



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DEL CARIBE

AS&D

REVISTA ARTE & DISEÑO

A&D

ARTE & DISEÑO

Julio - Diciembre de 2019 Vol. 17 # 2

ISSN 1692 - 8555 • ISSN ON LINE 2665 - 4822 (ONLINE)

FACULTAD DE ARQUITECTURA, ARTE Y DISEÑO
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE

RECTOR

Dr. Mauricio Javier Molineras Cañavera

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dr. Emilio Armando Zapata

Colectivos de investigación que apoyan:

Grupo Arquitectura bioclimática Col0042407, Categoría A
Grupo Ecodesarrollo Col0084612, Categoría A
Grupo Ellipsis Col0114963, Categoría AI
Grupo Fibra Interior Col0015615, Categoría A.

EDITOR

Freddy A. Santiago Molina

Arquitecto, Especialista en Gestión Ambiental Urbana,
Magíster en Planificación y Administración del Desarrollo
Regional.

COMITÉ EDITORIAL

Emilia Velásquez Velasco

Decana de la Facultad de Arquitectura Arte y Diseño,
Universidad Autónoma del Caribe, Colombia.

Alfredo Arrieta Príncipe

Director del Programa de Arquitectura,
Universidad Autónoma del Caribe, Colombia.

Heidy Paola Santander Acosta

Directora del Programa de Diseño Gráfico,
Universidad Autónoma del Caribe.

Astrid Mora

Programa de Diseño de Modas,
Universidad Autónoma del Caribe.

Elda Ramírez

Programa Diseño de Espacios,
Universidad Autónoma del Caribe.

Ketty Miranda

Programa de Diseño Gráfico,
Universidad Autónoma del Caribe.

COMITÉ CIENTÍFICO

Luis Carlos Sandoval Herazo (México).

Ph.D. en Desarrollo Regional Sustentable y en Ingeniería.
Coordinador del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería
del Tecnológico Nacional de México Campus Misantla,
Veracruz, México. Miembro del CONACYT México.

Katarzyna Dembiczy (Polonia).

Ph.D. en Geografía. Post-doctorado en Ciencias Políticas.
Profesora de la Universidad de Varsovia. Instituto de
Estudios Ibéricos e Iberoamericanos

Marcio Silva Borges (Brasil).

Ph.D. en Ciencia, Tecnología e Innovación en la Agricultura.
Post-Doctorado en Administración de Empresas y Gestión
Económica de los Recursos Naturales. Profesor de la
Universidad Federal Rural de Rio de Janeiro. Miembro
de la Red Internacional en Tecnología, Innovación,
Competitividad y Sostenibilidad.

• **Euclides Deago** (Panamá).

Ph.D. en Ciencias de la Ingeniería. Profesor de la Universidad
Tecnológica de Panamá. Investigador del Centro de
Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas de la UTP.

Adalberto Noyola Robles (México).

Ph.D. en Ingeniería del Tratamiento de aguas residuales.
Investigador titular en el Instituto de Ingeniería de la
UNAM y miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Mónica Cuvelier García (México).

Magíster en Diseño Holístico. Docente Investigadora de la
Universidad Autónoma de Cd. Juárez.

Fabio Eduardo Ares (Argentina).

Diseñador en Comunicación Visual. Candidato a Doctor,
Universidad Nacional de La Plata.
Profesor de la Universidad Nacional de La Plata.

Clara Inés Caro Caro (Colombia).

Ph.D. en Ciencias Agrarias. Profesora de la Universidad de
los Llanos. Investigadora Grupo de Investigación GIGAS
y del Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia
Colombiana, ICAOC.

Jhon Ferial Díaz (Colombia).

Magíster en Ciencias Ambientales.
Profesor Universidad de Sucre.

Martha I. Zapata Márquez (Colombia).

Ph.D. Profesora Investigadora.
Facultad de Arquitectura Arte y Diseño, Universidad
Autónoma del Caribe, Colombia.

Juan Pablo Rodríguez Miranda (Colombia).

Ph.D. Profesor Titular. Facultad del Medio Ambiente y
Recursos Naturales, Director Grupo de Investigación
Aquaformat, Universidad Distrital de Bogotá.

Mauricio Andrés Ruiz Ochoa (Colombia).

Ph.D. Profesor Unidades Tecnológicas de Santander.

Dora Luz Gómez Aguilar (Colombia).

Ph.D. Profesora Universidad Pedagógica Nacional.

Hernando Castro Garzón (Colombia).

Ph.D. Administrador de empresas. Magíster en Gestión
Ambiental Sostenible. Doctor en Desarrollo Sostenible.
Director del Centro de Investigaciones de la Facultad de
Ciencias Económicas, Universidad de los Llanos.

Juan Carlos Hernández Criado (Colombia).

Ph.D. Profesor Universidad Francisco de Paula Santander
(Sede Ocaña).

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Carlos Colonna Ortega

DISTRIBUCIÓN Y CANJE

Biblioteca Universidad Autónoma del Caribe.

Calle 90 No. 46 - 112 • PBX: 3671000

fredy.santiago@uac.edu.co • <http://www.uac.edu.co>

La revista **ARTE & DISEÑO**, es una publicación científica,
artística y tecnológica de la Facultad de Arquitectura,
Arte y Diseño de la Universidad Autónoma del Caribe de
Barranquilla.

El propósito de la revista **ARTE & DISEÑO** apunta a
incentivar la divulgación de artículos de investi- gación
y desarrollo en las diferentes disciplinas asociadas
al diseño, la comunicación visual, la arquitectura, el
urbanismo y el medio ambiente.

La revista **ARTE & DISEÑO** con periodicidad semestral,
se dirige a docentes, investigadores, estudiantes y
demás personas que se interesan por el avance del
conocimiento científico en las disciplinas mencionadas.

Todas las contribuciones serán revisadas de acuerdo
a las normas nacionales científicas de la revista. Las
contribuciones deberán remitirse al correo electrónico
fredy.santiago@uac.edu.co

Los contenidos, fotografías, imágenes y/o gráficos
incluidos en los artículos son de exclusiva responsabilidad
de los autores y, en ningún caso, de la Revista **ARTE &
DISEÑO** o de la Universidad Autónoma del Caribe.



UNIVERSIDAD
**AUTÓNOMA
DEL CARIBE**
Barranquilla, Atlántico

EDITORIAL

Con la edición II-2019 de la Revista *Arte & Diseño* que estamos presentando, queremos destacar el esfuerzo y participación de los estudiantes y los docentes de la Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño de la Universidad Autónoma del Caribe: participación que aspiramos a multiplicar en las próximas ediciones, porque tenemos la certeza de que existe el material y la voluntad para que, individualmente y/o a través de los grupos de investigación de cada uno de los programas, educandos y educadores divulguen sus trabajos en la revista de todos, *Arte & Diseño*. En esta edición, todos los artículos son colaboraciones de nuestros docentes, alumnos y exalumnos.

Continuamos con la marca de diversidad y multidisciplinariedad que le queremos imprimir a *Arte & Diseño* sin salirnos de las líneas del conocimiento de las expresiones del saber que brinda nuestra Facultad: la edición II-2019 de nuestra revista recoge cuatro artículos que incluyen la exploración de los colores del Caribe colombiano, la exploración de los *softwares* en el diseño arquitectónico, la utilización del método de diseño bioclimático en la arquitectura y la exploración de un instrumento de financiación del desarrollo urbano.

Continuando con las líneas temáticas de su proyecto de investigación “*El Caribe y sus Colores*” dentro del Grupo de Investigación *Ellipsis* -coordinado por la profesora Ketty Miranda- las estudiantes Juliana Donado Gutiérrez y Neida Gonzalez Terán del Programa de Diseño Gráfico de la Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño de la Universidad Autónoma del Caribe nos presentan el primer artículo de esta edición, ***El color de las Aves del Caribe Colombiano***. En este trabajo y a partir de la diversidad cromática de la biodiversidad de la avifauna de nuestra región Caribe, las autoras buscan “contribuir a la preservación y creación de un sentido de pertenencia e identidad local a través de un banco de información cromática correspondiente a la categoría de aves endémicas de esta región”, con lo cual dejan abierta una nueva línea de investigación alrededor de las características del color de nuestras aves caribeñas y buscando dar una -o varias- respuestas a la manera en que los colores de las aves endémicas del Caribe colombiano se vuelven determinantes para nuestra identidad cultural.

Las arquitectas Anabellys Beatriz Gutiérrez Rosado y Shirley María Redondo Vargas -graduandas de la promoción II-2022 de nuestra Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño- presentaron antes de graduarse la versión inicial del que hoy entregamos como segundo artículo de esta edición, ***Importancia del Render y los Softwares de Arquitectura como Herramientas para el Mercadeo de Inmuebles***, en el cual desarrollan una novedosa visión sobre la importancia de estas herramientas tecnológicas en el trabajo de diseño arquitectónico para lograr una visualización “más realista e interactiva [de] los proyectos” para influir positivamente en la decisión de los compradores de inmuebles.

En el tercer artículo de la presente edición, el profesor Alain Jesús Jacir Eljadue del Programa de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño de nuestra Autónoma del Caribe continúa profundizando en sus trabajos de investigación en Bioclimática y nos presenta el trabajo ***Clasificación Climática en el Diseño Arquitectónico: Estudio de Caso de Clima Cálido Húmedo para Barranquilla, Colombia*** en el que sintetiza y referencia los sistemas de clasificación climática desde los griegos hasta la actualidad para, posteriormente, proponer un ejercicio de clasificación climática de la ciudad de Barranquilla y, a partir de ésta, concluir con una serie de reflexiones alrededor de estrategias de diseño bioclimático.

Cerramos esta edición II-2019 con un **Artículo del Editor** titulado ***Propuesta de un Modelo para la Distribución de la Contribución de Valorización por Beneficio General***, el cual es el resultado de varios años de investigación e intentos de aplicación y desarrollo de este importante instrumento de financiamiento del desarrollo urbano: la

contribución de valorización aplicada a ciudades enteras o a amplias áreas de éstas, lo que le da su connotación de “beneficio general”. En este artículo se sintetiza la propuesta de un modelo de cálculo diferente de los tradicionalmente utilizados para la distribución -o *derrame*- de la contribución de valorización a partir de una visión de ciudad desde la teoría de los sistemas, de sólidos desarrollos jurídicos de las Altas Cortes sobre el concepto del *beneficio general* y de los modelos de interacción utilizados en la planificación urbana desde mediados del siglo XX.

Reiteramos que el aporte de profesores y estudiantes, a través de sus Grupos y Semilleros de Investigación, es fundamental para continuar tras la búsqueda de la excelencia académica que debe reflejar nuestra Revista *Arte & Diseño* y prueba de ello son los trabajos que han hecho posible la presente edición II-2019 de nuestra revista. Aportes como estos, que contribuyen a expandir nuestra presencia en el paisaje de las publicaciones científicas donde *Arte & Diseño* se debe destacar cada vez con más énfasis como el órgano de divulgación de las diversas expresiones de las artes de la comunicación visual y gráfica; las expresiones del vestido interpretadas científicamente; el diseño de la interioridad arquitectónica; y las disciplinas que crean las condiciones de habitabilidad en el proceso de transformación sostenible del territorio, saberes que le dan forma a la misión de nuestra Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño.

Freddy A. Santiago Molina
Editor

CONTENIDO

EDITORIAL

Freddy A. Santiago Molina

3

EL COLOR DE LAS AVES DEL CARIBE COLOMBIANO

Juliana Donado Gutiérrez y Neida Gonzalez Terán

6

IMPORTANCIA DEL RENDER Y LOS SOFTWARES DE ARQUITECTURA COMO HERRAMIENTAS PARA EL MERCADEO DE INMUEBLES

Anabellys Beatriz Gutiérrez Rosado y
Shirley María Redondo Vargas

17

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA EN EL DISEÑO AR- QUITECTÓNICO: ESTUDIO DE CASO DE CLIMA CÁLIDO HÚMEDO PARA BARRANQUILLA, CO- LOMBIA

Alain Jesús Jacir Eljadue

28

ARTÍCULO DEL EDITOR: PROPUESTA DE UN MODELO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA CON- TRIBUCIÓN DE VALORIZACIÓN POR BENEFICIO GENERAL

Fredy A. Santiago Molina

37

EL COLOR DE LAS AVES DEL CARIBE COLOMBIANO

JULIANA DONADO GUTIÉRREZ Y NEIDA GONZALEZ TERÁN¹

Universidad Autónoma del Caribe

Recibido: 10 de diciembre de 2023 / Aprobado: 17 de mayo de 2023

Publicado: septiembre de 2023

RESUMEN

El avistamiento de aves es una actividad centrada en la contemplación y el estudio de las aves silvestres, y el Caribe colombiano posee una diversidad de especies de aves endémicas. En este artículo no se pretende otorgar una acepción rotunda del comportamiento del color en las aves del Caribe colombiano sino contribuir a la preservación y creación de un sentido de pertenencia e identidad local a través de un banco de información cromática correspondiente a la categoría de aves endémicas de esta región; particularmente, se pretende determinar la paleta cromática presente en las aves estudiadas. Se considera pertinente investigar sobre los aspectos que caracterizan el color de estas aves, planteando posibles respuestas al siguiente interrogante: ¿De qué manera los colores de las aves endémicas guardan relación con la identidad cultural del Caribe colombiano?

Palabras clave: *Color, Aves Endémicas, Caribe colombiano, Identidad, Diseño Gráfico.*

ABSTRACT

Bird watching is an activity focused on the contemplation and study of wild birds, and Colombian Caribbean region has a diversity of endemic bird species. This article does not intend to provide a definitive understanding of color behavior in Caribbean Colombian birds, but rather to contribute to preservation and creation of a sense of belonging and local identity through a chromatic information bank corresponding to endemic birds category in Caribbean region. Specifically, we aim to determine a color palette in birds we studied. It is considered pertinent to investigate the aspects that characterize color in watched birds and to propose answers to question: How do endemic birds colors relate to Colombian Caribbean cultural identity?

Keywords: *Color, Endemic Birds, Colombian Caribbean, Identity, Graphic Design*

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Sistema de Información sobre Biodiversidad (2020), Colombia es el país con la mayor biodiversidad de especies de aves en el mundo, con un total de 1.921 especies confirmadas. Según el biólogo Carlos Villa De León (2021), director de proyectos de la Asociación de Observadores de Aves de Santa Marta y el Caribe, el departamento del Magdalena cuenta con 662 especies de aves que poseen una variedad inmensa de colores, haciendo a cada una de estas aves únicas y particulares; el mismo biólogo Carlos Villa De León (2021), asegura que Santa Marta, ciudad capital del departamento, alberga 202, de las cuales 29 son exclusivas de este territorio. La fauna del Caribe colombiano es realmente extensa y, en ella, las aves tienen un papel fundamental y se convierten en parte esencial de la identidad caribe.

El avistamiento de aves en ciudades como Santa Marta y en otras del Caribe colombiano adquiere cada vez más importancia y relevancia: es común la actividad de fotografiar aves desde lugares como el Cerro Kennedy, las Ti-

¹ Estudiantes del Programa de Diseño Gráfico de la Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño. Miembros del Grupo de Investigación *Ellipsis* juliana.donado1@uac.edu.co y neida.gonzalez@uac.edu.co

najas o Minca, lugares emblemáticos de los alrededores de la capital magdalenense. Esta actividad ha permitido ver de manera más clara los vivos colores de algunas especies endémicas y residentes, que se encuentran en el ecosistema que ofrece Santa Marta y el Caribe en sus bosques con paisajes llenos de biodiversidad.

En el *Gran Libro del Color*, Varley, H. (1982) afirma que “El color de un animal tiene una importancia vital para la búsqueda de alimento, para protegerlo de los depredadores y para su comportamiento reproductor” (pp. 28), de esta afirmación no se exceptúan las aves, ya que su plumaje varía dependiendo de diversos factores como la ubicación o los períodos de cortejo, entre otros.

Según el portal de divulgación *OpenMind*, la comunidad del conocimiento de BBVA, en el artículo *El secreto del colorido plumaje de las aves*, Barral, M. (2018), acerca del plumaje de las aves se determinó que los colores de las plumas no son 100% resultado de su genética, su coloración también varía de manera notable teniendo en cuenta los carotenoides que se encuentren en su dieta.

Entre los aspectos temáticos del proyecto de investigación *El Caribe y sus Colores* (Grupo de investigación ELLIPSIS, 2023) se desarrolló *El Color de las Aves del Caribe Colombiano*, en el que se busca extraer una paleta cromática de la variedad de colores presentes en el plumaje de las aves observadas en la región Caribe de Colombia, la cual se convierte en una herramienta para la identificación y el reconocimiento de las características y particularidades de cada una de las especies de aves estudiadas, así como una herramienta que aporta al estudio de la identidad Caribe.

Esta investigación se realizó mediante la aplicación de diversas técnicas e instrumentos, entre otros: entrevistas a expertos, búsqueda de referencias bibliográficas, diario de campo, pixelación de imágenes y cuadros de color.

El objetivo de esta investigación es el reconocimiento de las características de la diversidad biológica de aves rurales y urbanas del neotrópico seleccionadas a partir de los valores cromáticos que, generando paletas de color extraídas de la naturaleza, garantizan la conservación natural, cultural e identitaria de las especies de aves endémicas y residentes del Caribe colombiano.

Este componente de la investigación, se estructuró metodológicamente iniciando con la selección de las especies de aves endémicas y residentes en el ámbito de la Sierra Nevada de Santa Marta y al interior del suelo urbano de Santa Marta como muestra significativa de las ciudades del Caribe colombiano; se continuó con la extracción y conllustración de las paletas de color de las diferentes especies de aves estudiadas; y se concluyó con una caracterización cromática de las aves residentes y endémicas en esta región.

METODOLOGÍA

El trabajo interdisciplinario se realizó bajo una metodología de cuatro etapas: la primera consiste en la selección de especies de aves endémicas y residentes en el ámbito territorial de la Sierra Nevada de Santa Marta y al interior del suelo urbano de Santa Marta; en la segunda etapa, se elabora una ficha técnica de las aves previamente escogidas, para la recolección de datos que afecten la coloración de estas aves como la alimentación o el entorno; en la tercera etapa se procedió a la creación y generación de las paletas de color; y, en la cuarta y última etapa, se plantea la creación de la conclusión cromática.

Etapas I: Selección de Especies de Aves Endémicas Residentes en el Ámbito de la Sierra Nevada de Santa Marta y Ciudades del Caribe Colombiano

Se procedió a realizar la indagación sobre las diversas especies de aves presentes en la ciudad de Santa Marta; de esta tarea, se obtuvo la identificación de dos tipos de aves según el territorio donde se encontraban: el primer grupo tipológico, conformado por las aves del suelo rural, localizadas en la Sierra Nevada de Santa Marta, donde se encuentran las aves endémicas y cuyo listado se elaboró mediante consulta a docentes y biólogos con más de 36 años de experiencia en el estudio de las aves de la región Caribe en instituciones como la Universidad del Magdalena; el segundo tipo de aves se encuentra en el perímetro urbano de la ciudad de Santa Marta y se estableció que todas son residentes de la ciudad, cuyo listado se elaboró siguiendo los tipos y grupos de aves identificados en el campus de la Universidad del Magdalena por Strewer, R., De León, C. P., Alzate, J. F., Beltrán, J. R., Moya, J. Á. M., Navarro, C. A., & Utria, G. (2009).

Etapa II: Recolección de Información Mediante Fichas Técnicas para la Creación de las Paletas de Color

Con los dos listados de aves se procedió a hacer una recolección de información de cada una de ellas, la cual se condensó en una ficha técnica con los siguientes datos: nombre común del ave, nombre científico, una breve descripción con características del ave, orden, familia, longitud, alimentación, ubicación, entorno y mapa de localización. Para la consulta de los anteriores datos se decidió trabajar con el sitio web *Wiki Aves Colombia*, una herramienta de consulta con fines de investigación y educación desarrollada por la Universidad Icesi; y con la web *eBird*, un proyecto de ciencia ciudadana colaborativa realizada para la recopilación de datos de aves de todo el mundo por la comunidad de pajarreros, desarrollada por el Laboratorio de Ornitología de la Universidad de Cornell. A partir de estas fichas técnicas, se desarrollaron infografías que ayudarán a la legibilidad de la información.

Etapa III: Pixelación de las Imágenes y Obtención de las Paletas de Color

Una vez realizadas las fichas técnicas, se llevó a cabo la técnica de pixelación de la imagen de cada ave, lo cual se realizó con el programa de diseño *Adobe Photoshop*.

El uso de esta técnica permite apreciar al ave de forma más simplificada, mediante su “reducción” a sus colores base, algo clave para la obtención de la gama cromática de cada especie estudiada; realizado este paso, se procedió a la generación y elaboración de las paletas de color representativas de cada ave.

Las paletas obtenidas fueron separadas en dos categorías según el lugar donde residen cada una de las aves: las paletas de color de las aves residentes al interior del suelo urbano de Santa Marta como muestra de las ciudades del Caribe y las paletas de color de las aves endémicas de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Etapa IV: Conclusión Cromática

En esta fase, se realizó el estudio de todas las paletas de color obtenidas en la etapa anterior y, de este análisis, se creó la que se definió como *conclusión cromática* del color de las aves donde se determinó cuáles son los colores más representativos en las especies estudiadas, sus cualidades y su importancia.

Esta *conclusión cromática* sirve como un trabajo de reconocimiento de las especies de aves que hacen parte importante de la cultura Caribe: al reconocer sus colores, se está reconociendo a las aves como parte del patrimonio natural de la región Caribe que se debe conservar.

RESULTADOS

Etapa I: Selección de Especies de Aves Endémicas y Residentes en la Sierra Nevada de Santa Marta y Ciudades del Caribe Colombiano

En total se seleccionaron 20 especies de aves, distribuidas equitativamente entre las residentes y las endémicas. A continuación, se muestra el listado de las aves escogidas con su nombre común y su nombre científico.

Aves Seleccionadas en Suelo Rural

Ave # 1. Churrín de Santa Marta - *Scytalopus sanctaemartae*

Ave # 2. Trogón enmascarado – *Trogón personatus*

Ave # 3. Trepatroncos Picofuerte – *Xiphocolaptes promeropirhynchus*

Ave # 4. Canastero Rayado – *Asthenes wyatti sanctaemartae*

Ave # 5. Guacharaca caribeña - *Chestnut-winged Chachalaca*

Ave # 6. Paujil Colombiano - *Crax Albergi*

Ave # 7. Colibrí Piquicorto Dorsinegro - *Ramphomicron dorsale*

Ave # 8. Colibrí Chivito de Santa Marta - *Oxypogon cyanolaemus*

Ave # 9. Inca Coliblanco - *Coeligena phalerata*

Ave # 10. Colibrí Astral - *Chaetocercus astreans*

Aves Seleccionadas al Interior del Perímetro Urbano

Ave # 1. Garcilla bueyera - *Bubulcus ibis*

Ave # 2. Garceta Grande - *Ardea alba*

Ave #3. Buhito Ferrugíneo - *Glaucidium brasilianum*

Ave # 4. Elanio Enano - *Gampsonyx swainsonii*

Ave # 5. María Mulata - *Quiscalus mexicanus*

Ave # 6. Turpial amarillo - *Icterus nigrogularis*

Ave # 7. Perico carisucio - *Eupsittula pertinax*

Ave # 8. Pigua – *Milvago chimachima*

Ave # 9. Avefría Tero - *Vanellus chilensis*

Ave # 10. Tortolita común - *Columbina passerina*

Etapas II: Recolección de información mediante fichas técnicas para la creación de las paletas de color

Después de la selección inicial, se realizó la búsqueda de información en profundidad de las aves escogidas para la investigación. La recopilación de los datos en la ficha técnica sirvió como base para el desarrollo de infografías con los datos respectivos de cada especie de ave como herramienta para aumentar la legibilidad de la información y mejorar su comprensión.

Ilustración N° 1
Churrín de Santa Marta

Churrín de Santa Marta
 Bosques montanos sotobosques densos, barrancos enmarañados y cafetales con sombra.

Scytalopus sanctaemartae

● Orden: Passeriformes ● Longitud: 11 cm ● Alimentación: Desconocida, pero se presume que es de artrópodos
 ● Familia: Rhinocryptidae

Esta especie es endémica de la Sierra Nevada de Santa Marta, donde se distribuye de 900-1700 m y presenta un área de distribución bastante restringida, en Colombia se clasifica como vulnerable.

Habita en bosques montanos húmedos en estado primario y medianamente intervenidos. Detra de sotobosques densos, barrancos enmarañados y oscuros y cafetales con sombra.

#485363	#615044	#E6FF7D
R 75	R 97	R 239
G 83	G 80	G 247
B 93	B 68	B 253



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 2
Trogón Enmascarado

Trogón enmascarado
 Serranía de Perijá, Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía de la Macarena.

Trogon personatus

● Orden: Trogoniformes ● Longitud: 25 cm ● Alimentación: Frutos y artrópodos
 ● Familia: Trogonidae

Es un ave principalmente frugívora, común en selvas húmedas de montaña. Su nombre significa frutero enmascarado. El macho tiene el pico amarillo y anillo ocular naranja. La hembra tiene un anillo ocular incompleto, coronilla, partes superiores y pecho color café.

Habita principalmente en bosques húmedos y muy húmedos de montaña, en áreas abiertas y en bosques en crecimiento secundario. Generalmente en el subbosque de la vegetación.

#B2C20B	#A1845F	#AF732E
R 108	R 239	R 175
G 45	G 247	G 115
B 24	B 253	B 39



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 3
Trepatroncos Picofuerte

Trepatroncos Picofuerte
 Rio Sinú, Sierra Nevada de Santa Marta, serranía del Perijá, tres cordilleras, Putumayo.

Xiphocolaptes promeropythynchus

● Orden: Passeriformes ● Alimentación: Artrópodos y pequeños vertebrados. ● Longitud: 26-35 cm
 ● Familia: Furnariidae

Es una especie altamente polítipica con más de 20 razas reconocidas. Se caracteriza por su gran tamaño, pico largo y pesado, y línea malar negra.

Habita en selvas húmedas y muy húmedas de montaña y tierras bajas. Las poblaciones al este de los Andes, habitan en selvas húmedas de tierra firme, en llanuras marplatadas de y con menor frecuencia en selvas de varzea y bosques de galería.

#5A6175	#372B12	#28261C
R 90	R 54	R 43
G 97	G 44	G 38
B 117	B 23	B 28



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 4
Canastero

Canastero
 Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía de Perijá, cordillera oriental, Norte de Santander, Boyacá y Santander.

Asthenes wyatti

● Orden: Passeriformes ● Longitud: 15-17 cm ● Alimentación: Principalmente artrópodos
 ● Familia: Furnariidae

Su nombre *Asthenes* proviene del griego y significa débil o insignificante. El epíteto *wyatti* se estableció en honor al ornitólogo inglés Calude Wyatt que estuvo como colector en Colombia.

Habita desde el límite de la vegetación arbórea hasta el borde de las nieves perpetuas. Común en páramos con buena cobertura de frailejones y áreas abiertas con arbustos dispersos.

#524637	#939810	#DA4573
R 98	R 137	R 212
G 70	G 59	G 168
B 56	B 19	B 111



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 5
Guacharaca Caribeña

Chachalaca Alirroja o Guacharaca Caribeña
 Región Caribe, desde el río Sinú, hasta la Sierra Nevada de Santa Marta.

Ortalis garrula

● Orden: Galliformes ● Longitud: 53 cm ● Alimentación: El frugívoro, se alimenta de frutas y hojas.
 ● Familia: Cracidae

Guacharaca endémica de Colombia. Es la única guacharaca en el país con cabeza castaña y vientre blanco.

Habita en matorrales densos, en bosques desdudos apacharrados, bosques en crecimiento secundario, matorrales áridos, bosques riparios y manglares. Evita zonas muy boscosas, pero es muy común en bordes de bosque húmedo en la base norte de los Andes.

#7E3985	#D9C3C3	#E6473F
R 126	R 217	R 107
G 57	G 195	G 71
B 53	B 195	B 63



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 6
Paujil Colombiano

Paujil Colombiano
 Especie endémica, de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Crax alberti

● Orden: Galliformes ● Longitud: 82,5-92,5 cm ● Alimentación: Frutos, plántulas, anélidos, artrópodos y carofita.
 ● Familia: Cracidae

Crácido de impresionante tamaño restringido al bosque lluvioso de tierras bajas del norte de Colombia. Se encuentra en peligro crítico de extinción, debido a la deforestación y a la caza.

Habita en matorrales densos, en bosques desdudos apacharrados, bosques en crecimiento secundario, matorrales áridos, bosques riparios y manglares. Evita zonas muy boscosas, pero es muy común en bordes de bosque húmedo en la base norte de los Andes.

#737C8A	#508E1D	#141718
R 115	R 217	R 20
G 124	G 195	G 23
B 138	B 195	B 24



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 7
Colibrí Piquicorto Dorsinegro

Colibrí o Dorsinegro
 Es un ave endémica de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia.

Ramphomicron dorsale
 ● Orden: Apodiformes ● Longitud: 10,2 cm ● Alimentación: Néctar e insectos.
 ● Familia: Trochilidae

Este particular colibrí endémico tiene el pico muy corto. Sus tonos van desde los negros, pasando por los dorados y verdes iridescentes. El macho tiene la espalda negra y la garganta verde. La hembra tiene las partes inferiores punteadas y las puntas de la cola blancas. Se encuentra en peligro de extinción.

#5D4F46	#231F18	#A1841C
R 93	R 35	R 161
G 79	G 31	G 132
B 70	B 34	B 28



Es relativamente poco común en los bordes de selvas húmedas y muy húmedas a una altura media. También habita pendientes abiertas cerca de las líneas de vegetación en borea y en páramo, hasta la nieve.

Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 8
Colibrí Chivito de Santa Marta

Colibrí Chivito de Santa Marta
 Sierra Nevada de Santa Marta, donde permanece entre los 3,000-4,500 m.

Oxygogon Cyanolaemus
 ● Orden: Apodiformes ● Longitud: 11,5 cm ● Alimentación: Flores
 ● Familia: Trochilidae

Es uno de los colibríes más raros y amenazados del mundo, encontrado solamente a elevaciones extremadamente altas en la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Para observarlo, se requiere organizar una expedición con campamento de varios días en terrenos muy escarpados.

#8E7D54	#704E3B	#E1D8CD
R 142	R 112	R 225
G 125	G 78	G 216
B 84	B 59	B 205



Pantanos de páramo de gran altitud.

Fuente: elaboración propia

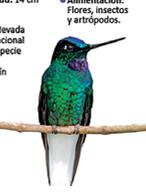
Ilustración N° 9
Inca Coliblanco

Inca Coliblanco
 Endémica de la Sierra Nevada de Santa Marta, registros indican que podría encontrarse en la serranía de Perijá.

Coeligena phalerata
 ● Orden: Apodiformes ● Longitud: 14 cm ● Alimentación: Flores, insectos y artrópodos.
 ● Familia: Trochilidae

Este colibrí es endémico de la Sierra Nevada de Santa Marta y en el ámbito internacional se encuentra catalogado como una especie "casi amenazada". Su nombre *Coeligena* proviene del latín *coeligenus* = nacido en el cielo.

#8E7D54	#704E3B	#E1D8CD
R 24	R 113	R 247
G 152	G 82	G 247
B 23	B 157	B 247



Esta especie habita en el interior y en bordes de bosques montañosos muy húmedos y ocasionalmente en áreas abiertas y claros de bosque. Mientras las hembras son más frecuentes en los bordes de bosque, los machos las son en áreas abiertas y en interiores de bosque.

Fuente: elaboración propia

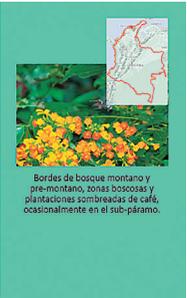
Ilustración N° 10
Colibrí Astral

Colibrí Astral
 Santa Marta, Colombia. Cresta monafoesa de San Lorenzo, Valle de Rio Frio y el Valle de San Salvador.

Chonotocercus astreans
 ● Orden: Apodiformes ● Longitud: 7 cm ● Alimentación: Néctar e insectos.
 ● Familia: Trochilidae

Es un colibrí diminutivo, que al volar parece un abejorro. Es endémico de las monafoesas de Santa Marta en el norte de Colombia. Tiene una garganta roja, el pecho es gris, y tiene puntos blancos en los flancos. La hembra carece de la garganta roja y es canela rufa paliso abajo.

#8E7D54	#704E3B	#E1D8CD
R 211	R 108	R 134
G 185	G 74	G 188
B 165	B 53	B 163



Bordes de bosque montano y pre-montano, zonas boscosas y plantaciones sombreadas de café, ocasionalmente en el sub-páramo.

Fuente: elaboración propia

Infografías de las Aves del Suelo Rural

Ilustración N° 11
Garcilla Bueyera

Garcilla Bueyera
 Zonas de cultivos, zonas suburbanas y ciudades

Bubulcus ibis
 ● Orden: Pelecaniformes ● Longitud: 46- 56 cm
 ● Familia: Ardeidae ● Alimentación: Principalmente insectos y crustáceos.

La Garcilla del ganado, es llamada así porque comúnmente se le ve siguiendo al ganado. Es muy común en Europa, África y regiones cálidas de Asia. Su nombre significa vaequeru sagrado y deriva del latín *Bubulcus* que quiere decir Vaquero. Con patas rojas o amarillas durante la época reproductiva, negras durante la temporada no reproductiva.

#EAE9F0	#A17A69	#D09D13
R 234	R 161	R 208
G 233	G 122	G 157
B 240	B 105	B 19



Fuente: elaboración propia



En Colombia se encuentra en el oeste de los Andes y este hasta el oeste de Cauquetá y Laureles. Habita en zonas de cultivos y en donde hay actividad ganadera; y en zonas suburbanas y ciudades. También usa praderas, pantanos, arroyales y en menor medida bosques y hábitats marinos.

Ilustración N° 12
Garceta Grande

Garceta Grande
 Tierras bajas, como la costa pacífica colombiana

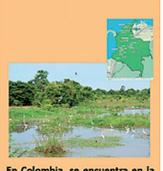
Ardea alba
 ● Orden: Pelecaniformes ● Longitud: 91- 102 cm
 ● Familia: Ardeidae ● Alimentación: Peces, lombrices, insectos, anfibios, reptiles, aves pequeñas y mamíferos pequeños.

Una garza grande y elegante, de alrededor de 1 m de longitud. Garza blanca grande, con pico amarillo como una daga. Con patas largas y negras. Es la garza blanca más grande y la más ampliamente distribuida.

#28292A	#E4E0E1	#F6854F
R 43	R 228	R 246
G 42	G 224	G 181
B 41	B 225	B 79



Fuente: elaboración propia



En Colombia, se encuentra en la Guajira, Norte de Santander, Boyacá, Cundinamarca, Bolívar y Córdoba entre otros. Reside comúnmente en manglares, estuarios, pantanos de agua dulce, lagunas y ríos, sobre todo en tierras bajas. Se posan sobre árboles altos generalmente con otros pájaros coloniales del agua. En matorrales cerca del agua.

Ilustración N° 13
Buhito Ferrugineo

Buhito Ferrugineo
 Bosques secos primarios y áreas suburbanas

Glaucidium brasilianum
 ● Orden: Strigiformes ● Longitud: 15- 19 cm ● Alimentación: Artrópodos, reptiles, pequeños mamíferos, aves y anfibios.
 ● Familia: Strigidae

Tecolote pequeño de tierras bajas tropicales, ampliamente distribuido, suele verse y escucharse durante el día. A veces se puede encontrar debido a silbidos persistentes o a una parada de aves pequeñas que lo acosan mientras percha, ya sea en una rama abierta o dentro del follaje. Su color varía de canela a grisáceo en general.

#C0C137	#383025	#E0EAEC
R 192	R 56	R 224
G 193	G 48	G 234
B 55	B 37	B 236



Fuente: elaboración propia



En Colombia se encuentra desde el área de Cartagena hacia el oriente hasta la Guajira y hacia el sur hasta el departamento de Magdalena. Habita en bosques secos primarios y secundarios de tierras bajas, en zonas costeras y en bosques espinosos. También se le encuentra en áreas abiertas con árboles dispersos, en bosque de galería, plantaciones de café y áreas suburbanas.

Ilustración N° 14
Elanio Enano

Elanio Enano
 Árboles dispersos, sabanas y matorrales secos o áridos

Gampsonyx swainsonii
 • Orden: Accipitriformes • Longitud: 20-27 cm
 • Familia: Accipitridae

Repaz muy pequeña encontrada en espacios abiertos, a menudo perchado en un cable de teléfono o árbol expuesto. Únicamente el tamaño ayuda con la identificación. Incluso es más pequeño que un cernicalo, con las partes inferiores blancas y la espalda gris.

• Alimentación: Es carnívoro. Se alimenta de lagartijas, insectos y de pequeñas aves.



Se encuentra en diversas zonas de Colombia, como en el golfo de Urabá, las partes más secas del valle medio del Magdalena Sur, Norte de Santander, oriente de Vichada, entre otras partes del país. Es común encontrarlos en terreno abierto y seco con árboles dispersos, sabanas con algunos árboles y matorrales secos o áridos.

#F3D8A1	#4D4D4D	#C28A57
R 243	R 77	R 194
G 216	G 77	G 128
B 161	B 77	B 87



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 17
Perico Carisucio

Perico carisucio
 Pastizales de áreas abiertas, praderas y áreas pantanosas

Eupsittula pertinax
 • Orden: Psittaciformes • Longitud: 25 cm
 • Familia: Psittacidae

• Alimentación: Se alimenta de semillas, frutos, flores y maíz.

El Perico Carisucio puede formar bandadas de hasta 100 individuos y es común en selvas inundables. Las distintivas mejillas y parte superior del pecho marrón son usualmente bastante evidentes; pero pueden ser más difícil de ver en vuelo. Se distingue por sus llamadas chirriantes.

#5DC30A	#407482	#E0E902
R 93	R 64	R 224
G 195	G 116	G 233
B 10	B 130	B 2



Fuente: elaboración propia



En Colombia se encuentra en el Valle del Sinú, en las tierras bajas del Caribe hasta la Guajira, en el río Magdalena hasta Bucaramanga y Norte de Santander. Desde Casanare hasta el sur del Meta, extremo norte de Vaupés, Orinoco y noroccidente de Guainía. Habita en sabanas y arbustales áridos semiabiertos con cactus y acacias. También utiliza manglares, bosques deciduos tropicales, bosques de galería, bosques de arena blanca, pastizales con árboles dispersos y cultivos.

Ilustración N° 15
Maria Mulata

Mariamulata
 Costas en manglares, parques, muelles y patios

Quiscalus mexicanus
 • Orden: Passeriformes • Familia: Icteridae

Se le considera una plaga, invasora de árboles en parques y parques de hoteles, condominios, etc. Los machos tienen colas ridículamente largas, casi tan largas como su cuerpo, a menudo sostenidas en una forma de "V". Son de color negro brillante. Las hembras son marrones con la ceja y la garganta más claras.

• Longitud: 46 cm la hembra y 33 cm el macho.
 • Alimentación: Frutos, larvas, garrapatas del ganado, huevos y pichones de otras aves, desperdicios y basura.



Se distribuyen en la costa pacífica y Caribe sur hasta suroeste del Cauca (Guapi) y Nariño. También se encuentran en suroeste de Estados Unidos hasta noroeste de Perú. Es común en ambas costas en manglares, estuarios y áreas semiabiertas con árboles dispersos. Son especialmente numerosos en poblados, se congregan en parques, muelles y patios.

#151318	#312F32	#23233F
R 21	R 49	R 35
G 19	G 47	G 35
B 24	B 50	B 63



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 18
Pigua

Pigua
 Zonas abiertas con árboles dispersos y sabanas arboladas

Milvago chimachima
 • Orden: Falconiformes • Familia: Falconidae

• Longitud: 40-45 cm
 • Alimentación: Su dieta incluye insectos, ranas, peces, crías de aves, frutos de palma, maíz y carrola.

Es un ave conspicua de terreno abierto que a menudo se posa sobre el ganado para buscar garrapatas. Su nombre Milvago proviene de las raíces latinas milvus = cometa y ago = que se parece a.

#A15F11	#8995C	#4F3C2D
R 191	R 185	R 79
G 91	G 153	G 60
B 17	B 92	B 46



Fuente: elaboración propia



En Colombia se encuentra en todo el territorio nacional desde el nivel del mar hasta 1800 m de altura excepto en el departamento de Nariño. Habita principalmente en zonas abiertas con árboles dispersos, potreros, sabanas arboladas, tierras agrícolas, bordes de bosque y a lo largo de ríos.

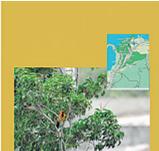
Ilustración N° 16
Turpijal Amarillo

Turpijal amarillo
 Zonas de cultivos, zonas suburbanas y ciudades

Icterus nigrogularis
 • Orden: Passeriformes • Longitud: 21 cm
 • Familia: Icteridae

Es una especie conspicua que vive en zonas secas principalmente en bosques de rastrojo, zonas de cultivo y plantaciones forestales. Presenta un típico patrón de plumaje de bolsero, pero más amarillo y menos negro que otras especies. Nota especialmente la espalda amarilla y la pequeña máscara y el babero negro.

• Alimentación: Principalmente de insectos, que busca en las copas de los árboles y entre las flores.



En Colombia se encuentran en la Guajira, por regiones del bajo medio y alto Magdalena, pasando por Puerto Berrio Santander hasta el Tolima, en el este de los Andes hasta el sur del Meta y este del Vichada. Habita en bosques, rastrojos, zonas de cultivo y plantaciones forestales, pero prefieren las zonas secas en vez de regiones húmedas. Es el Turpijal más común en el área de Santa Marta, aún en manglares.

#1B1917	#D6AE00	#463C35
R 27	R 214	R 70
G 25	G 174	G 60
B 23	B 0	B 53



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 19
Avefría Tero

Avefría Tero
 Áreas abiertas, praderas húmedas y áreas pantanosas

Vanellus chilensis
 • Orden: Gruiformes • Longitud: 32-38 cm
 • Familia: Rallidae

• Alimentación: Invertebrados (principalmente insectos) y vertebrados pequeños como lagartijas, también de carne cruda.

Es un ave playera estridente y conspicua. Tiene un patrón de color distintivo con pecho negro, vientre blanco, cabeza gris y hombros bronceados. Alas contrastantemente marcadas en vuelo. A menudo se ve en pares o pequeñas bandadas en una variedad de hábitats abiertos. La llamada áspera y fuerte es una buena pista de su presencia.

#731F36	#6A5B54	#101417
R 115	R 106	R 10
G 31	G 91	G 20
B 54	B 84	B 23



Fuente: elaboración propia



En Colombia se encuentra por debajo de 3100 m de altura sobre el nivel del mar en todo el territorio nacional. Habita en pastizales de áreas abiertas, praderas húmedas y en áreas pantanosas con vegetación enmarañada de baja altura. Generalmente se le encuentra en pastizales cortos.

Ilustración N° 20
 Tortolita Común

Garcilla Bueyera
 Zonas de cultivos, zonas suburbanas y ciudades

Bubulcus ibis

- Orden: Pelecaniformes
- Familia: Ardeidae

La Garcita del ganado, es llamada así porque comúnmente se le ve siguiendo al ganado. Es muy común en Europa, África y regiones cálidas de Asia. Su nombre significa vaquero sagrado y deriva del latín *Bubulcus* que quiere decir Vaquero. Con patas rojas o amarillas durante la época reproductiva, negras durante la temporada no reproductiva.

Longitud: 46- 56 cm
 Alimentación: Principalmente insectos y crustáceos.

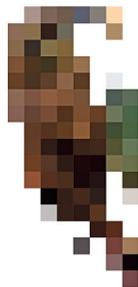
En Colombia se encuentra en el oeste de los Andes y este hasta el oeste de Cauquetá y Vaupés. Habita en zonas de cultivos y en donde hay actividad ganadera; y en zonas suburbanas y ciudades. También usa praderas, pantanos, arrozales y en menor medida bosques y hábitats marinos.




#EAE9F0	#A17A69	#D09D13
R 234	R 161	R 208
G 233	G 122	G 157
B 240	B 105	B 19

Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 23
 Trepatroncos Picofuerte



#675238	#524323
#533D23	
#261B0E	#100A09

Fuente: elaboración propia

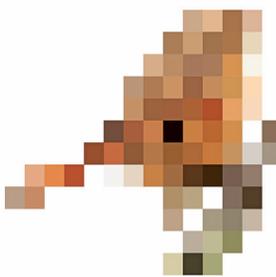
Infografías de las Aves al Interior del Perímetro Urbano

Etapa III: Pixelación de las imágenes y obtención de las paletas de color

Pixelación de imágenes y paletas de colores

Se obtuvo la gama cromática de cada una de estas especies de aves y a cada una se le generó la paleta de color correspondiente. Dando paso a la creación de 20 gamas cromáticas únicas y representativas de las especies de aves del Caribe colombiano.

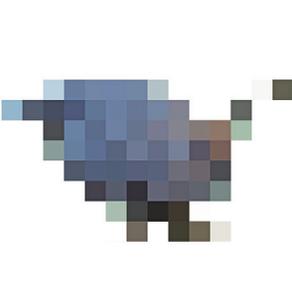
Ilustración N° 24
 Canastero Rayado



#E3D7BA	#CEB296
#B88646	
#955D22	#87481A

Fuente: elaboración propia

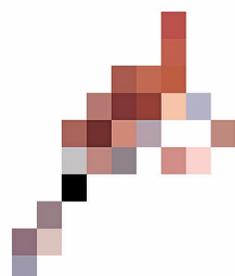
Ilustración N° 21
 Churrín de Santa Marta



#B6BEC3	#737A90
#4B5262	
#333840	#252525

Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 25
 Guacharaca Caribeña



#B9897F	#A57E74
#975642	
#8C483E	#492722

Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 22
 Trogón Enmascarado



#E2C991	#B7894E
#E26D59	
#CC9046	#AA6B19

Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 26
 Paujil Colombiano



#959CA6	#55677A
#384453	
#1B2125	#372812

Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 27
 Colibrí Piquicorto Dorsinegro



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 28
 Colibrí Chivito de Santa Marta



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 29
 Inca Coliblanco



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 30
 Colibrí Astral



Fuente: elaboración propia

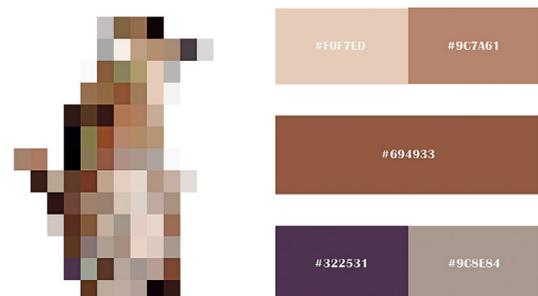
Pixelación y Paletas de Color de las Aves en Suelo Rural

Ilustración N° 31
 Garza Ganadera



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 32
 Garza Blanca



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 33
 Buhito Ferrugíneo



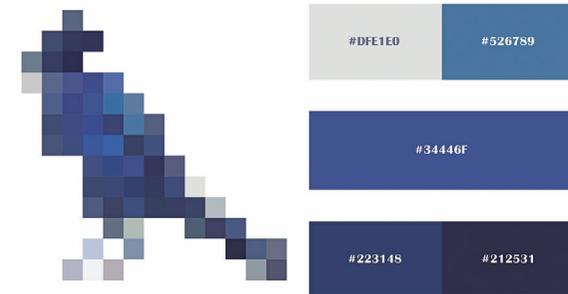
Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 34
 Elanio Enano



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 35
María Mulata



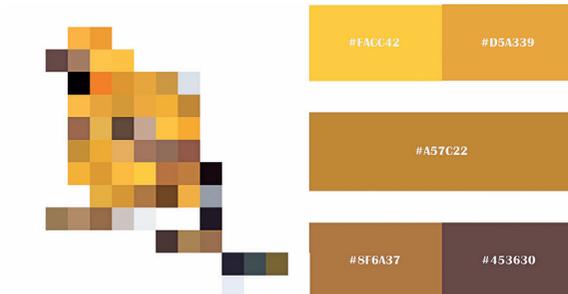
Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 39
Avefría Tero



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 36
Turpial Amarillo



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 40
Tortolita Común



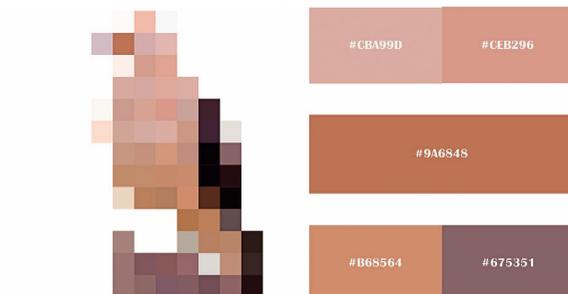
Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 37
Perico Carisucio



Fuente: elaboración propia

Ilustración N° 38
Pigua



Fuente: elaboración propia

Pixelación y Paletas de Color de las Aves al Interior del Perímetro Urbano

Etapas IV: Conclusión cromática

Una vez creadas las paletas de color de cada ave teniendo en cuenta su localización, se realizó un análisis general de estas, del cual se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Se aprecia el predominio de tonos cálidos y tonos tierras en los plumajes de las aves urbanas. Tonalidades como el amarillo, el naranja y el marrón son los más frecuentes en este grupo de aves. También se observa la presencia de tonos verdosos y verdoso-amarillentos en algunas aves, tal es el caso del *Perico Carisucio*.

Muchas de estas aves presentan una armonía monocromática, variando una sola tonalidad en diversos puntos de saturación y luminosidad. Al ser aves que predominan en la ciudad, no presentan colores tan saturados; ya que sus matices se adaptan a este panorama urbano.

En las aves del suelo rural, se encuentra una variedad de tonos que van desde los colores rojos, marrones y amarillos hasta plumajes de colores azul, gris y verde.

Se puede apreciar que en la mayoría de las aves rurales predominan los plumajes de colores con diversas tonalidades del verde, el marrón y el azul. Es importante resaltar que el plumaje del *Inca Coliblanco* se caracteriza por su combinación de verde y azul junto con negro y blanco.

Además de lo anterior, las aves rurales presentan también una diversidad de los patrones y son comunes los que se caracterizan por el degradado en sus colores o la presencia de líneas; también se caracterizan por sus colores brillantes, como es el rojo o el azul.

Se puede apreciar, tanto en las aves rurales como en las urbanas, una significativa pluralidad de colores, aunque predominan los tonos marrones y verdes, los cuales son comunes en ambos entornos. Así mismo, como acompañantes de los demás colores, es común encontrar el blanco y el negro, los cuales aparecen en el pico o en las patas de las aves.

Una característica diferenciadora entre los hábitats es que las aves localizadas en el suelo urbano suelen presentar plumajes con solo uno o dos colores, con poca o ninguna variedad; mientras que las aves del suelo rural presentan una mayor diversidad en la que presentan patrones propios de dos o más colores, en muchos casos, multicolores. Además de esto, las aves rurales, como patrón general, tienden a presentar colores más brillantes y saturados, mientras que las aves urbanas tienen una paleta de colores más terrosos.

En síntesis, uno de los mecanismos de adaptación de las aves a su entorno tanto en el suelo urbano como en el suelo rural es el color de su plumaje, cuya diversidad les permiten camuflarse o destacarse en su hábitat.

CONCLUSIONES

Las aves del Caribe colombiano se caracterizan por la amplia y vistosa gama de colores y patrones de su plumaje, lo cual está asociado a la rica biodiversidad de la región. El estudio de las aves en el ámbito del diseño genera mayor sentido de pertenencia y protección de parte de los propios caribeños.

Existen diversos factores que caracterizan y hacen atractiva a la identidad visual de la región Caribe de Colombia y de ella forma parte el múltiple colorido de sus aves. Se pueden ver paisajes en el ámbito de la Si-

erra Nevada de Santa Marta o paisajes en los distintos escenarios urbanos de Santa Marta cuyo marco es el mar Caribe: ambos espacios se visten cotidianamente de colores cálidos, intensos y brillantes que se complementan y multiplican con la presencia del colorido de sus aves y con las actividades propias de su avistamiento se muestra el respeto por la biodiversidad presente en este territorio.

Tomando como base el estudio del plumaje de las aves y su entorno, se determinaron varias paletas de color representativas de cada especie. Del estudio de los colores presentes en su plumaje, se pudo obtener una paleta de colores naturales representativa del Caribe colombiano, con una identidad propia y atractiva. Con estas paletas de colores, se contribuyó a la construcción del sentido de pertenencia e identidad cromática local, al generar una herramienta que permitirá la creación de nuevos trabajos de diseño enfocados en los colores de las aves.

Los colores estudiados en las aves seleccionadas reflejan la biodiversidad que caracteriza a la región Caribe colombiana; ella muestra una amplia gama de colores vivos, vibrantes y brillantes. Estos colores son consecuentes con sus respectivos entornos y son sinónimo de la variedad cromática que existe entre las diversas especies de aves, sin importar su hábitat, aunque con particularidades asociadas a cada uno de ellos.

Actualmente, muchas de estas aves se encuentran en peligro de extinción por la acción antrópica, la cual afecta directamente a sus hábitats por invasión, destrucción, degradación y/o contaminación. Por esto se resalta la importancia de crear una identidad cromática con las aves, pues estas hacen parte de la identidad natural de la región como una característica reconocible de la biodiversidad caribeña. La protección, el respeto y la defensa de las aves, tanto urbanas como rurales, y la protección de sus hábitats son actitudes indispensables para la adecuada y equilibrada interacción con el entorno y para la promoción de la biodiversidad de la región Caribe.

REFERENCIAS

- Adams, S., Lee Stone, T. (2018). *El Color en el diseño gráfico*. Editorial Blume.
- Ferrer, A., Gómez, D. (2013). *Cultura y color*. Universidad Oberta de Catalunya

- Varley, H. (1982). *El gran libro del color*. Editorial Blume.
- Strewe, R., De León, C. P., Alzate, J. F., Beltrán, J. R., Moya, J. Á. M., Navarro, C. A., & Utria, G. (2009). Las aves del campus de la Universidad del Magdalena. *Revista Intrópica*, 4 (1), 79-91. <https://doi.org/10.21676/23897864.141eBird>. (2023).
- eBird Basic Dataset. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York.
- eBird: An online database of bird distribution and abundance. eBird, Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. <http://www.ebird.org>
- Universidad Icesi. (2021). WikiAves Icesi. <https://wikiaves.icesi.edu.co/>
- Sarmiento, A. (29 de julio de 2021). Aves endémicas, un tesoro en la Sierra Nevada de Santa Marta. *El Informador*. (Santa Marta)
- Alcaldía de Santa Marta. (2021). *Santa Marta, el mejor lugar para el avistamiento de aves en el mundo*. Alcaldía Distrital de Santa Marta. <https://www.santamarta.gov.co/sala-prensa/noticias/santa-marta-el-mejor-lugar-para-el-avistamiento-de-aves-en-el-mundo>
- Barral, M. (2018). *El secreto del colorido plumaje de las aves*. OpenMind. <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/biociencias/el-secreto-del-colorido-plumaje-de-las-aves/>
- Ministerio de Ambiente. (2020). *Colombia, potencia mundial en aves*. Ministerio de ambiente. <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/2855-colombia-potencia-mundial-en-aves>

IMPORTANCIA DEL RENDER Y LOS SOFTWARES DE ARQUITECTURA COMO HERRAMIENTAS PARA EL MERCADEO DE INMUEBLES

ANABELLYS BEATRIZ GUTIÉRREZ ROSADO¹ Y SHIRLEY MARÍA REDONDO VARGAS²

Recibido: 30 de marzo de 2023 / Aprobado: 14 de junio de 2023

Publicado: septiembre de 2023

RESUMEN

Los *renders* y los softwares son herramientas de trabajo en el diseño arquitectónico que permiten visualizar de manera más realista e interactiva los proyectos. A partir de ello, se plantea la hipótesis de que “los renders y los softwares para arquitectura influyen en la decisión de los clientes al comprar inmuebles”. Actualmente es más factible visualizar imágenes fotorrealistas 3D, a diferencia de los planos arquitectónicos 2D que contienen mucha información que no siempre todos los potenciales compradores no-arquitectos pueden comprender. Además de esto, los parámetros y softwares de *render* -que se utilizan previamente a la exposición de un inmueble en una sala de ventas- son variables a analizar para determinar la influencia de estos sobre la percepción de los proyectos. Para desarrollar la hipótesis, se realizó un estudio cualitativo, que conllevó a la escogencia de inmuebles del proyecto de “Alameda del Río” en Barranquilla, con el objetivo de realizar un análisis por medio de técnicas y herramientas de investigación como fichas bibliográficas, fichas de observación y entrevistas semiestructuradas, aplicada a compradores en este proyecto y expertos del *render*. De este análisis, se obtuvieron diferentes factores determinantes para estas imágenes fotorrealistas, tales como la iluminación, entornos, etc., destacando así diferentes tipos de softwares para ellas y evaluando sus ventajas y desventajas en el mercadeo de los proyectos.

Palabras clave: *Diseño arquitectónico, Software, Render, Venta inmobiliaria, Visualización 3D.*

ABSTRACT

Renderings and software are key working tools in architectural design which allow a more realistic and interactive visualization of projects. This leads to the hypothesis that “architectural renderings and software influence clients’ decisions when buying real estate”. Nowadays it is more feasible to visualize 3D photorealistic images, as opposed to 2D architectural plans which contain a lot of information that not always all non-architect potential buyers can understand. Additionally, the rendering parameters and software - which are used prior to the exhibition of a property in a sales room - are variables that must be analyzed to determine their influence on the perception of the projects. In order to prove this hypothesis, a qualitative study was carried out, which led to the selection of properties of the “Alameda del Río” project in Barranquilla, with the objective of developing an analysis through techniques and research tools such as bibliographic files, observation files and semi-structured interviews, applied to buyers in this project and render experts. From this analysis, different determining factors for these photorealistic images were obtained, such as lighting and environment, among others, highlighting different types of software for each of them and evaluating their advantages and disadvantages in the marketing of projects.

Key words: *Architectural design, Software, Rendering, Real Estate, 3D visualization.*

¹ Arquitecta del Equipo Interdisciplinario de la Curaduría Urbana N° 1 de Santa Marta

² Arquitecta comercial encargada del equipo de diseño interior en Wall de Colombia SAS de Barranquilla. shirleyredondov98@gmail.com; anabellysgutierrezrosado@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En el pasado, los arquitectos y diseñadores, mostraban (y vendían) sus proyectos utilizando el dibujo 2D de plantas, fachadas, cortes y perspectivas elaborados a pluma, regla y escuadra y/o a mano alzada. En la actualidad, existen distintos tipos de herramientas digitales como *V-ray*, *Lumion*, *Enscape*, entre otros, que permiten, según Biblus (2019), “obtener imágenes digitales tomadas del modelo tridimensional, a través de softwares dedicados. (...) y tienen como finalidad simular de manera fotorrealista ambientes, materiales, luces, objetos de un proyecto y de un modelo 3D” causando impacto en la visualización de proyectos en el *real estate* o mercadeo inmobiliario.

Teniendo cuenta lo anterior, surge la pregunta de ¿Cómo influye la visualización de los *renders*³ y los softwares de arquitectura en el mercadeo de inmuebles?, pues si bien es necesario comprender al diseñador y los softwares que se emplean para generar un *render*, así como las necesidades, gustos y elementos de percepción que hacen que un cliente se interese por estas imágenes fotorrealistas de los proyectos.

En ese sentido, el análisis de estos aspectos es crucial para mejorar la calidad en la visualización de los proyectos, para entender cómo influyen o benefician la implementación de estos softwares en las estrategias de mercadeo, así como para identificar cuáles -y por qué- son los programas más utilizados por las empresas que se dedican al desarrollo de proyectos de vivienda según el criterio de expertos en *renders*.

Es fundamental aclarar que existen varios autores que han dado a conocer la importancia e influencia de los *renders* en las estrategias de mercadeo de inmuebles y en el diseño arquitectónico, en tal sentido, Pérez, M.P. (2016) plantea que el *render* y las simulaciones ambientales 360° son una de las herramientas más importantes que se encuentran en el ámbito de la arquitectura, y una manera adecuada de mostrar los espacios a las personas que no son profesionales en el campo, ni en la lectura de planos arquitectónicos.

Para su trabajo, Pérez, M.P. (2016) analizó una serie de programas tales como como el *CAD*⁴, *BIM*⁵, *AutoCAD*, motor de render *MentalRay*, *3D Max*, *Vray* de Chaos Group, *Indigo Renderer* de Glare Technologies, *Fryrender*, de Random Control y *Maxwell Render*, de Next Limit Technologies.

Ejemplos de *software* de edición digital de imágenes populares como *Photoshop*, de Adobe, programa de referencia en su ámbito; *Gimp*, de Gimp.org, ejemplos homólogos en composición digital de video serían *After Effects*, de Adobe y *Combustion* de Autodesk.

Así, a través de la metodología *CAD* y *BIM*, explican su influencia en la evaluación de diseños arquitectónicos a la hora de realizar *renders 360°* para que los usuarios comprendan de mejor forma el espacio.

Por otro lado, Flores (2010) indica que:

Si bien el render, usualmente, tiene como objetivo obtener una ilustración 3D fotorrealista, su fin principal es transmitir sentimientos, sensaciones y emociones; cuando logramos expresar estos con éxito, garantizamos prolongar el tiempo de contemplación del espectador e incrementamos la posibilidad de compra o inversión en el proyecto. (párr.4)

En ese sentido, Flores (2010) plantea diferentes aspectos en torno a la temática del mercadeo y el éxito del render en la venta de inmuebles, recalando que “son herramientas atractivas y efectivas para comunicar información más detallada al cliente sobre el futuro proyecto en el que piensa invertir”. (párr. 1)

De otra parte, Ceballos y Wiedmann (2011) proponen que la representación de los espacios arquitectónicos a través de la realidad virtual permite potenciar o mejorar la percepción de estos espacios.

Lo anterior es retomado por Lumiñón & Franco (2011) al afirmar que “utilizando programas de renderizado 3D, los arquitectos y expertos en visualización pueden producir instantáneamente imágenes, videos y panorámicas listas para la realidad virtual y para una multitud de necesidades de visualización” (párr. 3)

3 El término **renderización** (del inglés *rendering*) es un anglicismo para **representación gráfica**, usado en la jerga informática para referirse al proceso de generar ilustración fotorrealista, o no, a partir de un modelo 2D o 3D (o en lo que colectivamente podría llamarse un archivo de escena) por medio de programas informáticos: el *render* es el resultado de mostrar este modelo. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Renderizacion>)

4 Sigla en inglés del software *Computer Assisted Design* (Diseño Asistido por Computador)

5 Significado de *BIM* (*Building Information Modeling*) es una metodología de trabajo colaborativa e interdisciplinaria para la creación y gestión de un proyecto de construcción.

Los arquitectos Berga & González (2014) describen cómo se pudieron solucionar problemas de diseño arquitectónico de la torre residencial *The Icon* a través de la visualización 3D; además, cómo fueron corregidos los *renders*, de forma que estos no alteraran la ilustración de la edificación y finalizan diciendo que “estos renders formarán parte de la documentación que se utilizará para la comercialización y venta de los apartamentos” (párr. 8) demostrando con ello, la importancia del *render* en el mercadeo de los inmuebles.

Para establecer sistemáticamente los aspectos que determinan que un cliente escoja o no una construcción individual u otra dentro de una urbanización, como estudio de caso se tomaron algunas de las construcciones del proyecto urbanístico *Alameda del Río* en Barranquilla, Colombia.

El proyecto *Alameda del Río* posee parámetros de diseño arquitectónico que se evidencian en sus *renders* haciéndolos llamativos, lo cual influye en la elección de compra del cliente.

Este estudio de caso permite analizar los resultados de los diferentes *renders* que generan ciertos softwares de arquitectura. Actualmente, la definición del mercado, el mercadeo, el arte de la visualización del *render* y el modelado 3D son fundamentales a la hora de vender todo tipo de productos inmobiliarios (urbanizaciones, centros comerciales, hospitales, centros de recreación y aún resultantes de diseños de interiores). Lo anterior es un gran paso para realizar, no solo mejores propuestas de diseño, sino de visualización 3D para cualquier tipo de proyecto.

En consecuencia, se ha evidenciado la influencia de los *renders* y los *softwares* de arquitectura en la compra de productos inmobiliarios; se identifican los aspectos del *render* que determinan la escogencia de un inmueble con respecto a otro; se determina las herramientas o *softwares* de renderización que permiten una mejor visualización de los proyectos; y se identifican las principales ventajas y desventajas de visualizar un proyecto antes de su construcción.

Por lo tanto, se propone demostrar que existen características y facilidades en los *renders* y *softwares* de diseño arquitectónico que permiten obtener mejores resultados en el mercadeo de productos inmobiliarios; para lo cual se estudian los diferentes factores que tie-

nen en cuenta los diseñadores para hacer una visualización más atractiva que otra y cómo esto determina la percepción del potencial comprador.

METODOLOGÍA

El tipo de indagación desarrollada es la cualitativa, cuya característica más distintiva, según Stake (1998) es:

(...) el énfasis en la interpretación. Cuando diseñamos los estudios, los investigadores cualitativos no confiamos la interpretación a la identificación de variables y al desarrollo de instrumentos con anterioridad a la recogida de datos, ni al análisis e interpretación para el informe final. Por el contrario, destacamos la presencia de un intérprete en el campo para que observe el desarrollo del caso, alguien que recoja con objetividad lo que está ocurriendo, y que a la vez examine su significado y reoriente la observación para precisar o sustanciar esos significados (p.17).

El trabajo se desarrolló a partir de un estudio de caso de tipo intrínseco que son aquellos que, según Estévez (2012) citando a Stake (1998), “se realizan por el interés de comprender bien un caso en particular. Se presenta un caso y surge la necesidad de conocerlo en profundidad.” (p.3).

Se estudia el proyecto *Alameda del Río* en Barranquilla, teniendo en cuenta las preferencias y decisiones de los compradores y cómo inciden en éstas los tipos de *software* utilizados para la mejor calidad de los *renders* de estas urbanizaciones.

Para lo anterior, se realizó la revisión bibliográfica y se aplicaron entrevistas semiestructuradas a usuarios y personas interesadas en inmuebles de *Alameda del Río* y a expertos en el tema de *renderización*; así mismo, se analizaron imágenes digitalizadas, con lo cual se elaboraron *ficha de observación estructurada*.

La generación de interés por esta temática es una manera de resaltar la importancia de que los profesionales del diseño en general y del diseño arquitectónico en particular aprendan y utilicen las nuevas herramientas de expresión visual -3D, BIM, etc.- que la tecnología ofrece para mejorar las experiencias y las sensaciones ambientales tridimensionales, que ofrecen as nuevas posibilidades de visualización.

RESULTADOS

La tecnología ha estado al tanto de las exigencias de la arquitectura, de manera que el nivel de la representación digital 2D y 3D y edl desarrollo y aplicación de la metodología *BIM* (*Building Information Modeling*), se han vuelto la herramienta de trabajo de mayor potencial en el diseño arquitectónico contemporáneo. La visualización de los proyectos arquitectónicos hoy día implica visualizar los detalles y visualizar desde una perspectiva interactiva.

En tal sentido, más que una herramienta para entender un proyecto de manera digital, la optimización de los procesos de diseño y de acabados, se ha vuelto también una herramienta de mercadeo, sobre todo en lo que se conoce como *Real State*, que hace referencia al mercadeo y venta de bienes inmuebles.

La visualización de un hospital, de un conjunto residencial o de un centro comercial a través de un modelado 3D, la realidad virtual, un panorama 360°, un *render* en su generalidad permite contemplar la complejidad del futuro proyecto.

Sin embargo, no todos cuentan con los parámetros digitales de renderización adecuados para poseer la calidad adecuada, definición, buenos acabados, detalles, movimiento, correcta iluminación para un buen equilibrio de realismo con respecto al entorno y su ambientación.

En consecuencia, es importante describir las características de los *renders* que influyen en la decisión de un cliente sobre un proyecto; en el presente caso de estudio en donde se analiza la escogencia de urbanizaciones en el proyecto Alameda del Río con base a los *renders* que observaron los usuarios.

Iluminación y Entorno

El análisis intuitivo, que algunos autores como Camelo (2020b) describen como “*feeling* de percepción de análisis de una ilustración de contexto” (párr. 2), es un factor de peso en esta visualización.

Al definir la iluminación del *render*, según Camelo (2020b), entran en juego dos tipos de *renders* a desarrollar, los exteriores diurnos y los nocturnos.

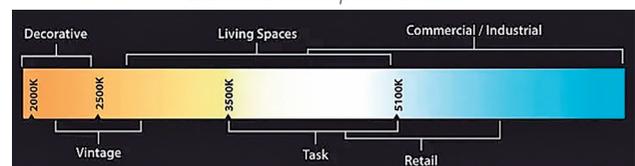
Por un lado, en el *render* exterior diurno se maneja “el posicionamiento de cámara aplicando las reglas fotográficas para tener un encuadre perfecto, así como una com-

posición de sombras, con un dominio en la manipulación del sol” (párr. 8). Lo anterior, permite crear un acabado totalmente profesional, recalcando que incluir elementos que contribuyan a la iluminación es un plus para tener en cuenta al delimitar el proyecto, sea con un espacio arborizado o muros cerrados tipo cerca, lo cual puede generar un espacio menos o más iluminado debido a la incidencia del sol y cómo esos elementos obstaculizan o generan sombras y reflexión de luz en los materiales.

Hay que reconocer que, al momento de escoger un inmueble para *renderizar* en un proyecto, hay factores que pueden influenciar en las decisiones del comprador, como si el apartamento o casa se encuentra del lado este, norte, sur, u oeste del terreno. Si está del lado de los parqueaderos o en un área arborizada. Estos elementos compositivos influyen y permiten observar el confort visual que se logra en el *render*.

Por otro lado, al analizar el *render* exterior nocturno, Camelo (2020b) indica que se debe puntualizar en la “luz global, luz secundaria y luz de ambientación, hay que tener en cuenta el tipo de luz con la que el cliente quiere que se vea su *render*, entre estos se puede optar por usar temperatura de iluminación que estas son la luz cálida o luz fría” (párr. 9).

Ilustración 1
Escala de Kelvin para renders



Fuente: Camelo, 2020a

En vista de lo anterior, la iluminación puede generar diferentes sensaciones y atmosferas en un proyecto, por ello se debe tener la capacidad de observar el contexto donde se va a emplazar el proyecto. En los parámetros de iluminación y de entorno existe lo que se conoce como *HDRI*⁶ que consiste básicamente en una ilustración cuya proyección es esférica o equirectangular, la cual contiene un alto rango de información de luces y sombras, así como de un contexto captado en un entorno determinado a través de una cámara fotográfica. Esto que se conoce como *HDRI*, al aplicarse en los *renders*, genera más realismo del entorno y su iluminación.

6 Sigla en inglés de “*High Dynamics Rank Images*” que se puede traducir como “*Imágenes de Alto Rango Dinámico*”

Es importante recalcar que no solo los *renders* con *HDRI* son una manera de generar buena calidad en su contenido fotorrealista; también se requiere de un correcto uso de las horas del día para captar un determinado tipo de luz para un *render*, como indica Camelo (2020a):

El tipo de iluminación de amanecer, la podemos encontrar entre las 7:00 y 9:00 de la mañana, claro, dependiendo la ubicación geográfica, es una iluminación amarillenta que logra definir sin quemar los elementos que existen en el entorno, este tipo de iluminación se debe aprender a realizar en el renderizador preferido, ya sea usando un sol del programa o un *HDRI* con la iluminación mencionada. (párr. 3)

Las respuestas en las entrevistas realizadas permitieron concluir que uno de los parámetros que facilita los procesos de iluminación y entorno, es complementar la recreación del espacio preferentemente con modelados 3D, los cuales permitirán al comprador visualizar de manera adecuada cada objeto que se encuentra en la escena.

De las mencionadas entrevistas se pudo concluir que los horarios diurnos alrededor de las 9 am son los más recomendables para realizar escenas de *renderización*, lo cual coincide con los parámetros que establece Camelo (2020b). Así mismo, se destacó la importancia de proponer escenas nocturnas con iluminación artificial, que le permitan al usuario tener una sensación más aproximada a la realidad de los distintos ambientes de su futura vivienda en diferentes horarios.

Al respecto, Sánchez (2022) indica que, en las escenas de los *renders* “más que una hora, sería una situación del día, pero podría decir que las 9 am, ya que esta hora no es muy intensa, además realizar un *render* nocturno con las luces artificiales en acción, sería esto alrededor de las 6 de la tarde” (8’53”)

Otro tipo de iluminación que se usa frecuentemente es la de las horas del mediodía que Camelo (2020a) sugiere entre las 12:00 y las 14:00 horas aproximadamente, sobre la cual el autor especifica que “puede ayudar o perjudicar en algunos casos, por el posicionamiento del sol, ya que las sombras suelen quedar muy duras y la iluminación igual no crea las sombras necesarias o requeridas para mostrar esa serie de volumetrías, de adornos, de vegetación” (párr. 5).

Para Camelo (2020a) existe un horario muy utilizado en los *renders* que son las 16:00 horas, denominada *Gol-den hour*.

Según el mismo Camelo (2020a), la de la tarde que suele ser la más comercial y uso frecuente “es una luz que empieza a ser cálida y menos intensa, generando sombras diagonales, que pueden resaltar fachadas de edificios o casas” (párr. 6) y que, según el mismo autor, causan “a la vista y al cerebro humano una satisfacción emocional, provocando placer al momento de verlo” (párr. 7).

Ilustración 2
Iluminación en diversas horas del día



Fuente: Camelo, 2020a

En relación a este aspecto, Sánchez (2022) resalta, con relación a los parámetros de iluminación y entorno:

Todo depende de la escala del proyecto. Si es urbano, es importante hacer algo en el entorno, no tiene que ser exacto, ni hiperreal. Por ejemplo, no sería necesario hacer todo el entorno del estadio metropolitano para un *render*... si estamos hablando de un proyecto como Alameda, que es un espacio genérico y puntual, sería bueno optar por *HDRI*, es más práctico (Sánchez, 2022, 5’6”)

Texturas

Las texturas también juegan un papel importante al analizar y elaborar un *render*. Al escoger una textura para los *renders*, hay parámetros de calidad que van a definir su impacto sobre un potencial comprador; es por eso que, se presentan distintas calidades, que entre las más usuales, son las de 2K⁷ y 4K⁸, así como el uso

7 La calidad 2k es un tipo de resolución de ilustración de alta definición.

8 La calidad 4k es un tipo de resolución que abarca mas cantidad de pixeles que la 2k, por lo cual da un resultado superior a esta en términos de alta definición de ilustración.

de parámetros tales como “los mapas⁹ que son parte de la creación de un material” (Sánchez, 2022, 3m49s), por ende “saber que es un *bump*¹⁰, un *displacement*¹¹, *specular*¹², *metalness*¹³, máscaras de opacidad¹⁴, oclusión ambiental¹⁵ y profundidad¹⁶; y saberlos manejar, interpolar, es importante” (Sánchez, 2022, 3m49s), para que se puedan lograr texturas más o menos brillante, rugosas, lisas, etc. Definiéndoles así su grado de realismo.

Actualmente, existe una gran variedad de bibliotecas de texturas desde acabados de asfalto, mármol, alfombras, plásticos, grama, rústicos, que incluso ya contienen los mapas y parámetros de acabados preelaborados para su inmediato uso o por otro lado programas como el *Quixel Mixer* que permite generar distintos tipos de texturas según la preferencia del diseñador para configurarlo en un motor de *render*.

Existe gran variedad de formas para lograr que el potencial comprador de un proyecto perciba las sensaciones que puede generar una textura, el sentir a través de una ilustración de un piso que este es rugoso o que una superficie de un objeto es lisa y plástica, es parte del proceso de generar sensaciones en quien observa el *render*.

Según García (2016), “antes de aplicar materiales a un objeto, se debe saber de qué elementos se compone y cómo se comportan” (p.19), [ya que] “en definitiva, se trata de poder adaptar lo máximo posible el material creado al objeto del escenario con tal de que a la hora de renderizar se asemeje lo más posible a la realidad” (p.19).

En la misma dirección, uno de los profesionales entrevistados (Castro, 2022) plantea sobre las texturas:

Primordialmente, en el tema de la visualización es necesario realizar las texturas lo más cercano a la realidad del diseño. [...] Darles a las texturas los aca-

bados, matices y brillos, que al cliente le permitan facilitar la lectura de este...La textura que se use debe encontrarse en el mercado para así implementar en su edición todas sus especificaciones, así como darle muy buena calidad dentro del programa (3'6”).

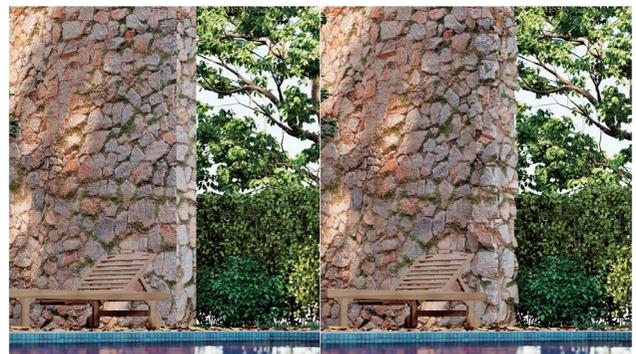
En algunos softwares, el truco de generar estos acabados realistas de los materiales está en aplicar los mapas, uno importante es el *displacement* o desplazamiento, sobre el que autores como Lumion (2020) indican que a través de su software se pueden mejorar los aspectos volumétricos mediante el mapa mencionado, como se observa en los siguientes renders esquemáticos:

Ilustración 3
Mapa de desplazamiento en arena



Fuente: Lumion, 2020

Ilustración 4
Mapa de desplazamiento en muro de piedra



Fuente: Lumion, 2020

En ese orden de ideas, a la hora de revisar y realizar un *render* es importante observar los mapas de las texturas que están siendo utilizados, lo cual es fácil de observar realizando un desarrollo intuitivo de comparar un objeto de la vida real y su acabado en la ilustración *renderizada*: un objeto que usualmente se vería brillante, debería tornarse de la misma manera en un *render* para así lograr el total alcance del realismo.

Ambientación

La ambientación en los renders es otro punto importante, sobre el cual Camelo (2020b) hace la observación en el sentido de que “hay arquitectos que prefieren visua-

9 Un *mapa* es la herramienta que permite controlar distintos parámetros sobre los acabados como la luz, brillo sombra etc.

10 Un *bump* es un tipo de mapa que permite generar sombras e iluminación en distintas direcciones sobre los materiales.

11 El *displacement* es un tipo de mapa de desplazamiento que permite crear superficies con relieves en los materiales.

12 El *Specular* es un tipo de mapa que permite controlar la cantidad de brillo y reflejos que tiene una textura.

13 El *Metalness* es un tipo de mapa que facilita realizar distintos acabados metalizados, brillantes, mate, rugosos, etc.

14 La *máscara de opacidad* es una función que permite ajustar o graduar el nivel de transparencia de las texturas.

15 La *occlusión ambiental* es una función que gradúa el control de luz ambiental o global de un *render*.

16 La *profundidad de campo* en un *render* es la distancia entre los objetos y la escena 3D.

lizar las representaciones digitales con mucha ambientación para que la ilustración se aprecie como si ya se estuviese viviendo en el lugar y cree una identificación con el cliente” (párr. 6); sin embargo, también indica que, por el contrario, “existe otro tipo de arquitectos que se inclinan por no ambientar los espacios, ya que en estas prefieren enfocarse a mostrar la arquitectura y el espacio” (párr. 6), lo cual también es muy válido, puesto que muchos renders son sobrecargados de elementos que generan ambientes que no permiten al usuario visualizar correctamente los espacios propiamente dichos.

Se debe revisar si existe un equilibrio entre el espacio y su ambientación, para así darle prioridad al verdadero producto, y no generar distorsión del objeto visual que se está buscando vender.

Para el caso del usuario que escogió el conjunto *Ama-zilia* en Alameda del Río, en aspectos de ambientación interna, los *renders* e imágenes que observó en su proceso de compra fueron un medio para “ver cómo [el usuario] decora los espacios, pues son como guías” (Martínez, 2022).

Lo anterior surge como un factor importante también en la ambientación interna, debido a que los usuarios, al observar la clase de mobiliarios que se pueden utilizar en su inmueble, los ayuda a tomar decisiones en la adquisición de sus muebles a partir de la decoración que llamó su atención, buscando así continuar con las tendencias de diseño que les motivó a decidir que el inmueble era el adecuado.

Figura Humana

Otro aspecto importante que se tiene en cuenta al momento de realizar los *renders* y modelados 3D, son las figuras humanas, si se tiene en cuenta que en la arquitectura siempre prevalece la visión de ésta por encima de cualquier otro aspecto.

En la visualización del proyecto arquitectónico -y los *renders* no son la excepción-, la figura humana es utilizada como un elemento de referenciación de la escala del espacio que permite al observador ubicarse dentro del diseño arquitectónico, imaginar cómo se desenvolvería en éste y estimar sus dimensiones haciendo uso de la escala humana. Si un diseñador, no hiciera uso de la figura humana al momento de modelar y *renderizar*, no estaría transmitiendo sus espacios de manera co-

rrecta, lo que influiría en que el inmueble no se comercializara como se espera.

En su página web, la Revista *Ruptiva* (2021), citando al arquitecto Jan Gehl, afirma que “la arquitectura es la interacción entre la forma y la vida, y la arquitectura solo es buena si esta interacción funciona. Lo mismo ocurre con las ciudades, no se trata de edificios y calles, sino de la interacción entre la vida y el entorno físico”.

A partir de esta afirmación, se puede decir que la figura humana no es solo un referente de ubicación en el render para las personas, sino que también le da valor a la visualización y sirve para que el diseñador pueda mejorar o proponer nuevos aspectos que mejoren la dinámica de la relación sujeto-objeto entre los futuros usuarios y el proyecto.

Respecto a la inclusión de la figura humana en las imágenes del proyecto, Jacir (2022) afirma que

Es necesaria la figura humana, cuando -por ejemplo- se tiene una puerta enorme de 5 o 4 metros, si no se incluye la figura humana, esta puerta puede pasar por una puerta de dimensión normal de 2 metros. (7'52”).

Los *renders* de *Alameda del Río* incluyen figuras humanas que facilitan la comprensión del tamaño de la piscina, las canchas de fútbol, incluso si los accesos de recepción son de doble altura.

La importancia de la inclusión de las figuras humanas radica en que se realicen de la manera más cercana a la realidad, en preferencia de modelados 3D, dado que en ocasiones en postproducción como en *Photoshop*, que es uno de los softwares más usados, suelen llegar a verse hiperrealmente agregadas al entorno, quitándole algo de calidad al resultado final del *render*.

Para los usuarios compradores como Rueda (2022), las figuras humanas “se puede decir que en los espacios externos sí que ayudan a dimensionarse en el espacio”; de la misma forma Espinoza (2022) recalca que:

En espacios como la piscina, la estatura de los niños y los adultos permite visualizar la profundidad de esta, así como altura del hongo, y los alrededores de esta área social [...] igualmente, las figuras humanas en la entrada de la recepción dejan ver que tan alta es esta (5'20”).

Ilustración 5

Render Amazonia: área recreativa de Alameda del Río.



Fuente: Amarilo, 2021

Softwares

Dependiendo de la complejidad del proyecto, el proceso de *renderizado* puede tardar minutos, horas e incluso días para incluir en este todos los objetos del modelado, es por esto que los expertos se inclinan siempre por los programas que más rápido puedan entregar un resultado de buena calidad.

En la actualidad, uno de los programas que ofrecen los mejores resultados para el proceso de *renderizado*, según algunos expertos (Castro, 2022 y Jacir, 2022) son *V-ray*, que produce imágenes y *renders* muy fotorrealistas; sin embargo, no es un programa que se pueda manejar de forma muy cómoda en tiempo real, debido a la gran cantidad de recursos que consume. Por otro lado, *Lumion* funciona de manera más práctica y rápida, e igual sucede con *Twinmotion*; ambos son muy utilizados y permiten observar los cambios en tiempo real de manera cómoda.

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario recalcar que los programas de modelados 3D -cuya utilización es un paso previo al *render*- son de suma importancia y complemento de los acabados que se obtendrán en el *render*, debido la optimización de recursos que se utilizan para realizar los proyectos. Según Urrego (2021), plantean que *Revit* y *3D Max* son los dos de los softwares más solicitados y utilizados en el mercado de la construcción, indicando que “*Revit*, es uno de los productos de Autodesk, y uno de los programas que más ha tenido demanda junto a *3D Max*, esto se debe a la metodología BIM que estos programas implementan (Párr. 3).

Urrego (2021) anota que Andrés Chía, director de proyectos de *Forttech*, afirma que “El programa que más utilizamos es *Revit*, porque este nos permite acoplarnos

a una metodología de trabajo que genera valores agregados en aspectos como el presupuesto y cantidades requeridas...” (Párr.4).

El mismo Urrego (2021) menciona que la Constructora Amarilo también emplea *Revit* para la planimetría de los proyectos y asocia esta tendencia con mayores éxitos en las ventas de inmuebles nuevos, porque este uso “contribuye a la reactivación de la economía de Colombia, al punto que logramos que las ventas crecieran un 9%” (Párr.7).

Respecto al uso de estos programas, según Flórez, G. (2018), Sandra Forero -la entonces presidenta de la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol)-, indicó que “más del 40 por ciento de las edificaciones nuevas que se desarrollan en Colombia, ya están implementando el Modelado de Información para la Construcción (*BIM*, por sus siglas en inglés), una tecnología que está revolucionando la forma de edificación en el mundo” (Párr.2). Lo anterior se debe, a que este tipo de metodologías en los softwares le permite a los contratistas y diseñadores como ingenieros ajustar los últimos detalles de los proyectos, creando modificaciones en tiempo real.

Ventajas y desventajas

La visualización de un inmueble no construido, es decir, su observación por medio de un *render*, ocasiones ofrece muchas ventajas para los usuarios y potenciales propietarios debido a que las personas se pueden dar una idea de qué es lo que van a adquirir antes de hacer su compra, para así evitar algún problema al momento de la entrega de la obra.

En palabras de compradores de inmuebles en *Alameda del Río*, “uno puede visualizar y ponerse en contexto del inmueble que va a adquirir” (Gutiérrez, 2022, 4'59”) y “la ventaja de ver los renders es que uno puede ver la distribución de los espacios y en los renders 360 se puede ver la dimensión de las zonas de circulación” (Martínez, 2022, 8'54”), lo que quiere decir que un potencial comprador puede visualizar qué tan amplio puede ser un pasillo, la sala o una habitación.

Así mismo, es necesario y ético que el potencial comprador esté al tanto de que los *renders* son imágenes (no son el producto) que pueden llegar a modificarse y, ante todo, que es algo digital, esto con el fin no causar futuros malentendidos en caso tal se hayan realizado cambios.

Es por esto que, entre las desventajas señaladas para el caso de *Amazilia*, Martínez (2022) declaró que “el color que mostraron fue uno, cuando el que entregaron fue otro” (9'50”), respecto a lo cual, Sánchez (2022) enfatiza:

Los renders no coinciden con la realidad del inmueble, ya que este antecede a la realidad, el render reúne condiciones ideales de todo, de cámara, iluminación, acabado de materiales, calidad constructiva, uno no renderiza fracturas de baldosa, boquillas mal aplicadas, estucos deformes, uno renderiza en condiciones perfectas, ideales y limpias. Las personas a veces no renderizan por ejemplo la grama que esta amarilla, asoleada, como se observa en *Ruiseñor 2*. (17'2”).

Ilustración 6

Renders Vs realidad en *Ruiseñor 2* de Alameda del Río



Fuente: Elaboración propia para el presente trabajo de fotografías cedidas por algunos compradores y página web oficial de Alameda del Río (2022)

En ese sentido, la realidad de los inmuebles adquiridos en *Alameda del Río*, tal como se evidencia en las imágenes, permitió concluir que, si bien los *renders* coinciden en términos de diseño arquitectónico, en los acabados existen -o pueden existir- varias diferencias, como el caso de la textura de *Ruiseñor 2*, en contrastes de grises o el tono real aparentemente beige de *Amazilia*, o como la verdadera dimensión de las ventanas de *Pelicano*.

Sin embargo, son aspectos que, con el cambio de clima, época del año, intensidad solar que varía entre un día y otro, u otros factores circunstanciales, el resultado de las fotografías de lo entregado muestra diferencias entre el *render* que se mostró durante el proceso de mercadeo y venta, y la realidad del inmueble finalizado.

Por otro lado, se determinó que el programa utilizado en el caso anterior es de un nivel básico de *V-ray* y de

Lumion intermedio, con agregaciones y alteraciones en *Photoshop*, así como modelado en *Sketchup*, y en el mejor caso, *Revit*.

Los expertos aconsejan en que lo ideal es recrear escenas lo más reales posibles, tan reales como si el observador se encontrara al frente y con esto se refieren a la estatura del observador “normal” o promedio que permita observar a este toda la composición, que realmente el usuario tendría en su realidad, esto con el fin de evitar sobredimensiones hiperreales en la mente del potencial comprador. Además, según cuántos sean los recursos de las constructoras, algunos arquitectos (Jacir, 2022) también agregan la importancia de las nuevas tecnologías asociadas al *render* como las gafas de realidad virtual.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos del estudio de caso de *Alameda del Río* a partir de las observaciones de los compradores de inmuebles en este proyecto y arquitectos-diseñadores consultados permiten establecer que la utilización óptima de los *renders* y los softwares de arquitectura influyen positiva y crecientemente en la decisión de los potenciales compradores de inmuebles.

Lo anterior, teniendo en cuenta que los *renders* son elaborados con diversos parámetros de diseño que permiten a su usuario observar y recrear, entre otras, sensaciones como satisfacción, atracción y/o simulación de tacto a través de texturas, lo cual se debe al uso de mapas de materiales que permiten generar acabados realistas, tales como el *bump*, el *gloss*, el *displacement*, los cuales van de acuerdo a la textura que los objetos poseen en la realidad, y que el potencial comprador conoce y ha experimentado sensorialmente.

Otros factores como la iluminación y el entorno, funcionan como medio de visualización que recrea el contexto donde se encuentra el proyecto, permitiéndole al potencial comprador comprender cómo las sombras, las nubes, los árboles en sus diferentes alturas o incluso la ausencia de estos, generan distintos resultados en los *renders* internos y externos, así como la incidencia de las variables del clima (luz solar, nubosidad) que determinan a través de las horas del día, que un espacio se torne más o menos iluminado, como lo mencionan Camelo (2020a) y Sánchez (2022), al hacer referencia al horario denominado *golden hour* (6:00 pm), afirman-

do que es un tipo de horario para los escenarios que tratan de reflejar “la comodidad de volver al hogar”, el momento en que se entra en el confort al llegar a un espacio familiar, algo necesario para llamar o captar la atención de los potenciales compradores.

La inclusión de la figura humana en el *render* surge como un factor clave para mostrar la escala y la funcionalidad de un espacio, debido a que ésta se comporta como un elemento de representación de la proporción real de los espacios que permite a los observadores de un *render* ubicarse en la verdadera dimensión de los espacios a partir de alturas que son representadas en personas por su apariencia visual, es decir un niño, un bebe o un adulto; y, para los potenciales compradores, es una representación básica que les permite entender e imaginar de mejor manera y de una manera más cercana a la realidad, la dimensión y proporción real del espacio debido a que los usuarios se identifican en los *renders* a través de su núcleo familiar, en las diferentes escenas cotidianas en él recreadas.

Es en ese orden de ideas, es consistente concluir que los parámetros de los *renders*, no solo en términos de calidad y postproducción son importantes de manejar; también es de reconocer el obligado dominio de sus técnicas y el desarrollo de aspectos tan básicos en la arquitectura y la representación visual como la escala, el dimensionamiento y su relación funcional, estético-arquitectónico y constructivo.

Todos estos parámetros y el uso de tecnologías en los *renders* son resultado de los avances que se han ido generando en la actual globalización y la multiplicidad de herramientas digitales, así como la realización de procesos en escenarios virtuales, con los cambios y fenómenos que se van presentando en la actualidad.

Es por esto que programas comunes de *renderización*, como *V-ray* y *Lumion*, han logrado posicionarse consistentemente en la representación visual de los proyectos como se evidenció en el caso estudiado, *Alameda del Río* en Barranquilla.

También es importante concluir que el uso de programas de modelados 3D en la industria colombiana ha logrado grandes avances, permitiendo que, a través de la inversión de licencias en programas como *Revit*, *Archi-Cad* y otros, se optimicen los recursos y las soluciones de problemas técnicos de diseño que son detectados

más fácilmente por medio de la modelación digital de los proyectos, previniendo así errores del proceso de construcción o por el contrario permitiendo la corrección de estos en tiempo real.

Los arquitectos diseñadores, los constructores y los expertos en mercadeo coinciden en que una de las principales ventajas de visualizar los proyectos previamente a su construcción, a través de las imágenes “fotorrealistas” de los *renders* y del modelado 3D, está en que el potencial comprador puede apreciar de mejor manera los espacios, así como el “posible” y más cercano resultado a la vida real del proyecto.

Entre las desventajas de visualizar un *render* previo a la construcción se tiene la de los cambios de productos en el mercado, sobre todo si los materiales que se había propuesto utilizar inicialmente ya no se encuentran en el mercado o en la industria. Esto afecta la percepción final del cliente cuando le entregan el proyecto: la ilustración inicialmente mostrada no coincide con la realidad.

Un tema a desarrollar para ampliar y profundizar la temática asociada a la visualización 3D y el mundo de los *renders* tiene que ver con la evolución hacia la utilización de las *gafas de realidad aumentada*, como lo mencionaba Jacir (2022) en sus observaciones sobre los complementos de los *renders*. Esta tecnología no solo se utiliza para la visualización de proyectos en fase de diseño, sino también en la fase de construcción, donde los obreros están utilizando gafas de realidad aumentada certificadas también como elementos de protección, como lo son las *Microsoft HoloLens*, que permiten a los obreros visualizar el proceso constructivo.

Las *gafas de realidad aumentada* están llevando a otro nivel la visualización 3D, en éste, los usuarios y compradores van a poder sumergirse en la realidad virtual del proyecto, con la certeza de que estos van a ser como se visualizan en los *renders*, por lo que con esta tecnología hay más confiabilidad de que la estructura de la edificación, los acabados y los detalles serán casi iguales a lo que se construirá.

La utilización de los *renders* se comporta como un aporte fundamental en las estrategias de mercadeo de proyectos arquitectónicos, de muebles y hasta de accesorios, puesto que se constituyen en herramientas para acelerar la comprensión espacial y de acabado del proyecto.

REFERENCIAS

- Amarilo (2021). *Amazilia*. <https://amarilo.mentor360.co/proyecto/amazilia-alameda-del-rio>
- Berga & González (2014). Render y Arquitectura 3D | Renders torre residencial en Barranquilla, Colombia. *Revista Render-arquitectura.com*, <http://render-arquitectura.com/renderers-torre-residencial-barranquilla>
- Garcés Loperena, I. (2019). ¿Render? ¿Rendering? ¿Renderizado? *EspacioBIM*. <https://www.espaciobim.com/render>
- Camelo, E. (2020a). Tipos de Iluminación y su importancia en los Renders fotorrealistas [Ilustración]. *Still Frame*. Obtenido de <https://stillframerender.com/tipos-de-iluminacion-y-su-importancia-en-los-renders-fotorrealistas/>
- Camelo, E. (2020b). Puntos importantes que destacan en un Render profesional. *Still Frame*. <https://stillframerender.com/puntos-importantes-que-destacan-en-un-render-profesional/>
- Castro, A. (21 de febrero de 2022). *Entrevista experto Andrés Castro* [Video]. Drive Google https://drive.google.com/file/d/1dAOxrmVFRyh6CW_PAOTr-Dzvr-YHW9a/view?usp=sharing
- Ceballos, J.E. y Wiedmann, J.D. (2011) - *Potenciar la percepción en espacios arquitectónicos por medio de la realidad virtual*. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/66833/1/potenciar_percepcion_espacios.pdf
- Flórez, G. (24 de agosto de 2018). El 40 por ciento de las construcciones del país usa tecnología BIM. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/el-40-por-ciento-de-las-construcciones-del-pais-usa-tecnologia-bim-259706>
- Espinoza, L. (21 de febrero de 2022). *Entrevista comprador Luis Espinosa* [Video]. Drive Google <https://drive.google.com/file/d/1I0aNPwX7RNbkIJHEfIRL8SN6YgrESla/view?usp=sharing>
- Estévez, A.M. (2012). *Lógica y Metodología de las Ciencias Sociales*. Disponible en: <https://panel.inkuba.com/sites/2/archivos/estudio%20de%20caso%20segun%20STAKE.ppt.pdf>
- Flores, A. (10 de febrero de 2021). Renders, más allá de la venta. *Duabitad*. <https://www.duabitad.com/mosaico/renderers-ms-all-de-la-venta>
- Gutiérrez, O. (21 de febrero de 2022). *Entrevista comprador Omar Gutiérrez* [Video]. Drive Google <https://drive.google.com/file/d/1wWQOXJ3Hr00jNCWniYWF7Jg7UGbMC90/view?usp=sharing>
- Pérez, M.P. (2016). *El render 360º como herramienta para evaluar espacios arquitectónicos*. Trabajo final de Grado. Fundamentos de la Arquitectura. Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/71090/PISTONI%20-%20EGA-F0088%20E1%20Render%20360%C2%BA%20como%20herramienta%20para%20evaluar%20espacios%20arquitect%C3%B3nicos.pdf?sequence=5>
- Jacir, A. (2022). *Entrevista experto Alain Jacir* [Video]. Drive Google <https://drive.google.com/file/d/1gBfwT2aBXhDu7q82vUg0lNibt-igpXYc/view?usp=sharing> (21 de febrero de 2022).
- Lumi3n & Franco (2022)- ¿C3mo el renderizado puede contribuir en proyectos de arquitectura?: el ejemplo de Lumi3n. *Revista digital Archdaily*. Disponible en: <https://www.archdaily.co/co/921499/8-posibilidades-de-la-renderizacion-en-proyectos-arquitectonicos>
- Mart3nez, N. (2022). *Entrevista compradora Nataly Mart3nez* [Video]. <https://drive.google.com/file/d/1qCLacqjOf2FSdwG6VBosElbgoh8qEnDj/view?usp=sharing> (21 de febrero de 2022).
- Redpiso (2021). ¿Qu3 es el Real Estate? Conceptos fundamentales. *Redpiso*. <https://www.redpiso.es/news/que-es-el-real-estate/>
- Rueda, C. (2022). *Entrevista comprador Camilo Rueda* [Video]. Drive Google https://drive.google.com/file/d/15m3igKBqIL06lEV_SrBA7ExpTN7yxw2L/view?usp=sharing (21 de febrero de 2022).
- Ruptiva. (28 de junio de 2021). La importancia de la figura humana en el render. *Ruptiva*. <https://ruptiva.co/la-importancia-de-la-figura-humana-en-el-render/#:~:text=M%C3%A1s%20all%C3%A1%20de%20constituir%20un,edificio%20y%20empatizar%20con%20%C3%A9l>
- S3nchez, R. (2022). *Entrevista experto Ronny S3nchez* [Video]. Drive Google <https://drive.google.com/file/d/154WFB14lpGIQGFahFCa5Jc-RB6EOwMc5/view?usp=sharing> (21 de febrero de 2022).
- Stake, R.E. (1998). *Investigaci3n con estudio de caso*. Ediciones Morata S.L. Madrid, 1998. <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Investigacion-con-estudios-de-caso.pdf>
- Urrego, A. (12 de junio de 2021). Revit y 3D Max, los softwares de m3s uso para modelaci3n en el sector de viviendas. *La Rep3blica* <https://www.larepublica.co/internet-economy/revit-y-3d-max-los-softwares-de-mas-uso-para-modelacion-en-el-sector-de-viviendas-3184785>

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA EN EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO: ESTUDIO DE CASO DE CLIMA CÁLIDO HÚMEDO PARA BARRANQUILLA, COLOMBIA

ALAIN JESÚS JACIR ELJADUE¹

Universidad Autónoma del Caribe

Recibido: 20 de junio de 2023 / Aprobado: 1 de julio de 2023

Publicado: septiembre de 2023

RESUMEN

El trabajo hace referencia a los sistemas de clasificación utilizados durante la historia desde los griegos hasta la actualidad, y luego se abordan las diferentes clasificaciones de climas planteadas por autores bioclimáticos. Y se realiza un ejercicio de clasificación climática de la ciudad de Barranquilla, aplicando el método de diseño bioclimático, para finalmente poder estar en la capacidad de identificar las estrategias de diseño acordes al clima.

Palabras clave: Clasificación climática, clima, temperatura, humedad, precipitación, climas tropicales.

ABSTRACT

The timeline is briefly described in reference to the classification systems used throughout history from the Greeks to the present, and then the different climate classifications proposed by bioclimatic authors are discussed. And a climatic classification exercise of the city of Barranquilla is carried out, applying the bioclimatic design method, to finally be able to identify suitable climate design strategies.

Key words: Climate, classification, temperature, humidity, precipitation, tropical climates

INTRODUCCIÓN

La clasificación climática por parte de los arquitectos es un ejercicio que debe realizarse en todo momento en que se dispone a diseñar. Es un proceso sencillo que se realiza a través de consultas de los datos climáticos del sitio a estudiar y una revisión bibliográfica, en la cual se comparan los datos de las mediciones contra las definiciones de distintos autores sobre las características que debe tener un clima para identificarlo como tal.

Siendo esto parte del proceso de diseño bioclimático que, a su vez, se encuentra en la línea del diseño sostenible, en donde el proyecto adopta las estrategias de diseño que aprovechen o rechacen el clima en el que se implanta, trayendo consigo una edificación lo más cercano posible al confort higrotérmico desde el punto de vista pasivo, y a su vez un ahorro energético durante su uso.

La clasificación climática se apoya en los datos meteorológicos recopilados por la entidad encargada de realizar dichas mediciones en cada país, los cuales pueden consultarse a través de tablas, gráficas y mapas, en el caso colombiano, el IDEAM (Instituto de Meteorología e Hidrología, y Estudios Ambientales) es la entidad encargada de dicho monitoreo.

El estudio del clima para ser tenido en cuenta en el diseño es de vital importancia para ser practicado y aplicado por los arquitectos. Con este ejercicio de estudio de caso, se pretende aclarar cómo realizarlo para que sea de utilidad para estudiantes y profesionales.

Las clasificaciones realizadas por meteorólogos o por profesionales que estudian el clima para efectos de siembra en el agro se basan en los elementos precipitación y temperatura; sin embargo desde la arquitectura es distinto, ya que se considera desde el punto de vista del confort higrotérmico de los usuarios, por lo cual, los arquitectos deben realizar dicha clasificación teniendo como principales elementos del clima, la temperatura y la humedad, pero no quiere decir que no se tenga que estudiar los demás elementos o incluso factores del clima, se debe hacer para la toma de decisiones con relación a orientación, cubierta, espesores de muros, ubicación de ventanas, tamaños de ventanas, etc.

Durante la antigüedad, algunas civilizaciones se dieron a la tarea de clasificar el clima de la tierra, de acuerdo

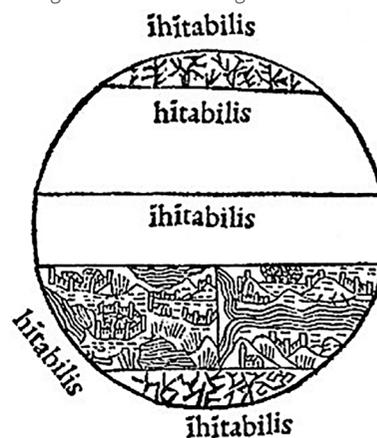
con los conocimientos científicos de su época, como es el ejemplo de los griegos antiguos, quienes realizaron varias clasificaciones climáticas muy parecidas entre sí, aunque cabe resaltar que todas coinciden en que el planeta tierra se dividía en 5 zonas (una zona tórrida, dos zonas templadas, y dos zonas frías) y, a su vez, afirmaban que existían zonas que se encontraban habitadas, y otras en las que era imposible la vida. Posteriormente, se verán variaciones a dicha clasificación, realizadas por Aristóteles, Polibio, Posidonio, Estrabón, y Macrobio. (Olgay, 1998)

Ilustración 1.
Zonas climáticas según Parménides



Fuente: Olcina J. El clima: factor de diferenciación espacial. Divisiones regionales del mundo desde la antigüedad al Siglo XVIII, 19962)

Ilustración 2.
Regiones climáticas según Sacrobosco



Fuente: Olgay, Arquitectura y Clima, 1998

Ilustración 3.
 Zonas climáticas según Macrobio



Fuente: Olgay, *Arquitectura y Clima*, 1998

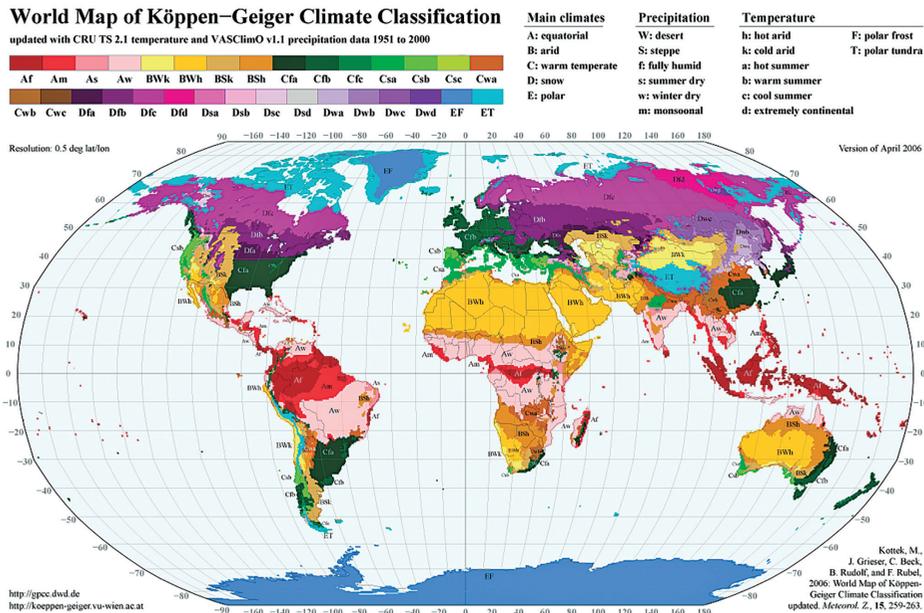
Más adelante, en 1220, durante la edad media, el inglés Juan de Sacrobosco publicó la obra titulada *De Sphaera mundo* que sostenía que la tierra era esférica y, a su vez, la dividía en tres zonas (cálida, templada y fría); posteriormente durante la edad moderna se elaboraron mapas térmicos, siendo el alemán Alexander Von Humboldt quien, a partir de la temperatura y la latitud clasificó la tierra en siete zonas (tórrida ecuatorial, caliente, cálida, templada, fría, invernada, gélida). (Olgay, 1998)

Más recientemente en el año 1900, el geógrafo ruso de origen alemán y especialista en climatología, Wladimir Peter Köppen, creó la clasificación climática Köppen-Geiger, la cual modificó en 1918, y posteriormente en 1936 la suscribió junto con Rudolf Geiger, la cual consistía en una división de cinco tipos de clima generales, subdivididos en un total de treinta clases de climas, los cuales presentan a su vez varias letras que indican el comportamiento de temperatura y precipitación, y a su vez están asociadas con el tipo de vegetación existente. (Lacomba, 1991)

De igual forma, se sabe que en muchas culturas se desarrollaron formas de predicción del clima por parte de habitantes de zonas rurales: según el servicio de información alimentaria y pesquera (Gobierno de México, 2018) los mayas y los aztecas empleaban el método de las cabañuelas. Según la Real Academia Española (RAE, 2022), las cabañuelas se definen como el “cálculo popular basado en la observación de los cambios atmosféricos en los 12, 18 o 24 primeros días de enero o agosto para pronosticar cada uno de los meses del mismo año o del siguiente”.

A su vez, además de las cabañuelas, también se utilizaron desde hace varios siglos otros métodos que además de la observación de las condiciones del tiempo,

Ilustración 4.
 Clasificación climática según Köppen



Fuente: kottek_et_al_2006.gif 1200x789 (vu-wien.ac.at; 2023)

también observaban los cambios físicos y biológicos en que se encontraban las especies animales y vegetales, método utilizado por culturas indígenas en América del Sur y en algunas regiones de Europa.

Según la Red de Agroindustria Rural del Perú (Senamhi, 2018), los descendientes de los incas utilizan un método de observación en el que involucran el sol, la luna, el viento y algunas especies animales, plantas, y la constelación de Pléyades para predecir el clima durante el año, y según el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) (2018), son los yachachiqs, conocedores y portadores del conocimiento ancestral del clima, quienes llevan a cabo dicha práctica ancestral, y con quienes, en el año 2018, realizaron pronósticos en conjunto con los ingenieros y meteorólogos peruanos.

Actualmente, estos métodos son utilizados por personas que trabajan en el campo y en las zonas rurales de gran parte del mundo, pero cabe resaltar que no es un método basado en la ciencia y que, además, no son sistemas de clasificación climática sino métodos para predecir del clima.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, los arquitectos bioclimáticos se han basado en la clasificación climática de Köppen, para establecer sus propias definiciones y características de cada clima.

Al realizar una revisión bibliográfica de textos de gran relevancia en bioclimática, de autores que ahondan en los diferentes tipos de climas (algunos autores solamente en climas cálidos) desde el punto de vista del confort y el diseño arquitectónico, el presente trabajo se desarrolla sobre los climas cálidos-húmedos.

Según Alan Konya (1981), los climas cálidos se clasifican en regiones cálido-húmedas (ecuatorial y tropical marino), regiones mixtas con temporadas cálido-húmedas y cálido-secas (tropical continental o sabana, y zonas altas tropicales), regiones cálido-secas (desierto árido, semiárido) y regiones subtropicales (mediterráneo, húmedo). Este autor define cada clima desde las variables de localización geográfica y vegetación, variaciones estacionales, temperatura del aire, humedad relativa, precipitaciones, estado del cielo y radiación solar, viento y otras características.

El clima cálido húmedo ecuatorial corresponde a aquellos localizados entre los 5° y 10° del Ecuador, (Konya A,

1981) que puede darse también en latitudes más altas, y hace énfasis en que la vegetación es exuberante y de rápido crecimiento. Cuenta con pequeñas variaciones estacionales durante el año, con dos temporadas, una lluviosa y una seca. Se presentan temperaturas máximas anuales diurnas de alrededor de los 30°C, y temperaturas mínimas anuales nocturnas de alrededor de los 24°C, variaciones diarias de aproximadamente 8°C, y anuales de 1° a 3°C. La humedad relativa casi durante todo el año es del 65%, y con variaciones de 55% hasta 100%, y la presión de vapor entre 2500 y 3000 N/m². En la precipitación, pueden presentar entre los 2000 y los 5000 mm. Presenta un estado de cielo con bastantes nubes y brumas durante todo el año, aunque con momentos en que las nubes no tapan el sol. La radiación solar es difundida por las nubes, pero también por la alta presencia de contenido de humedad del aire, y la radiación reflejada del terreno es pequeña. Presenta periodos extensos de calma de viento, y en las ocasiones que se presente, es suave, y durante un periodo determinado del año, se entra en la temporada de influencia de los vientos Alisios.

El clima cálido-húmedo tropical marino corresponde a aquellos localizados en las costas tropicales, por ejemplo, en Brasil, América Central, Madagascar, entre otros. Cuenta con vegetación de bosque húmedo, presenta pequeñas variaciones estacionales. Se presentan temperaturas máximas anuales a la sombra de 28°C, y temperaturas mínimas anuales durante la noche de 21°C, y las variaciones diarias y anuales son también pequeñas, pero un poco más amplias que las regiones ecuatoriales. La humedad es alta y varía entre el 55% y el 100%, con una presión de vapor de entre 1800 y los 2500 N/m². En la precipitación, pueden presentar lluvias anuales altas. El cielo, a diferencia que la región ecuatorial, con frecuencia se presenta despejado, aunque muy oscuro y en algunas ocasiones nublado antes y durante las tormentas. La radiación solar es intensa, prácticamente directa, y con poco componente difuso. Al ser sitios localizados en las costas, el viento a barlovento es moderadamente fuerte, y llega a presentar huracanes en ocasiones.

Según Johan Van Lengen (2022), se pueden presentar los climas llamados trópico húmedo, trópico seco, y zona templada. No describe directamente los climas, sino que describe cómo se debe diseñar y construir en estos climas para poder aprovecharlos o rechazarlos; por

ejemplo, sugiere que, en el trópico húmedo, los edificios deben contar con cubiertas inclinadas para poder evacuar las aguas de las lluvias, muy propias de estas regiones, se deben contar con aleros para protección del sol y las lluvias y se debe contar con buena ventilación; también describe detalladamente cómo debe hacerse la estructura en caso de utilizar materiales naturales no industrializados presentes en el ambiente natural.

Koenigsberger, O. H., Ingersoll, T. G., Mayhew, A. y Szokolay, S. V. (1973), describen seis tipos de climas, apoyándose en la descripción de estos, desde las variables climáticas de la temperatura del aire, humedad relativa, condiciones del cielo, radiación solar, velocidad del viento, vegetación y características especiales. Los climas que describen son: clima cálido-húmedo, clima de isla cálido-húmedo, clima desértico cálido-seco, clima desértico marítimo cálido-seco, clima compuesto o monzónico, clima tropical de tierras altas.

Las regiones con clima cálido-húmedo se encuentran cerca del cinturón del Ecuador, extendiéndose 15° de latitud hacia el norte y hacia el sur, por ejemplo, ciudades como Lagos, Singapur, Quito, entre otras, y cuentan con una pequeña variación estacional durante todo el año, y con periodos de lluvia y secos, con ocurrencias de vientos fuertes y tormentas eléctricas.

En las regiones con clima cálido-húmedo, la temperatura del aire a la sombra llega a tener durante el día una media máxima entre 27°C a 32°C, pero ocasionalmente podría exceder dichos valores. Durante la noche la temperatura media mínima varía entre los 21°C y 27°C. Los rangos de temperatura diarios y anuales son muy pequeños. La humedad relativa es alta, sobre el 75% durante todo el tiempo, pero puede variar entre el 55% y 100%, la presión de vapor en esta región es entre 2500 y 3000 N/m². La precipitación es alta durante todo el año, presentando meses muy intensos, la lluvia anual puede tener valores entre los 2000 y 5000 mm. El cielo se encuentra bastante nublado durante todo el año, cubriendo entre el 60% y 90%, el cielo puede brillar con luminancias de 7000 cd/m² o incluso más cuando se encuentra ligeramente nublado. La radiación solar es parte reflejada y parte dispersa, debido a la presencia de nubes y del contenido del vapor en la atmósfera, y la que logra llegar hasta la tierra, es difusa, pero es fuerte y puede generar resplandor. La velocidad del viento es típicamente lenta, con periodos de calma frecuentes,

pero fuertes vientos pueden ocurrir durante las tormentas de lluvias, y se han llegado a registrar ráfagas de viento de 30m/s. Cuentan con una o dos direcciones predominantes. La vegetación crece rápidamente en estas regiones.

Las regiones con clima de isla cálido-húmedo se encuentran localizadas dentro del cinturón ecuatorial y en la zona de vientos alisios, un ejemplo de estas son las islas del Caribe, las filipinas y otros grupos de islas en el pacífico.

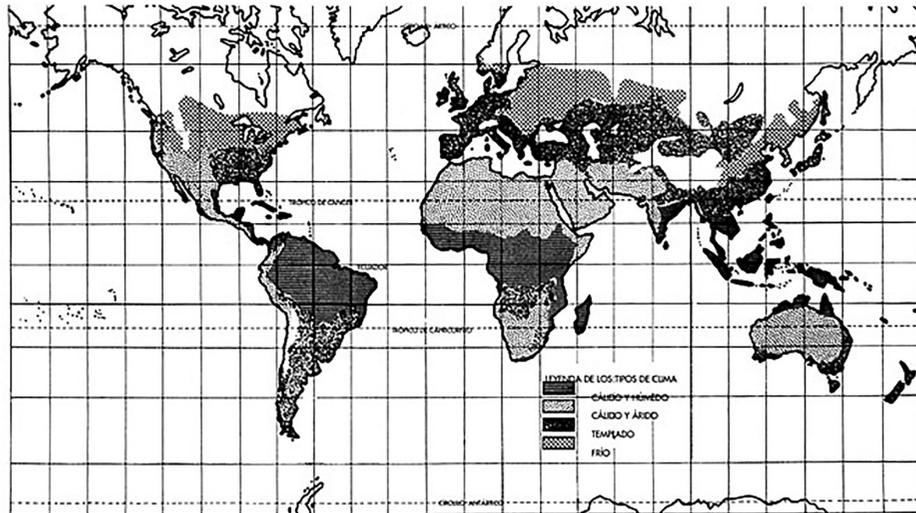
Las variaciones estacionales en el clima de isla cálido-húmedo son insignificantes. La temperatura media máxima del aire a la sombra durante el día oscila entre los 29°C y los 32°C y rara vez se elevan por encima de la temperatura de la piel. Durante la noche la temperatura media mínima puede llegar hasta los 18°C, pero normalmente se encuentra entre esta cifra y los 24°C, la variación de temperatura diurna es de 8°C y el rango anual está en los 14°C. La humedad relativa varía entre el 55% y el 100%, la presión de vapor se presenta entre los 1750 y los 2500 N/m². La precipitación es alta, entre 1250 y los 1800 mm anualmente, y puede llegar hasta los 250mm durante el mes más lluvioso. Las condiciones del cielo son normalmente claras o con algunas nubes y con alto brillo, excepto durante las tormentas. Cuando se presentan los cielos azules, la luminancia es baja, entre los 1700 y 2500 cd/m². La radiación solar es fuerte y directa, con un componente débil difuso cuando el cielo está claro, pero varía mientras este cubierto de nubes. Con respecto al viento, la velocidad de los vientos alisios puede alcanzar velocidades de alrededor de 6 a 7m/s, aliviando un poco el malestar provocado por el calor y la humedad del ambiente. Y la vegetación es menos exagerada y verde que en las zonas cálido-húmedas. Y como características especiales, en estas zonas se presentan ciclones tropicales o huracanes con velocidades de viento desde 45 hasta 70 m/s.

De acuerdo con Szokolay, S. (2014), existen 4 clases de climas, climas fríos, climas templados, climas cálidos-seco, y clima cálidos-húmedos.

En el clima cálido-húmedo es donde se encuentra mayor dificultad para diseñar proyectos arquitectónicos, debido a que las temperaturas medias máximas puede que no lleguen a tan altos valores como los que

Ilustración 5.

Zonas climáticas simplificadas por Víctor Olgyay, basado en el sistema de Köppen.



Fuente: (Olgyay, V. *Arquitectura y Clima*, 1998)

se presentan en el clima cálido-seco, pero la variación diurna es muy pequeña, al menos menor de 5°C, por lo que se descarta el efecto de la masa térmica. La humedad es alta, por lo que los sistemas pasivos de enfriamiento evaporativo tampoco pueden utilizarse, ya que incrementarían la humedad, aunque el enfriamiento evaporativo indirecto si se puede utilizar, debido a que no adiciona más humedad al aire de suministro. Los climas cálido-húmedos están localizados alrededor del ecuador, donde el paso del sol está cerca del zenith, por lo que el techo recibe una muy fuerte radiación directa.

Según Olgyay, V. (1998), existen cuatro clases de zonas climáticas: fría, templada, cálida-árida y cálida-húmeda. ya que no se cuenta con una descripción generalizada de los tipos de clima sino con descripciones de climas de ciudades en específico, a continuación, se tomaron las generalidades del cálido-húmedo a partir del estudio climático de la ciudad de Miami. (Olgyay, 1998)

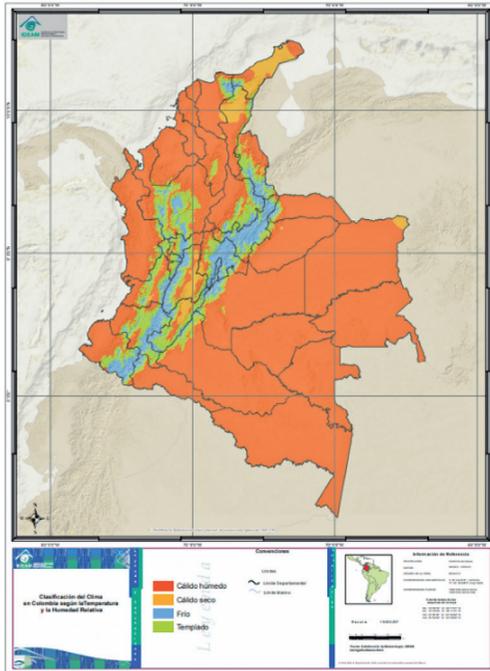
En la región cálida-húmeda se presentan temperaturas altas, con oscilaciones diarias de temperatura de unos cuantos grados. Presenta condiciones altas de asoleamiento, con gran proporción de radiación difusa. El viento presenta velocidades bajas, con presencia de calma y en algunas ocasiones brisas ligeras. Presenta dos temporadas, una lluviosa y una seca, y con relación a la humedad relativa y presión de vapor son relativamente altas.

Koenigsberger, O.H., Mahoney, C.T. and Evans, M. (1971) describen que cuando los climas se clasifican en húmedos o secos, se debe tener presente que existen unas zonas intermedias, clasificándolas como húmedas (arriba de 70%), subhúmedas (entre 50 y 70%), semi seco (entre 30 a 50%), árido o seco (menor de 30%).

Según el informe preparado por el grupo de climatología y Agrometeorología de la subdirección de Meteorología del IDEAM, en Colombia en el año 2011 se tenían cuatro clasificaciones climáticas, las cuales son Caldas-Lang, Lang, Holdridge, y Martone. La clasificación de Caldas-Lang define que se tienen 28 clases de climas, en contraste la clasificación Lang define que se tienen seis clases de climas, y por otro lado Holdridge define que se tienen 26 clases de climas, y a su vez la clasificación Martone define que se tienen 6 clases de clima.

Para efectos de establecer los parámetros y lineamientos a ser aplicados por diseñadores y constructores en el ahorro de agua y energía como resultado de las medidas activas y pasivas para la construcción sostenible, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, MINVIVIENDA, (2015) expidió la Resolución N° 0549 de 2015, en cuyo artículo sexto se adopta, como zonificación climática, la Clasificación del Clima en Colombia según Temperatura y Humedad Relativa elaborada por el IDEAM (s.f.)

Ilustración 6.
Mapa de climas de Colombia



Fuente: Resolución N° 0549 de 2015 (MINVIVIENDA, 2015)

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Se realizó un ejercicio de clasificación y caracterización climática de la ciudad de Barranquilla, para lo cual se tomaron los datos climáticos oficiales de la página web del IDEAM, de los reportes de climatología del aeropuerto Ernesto Cortissoz localizado en el municipio de Soledad-Atlántico, con los que se analizaron las variables de los elementos climáticos tales como temperatura, humedad relativa, velocidad de viento, dirección de viento, precipitación, radiación, entre otros, a los cuales se les identificaron los promedios de las medias, y en algunas variables los promedios de las máximas y las mínimas, y se desmenuzan todas las variables climáticas para identificar el comportamiento general del clima durante el año y durante cada mes.

Luego se revisaron las temperaturas y humedades relativas horarias para conocer el comportamiento promedio cada mes en cada una de las 24 horas, esto es posible realizarlo solicitando al IDEAM los valores, o aplicando en este caso el uso de una hoja de cálculo de Excel en donde se ingresan los valores. Con esto se pueden derivar las variaciones de temperatura y humedad del día con respecto a la noche y a su vez de manera anual y en cada temporada.

A partir del análisis de esta información, se pudieron establecer cuáles son las características de sus elementos climáticos, para luego contrastarlo con los datos extraídos de la revisión bibliográfica; con ello, finalmente, se puede establecer el tipo de clima que se presenta en la región objeto de estudio y, así, seleccionar las estrategias de diseño bioclimáticas acordes a dicho clima, y a cada variable.

Es en este punto en donde se definen las decisiones arquitectónicas de acuerdo con el tipo de clima; por ejemplo, una cubierta a dos aguas o una cubierta plana, muros delgados o muros gruesos, ventilación natural o protegerse de la ventilación, tamaños de ventanas, colores, materiales, entre otros.

DISCUSIÓN

En la Tabla N°1 se presentan los datos del clima recopilados durante más de 30 años en la estación meteorológica ubicada en el Aeropuerto Ernesto Cortissoz, de la cual se puede concluir que los datos son acordes a las características que se presentan en un clima cálido - húmedo.

En la tabla 1, se puede apreciar que los datos de las medias son muy estables y altos durante todo el año, estando con valores que van entre los 26,6°C el mes más bajo hasta los 28,1°C el mes más cálido, los rangos de temperatura anuales son muy pequeños. Vemos claramente que la humedad relativa cuenta con una media de entre los 77% en el mes más bajo, hasta los 84% en el mes más alto, también podría considerarse estable y alta, debido al alto contenido de vapor de agua en el aire.

En el caso de la precipitación anual que es de 814,4 mm, se aprecia que se presenta un poco por debajo de la media característica de los climas húmedos, pero es necesario recordar que la clasificación debe hacerse por humedad relativa y no por precipitación. El viento predominante muestra un marcado predominio del Noreste, coincidiendo con los vientos alisios, los cuales están presentes en el cinturón cercano al Ecuador, que es la ubicación geográfica de la mayoría de las zonas con climas cálidos-húmedos del planeta: Barranquilla se encuentra localizada geográficamente a 11°, hemisferio norte.

Se aprecia que la velocidad del viento alcanza, en el mes más bajo, 2,2 m/s y llega a 6,1 m/s en el mes más alto, la medida de esta variable es un poco baja en comparación con las velocidades que se esperan de una ciudad con clima cálido-húmedo; sin embargo, a medida que

Tabla 1.
 Datos meteorológicos Aeropuerto Ernesto Cortissoz.

Datos Meteorológicos													
Promedio Variable	Unidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temp. Mínima	°C	23,3	24,4	24,7	24,4	25,8	25,6	24,4	24,4	24,0	24,8	20,0	17,7
Temp. Media	°C	26,6	26,6	26,9	27,5	28,1	28,1	28,0	28,0	27,8	27,4	27,4	27,0
Temp. Máxima	°C	31,3	31,4	31,9	32,7	33,3	33,9	33,7	33,1	32,8	32,3	32,0	31,2
Humedad Relativa Mínima	%	61,6	62,6	62,3	61,2	64,3	63,6	61	68,8	64,1	67,4	58,2	53,5
Humedad Relativa Media	%	78	77	77	78	80	80	80	81	82	84	82	79
Humedad Relativa Máxima	%	94,4	91,4	91,7	94,8	95,7	98,4	99	99,2	100	100	100	100
Precipitación	mm	6	0,3	1,4	25,4	115	79,8	73,8	110	150,3	162,6	68,9	20,9
Precipitación	N. días	1	1	1	3	8	9	6	9	12	15	8	2
Viento predominante	dirección	NE	NE	NE	NE								
Viento velocidad prevalente	m/s	5,6	5,9	6,1	4,8	3,3	2,7	3,2	3,1	2,6	2,2	2,9	4,5
Viento porcentaje de calmas	%	15	16	14	13	12	10	12	12	10	9	10	14
Radiación Solar	Kwh/m2 día	6,4	6,4	6,8	6,0	5,8	5,8	6,3	5,5	5,5	5,2	5,3	5,7
Brillo Solar	h/mes	9	8,5	7,8	7	6	6,5	7	6,8	5,5	5	6,5	8

Fuente: IDEAM (www.ideam.gov.co)

se reduce la proximidad al río Magdalena que bordea por el Este y el Norte a la ciudad, se encontrarán velocidades mayores.

La radiación solar en Barranquilla llega a valores entre 5,2 y 6,8 Kwh/m2/día, propia de localidades cercanas al Ecuador, contando con una fuerte radiación directa, en algunos casos reflejada por los materiales de las superficies ocupadas por la ciudad a las zonas naturales. En lo que tiene que ver con el brillo solar, se aprecia que existe una temporada del año (mayo a noviembre) en la que el brillo solar presenta entre cinco y siete horas - sol, coincidiendo con precipitaciones medias y altas, y

una segunda temporada que va desde diciembre hasta abril con valores que van de ocho a nueve horas sol/día, también coincidiendo con la temporada seca con precipitaciones, temperaturas y velocidades de viento bajas, aunque cabe resaltar que las temperaturas aumentan entre junio y noviembre, tal como se aprecia en la Tabla N° 1.

En la Tabla N° 2, se pueden apreciar los promedios horarios mensuales de las 24 horas, pero solamente temperatura y humedad relativa, que son finalmente las variables utilizadas para la realización de la clasificación del clima que interesa para efectos del presente trabajo.

Tabla 2.
 Temperatura y Humedad Relativa Horaria en Barranquilla.

HORA	TEMPERATURA °C												HUMEDAD RELATIVA %											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
1	24,9	25,8	25,6	25,4	26,7	26,8	25,5	25,4	25,1	25,8	22,4	25,4	87,9	85,8	88,0	88,0	92,0	94,3	94,5	95,6	95,5	95,8	91,7	90,1
2	24,5	25,5	25,4	25,2	26,5	26,3	25,2	25,2	24,8	25,5	21,9	25,0	89,3	87,0	88,9	91,7	92,9	95,3	95,6	96,4	96,6	96,8	93,5	91,6
3	24,3	25,2	25,2	25,0	26,3	26,2	25,0	25,0	24,6	25,4	21,5	24,7	90,4	88,0	89,6	92,5	93,6	96,0	96,4	97,1	97,4	97,5	94,9	92,8
4	24,1	25,0	25,1	24,8	26,2	26,0	24,9	24,9	24,5	25,2	21,1	24,5	91,3	88,8	90,1	93,0	94,1	96,6	97,0	97,6	98,0	98,1	96,1	93,8
5	23,9	24,9	25,0	24,7	26,1	25,9	24,8	24,7	24,4	25,1	20,9	24,3	92,0	89,4	90,5	93,5	94,5	97,1	97,5	98,0	98,5	98,6	97,0	94,5
6	23,7	24,8	24,9	24,7	26,0	25,9	24,7	24,7	24,3	25,0	20,7	24,1	92,6	89,9	90,8	93,8	94,7	97,3	97,8	98,3	98,9	99,0	97,7	95,1
7	23,7	24,8	24,9	25,0	26,4	26,3	25,2	25,0	24,3	25,0	20,6	24,1	92,7	89,9	90,8	92,5	93,1	95,4	95,9	97,1	98,9	99,0	97,8	95,3
8	24,2	25,3	26,4	26,7	28,0	28,1	27,1	26,8	26,1	26,3	21,4	24,6	90,6	87,6	84,7	85,6	86,5	87,9	87,8	90,9	91,4	93,3	95,2	93,2
9	25,8	26,8	28,3	28,8	30,0	30,3	29,6	29,0	28,4	28,2	23,8	26,4	84,0	81,6	77,1	76,9	78,3	78,9	77,9	83,0	82,1	85,0	86,8	86,4
10	27,7	28,5	30,0	30,8	31,7	32,2	31,7	31,1	30,5	30,1	26,6	28,5	76,2	74,7	69,9	68,9	71,0	70,9	69,1	75,8	73,4	76,9	76,9	78,1
11	29,5	29,9	31,3	32,2	32,9	33,5	33,2	32,6	32,1	31,5	29,3	30,4	69,1	68,6	64,7	63,3	65,9	65,3	63,0	70,7	67,0	70,7	67,7	70,5
12	30,8	31,0	32,0	32,9	33,5	34,1	34,0	33,3	33,0	32,4	31,2	31,9	63,7	64,1	61,8	60,4	63,4	62,6	59,9	66,0	63,5	67,1	60,9	64,8
13	31,5	31,6	32,2	33,0	33,6	34,2	34,0	33,4	33,2	32,6	32,4	32,7	60,6	61,6	61,1	59,9	63,1	62,3	59,6	67,6	62,6	66,0	57,0	61,4
14	31,8	31,8	31,9	32,7	33,2	33,8	33,6	33,1	32,8	32,4	32,7	33,0	59,7	60,9	62,2	61,3	64,6	64,0	61,4	68,9	63,9	67,0	55,8	60,4
15	31,6	31,6	31,4	32,0	32,6	33,1	32,8	32,4	32,2	31,9	32,4	32,8	60,5	61,8	64,4	64,1	67,2	66,9	64,6	71,4	66,7	69,4	56,8	61,2
16	31,0	31,1	30,7	31,1	31,8	32,2	31,9	31,5	31,3	31,1	31,6	32,2	62,7	63,8	67,4	67,5	70,5	70,6	68,5	74,5	70,3	72,6	59,6	63,5
17	30,3	30,5	29,9	30,2	31,0	31,3	30,8	30,5	30,3	30,3	30,5	31,4	65,7	66,5	70,6	71,2	74,0	74,4	72,7	77,9	74,3	76,1	63,4	66,6
18	29,5	29,7	29,1	29,3	30,2	30,4	29,8	29,5	29,3	29,5	29,3	30,5	69,1	69,5	73,9	74,9	77,4	78,2	76,8	81,2	78,2	79,7	67,7	70,1
19	28,6	29,0	28,3	28,5	29,4	29,6	28,9	28,7	28,4	28,7	28,0	29,5	72,6	72,5	76,9	78,3	80,6	81,7	80,7	84,3	81,9	83,1	72,1	73,8
20	27,8	28,3	27,7	27,7	28,7	28,8	28,0	27,9	27,6	28,0	26,8	28,6	75,9	75,5	79,6	81,4	83,4	84,8	84,1	87,1	85,2	86,2	76,4	77,4
21	27,1	27,6	27,1	27,1	28,2	28,2	27,3	27,2	26,9	27,4	25,6	27,8	79,0	78,2	82,0	84,0	85,8	87,5	87,0	89,4	88,1	88,9	80,4	80,7
22	26,4	27,0	26,6	26,5	27,7	27,7	26,7	26,6	26,3	26,8	24,6	27,0	81,8	80,6	84,0	86,2	87,9	89,8	89,5	91,5	90,6	91,1	83,9	83,6
23	25,8	26,5	26,2	26,1	27,3	27,2	26,2	26,1	25,8	26,4	23,7	26,4	84,2	82,6	85,6	88,1	89,5	91,6	91,6	93,1	92,6	93,0	87,0	86,2
24	25,3	26,1	25,9	25,7	26,9	26,9	25,8	25,8	25,4	26,1	23,0	25,8	86,2	84,4	87,0	89,6	90,9	93,1	93,2	94,5	94,2	94,6	89,6	88,3
Promedio	27,2	27,8	28,0	28,2	29,2	29,4	28,6	28,3	28,0	28,2	25,9	28,0	78,2	77,2	78,4	79,6	81,5	82,6	81,8	85,4	83,8	85,2	79,4	80,0
Oscilación	8,1	7,0	7,3	8,4	7,5	8,3	9,4	8,8	8,9	7,6	12,1	8,9	33,0	29,0	29,7	33,9	31,6	35,0	38,2	30,6	36,3	33,0	42,1	34,9

Fuente: IDEAM (www.ideam.gov.co) y Gómez, Azpeitia, 2016)

En las temperaturas horarios se puede encontrar que la temperatura media del aire llega arriba de 29°C desde las 9 am en los meses de mayo a agosto, y continúa en aumento hasta las 7 pm cuando comienza a descender, por lo que es en estas horas cuando se encuentra por fuera de confort técnicamente; pero cabe resaltar que en los meses de mayo, junio y julio las temperaturas altas pueden llegar hasta las 8pm. Y en los demás meses del año las temperaturas alcanzan por arriba de los 29°C en algunos meses (marzo, abril y septiembre) desde las 10 am, y en otros desde las 11 am (enero, febrero, noviembre y diciembre).

Así mismo, si se analiza la humedad relativa horaria, se observa que, durante el medio día de todos los meses, se presentan las humedades más bajas del día, aproximadamente desde las 10 am hasta las 6 pm, pero de igual manera sigue siendo una humedad relativa elevada.

En la temperatura y humedad relativa horaria se puede apreciar que durante el día y la noche existen unas pequeñas variaciones entre 8°C y 10°C y del 30% a 40%, respectivamente, lo que remite de nuevo a un clima con pocas variaciones, lo que coincide con un clima muy estable.

CONCLUSIONES

Al analizar y caracterizar los datos climáticos uno a uno, se concluye que en la ciudad de Barranquilla se presentan dos temporadas, una lluviosa y una seca, en las cuales la temperatura y la humedad relativa son relativamente estables, sin variaciones diarias ni anuales; así mismo, presenta cielos nublados en épocas de lluvias y cielos despejados en épocas secas. Acompañado de alta radiación solar y alto brillo solar durante la mayoría del año, es por esto por lo que se considera que el clima presente en la ciudad de Barranquilla es un clima cálido-húmedo. (Koenigsberger, O. H., Ingersoll, T. G., Mayhew, A. y Szokolay, S. V., 1973), (Konya, 1980), (Szokolay, 2014).

Por lo tanto, las estrategias de diseño bioclimáticas para la ciudad de Barranquilla deberán apuntar a la aplicación de medidas pasivas (o activas, en las horas del día en que no se pueden llevar a confort por medios pasivos) que conduzcan a enfriar y deshumidificar, las cuales pueden lograrse por medio de la ventilación natural selectiva nocturna, es decir desde el periodo de tiempo comprendido entre las 8 pm hasta las 9 am para introducir el aire en los momentos en que éste se encuentra con menor temperatura, ya que, si se ingresa

durante las demás horas del día, se tendrían ganancias por ventilación, esto es calendando en vez de enfriar.

Otra forma de enfriar sería evitar el recalentamiento de las superficies mediante la orientación del edificio de forma que las fachadas más largas se ubiquen al norte y al sur, y las fachadas más cortas se localicen al este y oeste, agregándoles elementos de sombreado solar, y minimizar la colocación de ventanas en las fachadas este y oeste. (Jacir, 2018)

Para maximizar la eficiencia de la ventilación natural es conveniente diseñar ventilaciones cruzadas y utilizar la unilateral solamente en casos en que sea imposible la ventilación cruzada.

Con relación a los materiales, es recomendable aplicar materiales porosos, con baja conductividad térmica, muy reflectivos, de color blanco, y con bajo calor específico, evitar la presencia de agua como por ejemplo fuentes, ya que el aire se encuentra saturado por la presencia de alto contenido de vapor de agua en el aire, por lo que el enfriamiento por evaporización debe restringirse.

REFERENCIAS

- Olgay, V. (1998). *Arquitectura y clima*. Gustavo Gili. SL.
- Lacomba, R. (1991). *Manual de Arquitectura Solar*. Trillas.
- Servicio de Información Alimentaria y Pesquera del Gobierno de México, (10 de enero de 2018). Las cabañuelas, tradición ancestral para predecir el tiempo. gob.mx/www.gob.mx/siap/articulos/las-cabanuelas-tradicion-ancestral-para-predecir-el-tiempo
- SENAMHI (25 de agosto de 2017). Meteorólogos, yachachiqs y cabañuelas de los Andes. *Senamhi*. www.senamhi.gob.pe/?p=prensa&n=697
- Konya, A. (1981). *Diseño en climas cálidos, Manual práctico*. Blume Ediciones.
- Van Lengen, J. (2022). *Manual del arquitecto descalzo*. Talleres de imprentas Peña Santa S.A.
- Koenigsberger, O. H., Ingersoll, T. G., Mayhew, A. y Szokolay, S. V. (1973). *Manual of tropical housing and building*. Universities Press (India) Private Limited.
- Szokolay, S. (2014). *Introduction to Architectural Science*. Routledge
- Koenigsberger, O. H., Mahoney, C., y Evans, M. (1971). *Climate and house design*. United Nations, Department of economic and social affairs. Centre for Housing, Building, and Planning (United Nations).
- IDEAM (2020). www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/climas
- Lacomba, R. (1991). *Manual de Arquitectura Solar*. Trillas.
- Jacir, A. (2018). Simulación térmica para explicar la orientación en el diseño arquitectónico: dos estudios de caso. *Revista Arte & Diseño*. Vol 16, (1), 12 – 17, Universidad Autónoma del Caribe.

PROPUESTA DE UN MODELO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE VALORIZACIÓN POR BENEFICIO GENERAL

FREDY A. SANTIAGO MOLINA¹

Universidad Autónoma del Caribe

RESUMEN

El diseño de un *modelo* para la aplicación, cálculo y distribución de la *Contribución de Valorización por Beneficio General* tiene su punto de partida en entender la ciudad desde la óptica de los sistemas y la ciudad contemporánea como un complejo sistema de interacciones en el que los eventos (o proyectos) que suceden en una zona impactan y generan beneficios en las restantes zonas del sistema urbano. Bajo esta premisa se propone un modelo para aplicar, calcular y distribuir la *Contribución de Valorización por Beneficio General* a partir de entender que un proyecto, en tanto forma parte de un conjunto o plan de obras, no necesariamente se traduce en un mayor valor o *plusvalía* de los inmuebles, sino en beneficios para todos los atributos y dimensiones del territorio y su impacto se puede dimensionar como una probabilidad medida a partir de un modelo gravitacional de interacción.

Palabras clave: *Contribución de valorización, Infraestructura Urbana, Plusvalía, Inversión pública, Valor del suelo, Enfoque de sistemas, Desarrollo Urbano, Modelo, Interacción, Gravitacional, Método.*

ABSTRACT

To design model to apply, calculate and distribute of *Special Assesment by General Benefit* has started on understanding cities from systems theory approach and too understanding contemporary cities as a complex interactions system in which events (or projects) that are executingg in any area impact and generate benefits in remaining areas of urban system. Under this premise, the proposed model to apply, calculate and distribute *Special Assesment by General Benefit* is based on understanding that a project to be part of a plan, does not necessarily becomes into greater value of real estate, but in benefits for all territory attributes and dimensions. This impact can be understanding as a probability wich is measured using a interaction gravitational model..

Key words: *Special Assessment, Urban Infrastructure, Betterment Levy, Public investment, Land value, Systems approach, Urban Development, Model, Interaction, Gravitational, Method*

INTRODUCCIÓN

Es evidente que la inversión pública en proyectos de desarrollo urbano de gran impacto y de beneficio masivo cada vez se verá más limitada si se pretende ejecutar con los recursos ordinarios del presupuesto de las entidades territoriales.

Es cada vez más necesario que la financiación del desarrollo urbano acuda a figuras como la *contribución de valorización* (especialmente el sistema de la *Contribución por Beneficio General*, la cual reparte las cargas y beneficios sobre la totalidad o la mayor parte de la ciudad); la *plusvalía* (que recupera el mayor valor real que adquieren los predios por decisiones administrativas asociadas al mayor aprovechamiento del suelo por los particulares); la participación de particulares en los diversos instrumentos para la gestión urbana desarrollados por la Ley 388 de 1997; y la implementación de los diversos instrumentos de intervención sobre la estructura predial (Reajuste de suelos, integración inmobiliaria y cooperación entre partícipes).

El presente trabajo propone el diseño y la formulación de un *modelo* para la aplicación, cálculo y distribución de la *Contribución de Valorización por Beneficio General* bajo un enfoque que tiene su punto de partida en entender la ciudad como un *sistema complejo* (Haggett, P., 1976), respecto a lo cual se asume que este *sistema urbano* -al decir de Reif, B. (1978) citando a Hall, A.D. (1968)- “es un conjunto de objetos con relaciones internas de los propios objetos y entre sus atributos”, entendiendo que los *objetos* son todos los elementos, componentes o entidades del sistema y los *atributos* son las propiedades de dichos objetos. (Reif, B., 1978. pp. 31).

Se propone el desarrollo del concepto de *beneficio general* aplicable a la *Contribución de Valorización* que emana de la facultad establecida en el artículo 2° del Decreto Nacional N° 868 de 1956, según el cual esta *Contribución* podrá aplicarse en la totalidad del área urbana, tal como lo expresa el Consejo de Estado (1993) “es en dicha norma donde encuentran fundamento los conceptos de beneficio general, respecto a los planes de obras de interés público, con amplia cobertura e influencia en toda la ciudad.” (pp. 29)

Este concepto del *beneficio general* va “más allá” de los diversos métodos tradicionalmente aplicados que parten de la premisa que sostiene que las determinantes

fundamentales que condicionan el grado de beneficio recibido, tal como afirma Fernández C., A. (1981), son “las características propias de cada inmueble”, (pp. 232 - 233) y busca superar el concepto urbanístico que ha entendido tradicionalmente que la *valorización* es solo un incremento en el valor de la tierra (*plusvalía*) resultante de inversiones públicas en infraestructura colectiva.

La importancia de la *Contribución de Valorización* radica en que, bajo el mencionado enfoque *sistémico* de la ciudad, dichas inversiones públicas no necesariamente se traducen exclusivamente en la mencionada *plusvalía* -con frecuencia ni siquiera la producen- sino que generan beneficios mucho más amplios (sociales, económicos, de conectividad, de calidad de vida, territoriales, de accesibilidad, etc.), inversiones que pueden ser recuperados total o parcialmente por el Estado como una recaudación pública fiscal bajo esta denominación que fue instituida inicialmente como impuesto en Colombia en 1921 y como *contribución* desde 1966.

El principio constitucional que soporta la imposición de la *contribución de valorización* es el artículo 338 de la C.P.C., el cual establece que “la ley, las ordenanzas y los acuerdos pueden permitir que las autoridades fijen la tarifa de las tasas y contribuciones que cobren a los contribuyentes, como recuperación de los costos de los servicios que les presten o participación en los beneficios que les proporcionen; pero el sistema y el método para definir tales costos y beneficios, y la forma de hacer su reparto, deben ser fijados por la ley, las ordenanzas o los acuerdos.”

A partir del anterior principio, han sido diversos los sistemas y métodos para el establecimiento, la distribución y el cálculo de la *contribución de valorización*, tanto en el sistema *tradicional* que ha sido ampliamente utilizado en Colombia, como en el sistema de *beneficio general* que apenas se empezó a utilizar a fines del siglo XX en Bogotá y a principios del XXI en otras ciudades: el primero de los sistemas, el *tradicional*, mediante la aplicación de diversos métodos de distribución (Fernández C., A., 1981. pp. 233 - 244), y el segundo, el de *beneficio general*, mediante la aplicación de métodos que generalmente combinan los métodos “tradicionales” de distribución, lo que reproduce distorsiones y sigue limitando el alcance del concepto de beneficio a “las características propias de cada inmueble” (Fernández C., A., 1981. pp. 233).

La *Contribución de Valorización* ha sido regulada por la Ley 25 de 1921, la Ley 195 de 1936, la Ley 113 de 1937, la Ley 1 de 1943, la Ley 25 de 1959, la Ley 48 de 1968 y por los Decretos Nacionales N° 868 de 1956, N° 1604 de 1966, N° 1394 de 1970 y N° 1333 de 1986

Con la expedición del el Decreto Legislativo N° 1604 de 1966 -que la instituye definitivamente como *contribución*- y sus ulteriores adopciones, el instrumento de la *Contribución de Valorización* tuvo sus más importantes cambios y desarrollos desde 1921, y desde 1966, no ha vuelto a tener modificaciones ni de forma ni de fondo.

El Decreto Nacional N° 868 de 1956 y posteriormente el Decreto Legislativo N° 1604 de 1966 introdujeron el concepto de *beneficio general* que entiende que las obras de *interés público* generan impactos más amplios en el desarrollo urbano que solo el valor de la tierra de sus vecindades dada la multiplicidad de interacciones existentes en la ciudad actual, la cual debe ser entendida como un sistema: dichas normas permitieron la posibilidad de aplicación de la *Contribución de Valorización* bajo un desarrollo conceptual más amplio para las obras que se ejecutan en la ciudad contemporánea: el *beneficio general* como expresión “más integral” que la simple *plusvalía*,

Los recaudos de la *Contribución de Valorización* deben ser destinados a las mismas inversiones que la generaron o en la ejecución de otras obras de interés público² que se proyecten por la entidad correspondiente, tal como lo determina el artículo 2° del Decreto Legislativo N° 1604 de 1966. Por su parte, los recaudos de la *Participación en Plusvalía* se destinarán a “distribuir y sufragar equitativamente los costos del desarrollo urbano, así como al mejoramiento del espacio público y, en general, de la calidad urbanística del territorio municipal o distrital”. (Artículo 73 de la Ley 388 de 1997).

En Colombia, la *Contribución de Valorización* (llamada *Contribución de Mejoras* en otros países hispanoparlantes)³ surge como un impuesto creado

por la Ley 25 de 1921 y se mantiene como tal hasta que se expide el Decreto Legislativo N° 1604 de 1966 que la instituye definitivamente como *contribución*, “como medio de financiero para la ejecución de toda clase de obras de interés público y beneficio a la propiedad inmobiliaria” (Fernández C., A., 1981, pp. 53).

Al respecto, Acosta R., P. (2010), -citando a Vejarano (2002), Furtado (2000) y Smolka (2001), afirma:

En el ámbito colombiano, el debate en torno a este mecanismo de financiación del desarrollo urbano [la contribución por valorización] es distinto al de otros países de la región: la discusión no se centra en los retos que supone construir la legitimidad de un instrumento de esta naturaleza, sino en los que supone optimizar su operación y lograr trascender al uso efectivo de instrumentos más sofisticados. (pp. 21 – 22)

A partir de la expedición del Decreto Legislativo N° 1604 de 1966, el anteriormente denominado “impuesto de valorización” por la Ley 25 de 1921, es definido como *Contribución de Valorización* y, de acuerdo con lo ordenado por el artículo 1° del Decreto en mención, “se hace extensivo a todas las obras de interés público que ejecuten la Nación, los Departamentos, el Distrito Especial de Bogotá, los Municipios o cualquiera otra entidad de Derecho Público y que beneficien a la propiedad inmueble”(Presidencia de la República, 1966).

La naturaleza de la *Contribución de Valorización* conlleva a que su ámbito de aplicación, en tanto gravamen, lo constituyen los bienes inmuebles que se benefician directa o indirectamente con la construcción de una obra, plan o conjunto de obras de interés público y su base impositiva es el costo de las obras, el cual incluye todas las inversiones que se requieran para ejecución de la(s) obra(s), adicionadas con un porcentaje prudencial para imprevistos y hasta un treinta por ciento (30%) más, destinado a gastos de distribución y recaudación de la contribución, tal como lo determina el artículo 9° del Decreto Legislativo N° 1604 de 1966.

El Instituto de Estudios del Ministerio Público (2012), al destacar la importancia y significado que ha tenido históricamente la *Contribución de Valorización* en Colombia reconocía que ésta “ha jugado un papel importante en la financiación de obras públicas y ha tenido una considerable participación en los ingresos de las ciudades.” (IEMP, 2012, pp. 15).

2 Las obras deben estar relacionadas con la construcción de infraestructura, la rehabilitación y reconstrucción de obras que han cumplido con su ciclo de vida útil, la renovación urbana y la ampliación de la infraestructura. Se financian obras como: i) la infraestructura vial: vías, intersecciones, puentes peatonales, vías exclusivas para ciclistas; ii) la infraestructura para el transporte masivo: vías exclusivas, terminales, estaciones; iii) el espacio público: plazas, parques, andenes, alamedas; iv) la infraestructura de servicios públicos: acueducto, alcantarillado, canales, energía, gas, telefonía, siempre y cuando el valor de estas últimas no se haya incluido dentro de la valoración de activos dentro de la estructura de la tarifa de los respectivos SPD.

3 En los Estados Unidos y otros países angloparlantes, se conoce como *Betterment Levy* o *Special Assessment*.

De las anteriores afirmaciones se puede inferir, como lo afirman Smolka, M. y Furtado, F. (2001), que Colombia tiene una “larga tradición” en el desarrollo y aplicación de la *Contribución de Valorización* y, al respecto, afirman que “el caso colombiano es reconocido internacionalmente como el paradigma latinoamericano de una virtuosa implementación de políticas de recuperación de plusvalías. En efecto, Colombia es tal vez el país en donde el principio y la ética que orientan el tema han sido institucionalizados de forma más elocuente, explícita, sofisticada y sobre todo audaz” (Smolka, M. y Furtado, F., 2001, pp. XXIV).

El Decreto Legislativo N° 868 de 1956 (Presidencia de la República, 1956) deja sentadas las bases para que los municipios puedan establecer, reglamentar, distribuir y recaudar la *Contribución* [en ese momento, aún “impuesto”] *de Valorización*, tal como reza el artículo 1°, “con fundamento en la capacidad económica de la tierra, calificada por medio de coeficientes iguales para zonas de un mismo nivel o valor económico.”

En la misma dirección, el artículo 2° del arriba mencionado Decreto Legislativo adquiere la mayor relevancia al crear el soporte legal más importante para establecer la *Contribución de Valorización por Beneficio General* cuando determina que [la valorización] “podrá distribuirse en la totalidad del área urbana y de la rural o en una parte cualquiera de ésta y aquélla o aisladamente en una u otra. Los coeficientes expresivos del valor o nivel económico de las zonas urbanas se fijarán en cada Municipio en razón de la utilización del terreno en cada zona, los servicios públicos que las benefician, su productividad virtual, el valor comercial de los terrenos y los demás factores que, a juicio de las dependencias administrativas o juntas asesoras que los Municipios establezcan en aplicación a lo dispuesto en este Decreto, permitan estimar objetivamente la capacidad económica de la tierra.”

Posteriormente, el Artículo 1° del Decreto Legislativo N° 1604 de 1966 (Presidencia de la República, 1966)⁴ eliminó la connotación y denominación de “impuesto” a la valorización y a partir de éste empezó a denominarse “contribución”.

De otra parte, a partir de lo establecido en el artículo 363 de la Constitución Política de Colombia (1991)

que consagra la equidad, la eficiencia y la progresividad como fundamento del sistema de tributación colombiano, los Concejos pueden permitir a las autoridades la fijación de las tarifas de las *tasas y contribuciones* “que cobren a los contribuyentes, como recuperación de los costos de los servicios que les presten o participación en los beneficios que les proporcionen” (C.P.C., Artículo 338), en dirección a lo cual este artículo de la C.P.C. también determina que el *sistema* y el *método* para definir tales costos y beneficios, las variables que se deben tener en cuenta, y la forma de distribuir y recaudar las supramencionadas *tasas y contribuciones* radican también en cabeza del respectivo Concejo.

Al ponderar la importancia de los avances del entonces “impuesto” de valorización introducidos por la Ley 113 de 1937, en la relatoría de la mencionada sentencia, el Consejo de Estado (1993) resalta que:

Históricamente, en 1937 pavimentar una calle frente a determinado predio implicaba necesariamente su valorización por múltiples razones y no conllevaba ningún efecto de valorización frente a predios alejados de la obra, situación muy distinta a lo que sucede en la actualidad, cincuenta años después, con la ampliación y construcción de vías de alta circulación, de amplia cobertura urbana, sometidas a determinado plan que obedece a conceptos urbanísticos, indispensables para el desarrollo de las grandes ciudades...(pp. 22)

[...] los conjuntos de obras de interés público, de amplia cobertura relacionados con el sistema vial general de la ciudad, generan un beneficio general, lo que es una consecuencia de la naturaleza propia de la obra y por tratarse de obras de amplia cobertura para toda la ciudad se busca que mediante un único procedimiento administrativo, se realice una sola operación de liquidación del gravamen, a contrario sensu, del sistema de liquidaciones aisladas que era aplicado para obras de alcance restringido, inmediato y definido.(pp.25)

En la misma sentencia, desarrolla y acoge los conceptos que soportan el de *beneficio general* “más allá” de la mera plusvalía o mayor valor complementa la anterior reflexión afirmando que el Decreto Legislativo N° 1604 de 1966 -junto con el Decreto Nacional N° 868 de 1956:

...acoge los conceptos de interés general, planificación de grandes obras, desarrollo urbano y beneficio

4 La Ley 48 de 1968 otorgó el carácter de Ley permanente a este Decreto Legislativo

de la comunidad como pilares de la contribución de valorización y este nuevo enfoque implica la modificación del concepto de beneficio de la propiedad inmueble. (Consejo de Estado, 1993. pp. 23)

Más adelante, ratifica esta afirmación haciendo referencia al Decreto Nacional N° 868 de 1956 y concluyendo que “es en dicha norma donde encuentran fundamento los conceptos de beneficios general, respecto a los planes de obras de interés público, con amplia cobertura e influencia en toda la ciudad.” (Consejo de Estado, 1993. pp. 27)

Finalmente, vale la pena destacar los elementos más consistentes que, de acuerdo al Consejo de Estado (1993), le imprime la normatividad a la *Contribución de Valorización por Beneficio General*:

- Explica que el Decreto Nacional N° 1604 de 1966 consagra “un criterio nuevo, mucho más amplio”;
- Aclara que lo “local” se refiere al ámbito de influencia de la obra y que no se utiliza como sinónimo de “lo municipal”;
- Precisa que el *Plan o Conjunto de Obras* por definición son de interés de “toda la comunidad”, por lo cual “la benefician en mayor o menor grado, tal como sucede con las grandes obras públicas de amplia cobertura”;
- Implica nuevas dimensiones al concepto *tradicional* del beneficio, el cual ya no se refiere exclusivamente al que obtiene la propiedad inmueble como mayor valor o plusvalía y por ello, “se tendrá en cuenta el concepto genérico de beneficio que produzca la obra, sin hacer referencia exclusiva al valor económico”.
- Determina que son las entidades de derecho público del ámbito del Plan de Obras las competentes para regular lo relativo a la forma de distribuir el gravamen, de determinar las zonas de influencia y de calificar si las obras son de beneficio general o de beneficio local, precisando la extensión de dicho beneficio a toda el área urbana o rural o a una parte de éstas.
- Establece que la liquidación y distribución de la *Contribución* se haría a partir de la capacidad económica de la tierra, la cual se determinará “por co-

eficientes iguales para zonas de un mismo nivel o valor económico”.

- Define, implícitamente, dos sistemas para la *contribución* de valorización: por un lado, la “tradicional” para referirse a la contribución que se establece para obras individuales o *locales* que producen un beneficio económico individual al predio; y, por otro lado, la de “beneficio general” que se refiere a un más amplio criterio de la contribución aplicable a un *plan de obras*, en el que el Estado ejecuta grandes obras públicas que son de interés general de la comunidad y tienen incidencia en toda la ciudad e implican un beneficio colectivo para todos los asociados y la contribución puede distribuirse en la totalidad de las áreas urbana o rural, o en una parte de ellas. (pp. 75 - 77)

Se concluye entonces que los municipios (o Distritos, según el caso) tienen la facultad y la competencia constitucional y legal de recuperar las inversiones realizadas “en obras de interés público” ejecutadas por ellos o “cualquier entidad de derecho público” de su ámbito territorial por medio de la *Contribución de Valorización por Beneficio General*.

Al respecto, Flórez E., G. P. anota que, en 2003, la Corte Constitucional⁵, en relación a la noción de “sistema” y “método”, recuerda que debe existir un conjunto ordenado de reglas y procedimientos básicos, necesarios para determinar (i) el costo de la obra, (ii) los beneficios que reporta y (iii) la forma de distribución los factores anteriores”. (Flórez E., G. P., 2020. pp. 12)

En síntesis, la *Contribución de Valorización por Beneficio General* dispone de un sólido soporte legal en el ordenamiento jurídico colombiano para su aplicación e implementación por parte de los municipios (o Distritos), para lo cual la entidad territorial deberá tener presente que para implementarla es necesario, a través de su respectivo Concejo:

- Elaborar y adoptar un Plan de Obras, las cuales deben ser calificadas como “obras de interés público”
- Definir los costos totales asociados al Plan de Obras (Preinversión, inversión, adquisición de predios, administración y recaudo del tributo e impuestos)

⁵ Sentencia C- 155 de 2003 (Citada por la autora)

- Establecer el ámbito de distribución de la contribución.
- Determinar la capacidad de pago de los propietarios que han de ser objeto del beneficio para asegurar la equidad en su distribución.
- Establecer el sistema de distribución, el método de cálculo y las tarifas aplicables a las diferentes categorías de predios.

La alta Corte reconoce la existencia de significativas diferencias entre la *valorización por beneficio general* (aplicable a Planes o Conjunto de obras de interés público) y la *valorización [para obras] aisladas*, cuando acepta en su sentencia que “por tratarse de obras de amplia cobertura para toda la ciudad, se pretende que mediante un único procedimiento administrativo se realice una sola operación de liquidación del gravamen, en oposición al sistema de liquidaciones aisladas que era viable en obras de alcance restringido, inmediato y definido”. (Consejo de Estado, 1993. pp. 66.); lo anterior es confirmado en varios apartes de la misma sentencia, por ejemplo, cuando reconoce que tal diferenciación se da porque las obras, cuando forman parte de un *Plan o Conjunto*, “en razón de sus costos, no podrían ser financiadas a través de la aplicación del sistema tradicional de valorización.” (Consejo de Estado, 1993. pp. 77.)

Se está entonces ante dos sistemas: la *Valorización por Beneficio General* que permite la recuperación de inversiones públicas ejecutadas dentro de un *Plan o Conjunto de obras* de interés colectivo o público) y la *Valorización tradicional* que permitiría la recuperación de la inversión pública de obras aisladas.

Para calcular la distribución de la *Contribución tradicional de valorización*, se han utilizado diversos métodos que, de manera general, parten de la premisa de que las determinantes fundamentales que condicionan el grado de beneficio recibido son “las características propias de cada inmueble”, tal como afirma Fernández C., A. (1981. pp. 232 - 233).

De acuerdo con la enumeración y análisis que hace Fernández C., A. (1981), a continuación, se enuncia y sintetiza una relación de los más conocidos métodos de cálculo utilizados para la distribución de la *Contribución tradicional de valorización* -desde los más elementales

hasta los más complejos-, sin profundizar en su método de cálculo y aplicación:

- **Método simple de frentes:** Según el cual, el beneficio recibido es proporcional a la longitud del frente que el predio tiene sobre la obra.
- **Método simple de áreas:** Este método parte de aceptar que, dentro del área de influencia de una obra, todos los predios se benefician por igual, pero se les liquida en función de su área.
- **Método combinado de áreas y frentes:** Resulta de la combinación matemática de los dos anteriores, por lo que, en éste, resulta determinante la forma del lote.
- **Método de factores de beneficio:** Toma el área de cada predio a gravar como base de la distribución “pero calificando en cada uno de ellos, separadamente y mediante la utilización de factores, las respectivas características y condiciones individuales de los predios y su relación con la obra y los beneficios que ha de obtener...” (Fernández C., A., 1981. pp. 235) Considerando que los factores más usuales en Colombia son: distancia y acceso a la obra, valor de los terrenos, forma de cada inmueble, cambios de uso a causa de la obra, topografía, calidad de la tierra y situación socio-económica de los distintos sectores del área de influencia.
- **Método de factores únicos de comparación:** Método con un elevado componente de subjetividad utilizado por personas “muy expertas” en el que se comparan “los factores asignados a predios inmediatos, pero teniendo en cuenta las características propias que lo asimilan o diferencian de los demás.” (Fernández C., A., 1981. pp. 244)
- **Método de los dos avalúos:** En éste, mediante avalúo realizado por peritos, se comparan los valores del terreno antes y después de la ejecución de las obras y sobre esta diferencia se aplica la contribución.

El concepto de *beneficio* que se utiliza en la *Contribución tradicional de valorización* se define a partir del beneficio económico representado por el supuesto mayor valor que adquieren los inmuebles por efecto de una obra individual o aislada, ha sido ampliamente

utilizado en Colombia mediante la aplicación de diversos métodos de distribución (Fernández C., A., 1981. pp. 233 - 244).

Por su parte, el sistema de la *contribución por beneficio general* con una menos frecuente utilización generalmente se ha aplicado utilizando métodos que resultan de una muy subjetiva combinación de métodos “tradicionales” de distribución, lo cual tiende a reproducir las distorsiones y los limitados alcances del concepto de *beneficio* entendido como “las características propias de cada inmueble” (Fernández C., A., 1981. pp. 233)

La *Contribución de Valorización por Beneficio General* se desarrolla sobre un concepto de *beneficio* más amplio ya analizado antes, el cual es multidimensional y resulta de un *megaproyecto, un plan o un conjunto de obras* y se traduce en que los inmuebles, los individuos y los grupos socio-económicos del área o ámbito de distribución o de toda la ciudad “recibirán un incuestionable beneficio económico por su valorización, así como beneficios sociales resultantes de la utilización de vías públicas, en cuanto tendrán repercusión en el mercado, el trabajo y hasta el nivel de vida de la comunidad.” (Consejo de Estado, 1993. pp. 70)

El Instituto de Estudios del Ministerio Público -IEMP- (2012) ha resaltado la importancia que históricamente ha tenido la *Contribución de Valorización* desde la primera mitad del siglo XX (cuando aún se denominaba *impuesto de valorización*), al recordar que este instrumento de gestión del desarrollo urbano ha sido utilizado (en varias de ellas en repetidas ocasiones) en ciudades como Bogotá, Medellín, Cali, Manizales, Bucaramanga, Barranquilla, Pasto, Ibagué, Neiva, Pereira, Valledupar, Cartagena y Montería; y, citando a Borrero O., O. (2011), asegura que se ha utilizado “en general en casi todas las ciudades de Colombia con más de 300.000 habitantes” (pp. 2). De las ciudades mencionadas, la contribución ha sido aplicada bajo el modelo de *Valorización por Beneficio General* al menos en Bogotá, Barranquilla, Montería, Cartagena y Valledupar.

Para el caso de Colombia, ante la creciente escasez absoluta (porque no les alcanzan) o relativa (porque los tienen comprometidos a futuro) de sus recursos fiscales provenientes de sus rentas propias ordinarias como los impuestos Predial, Industria y Comercio y Construcción, o las Transferencias de los Ingresos Corrientes de

la Nación, los municipios y distritos deben ejecutar y financiar sus planes de nueva infraestructura colectiva recurriendo a instrumentos que adquieren notoria relevancia -tanto en su aplicación para proyectos locales con el sistema *tradicional*, como en su aplicación para proyectos de gran escala o conjunto de proyectos a través del sistema de *beneficio general*- como la *contribución de valorización*, la cual tiene una sólida base conceptual y legal

Así mismo, varios autores como Smolka, M. (2013) sostienen que la plusvalía generada sobre el valor de la tierra por los grandes planes de obras públicas destinados a provisión de infraestructura colectiva puede convertirse en una fuente importante de recursos fiscales para financiar esas mismas inversiones, especialmente cuando los recursos fiscales escasean y uno de los instrumentos más importantes para ello en Colombia ha sido la *contribución de valorización*.

El presente trabajo propone el diseño y la formulación de un *modelo* para la aplicación, cálculo y distribución de la *Contribución de Valorización por Beneficio General* bajo un enfoque que tiene su punto de partida en entender la ciudad como un *sistema complejo* (Haggett, P., 1976), respecto a lo cual se asume que este *sistema urbano* -al decir de Reif, B. (1978) citando a Hall, A.D. (1968)- “es un conjunto de objetos con relaciones internas de los propios objetos y entre sus atributos”, entendiendo que los *objetos* son todos los elementos, componentes o entidades del sistema y los *atributos* son las propiedades de dichos objetos. (Reif, B., 1978. pp. 31).

La ciudad se debe entender como una estructura espacial dinámica y bien definida que depende de las interacciones que se producen al interior y entre los subsistemas que la componen (*objetos* y sus *atributos*), interacciones que están asociadas a condiciones de *no-equilibrio*⁶, por lo tanto, el sentido y magnitud de las mismas nunca puede ser precisado con exactitud, por lo que éstas deben ser entendidas como una idealización que solo puede ser expresada como una distribución de probabilidades (Prigogine, I. (1997) al interior del sistema – ciudad, en dirección a lo cual Reif, B. (1978) ha definido al “sistema espacial urbano como un sistema

⁶ La condición de *no-equilibrio* debe ser entendida como aquella que genera la interacción entre dos zonas de la ciudad debido a que una ofrece a la otra bienes o servicios que ésta no tiene, por lo cual las personas se mueven entre ellas.

probabilístico y altamente complejo en el que los cambios introducidos en las actividades o comunicaciones y en los respectivos espacios adaptados y espacios canales asociados, producen alteraciones de [todo] el sistema y de su funcionamiento.” (pp. 91)

El modelo propuesto para la distribución y cálculo de la *Contribución de Valorización por Beneficio General* parte de reconocer que todo sistema urbano se caracteriza por poseer un complejo patrón de interacciones que determinan y -a su vez son determinadas por- la estructura espacial de la ciudad, con lo cual también se acepta que entre todas las zonas de una ciudad existen distintos grados de interacción y que dichas interacciones pueden ser estimadas por diversos métodos: la ciudad debe ser entendida como un sistema multidimensional, complejo y abierto, en el cual el conjunto de atributos y dimensiones que la forman están constantemente interrelacionándose e interactuando entre sí, no importa su ubicación en la trama urbana.

Marco Teórico – Hipótesis de Trabajo

La ciudad, con el desarrollo de la *teoría de los sistemas*, ha dejado de ser vista como un agregado físico de sectores o barrios para ser entendida por los planificadores del territorio bajo un enfoque de sistemas. (McLoughlin, J. B., 1971) con múltiples interacciones que se originan en las ya descritas relaciones de *no-equilibrio*.

Se debe partir de entender el concepto de *modelo* -para referirse a un *modelo científico*- cuya definición es poco lo que ha cambiado desde sus orígenes y simplemente se ha ajustado a los medios tecnológicos y a las cambiantes realidades que dicho modelo pretende explicar, en este caso, la ciudad; a continuación, algunas de tales definiciones:

- “Un diseño experimental basado en una teoría” (Harris, B., 1968, citado por Reif, B. 1978. pp. 5);
- “La capacidad de simplificar conjuntos complejos de elementos, identificando al mismo tiempo sus interrelaciones” (Drewett, J. R., 1969);
- “Una abstracción un tanto simplificada de la realidad” (Harris, B., 1975. pp. 5);
- “Una representación de nuestro nivel de conocimiento de la situación concreta real correspondiente” (Reif, B. 1978. pp. 107);

- “Representación en pequeño de alguna cosa” o “esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja (...) que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento” (Diccionario RAE, Ed. 2022)

A la luz de la clasificación, categorías y clases que plantea Reif, B. (1978) para los modelos, el modelo propuesto para la distribución y cálculo de la *Contribución de Valorización por Beneficio General* -en adelante la *Contribución*⁷ objeto del presente trabajo es del tipo *conceptual – simbólico – matemático – analógico*:

- Es *conceptual*, porque sus características más relevantes están representadas “por conceptos simbólicos o lingüísticos” (Reif, B., 1978, pp. 113, citando a Echenique, M, 1968).
- Es *simbólico*, porque los atributos del sistema real se representan mediante símbolos (Reif, B., 1978).
- Es *matemático*, porque “los símbolos utilizados son términos cuantitativos” (Reif, B., 1978, pp. 114) y porque, según Broadbent, T. A., (1970) citado por Reif, B., (1978), realiza “una descripción simplificada y abstracta de un determinado aspecto del sistema urbano, materializada explícitamente en forma matemática.” (pp. 113)
- Es *analógico*, porque toma un modelo bien conocido (la Ley de la Gravitación Universal de Newton) para interpretar las interacciones intraurbanas cuyo sentido y magnitud nunca puede ser precisado con exactitud, al decir de Prigogine, I. (1997), “tanto en dinámica clásica como en física cuántica, las leyes fundamentales ahora expresan posibilidades, no certidumbres.”

Entendido así, el modelo propuesto para la distribución y cálculo de la *Contribución* se explica a partir de las siguientes hipótesis:

- La ciudad debe ser entendida como un *sistema* y, en tanto tal, “todo afecta a todo” (Hirsch, W. Z., 1977, citando a Wingo, L., 1964)
- Los *beneficios* que genera el *plan* o *conjunto de obras* son multidimensionales y no se limitan a un

⁷ En lo sucesivo del presente trabajo, cuando se hable de la *Contribución*, se deberá entender que se hace referencia a la *Contribución de Valorización por Beneficio General*.

mayor valor o *plusvalía* sobre los predios, al generarse un incremento en el bienestar general y un mejoramiento integral de la calidad de vida del sistema urbano como un todo, puesto que existe la posibilidad o probabilidad de que todos en la ciudad utilicen en algún momento los servicios que prestan las obras (Isard, W., 1971. pp. 547).

- Al interior del *sistema urbano* existe un complejo patrón de interacciones condicionadas por la estructura espacial del sistema y sus atributos, lo que permite derivar que, sin importar su ubicación en la trama urbana., entre las zonas que configuran dicha estructura, se producen constantemente distintos grados de interacción que pueden ser estimados por diversos métodos.
- Las relaciones *interzonales urbanas* -entre zonas al interior de la ciudad- pueden ser entendidas o asimiladas a las interacciones entre masas, por lo cual, según Isard, W. (1971), “puede decirse que los principios generales gobiernan la frecuencia e intensidad de tales interacciones y, por ello, modulan el comportamiento de las unidades (partes) individuales dentro de cada masa.” (pp. 508)
- El comportamiento de la interacción entre dos zonas en la ciudad se puede asimilar, por analogía, con la Ley de la Gravitación Universal de Newton, según la fórmula:

$$F = G \frac{M_i M_j}{D^2}$$

Donde:

F: Fuerza con que se atraen las masas *i* y *j*

G: Constante gravitacional universal (fuerza de la gravedad)

M_i , M_j : Tamaño de las masas.

D: Distancia entre las dos masas.

El concepto gravitacional (*gravital*, según Isard, W. 1971) aplicado a la interacción humana, en palabras de Reif, B., 1978, determina que “la interacción entre dos puntos de concentración de población o entre dos centros focales varía directamente según una determinada función del tamaño de las poblaciones de los centros e inversamente según una determinada función de la distancia que los

separa...” (pp. 182), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$T_{ij} = \frac{f(P_i P_j)}{f(D_{ij})} = K \frac{P_i P_j}{D_{ij}^2}$$

Donde:

T_{ij} : Magnitud medible de la interacción con origen en *i* y destino en *j*.

P_i , P_j : Población de las zonas *i* y *j*, respectivamente.

D_{ij} : Distancia entre el centro *i* y el centro *j*

K: Constante de Interacción

- La medición (T_{ij}) de la trayectoria de las mencionadas interacciones quiere decir que cuánto se mueven las personas con origen en *i* y destino en *j* al interior de la estructura de la ciudad.
- Así mismo, dichas interacciones, al ser convertidas en un *índice* I_{ij} pueden ser interpretadas como la probabilidad de “atracción” de una persona de la zona *i* por la zona *j*.
- Cada obra o parte de ella ejecutada en la zona *i* produce un *impacto urbanístico* -entendido como *beneficio*- sobre la totalidad del sistema urbano y, por ende, en cada una de las restantes zonas *j* de dicha estructura urbana con las que interactúa en mayor o menor grado y la medida de la interacción entre cada par de zonas *i* y *j* puede ser asimilada a la medición del *impacto de la obra de la zona i en la zona j*.
- Así mismo, I_{ij} medirá la probabilidad con que un evento o proyecto que se realice en la Zona *i* impacta a cualquier punto localizado en el resto de zonas de la ciudad (Zona *j*); esto, expresado en términos del del *megaproyecto, plan o conjunto de obras* a recuperar mediante la *Contribución de Valorización por Beneficio General*, significa que I_{ij} medirá el impacto más probable que el o los proyectos que se construyan en la Zona *i* tendrán sobre cada uno de los inmuebles del resto de zonas (Zona *j*).
- La densidad poblacional (d_i) -medida en habitantes (hab.) por Hectárea (HA), *hab./HA*- de cada zona *i* de la ciudad determina la intensidad de ocupación de cada zona.

La relación (d_i/d_j) entre la densidad de cada zona i (origen del impacto) y la densidad de cada zona j receptora del impacto expresa una condición de *no-equilibrio* que puede definirse como la *Constante de Interacción* (K) de la zona i respecto (o *en dirección*) a la zona j , lo que se representa con la *razón* (o *ratio*) siguiente:

$$K_{ij} = \frac{d_i}{d_j}$$

Donde:

K_{ij} : Constante de Interacción de i hacia j

d_i : Densidad de la zona i (origen) medida en hab/HA_i

d_j : Densidad de la zona j (receptora o destino) medida en hab/HA_j

Esta *razón* (o *ratio*) tiene dirección o sentido (de la zona i -origen- hacia la zona j -receptora o destino-), por lo cual es necesario conocer la medición de K_{ij} en las dos direcciones.

- Teniendo en cuenta que el presente modelo busca calcular el valor (en pesos) que corresponderá asumir al titular de cada inmueble para contribuir a la financiación del *megaproyecto, plan o conjunto de obras*, la base de cálculo será el costo de la(s) obra(s), el cual incluye “todas las inversiones que la obra requiera, adicionadas con un porcentaje prudencial para imprevistos y hasta un treinta por ciento (30%) más, destinado a gastos de distribución y recaudación de las contribuciones”, tal como lo establece el artículo 9° del Decreto Extraordinario N° 1604 de 1966. Lo cual permite también conocer el *peso (Wp)* -porcentaje de la inversión- de cada proyecto dentro de la inversión total del *megaproyecto, plan o conjunto de obras* y la porción o parte de cada proyecto dentro de cada zona i (p_i).
- La distribución de la *Contribución de valorización por beneficio general* debe ser equitativa, esto quiere decir que la totalidad (o la mayor parte) de la población de un área urbana debe contribuir a la recuperación del *megaproyecto, plan o conjunto de obras* de inversión pública en proporción directa a su capacidad de pago.

METODOLOGÍA

Aspectos Básicos

La formulación del modelo para la distribución de la *Contribución de Valorización por Beneficio General* tiene una de sus premisas legales fundamentales en lo establecido por la Constitución Política de Colombia (Asamblea Nacional Constituyente, 1991. Artículo 338) que le otorga a los Concejos la competencia para fijar las “tarifas de las tasas y contribuciones que cobren a los contribuyentes, como recuperación de los costos de los servicios que les presten o participación en los beneficios que les proporcionen” y, para ello, dichas Corporaciones deberán establecer “el sistema y el método para definir tales costos y beneficios, y la forma de hacer su reparto”; sobre el *sistema* y el *método*, Flórez E., G. P. (2020) recuerda que la Sentencia C- 155 de 2003 de la Corte Constitucional dictaminó que debe existir un conjunto ordenado de reglas y procedimientos básicos, necesarios para determinar (i) el costo de la obra, (ii) los beneficios que reporta y (iii) la forma de distribución los factores anteriores”.

En consecuencia, el Concejo⁸, mediante Acuerdo, deberá adoptar el *sistema* y el *método* que le permita al municipio o distrito establecer, distribuir y recaudar la *Contribución* para lograr la recuperación de la inversión pública en el *megaproyecto, plan o conjunto de obras*, cuya identificación, descripción y presupuesto deben incluirse también en el respectivo Acuerdo, adicionadas con un porcentaje para imprevistos y hasta un treinta por ciento (30%) más, destinado a gastos de distribución y recaudación de las contribuciones. (Decreto N° 1604 de 1966. Artículo 9°).

En el Acuerdo, la adopción del *sistema* y el *método* deberá incluir la explicación y el soporte técnico, legal y/o metodológico:

- Como *sistema*, se entiende el de la *Contribución de Valorización por Beneficio General*.
- Como *método*, se entenderá una *secuencia metodológica* que integrará matemáticamente un conjunto de factores para calcular y la aplicar la contribución de valorización por beneficio general adoptada como sistema.

⁸ Aunque la norma otorga competencias a la Nación, los Departamentos y/o los Municipios para establecer y aplicar la contribución de valorización, a lo largo del presente trabajo se hace referencia exclusivamente a su utilización y aplicación por parte de los municipios (o Distritos).

Al respecto, la Corte Constitucional (2000) ha recordado que “la Constitución no especificó qué debe entenderse por *sistema* y *método* para fijar las tarifas.” (pp. 23). En dirección a lo anterior, en 1994 la jurisprudencia de la Corte Constitucional ya había formulado una definición para estos conceptos, en los siguientes términos:

En esos términos, una interpretación coherente de la normatividad constitucional y el fin del precepto superior, llevan a la conclusión según la cual los *métodos* (pautas técnicas encaminadas a la previa definición de los criterios que tienen relevancia en materia de tasas y contribuciones para determinar los costos y beneficios que inciden en una tarifa) y los *sistemas* (formas específicas de medición económica, de valoración y ponderación de los distintos factores que convergen en dicha determinación) son directrices cuyo acatamiento es obligatorio para el encargado de fijar la tarifa y constituyen a la vez garantía del contribuyente frente a la administración. (Corte Constitucional, 1994. pp. 12)

El Sistema

El *sistema* de la *Contribución de Valorización por Beneficio General* se entiende como un conjunto integrado de reglas y directrices combinadas que permitirán determinar los costos, los beneficios y la forma de distribuir el *megaproyecto, plan o conjunto de obras* en la totalidad o mayor parte de la estructura urbana.

El Método

El método para el cálculo, aplicación y distribución de la *Contribución de Valorización por Beneficio General* contempla la descripción, conceptualización y alcance de los beneficios del *megaproyecto, plan o conjunto de obras* y, a renglón seguido, la explicación de la secuencia metodológica que -como “pauta técnica fundamental”- integra matemáticamente los factores que se habrán de cuantificar y los criterios básicos con que se debe realizar esta cuantificación. Preliminarmente, se debe contar con información básica que incluya, al menos:

- Identificación de las zonas en que se dividirá la ciudad, división cuyo requisito *sine qua non* es la disponibilidad de información confiable de población, vivienda, hogares y catastro predial (destinación o uso, número de predios, áreas, construcciones, direcciones, etc.), cuya fuente debe ser

oficial y comprobable (DANE, Servicios de Salud, SISBEN, Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios, IGAC, Oficina de Catastro).

- Estructura socioeconómica del área urbana objetivo y, mediante cartografía y documentos de la estratificación socioeconómica vigente y/o más reciente, su distribución territorial en cada una de las zonas en que se ha subdividido el área urbana.
- Estructura y distribución de los usos del suelo del área urbana objetivo de acuerdo con el POT vigente, así como su distribución territorial en cada una de las zonas en que se ha subdividido el área urbana.
- Identificación, descripción, localización sobre cartografía y costos totales de cada proyecto que conforma el *megaproyecto, plan o conjunto de obras* y su asignación territorial su distribución territorial en cada una de las zonas en que se ha subdividido el área urbana.
- Medición del impacto *de* las obras (I_{ij}).
- Conocimiento de los *topes de absorción*⁹ previstos para cada estrato socioeconómico y cada uso del suelo, puesto que estos *topes* son el resultado del análisis de la capacidad de pago de las familias y el potencial de aporte de las actividades económicas.
- Identificación y cuantificación de las exenciones previstas por la Ley y/o por Acuerdo, puesto que refleja condiciones excepcionales de no-tributación para ciertas actividades y/o para inmuebles que cumplen ciertas condiciones especiales en virtud de la norma que los exenciona.

Pautas Técnicas Fundamentales

La concepción del *método* así vista es consistente con la jurisprudencia de la Corte Constitucional (2000) cuando afirma que “los elementos y procedimientos que permitirán fijar los costos y definir las tarifas no requiere de una regulación detallada y rígida, pues se estaría desconociendo la delegación misma autorizada a las autoridades administrativas en el artículo 338 (de la C.P.C.)” (pp. 23); la alta Corte concluye este aparte de

⁹ Los *topes de absorción* se definen como el porcentaje máximo del total de la contribución que puede aplicarse a un determinado estrato socio económico y/o uso del suelo de acuerdo con lo establecido por el Concejo.

su sentencia afirmando, en relación a los elementos y procedimientos que configuran el *método*, que éste deberá formularse o elaborarse “desde una perspectiva general y amplia, ajustada a la naturaleza específica y a las modalidades propias del servicio del cual se trate”¹⁰ (Corte Constitucional, 2000. pp. 23)

Consecuentemente, se parte de aceptar la definición propuesta por la Corte Constitucional (1994) en dirección a que el *método* puede entenderse como las pautas técnicas que se deben seguir para determinar la distribución de la *contribución* y, en tal sentido, la “pauta técnica fundamental” de este procedimiento de cálculo es que sus variables o factores deben estar en secuencia e integrados mediante operaciones matemáticas, lo que quiere decir que el desarrollo de dicha formulación no puede quedarse en conceptualizaciones abstractas, sino que es necesario traducirlas a dimensiones numéricas que se puedan operacionalizar matemáticamente.

Pautas Técnicas Específicas.

En el presente documento denominan “pautas técnicas específicas”¹¹ a una manera particular de articular y operacionalizar algunos factores que se cuantifican por fuera del modelo y se incorporan “como un dato” al cálculo de la distribución de la *Contribución*:

- Los *topes de absorción* deben establecerse para determinar y/o calcular la participación de los factores de estrato socioeconómico y de uso del suelo dentro de la *Contribución* total, puesto que ellos son el reflejo, por un lado, de la capacidad de pago de las familias (Estratos socioeconómicos) y, por otro lado, del potencial de aporte de las actividades económicas (Usos diferentes al Residencial), para lo cual, dichos *topes* deben cumplir con las siguientes condiciones o restricciones:
 - Deben expresarse en porcentajes puesto que representan una fracción de un gran total.
 - Para cada estrato socioeconómico y para cada uso del suelo existentes en la ciudad, debe establecerse el porcentaje máximo de absorción o un rango de absorción.

- Teniendo en cuenta que la distribución de la contribución se hará sobre los predios, se debe tomar la identificación, clasificación de usos o destinaciones y áreas de los inmuebles establecida en la base catastral del IGAC o la Oficina de Catastro local.
- La sumatoria de todas las absorciones (Uso Residencial más Usos No Residenciales) debe ser 100%.
- Aunque es una decisión política adoptada mediante un Acuerdo del Concejo local, definida a partir de la capacidad de pago, es siempre recomendable que la sumatoria del Uso Residencial (%) en sus seis estratos socioeconómicos (E_n) sea menor o igual que la sumatoria de los Usos No Residenciales (%):

$$\sum_{n=1}^{n=6} \%E_n \leq \sum_{Uso\ 1}^{Uso\ n} \%Uso\ N.R.$$

Donde:

$\%E_n$: Porcentaje de absorción total del Uso Residencial en los seis estratos.

$\%Uso\ N.R.$: Porcentaje de absorción total de los Usos No Residenciales.

- A partir de lo anterior, se deben establecer los rangos o los máximos dentro de los cuales debe obtenerse la cuantificación de los topes de absorción, así: rango de los porcentajes máximo y mínimo para el total del Uso Residencial y para cada uno de sus Estratos, y para los Usos No Residenciales y para cada una de sus categorías.
- Teniendo en cuenta los factores máximos de absorción definidos por el respectivo Concejo, los cuales son condicionantes, se sugiere asumir que al Estrato 6 se le aplicará la máxima absorción y para establecer sus valores se tendrá en cuenta:
 - Asumiendo que el Estrato 6 absorberá el máximo valor, a partir del número de veces que representan los ingresos de cada estrato respecto al Estrato 1 se obtendrán unos valores de referencia para el máximo que deben alcanzar los coeficientes de absor-

¹⁰ La corte Constitucional (2000) recomendó consultar estos criterios en las sentencias C-144 de 1993 y C-482 de 1996.

¹¹ **Nota del autor:** Todo el desarrollo del modelo se realizó sobre matrices de cálculo elaboradas en hojas de *Excel*.

ción para cada Estrato socioeconómico en los predios Residenciales.

- Deben conservar una proporcionalidad asociada a la proporción entre los ingresos promedio de cada estrato, con lo cual implícitamente se tiene en cuenta la capacidad de pago;
 - Deben ser decrecientes hacia los estratos inferiores;
 - Deben marcar una diferencia razonable entre los estratos, lo que quiere decir que no deben producirse “saltos” exagerados entre un estrato y otro.
- Con relación a los usos, inmuebles y/o categorías que serán exentas de pagar, se deberá tener en cuenta:
 - Si es un Estrato o una Categoría completa, se deberá excluir de todo cálculo.
 - Si se trata de inmuebles individuales dispersos en la ciudad, al momento de liquidar la contribución a estos no se le aplica la contribución correspondiente a su categoría.

Descripción del Método

El impacto de los proyectos mide una probabilidad que se expresa como un coeficiente que estimará el porcentaje máximo del valor de las obras localizadas en cada zona n que debe ser asumido por los predios ubicados en el resto de las n zonas, en otras palabras, se debe entender como una medición del impacto que las obras ejecutadas en la Zona i producirán sobre los predios localizados en la Zona j .

A continuación, se describen los pasos con sus variables, determinantes y procedimientos que permitirán obtener, al final del proceso y como valores resultantes del desarrollo del modelo¹², los valores de la *Contribución Media (CM) por metro cuadrado por Estrato y Uso* (CM_{EU}) ($\$/m^2$), el cual será el que se multiplique por el área -construida o de lote, según el caso- de cada inmueble, para así obtener el pago que corresponde a cada propietario por la *Contribución*.

Información básica. Para iniciar el desarrollo y la operacionalización del modelo de distribución de la *Contribución*, se requiere tener la siguiente información debidamente cartografiada y/o documentada e identificando debidamente sus fuentes y año de producción, según el caso:

Cartografía Básica. La cartografía de la división zonal del área objetivo o de la ciudad, la cual debe graficar e incluir en cuadros la información siguiente por zona:

- Área total
- Población, número de viviendas y de hogares.
- Estratos socioeconómicos y Usos No residenciales con sus respectivas áreas por estrato y uso.
- Distancia vial más corta medida entre los centroides del polígono de cada zona.

Catastro Predial. Catastro predial para cada una de las divisiones zonales, el cual deberá incluir:

- Destinación o uso, acorde con el POT
- Número de predios, área predial y construida, identificación -Número catastral y dirección- cuya fuente debe ser el IGAC o la Oficina de Catastro.
- Esta información, debidamente agregada por zonas, se debe incluir en la cartografía de la división zonal.

Ponderación de los Proyectos por Zona (WP_n). Este paso implica determinar el *peso* de cada proyecto ($WP_{n,j}$) dentro del *megaproyecto, plan o conjunto de obras* y estimar el porcentaje (W_{PN-i}) de cada obra en cada una de las n zonas.

Peso Específico de los Proyectos (WPN). Corresponde a la participación porcentual de cada proyecto (P_N) dentro del total del plan de inversiones del *megaproyecto, plan o conjunto de obras* como resultado de conocer el presupuesto de cada uno de dichos proyectos, el cual debe incluir, para cada obra: Costo directo incluido su A.I.U., Valor de la Gerencia, Interventoría y Publicidad, Costo de adquisición de predios, Valor de la Administración del recaudo y Costos de financiación.

Ponderación de los Proyectos (PN) por cada Zona n (WPN-n). Este índice permite determinar el “peso rela-

¹² El ejercicio de desarrollo de los cálculos del Modelo de Distribución de la Contribución de Valorización por Beneficio General propuesto se ha realizado en una hoja de cálculo de Excel.

tivo” de todos los proyectos dentro de todas las zonas y, para obtenerlo, una vez delimitadas cartográficamente las n zonas en que se ha dividido el área objetivo o la ciudad, se localizan, trazan y miden los proyectos con el fin de conocer su asignación territorial o recorrido dentro de cada una de las zonas y, una vez medidos, se determina el porcentaje de cada proyecto que pertenece a cada una de estas n zonas. Lo anterior se resume en dos matrices: una denominada *Recorrido de Proyectos por Zona* y la otra *Porcentaje de Proyectos por Zona* ($\%P_{N-r}$) que por las filas muestran las n zonas y por las columnas muestran los proyectos (P_N).

La *Ponderación de los Proyectos* (P_N) por cada Zona n (W_{PN-r}) resulta de multiplicar el *Porcentaje de Proyectos por Zona* ($\%P_{N-r}$) en cada Zona n por el *Peso por proyectos* (P_N).

Esto quiere decir que se debe multiplicar el *Peso Específico de cada Proyecto* (W_p) por el porcentaje del *Recorrido de Proyectos por Zona* ($\%P_{N-r}$), utilizando ambos valores en centésimas, con el fin de que el valor obtenido como *Ponderación de Obras por Zona* (W_{pr}) se exprese y aplique como un índice. Se debe verificar que, tanto la sumatoria de las filas la de las columnas, deben sumar 1,0.

Valores de Interacción entre las n Zonas (T_{ij}). Este valor se considera el *core* del modelo, puesto que su cálculo permite medir la cantidad de interacciones que se producen entre las n zonas en que se dividió la ciudad en un momento de tiempo y, una vez convertido en índice, expresa la probabilidad de ocurrencia de dichas interacciones con origen en la zona i y destino en la zona j , y, por lo tanto, permitiría medir el impacto que tendrá en j un proyecto realizado en i .

Su formulación se resume en la siguiente ecuación:

$$T_{ij} = K_{ij} \frac{P_i P_j}{D_{ij}^2}$$

Donde:

T_{ij} : Valor absoluto de la interacción con origen en i y destino en j .

P_i, P_j : Población de las zonas i y j , respectivamente.

D_{ij} : Cuadrado de la distancia entre el i y el j

K_{ij} : Constante de Interacción de i hacia j

$$K_{ij} = \frac{d_i}{d_j}$$

d_i : Densidad de la zona i (origen) medida en hab./HA _{i}

d_j : Densidad de la zona j (receptora o destino) medida en hab./HA _{j}

Para que la operacionalización del modelo no se distorsione, es necesario que a la distancia de una zona consigo misma (D_{n-r}) se le asigne el valor de 1,0 puesto que, si se coloca cero, la operación daría infinito.

Índice de Interacción (I_{ij}) entre las n Zonas. Con el propósito de hacerlos operacionalizables dentro del modelo, los *Valores de Interacción* (T_{ij}) entre las n Zonas obtenidos se deben convertir en *Índices de Interacción* (I_{ij}) entre las n Zonas, para lo cual es necesario convertirlos en porcentajes de la *Interacción total* (T_{ij}) de cada Zona n expresados en centésimas: este *Índice de Interacción* (I_{ij}) muestra la probabilidad con que un proyecto realizado en la zona i impacte en la zona j y puede denominarse o asimilarse a un *Coficiente de Impacto*.

Coficiente de Contribución por Zona (C_n). La probabilidad que mide el impacto (*Índice de Interacción* $-I_{ij}$) se toma como un coeficiente para el cálculo del factor (C_n) de la *Contribución de Valorización por Beneficio General*, el cual permitirá establecer el porcentaje máximo del valor de las obras localizadas en cada zona que debe ser asumido por los inmuebles ubicados en cada zona n , incluida la propia zona donde se localizan los proyectos.

Para calcular el *Coficiente de Contribución por Zona* (C_n), se multiplica el *Índice de Interacción* (I_{ij}) por la *Ponderación de los Proyectos* (P_N) por cada Zona n (W_{PN-r}) expresada en centésimas, con lo cual se obtienen los índices que expresan la participación de cada zona j en el derrame a cargar por el grupo de proyectos que se construirán en cada Zona i , que es el denominado *Coficiente de Contribución por Zona* (C_n).

$$C_n = I_{ij} \times W_{PN-n}$$

Identificación de la Existencia de Estratos y Usos por cada Zona n (E_{EN}). Teniendo en cuenta que las n zonas en que se ha dividido el área objetivo o la ciudad no son zonas homogéneas, se entiende que no necesariamente

en todas existirán todos los estratos y usos del suelo. Por ello, dicha heterogeneidad se determina e incorpora al modelo indicando binariamente la existencia de los Estratos y Usos en cada una de las n zonas (E_{EU_n}): con “1” (uno), en caso de existir el estrato o el uso en la zona n , o con “0” (cero)¹³, en caso de no existir, lo cual permitirá ponderar la existencia o no de un estrato socioeconómico o de un determinado uso no residencial en cada una de las n zonas. Con este paso, se obtiene una matriz de Estratos y Usos por las filas y de n zonas por las columnas.

Coefficiente de Absorción por Estrato y Uso (A_{EU}). A partir de lo establecido en el Acuerdo del Concejo mediante el cual se adoptaron los rangos y topes de *Absorción por Estrato Socioeconómico y Uso*, se calculan los *Coefficientes de Absorción por Estrato y Uso (A_{EU})* que determinarán el “peso” que tendrá cada Estrato y Uso en la *distribución o derrame*¹⁴ de la *Contribución*. Los *Coefficientes de Absorción por Estrato y Uso (A_{EU})* se expresan en centésimas (no en porcentajes) y no hay establecido un método, se calculan por el sistema de “tanteo y error” y, de acuerdo con la experiencia se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Su sumatoria total debe ser exactamente 1,0.
- Los estratos y usos exentos deben tener un valor de 0,0 (cero).
- Es recomendable que el coeficiente de los usos residenciales sume entre 0,25 y 0,40 y ser creciente hasta el valor máximo en el Estrato 6.
- Los Usos no residenciales tendrán como valor la diferencia entre 1,0 y el que se asigne a los Usos Residenciales.

Este paso permitirá calcular el monto real que deberá pagar cada estrato y uso existente en cada zona, teniendo en cuenta que los *Coefficientes de Contribución por Zona (C_n)* permanecerán constantes.

Índice de Contribución por Estrato y Uso en cada Zona n (IC_{UE_n}). A partir de este paso, se utilizará la matriz de Estratos y Usos por las filas y de n zonas por las columnas. Para calcular el *Índice de Contribución por Estrato y Uso en cada Zona n (IC_{UE_n})*, se multiplican los

¹³ En caso de que exista un Acuerdo del Concejo local que establezca que algún Estrato Socioeconómico o algún Uso sea declarado exento, se colocará como inexistente, esto es, “0” (cero).

¹⁴ La expresión *derrame* es comúnmente utilizada en Colombia para referirse a la *distribución* de la contribución de valorización.

Coefficientes de Absorción por Estrato y Uso (A_{EU}) por los valores de la tabla binaria de *Identificación de la Existencia de Estratos y Usos por cada Zona n (E_{EU_n})* por el valor de la sumatoria de los *Coefficiente de Contribución por Zona (C_n)* de acuerdo con la formulación:

$$IC_{UE_n} = A_{UE} \times E_{EU_n} \times \sum_{n=1}^n C_n$$

El valor de control para la matriz así obtenida debe sumar 1,0 en la sumatoria de todos los Estratos y Usos en todas las n zonas y también por la sumatoria de las columnas de las n zonas.

Derrame o Distribución Teórica por Estrato y Uso en las n Zonas ($DTEUn$). Este paso se denomina “teórico” porque, en la misma matriz de Estratos y Usos por las filas y de n zonas por las columnas, se obtiene un derrame o distribución de la contribución por cada Estrato y Uso en cada una de las n Zonas, el cual aún no es el aplicable como factor definitivo. El *Derrame o Distribución Teórica por Estrato y Uso en las n Zonas (DT_{EU_n})* se obtiene multiplicado el *Índice de Contribución por Estrato y Uso en cada Zona n (IC_{UE_n})* por el valor total de las inversiones en el *megaproyecto, plan o conjunto de obras*.

$$DT_{EU_n} = IC_{UE_n} \times \sum_{N=1}^N P_N$$

El valor de control para la matriz así obtenida debe sumar el valor total del plan de inversiones en la sumatoria de todos los Estratos y Usos en todas las n zonas y también por la sumatoria de las columnas de las n zonas.

Superficie por Estrato, Uso y Zona ($SEUn$). De la información básica obtenida, se debe generar la misma matriz, cuyo contenido ahora son las áreas o superficies de cada Estrato y Uso en cada zona n (S_{UE_n}), las cuales se deben registrar en metros cuadrados (m^2), valores que se obtienen del catastro predial del área o ciudad.

Contribución Unitaria ($CUEUn$). Los valores que se obtienen en esta matriz resultan de dividir cada uno de los valores (tanto individuales como sumatorias) obtenidos en la matriz *Derrame o Distribución Teórica por Estrato y Uso en las n Zonas (DT_{EU_n})* entre la matriz *Superficie por Estrato, Uso y Zona (S_{UE_n})*, por lo cual la *Contribución Unitaria (CU_{EU_n})* arrojará un valor en \$ (pesos)/ m^2 (metro cuadrado). Sin embargo, los valores

obtenidos en cada zona, estrato y uso resultan inaplicables por la diversidad y dispersión de los mismos.

Contribución Media por Estrato y Uso (CM_{EU}). De la matriz denominada *Contribución Unitaria* (CU_{EUR}) los únicos valores utilizables y aplicables son los obtenidos en la columna denominada *Contribución Media por Estrato y Uso* (CM_{EU}), la cual corresponde a la división de la sumatoria de cada estrato y uso para todas las n zonas del *Derrame o Distribución Teórica por Estrato y Uso en las n Zonas* (DT_{EUR}) entre la sumatoria de cada estrato y uso para todas las n zonas de la *Superficie por Estrato, Uso y Zona* (S_{UEF}).

Contribución Total por Estrato, Uso y Zona (CT_{EUR}). El valor de *Contribución Media por Estrato y Uso* (CM_{EU}) -en pesos por metro cuadrado ($\$/m^2$)- es el que se aplicará a la matriz de *Superficie por Estrato, Uso y Zona* (S_{UEF}) para obtener la *Contribución Total por Estrato, Uso y Zona* (CT_{EUR}) cuya suma total corresponde a las inversiones en los proyectos que conforman el *megaproyecto, plan o conjunto de obras*. Esta matriz servirá de control para conocer la distribución de la Contribución en cada una de las n zonas, lo cual podrá servir también para diseñar estrategias diferenciadas de recaudo.

Aplicación de la Contribución Media por Estrato y Uso (CM_{EU}). Los valores obtenidos como *Contribución Media por Estrato y Uso* (CM_{EU}) expresados en $\$/m^2$ (pesos/metro cuadrado) (Ver ejemplos en las Tablas N° 1, N° 3 y N° 4) multiplicados por el área -construida o del lote- de cada inmueble¹⁵ permitirá conocer el monto del valor a pagar que corresponde a cada inmueble por la *Contribución*.

RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados de algunos ejercicios de cálculo, aplicación y distribución del modelo de la *Contribución de Valorización por Beneficio General* realizados por el autor en tres ciudades de la Costa Caribe¹⁶: Santa Marta (2005), Cartagena (2006) y

Valledupar (2010) para los cuales se desarrolló el modelo descrito.

Santa Marta (2005)

En el caso del Distrito Turístico, Cultural e Histórico de Santa Marta, se utilizó la división del suelo urbano en nueve Comunas existente para la ciudad en 2005 (POT adoptado mediante Acuerdo N° 005 de 2000); la información sobre áreas, población y vivienda disponible en el POT, así como la proveniente de las proyecciones del DANE; y la información predial detallada se obtuvo de la empresa que manejaba los recaudos del Impuesto Predial en 2005. Toda esta información se ajustó a las mencionadas divisiones (nueve Comunas).

El Plan de Obras formulado por el Distrito entonces comprendía intervenciones y/o construcción de espacio público (franja vial, andenes, mobiliario, iluminación, separadores, arborización, señalización y obras accesorias y complementarias) de 11 ejes viales distribuidas por toda la ciudad con una inversión estimada en poco más de \$139 mil millones de pesos.

Tabla N° 1

Santa Marta (2005): Contribución Media (CM_{EU}), Absorción por Estrato y Uso (A_{EU}) y Contribución Total por Estrato y Uso (CT_{EU}).
 Fuente: Cálculos del autor (2005)

USO CATEGORIA	CONTRIB. MEDIA ($\$/m^2$)	PORCENTAJE DE ABSORCION RESULTANTE	CONTRIBUCION TOTAL
RESIDENCIAL		25,31%	35.216.255.508
Estrato 1	0,0	0,00%	0
Estrato 2	906,9	1,38%	1.895.958.676
Estrato 3	1.398,9	3,70%	5.152.572.073
Estrato 4	3.364,3	4,03%	5.605.795.262
Estrato 5	8.411,9	4,25%	5.913.040.641
Estrato 6	8.696,7	11,97%	16.648.888.855
NO RESIDENCIAL		74,69%	103.929.902.959
COMERCIAL	11.276,0	16,00%	22.263.358.784
INDUSTRIAL	10.536,5	10,88%	15.144.957.461
EDIFICABLE NO EDIFICADO	2.604,4	6,00%	8.348.753.021
URBANIZABLE NO URBANIZADO	2.076,3	36,81%	51.215.539.509
INSTITUCIONAL	2.610,1	5,00%	6.957.294.184
TOTAL:		100,00%	139.146.158.467

Fuente: Cálculos del autor (2005)

¹⁵ Esta información proviene del **catastro predial** y hace parte de la *Información Básica* requerida para iniciar el proceso de cálculo y sus fuentes son: la Oficina o Secretaría que factura el Impuesto Predial, de la Oficina de Catastro Local y/o del IGAC.

¹⁶ **Nota del autor:** Los cuadros presentados provienen de los archivos personales del autor y, aunque fueron realizados con información oficial de los años indicados en cada ciudad, solamente se incluyen a manera de ejemplo de los resultados que se pueden obtener con la aplicación del *modelo* de la *Contribución* dado que el espacio de este artículo no permite la inclusión de todas las matrices que se utilizaron en su cálculo. Así mismo, su uso no compromete en manera alguna a las administraciones pasadas o presentes de las ciudades mencionadas. El autor no puede dar fe si estos resultados y el modelo fueron utilizados para implantar la *Contribución* en estas ciudades.

Tabla N° 2
 Santa Marta (2005): Contribución Total por Estrato,
 Uso y Zona ($CT_{E_{Uz}}$)

USO CATEGORIA	CONTRIBUCION POR ZONA, ESTRATO Y USO (\$ / m ²)									TOTAL
	1 MARIA EUGENIA - PANDO	2 CENTRAL	3 PESCAITO	4 POLDEPORTIVO - JARDÍN	5 SANTA FÉ - BASTIDAS	6 PARQUE - MAMATOCO	7 RODADERO - GAIRA	8 POZOS COLORADOS - DON JACA	9 BURECHE - CONCEPCIÓN	
RESIDENCIAL	2.378.087.994	4.826.010.170	2.234.387.749	9.681.296.620	2.215.752.163	1.459.705.111	7.517.112.244	4.430.363.489	473.539.967	35.216.255.508
Estrato 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estrato 2	336.465.845	10.560.496	263.404.804	81.993.706	451.228.376	344.342.007	174.783.695	150.399.785	82.779.962	1.895.958.676
Estrato 3	1.232.657.417	259.113.503	1.354.457.075	417.905.194	470.246.340	431.813.404	623.439.494	108.153.049	254.786.598	5.152.572.073
Estrato 4	572.986.565	1.052.480.465	578.234.803	1.959.510.701	188.034.977	600.980.536	310.349.219	207.261.698	135.956.299	5.605.795.262
Estrato 5	235.969.471	1.203.299.619	38.282.371	3.108.964.237	280.064.437	3.003.034	952.550.512	90.898.549	8.412	5.913.040.641
Estrato 6	8.697	2.300.556.086	8.697	4.112.922.782	826.178.034	79.566.131	5.455.989.324	3.873.650.408	8.697	16.648.888.855
NO RESIDENCIAL	12.436.787.877	6.698.570.329	4.128.241.619	6.003.534.858	3.812.143.548	10.867.538.789	28.064.512.102	27.994.989.128	3.923.584.709	103.929.902.959
COMERCIAL	2.064.136.489	5.851.626.686	1.733.986.960	3.167.863.611	297.505.556	3.433.897.897	2.221.549.223	3.475.280.757	17.511.603	22.263.358.784
INDUSTRIAL	618.090.999	158.711.001	252.875.524	570.813.813	10.536	301.290.650	2.677.235.317	8.867.333.118	1.698.596.503	15.144.957.461
EDIFICABLE NO EDIFICADO URBANIZABLE	610.035.902	458.972.373	323.155.054	522.637.148	1.013.974.511	1.546.115.147	1.133.292.900	2.057.191.325	683.378.660	8.348.753.021
NO URBANIZADO INSTITUCIONAL	7.219.902.675	67.499.575	642.706.661	1.444.946.446	2.331.894.470	4.730.451.752	21.314.440.506	12.362.293.063	1.101.404.361	51.215.539.509
TOTAL:	14.814.875.871	11.524.580.498	6.362.629.369	15.684.831.478	6.027.895.711	12.327.243.900	35.581.624.346	32.425.352.617	4.397.124.677	139.146.158.467
PORCENTAJE POR ZONA:	10,65%	8,28%	4,57%	11,27%	4,33%	8,86%	25,57%	23,30%	3,16%	100,00%

Fuente: Cálculos del autor (2005)

Cartagena 2006

En el ejercicio del Distrito de Cartagena, se utilizó la división en 15 Comunas adoptada por el POT vigente en 2006; se aplicó la información de área, población y viviendas generada en el POT, la cual fue ajustada en lo pertinente con las proyecciones del DANE; el catastro predial detallado tuvo como fuente a la Secretaría de Hacienda Distrital; información ésta que fue ajustada a la división en 15 Comunas.

El Distrito de Cartagena propuso un *Plan de Obras* compuesto por 10 proyectos que implicaban la construcción e intervención para generar y/o adecuar espacio público (franja vial, andenes, mobiliario, iluminación, separadores, arborización, señalización y obras accesorias y complementarias y un Plan Maestro de SUDS) en diversos sectores de la ciudad, con una inversión que superaba los \$297, 27 mil millones de pesos. En este caso, no se incluyó la tabla que muestra la *Contribución Total por Estrato, Uso y Zona* ($CT_{E_{Uz}}$) dado que la división en 15 comunas imposibilita mostrarlo adecuadamente en este artículo.

Valledupar (2010)

Para la aplicación del modelo en el caso de Valledupar, la división consistió en seis (6) sectores urbanos y dos (2) sectores suburbanos, para un total de ocho (8) sectores donde se realizaría el Plan de Obras con información tomada del POT vigente en 2010, del cual se obtuvo la información de área, población y viviendas generada

Tabla N° 3

Cartagena (2006): Contribución Media (CM_{EU}), Absorción por Estrato y Uso (A_{EU}) y Contribución Total por Estrato y Uso (CT_{EU}).

USO CATEGORIA	CONTRIB. MEDIA (\$/m ²)	PORCENTAJE DE ABSORCION	CONTRIBUCIÓN TOTAL
RESIDENCIAL		43,67%	129.827.946.363
Estrato 1	1.900,5	0,59%	1.741.510.555
Estrato 2	2.352,8	5,52%	16.419.956.665
Estrato 3	8.577,7	13,86%	41.205.383.676
Estrato 4	11.567,1	4,99%	14.833.938.123
Estrato 5	12.545,3	5,09%	15.137.036.931
Estrato 6	31.090,7	13,62%	40.490.120.412
NO RESIDENCIAL		56,33%	167.449.222.689
INDUSTRIA	3.895,5	7,74%	23.023.702.337
COMERCIO	36.443,1	34,12%	101.442.989.850
URBANIZABLE NO URBANIZADO	8,3	1,17%	3.487.558.978
EDIFICABLE NO EDIFICADO	781,5	10,53%	31.316.091.594
INSTITUCIONAL	70,3	1,91%	5.691.007.708
MIXTO	3.147,5	0,84%	2.487.872.222
TOTAL:		100,00%	297.277.169.052

Fuente: Cálculos del autor (2006)

en el POT ajustada cuando fue necesario con las proyecciones del DANE; el catastro predial detallado tuvo como fuente a la Secretaría de Hacienda. En este caso, toda la información se ajustó a la división en los ocho sectores mencionados.

El municipio de Valledupar planteó para entonces un *Conjunto o Plan de Obras* conformado por 18 proyectos para generar y/o adecuar espacio público (franja vial, andenes, mobiliario, iluminación, separadores, arborización, señalización y obras accesorias y complementarias) en los ocho sectores en que se dividió la ciudad, los cuales demandaban cuya inversión sería de más de \$169,8 mil millones de pesos.

Tabla N° 4
 Valledupar (2010): Contribución Media (CM_{EU}), Absorción por Estrato y Uso (A_{EU}) y Contribución Total por Estrato y Uso (CT_{EU}).

USO CATEGORIA	CONTRIBUCIÓN MEDIA (\$/m ²)	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	CONTRIBUCION TOTAL
RESIDENCIAL		26,3%	44.631.413.537
Estrato 1	800,40	1,0%	1.650.925.422
Estrato 2	1.312,50	3,0%	5.028.680.884
Estrato 3	3.412,62	6,0%	10.133.266.386
Estrato 4	10.684,75	6,4%	10.835.096.921
Estrato 5	22.497,49	6,1%	10.411.861.036
Estrato 6	27.131,76	3,9%	6.571.582.888
NO RESIDENCIAL		73,7%	125.197.049.321
COMERCIAL, INDUSTRIAL E INSTITUCIONAL	20.445,45	23,8%	40.415.638.917
INDUSTRIAL	0,00	0,0%	0
EDIFICABLE NO EDIFICADO	4.439,96	12,9%	21.851.041.654
URBANIZABLE NO URBANIZADO Y SUBURBANOS	3.643,05	37,1%	62.930.368.751
INSTITUCIONAL	0,00	0,0%	0
TOTAL:		100,0%	169.828.462.858

Fuente: Cálculos del autor (2010)

Tabla N° 5
 Valledupar (2010): Contribución Total por Estrato, Uso y Zona (CT_{EJr})

USO CATEGORIA	CONTRIBUCION POR ZONA, ESTRATO Y USO (\$ / m ²)						SUBURBANOS LA CARCEL Y B. HORIZONTE	SUBURBANOS LA PAZ	TOTAL
	1	2	3	4	5	6			
RESIDENCIAL	19.777.871.042	4.587.384.913	2.602.682.004	14.943.889.476	584.915.187	2.134.539.236	65.840	65.840	44.631.413.537
Estrato 1	5.954.998	400.204.650	190.374.228	504.882.141	54.553.060	494.954.744	800	800	1.650.925.422
Estrato 2	126.548.952	1.248.895.543	1.321.835.295	2.042.319.596	213.067.864	76.011.009	1.313	1.313	5.028.680.884
Estrato 3	1.921.309.724	2.748.843.312	853.633.323	3.416.103.098	317.233.949	876.136.154	3.413	3.413	10.133.266.386
Estrato 4	6.019.233.545	178.050.704	10.685	4.536.959.300	10.685	100.810.633	10.685	10.685	10.835.096.921
Estrato 5	5.526.868.467	22.497	22.497	4.298.280.518	22.497	586.599.564	22.497	22.497	10.411.861.036
Estrato 6	6.177.955.356	11.368.206	236.805.976	145.344.823	27.132	27.132	27.132	27.132	6.571.582.888
NO RESIDENCIAL	28.528.931.801	32.333.500.196	16.255.308.064	16.759.933.247	3.253.498.939	13.449.912.670	4.164.030.475	10.451.933.929	125.197.049.321
COMERCIAL	25.311.176.732	11.589.440.104	2.545.396.773	969.543.526	20.445	20.445	20.445	20.445	40.415.638.917
INDUSTRIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EDIFICABLE NO EDIFICADO	2.128.905.860	5.620.745.165	3.672.927.371	6.066.019.522	1.368.083.795	2.994.351.060	4.440	4.440	21.851.041.654
URBANIZABLE NO URB. INSTITUCIONAL	1.088.849.210	15.123.314.926	10.036.983.920	9.724.370.198	1.885.394.699	10.455.541.164	4.164.005.590	10.451.909.044	62.930.368.751
TOTAL:	48.306.802.843	36.920.885.109	18.857.990.068	31.703.822.723	3.838.414.126	15.584.451.905	4.164.096.315	10.451.999.769	169.828.462.858
PORCENTAJE POR ZONA:	28,44%	21,74%	11,10%	18,67%	2,26%	9,18%	2,45%	6,15%	100%

Fuente: Cálculos del autor (2010)

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los casos cuyos resultados han sido descritos evidencian que modelo propuesto para el cálculo, aplicación y distribución de la *Contribución de Valorización por Beneficio General* ofrece resultados confiables que permiten disponer de un método de distribución que, soportado legal, técnica y conceptualmente, responde a las necesidades de la ciudad contemporánea para financiar sus *megaproyectos, planes y/o conjunto de obras* bajo el concepto de beneficio general que reconoce que dichas inversiones generan beneficios tangibles e intangibles en las múltiples dimensiones de la estructura socioeconómica, funcional y territorial de la ciudad y que dichos beneficios no se traducen únicamente en plusvalía o mayor valor de los inmuebles.

El *modelo* propuesto recoge varios conceptos no incorporados en el cálculo de la *contribución tradicional*:

- El concepto de *beneficio* en su dimensión más amplia: el beneficio general o a toda la ciudad y en todas las dimensiones y atributos de ésta;
- El concepto de *interacción* que entiende que la ciudad contemporánea no es resultado de una “suma aritmética” de zonas o sectores aislados, sino el resultado de un conjunto dinámico atributos y dimensiones que forman dichas zonas o sectores interactuando constantemente y que se atraen mutuamente en función de su respectiva masa crítica;

- El concepto de *impacto*, según el cual todo proyecto que se ejecute en una zona urbana impacta al resto de zonas de la ciudad en mayor o menor grado en función de la distancia entre ellas;
- El concepto de *probabilidad* que establece que la medición del impacto debe interpretarse como una medida de probabilidad y no una certeza absoluta.

Es necesario anotar que los datos obtenidos de la *Información Básica* utilizados para la operacionalización del *modelo* son un reflejo de una función discreta -no continua- que toma la información en un momento del tiempo, por lo cual, a cambios de momento, se podrán producir diferentes resultados en la *Contribución Media* (CM_{EU}) y, consecuentemente, en el resultado la *Contribución Total por Estrato y Uso* (CT_{EU}).

Los *Coefficientes de Absorción por Estrato y Uso* (A_{EU}) son una decisión política que el Concejo adopta mediante Acuerdo y, aunque se calculan por el sistema de “tanteo y error” dentro de los límites que establezcan los rangos del Acuerdo, hacerlos operacionalizables es un ejercicio técnico que soporta una equitativa distribución de la *Contribución*, el cual debe basarse o tomar como referencia la capacidad de pago de los hogares de cada Estrato para el caso del Uso Residencial y la dinámica particular de la actividad económica urbana para los Usos No Residenciales: de no hacerlo, se corre el riesgo de sobreestimar la *Contribución* en algunos Estratos y Usos y subvalorar el potencial de pago de otros, con la consecuente afectación de la viabilidad financiera por disminución del recaudo.

En dos de los tres ejemplos mostrados (Cartagena y Valledupar) se produjo una absorción distorsionada en el Uso Residencial (no es creciente del Estrato 1 al Estrato 6), lo cual podría explicarse por no tener en cuenta lo anotado antes sobre la capacidad de pago y solo la de Santa Marta evidenció el cumplimiento de las exigencias planteadas para la absorción:

• Cartagena

- Se asignó el 43,67% al Uso Residencial y el 56,33% a los Usos No Residenciales, refleja una poco recomendable absorción bastante cercana entre los dos grupos de usos, lo que no refleja los bajos ingresos de un extenso segmento de pobla-

ción en esta ciudad y, en contraste, subvalora el potencial de pago del alto volumen de su actividad económica.

- El Estrato 2 resulta con una absorción más alta que los Estratos 4 y 5, y el Estrato 3 resulta con la absorción más alta de todos.

• Valledupar

- Muestra que los Estratos 3, 4 y 5 son muy parecidos, y el Estrato 6 es más bajo que los Estratos 3, 4 y 5.
- Aunque su actividad económica industrial es de baja importancia, resulta inexplicable la exención del Uso Industrial.
- La exención del Uso Institucional no siempre es producto de un análisis objetivo de las actividades incluidas en este uso y puede estar subvencionando algunas actividades privadas (por ejemplo: clínicas, consultorios, escenarios privados, etc.)

Entre los componentes más complejos del método desarrollado para operacionalizar el *modelo*, es necesario dejar el interrogante sobre la potenciación de la distancia: aunque en la aplicación gravitacional del cálculo de la *Interacción* se utilizó la distancia entre centroides de cada zona n elevada al cuadrado $-D^2-$ la cual toma este factor literalmente de la Ley de Newton, un análisis estadístico – matemático podría revelar una potenciación diferente. Sin embargo, el uso de D^2 no le resta potencia ni confiabilidad al *modelo* propuesto.

Como gran conclusión, se plantea, por una parte, que el *modelo* propuesto para la distribución de la *Contribución de Valorización por Beneficio General* contiene elementos, conceptos y variables cuya operacionalización asegura una valoración equitativa, objetiva e integrada de los beneficios generados por los proyectos que configuran *megaproyectos, planes y/o conjunto de obras*, donde la localización y el monto de la inversión son las premisas para dimensionar el potencial impacto de estos proyectos; y, por otra parte, que la *Contribución* así concebida se erige como un importantísimo instrumento de financiación y recuperación de la inversión para *megaproyectos, planes y/o conjunto de obras*, sin que los entes territoriales tengan que afectar sus recursos ordinarios para tal efecto.

REFERENCIAS

- Acosta R., P. (2010). Instrumentos de financiación del desarrollo urbano en Colombia: la contribución por valorización y la participación en plusvalías. Lecciones y reflexiones., en *Revista Desafíos*, Vol. 22 N° 1, Universidad del Rosario. Bogotá.
- Asamblea Nacional Constituyente (1991). Constitución Política de Colombia. www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=4125
- Borrero O., O. (2011). Evaluación de la contribución de valorización en Colombia. Versión en inglés: *Revista Land Lines* (Lincoln Institute of Land Policy, abril, 2011). www.lincolninst.edu/publications/articles/evaluacion-la-contribucion-valorizacion-en-colombia
- Corte Constitucional (2000). Sentencia C-1371 de 2000. (Magistrado Ponente: Álvaro Tafur Galvis). [www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2000/C-1371-00.htm#:~:text=\(junio%2025\)-por%20medio%20de%20la%20cual%20se%20fijan%20t%C3%A9rminos%20y%20competencias,1538%20y%202034%20de%201996](http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2000/C-1371-00.htm#:~:text=(junio%2025)-por%20medio%20de%20la%20cual%20se%20fijan%20t%C3%A9rminos%20y%20competencias,1538%20y%202034%20de%201996).
- Corte Constitucional (1994). Sentencia C-455/94. (Magistrado Ponente: José Gregorio Hernández Galindo). www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1994/C-455-94.htm
- Consejo de Estado (1993). Sentencia NR: 236448 N° 707-CE-SEC4-EXPI993-N4510-4511. (27 de agosto de 1993). www.consejo-de-estado.gov.co/buscador-de-jurisprudencia2/index.htm
- Congreso de la República de Colombia (1968). Ley 48 de 1968 (diciembre 16).
- Congreso de la República de Colombia (1997). Ley 388 del de 1997 (18 de julio). Ministerio de Desarrollo Económico, Bogotá D.C. Impresión Fotolito Parra & Cía. Ltda.
- Drewett, J. R. (1969). Modelo Estocástico del Proceso de Conversión del Suelo: Informe Provisional en *Modelos de Análisis Territorial* (Peter Hall, compilador) (Oikos-Tau Eds. Barcelona, 1975)
- Fernández C., A. (1981). *La Contribución de Valorización en Colombia*. Segunda Edición, Editorial Temis, Bogotá, Colombia.
- Flórez E., G. P. (2020). *La Contribución de Valorización como Mecanismo Generador de Ciudad*. Trabajo de la Maestría en Derecho del Estado con énfasis en Derecho Público de la Universidad Externado de Colombia (Bogotá D.C., Colombia, 2020). <https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/5302797f-397f-449a-a232-a37a22f8c560/content>
- Haggett, P. (1976). *Análisis Locacional en la Geografía Humana* Ed. Gustavo Gili.
- Harris, B. (1975). *Modelos de Desarrollo Urbano*. Oikos-Tau Eds. Barcelona
- Hernández, J. (2007). La contribución de valorización: desarrollo urbano en todas las escalas. La experiencia de Bogotá (Colombia) en el período 1987-2004 y prospectiva. En *Movilización Social de la Valorización de la Tierra: casos latinoamericanos*. Compiladora: María Clara Vejarano. Lincoln Institute of Land Policy. Cambridge, Massachusetts.
- Hirsch, W. Z. (1977). *Análisis de Economía Urbana*. Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid.
- Isard, W. (1971). *Métodos de Análisis Regional*. Ediciones Ariel, Barcelona.
- Martínez C., W. (2017). La Valorización como Instrumento de Gestión Urbana en Colombia, 1991 - 2.015. *Modelo de Valorización Aplicado para Municipios Básicos de la Región de la Orinoquía*. Trabajo para optar a la Maestría en Gestión Urbana de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Piloto de Colombia. Bogotá D.C.
- McLoughlin, J. B. (1971). *Planificación Urbana y Regional: Un Enfoque de Sistemas*. Colección Nuevo Urbanismo. Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid.
- Ministerio de Desarrollo Económico de Colombia (1998). *Guía Metodológica para la Elaboración del Expediente Urbano*. Serie Procesos de Aplicación. Santa Fe de Bogotá, D.C.
- Presidencia de la República de Colombia (1966). Decreto Legislativo N° 1604 de 1966 (24 de junio). https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=31235
- Presidencia de la República de Colombia (1956). Decreto Legislativo N° 868 de 1956. <https://fonvalmed.gov.co/back/wp-content/uploads/2015/10/1956-04-12-Decreto-Ley-868-Normas-valorizacion.pdf>
- Prigogine, I. (1997). *El Fin de las Certidumbres*. Ed. Taurus. Madrid.
- Procuraduría General de la Nación & Instituto de Estudios del Ministerio Público -IEMP- (2012). *Contribución de Valorización. Resumen*. Editor IEMP.
- Real Academia Española de la Lengua (2022). Diccionario RAE. Edición 2022. <https://dle.rae.es/diccionario>
- Reif, B. (1978). *Modelos en la Planificación de Ciudades y Regiones*. Colección Nuevo Urbanismo. Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid.
- Smolka, M. y Furtado, F. (2001). Ensayo introductorio: Recuperación de plusvalías en Latinoamérica: ¿bravura o bravata? En *Recuperación de Plusvalías en América Latina - Alternativas para el Desarrollo Urbano*. Compiladores. Instituto de Posgrado e Investigación Pontificia Universidad Católica de Chile - Lincoln Institute of Land Policy. Eurelibros, Santiago de Chile
- Smolka, M. (2013). *Implementación de la Recuperación de Plusvalía en América Latina*. Lincoln Institute of Land Policy. https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/implementacion-recuperacion-de-plusvalias-full_0.pdf