

ISSN: 2244-8764 Depósito legal:  
ppi201202ZU4095  
Año 3 N° 6, Julio-Diciembre 2014, pp. 32-  
49

Recibido: 07.10.2014  
Aceptado: 24.11.2014

## CERROS DE MARÍN: MORFOLOGÍA URBANA Y FRACTALES

## CERROS DE MARÍN: URBAN MORPHOLOGY AND FRACTALS

## CERROS DE MARÍN: MORFOLOGIA URBANA E FRATTALE

Eduardo José Pineda Paz\*  
eppven@gmail.com

Universidad del Zulia. Facultad de Arquitectura y Diseño.  
Programa: Doctorado de Arquitectura. Posdoctorado en Arquitectura

\*Arquitecto egresado en la primera promoción de LUZ (1967). Profesor contratado UCV (1968) Profesor Ordinario de la FADLUZ por concurso de oposición (1969). Profesor titular de LUZ (1992). PhD en Arquitectura de LUZ (2009) Investigador del PEII. Ministerio de Ciencia y Tecnología de Venezuela (2013). Pos doctorado en arquitectura de LUZ. (2015). Profesor en el pregrado de FADLUZ de: Seminario de Planificación. Ejercicio Profesional y Diseño Arquitectónico. Profesor del posgrado en la especialidad de Gestión Urbana, y de las Maestrías de Vivienda y Diseño Ambiental. Profesor del Doctorado en Arquitectura desde 2010. Autor de cuatro libros y ha publicado numerosos artículos arbitrados en revistas especializadas



## RESUMEN

El objetivo es estudiar desde la perspectiva fractal, los tamaños, orden y relación, de la estructura morfológica urbana del barrio Cerros de Marín, parroquia Olegario Villalobos de Maracaibo. Se busca develar el patrón que en orden decreciente, relaciona el tamaño del barrio, con los tamaños de sus sectores, manzanas, espacios públicos y parcelas. La metodología utilizada es documental, descriptiva y analítica, siguiendo pautas fenomenológicas. Se combina teoría, experiencia y práctica urbanística sostenible con principios fractales. Al efecto, se utiliza la ecuación matemática no lineal con base a la ley de potencias. Se maneja la escala y sus factores para medir fractalidad urbana, de acuerdo a la relación escalar entre los tamaños urbanos. Este procedimiento, según los estudiosos de la geometría fractal, permite develar patrones en las realizaciones urbanísticas de los constructores populares. El resultado fue descubrir que la relación estadística entre los diferentes tamaños y su orden decreciente, responde a un patrón fractal a conservar en cualquier intervención a futuro. Se observó un salto en la secuencia entre manzanas y parcelas, lo que evidenció la ausencia dentro de la estructura morfológica del espacio público, por estar ubicado en las áreas residuales. Se recomienda incluirlo en la estructura morfológica, por ubicarse allí los equipamientos y las áreas verdes que contribuyen a la sostenibilidad. Se plantea entonces, una sencilla herramienta para formular los tamaños urbanos, su secuencia, relación y proporciones.

**Palabras clave:** fractal, morfología, parcela, patrón, sostenible.

## ABSTRACT

The purpose of the research is to study sizes, order and morphological urban structure relationship of Cerros de Marín slums, Parrish Olegario Villalobos in Maracaibo. In addition to reveal the pattern that relates the size of the slum with the size of its sectors, blocks, public spaces and areas in a decreasing order. Methodology applied is documentary, descriptive and analytical following phenomenological lines. It is combined theory, experience and sustainable urban practice along with fractal principles. To that effect, a non linear mathematical equation is used based on power law. The scale and its factors to measure urban fractality according to scale relationship among urban sizes are managed. This procedure allows revealing patterns of urban realizations of popular builders according to fractal geometry researchers. The result was to discover that statistical relationship among different sizes and its decreasing order respond to a fractal pattern to be kept for any future intervention. It was observed a skip in the

sequence between blocks and areas which demonstrated the absence inside the morphological structure of public space due to the location in residual areas. So, it is suggested to include it into the morphological structure, because equipment and green areas are located there and they contribute to sustainability. Hence, it is considered a simple tool to formulate urban sizes, their sequences, relationship and proportions.

**Key words:** fractal, morphology, area, pattern, sustainable.

## RIASSUNTO

L'obiettivo è studiare, dalla prospettiva frattale, le dimensioni, ordine e relazione della struttura morfologica urbana del rione Cerros de Marín, Parrocchia Olegario Villalobos della città di Maracaibo. Si cerca di svelare lo schema che in un ordine decrescente, relaziona le dimensioni del rione con le misure dei settori, quartieri, spazi pubblici e recinti. In quanto alla metodologia, essa è di tipo documentale, descrittiva ed analitica seguendo le linee fenomenologiche. Viene combinata la teoria, l'esperienza e la pratica urbanistica sostenibile con i principi frattali. A tale scopo, viene usata l'equazione matematica non lineale con base nella legge delle potenze. Viene usata anche la scala ed i suoi fattori per misurare la frattalità urbana secondo il rapporto a scala tra le dimensioni urbane. Questa procedura, secondo gli studiosi di geometria frattale, permette svelare schemi di realizzazioni urbanistiche di costruttori edili popolari. Il risultato è stato scoprire che il rapporto statistico tra le diverse dimensioni e il suo ordine decrescente, risponde a uno schema frattale da conservare in qualsiasi intervento a futuro. Inoltre, si è osservato un salto nella sequenza tra i quartieri ed i recinti, ciò ha evidenziato l'assenza dentro la struttura morfologica dello spazio pubblico perché è localizzato nelle aree residuali. Viene suggerito la sua inclusione nella struttura morfologica, perché è lì dove si trovano gli attrezzi e le aree verdi che contribuiscono alla sostenibilità. Infine, viene considerata uno strumento per formulare le dimensioni urbane, la loro sequenza, rapporto e proporzioni.

**Parole chiavi:** frattale, morfologia, recinto, schem, sostenibile.

## Introducción

El estudio de los sistemas como un todo, en contrapartida con el reduccionismo que enfatiza las partes, se incrementó en los medios científicos en los años 70. La tecnología permite realizar estudios holísticos del proceso de diseño, dibujando analogías entre organismos y máquinas. Se busca lograr un modelo conceptual que simplifique la realidad compleja y permita entender la estructura urbana como un sistema dinámico.

En cuanto a los fractales, constituyen la geometría de la naturaleza y representan los sistemas dinámicos no medibles con los métodos usuales.

Un fractal se identifica por sus propiedades y características: Es irregular, siendo imposible describirlo con la geometría euclidiana. Posee una estructura fina que aparece en las escalas pequeñas. Es auto semejante por aproximación o estadística. La dimensión fractal siempre es mayor que su dimensión topológica. Los fractales geométricos sencillos se generan en forma recursiva, caracterizándose por la conectividad entre sus partes.

Conceptualizar fractales es conocer la dimensión topológica. Cuando topología y sistemas dinámicos se relacionan, se visualiza el rango de comportamiento de un sistema dinámico. La geometría fractal permite cuantificar la rugosidad de los objetos, utilizando un índice de dimensión fractal. La dimensión topológica establece que el punto tiene dimensión 0, la línea 1, la superficie 2 y el volumen 3.

Existen métodos para medir la dimensión fractal; si la figura es compleja, se utiliza el software (conteo de cajas). Pero si es sencilla, se puede dimensionar mediante un croquis, un esquema, un plano o una fotografía, y con el apoyo de modelos matemáticos (ecuaciones no lineales) y la teoría de la escala. Este método se puede aplicar a cualquier figura de una, dos y hasta tres dimensiones.

El fractal se mide por sus iteraciones, su estructura empírica se reconoce a través de las progresivas variaciones que resultan al aplicar el factor de escala.

Un fractal determinista en cualquier escala, tendrá el mismo valor de dimensión fractal, siendo por tanto perfectamente auto similar. Pero, la morfología urbana no es un fractal determinista; por lo que la comprobación de auto similitud no registrará valores de dimensión fractal idénticos. En este sentido Mahiques (2007), afirma que al encontrarse valores similares, la forma muestra propiedades de auto similitud fractal.

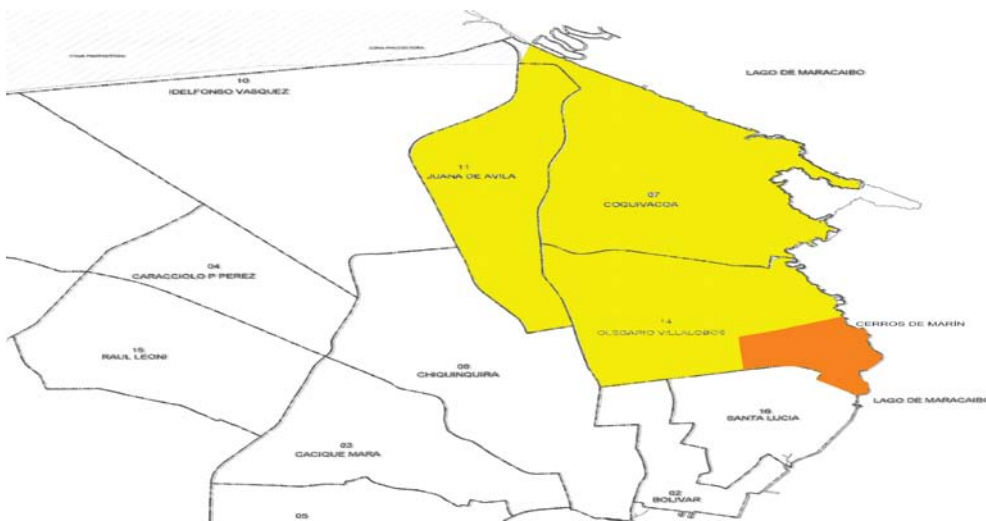
### **El Problema. Objetivo y Justificación**

El problema planteado en la investigación de la morfología del barrio Cerros de Marín de la Parroquia Olegario Villalobos de la ciudad de Maracaibo. El estudio se hizo bajo la óptica de la teoría fractal y los principios de sostenibilidad. La referencia es el Plan urbano y su Ordenanza de de Zonificación del Municipio Maracaibo (2014).

La morfología es la expresión física de los constructores populares. El énfasis en la forma urbana, no debe obviar investigaciones sobre aspectos tan importantes

como el social, económico, ecológico, político, técnico y cultural, que también inciden en el proceso.

Los fractales son parte de las ciencias complejas, la teoría del caos y la incertidumbre. Se representan mediante ecuaciones matemáticas sencillas que según Briggs (1992), son en esencia formulaciones simbólicas de la lógica humana, que traducen geoméricamente el comportamiento del hombre. La investigación se justifica por el intento de buscar métodos que enriquezcan la disciplina del urbanismo. El objetivo de esta investigación de la morfología barrial, permitirá develar patrones ocultos (nuevos códigos), en la distribución y proporción de los tamaños del barrio y su espacio público, que como contenedor principal de las áreas verdes y los equipamientos, será el garante de la sostenibilidad ambiental.



**Fig. Nº 1 Localización del barrio Cerros de Marín en la Parroquia Olegario Villalobos de la ciudad de Maracaibo. Estado Zulia. República Bolivariana de Venezuela.**

La Parroquia Olegario Villalobos está ubicada entre las parroquias Coquivacoa, Juana de Ávila, Santa Lucía, Bolívar y Chiquinquirá, constituye uno de los referentes de la centralidad urbana del Maracaibo de la modernidad.

**Pineda (2014).**

## Metodología

El método se basa en el razonamiento intuitivo global y en la experiencia. La investigación es descriptiva y analítica, siguiendo pautas fenomenológicas. Se combina teoría y práctica urbanística sostenible, con ecuaciones no lineales y geometría fractal. Las propiedades fractales utilizadas como referencia en la investigación de la realidad del barrio son: auto semejanza, capilaridad y adaptación de los tamaños urbanos al medio natural.

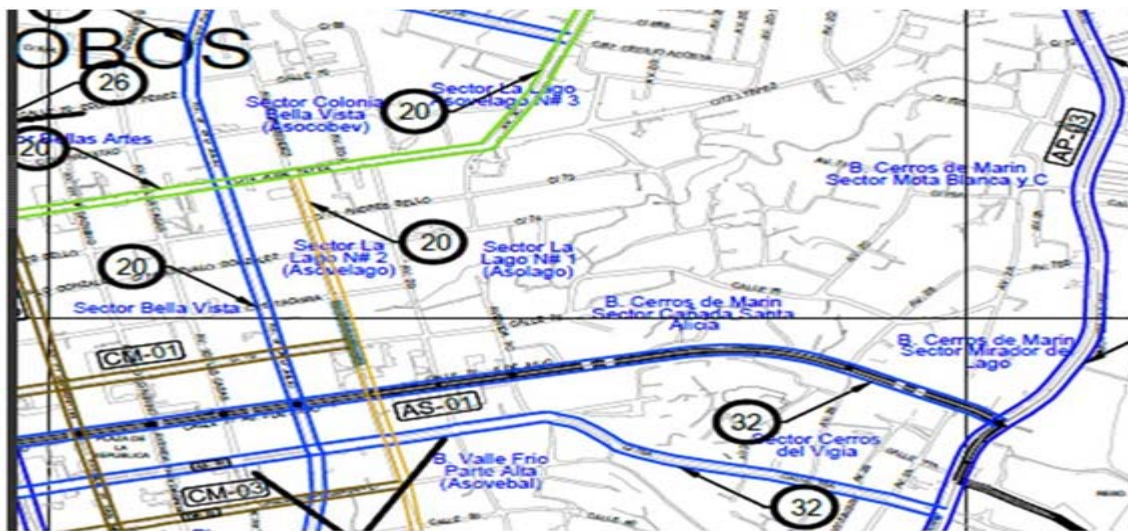
En el estudio de la morfología del barrio Cerros de Marín, se identifican, miden y jerarquizan los tamaños urbanos de mayor a menor siguiendo la teoría de la escala, para luego aplicar la ley de potencias (ecuación diferencial de dos variables) y se utilizan valores fraccionarios. Las secuencias obtenidas que representan matemáticamente un comportamiento fractal, fueron cotejadas con la medición y conteo in situ, a partir del tamaño del barrio, como unidad mayor, Luego proseguir con los sectores, manzanas y parcelas. Se devela la fractalidad al comprobar que la relación escalar teórica producto del cálculo, tiene coincidencia o aproximación por estadística, con el número de tamaños reales de sectores, manzanas y parcelas (para que exista aproximación, la diferencia entre el número de tamaños no debe ser mayor al 10% del número de tamaños mayor).

Otro indicio de comportamiento fractal, se percibe en la relación y ubicación de los tamaños con la topografía, los cursos de agua, la orientación de las manzanas y

parcelas, la cantidad de veredas peatonales (capilaridad), la vialidad y el espacio público.

### Evaluación morfológica del Barrio Cerros de Marín.

La morfología del Barrio Cerros de Marín consta de tres tamaños culturales. 1. El Lineal, representado por la vialidad y las veredas peatonales 2. El Superficial, que corresponde al área de sectores, manzanas y parcelas y, 3. El Volumétrico, expresado por las viviendas y otras edificaciones. En esta oportunidad la investigación abordó el segundo tamaño cultural: la dimensión superficie. Considerando además que el barrio presenta una morfología natural expresada por la topografía, los cursos de agua y la vegetación, que son elementos importantes a contemplar en aras de reafirmar la sostenibilidad ambiental.



**Fig. N° 2. Barrio Cerros de Marín. Ubicación de sectores, vialidad externa interna y veredas peatonales.**

Se observa en el plano y se corrobora en la visita al sitio, el contraste que presenta el discurso urbano de Cerros de Marín con el de su entorno occidental. La topografía juega un papel importante en la espacialidad y funcionalidad del barrio.

**Fuente: Edición digital. OMPU (2014)**



El estudio del plano y las fotos aéreas (Google Maps) y, la constatación posterior con las visitas y observación in situ, permite concluir lo siguiente:

El barrio se encuentra confinado entre la calle 72 por el norte, la calle 66 (5 de julio) por el sur; por el oeste la Av. Delicias y la Av. El Milagro por el este.

La calle 72, fue trazada por las petroleras con un doble propósito: (1) conectar los campamentos residenciales con el centro administrativo y, a su vez, (2) con los mini puertos que permitían el acceso y suministro de insumos a las instalaciones lago adentro. Así mismo, el amanzanado del sector La Lago, ubicado al oeste, es parte del ensanche urbano ocurrido en las primeras décadas del siglo XX.

Por el sur, la calle 66 (Av. 5 de julio), que hasta los años 70, concluía en el sector La Lago, fue prolongada hacia el este, para conectarla con la Av. El Milagro. Esta construcción dividió artificialmente el ámbito espacial de Cerros de Marín.

Se evidencian entonces tres discursos urbanos en cuanto a morfología y funcionamiento. 1. El ensanche urbano y su cuadrícula de manzanas cartesiana. 2. El ordenamiento pragmático e introspectivo del campamento petrolero y, 3. El conjunto de parcelas irregulares agrupadas en manzanas, tal cual racimos, y con apariencia desordenada, ocupando los bordes de las cañadas (cursos de agua) y las hondonadas.

La vialidad del barrio está conectada a tres ejes paralelos provenientes de la cuadrícula del sector La Lago N° 1 (ensanche) que prosiguen hacia el este, adaptándose a las depresiones topográficas. Se despliegan mediante una serie de ramales que cubren el territorio en su totalidad. La estructura morfológica vial y

peatonal es del tipo árbol. La red peatonal tiene una disposición casi capilar (condición de fractalidad), que facilita la conectividad perimetral y a lo interno, de los sectores, manzanas y parcelas.



**Fig. Nº 3. Los discursos urbanos y su expresión morfológica en Cerros de Marín.**

Se observa el encuentro entre la trama cartesiana de la urbanización planificada de la Lago (izquierda) y la trama espontánea del barrio, totalmente adaptada a la topografía y los cursos de agua. Obsérvese en la parte superior la Av. La Lago o calle 72, conectora entre el este y el oeste entre las funciones petroleras de la época.

**Pineda (2014)**

### **Identificación de fractalidad en los tamaños de los componentes morfológicos.**

Para identificar fractalidad en la distribución de los tamaños, Salingaros (2005), propone aplicar la ley de potencias, conociendo que una cantidad, tamaño y/o unidad, depende de una variable, que puede ser proporcional o inversa. En este

caso, por buscar patrones fractales, se utilizará una variable no entera y una potencia cuyo número sea fraccionario:

Al efecto, se propone lo siguiente:

“Según un tamaño urbano  $z$ , puede existir  $q$  unidades de tamaño  $z$ , donde  $q$  es inversamente proporcional a  $z$ ”

Para realizar la operación se asume como constante 1,5 (dimensión fractal), valor intermedio que surge del promedio entre 1 y 2.

El factor de escala escogido es  $1/3$  (número no entero).

Luego:

$T$  = Tamaño mayor;                     $z$  = tamaño promedio;     $d$  = dimensión fractal = 1,5

$f$  = factor escalar =  $1/3$ ;             $e$  = número entero que representa la escala.

$q$  = número de unidades;

Sustituyendo, tenemos que:  $q = 3^{(1,5).n}$

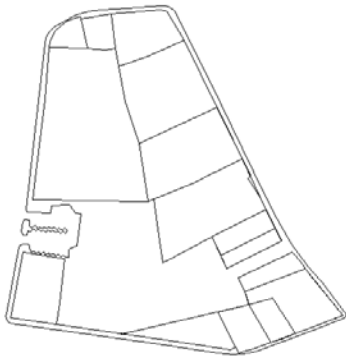
Si $e = 0$	$q_0 = 3^{(1,5).0} = 3^0 =$	<b>1,0000</b>	Barrio Cerros de Marín
$e = 1$	$q_1 = 3^{(1,5).1} = 3^{1,5} =$	<b>5,1961</b>	Sectores
$e = 2$	$q_2 = 3^{(1,5).2} = 3^3 =$	<b>27,0000</b>	Manzanas
$e = 3$	$q_3 = 3^{(1,5).3} = 3^{4,5} =$	<b>140,0000</b>	Espacio Público
$e = 4$	$q^4 = 3^{(1,5).4} = 3^6 =$	<b>729,0000</b>	Parcelas

Estos resultados teóricos representan la relación matemática entre el número de unidades de los diferentes tamaños que debe contener el barrio Cerros de Marín, siguiendo una secuencia escalar de tipo fractal.

El estudio de los planos, las fotos aéreas y, principalmente la visita al sitio, develan que en Cerros de Marín existen 6 sectores, que evidencian un desarrollo urbano espontáneo y utilitario, al ubicarse en aparente desorden, en los bordes de los cursos de agua (cañadas). Estos sectores a su vez, están conformados por manzanas irregulares, que contrastan con la ortogonalidad del ensanche al que se conectan funcionalmente. Las 29 manzanas contadas, están definidas en algunos casos, total o parcialmente por una vialidad vehicular/ peatonal, que se ramifica por sobre las hondonadas, cual ramas de un árbol. La traza es un diseño, que expresa las formas de organización semi-rural de baja densidad, con una trama abierta. El rancho o vivienda se orienta de la mejor manera posible, tomando en cuenta su relación con los árboles frutales (sombra) y el gallinero. La lectura de los planos del barrio con sus calles, manzanas y parcelas, no da indicio de la sensación que se obtiene al recorrer el sitio. A esto contribuyen los pronunciados desniveles en la topografía y que las calles principales, hoy asfaltadas, al relacionarse con los terrenos desocupados, producen ensanches y fugas del espacio que rompen la direccionalidad, tanto vertical como horizontal. Las veredas peatonales están dispuestas en ramales, como vasos capilares, entre las manzanas e inclusive entre parcelas.

Existen seis sectores tradicionales en Cerros de Marín: 1). La Lago N° 1 (Asolago); 2). La Lago N° 2 (Asovelago); 3) Cañada Santa Alicia; 4) Mota Blanca; 5) Mirador del Lago y 6). Cerros del Vigía (sector separado funcional y espacialmente por el trazado de la Av. 5 de Julio).

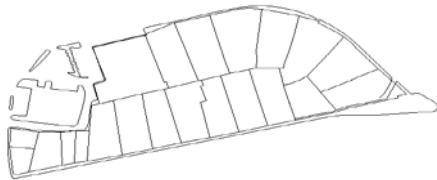
Las manzanas existentes (29) presentan variados tamaños, figuras y número de parcelas. El patrón que predomina para la ubicación y disposición de las manzanas, es su adaptación a la topografía y la reiterada violación a las áreas de protección de los cursos de agua (cañadas).



**Fig N° 4. Morfología de manzana del sector La Lago. Barrio Cerros de Marín.**

Se observa la primera deformación de la figura de la manzana tradicional que proviene de la retícula ortogonal producida por el ensanche de la ciudad .

**Fuente: OMPU. Alcaldía de Maracaibo (2014)**



**Fig. N° 5. Manzana del sector Mota Blanca. Barrio Cerros de Marín.**

La manzana experimenta transformaciones formales, consecuencia de su adaptación a la topografía y los cursos de agua (cañadas)

**Fuente: OMPU. Alcaldía de Maracaibo (2014)**



**Fig. N° 6. Manzanas del sector Cañada Sta. Alicia. Barrio Cerros de Marín.**

Barrio adentro, la morfología de las manzanas se acentúa en lo irregular de sus figuras y trazados, influenciada por las hondonadas y las cañadas o cursos de agua.

**Fuente: OMPU. Alcaldía de Maracaibo (2014)**

En los últimos 20 años se ha producido una ocupación gradual de familias con niveles de ingreso tipo A y B, de los terrenos ubicados en el perímetro norte y este del barrio. Se han construido edificaciones multifamiliares y otras instalaciones, constituyéndose en una especie de barrera o borde para el barrio.

En general, los parcelamientos en las manzanas, son variados e irregulares en cuanto a disposición, tamaño, proporción y cantidad. Se contabilizaron in situ 1071 parcelas ocupadas sin contar los terrenos abandonados.

De seguidas, se presenta el cuadro contentivo de las unidades morfológicas y, el cálculo con base a la ley de potencias, que devela una relación escalar típicamente fractal.

**Cuadro. N° 1 Comparación: resultados teóricos con mediciones**

Tamaños	Escala	Factor	Unidades s/cálculo	Unidades in situ
Barrio	0	1/3	1	1
Sectores	1	1/3	5	6
Manzanas	2	1/3	27	29
Espacio Público	3	1/3	140	
Parcelas	4	1/3	729	1071

**Fuente: Elaboración propia. (2014).**

Nota: Se puede observar en el cuadro, un componente morfológico muy importante (espacio público) que in situ no destaca y ocupa áreas residuales. La incorporación de este tamaño en la estructura morfológica del barrio, es necesaria por varias razones: (1) facilita alternativas de diseño urbano y arquitectónico (2) controla la escala de las manzanas (3) acentúa la capilaridad entre los tamaños urbanos (4) resalta las áreas verdes nucleadas ubicadas en manzanas y parcelas; además de las lineales dispuestas a lo largo de las cañadas y la vialidad. Esta disposición de estructurar el espacio público, se considera un aporte importante para afianzar y facilitar la sostenibilidad ambiental del barrio.

## Conclusiones

Cerros de Marín, está ubicado en el polígono consolidación de barrios del Plan Urbano de Maracaibo (2014), por consiguiente, es sujeto de estudio especial por considerarse urbanísticamente deprimido pero, con un gran potencial de desarrollo, por su localización estratégica dentro de la geografía urbana.

La superficie de los desarrollos espontáneos en Olegario Villalobos según Pineda (2009) es de 540 Ha. El área del barrio Cerros de Marín representa el 35% de este tamaño con 189 Ha.

Al comparar los resultados teóricos de aplicar la ecuación de distribución de los tamaños, con el número de unidades contabilizadas en el plano y corroboradas en sitio, se observó lo siguiente:

El número de sectores (6) reconocidos en sitio, se aproxima al resultado del cálculo (5). Por tanto, la relación entre el tamaño del barrio (1) y su número de sectores (6) es fractal..

El número de manzanas in situ (29), está en condiciones de aproximación en relación al resultado del cálculo que es de 27, lo que indica relación fractal.

En cuanto al tamaño espacio público, incorporado a la estructura morfológica del barrio según el resultado del modelo matemático, es importante incluirlo para el incremento de la sostenibilidad y calidad ambiental del barrio.

En cuanto a la cantidad de parcelas que resulta de la aplicación del modelo matemático (729), al cotejarla con las parcelas contadas in situ (1071), no expresa fractalidad.

### **Recomendaciones**

POBLACIÓN: Asumiendo que la mayoría de las parcelas contiene una vivienda/familia y estableciendo un promedio de 5 personas/familia/ vivienda; su relación con el número de parcelas existente (1071), resulta en una población estimada en 5.355 personas. Esta población asentada en 189 Ha representa una densidad bruta de: 28,333 Pers/Ha. Densidad baja según lo pautado en la Ordenanza de Zonificación del Municipio Maracaibo (2014) que es de 250 Pers/Ha.

Es necesario plantear un uso más intenso del terreno en cuanto a la ocupación poblacional. Ahora bien, ¿Cuánta población según la Ordenanza, sería necesario ubicar en la unidad barrio (Cerros de Marín), cuya superficie estimada es de 189 Ha?



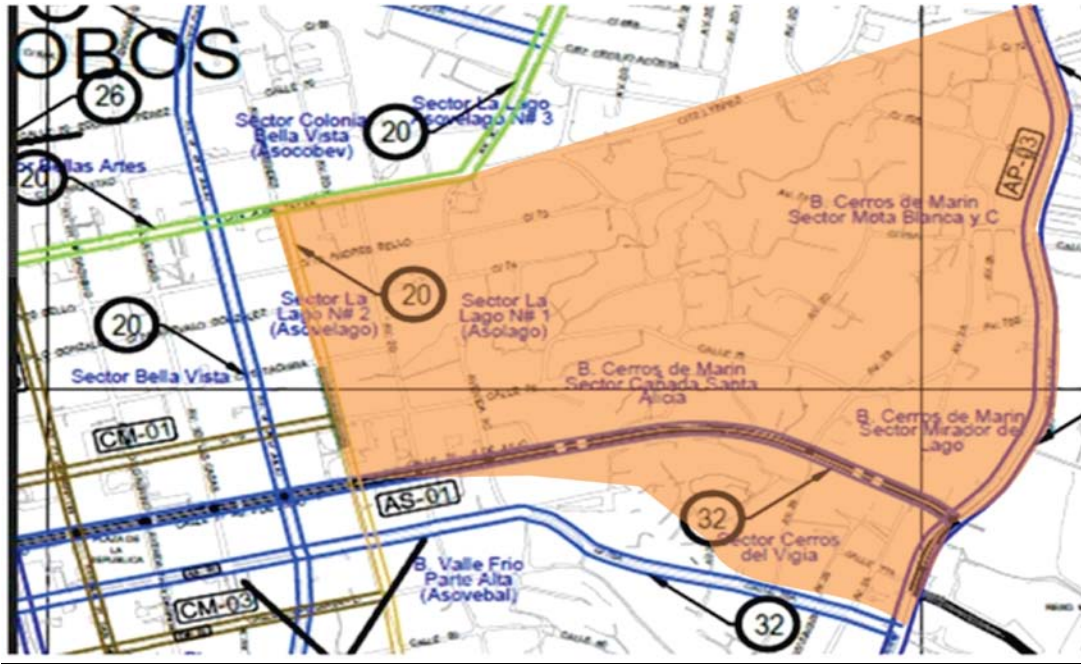
Se produce entonces la siguiente relación, si en 1 Ha se ubican 250 personas,  
¿Cuántas personas se establecen en 189 Ha?

Luego  $189 \text{ Ha} \times 250 \text{ personas/Ha} = \mathbf{47.250 \text{ personas}}$ .

En consecuencia, se recomienda elevar la población del barrio a 47.250 personas para lograr el tope establecido por la Ordenanza de Zonificación (2014).

VIALIDAD: En cuanto a la vialidad, se recomienda mantener la estructura morfológica del tipo árbol. Replantear los perfiles según lo previsto en la Ordenanza, y así, jerarquizar la estructura vial y su relación con los sectores y su espacio público. Las manzanas deben estar definidas por la vialidad. Estos anillos facilitarán las relaciones desde el interior de las manzanas con los equipamientos importantes ubicados en el tamaño espacio público.

Las veredas entre manzanas, áreas verdes, equipamientos y estacionamientos, deben incrementarse para interconectar el territorio; reforzando la red de veredas existente. Los espacios verdes a proponer, además de cumplir con la distribución de los tamaños, deben contar con las conexiones peatonales para formar una red.

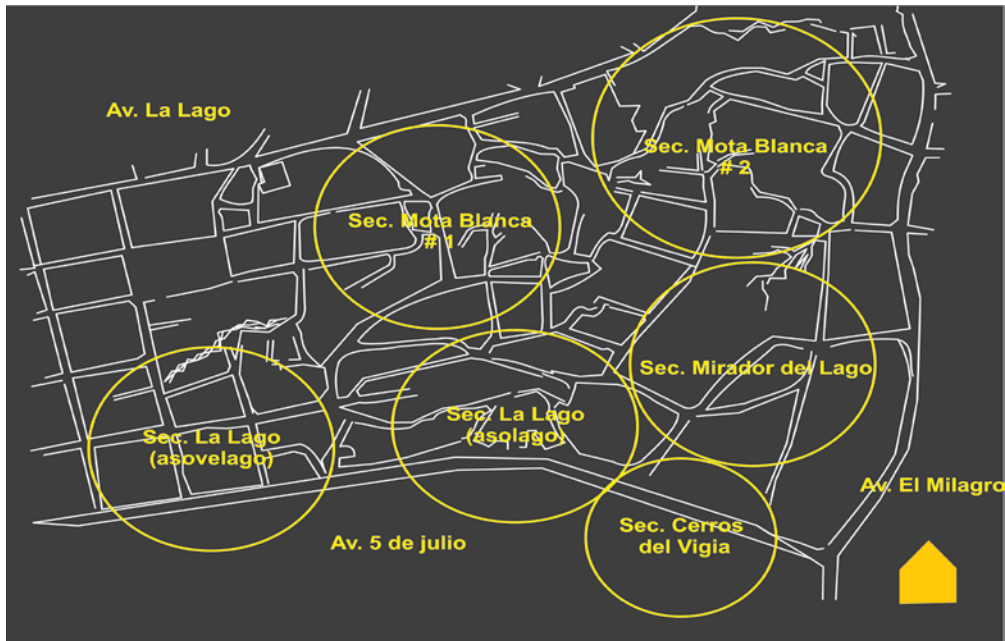


**Fig. 7. Vialidad externa e interna y veredas. Barrio Cerros de Marín.**

La morfología vial y peatonal debe conservarse por su manifiesta capilaridad y, en concordancia con las ordenanzas. Respeto por las áreas verdes, bordes de las cañadas y preponderancia del espacio público, como asientos espaciales para la sostenibilidad ambiental.

**Fuente: Alcaldía de Maracaibo. Plano Digital. OMPU 2014**

SECTORES: Se recomienda mantener el número de unidades (6) que existen en el barrio por (1) respeto a la tradición, (2) mantener el sentido de pertenencia de los vecinos, (3) en aras de preservar la escala y (4) propiciar el control de la sostenibilidad. Además, esa cantidad de unidades sectoriales es fractal por ser producto de la serie escalar que arrojó la aplicación del modelo matemático



**Figura N° 8 Esquema de los seis sectores existentes en Cerros de Marín**  
El número de tamaños de los sectores establecidos guardan relación fractal.  
**Fuente: Alcaldía de Maracaibo. OMPU 2014 y Pineda (2014).**

MANZANAS: La cantidad de manzanas que devela la observación y conteo in situ (29) indica fractalidad y, por tanto, se recomienda mantener en cualquier intervención o cirugía urbanística a realizar en el barrio.

Para calcular el área a proponer, en una posible reformulación de las 29 manzanas obtenidas de la medición in situ, se deduce del área bruta del barrio (189 Ha), el área necesaria para el espacio público: equipamientos, vialidad, áreas verdes. Esta previsión es el mínimo estipulado por las normas urbanas y la experiencia, lo que garantizaría la sostenibilidad ambiental y la calidad de vida urbana de los vecinos. Estas áreas según los indicadores urbanos establecidos en el Art.315 de la Ordenanza de Zonificación (2014) son las siguientes: Áreas verdes

y parques, áreas verdes de protección para las cañadas. Áreas para deportes. Educación Preescolar. Educación Básica. Educación Diversificada. Áreas Culturales y Establecimientos médico-asistenciales.

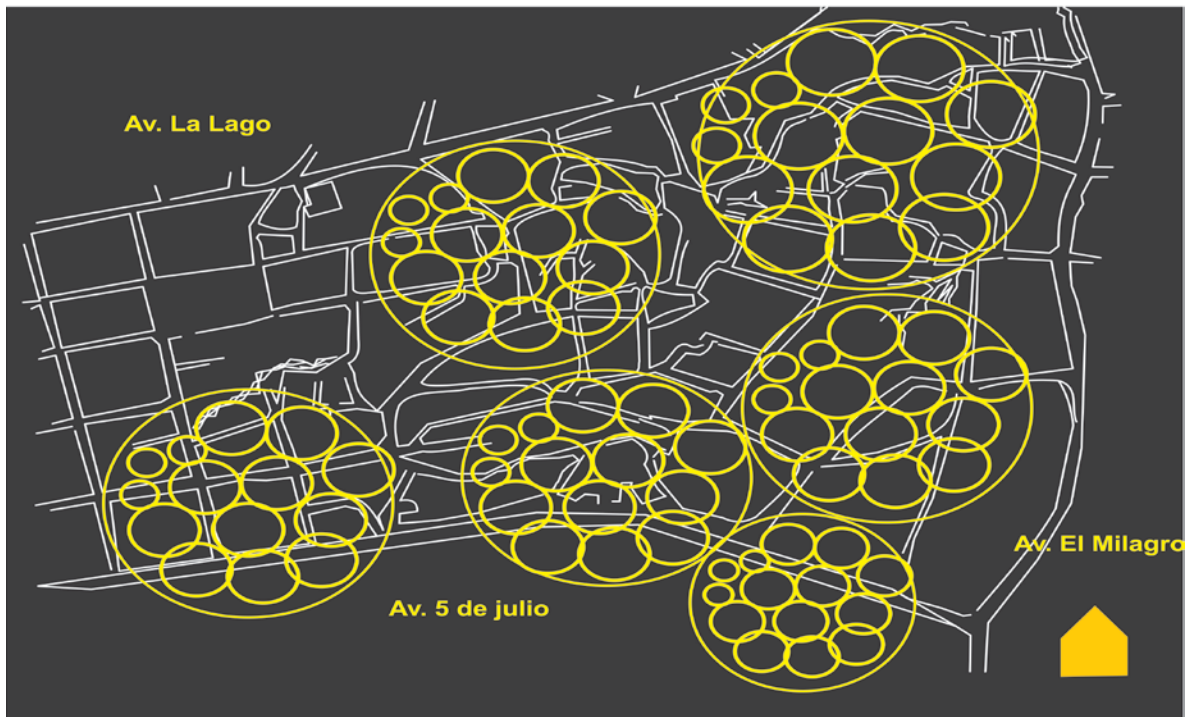
Al sumar las áreas obtenidas de estos indicadores, el total requerido para los equipamientos urbanos, zonas verdes y vialidad es de: 725.062,5 M<sup>2</sup>

Entonces el área neta que necesitará el total de manzanas contenidas en los 6 sectores es de:  $1.890.000 \text{ M}^2 - 725.062,5 \text{ M}^2 = 1.164.937,5 \text{ M}^2$

Cada manzana tendría una superficie de:  $1.164.937,5 \text{ M}^2 / 29 = 40.170,259 \text{ M}^2$

Además, existe la alternativa de organizar las manzanas con grupos de viviendas dispuestos de diferentes maneras para lograr una óptima relación con los tamaños espacio público. Esta versatilidad de propuestas de diseño urbano, estará en función del factor escalar que se aplique a la superficie de la manzana (40.170,259 M<sup>2</sup>). Por ejemplo, si se aplica el factor escalar  $\frac{1}{4}$ , se obtendrían grupos de viviendas ocupando áreas de 10.000 M<sup>2</sup> cada uno. En todo caso, aplicando otros factores escalares, se lograrían otras secuencias de mayor a menor en los tamaños de los grupos de viviendas por manzana.

Un tamaño (área) de 4 Ha/manzana representa morfológicamente lo que en urbanística se conoce como macro manzana. La macro manzana facilita la organización de múltiples grupos de viviendas, debidamente interconectadas por una red peatonal de característica capilar, que permitirá optimizar los aspectos funcionales, arquitectónicos y ecológicos del conjunto.



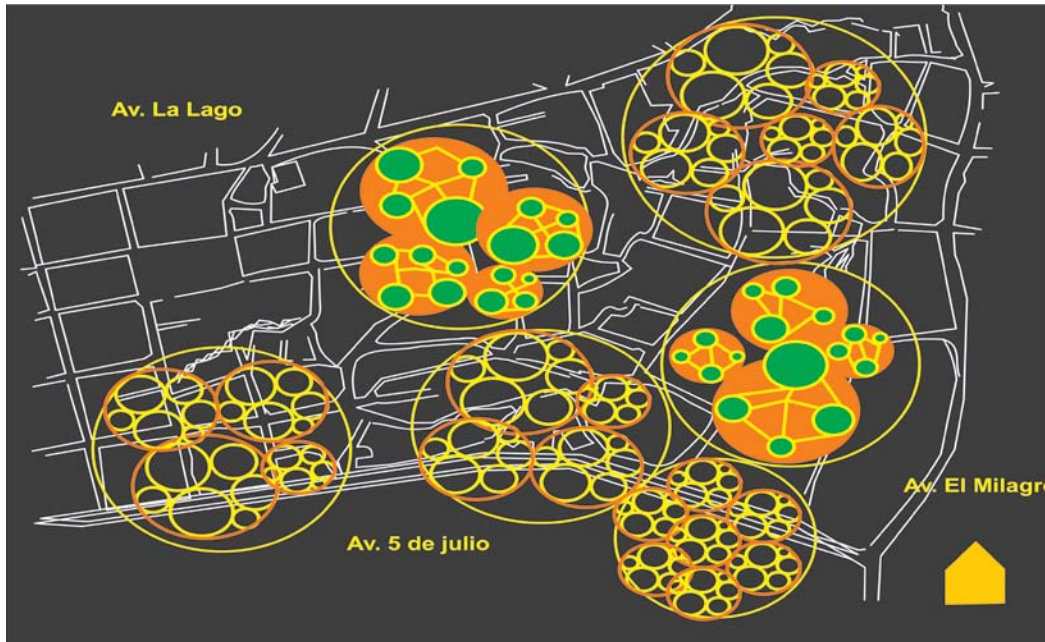
**Figura N° 9. Esquema teórico de las Manzanas dentro de los Sectores.**

Se observa la disposición de los sectores y la su interior la distribución teórica de las manzanas mediante diagramas de Venn.

**Fuente: Pineda. 2014**

ESPACIO PÚBLICO: En la secuencia escalar develada con el modelo matemático y que se refleja en el Cuadro N° 1, aparecen 140 tamaños de espacio público, a repartir en 29 manzanas. De esta manera las viviendas contarán con servicios y equipamientos, áreas verdes y veredas. No obstante, los grupos de manzanas no tienen porque contener igual cantidad de unidades espacios públicos, ni éstos poseer igual área, por depender esta variable del tipo y rango de servicio, de acuerdo a la cantidad poblacional que debe atender o servir.

En una posible intervención del barrio, se recomienda incluir en la estructura morfológica los (140) tamaños de espacio público.



**Figura Nº 10. Esquema teórico del tamaño espacio público entre las manzanas y las parcelas.**

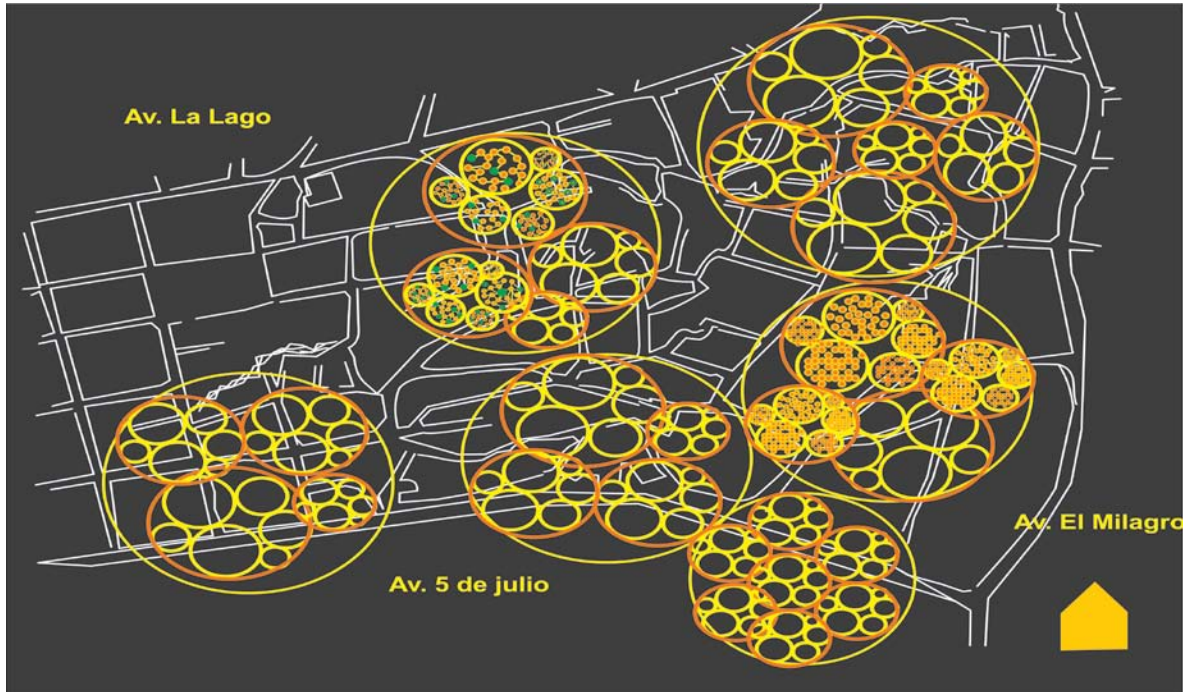
El diagrama de Venn muestra como se comporta la secuencia escalar entre los diferentes tamaños: sectores, manzanas y espacio público, planteando la auto semejanza para lograr en futuros diseños la cobertura completa del territorio barrial.

**Fuente: Pineda. 2014**

PARCELAS: El número de parcelas (1071) no se corresponde con la relación escalar que el modelo matemático indica. Pero además, la población del barrio (5.355) y la densidad que origina (28,333 Pers/Ha) está por debajo de lo propuesto por el Plan Urbano y su Ordenanza que prevé una población de 47.250 personas y una densidad de (250 pers/Ha). Por consiguiente, es la oportunidad de plantear una reorganización de parcelas con base a viviendas bifamiliares

apareadas siguiendo lo pautado por la Ordenanza de Zonificación (2014). Entonces, conociendo que la relación escalar arroja un total de 729 parcelas, que pueden ser reajustadas a 736 por aproximación, se recomienda manejar esta cantidad en una propuesta. Es aconsejable que la parcela tipo tenga 480 M<sup>2</sup> (cuatro veces el área mínima de la parcela para la vivienda unifamiliar) y contenga (4) viviendas bifamiliares apareadas.

Ahora bien, siendo el área neta de la manzana 40.170,259 M<sup>2</sup>, se estima entonces que cada una puede contener:  $40.170,259\text{M}^2/480\text{M}^2 = 83,6$  parcelas, a proponer siguiendo condiciones de orientación, topografía, vegetación y cursos de agua. En el caso de reorganizarse la manzana en 4 grupos (conjuntos de viviendas), cada uno podría contener aproximadamente 20 parcelas. No obstante, el planificador tiene alternativas en cuanto a la cantidad de conjuntos, y manera de agruparlos, dependiendo de la variable fraccionaria que utilice:  $\frac{1}{2}$ ;  $\frac{1}{3}$ ;  $\frac{1}{4}$ ;  $\frac{1}{5}$ ....



**Figura N° 10. Esquema del tamaño parcela dentro de la estructura barrial.**

El diagrama de Venn muestra las posibilidades de ubicación de las parcelas en los sectores y manzanas del barrio Cerros de Marín. Resalta la condición de célula o unidad básica de la parcela dentro del tejido urbano del barrio.

**Fuente: Pineda. 2014**

Con este planteamiento, se propone una estructura urbana barrial donde lo morfológico cumple con la ley para distribuir los tamaños, de acuerdo a los postulados fractales. Salingaros (2005); además de lograr una relación escalar de mayor a menor según Eames (1982) El espacio público se incrementa, con la incorporación de las cañadas a las áreas verdes. Además, la ubicación de estas áreas será estructural y no residual, como es la práctica en la disciplina urbana. Se resalta de esta manera la belleza del paisaje urbano y lo que pueda ser abarcado por la vista. El tratamiento de la morfología permitirá delimitar el espacio, adaptándolo a la escala del hombre y sus necesidades.



## Referencias Bibliográficas

- BRIGGS, John. (1992). Fractals: The pattern of chaos. New York: Simon & Schuster.
- EAMES, Charles, (1982) Potencias de diez. Scientifican American
- MAHIQUES, Myriam. (2007). Propuesta de medición fractal. 5ta Conferencia internacional de Matemáticas y Diseño. Blumenan. Brasil.
- MAHIQUES, Myriam. (2013). Morfología urbana y diseño fractal. Avances en la inclusión del paisaje urbano. VII Conferencia Internacional MA y DI. FAU Tucumán. Argentina.
- ORDENANZA DE ZONIFICACION MUNICIPIO MARACAIBO.(2014)
- OMPU. Oficina Municipal de Planeamiento Urbano. Alcaldía de Maracaibo.
- PINEDA PAZ, Eduardo. (2009). Tesis Doctoral: Plan urbano, morfología y fractales. Universidad del Zulia
- SPINADEL Vera W. De, PERERA Jorge G., PERERA Jorge H. Geometría Fractal. (2007) Nueva Librería S.R.L. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- MOISSET, Inés. (1998). Complejidad, fractales, arquitectura. Revista de Arquitectura.
- SALINGAROS, Nikos. (2005). Principios de Estructura Urbana. Conectando la ciudad Fractal. Universidad de Texas. Texas.