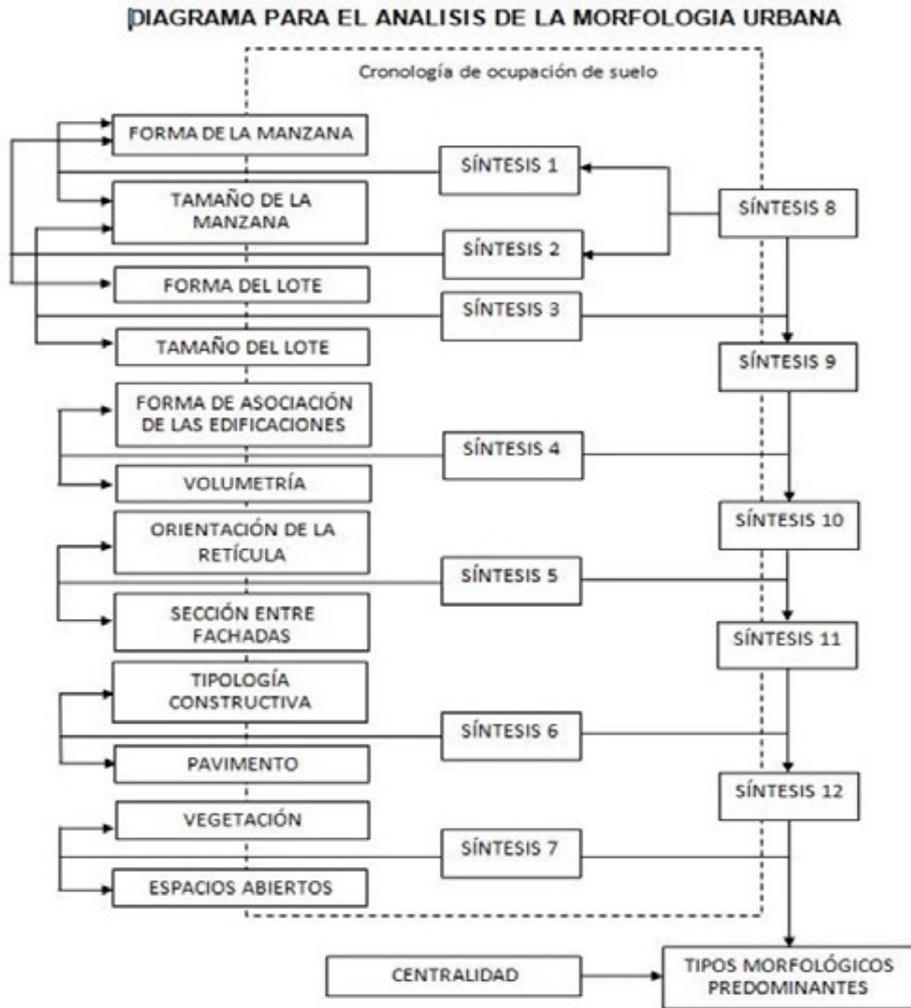


Figura 8: Diagrama de investigación.

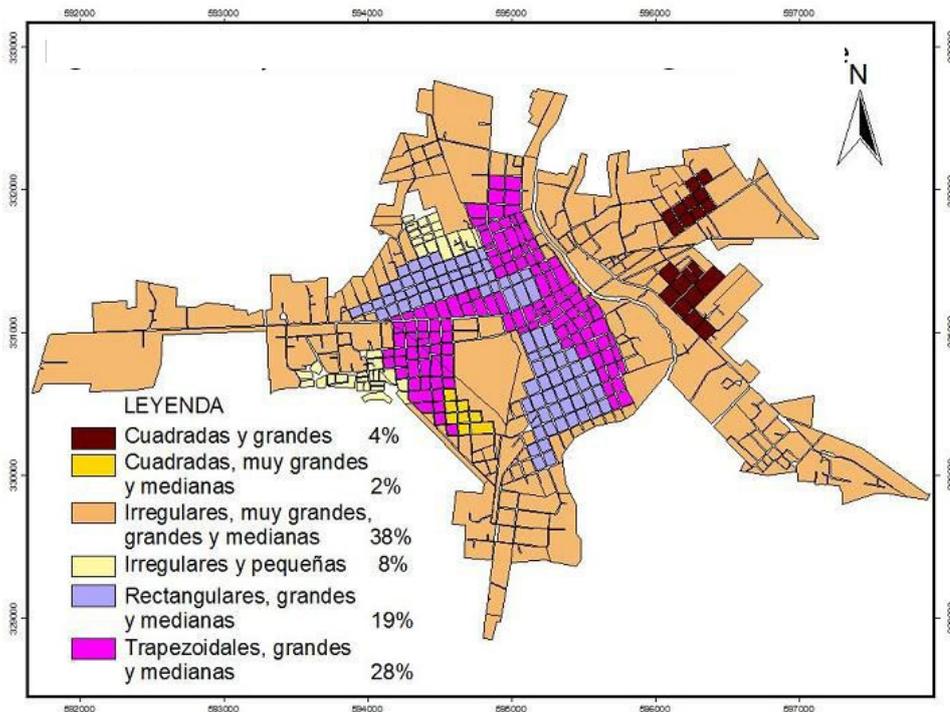


Figura 9: Relación de forma y tamaño de las manzanas.

### Forma y tamaño de los lotes

Los lotes se clasificaron en dos grupos: ortogonales e irregulares y los tamaños se clasificaron en pequeños, medianos y grandes [9] a partir de los tamaños de los lotes que existen en toda la ciudad, tomados como punto de referencia.

Al relacionar la forma y tamaño de manzanas y lotes, en la distribución espacial generada (figura 10), se aprecian como las más significativas:

- Las asociaciones de manzanas irregulares, muy grandes, grandes y medianas con lotes irregulares, muy grandes, grandes, medianos y pequeños, representando el 35 % del total de la ciudad y localizadas en la periferia del asentamiento.
- Las combinaciones de manzanas trapezoidales, muy grandes, grandes y medianas con lotes irregulares, muy grandes, grandes, medianos y pequeños, a las que les corresponden el 21 y 10 % respectivamente.
- Las manzanas rectangulares y grandes con lotes ortogonales muy grandes, grandes, medianos y pequeños, que representan el 12 %, ubicadas hacia el centro, el oeste y sur, coincidiendo con los principales accesos que posee la ciudad desde Quemado de Güines, Isabela de Sagua y Santa Clara, zonas urbanizadas en el segundo período de ocupación del territorio urbano (1857-1900).

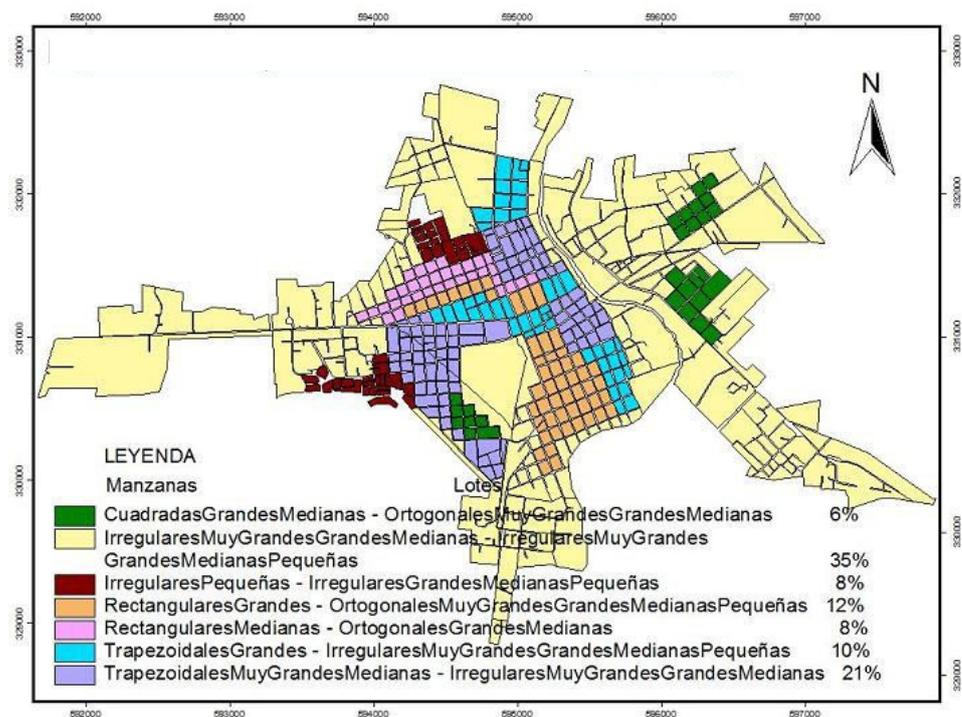


Figura 10: Relación de forma y tamaño de manzanas y lotes).

### Forma de asociación de las edificaciones en las manzanas

Se identificaron los tipos de asociaciones partiendo de las combinaciones definidas por Fernández Figueroa [9], clasificados como: Pasillo Lateral (PL), Pared Medianera (PM), Pasillo Perimetral (PP), Patio Jardín Lateral (PJL), Patio Central (PC), Patio Trasero (PT), Patinejo (P), Tiras Aisladas (TA), Edificio Multifamiliar Aislado (EMFA) y Pared Medianera en Tiras Aisladas (PMTA).

Para este caso de estudio, las asociaciones que se presentaron fueron: pasillo perimetral y patio trasero (PPPT) y PPPT con alta presencia de patio jardín lateral (PJL); pared medianera y pasillo lateral (PMPL) y PMPL con

patio trasero (PT) y EMFA. También se presentó otro tipo de asociación; las Grandes Instalaciones (GI), vinculadas con la existencia de industrias, almacenes y centros educacionales, recreativos y deportivos que ocupan manzanas completas.

La asociación más difundida fue la de pasillo perimetral con patio trasero (en lo adelante PPPT con 52 %), en algunos casos se distingue con alta presencia de patio jardín lateral (en lo adelante PPPT-PJL con 15 %); seguido por la pared medianera y el pasillo lateral (en lo adelante PMPL) con patio trasero en la mayoría de las manzanas con esta asociación (en lo adelante PMPLPT con 16 %). Los menos generalizados fueron los edificios multifamiliares aislados (en lo adelante EMFA) y las grandes instalaciones (en lo adelante GI).

### **Volumetría**

Para el análisis de la volumetría se tuvieron en cuenta dos aspectos: los números de niveles de piso predominantes y la altura predominante de las edificaciones [9]. Para determinar el promedio de pisos de una manzana se sumaron todos los niveles de pisos existentes de cada una de las viviendas que la integran, se sumaron además el total de las edificaciones, ambas sumas se dividieron entre sí (niveles de piso/número de edificaciones) y el valor resultante es el promedio de piso de la manzana. Este proceder se utilizó igualmente para determinar el promedio de altura de edificaciones en una manzana (altura de edificaciones/número de edificaciones). Finalmente se asumieron los valores predominantes.

De este análisis se obtuvo que predominan los edificios con alturas de 3 m de un nivel de piso, lo que representa el 64% del área total de la ciudad, y 4 a 12 m de altura de uno y dos niveles, con el 12 y 17 % respectivamente. Estos datos corresponden a edificios localizados fundamentalmente en el centro de la ciudad, en áreas que fueron urbanizadas en el siglo XIX, con énfasis en la segunda mitad, propiciado por el auge económico de la Villa. Con menor representatividad se concentran las zonas de manzanas con edificaciones de 12 y 15 m y altura de 4 y 5 niveles de piso, localizados en la periferia del asentamiento.

En la figura 11 se observa el resultado de la relación entre la asociación de las edificaciones y la volumetría. Se aprecia que hacia el centro de la ciudad se presentan edificaciones asociadas por PMPL con dos niveles de piso y 12 m de altura para un 3 %. Estas son rodeadas por edificaciones con igual forma de asociación, pero con la presencia de patio trasero y un nivel con 6 y hasta 4 m de altura, lo que representa el 18 %. Como asociación predominante se distingue la de PPPT de un nivel de piso predominante de 3 y hasta 5 m de altura, para un 51 %. Igualmente, hacia el este del río se presenta esta forma de asociación pero con una significativa presencia de patio jardín lateral, con igual volumetría, representando el 20 %. De forma más aislada y en la periferia se localizan las GI y los EMFA con 4 % de representatividad cada uno.

### **Secciones entre fachadas**

Este elemento urbano ejerce una significativa influencia en el microclima, es por ello que para el análisis de las secciones de calles que se definieron para Sagua la Grande, además de los elementos que la conforman (calle, acera, portal, jardín) [9] se incluyeron la relación entre la altura de las edificaciones (H) y la distancia entre las fachadas (DF). (Figura 12).

Para el análisis se tuvieron en cuenta tres categorías, a partir de estudios realizados en La Habana [18], donde se ha comprobado que en calles

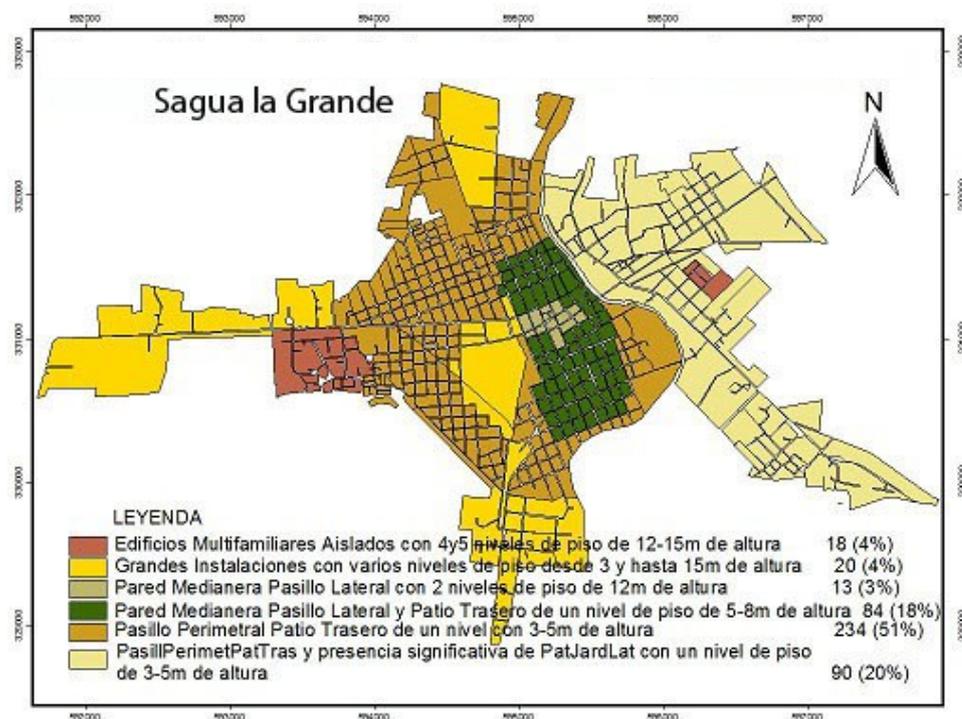


Figura 11: Relación entre asociación de las edificaciones y la volumetría.



Figura 12: Secciones entre fachadas que predominan en Sagua la Grande.

estrechas y con alturas de las edificaciones mayores a la distancia entre las fachadas, se reduce la temperatura como consecuencia de la disminución de la exposición al sol, y con esto, del calor absorbido y emitido, mientras que en calles anchas con alturas de las edificaciones menores a la distancia entre las fachadas, se registran temperaturas más altas. Para el caso de Sagua la Grande se consideró que la relación  $H/DF$  con valores entre 0-0,5 es poco favorable, entre 0,6-0,9 es medianamente favorable y mayores de 1 es favorable. Teniendo en cuenta lo anterior, el estudio reveló lo siguiente:

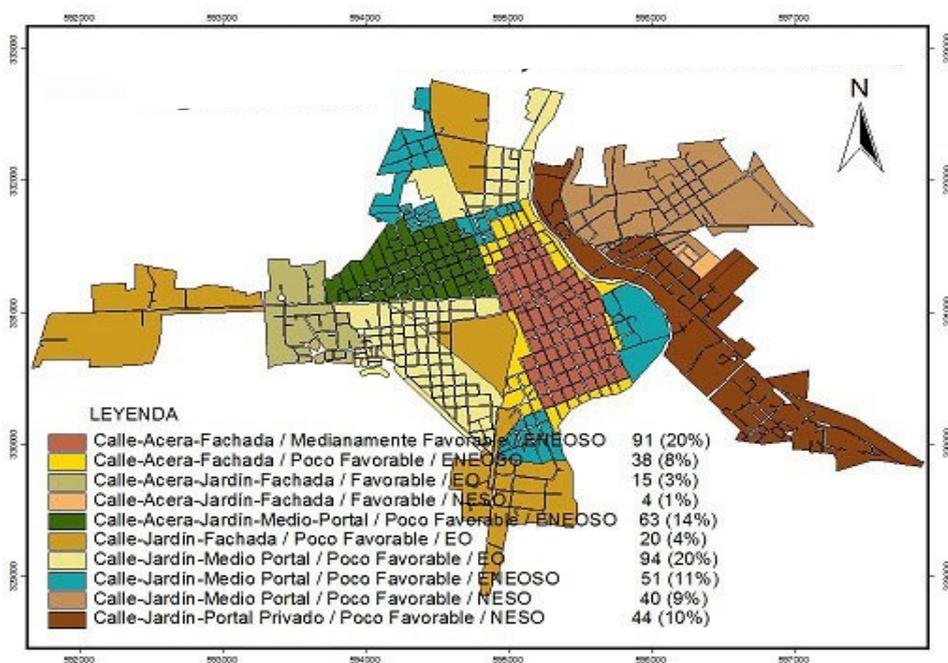
- Para la sección calle-acera-fachada (en lo adelante CAF) la relación es medianamente favorable (0,6-0,9) con 20 % y poco favorable (0-0,5) con 9 %.
- En el caso de la sección calle-acera-jardín-fachada (en lo adelante CAJF) representan el 4 % de la relación favorable (1,0-1,5);
  - Para calle-jardín-fachada (en lo adelante CJF) es poco favorable con 4 %.
  - En los casos de calle-acera-jardín-medio portal (en lo adelante CAJMP) con 14 %, calle-jardín-medio portal (en lo adelante CJMP) con 40 % y calle-jardín-portal privado (en lo adelante CJPP) con 9 %, las relaciones son poco favorables (0-0,5).

Se pudo observar también que prevalecen en la ciudad las relaciones poco y medianamente favorables entre la altura de la edificación y la distancia entre las fachadas, con predominio de edificaciones de un piso de 3 a 6 m de altura y distancias entre fachadas de 13 m.

### Orientaciones de la retícula

Este aspecto permite entender el comportamiento climático en las diferentes zonas morfológicas y el del tejido urbano, y de qué manera influyen en la percepción climática del mismo. En Sagua la Grande se presentan tres orientaciones fundamentalmente: Este-Oeste (EO), Noreste-Suroeste (NE-SO) y Este Noreste - Oeste Suroeste (ENE-OSO).

En la figura 13 se representa la relación espacial entre la sección entre fachadas y la orientación de la retícula, donde se denota que en la sección de CAF con orientación ENE-OSO y la relación entre altura de la edificación y distancia entre fachadas (H/DF) es medianamente favorable con 20 % de representatividad. Con igual valor está la sección CJMP con orientación E-O y la relación H/DF es poco favorable. El resto tiene menor representatividad en la zona de estudio. (Figura 13)



22. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Cubana 50-14/1987: Tipología constructiva. Clasificación constructiva de la vivienda, en base a los materiales utilizados en muros y techos. La Habana: ONN, 1987.

Figura 13: Relación entre sección entre fachadas y orientación de la retícula.

### Tipos constructivos y materiales

Para el análisis de esta variable se tuvieron en cuenta las tipologías constructivas establecidas [22], para la clasificación de los materiales que conforman los elementos de muro y cubierta.

En el caso del pavimento, se tuvieron en cuenta los materiales que conforman las calles de la ciudad de Sagua la Grande, los cuales se clasificaron en: pavimento con asfalto y pavimento con asfalto en mal estado. En algunas zonas se presenta la acera de hormigón, y en los parques y microparques, el pavimento de hormigón.

El análisis de esta variable dio como resultado que para la ciudad de Sagua la Grande las tipologías constructivas predominantes son:

- tipo I: con la presencia de cubiertas planas de losas de hormigón armado o losas casetonadas con o sin impermeabilizante y muros de ladrillo o bloques (mampostería), y paneles de hormigón armado;
- tipo II: con techos inclinados de vigueta y entablados cubiertos con tejas y muros de ladrillo o bloques;
- tipo III: con cubiertas inclinadas de tejas, metálico u otros materiales de menor durabilidad y muros de mampostería o paredes de madera, con

alta presencia en las manzanas donde aparecen, con 55 % del área total de la ciudad.

Los materiales empleados en el pavimento junto con las cubiertas, son de interés desde el punto de vista térmico, por las grandes áreas que ocupan. En este caso se clasificaron en: pavimento con asfalto y pavimento con asfalto en mal estado. El primero se concentra en el centro de la ciudad, coincidiendo con la zona compacta, y hacia al este y oeste con los edificios multifamiliares para un 23 %, mientras que el segundo representa el 69 % del total de la ciudad.

En la figura 14 se relacionan los materiales que forman parte de los diferentes elementos urbanos que conforman la ciudad. Se aprecia la coincidencia de materiales precarios empleados en las construcciones y el asfalto en mal estado empleado en las vías, con un 41 y 36 % respectivamente. En las zonas pavimentadas con asfalto predominan las construcciones con paredes de madera, muros de ladrillo o bloque de hormigón, con cubiertas inclinadas de madera y teja o plana de hormigón armado.

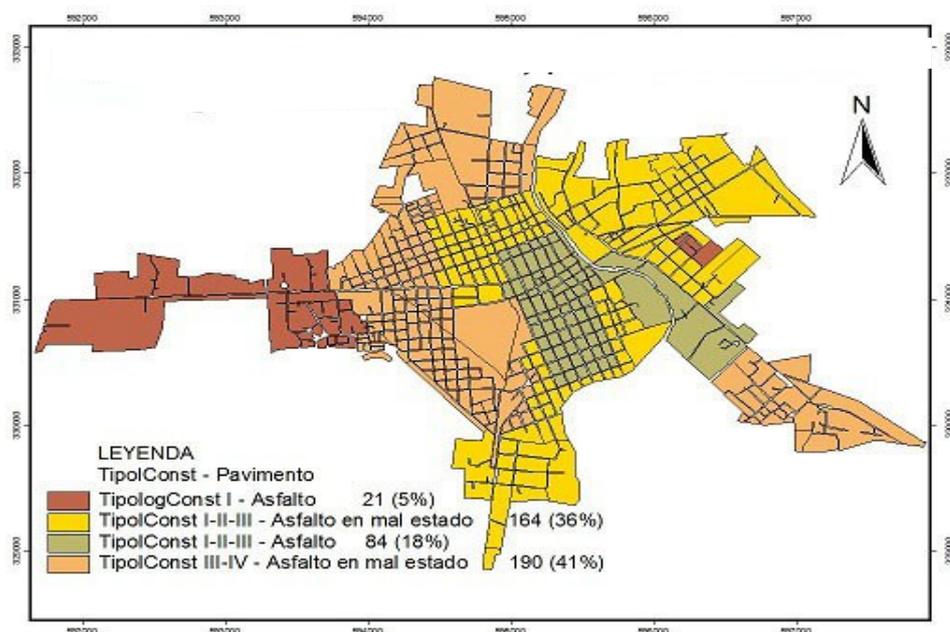


Figura 14: Relación entre la tipología constructiva y el pavimento.

### Vegetación urbana y espacios abiertos

La vegetación juega un papel importante en el entorno urbano, dadas las funciones que cumple desde el punto de vista climático y se relaciona con los espacios abiertos. En la clasificación de la vegetación se tuvo en cuenta si su presencia era abundante, escasa o ninguna.

Los espacios abiertos se clasificaron en: interior de manzanas, parques, microparques, organopónicos, parterres, espacios asociados a instalaciones y espacios entre los edificios multifamiliares.

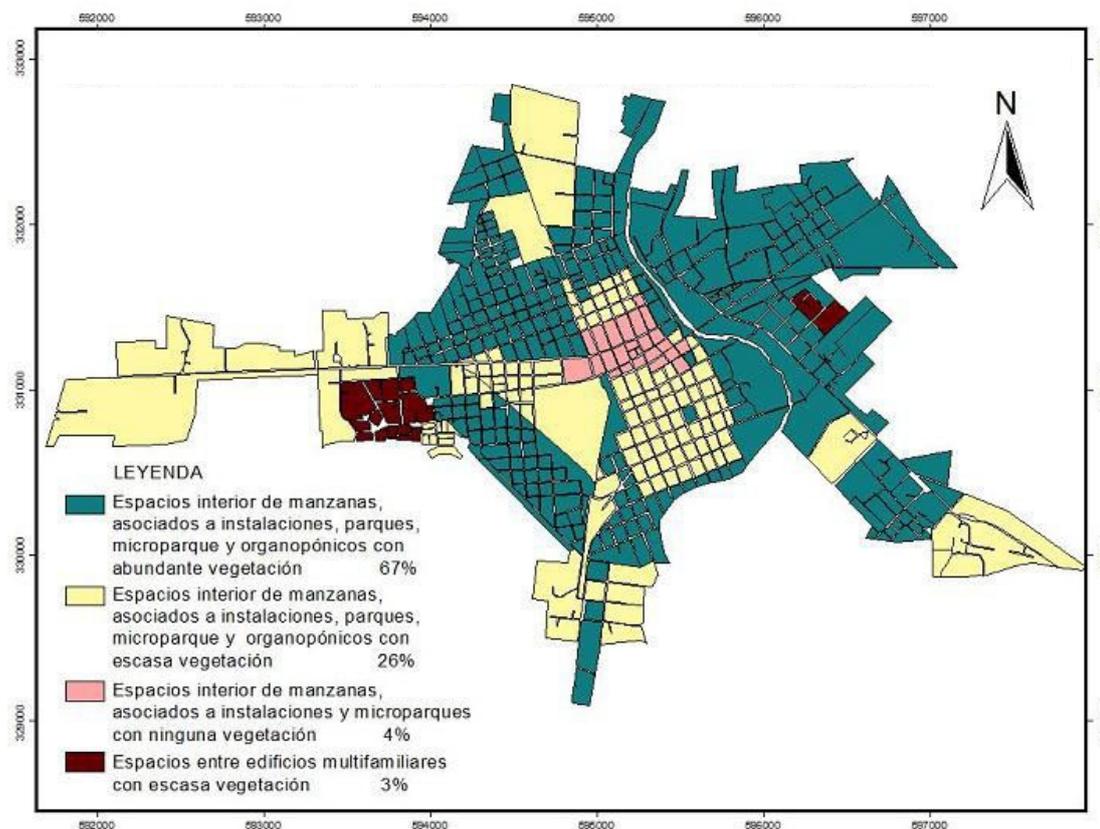
Estos aspectos se analizaron teniendo en cuenta el predominio de las cualidades otorgadas a cada variable.

El estudio arrojó que la vegetación, conformada por árboles, arbustivas y césped, se presenta poco significativa en las calles, salvo en algunas zonas, como entre los edificios multifamiliares y las entradas a la ciudad. Su presencia coincide fundamentalmente con los interiores de manzanas (tabla 4), para un 88 %, y próximo al río; en menor grado en parques heredados en su mayoría de épocas pasadas, microparques, organopónicos y espacios verdes asociados a instalaciones deportivas, industriales y educacionales.

Aun cuando en las imágenes aéreas se observa el predominio de arbolado en el interior de las manzanas, lo cual representa un 68 % del total de la muestra, este se localiza en la periferia, siendo escasa hacia el centro y en algunos puntos del límite urbano, y no se presenta ninguna vegetación en las manzanas más céntricas del asentamiento (figura 15).

Tabla 4: Clasificación de la vegetación en el interior de manzanas.

Vista peatonal			
Vista Superior			
Ninguna vegetación en el interior de manzana	Escasa vegetación en el interior de manzana	Abundante vegetación en el interior de manzana	Escasa y asociado a los espacios entre los edificios multifamiliares



(Figura 15: Relación entre vegetación y espacios abiertos)

## Resultados y discusión

Luego del análisis de cada variable y de las relaciones entre las mismas, se identificaron once zonas tipológico-formales en la ciudad de Sagua la Grande, cuya distribución espacial se presenta en la figura 16 y sus características en la tabla 5.

En las zonas tipológico-formales propuestas, sobresalen algunas características que las identifican como tal y hay otras que son comunes, lo que permitió definir un conjunto de familias morfológicas.

Tabla 5: Zonas tipológico-formales de la ciudad de Sagua la Grande

Elementos que caracterizan la morfología	ZTF-I	ZTF-II	ZTF-III	ZTF-IV	ZTF-V	ZTF-VI	ZTF-VII	ZTF-VIII	ZTF-IX	ZTF-X	ZTF-XI
Forma de manzanas	Trapezoid	Rectang	Trapezoid	Rectang, irregulares, trapezoid	Rectang, cuadradas, irregulares	Cuadradas, irregulares, trapezoid	Cuadradas, irregulares	Cuadradas, irregulares	Rectang	Irregular	Irregulares
Tamaño de manzanas	Muy grandes, grandes, medianas, pequeñas	Grandes, medianas	Muy grandes, grandes, medianas	Muy grandes, grandes, medianas, pequeñas	Muy grandes, grandes, medianas, pequeñas	Muy grandes, grandes, medianas, pequeñas	Muy grandes, grandes, medianas	Muy grandes, grandes, medianas	Grandes, medianas	Muy grandes, grandes, medianas, pequeñas	Muy grandes, grandes, medianas
Forma de lotes	Irregular	Ortogonal	Irregular	Irregulares, ortogonales	Irregulares, ortogonales	Irregulares, ortogonales	Irregulares, ortogonales	Irregulares, ortogonales	Ortogonal	Irregular	Irregular
Tamaño de lotes	Muy grandes, grandes, medianas, pequeñas	Muy grandes, grandes, medianas, pequeñas	Muy grandes, grandes, medianas, pequeñas	Muy grandes, grandes, medianas, pequeñas	Muy grandes, grandes, medianas	Muy grandes, grandes, medianas, pequeñas	Muy grandes, grandes, medianas	Muy grandes, grandes, medianas	Muy grandes, grandes, medianas	Muy grandes, grandes, medianas, pequeñas	Grandes, medianas y pequeñas
Asociación entre las edificaciones	Pared medianera Pasillo lateral	Pared medianera Pasillo lateral y Patio trasero	Pared medianera Pasillo lateral y patio trasero	Pasillo perimetral patio trasero	Pasillo perimetral Patio trasero	Pasillo perimetral Patio trasero	Pasillo perimetral Patio trasero	Pasillo perimetral Patio trasero con presencia significativa de patio Jardín lateral	Pasillo perimetral Patio trasero	Edificios Multifamiliares aislados	Edificios multifamiliares aislados
Volumetría	2 niveles de 12 m de altura	Un nivel de 5 a 8 m de altura	Un nivel de 5 a 8 m de altura	Un nivel de 3-5 m de altura	Un nivel de 3-5 m de altura	Un nivel de 3-5 m de altura	Un nivel de 3-5 m de altura	Un nivel de 3-5 m de altura	4 a 5 niveles con alturas de 12 a 15 m	4 a 5 niveles con alturas de 12 a 15 m	Varios niveles con alturas de 3 y hasta 15 m
Sección entre fachadas	Calle, acera y fachada	Calle, acera y fachada	Calle, acera y fachada	Calle, jardín, medio portal	Calle, acera, jardín, medio portal	Calle, jardín, medio portal	Calle, jardín, portal privado	Calle, jardín, medio portal	Calle, acera, jardín, fachada	Calle, acera, jardín, fachada	Calle, jardín y fachada
Orientación de la retícula	ENE-OSO	ENE-OSO	ENE-OSO	ENE-OSO	ENE-OSO	EO	NE-SO	NE-SO	EO	NE-SO	EO
Tipología constructiva	I, II, III	I, II, III	I, II, III	I, II, III, IV	I, II, III, IV	III, IV	I, II, III, IV	I, II, III	I	I	I, II, III, IV
Pavimento	Asfalto	Asfalto y asfalto en mal estado	Asfalto y asfalto en mal estado	Asfalto en mal estado	Asfalto en mal estado	Asfalto en mal estado	Asfalto en mal estado	Asfalto en mal estado	Asfalto	Asfalto	Asfalto en mal estado
Vegetación	Muy baja presencia de vegetación	Baja presencia de vegetación	Baja presencia de vegetación	Alta presencia de vegetación	Alta presencia de vegetación	Alta presencia de vegetación	Muy alta presencia de vegetación	Muy alta presencia de vegetación	Mediana presencia de vegetación	Mediana presencia de vegetación	Mediana presencia de vegetación
Espacios abiertos	Interior de manzanas, boulevard, parque y microparque	Interior de manzanas, parques, microparques	Interior de manzanas, parques, microparques	Interior de manzanas	Interior de manzanas	Interior de manzanas	Interior de manzanas	Interior de manzanas	Comunes entre edificios	Comunes entre edificios	Privado asociado a las instalaciones

En las zonas morfológicas I, II y III se aprecia el predominio de la sección entre las fachadas del tipo calle-acera-fachada; la orientación de las vías de ENE-OSO; la presencia de tres tipologías constructivas con materiales variados en muros y cubierta, y los espacios abiertos que se distinguen son parques, microparques e interior de manzanas. Como elementos que establecen las diferencias entre ellas se pueden mencionar la forma de manzanas y lotes, apreciándose falta de regularidad en las zonas tipológico-formales I y III, debido al trazado de las vías, no siendo así en la zona tipológico-formal II donde las manzanas y lotes se presentan rectangulares y ortogonales, respectivamente. En lo referente a la asociación entre las edificaciones, la zona morfológica I tiene la particularidad de presentar pared medianera y pasillo lateral sin vegetación hacia el interior de la manzana, las edificaciones son de dos niveles, con 12 m de alto y las vías están asfaltadas. Las zonas morfológicas II y III muestran la asociación entre las edificaciones del tipo pared medianera, pasillo lateral y patio trasero, donde se presenta escasa vegetación; las edificaciones son de un nivel de piso con alturas de 4 a 6 m y el pavimento es de asfalto, con deterioro en algunas zonas (tabla 6).

Tabla 6: Familias de zonas tipológico-formales. Zonas I, II, III.



En la familia morfológica IV, V y VI, se presenta la asociación entre las edificaciones del tipo pasillo perimetral y patio trasero; con un nivel de piso de 3 m de altura y en el interior de las manzanas se aprecia una alta presencia de vegetación. La diferencia entre ellas la establece fundamentalmente la sección entre las fachadas, con la presencia o no de acera, la orientación de la retícula y sobre todo la posición de cada zona morfológica en el asentamiento (tabla 7).

Tabla 7: Familias de zonas tipológico-formales. Zonas IV, V, VI.



En algunos casos, la asociación entre las edificaciones de pasillo perimetral con patio trasero tiene una presencia significativa de patio jardín lateral: zona morfológica VII y VIII (localizados al este del río) donde cambia la orientación de la retícula y su posición en relación con el resto de la ciudad. Esta tipología se caracteriza por manzanas cuadradas e irregulares que coinciden con lotes ortogonales e irregulares, con tamaños de lotes

y manzanas muy grandes, grandes y medianas. La diferencia la establece fundamentalmente la sección entre fachadas, con la presencia de portal privado o portal público y los materiales tanto de las edificaciones como del pavimento (tabla 8).

Tabla 8: Familias de zonas tipológico-formales. Zonas VII, VIII



Las zonas morfológicas IX y X forman igualmente una familia con asociación entre las edificaciones de edificios multifamiliares aislados de 4 y 5 niveles de piso con 12 a 15 m de altura; los materiales que predominan en las construcciones son bloques y losas de hormigón, y en el pavimento asfalto; la vegetación se presenta indistintamente en los espacios comunes entre los edificios. Las diferencias entre estas dos zonas morfológicas se centran en la orientación de la retícula y la forma y tamaño de manzanas y lotes (tabla 9).

Tabla 9: Familias de zonas tipológico-formales. Zonas IX, X



La zona morfológica XI se presenta en la ciudad de forma significativa y la conforman grandes instalaciones, no solo industriales, sino además instituciones educativas y deportivas. Están ubicadas en la periferia de la ciudad y algunos puntos del centro urbano (tabla 10).

Estos resultados proporcionan un conocimiento de la ciudad que incluye, a partir de las zonas tipológico-formales que la caracterizan y de los criterios climáticos ambientales que se tuvieron en cuenta en el estudio, la delimitación de cinco familias morfológicas donde resultan significativos los elementos urbanos relacionados con el tamaño y la forma de las manzanas, la asociación entre las edificaciones y su volumetría, la sección entre fachadas y la orientación de la retícula, los materiales y la relación de la vegetación con los espacios abiertos.

Tabla 10: Familias de zonas tipológico-formales. Zona XI



## Conclusiones

Este estudio permitió identificar once zonas tipológico-formales para la ciudad de Sagua la Grande, agrupados en 5 familias morfológicas atendiendo a elementos urbanos que son comunes para varias zonas.

En la ciudad predominan las manzanas irregulares medianas, grandes y muy grandes con lotes irregulares pequeños y medianos para un 66 % de la totalidad de la ciudad.

En el 52 % de la muestra se puso en evidencia la asociación de las edificaciones en las manzanas del tipo pasillo perimetral con patio trasero y las viviendas de un piso con 3 y hasta 5 m de altura.

La sección entre fachadas que prevalece es la de calle-jardín-medio portal, con 40 % de representatividad, vinculado con calles que en su mayoría son de 13 m de ancho, siendo la relación entre la altura de las edificaciones y la distancia entre las fachadas de poco a medianamente favorable desde el punto de vista térmico.

Referente a los materiales que forman parte de los elementos urbanos se encontró que predominan: el pavimento de asfalto en mal estado con un 69 %; los muros de ladrillo o bloques y las paredes de madera; las cubiertas de entablado de madera y teja o materiales de poca durabilidad en un 55 % del total.

Se pudo también concluir que la vegetación urbana no es significativa, siendo el arbolado representativo hacia el interior de las manzanas y en los bordes del río.

De esta forma, la investigación aproxima el estudio de la morfología urbana a los aspectos relacionados con el microclima térmico, concibiéndose como una articulación del conocimiento encaminado a mejorar los niveles de calidad ambiental de los espacios urbanos a través del manejo de la forma urbana.



Yamí Castro Conrado  
MSc Arquitecta, Centro Meteorológico  
Provincial de Villa Clara. INSMET.  
CITMA yami.castro@insmet.vcl.cu



Enrique Fernández Figueroa  
Dr. Arquitecto. Facultad de  
Arquitectura. Instituto Superior  
Politécnico José Antonio Echeverría,  
CUJAE.  
enrifer@arquitectura.cujae.edu.cu



Arnaldo Álvarez López  
Dr. Arquitecto. Facultad de  
Construcciones. Universidad Central  
"Marta Abreu" de Las Villas, UCLV  
arnaldo@uclv.edu.cu