ISSN 1856-9552

ECODISEÑO & SOSTENIBILIDAD

8 (1) 2016

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES VENEZUELA

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ECODISEÑO & SOSTENIBILIDAD

8 (1) 2016

LABORATORIO DE SOSTENIBILIDAD Y ECODISEÑO
Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado (CEFAP-ULA)
Laboratorio Nacional de Productos Forestales (LNPF-ULA)
revecodisostenibilidad@gmail.com; revecodiseno@ula.ve

La Revista Ecodiseño y Sostenibilidad no se hace responsable de las opiniones, imágenes, textos y trabajos de los autores o lectores, que serán responsables legales de su contenido y entiende que todos los autores firmantes se harán responsables de las mismas.

La edición de la Revista Ecodiseño y Sostenibilidad RES 8 (1): 2016, indizada y arbitrada en Latindex y Revencyt – ULA, aún contando con la buena disposición del CDCHTA-ULA, del Vicerrectorado Administrativo (ULA), del Decanato de la Facultad de Arquitectura y Diseño y Decanato de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, no ha podido ser financiada, producto de la grave situación presupuestaria de la Universidad de Los Andes en medio de una Venezuela en tiempos desdibujados y en grave situación de crisis económica, política y social.

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Juan Juliá Igual
Rector
María del Carmen González Cruz
Directora Departamento de Proyectos de Ingeniería
Andrés Carrión García
Director Centro de Investigación de Gestión de la Calidad y el Cambio
Enrique Ballester Sarriás
Director Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES VENEZUELA

Mario Bonucci Rossini
Rector
Patricia Rosenzweig Levi
Vicerrectora Académica
Manuel Aranguren Rincón
Vicerrector Administrativo
José María Andérez Álvarez
Secretario
Darío Antonio Garay Jerez
Decano Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales
Argimiro Castillo Gandica
Decano Facultad de Arquitectura y Diseño

EDITOR EN JEFE (2016–2018)
Vicente Agustín Cloquell Ballester
Universidad Politécnica de Valencia,
Departamento de Proyectos de Ingeniería, Valencia, España
cloquell@dpi.upv.es

EDITORES RESPONSABLES
Víctor Andrés Cloquell Ballester
Universidad Politécnica de Valencia, España.
Domingo Gómez-Orea
Universidad Politécnica de Madrid, España.
vacloque@dpi.upv.es; domingo.gomez.orea@upm.es

Wilver Contreras Miranda
y Mary Elena Owen de Contreras
Universidad de Los Andes, Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño
UPV-ULA: CEFAP-LNPF. Mérida, Venezuela.
wilvercontrerasmiranda@yaoo.es; marowen3@hotmail.com
labsostenibilidadyecodiseno@gmail.com

ASISTENTE EDITORIAL
María Teresa Rondón Sulbarán
Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño UPV-ULA: CEFAP-LNPF
mariat@ula.ve

PRODUCCIÓN EDITORIAL
María Edelmira Araujo Barrios,
Norca Fernández de Rivero

CONCEPTO GRÁFICO Y DISEÑO EDITORIAL
Reinaldo Sánchez Guillén
vandrakor@gmail.com

OBRA DE PORTADA
Cuadro elaborado por el artista Jesús de Luzam, titulado *Guayana transfiguración en la dimensión del alma*, colección privada Jorin C.A., Puerto Ordaz, Venezuela, 2016.

REVISIÓN Y CORRECIÓN DE IDIOMA INGLÉS
Janeet Rondón Sulbarán. *Ulster University, Reino Unido*
Ángel Infante. *Fundacite-Mérida, Venezuela*
Hirotaka Kokubu. *Universidad de Guadalajara, Jalisco México*

CONSEJO EDITORIAL
Cristina Santamarina Siurana (España)
Salvador Capuz Rizo (España)
José Luís Vivancos (España)
Rafael Monterde Díaz (España)
María José Bastante Ceca (España)
María Dolores Bovea Edo (España)
Antonio Gallardo Izquierdo (España)
Francisco Colomer Mendoza (España)
Marco Capellini (Italia)
Luís Bojórquez Tapia (USA)
Lucio Guzmán Mares (México)
Alfonso Moreno Salazar (México)
Enriqueta Salazar Ruiz (México)
Alberto Julian Valencia Botin (México)
Ruth León de Rodríguez (Venezuela)
José Rafael González Díaz (Venezuela)
Alejandro Sarmiento (Argentina)
Elías Méndez Vergara (Venezuela)
José Emil Amilkar Contreras M. (Venezuela)
Alejandro Rassias López (Venezuela)
Sergio Santos Cañizarez Arango (Venezuela)
Eric Barrios Pérez (Venezuela)
Jesús Alexander Cegarra Rodríguez (Venezuela)
Leonardo Ramón Lugo Salinas (Venezuela)
Juan Ygnacio López Hernández (Venezuela)
Arguimiro Castillo Gandica (Venezuela)
Carlos Pacheco (Venezuela)
Sari Ramón Mohali Castillo (Venezuela)
Mauricio Jerez Rico(Venezuela)
Juan Carlos Rivero Ballestero (Venezuela)
Omar Antonio Guerrero (Venezuela)
Beatriz Ramírez Boscán (Venezuela)
José Remigio Guevara González (Venezuela)

TABLA DE CONTENIDO

editorial

Elides Sulbarán Zambrano
LOS PARQUES NACIONALES DE VENEZUELA. GARANTIA DE SOSTENIBILIDAD
The national parks of Venezuela. Sustainability guarantee

reflexiones

Omar Antonio Guerrero
LAGUNA DE URAO: MONUMENTO NATURAL EN MENGUA. LAGUNILLAS, MUNICIPIO SUCRE, ESTADO MERIDA, VENEZUELA
Lake of Urao: Natural Monument in mengua. Lagunillas, municipio Sucre, Merida state, Venezuela

prólogo

Comité Editorial RES – Universidad de Los Andes
OCTAVO NÚMERO, EDICIÓN CON HORIZONTES LIMITADOS
Eighth number, edition with limited horizons

ARTÍCULOS ~ PAPERS

30—39 Pedro Luis Trejo, Susana Rodríguez y Luis Jiménez
DETERMINACIÓN DE UNIDADES DE VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL ACUERDO DE CONSERVACIÓN SUAPURE, RESERVA FORESTAL EL CAURA
Deciding on Vegetation Units in the Suapure's Conservation Agreement Area, El Caura Forest Reserve

40—62 Jhonattan Trejo, Pablo Ninin Jeandrain, Will Styles Valero, Argelys Márquez, Wilver Contreras Miranda y Héctor Kifer
ESTUDIO MECÁNICO DE PANELES ESTRUCTURALES EN MADERA DE PINO CARIBE VENEZOLANO EMPLEADOS EN UN SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PLATAFORMA CON ENTRAMADO LIGERO
Mechanical study of wood structural panels made of Caribbean Venezuelan pine wood used in a light frame construction system

64—79 Julián Gutiérrez
PRIORIZACIÓN RÁPIDA DE CUENCAS ANDINAS CON FINES DE PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO USANDO SIG Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN MULTICRITERIO, ESTADO MÉRIDA, VENEZUELA
Fast Prioritisation of Andean basins in order to protect water resources using a Geographic Information System (GIS) and a Multi-criteria Evaluation technique (ME), State of Mérida, Venezuela

80—93 Ronald Moreno, Yudemir Cruz, Henri Piña, Eliangel Piña, Jesús Méndez, Arelys Muñoz y Elys Duno
CONTRIBUCIONES PARA LA VALORACIÓN DE EXTERNALIDADES DEL SISTEMA PRODUCTIVO SÁBILA (*Aloe vera* L.), CASO: PARCELAMIENTO PABLO NERUDA, ESTADO FALCÓN, VENEZUELA
Contributions towards the assessment of externalities of the productive system (Aloe veraL.) Case Study: Pablo Neruda" Plots in theState of Falcón, Venezuela

94—107 Karina Cecilia Arredondo Soto, Enriqueta Salazar Ruíz, Rosa María Reyes Martínez y Jaime Sánchez Leal
ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DEL PROCESO DE REMANUFACTURA ASOCIADO A LA TOMA DE DECISIONES
Analysis of variability in the remanufacturing process associated and decision making

ENSAYO ~ ESSAY

110—130 Juan de Dios Salas Canevaro
EL PENSAMIENTO LATINOAMERICANO SOBRE EL PAISAJE DE LA CIUDAD
Latinamerican thoughts about the landscape of the city

NOTAS TÉCNICAS ~ TECHNICALS NOTES

134—147 Ilian Araque
ARTE Y DISEÑO: PRESENTE Y FUTURO DE LA INVESTIGACIÓN
Art and Design: Present and Future of Research

148—168 Andreina Rojas Benavides
EL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTONICO SUSTENTABLE
Sustainable architectonic design process

170—199 Ángel Segundo Contreras, Wilver Contreras Miranda y Mary Owen de C.
ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL FENÓMENO DELICTIVO EN LA CIUDAD DE MÉRIDA, VENEZUELA
Analysis of the space distribution of the phenomenon delicate in the city of Merida, Venezuela

BIBLIOGRAFÍA CRÍTICA ~ BOOKS REVIEW

202—205 Alejandro Rassias López
INTRODUCCIÓN A LAS HERRAMIENTAS DE GESTIÓN AMBIENTAL
Introduction to tools of environmental management

EVENTOS ~ EVENTS

208—213 Sergio Santos Cañizares Arango
CUMBRE DEL AGUA DE BUDAPEST, IMPLICACIONES RETOS Y PERSPECTIVAS PARA VENEZUELA
Budapest water summit, implications challenges and perspectives for Venezuela

EDITORIAL

LOS PARQUES NACIONALES DE VENEZUELA.

GARANTIA DE SOSTENIBILIDAD

The national parks of Venezuela.
Sustainability guarantee

POR
Elides A. **SULBARÁN ZAMBRANO**

Los parques nacionales *¿Manchas verdes en un mapa?* Hace unos 26 años escuché a una contratista de la Gobernación del Estado Mérida decir, muy contrariada por la negación de una autorización para construir una carretera que atravesaría al Parque Nacional Sierra de La Culata, mientras desplegaba un mapa de los Estados Unidos de Norteamérica en el que aparecían graficados en verde sus parques nacionales, exponía: "*los parques nacionales son manchas verdes en un mapa que no sirven para nada*".

De mis experiencias en 28 años como funcionario del Servicio de Parques Nacionales de Venezuela, competencia del Instituto Nacional de Parques (INPARQUES), esa fue una de las más motivadoras expresiones para empeñarme en indagar sobre la naturaleza de la gestión de la conservación de estos territorios, de su importancia actual y de su potencial para asegurar la sustentabilidad socio económica de la nación y los valores que contienen.

La idea inicial de parque nacional surgió en el valle del río Yellowstone, la noche del 12 de septiembre de 1870 y se debe a Henry Washburn, Nathaniel Langford y Gustavus Doane, expresada en estos términos: *Nos parece que Dios hizo esta región para que todo el pueblo y todo el mundo vea y se regocije para siempre. Es importante que alguna persona llegara a pensar que podría adueñarse de algo de esta tierra como de su propiedad y provecho. Este gran bosque no nos pertenece sino que pertenece a América. Hagamos de él un gran parque y reservémoslo para el mundo. Nunca debe ser cambiado* " El sendero que han seguido estas áreas en su evolución, ha desbordado cualquier presunción inicial. En la actualidad, según la International Union for Conservation of Nature (UICN) en el año 2014, decía que cerca de 200 mil áreas protegidas a nivel mundial cubren el 14,6% de la superficie terrestre y el 2,8% de los océanos, aproximadamente. Resulta evidente pues que, a casi siglo y medio del Parque Nacional Yellowstone, la creación de parques nacionales ha contagiado hasta los más remotos rincones del planeta, ya sea con la noción original o bajo alguna de las muy diversas figuras de conservación ambiental que de ella se han derivado, oficiales o particulares.

La multiplicación de los parques nacionales y de otros territorios dedicados a la conservación de valores naturales y culturales, tienen la razón de alcanzar el desarrollo de una verdadera idea de democracia cuando en los Parques Nacionales, se pone en práctica su máxima expresión al configurar su prestación de servicios de manera tal que se hace prevalecer el interés colectivo sobre el individual. El principio de preservación, con miras a resguardar los recursos naturales, que aún hoy prevalecen, para que sean conocidos y disfrutados por las sucesivas generaciones, le da trascendencia histórica y que al conformar un Sistema de Parques Nacionales a nivel mundial, le da su carácter de universalidad. Puede afirmarse que la creación de áreas protegidas y la correspondiente gestión para su conservación en términos legales y técnicos, es el hito más exitoso en materia de ambientalismo a nivel mundial.

En Venezuela, el primer antecedente del Sistema de Parques Nacionales (SPNV) fue la creación, por el General Juan Vicente Gómez, del Bosque Nacional de Macarao el 2 de marzo de 1926. El primer Parque Nacional denominado como tal, fue Rancho Grande (1937) en la Cordillera de La Costa, posteriormente rebautizado como Parque Nacional Henri Pittier, para honrar al ingeniero y naturalista suizo radicado en nuestro país entre 1913 y 1950, quien fuera el pionero de la creación del SPNV. Quince años después, se crearía el segundo, denominado Parque Nacional Sierra Nevada, por iniciativa de la Universidad de Los Andes en Mérida.

La evolución y el desarrollo del SPNV han permitido la existencia de 43 áreas que ocupan 17.133.976 h (18,7% del territorio nacional), incluyendo ahora al Parque Nacional Caura, creado en marzo de 2017. La distribución espacial del Sistema abarca todas las regiones venezolanas y conforman, junto con los monumentos naturales, el patrimonio natural excepcional de Venezuela. Hoy puede afirmarse que la conservación de los Parques Nacionales, aunada a la de los Monumentos Naturales, es el servicio público de mayor relevancia actual y estratégica en Venezuela, ya que de éste dependen sus relaciones funcionales.

Se resalta que cerca del 70% de la población toma agua proveniente de fuentes que nacen en el SPNV; la electricidad que satisface aproximadamente las 3/4 partes de la demanda nacional, proviene de desarrollos hidroeléctricos alimentados desde los Parques Nacionales Canaima, Sierra Nevada, Sierra de La Culata, Tapo Caparo y Páramos Batallón y La Negra; el confort climático de las ciudades de Caracas, San Felipe, Barquisimeto, Maracay, Valencia, San Cristóbal y Mérida se debe, en buena medida, a su localización aledaña a parques nacionales; y los sistemas de riego en las áreas de mayor producción agrícola nacional, dependen de las fuentes hídricas localizadas en parques nacionales de montaña. A estos beneficios asociados al agua, de la que son fuentes insustituibles, deben agregarse otros no menos relevantes como la recreación, la investigación y, especialmente, la educación ambiental, porque de ésta depende el mejoramiento en el nivel de arraigo que por estas áreas naturales sientan los ciudadanos y, por ende, un cambio positivo de actitud hacia su conservación.

La gestión del SPNV tiene, como momentos iniciales relevantes: el Plan Preliminar de Trabajo para la Creación de Parques Nacionales y otras Área Protegidas (1950), diseñado por la Comisión Nacional de Urbanismo del Ministerio de Obras Públicas; la creación de la Sección de Parques Nacionales en la Dirección de Recursos Naturales Renovables del Ministerio de Agricultura y Cría (1958), y el Estudio Básico sobre un Sistema de Parques Nacionales, su Establecimiento y Uso en Venezuela (1959), elaborado por el economista Arturo Eichler. Su importancia estratégica es reconocida en el marco legal, desde la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela hasta la Ley Orgánica de Seguridad de la Nación, pasando por el amplio espectro de la legislación ambiental.

Sin embargo, tener buenas leyes no basta. Desde sus años iníciales, los parques nacionales venezolanos, como probablemente habrá ocurrido en otras regiones del planeta, han sido víctimas de la incomprensión de sus valores por parte de una ciudadanía carente de cultura conservacionista y, especialmente, de gobiernos que privilegian el logro de propósitos circunstanciales sobre la garantía trascendental, en el tiempo, de la calidad de vida a la que las leyes y la evolución de las políticas públicas califican como derecho humano fundamental de las comunidades.

En los años recientes (04/2011 04/2017), una gerencia sin calificación profesional, carente de sentido de pertenencia institucional y compromiso con los valores de los parques nacionales, ha llevado al INPARQUES a un estado de minusvalía que compromete seriamente su capacidad para garantizar a los venezolanos, la pervivencia de los territorios bajo su jurisdicción. Simplemente vale señalar que este año se cumplió el ochenta aniversario de la declaratoria del Parque Nacional Henri Pittier, y ello ocurrió sin la debida conmemoración oficial, lo cual da una medida del poco o ningún interés de la institución administradora por sus propios valores. Si es que en Venezuela llegase un gobierno sensato en procura de dejar atrás la economía rentista y el populismo desmedido, llevaría la mirada hacia los parques nacionales, hacia los principales espacios que caracterizan nuestra muy diversa condición ambiental natural y que son atractivos de relevancia mundial, para el desarrollo de un turismo en armonía con el ambiente, promoviendo éste en la conformación de una economía alternativa.

De ahí, que al retomar la pregunta *¿Manchas verdes en un mapa?* Definitivamente no! Los procesos sociales en la actualidad, demandan del Estado y de la misma población, una relación armónica hombre - ambiente, la valoración de la diversidad natural y cultural, y el reconocimiento del uso protector de los espacios naturales prístinos como fuentes de beneficios de los que depende, a nivel planetario, la existencia de una economía sostenible. Si no por fuerza de la razón, por fuerza de necesidad, las colectividades terminarán demandando de los gobiernos respeto y protección a los parques nacionales, los monumentos naturales y demás áreas protegidas legalmente con fines conservacionistas. Las dificultades actuales, más que razones para el desaliento, deben ser aliciente para continuar los esfuerzos por garantizar a las generaciones venideras el disfrute seguro de las bondades que estos territorios, generosamente nos deparan. Así, éstos serán sinónimo de esperanza, convivencia y solidaridad; ideas que desde Yellowstone han animado a sus promotores.

REFLEXIONES

SOBRE DESARROLLO Y SOSTENIBILIDAD

LAGUNA DE URAO: MONUMENTO NATURAL EN MENGUA.

LAGUNILLAS, MUNICIPIO SUCRE, ESTADO MERIDA, VENEZUELA

Lake of Urao: Natural Monument in mengua.
Lagunillas, Sucre Municipality, Merida state, Venezuela

POR

Omar Antonio **GUERRERO**

Universidad de Los Andes.
Facultad de Ingeniería. Mérida, Venezuela.
omarguerrero1231@gmail.com

1. BREVE RESEÑA HISTORICA DEL PATRIMONIO CULTURAL DE LAGUNA DE URAO

El *Monumento Natural Laguna de Urao*, se encuentra ubicado en el perímetro urbano de la población de Lagunillas, capital del Municipio Sucre. El toponímico que identifica a la parroquia capital se deriva, justamente, de ese atractivo reservorio natural de agua, debido a que el conquistador español Juan Rodríguez Xuárez, en las postrimerías del año 1558, bautizó a la población indígena allí asentada con el nombre de "*La Lagunilla*".

Resulta pertinente afirmar que, desde tiempos prehispánicos, numerosos asentamientos indígenas habitaron sus alrededores, conformando uno de los grupos poblacionales autóctonos más numerosos y desarrollados de la cordillera merideña, según el relato legado por los cronistas de la época, pues Lagunillas está considerada como poseedora de una gran tradición cultural, lo cual se refleja en las costumbres, creencias, mitos y leyendas, señalándose como expresión de la misma Laguna de Urao. Lagunillas, es el único pueblo de Venezuela con una laguna en su casco urbano la cual, además, es la primera de agua salobre (Sexquicarbonatos de calcio y sodio) en América Latina, encontrándose ubicada en el centro de nuestra Cordillera Andina, a una altitud de un mil ciento treinta y cinco metros sobre el nivel del mar (1.135 msnm), con una temperatura promedio de veintidós grados centígrados (22 °C) y un clima excepcional, por estar considerado como uno de los más saludables del mundo.

Ahora bien, a través de estudios científicos, esta laguna de ha constituido geográficamente como una cuenca de excepcionales características, pues además de su belleza escénica y de lo salobre de sus aguas (debido al mineral de Urao conocido también como *Trona* o *Natrón*), que la convierte en casi única en el mundo, posee también una considerable variedad de especies de flores, palmas y árboles de gran tamaño como el apamate, el ceibo, el balso o el chaguaramo, y algunos arbustos, donde resalta el cují, el guacharaco y el cordoncillo, e igualmente, numerosas gramíneas. En su cuerpo de agua se reproducen especies hidrófilas, las cuales son identificadas como plantas acuáticas, tales como; el junco, el lirio de agua y la enea. De la fauna vale la pena resaltar la presencia de aves (cotúa, azulejos, sangre toro, alcaraván), mamíferos, reptiles, peces, anfibios, aunque se destaca la presencia de aves migratorias (garzas y patos), que anidan durante algunas temporadas del año, además de las especies de zooplancton.

Con relación a la vegetación y usos del suelo en sus alrededores, se observan 10 unidades diferentes como son: bosque bajo medio denso, matorral alto, matorral bajo, arbustal espinoso, cultivos, uso mixto agrícolas y pecuarios, comunidad plantas semiacuáticas (Eneal o *Typha latifolia* y Juncos), espacio urbano con construcciones de diversa índole, laguna o espejo de agua y áreas con suelo desnudo. Existiendo una sucesión ecológica natural (Hidrosere) desde el espejo de agua hacia la periferia que termina en un bosque bajo medio denso.

Cabe destacar que este importante Monumento Natural, posee dimensiones aproximadas de doscientos noventa y siete hectáreas (297 Ha) con una profundidad promedio de 4,89 metros. Se asienta en un pequeño valle estructural formado por la traza de Falla de Boconó en la cuenca media del río Chama, ubicada en un ambiente semiárido, formando parte del río Cacique, que pertenece a la gran cuenca del río Chama, con afluentes de las quebradas San Miguel, Cacique y El Molino. A fin de preservar este valioso recurso natural, una de las áreas más hermosas e importantes del suroeste del estado Mérida, el 18 de junio de 1979 se creó bajo la figura del Monumento Natural La "*Laguna de Urao*", ello mediante Decreto Nº 172 de fecha 18 de junio de 1979, publicado en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela Nº 31.760 de fecha 19 de ese mismo mes y año.

Este Decreto, fue dictado gracias a la preocupación y el empeño de los habitantes de la población de Lagunillas, Municipio Sucre del estado Mérida, quienes aportaron elementos valiosos que permitieron la realización de una serie de estudios para incluir a dicho espacio natural en la larga lista de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) y la cual quedó bajo la protección y administración del Instituto Nacional de Parques (INPARQUES).

2. LO REALÍSTICO DE UNA SITUACIÓN AMBIENTAL DRAMÁTICA

Actualmente el *Monumento Natural Laguna de Urao* está disminuyendo el espejo de agua de manera sostenible debido a diferentes causas, entre otras: disminución de la precipitación media anual, la cual se acentuó entre los años 2013 al 2015; construcción de un anillo urbanístico hacia la parte alta de la cuenca alimentadora de agua del Monumento, con la consiguiente construcción de casas, vialidad y cloacas, las cuales producen interrupción del flujo superficial y subsuperficial de las aguas de lluvia que deberían alimentar parcialmente al cuerpo de agua; el desvió de agua para la agricultura y la ganadería en la microcuencas alimentadoras; tala indiscriminada de la cobertura vegetal de las zonas aledañas al Monumento, así como usos actuales de estos espacios con actividades antropogénicas no aptas para la preservación e higiene del mismo. Este conjunto de actividades, resultan en un fuerte desbalance hídrico **(FIG. 1)**.

FIG. 1
Vistas de la Laguna de Urao, en la parte superior del año 2012 e inferior en el año 2017, teniendo al fondo La Sierra de La Culata o del Norte.
FUENTE: OMAR ANTONIO GUERRERO.

La disminución progresiva del espejo de agua de Laguna de Urao causa concentración de las sales del agua que modifican su pH, y por ende, la sostenibilidad del frágil ecosistema que controla su vitalidad. Por otra parte, existe incremento de la tasa de sedimentación y los periodos de sequía han incrementado la evapotranspiración. Además que se propician condiciones de malos olores e incremento de la población de zancudos que puede generar un problema de salud pública para la población local circundante.

Por estas razones, se presenta en estas reflexiones sinóptica, una serie de propuestas técnicas que puedan ser ejecutadas a corto y mediano plazo por las instituciones y organismos que tienen la obligación de preservar y mantener la sostenibilidad ambiental de este Monumento Natural, así como por la comunidad de Lagunillas, de la cual es la éste es la génesis de su gentilicio.

3. PROBLEMATICA ACTUAL DE LA LAGUNA DE URAO, BASE PARA UNA VISIÓN PROPOSITIVA DE FUTURO SOSTENIBLE

El contraste de la importante presencia de un gran cuerpo de agua dentro de una zona semiárida, sus características de microclima y vegetación tan particulares, pulmón vegetal que posee la comunidad de esta zona por conservar importantes elementos históricos y numerosas leyendas y mitos sobre el origen de la Laguna de Urao, el recurso de Urao (Sesquiscarbonato de sodio - Gaylussita), mineral hallado en el fondo de sus aguas, único depósito que tiene el país, también utilizado en la elaboración del chimó desde épocas precolombinas, y tomando en consideración el hecho de que esta zona es considerada el eje central de las actividades económicas desarrolladas por los habitantes de Lagunillas, hicieron posible que se declarara Monumento Natural a dicha laguna.

Actualmente este monumento natural está en peligro de disminución del nivel acuático debido al desbalance hídrico, causado en parte a la construcción de un anillo urbanístico hacia la parte alta de la cuenca alimentadora de agua de la laguna, con la consiguiente construcción de casas, paredes, caminos, calles y cloacas, lo cual ha determinado la interrupción del flujo superficial y subsuperficial de las aguas de lluvia que deberían alimentar al cuerpo de agua. Con ello, existe la posibilidad de disminución de los niveles de agua de la laguna, lo cual determinaría una concentración de los elementos químicos del agua que modificaría su pH, incrementando su sedimentación y posterior colmatación y sequia por evapotranspiración.

Ahora bien, siendo que la Laguna de Urao constituye, de conformidad con lo establecido en el artículo 15, numeral 8 de la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio, publicada en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela Bajo el Nº 3.238 Extraordinario de fecha 11 de agosto de 1983, un ABRAE y con relación a esto se puede indicar que las ABRAE , es decir, Las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial, se definen en el Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, como aquellas porciones del territorio o mares nacionales en donde por disposición de las Leyes de la República, los usos permitidos y las actividades que pueden realizarse por parte de entidades públicas o particulares, están sometidos a limitaciones o restricciones, independientemente del derecho de propiedad que le asista, a fin de garantizar la conservación, defensa, mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, la ordenación del territorio, la seguridad y defensa nacionales, respectivamente, área ésta que efectivamente ha de ser protegida de conformidad con los parámetros establecidos en líneas anteriores, ello con mayor razón si se trata de derechos colectivos y difusos, en este orden.

Por lo anteriormente mencionado y en concordancia con lo propuesto por UFORGA (2011) y el Tribunal Agrario (2014), que estudia la causa de este patrimonio, se sugiere a la Alcaldía del Municipio Sucre del estado Mérida, Consejo Legislativo del Estado Mérida, a través de la Comisión de Ambiente y Ordenación del Territorio, Consejos Comunales de Lagunillas que radican en dicha población y a la Comisión Permanente para el Poder Popular y Pueblos Originarios, a evaluar la formulación de un proyecto de protección sobre la cuenca receptora de la Laguna de Urao, así como formular un proyecto de Plan de Ordenación del Municipio Sucre y Reglamento de Uso que regule a la Laguna de Urao de conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio, la Ley Orgánica de Pueblos y Comunidades Indígenas y demás tratados, leyes y decretos ambientales.

Este Plan y Reglamento de Uso, se deben articular a un Plan de Desarrollo Económico, Social y Ambiental del Municipio Sucre, para que marque la ruta a ser trazada en un periodo de mediano plazo, reconociendo las potencialidades y oportunidades patrimoniales naturales y socioculturales; la forja del trabajo de sus hombres y mujeres con la mejora de sus medios socio productivos artesanales y turísticos, entre otros; y en

especial, un proceso de planificación y ordenamiento urbano, arquitectónico y paisajístico de su trama urbanística, articulada a las poblaciones aledañas como San Juan de Lagunillas, por medio de la concreción de un Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL), conectado a los eslabones diversos de proyectos especiales de reforestación de las cuencas tributarias de recurso hídrico; arboricultura urbana; creación de un parque ecológico y recreativo en el área del Monumento Natural; rescate y reestructuración de sus edificaciones patrimoniales a la nueva visión de futuro; seguridad ciudadana y dotación de servicios básicos en especial la calidad y suministro sostenido de agua y recolección, disposición y reciclado - reutilización de los desechos; construcción de una red de espacios públicos humanizados, y en especial, conservación de la Laguna de Urao donde la incorporación y participación equitativa de toda la comunidad del Municipio es garantía de la profundización del sentimiento de pertinencia lagunillense en procura de un Desarrollo Humano Sostenible e integrado.

Finalmente, el principal aspecto para la recuperación ambiental de nuestro Monumento Natural Laguna de Urao, único en el mundo por su particularidad cultural, geológica, etnográfica, entre otras bondades que ofrece, es la difusión educativa y concienciación a nivel local, nacional e internacional, la cual se puede lograr a través de las instituciones y organismos que están involucrados en aspectos educacionales, ambientales y culturales de nuestro país. Todo el compendio de aspectos técnicos prospectivos y propositivos en materia de planes y reglamentos legislativos y normativos del uso del territorio de manera armónica y equilibrada, permite ampliar la visión hacia proyectos especiales de rango prioritario que ha sido desarrollado por un equipo de la Universidad de Los Andes, bajo la coordinación general del autor de la presente reflexión, el cual está integrado por *Anairamiz Aranguren, Leni Prado, Betsaida Hernández y Wilver Contreras Miranda,* coordinadores de equipos en las áreas, entre otras, ecología, botánica, geomorfología, química, geografía, manejo de cuencas y bosques, ecología urbana, paisajismo y arboricultura:

A. Propuestas de acción a corto y largo plazo en relación a la disminución del aporte de agua a la Laguna de Urao:

- Paralizar la construcción de obras civiles en los alrededores de la Laguna.
- Recuperar y restaurar la cubierta vegetal e implementar una veda en la extracción del junco de al menos dos años.
- Restringir y normar eficientemente la captación ilegal del agua para uso doméstico y agrícola
- Permitir la recarga de los manantiales con el propósito de reactivar el flujo natural de recarga del espejo de agua.
- Re direccionar el flujo natural de los manantiales hacia la Laguna.
- Instalar una estación meteorología digital para evaluar la dinámica del tiempo atmosférico.
- Resolver el problema de los desechos que se tiran en la Laguna.
- Normar las actividades recreativas y restringir aquellas que pongan en riesgos a la flora y la fauna del lugar
- Instalar un sendero de interpretación de la naturaleza, que permita informar a propios y visitantes las características de este Monumento Natural.
- Aprovechar las instalaciones de INPARQUES para un museo arqueológico, biológico y geológico del área.

B. Sedimentación:

- Recuperar y restaurar la cobertura vegetal.
- Restringir las construcciones civiles en los canales de escurrimiento superficial.
- Construir obras de control de torrentes.
- Monitoreo del proceso de sedimentación y de la batimetría.

C. Mantenimiento de la calidad de agua:

- Evitar el uso de agroquímicos y biocidas.
- Prohibir la descarga al medio de hidrocarburos y detergentes.
- Evaluar y mejorar la red de agua negras para impedir que estos productos lleguen a la Laguna y cause una eutrofización.
- Instalar puntos de monitoreo de la calidad de agua tanto de manera permanente.
- Evaluar la posibilidad de utilizar las aguas subterráneas para recargar el espejo de agua, a través de un estudio de sondeo eléctrico vertical
- Conseguir financiamiento para realizar estudio y el monitoreo de los cambios en la Laguna.

D. Modificar el decreto del Monumento Natural Laguna de Urao y elaborar un reglamento de uso.

E. Actualizar el mapa de vegetación de la zona.

F. Generar una verdadera política de educación ambiental.

G. Propiciar la transferencia del conocimiento y la tecnología entre la Alcaldía, INPARQUES, Universidad de Los Andes y las comunidades locales.

H. Generar una mancomunidad entre los actores sociales, gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y académicas que desarrolle este Monumento Natural.

I. Desarrollar actividades económicas que generen el ingreso a las comunidades locales, sin poner en riesgo la dinámica natural del Monumento Natural.

Como se dijo, estas acciones estratégicas de corto y mediano plazo, debe ser la acción conjunta e integrada, cívica e histórica de la sociedad lagunillense, merideña y nacional, sin distinción de credos, razas y tendencias políticas, y en especial, de prebendas grupales y personales, porque el futuro se hizo amanecer en la inmediatez y exige en calidad de urgencia entrega ciudadana, profesional y acciones del estamento de la red de instituciones que componen el Estado venezolano.

Muestra de ello, son la serie de reuniones de la sociedad civil, pueblos originarios del Municipio Sucre y su Alcaldía, la Universidad de Los Andes (ULA), el gobierno nacional y regional a través del Ministerio Ecosocialismo y Agua, Comisión Nacional de Reforestación (CONARE) e INPARQUES, el Ministerio Público, entre otros organismos oficiales, que en con la clara disposición y motivación de la Geógrafa Cariuska Valero Garrido como recién nombrada Directora Región Mérida de INPARQUES, de la mano de la Fundación Ecologista "*Salvemos Nuestra Laguna de Urao*" y el equipo de profesionales de la ULA, como un todo, se han propuesto procurar desarrollar y consolidar las acciones estratégicas de corto y mediano plazo antes nombradas **(FIG.2)**.

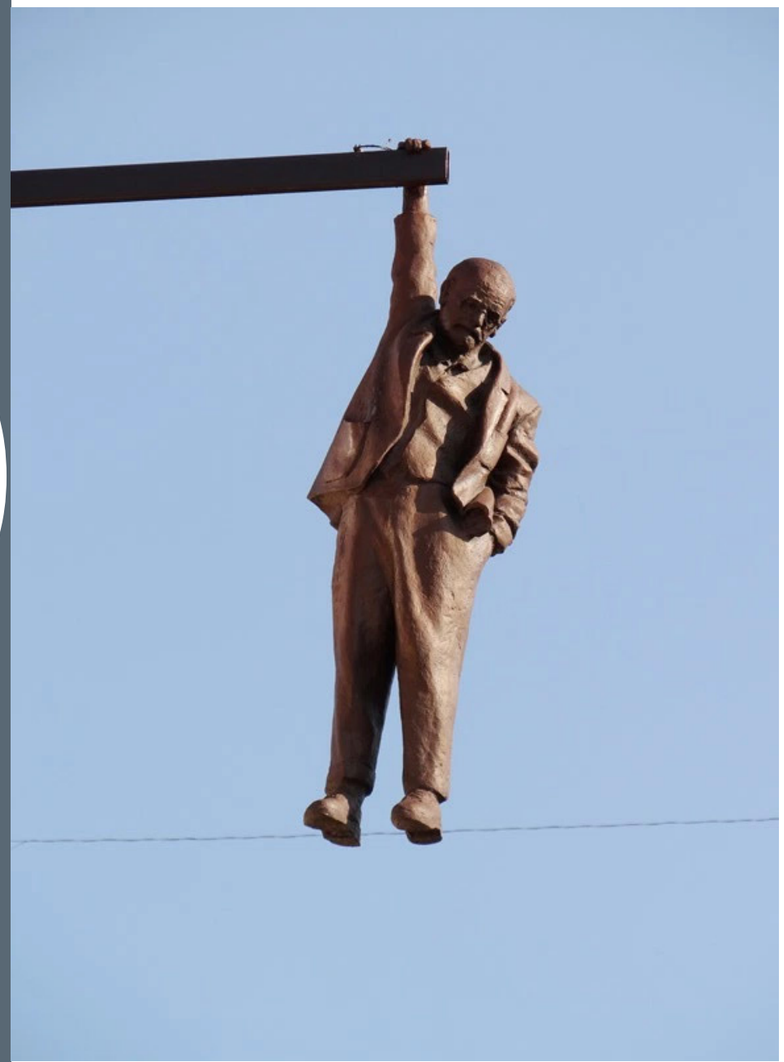
No es una apuesta al futuro incierto, es a la esperanza y la voluntad positiva de hombres y mujeres con sentimiento y compromiso ambiental, responsabilidad histórica ciudadana y la creencia de que Venezuela es un país de oportunidades, que harán posible el rescate y conservación del Monumento Natural "*Laguna de Urao*".

FIG. 2
Exposición del Dr. Omar Guerrero en reunión con los principales actores de la sociedad del Municipio Sucre; representantes de INPARQUES, Ministerio Público, Ministerio de Ecosocialismo y Aguas, entre otros.
FOTOGRAFÍAS: WCM.

PRÓLOGO

OCTAVO NÚMERO, EDICIÓN CON HORIZONTES LIMITADOS

Eighth number, edition with limited horizons



POR
Comité **EDITORIAL**
Universidad de Los Andes.

Con el permiso del Comité Editorial de la *Revista Ecodiseño y Sostenibilidad* de España (Universidad Politécnica de Valencia y Universidad Politécnica de Madrid), uno de los editores responsables por la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, Dr. Wilver Contreras Miranda, ha asumido el compromiso de escribir el presente prólogo de la *Revista Ecodiseño y Sostenibilidad* 8(1): 2016, que por razones de liberar compromisos foráneos y nacionales que los pueda comprometer justo en momentos en que sobre Venezuela se ciernen graves dificultades que se han venido acentuando en los últimos años, en especial, la radicalización política entre los dos sectores en pugna.

Un sector que procura la democracia y libertad de pensamiento y actuación ciudadana, sin hostigamiento en una sociedad saludable, sin odios y divisiones, prospera y con derechos civiles garantizados; y otro sector, el cual ostenta el poder de manera absoluta, que intenta implantar una única forma de pensar y actuar, ideológicamente obtuso que sigue la ruta trazada de otros tiempos pasados y presentes en otras latitudes, modelo reconocidamente fracasado y desfasado en la modernidad, globalización, humanismo, científica y tecnológicamente ecoinnovador, contextualizado en un espacio global donde mayoritariamente las naciones del mundo tienen consolidadas democracias que ofrecen estados de derecho ciudadano, libertad y oportunidades; donde cada día se suman convenios internacionales de libre mercado comercial, ideológicamente amigables por los supra intereses económicos y dinámicos en el umbral del inicio del siglo XXI.

El modelo que se tiene previsto implantar en Venezuela, el *Socialismo del Siglo XXI*, en la actualidad poco mencionado en los medios de difusión, es a costa de una sociedad que en mayor cuantía ofrece gran resistencia cívica, y donde su profundización ha hecho en más de una década con sus acciones políticas y económicas llevar a Venezuela al desastre, muy a pesar de que las cifras oficiales y adeptos lo desmienten, es decir, exponen otra realidad que no se aprecia en el recorrido citadino y cotidiano por cada ámbito territorial natural y urbano, socio productivo, cultural y ambiental de la nación.

Ha sido un desarrollo humano, social y productivo a la inversa, en medio de una oclocracia, que ha fomentado la diáspora de venezolanos de bien a otros países en procura de un bienestar que no es ofrecido en su propia tierra, que desecha los espacios para consolidar el verdadero Desarrollo Sostenible, humanizado, sistémico e integral de una sociedad venezolana que exige cambio de rumbo en calidad de emergencia, hacia las dimensiones de la seguridad y calidad de vida ciudadana de todos quienes habitan en esta *Tierra de Gracia*, bendecida de tantos dones y recursos, pero disminuida por la gestión de diversos hombres y lideres surgidos a través de los tiempos desde que Venezuela es república en 1830.

Ello producto de que han seres devenidos de una cultura caudillista que una vez en el poder, en su gran mayoría emergidos de la nada de su entorno y espacio social local, se aferran al estamento unísono del sometimiento ideológico y represivo al pueblo, implantando sistemas de dictadura militar o seudo democracias, donde ha imperado la corrupción apoyada por una sociedad de cómplices e inescrupulosos vende patria, que dan la espalda a una comunidad nacional noble y trabajadora, con mirada de desesperanza. Esa realidad, es la que en buena parte habitan los venezolanos en el presente, sociedad donde sobresale la pérdida de valores inmateriales, el terror inducido y direccionado, la forja de ciudadanos acríticos y sin formación académica de altura, porque al vacio mental con raciocinio e inteligencia cultivada de una sociedad que quera trascender, no es el norte que prevalece, sino autómatas, indecentes, incultos, picaros y delincuentes. El camino corto al poder, la fortuna y el control desmedido de un pueblo que cada noche y día es sin rumbo en la supervivencia y la inmediatez.

Ese es el significado y razón del porque se ha elegido y colocado como preámbulo al prologo, la escultura urbana titulada "*Hombre colgado*" del artista checo David Cerny, la cual se suspende en una barra que sale de uno de los edificios de la calle Husova de la ciudad de Praga, capital de Checoslovaquia.

Contextualizándola a Venezuela, la mayoría de los venezolanos se sienten como el hombre colgado que está a punto de ir en caída libre hacia la desgracia de no hacerse un cambio estructural urgente en las acciones, actitudes, aptitudes, fines y objetivos de una política concertada, unificadora y visionaria de las grandes decisiones nacionales, un gran pacto histórico que dirija el rumbo de la patria hacia puerto seguro y anhelado de prosperidad, unión y democracia. Lo contrario, es caer al abismo del enfrentamiento, el odio y violencia acrecentada, donde no se sabrá el tiempo en que se salga de ese foso pernicioso político, económico y social. Venezuela no se merece tanto mala intencionalidad.

Desde el punto de vista editorial de la Revista Ecodiseño y Sostenibilidad, la cual aborda diferentes áreas del conocimiento referidas al Desarrollo Sostenible y toda la red de estrategias que procuran su implantación en las sociedades del mundo, es una revista establecida y circunscrita institucionalmente en claustros universitarios de prestigio nacional e internacional, la escultura del "*Hombre colgado*" es una escena que por igual, y con sentido de la analogía, refleja la supervivencia por sobrellevarla y sacarla a la plataforma universal del internet, pero en especial, con limitada disponibilidad de trabajos de calidad, cada vez mayor la mengua, hecho que es parte de una crisis que afecta a académicos e investigadores universitarios venezolanos que sobreviven a esta realidad país desdibujada, sumando el proceso ascendente de emigración de profesores activos y jubilados a otras universidades extranjeras en procura de establecerse o ganar unos dólares para regresar a costa de afectaciones sentimentales y familiares.

Como Revista, se perdió el formato en físico del estuche y CD; los colaboradores procuran sobrellevar las dificultades financieras que por igual abruman a una Universidad de Los Andes que trabaja en condiciones de normalidad en medio de una crisis país profundamente grave e insostenible. Aún así permanece abierta, atendiendo a su compromiso de no dejar que la oscuridad ocupe sus espacios, aunque sea a luz de vela, porque la inteligencia y la ecoinnovación solo necesita don, entrega, creencia en sus convicciones y un lápiz, muestra de ello, el ejemplo magnánimo de Albert Einstein que

con sus teorías abrió sendas de luz al mundo contemporáneo y futuro. Aún así, se mantiene la palabra empeñada en continuar el proyecto editorial, porque seguro se está, de trabajar en un tiempo futuro de corto plazo, con horizontes de prosperidad. El escenario inverso, es la oscuridad y cierre de todos los espacios de libertad en democracia, la Universidad de Los Andes no escapa a ello y la Revista Ecodiseño y Sostenibilidad, tampoco, muy a pesar de que existen personeros y adeptos políticos a todos los actuales acontecimientos lamentables que actualmente vive Venezuela. Son muchas las razones que les favorecen, especialmente el nivel de poder, prosperidad o algún tipo de prebenda que los diferencia del resto de la gran mayoría que solicita en democracia y en el marco verdadero de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, rectificación del rumbo político, económico y social.

Se debe resaltar, la reestructuración del Comité Editorial de la RES, teniéndose como Editor en Jefe al Dr. Vicente Agustín Cloquell Ballester, académico de la Universidad Politécnica de Valencia, España, por el periodo 2016-2018. No hay palabras de agradecimiento que puedan englobar la labor del Dr. Domingo Gómez Orea, que bajo su jefatura editorial, permitió consolidar este proyecto que aún requiere de mayor constancia, trabajo y dedicación. Sabedores, estamos todos, de su apoyo en los tiempos por venir, porque cada página de la RES hasta ahora cosechada, es fruto de su mano directora.

De igual forma, se reestructuró el Comité Asesor de la RES, y se lamenta profundamente la perdida física de la Lic. Amabelis Rodríguez Villaruel, parte del equipo de producción editorial, a quien llevamos en el alma agradecida por ser un ejemplo de mujer, universitaria y venezolana, Dios le tenga en su gloria.

Se resalta que el Comité Editorial de la RES hace formal agradecimiento a cada uno de los autores y colaboradores que han hecho posible en labor conjunta la edición de la RES 8(1): 2016, la cual articula diversas temáticas inherentes al Desarrollo Sostenible, donde el editorial, expone la importancia de los parques nacionales, mientras que la reflexión, resalta como llamado de conciencia la grave situación de casi perdida de la Laguna de Urao en el estado Mérida, Venezuela.

Por su parte, los artículos seleccionados por el proceso de arbitraje, discurren mayormente en el ámbito venezolano, y en menor grado, el mexicano y peruano:

- El área de conservación Siapure de conservación de la Reserva Forestal El Caura, Venezuela.
- El estudio mecánico de paneles estructurales en madera de pino caribe venezolano empleados en un sistema constructivo de plataforma con entramado ligero.
- Contribuciones para la valoración de externalidades del sistema productivo sábila (*Aloe Vera* L.), Caso: Parcelamiento Pablo Neruda, Estado Falcón, Venezuela.
- Análisis de la variabilidad del proceso de remanufactura asociado a la toma de decisiones.

En otro apartado se expone un valioso ensayo, titulado: el pensamiento latinoamericano sobre el paisaje de la ciudad. Mientras que en notas técnicas se reportan:

- Arte y diseño: presente y futuro de la investigación.
- El proceso de diseño arquitectónico sustentable.
- Análisis de la distribución espacial del fenómeno delictivo en la ciudad de Mérida, Venezuela.

Se culmina la RES con dos importantes análisis de revisión bibliográfica y de eventos: introducción a las herramientas de gestión ambiental; y, la Cumbre del Agua de Budapest (2016), implicaciones retos y perspectivas para Venezuela.

Finalmente, se retoma como epilogo, lo dicho en el prólogo de la RES 7(1):2015, en su párrafo final, "*que la universidad es centro de avance del pensamiento, constructora de futuro de civilizaciones y sociedades que han trascendido, y de ciudadanos, que en su mundo encerrado de claustros de la creación e innovación, son el mejor fundamento que permite mantener la esperanza por habitar un mundo más bello, mejor, justo, armonioso y democráticamente de futuro*".

ARTÍCULOS
PAPERS

DETERMINACIÓN DE UNIDADES DE VEGETACIÓN

EN EL ÁREA DEL ACUERDO DE CONSERVACIÓN SUAPURE, RESERVA FORESTAL EL CAURA

Deciding on Vegetation Units in the Suapure's Conservation Agreement Area, El Caura Forest Reserve

POR

Pedro Luis **TREJO**

Susana **RODRÍGUEZ**

Luis **JIMÉNEZ**

Universidad de Los Andes.
Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
Mérida, Venezuela.
pedro.trejo@ula.ve; susanaf89@gmail.com; phynatura@gmail.com

*pp.*30–39

RECIBIDO 16/05/2016
ACEPTADO 03/01/2017
ISSN 1856-9552

RESUMEN

Los acuerdos de conservación son mecanismos orientados a la conservación de áreas naturales por comunidades que poseen derecho ancestral en el área. El Acuerdo de Conservación Suapure, ubicado en la Reserva Forestal El Caura, lleva ejecutándose desde el año 2009 por la comunidad de Aripao, la cual posee derechos ancestrales, en un área de 1.168 km². Con la intención de determinar las unidades de vegetación bajo conservación se llevó a cabo una clasificación supervisada utilizando una imagen LANDSAT-7, una reclasificación de una imagen ASTERGDEM y una identificación de campo con la metodología de Gentry modificado. Se pudo determinar que las unidades presentes corresponden a bosques montanos en 18 % del área total, bosques bajos medianamente densos en 27,7 %, bosques medios densos con una cobertura del 50,7 % y bosques ribereños y/o inundables con un 3,6 %.

PALABRAS CLAVE
Clasificación supervisada, Sistema de Información Geográfica.

SUMMARY

Conservation Agreements are mechanisms aimed at the preservation of natural areas by communities with ancestral rights on such areas. The Suapure Conservation Agreement located in the Caura Forest Reserve, has been managed since 2009 by the community of Aripao, which has ancestral rights in an area of 1,168 km². In order to determine the vegetation units for preservation, it was carried out a supervised classification using Landsat-7 images, a reclassification of an ASTERGDEM image and a field survey using a modified Gentry's methodology. It was determined that current units correspond to montane forests up to 18 % of the total area, moderately dense lowland forests are 27.7 %, middle dense forest cover up to 50.7 % and riparian-flooded forests account for 3.6 %.

KEY WORDS
Gentry metodology, Supervised clasification, Geographical Information System.

1. INTRODUCCIÓN

Los acuerdos de conservación fortalecen las estructuras sociales y empoderan a las comunidades, lo que mejora el manejo de los recursos naturales y ayuda a buscar opciones de Desarrollo Sostenible. Además, son un medio eficaz para canalizar inversiones que promueven el desarrollo socioeconómico y la conservación de los recursos naturales (Conservation International, 2011).

Desde el año 2009 se ejecuta el Acuerdo de Conservación Suapure (ACS), llevado a cabo por la comunidad de Aripao, en una zona donde han desarrollado actividades ancestrales con la participando de 60 familias, las cuales buscan controlar las amenazas que deterioren los recursos naturales haciendo vigilancia frecuente para reportar a las autoridades competentes cualquier actividad irregular o no permitida. De igual manera aprovechan los productos forestales no maderables como la almendra de sarrapia (***Dipteryx punctata***) y el aceite de copaiba (***Copaifera officinalis***) (Pérez y Martínez, 2011). Estas especies se consigue en manchas denominadas sarrapiales y copaibales, respectivamente; donde los primeros, han poseído durante muchos años gran importancia, ya que el aprovechamiento de la almendra se considera una fuente económica de bajo impacto.

El ACS se ubica en la cuenca del río Caura, la cual es considerada como una de las últimas fronteras forestales intactas del mundo tropical (Miranda *et al.*, 1998 en Hernández, 2001), donde aproximadamente el 90 % está cubierta por vegetación boscosa, la mayoría siempre verde (Bevilacqua y Ochoa, 2001), dominada por bosques de tierra firme y montanos, mientras que el resto corresponde a bosques ribereños y vegetación no boscosa (CVG-TECMIN, 1994; Huber, 1996; Marín y Chaviel, 1996; Rosales, 1996; Aymard *et al.*, 1997; Dezzeo y Briceño, 1997 en Bevilacqua y Ochoa, 2001).

En el ACS está presente el vacío de información referente a las unidades de vegetación a una escala adecuada; situación similar en toda la cuenca, ya que las unidades de vegetación han sido poco estudiadas (Huber, 1996; Huber *et al.*, 1997; Marín y Chaviel, 1996 en Belivacqua y Ochoa, 2001). A partir del anterior contexto, y a través de una clasificación supervisada, se pretende en el presente trabajo determinar las unidades de vegetación presentes en el ACS a escala 1:100.000. Esto permitirá generar información valiosa para la toma de decisiones orientadas a la conservación de dicha área, pero en especial, el procurar garantizar la sostenibilidad de este territorio que ha permanecido una relación armoniosa milenaria entre la comunidad de Arpao y su entorno natural circundante, ecosistema de vida.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDIO

La Reserva Forestal El Caura se localiza en el estado Bolívar al sur de la República Bolivariana de Venezuela. Fue decretada Reserva Forestal en 1968 con la finalidad de que esta fuese sometida a planes de manejo basados en el principio del rendimiento sostenido y para satisfacer las necesidades del propio desarrollo de la región (Gaceta Oficial 28.541). El nombre de la Reserva proviene de la cuenca homónima la cual abarca una gran parte de esta.

La cuenca se localiza en los municipios Sucre y Cedeño del mismo estado y posee una extensión de 45.336 km² con una cubierta boscosa del 90 % (Bevilacqua *et al.*, s.f.); su cauce principal, de 730 km de longitud, aporta un caudal aproximado de 3.500 m³/s al río Orinoco (Delgado *et al.*, 2003). "Por su extensión es considerada la tercera cuenca más grande del país y el segundo afluente más importante de la margen derecha del río Orinoco" según lo reporta Peña y Huber (1996), en Rodríguez *et al.*, (2008). Por su parte, Hernández (2001), indica que dicha cuenca se divide en tres secciones; iniciando el Bajo Caura, la cual se inicia en la confluencia con el río Orinoco hasta el Salto Pará, desde este punto inicia el Medio Caura hasta las confluencias con los ríos Merewaki y Waña y desde aquí hasta las Sierras de Uainama y Aribana (frontera con Brasil), comprendiendo el Alto Caura.

El área del ACS se localiza en el Bajo Caura y tiene una extensión de 1.168 km²; sus límites vienen dados por el norte con una línea recta que parte del Botalón RC-1 con las coordenadas Universal Trasversal Mercator Datum REGVEN indican 262.106 m (norte) y 804.611 m (este), siguiendo en dirección oeste hasta la divisoria de aguas en la serranía de Guayapo; por el este el río Caura; el límite sur viene dado por la intersección entre el caño Mato y el río Caura siguiendo aguas arriba por el caño Mato, hasta donde el caño La Yagua desemboca en dicho caño; y por el oeste la divisoria de aguas en la serranía de Guayapo y el caño La Yagua **(FIGURA 1)** (Trejo y Rodríguez, 2013).

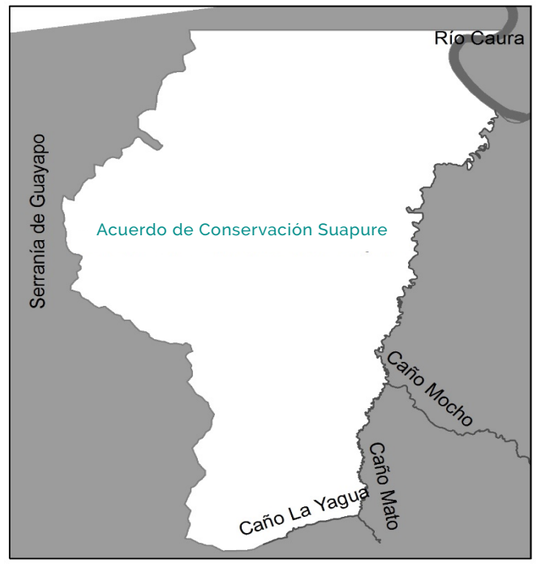


FIG. 1
Ubicación Acuerdo de Conservación Suapure.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

2.2. IMÁGENES DE SATÉLITE UTILIZADAS

Las imágenes satelitales generadas por el satélite LANDSAT-7 son utilizadas para estudios de vegetación (Labrador *et al.*, 2012). La imagen LANDSAT-7 utilizada fue la ubicada en el Path 2 y Row 55 de fecha 11-03-2005, siendo seleccionada por su baja presencia de nubes (menor del 1 % en el área de estudio) y descargada desde el portal web de Global Land Cover Facility.

Se seleccionó trabajar con la Banda 4 cuyo ancho de banda es de 0,76-0,90µm ya que según Labrador *et al.* (2012), la región 0,7-1,3 µm (infrarrojo cercano del espectro electromagnético) refleja entre el 40 y el 50 % de la energía incidente en la vegetación y el resto de la energía es transmitida casi en su totalidad, ya que en esta región la absorción es menor al 5 %. La reflectancia en esta región se ubica en la estructura interna de las hojas lo que permite diferenciar distintos tipos de vegetación aunque en el espectro visible sean muy similares. De esta manera se garantizó que los cambios observados correspondan a unidades no homogéneas.

El Modelo Digital de Elevaciones (MDE) utilizado fue el generado por el ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) Global DEM, de fecha 17-10-2011, que cubre una región espectral de 14 bandas desde el espectro visible hasta el infrarrojo. Genera alrededor de 650 escenas con una extensión de 60 km por 60 km cada escena, posee una resolución de 30 m y es producido por METI y NASA. El satélite TERRA es el encargado de captar la información. Este modelo se genera con base a un par estereoscópico de imágenes tomadas (Abrams *et al.*, n/f).

2.3. PROCESAMIENTO DE LAS IMÁGENES

En base a los límites del área del Acuerdo de Conservación Suapure se procedió a la construcción del polígono, el cual se utilizó como máscara para obtener el área de trabajo en las dos imágenes de satélite. La imagen ASTER se reclasificó a dos clases, mayor y menor a 120 m, ya que a partir de esta altitud se diferenciaban las formas montañosas presentes logrando identificar los bosques montanos, que según Berry *et al.* (2001) se presentan en la región desde los 40 m (basimontanos) hasta los 2.000 m de elevación (montano alto).

Para la clasificación supervisada, procedimiento que permite identificar áreas espectrales similares dentro de una imagen donde se han reconocido las regiones de interés y el algoritmo elegido extrapola estas características espectrales para otras regiones de la imagen (Castillejo - González *et al.*, 2009 en Willington *et al.*, 2013), se utilizó la imagen LANDSAT-7, ya que a partir de estas se generaron de las firmas espectrales a través de un muestreo opinático de acuerdo a las variaciones observadas en la imagen y la identificación en campo.

En esta oportunidad se crearon a través de la herramienta Create Signatures del software ArcGIS® versión 10.2 y se aplicaron a la imagen LANDSAT-7 a través del algoritmo Maximun Likelihood Classification del mismo software. Este algoritmo es uno de los métodos de clasificación supervisada más utilizados con datos de teledetección. Se basa en que la probabilidad de un pixel pertenece a una clase en particular; se asume que esa probabilidad es igual para todas las clases y que las bandas de entrada tienen una distribución normal (Al-Ahmadi y Hames, 2009). Por último se unieron las capas generadas del MDE y de la clasificación supervisada obteniendo así los polígonos de unidades de vegetación del área de estudio.

2.4. IDENTIFICACIÓN DE CAMPO

De acuerdo a las unidades diferenciadas en el pre procesamiento de las imágenes y del acceso al área de estudio se llevó a cabo la identificación en campo. En total se levantaron 5 parcelas de muestreo, 2 al norte, 2 al sur y 1 en el medio del ACS.

Para la caracterización de la muestra se aplicó el método Gentry (1988) modificado, donde las muestras tienen un área de 0,1 ha (1.000 m^2) en transectos de 50 x 20 m estos se dividieron en 10 parcelas de 10 x 10 m. En cada parcela se listaron todos los árboles, arbustos, palmas y lianas (enraizadas en la parcela), con un Diámetro a la Altura de Pecho (DAP) (diámetro medido a 1,3 m desde el suelo) mayores a 2,5 cm. Para cada individuo se registró el número de la especie y número del individuo, nombre común, DAP, altura total, cobertura del dosel y para cada parcela la macro topografía, pendiente general, humedad, fisionomía, altura de la cobertura, estado sucesional y reproductivo, número de estratos, entre otros. De acuerdo a estos datos se procedió a identificar las unidades de vegetación correspondientes.

Las unidades de vegetación identificadas en los puntos de muestreo fueron asignadas a las firmas espectrales lo que permitió determinar las unidades de vegetación para el resto del área.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Área de Conservación Suapure se encuentra en la parte baja de la cuenca del río Caura, esta superficie corresponde a una vegetación dominada por individuos y especies leñosas, es decir, corresponde a una vegetación boscosa. A partir del análisis de imágenes satelitales y evaluaciones en campo se encontraron 4 tipos de bosques siendo estos: bosques montanos; bosques bajos medianamente densos; bosques medios densos y bosques ripariosy/o inundables.

El 18 % (210 km^2) del área corresponde a bosques montanos. Estos son formaciones leñosas que se encuentra a partir de los 120 m de elevación. "*Estos bosques son de carácter caducifolio a sub siempre verde, presentando una cubierta de dosel entre 25 % y 75 %, alturas de 12 a 22 m y elementos emergentes que pueden alcanzar los 30 m*" (Bevilacqua y Ochoa, 2001). Esta caracterización corresponde a una revisión bibliográfica debido a la imposibilidad de acceder al área con los recursos existentes al momento de realizar el estudio en campo.

Por su parte los bosques bajos medianamente densos cubren el 27,7 % (324 km^2) del área; son bosques sub siempre verdes, donde se ubican los sarrapiales. Se encuentran en terrenos ondulados cuya pendiente está entre 4 % y 8 %. Los suelos se encuentran bien drenados, con poca acción erosiva y cubiertos por hojarasca en diferentes estadios de descomposición. Entre las características estructurales - fisonómicas estos bosques poseen 3 estratos (4, 10 y >10 m) con individuos emergentes; una altura del dosel entre 6 - 15 m, cuya densidad es de 60-80 % con presencia moderada de claros.

En cuanto a la distribución diamétrica de los individuos evaluados corresponde a una distribución piramidal, pero con un notorio porcentaje (86,6 %) de individuos con bajos valores de DAP (2,5 - 13,99 cm), seguido de 10,2 % en la clase de 14 - 25,49 cm, luego disminuye drásticamente en las clases 25,5 - 36,99 cm y 37- 48,49 cm con 2 y 0,9 % respectivamente, en las próximas dos clases no se encuentran individuos, en la última categoría clasificó sólo un individuo, siendo el *Cassia* sp. con un DAP de 77,04 cm, este individuo resultó ser el de mayores dimensiones (tanto en altura, como en diámetro) encontrado en todas las parcelas evaluadas.

En esta área, correspondiente al bosque bajo medianamente denso, se encontraron un total de 25 familias distribuidas en 47 géneros y 58 especies leñosas (incluyendo palmas) mayores a 2,5 cm de DAP. La familia más diversa resultó ser Fabaceae, ya que se registraron 9 géneros y 11 especies, continúa Burseraceae con 2 géneros y 6 especies, Annonaceae y Bignoniaceae, ambas con 3 géneros y 3 especies.

Para los géneros, el más diverso fue Protium con un total de 6 especies. También es importante señalar que se encontraron 2 familias, 4 géneros y 4 especies de bejucos, en la familia Bignoniaceae se encontraron ***Adenocalymma cf. cladotrichum*, Sp. 2** y ***Xylophragma seemannianum*** y en la familia Fabaceae ***Clitoria arborecens***, así como también se encontraron 2 especies de palmas ***Attalea maripa*** y ***Bactris* sp**. Por otro lado, entre las especies más importantes de este tipo de bosques debido a su abundancia y/o biomasa se encuentra ***Matayba scrobiculata***, ***Brownea ariza*** y ***Aspidosperma* sp**.

Los bosques medios densos, son los más abundantes con una cobertura del 50,7 % (592 km²). Son bosques de carácter sub siempre verde, prístinos, ubicados en planicies o terrenos levemente ondulados cuya pendiente se encuentra entre 4 % - 8 %, los suelos se encuentran desde pobre a bien drenados, con cubierta de hojarasca de alta a media, la erosión en algunos casos no es visible y en otros casos los suelos son moderadamente erosionados.

La cubierta del dosel es densa (entre 80 y 90 %), con una altura de 15 a 25 m y un número de estratos entre 3 y 4 (6, 10-12 y >12 m). En estos bosques se observan una mayor cantidad de epífitas y musgos en comparación a los otros tipos de vegetación, de igual forma ocurre que la presencia de trepadoras, sobre todo las leñosas son muy abundantes.

En cuanto a la distribución diamétrica de los individuos evaluados corresponde a una distribución piramidal, la mayoría de los individuos (81 %) pertenecieron a la primera categoría diamétrica (2,5-13,99 cm), teniendo en las siguientes categorías un porcentaje sustancialmente menor (13,5; 4; 0,9 y 0,6 %), y para las dos últimas ninguna representación.

En el bosque medio denso se encontró un total de 24 familias distribuidas en 37 géneros y 43 especies leñosas (incluyendo palmas) mayores a 2,5 cm de DAP. Del total de especies, 4 especies se identificaron a nivel de familias, 5 a nivel género y el resto a nivel de especie. La familia más diversa resultó ser Bignoniaceae, ya que se registraron 4 géneros y 4 especies, seguida de Fabaceae y Lauraceae con 3 géneros y 3 especies ambas, y Lecythidaceae y Meliaceae, con 2 géneros y 4 especies cada una. El género Gustavia fue el más diverso, ya que se encontraron 3 especies.

También es importante señalar que se encontraron 4 familias, 7 géneros y 7 especies de bejucos, en la familia Bignoniaceae, siendo estos ***Callichlamys latifolia***, ***Manaosela* sp.**, ***Adenocalymma cf. cladotrichum*** y ***Bignonia cf. corymbosa***, en Fabaceae ***Bauhinia guianensis***, en Hippocrateaceae ***Hippocratea volubilis*** y en Malpighiaceae una especie sin identificar (Sp. 6), así como también se encontraron 2 especies de palma ***Euterpe precatoria*** y Sp. 5. Por otro lado, entre las especies más importantes de este tipo de bosques debido a su abundancia y/o biomasa ***Brownea ariza***, ***Gustavia coriacea***, ***Rubiaceae* sp. 8** y ***Aspidospermas* sp.**

La unidad de vegetación de menor extensión es la de bosques ribereños y/o inundables con un 3,6 % (42 km²); se encuentran asociados a las planicies de inundación del bajo Caura y su canal de drenaje (Bevilacqua y Ochoa, 2001). Presentan una lámina de inundación que alcanza una profundidad de 12 m durante varios meses del año (Bevilacqua y Ochoa, 2001); son siempre verdes con 2 - 3 estratos, cuya cobertura del dosel es densa (aproximadamente 80 %) y su altura está entre los 6 y 15 m. La presencia de elementos epifitos y musgos es escasa, en cuanto a trepadoras es muy abundante. El porcentaje de suelo desnudo es bajo, cuya superficie se encuentra en su mayoría cubierta de agua o de una capa de humus.

En cuanto a la distribución diamétrica de los individuos evaluados corresponde a una distribución piramidal, sin embargo, en las 3 últimas categorías se observa una distribución irregular (0, 1 y 0 %), pero representada por un porcentaje muy bajo. La mayoría de los individuos (84 %) pertenecen a la primera categoría diamétrica (2,5-13,99 cm), teniendo en las siguientes categorías un porcentaje sustancialmente menor (7,8; 4,4 y 2,9 %)

En este tipo de bosque se entraron 13 familias distribuidas en 21 géneros y 23 especies leñosas (incluyendo palmas) mayores a 2,5 cm de DAP. Del total de especies, 2 especies se identificaron a nivel de familia, 8 a nivel género y el resto a nivel de especie. La familia más diversa resultó ser Fabaceae, ya que se registraron 4 géneros y 4 especies, seguida de Rubiaceae con 3 géneros y 3 especies y Lecythidaceae con 2 géneros y 2 especies.

También es importante señalar que se encontraron 3 familias, 3 géneros y 3 especies de bejucos, en la familia Loganiaceae ***Strichnus joberliana***, en Fabaceae ***Clitoria arborescens*** y en Bignoniaceae una especie sin identificar (Sp. 9). Por otro lado, entre las especies más importantes de este tipo de bosques debido a su abundancia y/o biomasa ***Aspidospermas* sp.** y ***Rubiaceae Sp 8***.

Como producto final se generó un mapa a escala 1:100.000 con una unidad mínima cartografiable de 5 ha, siendo según Lencinas y Siebert (2009) la escala apropiada para trabajar con imágenes LANDSAT y 5 ha la unidad mínima cartografiable. En el mapa se ubican las unidades de vegetación identificadas en el área del Acuerdo de Conservación Suapure **(FIGURA 2)**.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La determinación de las unidades de vegetación del área del Acuerdo de Conservación Suapure fue posible mediante la interacción de las herramientas SIG y la identificación en campo, permitiendo el abordaje de extensas áreas como la estudiada. De esta manera se aportan valiosos elementos que pueden ser utilizados a varios niveles y fases de manejo, dentro de los cuales están: **a)** Posibles planes de manejo de la Reserva Forestal El Caura; **b)** Ordenación y gestión de la cuenca del río Caura; **c)** Manejo de los recursos del Acuerdo de Conservación por parte de la comunidad de Aripao, este último, como objetivo de esta investigación para determinar los tipos de vegetación que están siendo conservadas.

Además, las firmas espectrales ayudan a identificar cada uno de los objetos de la superficie de la tierra, por cuanto cada uno de los objetos tienen una respuesta espectral única (Castro, 1999).

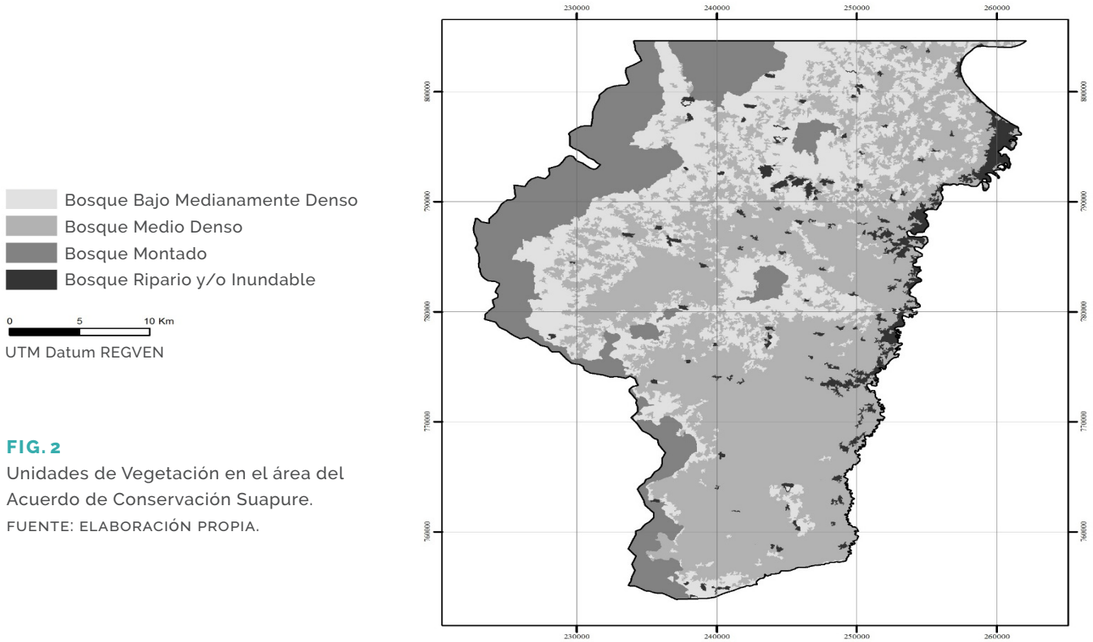


FIG. 2
Unidades de Vegetación en el área del Acuerdo de Conservación Suapure.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Concluir este trabajo, encuentra visos técnicos de amplias perspectivas, que en principio resaltan su importancia en identificar las grandes manchas de vegetación conformadas por bosque ripario y/o inundable; bosque montano; bosque medio denso; bosque medianamente denso. Todo este recurso ecosistémico es vital para contribuir a la sostenibilidad del planeta, ya que su conservación permite la captura de carbono producto de la transformación de dióxido de carbono en oxigeno por el proceso intrínseco de la fotosíntesis; garantiza en el tiempo un medio de vida a la comunidad afrodescendiente de Aripao que habita en su territorio; su vegetación es un material genético endógeno que es un recurso de oportunidad, pudiendo ser aprovechado mediante un plan de investigación científica en el contexto de los principios del Desarrollo Sostenible que permita la creación o mejoramiento de productos medicinales, cosméticos, entre otros, la implementación de un plan de turismo científico y ecológico bajo la gestión de sus habitantes, pero de mayor planificación y estudios sociológicos y ambientales, al ser este territorio Reserva Forestal, donde la extracción de productos madereros necesita la implementación irrestricta de la Ecología Industrial. Todo en su conjunto exige una mirada de sumo cuidado en la planificación, gestión, monitoreo y evaluación de procesos sostenibles a fin de evitar impactos ambientales y socioculturales negativos a un recurso de características únicas de Venezuela, y porque no, del mundo.

5. AGRADECIMIENTOS

A la comunidad de Aripao, que esta fusionada al entorno natural por cientos de años, siendo éste su renacer como pueblo y razón de existir.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMS, M., S. HOOK y B. RAMACHANDRAN. s/f. ASTER User Handbook Version 2. National Aeronautics and Space Administration. En línea: https://earthdata.nasa.gov/files/2014_OnePagers_ASTER_GDEM.pdf [Consultado: 15/10/15].

AL-AHMADI, F. S. y A. S. HAMES. 2009. Comparison of four classification methods to extract land use and land cover from raw satellite images for some remote arid areas, kingdom of Saudi Arabia. *Earth* 20(1): 167-191.

AYMARD, G.; M. BEVILACQUA y L. CÁRDENAS. 2011. Análisis fitogeográfico de la flora vascular de la cuenca del río Caura, estado Bolívar, Venezuela. *BioLlania* 10: 264 - 280.

BERRY, P., A. GRÖGER, HOLST, B. MORLEY, T. MICHELANGELI, F. LUCKANA, N. ALMEDA, F. RENNER, A. FREIRE-FIERRO, O. ROBINSON y K. YATSKIEVYCH. 2001. *Flora of the Venezuelan Guayan*. Volumen 1. Missouri Botanical Garden Press. Missouri, USA. 135 p.

BEVILACQUA, M. y J. OCHOA. 2001. Conservación de las últimas fronteras forestales de la Guayana venezolana: propuesta de lineamientos para la cuenca del río Caura. *Interciencia* 26 (10): 491-497.

BEVILACQUA, M., M. MEDINA, y L. CÁRDENAS. s.f. *Situación de los bosques en la Guayana, Venezuela. La cuenca del río Caura como caso de estudio*. ACOANA. Caracas, Venezuela. 174 p.

CASTRO, R. 1999. Sistema para el seguimiento y análisis de tierras mediante teledetección. Proyecto: GCP/RLA/126/JPN. Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *FAO*: 20-21.

CONSERVATION INTERNATIONAL. 2011. Acuerdos de conservación: Gente protegiendo naturaleza. Conservation Stewards Program. En línea: http://www.conservation.org/publications/Documents/CSP_Overview_Low_Res_Web_Spanish.pdf [Consultado: 10/12/15].

PRV. 1968. *Decreto N° 1.045. Creación Reserva Forestal El Caura*. Presidencia de la República de Venezuela. Gaceta Oficial Número 28.541. Caracas, Venezuela. 6 p.

DELGADO, J., Y. REVEROL y L. SÁNCHEZ. 2003. Micrasterias (desmidiales) de la cuenca baja del río Caura. *Acta Botánica Venezolana* 26(1): 2-16.

GENTRY, A. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographic algradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1-34.

HERNÁNDEZ, L. 2001. Densidad de biomasa aérea en bosques extensos del Neotrópico húmedo. Caso de la Cuenca del Río Caura, Venezuela. *Revista Forestal Iberoamericana* 1(1): 24-34.

LABRADOR, M.; J. ÉVORA y M. ARBELO. 2012. Satélites de Teledetección para la Gestión del Territorio. *Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias. España* 14: 38-39.

LENCINAS, J. D., y A. SIEBERT. 2009. Relevamiento de bosques con información satelital: Resolución espacial y escala. *Quebracho* 17(1) 2: 104.

PÉREZ, M. y M. MARTÍNEZ. 2011. Sostenibilidad del Acuerdo de Conservación en un área en el Bajo Caura, Municipio Sucre, estado Bolívar, Venezuela. En línea: http://diversidadbiologica.minamb.gob.ve/media/bibliotecas/biblioteca_732.pdf [Consultado: 15/11/15].

RODRÍGUEZ, L., M.CARLSEN, M. BEVILACQUA y M. GARCÍA. 2008. Colección de plantas vasculares de la cuenca del río Caura (estado Bolívar) depositadas en el herbario nacional de Venezuela. *Acta Botánica de Venezuela* 31 (1): 107-250.

TREJO, P. y S. RODRÍGUEZ. 2013. *Estudio de Monitoreo de Vegetación dentro del Acuerdo de Conservación en Suapure. Reserva Forestal El Caura, Estado Bolívar, Venezuela*. Mérida, Venezuela. 155 p.

WILLINGTON, E., M. NOLASCO y M. BOCCO. 2013. Clasificación supervisada de suelos de uso agrícola en la zona central de Córdoba (Argentina): comparación de distintos algoritmos sobre imágenes Landsat. In Proceedings 42JAIIO. *V Congreso Argentino de Agro Informática* (1): 207-216.

ESTUDIO MECÁNICO DE PANELES ESTRUCTURALES EN MADERA DE PINO CARIBE VENEZOLANO

EMPLEADOS EN UN SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PLATAFORMA CON ENTRAMADO LIGERO

Mechanical study of wood structural panels made of Caribbean Venezuelan pine wood used in a light frame construction system

POR

Jhonattan **TREJO**[1] Argelys **MÁRQUEZ**[1]

Pablo **NININ JEANDRAIN**[1] Wilver **CONTRERAS MIRANDA**[2]

Will **STYLES VALERO**[1] Héctor **KIFER**[1]

1 Universidad de Los Andes. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Grupo de Investigación y Desarrollo de la Vivienda con Madera y el Mueble (GIDEVIM). Mérida, Venezuela.
tjhonattan@ula.ve
2 Universidad de Los Andes. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño. Mérida, Venezuela.
wilvercontrerasmiranda@yahoo.es

*pp.*40–62
RECIBIDO 28/04/2016
ACEPTADO 13/10/2016
ISSN 1856-9552

RESUMEN

Se estudió el comportamiento a compresión y la ruptura de paneles estructurales elaborados en madera de Pino caribe venezolano para un sistema constructivo de entramado ligero. Se realizaron comparaciones sobre el comportamiento a la compresión, evaluando la deformación producto de la carga aplicada sobre paneles sin recubrimientos y paneles recubiertos por ambas caras con malla riplex y friso de cemento. Los paneles recubiertos, resultaron ser más resistentes que los paneles sin recubrimientos. La deformación, resultó diferente para ambos casos. En los paneles sin recubrimientos predominó la deformación en el plano lateral del panel, mientras que en los paneles con recubrimiento predominó la deformación perpendicular al plano del panel. El análisis estadístico permitió afirmar que para cargas compresivas comprendidas entre los 500 kg y los 1.500 kg no se evidenciaron diferencias significativas entre los dos tipos de paneles estudiados. Para cargas comprendidas entre 2.000 kg y los 3.500 kg se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre los paneles. Para cargas superiores a los 4.000 kg, se evidenciaron diferencias altamente significativas entre los tipos de paneles. La ruptura o falla en los paneles sin recubrimiento, se presentó en un 87 % aproximado sobre los elementos estructurales (pies derechos o parales). De los parales que fallaron, el 69 % aproximadamente falló en las adyacencias a las uniones clavadas (parales con las traviesas), tanto por consecuencia de la presencia de madera juvenil como por acción directa de la unión clavada.

PALABRAS CLAVE
Sistema constructivo, entramado ligero, sismo resistente, viviendas prefabricadas con madera.

KEY WORDS
Construction system, light frame, earthquake resistant, pre-fabricated wooden houses.

SUMMARY

We studied the compression and breakage behave our of structural panels made of Caribbean Venezuelan pine wood used in a light frame construction system. We compared compression behave our by evaluating the deformations observed as a result of the application of load to the panels which were both, covered and left uncovered on both side with mesh riplex and frieze. The covered panels proved to be more resistant than the panels without covering. Deformations were different in both cases. In the panels without a covering the deformations of the plane of the panel were predominantly lateral, while in the panels with a covering there were mainly perpendicular deformations of the plane of the panel. The statistical analysis confirmed that with compression loads between 500 kg and 1.500 kg there are no significant differences between the two types of panels studied. For loads between 2.000 kg and 3.500 kg there were statistical significant differences between the panels. For maximum loads of 4.000 kg there were highly significant differences between the types of panels. The breakage in the panels without cover appeared in approximately 87 % of the structural elements (right feet or studs). Of the studs that failed, approximately 69 % failed at the adjacencies of nailed joints (studs with sleepers), due to the presence of juvenile wood and the direct effect of the nailed joint.

1. INTRODUCCIÓN

La construcción con madera y sus productos forestales derivados representan en la actualidad ser los materiales de construcción sostenible con clara visión de futuro en el siglo XXI. Conscientes se está de los grandes esfuerzos que hacen las naciones del mundo a través de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para consolidar los preceptos del Desarrollo Sostenible, ya que los daños antrópicos sobre los recursos naturales alcanzan dimensiones de dramatismo en referencia a los altos impactos negativos por la obtención de materias primas, ampliación de la frontera agrícola, desarrollo urbanístico, procesos y elaboración de infinidad de productos industriales, que son requeridos por una sociedad contemporánea altamente consumista y cada día en ascenso en las tasas demográficas.

La necesidad de edificaciones institucionales para la dotación de servicios básicos para la población en general, y en especial, la dotación de viviendas destinadas a familias de menores recursos económicos, son imperativos, además de estar contempladas en la carta de las Naciones Unidas, y en el caso particular de Venezuela, en su actual Constitución Nacional de la República Bolivariana de Venezuela (AN, 2000). Ha sido reconocer que el país tiene un compromiso social con los más desposeídos, además de que ha venido arrastrando de periodos gubernamentales anteriores, un déficit habitacional cada día en ascenso estimado por Orta (2014) en 2 millones 750 mil unidades habitacionales y que debido a la dinámica social que supera los índices de crecimiento demográfico y políticas que no han logrado aminorar esta situación, en el año 2016 se estima en los 3,7 millones de viviendas deficitarias. Es razón por la cual la Gran Misión Vivienda Venezuela haya construido en 17 años más de un millón de unidades habitacionales en todo el ámbito nacional.

De la anterior cifra construida por el Estado venezolano, prevalecen los sistemas constructivos tradicionales a base de concreto armado, acero y cerramientos de mampostería de bloques de cemento y arcilla, y de manera insignificante, el uso de sistemas constructivos con madera y sus productos forestales. De ahí que Cloquell *et al.* (2010) hayan expuesto que se perdió una valiosa oportunidad cuando a mediados de la primera década del siglo XXI, la extinta CVG Proforca, ahora Maderas Orinoco C.A., elaboró todo una gama de proyectos de viviendas con madera de pino caribe (*Pinus caribaea Mor. var. Hondurensis Barr.*), para contribuir con 50.000 unidades habitacionales en el año 2007, y no se llegó a concretar producto de la falta de gerencia y compromiso histórico de quienes dirigían esa empresa en su entonces.

De ahí, que el presente trabajo "*Estudio mecánico de paneles estructurales en madera de pino caribe venezolano empleados en un sistema constructivo de plataforma con entramado ligero*", sea eslabón histórico del buen proceder de investigación desarrollado en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales de la Universidad de Los Andes, y que teóricamente ya había sido propuesto por Contreras *et al.* (2003), demostrándose su viabilidad en la presente oportunidad, hecho positivo por su clara factibilidad de manufactura e implementación en un plan masivo nacional de construcción de viviendas sociales, en el contexto de la apropiabilidad tecnológica interrelacionada a los procesos industriales de prefabricación e industrialización de viviendas con madera y diseños arquitectónicos bioclimáticos.

1.1. LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN VENEZUELA

Conscientes que el Instituto Nacional de Estadística de Venezuela (INE, 2014), exponía que el déficit habitacional para el año 2009 superaba el millón ochocientas mil viviendas (1.800.000), y que producto de la dinámica social se registraba para el año 2014, las 2.750.000 unidades, exige en definitiva, como lo plantea Contreras *et al.* (2003), una verdadera política de Estado cuando se indique y tenga claro el norte de la cultura constructiva de la Venezuela contemporánea, a fin de poder cubrir este déficit que para el año 2020 sería necesario construir 180.000 viviendas por año durante el decenio 2011 - 2020. Es oportunidad para incorporar la tecnología de la madera en esa política y plan nacional habitacional, ya que es el material sostenible del siglo XXI.

De igual manera, el INE (2014), establece que la población de Venezuela para el año 2011 fue de veintiocho millones ochocientos treinta mil habitantes (28.830.000 hab.), con una tasa proyectada de crecimiento de la población para el período 2010-2015 de 1,47% interanual. Esto implica un incremento de 440.000 habitantes adicionales por año, lo que a su vez genera una demanda adicional de 80.000 viviendas por año como consecuencia únicamente por el crecimiento vegetativo de la población nacional.

En consecuencia, para cubrir el déficit habitacional actual en un período de 10 años (2010 - 2020), y simultáneamente, cubrir la demanda por concepto del crecimiento de la población, es necesario construir 260.000 viviendas nuevas por cada año hasta el 2020.

La Cámara Venezolana de la Construcción, afirmó en febrero del 2015 que el sector de la construcción está pasando por el peor momento, ya que el sector privado en el 2014 solo pudo construir 10.000 viviendas, lo cual se le atribuyó a la falta de materia prima e insumos básicos para elaborar estructuras, lo que en términos de déficit se traduce que para el 2015 la falta de viviendas ascendió a tres millones de unidades. Por ello, el déficit habitacional en Venezuela se ha convertido en uno de los principales problemas para la población, esto se ve reflejado en el año 2011, cuando según el INE (2014), 7,5 millones de venezolanos se encuentran en condiciones de requerimiento de vivienda.

Esta situación tiene un origen del tipo multifactorial, sin embargo, entre los más resaltantes se tiene que la disponibilidad de materiales de construcción convencionales como el acero y el cemento no logran cubrir la demanda interna, lo cual trae como consecuencia el déficit de productos empleados en la construcción, incrementos de sus costos unitarios e improvisaciones de sistemas constructivos sin detalles de ingeniería.

Esto evidencia la necesidad de fomentar sistemas de construcción de viviendas a través de métodos alternativos a los actualmente empleados, con materiales de construcción sostenible, renovable y biodegradable, que promueva la industrialización y la prefabricación de componentes de viviendas. En ese sentido Venezuela es aún un país con grandes recursos forestales, entre los que las plantaciones de pino caribe al sur de los estados Anzoátegui y Monagas, permiten que sea la madera de obra que el país necesitaba en la consolidación de un plan nacional de viviendas sociales construidas con madera y productos forestales.

1.2.
LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS CON MADERA

La prefabricación de viviendas con madera ha demostrado ser uno de los sistemas constructivos más eficientemente empleados en diversos países del mundo para masificar la construcción, como el caso de Canadá, Estados Unidos, Alemania, Suecia, Dinamarca, Finlandia, Noruega, Rusia, Austria, Bélgica, Japón, Brasil o Chile (Estrada, 2012), solo por nombrar algunas naciones, menos en Venezuela.

La madera es un material orgánico y biodegradable, que proviene mayormente de una fuente renovable como las plantaciones forestales. Es mucho más amigable con el ambiente que otros materiales de construcción tradicionalmente empleados; con un menor requerimiento energético para su obtención y procesamiento; un menor impacto ambiental en su ciclo de vida desde su extracción en las plantaciones hasta su integración a una edificación, que los irreversibles daños ocasionados en la obtención y procesamiento de los materiales de construcción como el cemento, el acero, el aluminio, que provienen de fuentes no renovables como la minería a cielo abierto.

Es importante resaltar que Venezuela cuenta cerca de 500.000 hectáreas de plantaciones de pino caribe (*Pinus caribaea Mor. var. Hondurensis Barr.*) en el noreste del país, de las cuales aproximadamente 350.000 hectáreas corresponden a plantaciones con 10 o más años de edad, es decir, arboles maduros y próximos a su aprovechamiento. En todos los países donde es tradicional la construcción de viviendas con madera, existe generalmente una especie que presenta las características propias de lo que se denomina una "*madera de obra*". La madera de obra, debe presentar como primera condición la garantía de suministro en el tiempo, bajos precios en el mercado, fácil de secar, fácil de preservar, y finalmente, con un parque industrial capaz de suplir la demanda de madera bajo estándares de calidad y dimensiones, para nuestro caso, esto se aproxima a la madera de pino caribe de la Orinoquia.

1.3.
LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON MADERA

La forma geométrica de los elementos longitudinales de la estructura de un edificio, determinarán tres aspectos básicos (Trigueros, 2011): las formas en que las cargas se reparten a través de los mismos hasta los apoyos, los momentos de resistencia generados en los materiales estructurales, cómo reaccionan a las cargas y la eficiencia de su comportamiento en cuanto a la economía de los materiales utilizados.

Dentro de los principales métodos estructurales de construcción con madera de mayor auge en la tecnología constructiva, se tiene entre los más importantes (Junac, 1985; Cloquell *et al.*, 2010):

- Muros macizos (Troncos y madera rolliza).
- Entramado de columnas y vigas (*Post and beam framing*: 1620-1830).
- Entramado pesado plataforma/armazón de globo (*Balloon framing*: 1830-1930).
- Entramado ligero plataforma (*Platform framing*: 1930 - Presente).

1.3.1.
EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PLATAFORMA CON ENTRAMADO LIGERO DE MADERA

Es el sistema más difundido, el 75 % de los edificios construidos en Canadá, Estados Unidos, Finlandia, Suecia y Noruega son de entramado de madera. Permite altos grados de prefabricación industrializada y rapidez de montaje (Trigueros, 2011).

Este sistema constructivo está constituido por unidades básicas denominadas paneles o sistema de prefabricación parcial **(FIG. 1 y 2)**, los cuales están caracterizados según su función, siendo precisamente ello lo que determina su distribución interna, longitud y cantidad de piezas que la configuran.

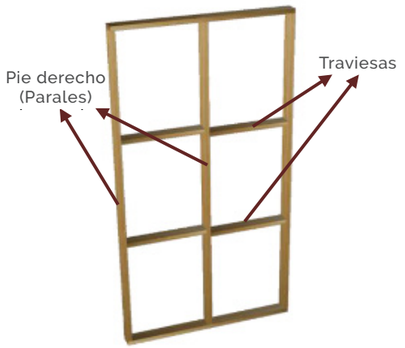


FIG. 1 y 2
Vivienda en construcción en sistema entramado de plataforma elaborada con madera pino caribe y paneles OSB. Tipificación de elementos de un panel.
FUENTE: JONATHAN TREJO.

1.3.2.
COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PLATAFORMA CON ENTRAMADO LIGERO DE MADERA

El árbol vivo está conformado por un conjunto de células que cumplen funciones vitales de resistencia, conducción de savia y de almacenamiento de sustancias de reserva. Esta células están orientadas paralelamente al eje del árbol, unidas entre sí por una sustancia intercelular denominada laminilla media y trabadas, por otras células de naturaleza similar a las anteriores pero en número mucho menor y perpendiculares en sentido radial del tronco, formando los radios leñosos (Trigueros, 2011).

Esta estructura celular hace de la madera un material resistente y ligero a la vez, gracias a su especial constitución, conformada por dos principales compuestos celulares, la celulosa y la lignina. La primera es higroscópica, en parte cristalina y muy resistente a la tracción, mientras la segunda es prácticamente insoluble en agua, amorfa y muy resistente a la compresión.

La madera de mayor utilidad a nivel mundial para la fabricación de casas de entramado ligero son normalmente los pinos. Estos son árboles robustos y su madera tiene una estructura bastante uniforme, más del 90 % de las células son traqueídeas y carecen de vasos. Las condiciones y tasa de crecimiento del árbol determinarán la calidad de su madera.

De ahí que la madera sea un material ortotrópico, puesto que las propiedades varían en las direcciones de los planos x, y, z, es decir, que presenta diferente módulo de elasticidad y capacidad de carga a lo largo de la fibra, tangencialmente a los anillos de

crecimiento y perpendicularmente a los anillos de crecimiento **(FIG. 3)**. Las resistencias y módulos de elasticidad en la dirección paralela a la fibra son superiores que en las otras dos direcciones.

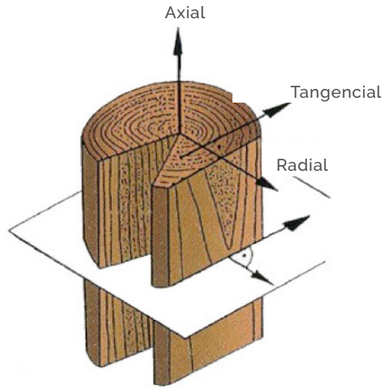


FIG. 3
Direcciones principales de la madera.
FUENTE: (TRIGUEROS, 2011).

El valor relativamente bajo de la densidad de la madera, comparada con su resistencia y módulo de elasticidad, la convierte en un material especialmente adecuado para aplicaciones estructurales. Por ello, las soluciones constructivas en madera resultan más ligeras que las de acero y mucho más ligeras que las de hormigón. La relación resistencia/peso propio es 1,3 veces superior al acero y 10 veces superior al hormigón (Bosch, 2011).

Según Pérez (1983), citado por Paguay (2013), bajo pequeñas cargas, la madera se deforma de acuerdo con la Ley de Hooke, es decir, que las deformaciones son proporcionales a las tensiones. Cuando se sobrepasa el límite de proporcionalidad, la madera se comporta como un cuerpo plástico y se produce una deformación permanente. Al seguir aumentando la carga, se produce la ruptura.

Este módulo de elasticidad dependerá del tipo de madera o especie, del contenido de humedad (CH %), del tipo y naturaleza de las acciones, de la dirección de aplicación de las cargas y de la duración de las mismas (Bosch, 2011).

Por su parte Reyes *et al.* (1995), reporta para la madera de pino caribe proveniente de plantaciones con 21 años de edad en condición de Contenido de Humedad seca al aire (12 % CH) tiene una densidad promedio de 0,600 g/cm^3. De igual forma, Vilela (1973) citado por los autores antes mencionados, en un estudio tecnológico del pino caribe (*Pinus caribaea var. Hondurensis*) de 15 años de edad procedente de Surinam, reporta valores de resistencia a la compresión paralela al grano de: Esfuerzo al Límite Proporcional (ELP) = 297 kg/cm^2; Resistencia Máxima (RM) = 415 kg/cm^2; y Módulo de Elasticidad (MOE) = 76.000 kg/cm^2 equivalente a 7,45 Gigapascal (GPa).

De igual forma Reyes, *et al.* (1995), en determinaciones de las propiedades físicas y mecánicas de pino caribe (*Pinus caribaea var. Hondurensis*) de 15 años de edad, proveniente de las plantaciones de Uverito (Venezuela), reporta valores de resistencia a la compresión paralela al grano de: ELP = 130 kg/cm^2, RM = 317 kg/cm^2; MOE = 25.178 kg/cm^2 equivalente a 2,47 GPa, que comparativamente con la madera de la misma especie y edad proveniente de Surinam, se observa una importante disminución en los valores de resistencia a la compresión paralela al grano de la madera de pino caribe proveniente de las plantaciones de Uverito.

En este sentido, Reyes *et al.* (1995), también presenta en un estudio sobre las propiedades mecánicas del pino Caribe de 21 años de edad de las mismas plantaciones de Uverito, valores de resistencia a la compresión paralela al grano de: ELP = 210 kg/cm^2, RM = 310 kg/cm^2; MOE = 33.496 kg/cm^2 equivalente a 3,28 GPa, relativamente un poco mejores a los de 15 años, pero considerablemente más bajos a los valores reportados por Vilela (1973) citado por Reyes *et al.* (1995), de la madera de pino caribe proveniente de plantaciones de Surinam.

Es importante destacar que para los reportes presentados por Reyes *et al.* (1995), en los ensayos experimentales de la resistencia a la compresión se emplearon probetas de 2,5 cm de ancho x 2,5 cm de espesor x 10 cm de longitud. En esta investigación se realizaron ensayos a escala real con madera de pino caribe proveniente de las mismas plantaciones de Uverito (Venezuela) para buscar mayor aproximación a la condición real de servicio.

Debido a que se suelen utilizar mayoritariamente secciones rectangulares con dimensiones estandarizadas en 2 pulgadas de espesor (2 in) x 4 in de ancho (5 cm espesor x 10 cm ancho), y a que la madera presenta un MOE bajo (aproximadamente entre 10 y 20 veces menor que el acero), la flexión en vigas aparece como factor limitante del cálculo (Trigueros, 2011).

Los elementos estructurales que conforman el sistema de prefabricación parcial del sistema constructivo descrito, están dispuestos de forma tal que reciben la carga en compresión en sentido paralela a las fibras (mayores valores de resistencia). A su vez cada panel esta ensamblado de forma tal, que la suma de paneles de un muro realizan un esfuerzo conjunto distribuido entre la totalidad lineal de dicha estructura y sin la necesidad de utilizar unidades de apoyos como columnas, por lo tanto, el sistema actúa como un sistema conformado por muros auto portantes.

En esta investigación, se pretendió estudiar el comportamiento de los paneles estructurales antes descrito bajo condiciones de carga estáticas en compresión similares a las ejercidas por el peso del techo sobre los muros (en dirección paralela a las fibras). De igual forma, se procuró observar el comportamiento de paneles conformados bajo diferentes condiciones de paneles sin recubrimientos y paneles con recubrimientos con malla riplex y friso mortero – arena cemento, bajo cargas cíclicas de compresión y observar el comportamiento de los paneles.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Una vez obtenida la madera de pino caribe proveniente de las plantaciones de Uverito, Estado Monagas Venezuela, presentada en formato de tablones, la presente investigación se realizó fundamentalmente en las instalaciones de la Sección de Aserrado y Sección de Ensayos del laboratorio Nacional de Productos Forestales, adscrito a la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

2.1.
MATERIA PRIMA EMPLEADA

La materia prima utilizada fue el Pino caribe (*Pinus caribaea var. Hondurensis*) seco en horno con un contenido de humedad del 12 % (± 2 %), de 21 años de edad y proveniente de las plantaciones forestales del noreste del país (Uverito) manejadas por la empresa estatal Maderas del Orinoco C.A., antiguamente CVG PROFORCA, con dimensión inicial estandarizada en 366 cm longitud x 10 cm ancho x 5 cm espesor.

2.2.
UNIDAD DE ESTUDIO

La unidad de estudio fueron paneles básicos para muros con dimensiones generales de 1,22 m x 2,44 m en ancho y alto respectivamente, el cual es el panel más empleado en las estructuras, del cual se ensayaron a compresión 5 paneles básicos sin algún tipo de recubrimiento, solo el marco estructural, tal como se aprecia en la **FIG. 2**. De igual manera se ensayaron a compresión 5 paneles básicos con recubrimientos con malla riplex y friso de concreto - arena, teniendo como finalidad el poder comparar los resultados entre estos paneles y los realizados sin recubrimientos.

Las uniones de sus piezas fueron clavadas (2 clavo de 3 pulgadas calibre 10 a tope y paralelo al grano de la madera), como se aprecia en la **FIG. 4**, y se usó como referencia las recomendaciones de JUNAC (1985). La fijación de la malla riplex de metal expandido de 1,2 kg/m², fue fijada al entramado **(FIG. 5)** con clavos de 37 mm cada 10 cm en el perímetro y cada 20 cm en la zona central del panel, realizándose posteriormente un revestido con mortero cemento – arena (1:3) de 15 mm de espesor **(FIG. 6)**.

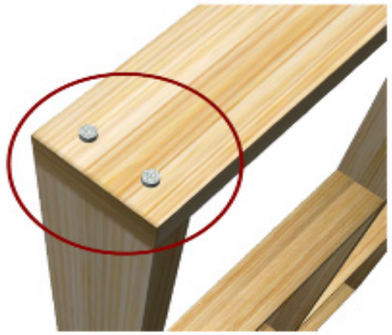


FIG. 4
Detalle de unión clavada.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 5
Fijación de la malla riplex al panel básico.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 6
Aplicación del friso cemento-arena sobre la malla riplex del panel básico.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

2.3.
EQUIPO UTILIZADO PARA MEDIR LAS DEFORMACIONES EN LOS PANELES

Se empleó un marco de tubo de 1 in x 1 in (2,5 cm x 2,5 cm), sobre el cual se dispuso un conjunto de tres reglas graduadas, dispuestas de manera horizontal y con el siguiente orden **(FIG. 7)**:

- ***Regla 1:*** Mide la deformación en el plano del panel y en el primer tercio superior del panel ensayado.
- ***Regla 2:*** Mide la deformación en el segundo tercio, es decir en el centro del panel.
- ***Regla 3:*** Mide la deformación en el plano del panel y en el tercer tercio inferior del panel ensayado.

En el caso de las deformaciones perpendiculares al plano del panel, se recurrió al nivel de albañil o plomada **(FIG. 8)**.

El equipo utilizado para los ensayos de compresión fue una prensa universal, marca Rehilercon capacidad para 60 ton de la Sección de Ensayos Físicos y Mecánicos del Laboratorio Nacional de Productos Forestales de la Universidad de Los Andes, empleando adicionalmente un accesorio para aplicar cargas de compresión sobre paneles a escala real (panel de 1,22 m x 2,44 m) **(FIG. 9)**.

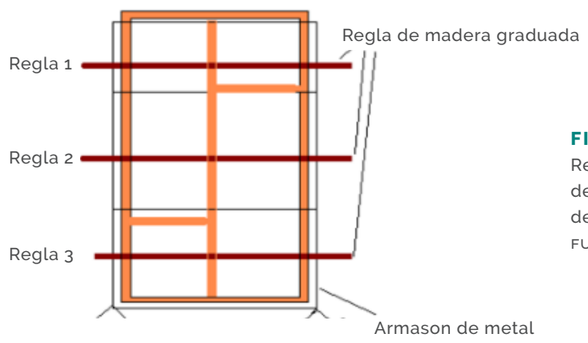


FIG. 7
Reglas para medición de deformaciones en el plano de los paneles.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

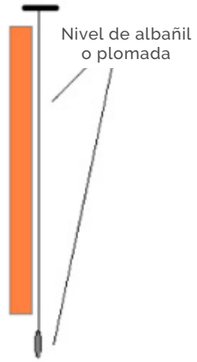


FIG. 8
Instrumento para medición de deformaciones perpendiculares al plano de los paneles.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 9
Ensayo de un panel con recubrimiento de malla riplex y friso mortero.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

2.4. DISEÑO DE EXPERIMENTO Y MÉTODO ESTADÍSTICO

El diseño de experimento estuvo conformado por dos tratamientos (paneles con recubrimientos con malla riplex y friso mortero versus paneles sin recubrimiento), un solo factor de tipo cuantitativo (carga aplicada) y múltiples niveles del factor (valores de la carga aplicada).

El método experimental consistió en someter los paneles a cargas de compresión, incrementándolas gradualmente en ciclos de cargas y descargas (desde 500 kg de carga hasta los 6.000 kg de carga con intervalos de incrementos de 500 kg de carga), para así cuantificar los valores de compresión de cada panel y las deformaciones transitorias o elásticas producidas y las deformaciones permanentes o plásticas productos de estas cargas a compresión. La duración de estas cargas fue de 5 minutos para luego iniciar la descarga y nuevamente comenzar con el siguiente ciclo de carga.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. DEFORMACIÓN POR COMPRESIÓN VERSUS CARGA APLICADA A PANELES SIN RECUBRIMIENTOS

En la **TABLA 1** se observa lo correspondiente a la deformación por compresión de los paneles sin recubrimiento versus la carga aplicada, evidenciando de manera general, que a medida que la carga aplicada se incrementa, los promedios de compresión del panel aumentan.

Para las cargas comprendidas entre los 500 kg y 1000 kg, ocurren las mayores diferencias entre los valores máximos y mínimos, siendo esto expresado por los mayores valores de coeficiente de variación de las observaciones realizadas en las muestras de los paneles sin recubrimiento. Esta observación, permite evidenciar de manera preliminar, que durante la aplicación de las primeras cargas de compresión, ocurren asentamientos

TABLA 1
Deformación por compresión (en el plano del panel), versus carga aplicada a los paneles sin recubrimientos. Fuente: Elaboración propia.

Carga kg	n	Deformación por Compresión (0,01mm)			Coeficiente Variación
		Máximos	Mínimos	Promedios	
500	5	1.450,00	335,00	805,00	5,62
1.000	5	3.090,00	665,00	1.482,00	6,35
1.500	5	1.645,00	1.030,00	1.450,00	1,91
2.000	5	2.210,00	1.420,00	1.840,00	1,60
2.500	5	2.195,00	1.730,00	2.003,00	0,98
3.000	5	2.560,00	2.020,00	2.288,00	1,01
3.500	5	2.820,00	2.570,00	2.673,00	0,39
4.000	5	3.120,00	2.580,00	2.890,00	0,82
4.500	5	3.420,00	3.155,00	3.354,20	0,34
5.000	5	4.560,00	3.370,00	3.801,80	1,18
5.500	5	4.599,80	3.980,00	4.129,68	0,64
6.000	5	4.906,00	3.275,00	4.122,20	1,43

de su estructura con una elevada variabilidad de comportamiento entre paneles, asignando como posible causa de ésta, la calidad de ensamblaje de las uniones y las características de los elementos estructurales que lo conforman.

Para las cargas comprendidas entre los 1500 kg y 4500 kg, se destaca que la magnitud de las diferencias entre las deformaciones máximas y mínimas se va haciendo cada vez menor en la medida que se incrementa la compresión, siendo esto igualmente expresado por reducciones progresivas del coeficiente de variación en la medida que se incrementa la carga de compresión.

Esta tendencia permite confirmar de manera indirecta el efecto de asentamiento del panel cuando se le aplican las cargas desde 500 kg hasta los 1.000 kg, puesto que para cargas de compresiones superiores y comprendidas entre los 1.500 kg y 4.500 kg, el comportamiento de los paneles se hace más estable y menos variable.

Un comportamiento de mayor variabilidad que el observado en la aplicación de las cargas anteriores, es la respuesta de los paneles a la carga de compresión desde los 5.000 kg hasta los 6.000 kg, donde es evidencia el acercamiento a la fase crítica, cercana a la carga de ruptura (ruptura entre los 6.200 kg y 7.600 kg), donde participan con mayor significancia las singularidades propias de cada pieza de madera que conforma el panel, vale decir, grano inclinado, nudos, porcentaje de leño juvenil, la magnitud y ubicación de los defectos de secado, incluyéndose además aspectos relacionados con la calidad de ensamblaje/uniones internas en los paneles.

3.2. DEFORMACIÓN POR COMPRESIÓN VERSUS CARGA APLICADA A PANELES CON RECUBRIMIENTOS CON MALLA RIPLEX Y FRISO MORTERO

En la **TABLA 2**, se observan los valores que corresponden a la compresión de los paneles con recubrimientos con malla riplex y friso mortero **(FIGURA 9)**, observando a manera general una tendencia de variación similar (en comportamiento) a los paneles sin recubrimiento. Por lo tanto, se puede inferir que a medida que la carga aplicada se incrementa, los promedios de compresión del panel con recubrimiento se ven incrementados.

Para las cargas comprendidas entre los 500 kg y los 1.000 kg, los valores de las medidas de dispersión de la estadística descriptiva para paneles con recubrimiento permiten afirmar, que existe una tendencia de variación similar que los paneles sin recubrimiento, es decir, en esta fase del ensayo ocurren los mayores rangos entre las deformaciones máximas y mínimas, siendo esto expresado por los mayores valores de coeficiente de variación. La evidencia de la mayor variabilidad de los valores de compresión entre paneles con recubrimiento y entre paneles sin recubrimiento para cargas comprendidas entre los 500 kg y 1.000 kg, permite inferir con mayor énfasis que la aplicación de las primeras cargas generan asentamientos de la estructura en estudio, generando una elevada variabilidad causada por diferencias en la calidad de ensamblaje de las uniones y elementos estructurales que lo conforman, y para el caso de paneles con recubrimiento la participación del comportamiento variable que genera la malla riplex y el cemento o mortero.

TABLA 2

Deformación por compresión (perpendicular al plano del panel) versus carga aplicada a los paneles con recubrimientos (malla riplex y friso mortero). Fuente: Elaboración propia.

Carga kg	n	Deformación por Compresión (0,01mm)			Coeficiente Variación
		Máximos	Mínimos	Promedios	
500	5	650,00	6,00	332,20	7,42
1.000	5	1.160,00	195,00	665,00	5,65
1.500	5	1.440,00	685,00	983,00	3,34
2.000	5	1.460,00	935,00	1.159,00	1,80
2.500	5	1.870,00	1.135,00	1.521,00	1,90
3.000	5	1.814,00	1.470,00	1.814,00	1,80
3.500	5	2.460,00	1.170,00	1.938,00	2,60
4.000	5	2.630,00	1.985,00	2.299,00	1,24
4.500	5	3.020,00	2.240,00	2.591,00	1,30
5.000	5	3.210,00	2.490,00	2.810,00	1,19
5.500	5	3.420,00	2.765,00	3.017,00	0,94
6.000	5	3.750,00	2.965,00	3.285,00	0,98

En el rango comprendido entre los 1.500 kg hasta los 6.000 kg, las diferencias de comportamiento entre paneles con recubrimiento, van reduciéndose en la medida que se incrementan los valores de carga compresión, siendo esto evidente por reducciones progresivas de los coeficientes de variación y reducciones de los rangos entre los valores máximos y mínimos.

3.3. COMPARACIÓN ENTRE LAS DEFORMACIONES PROMEDIOS POR COMPRESIÓN ENTRE PANELES SIN RECUBRIMIENTOS Y CON RECUBRIMIENTOS

En la **FIG. 10**, se observan los valores promedios de compresión para los paneles con recubrimiento y sin recubrimiento, en donde se destaca, como tendencia general que los incrementos de los valores promedios de compresión aumentan en la medida que se incrementa la carga aplicada. De igual manera se destaca, que para el caso de los paneles con recubrimientos la deformación por compresión fue consistentemente inferiores que los correspondientes a los paneles sin recubrimiento, desde los 500 kg hasta los 6.000 kg. Esta tendencia de variación, permite corroborar la mayor resistencia a la compresión que le confiere la malla riplex y el friso mortero cemento - arena, a los paneles estructurales conformados con pino caribe.

Otro aspecto a considerar, es el incremento de las diferencias de las deformaciones promedio por compresión en la medida que se incrementa la carga aplicada, entre los paneles sin recubrimiento y los paneles con recubrimiento. Esta tendencia de variación permite afirmar que la aptitud de uso de paneles con elementos estructurales de madera de pino caribe (pies derechos o parales) con uniones clavadas, depende de manera determinante de las propiedades de resistencia a la compresión que presente el material de recubrimiento.

3.4. COMPARACIÓN ENTRE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LA DEFORMACIÓN POR COMPRESIÓN ENTRE PANELES SIN RECUBRIMIENTOS Y CON RECUBRIMIENTOS

Se aprecia en la **FIG. 11**, que en las primeras cargas aplicadas del ensayo, ocurren los máximos coeficientes de variación para ambos tipos de paneles, es decir, la deformación por compresión entre paneles resultaron ser muy variables para las mismas cargas aplicadas, desde 500 kg hasta 1.500 kg. Por el contrario, desde los 2.000 kg hasta los 6.000 kg, ocurre una respuesta más homogénea y menos variable entre los paneles en estudio, ante la aplicación de las mismas cargas, siendo esto expresado por los menores valores de coeficiente de variación.

En la comparación de los coeficientes de variación de la deformación por compresión entre tipos de paneles para las diferentes cargas aplicadas durante el ensayo, se aprecia una tendencia de mayor variabilidad de respuesta para los paneles con recubrimiento que los observados para los paneles sin recubrimiento. Para las primeras cargas aplicadas, se destaca que la mayor variabilidad de respuesta se presenta para los paneles con recubrimiento, específicamente para los 500 kg, de igual forma se observa, que desde los 2.000 kg hasta los 4.500 kg, la variabilidad de respuesta y la deformación por compresión para los

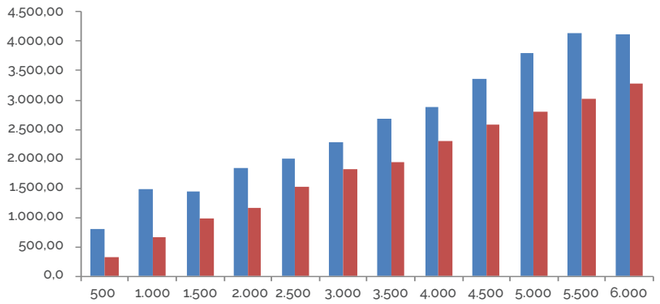


FIG. 10
Comparación entre la deformación promedios por compresión entre paneles sin recubrimientos (azul) y con recubrimientos (rojo).
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

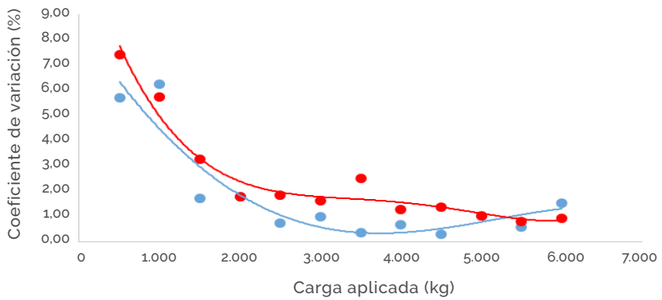


FIG. 11
Comparación entre los coeficientes de variación de la deformación por compresión entre paneles sin recubrimientos (azul) y con recubrimientos (rojo).
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

paneles con recubrimiento ante cargas aplicadas es ligeramente mayor que para los paneles sin recubrimiento. Finalmente, entre los 5.000 kg y los 6.000 kg se aprecia una respuesta similar tanto para paneles con recubrimiento como sin recubrimiento (similar tendencia).

La evidencia de mayor variabilidad de respuesta de compresión de los paneles con recubrimiento ante las cargas aplicadas en el estudio, nos permite afirmar preliminarmente, que la participación de la malla riplex y el friso de cemento-arena, le confieren mayor resistencia, sin embargo, la calidad de conformación de este tipo de recubrimiento debe ser atendido para lograr resultados más consistentes y menos variables.

3.5. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN COMPRESIÓN DE PANELES SIN RECUBRIMIENTOS Y CON RECUBRIMIENTOS

La deformación experimentada por los paneles ensayados, resalta que los paneles sin recubrimiento tienden a deformarse predominante en dirección al plano del panel frente a las cargas de compresión. Al respecto, se destaca que en muchos casos cada elemento vertical se deformaba aleatoriamente hacia diferentes direcciones para cada carga aplicada en un mismo panel, esto fue evidente en las primeras cargas (500 kg - 2.500 kg). Sucesivamente a ello, cuando las cargas cercanas a la ruptura eran aplicadas se apreciaba una sola dirección de deformación en el plano del panel, con lo cual se puede afirmar, para este tipo de panel (sin recubrimiento), ante cargas de compresión, sus elementos (pies derechos o parales)sufren el efecto de esbeltez en columnas, debido a que la fuerza aplicada tiende a ser liberada por la menor dimensión que en este caso es en dirección al espesor de la pieza, ya que es la sección de menor dimensión (5 cm de espesor x 10 cm de ancho y 244 cm de alto).

Por el contrario, al evaluar el comportamiento de los paneles con recubrimiento, se observó que tienden a reaccionar predominantemente de manera diferente a los paneles sin recubrimiento, es decir, la reacción expresada en términos de deformación de los paneles con recubrimiento ante las cargas de compresión resultaron ser evidentes en el sentido perpendicular al plano del panel. Considerando el fenómeno descrito anteriormente (esbeltez de los parales), en este caso, la malla riplex y el cemento le confieren al panel un efecto conjunto de sus constituyentes (parales), lo cual origina una variación en la esbeltez de los parales cuando se coloca la malla y en este caso la deformación fue expresada de forma perpendicular al plano del panel (por los 10 cm de espesor del panel).

En las **FIG. 12 y 13**, se aprecia el comportamiento de los valores promedios de deformación de paneles sometidos a cargas de compresión. En las graficas se observan 3 líneas, donde cada una de ellas se corresponde con los valores promedios de deformación de paneles medidos a diferentes alturas en cada panel ensayado:

- A la altura de 206cm en el panel, la cual se corresponde con la altura media comprendida entre los 244cm y 167 cm, siendo esta observación la denotada como 1/3 (de color azul en la gráfica).
- A la altura de 125 cm en el panel, la cual se corresponde con la altura media comprendida entre los 167 cm y 84 cm, siendo esta observación la denotada como 2/3 (de color rojo en la gráfica).
- A la altura de 42 cm en el panel, la cual se corresponde con la altura media comprendida entre los 84 cm y 0 cm, siendo esta observación la denotada como 3/3 (de color verde en la gráfica).

En la **FIG. 12**, se destaca que para las cargas aplicadas comprendidas entre los 500 kg y 3.000 kg, se destaca que los valores de deformación promedio para las alturas 1/3, 2/3 y 3/3 en el panel sin recubrimiento, expresan un comportamiento bastante similar. Entre 3.500 kg y 4.500 kg, se aprecia una ligera tendencia a ocurrir las mayores deformaciones a la altura de 2/3 y las menores en para las alturas 1/3 y 3/3 en el panel. Las mayores diferencias de deformación para las diferentes alturas en observación, se presentan cuando las cargas aplicadas están comprendidas entre los 5.000 kg y 6.000 kg, donde la mayor magnitud de deformación ocurre a la altura de 2/3 en el panel, y las menores deformaciones para las alturas de 1/3 y 3/3 en el panel. Se destaca que el comportamiento de deformación promedio para las alturas de 1/3 y 3/3 en el panel, para las cargas aplicadas desde los 500 kg hasta los 6.000 kg, resulto con mínimas diferencias.

En la **FIG. 13**, se aprecia que a medida que la carga aplicada aumenta, los valores promedios de deformación se incrementan. A título de observación, es importante mencionar que por el hecho de que todos los paneles con recubrimiento no lograron la ruptura por limitaciones de la maquinaria de ensayos, ésta situación permitió realizar observaciones de deformación hasta los 10.500 kg.

Para las cargas aplicadas comprendidas entre los 500 kg y 7.000 kg, se destaca que los valores de deformación promedio para las alturas 1/3, 2/3 y 3/3 en el panel con

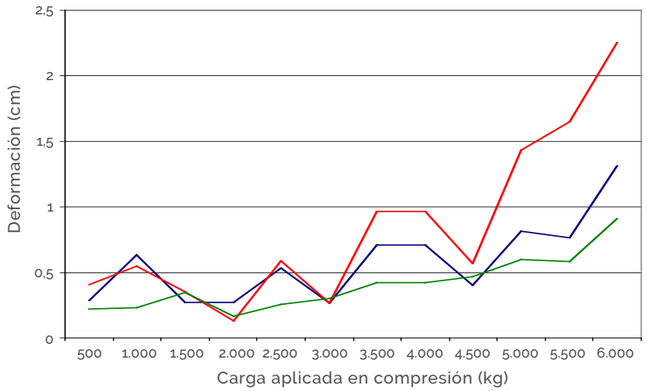


FIG. 12
Promedios de deformación (cm) para alturas de 1/3 (azul), 2/3 (rojo) y 3/3 (verde) en los paneles sin recubrimientos sometidos a cargas de compresión.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

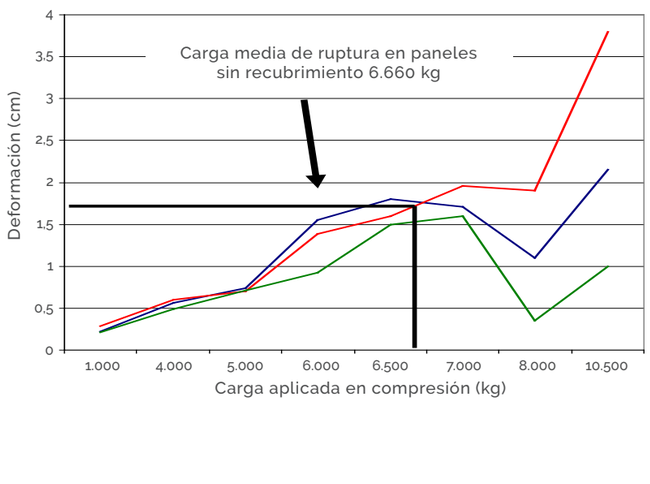


FIG. 13
Promedios de deformación (cm) para alturas de 1/3 (azul), 2/3 (rojo) y 3/3 (verde) en los paneles con recubrimientos sometidos a cargas de compresión.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

recubrimiento, expresan un comportamiento bastante similar, de hecho, al ser comparado con los promedios de deformación para las mismas cargas pero para paneles sin recubrimiento, se aprecia que éstos últimos presentaron deformaciones notablemente más variables para las diferentes alturas en estudio.

A los 8.000 kg se observa de manera notable una disminución de la deformación, ocurriendo un comportamiento similar para el 1/3, 2/3 y 3/3 de altura en los paneles, siendo la causa más asignable la fractura del concreto o mortero a cargas inferiores a los 8.000 kg. A los 10.500 kg, se destaca que la mayor deformación ocurre a la altura de 2/3 en el panel, y las menores deformaciones ocurren a las alturas de 1/3 y 3/3 en el panel.

En la **FIG. 13**, se observa que para el promedio de carga de ruptura de paneles sin recubrimiento (6.660 kg), la deformación en paneles con recubrimiento apenas alcanzaba 1,75 cm.

Es importante, mencionar con respecto a los resultados de deformación de paneles con y sin recubrimiento, que estos ensayos expresan valores promedio que necesariamente son mayores que los que se puedan obtener en una vivienda que utilice el sistema de entramado utilizando el diseño de panel en estudio, puesto que el efecto conjunto de paneles en un muro limita las deformaciones laterales (en el plano del panel).

3.6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPARAR LA DEFORMACIÓN POR COMPRESIÓN EN LOS PANELES ENSAYADOS

Una vez comprobado los supuestos estadísticos necesarios (normalidad, aleatoriedad y homocedasticidad) se realizó una prueba Univariante del Modelo Lineal General para analizar si existen diferencias estadísticas entrel a deformación promedio de los paneles, considerando como variables independientes las cargas aplicadas durante el ensayo (500kg, 1.000kg, 1.500 kg, 2.000 kg, 2.500 kg, 3.000 kg, 3.500 kg, 4.000 kg, 4.500 kg, 5.000 kg, 5.500 kg hasta los 6.000 kg) y el tipo de Panel (sin recubrimiento y con recubrimiento) contrastándolas como la variables dependientes de los correspondientes valores de deformación por compresión.

Se observó en los resultados del Modelo Lineal General (Univariante), que la significancia tanto del Modelo Corregido, como de la variable cualitativa Tipo de Panel, la variable cualitativa Carga Aplicada y la interacción Panel*Carga (Sig. 0,000) fue inferior al valor estadístico de 0,01, por lo tanto existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula ($Ho: \mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_n$), lo cual implica, que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tipos de paneles en estudio y las cargas de compresión aplicadas con un nivel de confianza del 99 %.

En este sentido, se procedió a realizar una evaluación estadística de tipo post hoc (*a posteriori*) encontrando como resultados que tanto por la prueba de Scheffe como la prueba de Tukey se corroboraron tres (3) grupos, los cuales son:

a) Para las cargas de compresión de 500 kg, 1.000 kg y 1.500 kg como la significancia (Sig. 0,074, Sig. 0,105 y Sig. 0,082) fue superior al valor estadístico de 0,05 para los tres casos, por lo tanto no existe evidencia suficiente para rechazar *Ho*, lo cual implica, que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tipos de panel para dichas cargas y la variable de respuesta de compresión.

b) Para las cargas de compresión de 2.000 kg, 2.500 kg, 3.000 kg y 3.500 kg, como la significancia (Sig. 0,03, Sig. 0,015, Sig. 0,03 y Sig. 0,013) fue inferior al valor estadístico de 0,05 para los cuatro casos, por lo tanto existe evidencia suficiente para rechazar *Ho*, lo cual implica, que existen diferencias estadísticas significativas entre los tipos de panel para dichas cargas y la variable de respuesta de compresión.

c) Para las cargas de compresión de 4.000 kg, 4.500 kg, 5.000 kg, 5.500 kg y 6.000 kg, como la significancia (Sig. 0,007, Sig. 0,001, Sig. 0,003, Sig. 0,008 y Sig. 0,000) fue inferior al valor estadístico de 0,01 para los cinco casos, por lo tanto también existe evidencia suficiente para rechazar *Ho*, lo cual implica, que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tipos de panel para dichas cargas y la variable de respuesta de compresión.

En otras palabras, desde cargas de compresión de los 500 kg hasta los 1.500 kg, los paneles sin recubrimientos y con recubrimientos se comportan estadísticamente igual, luego en el rango comprendido por las cargas de comprensión desde los 2.000 kg hasta los 3.500 kg, ambos paneles tienen un comportamiento mecánico estadísticamente diferentes y para las cargas de compresión de los 4.000 kg en adelante, existen diferencias altamente significativas en la deformación experimentada entre los paneles sin recubrimiento y los paneles con recubrimiento de malla riplex y friso mortero cemento-arena.

3.7. ANÁLISIS DE REGRESIÓN PARA ESTIMAR LA CORRELACIÓN ENTRE LA CARGA APLICADA Y LA DEFORMACIÓN ENTRE LOS PANELES ENSAYADOS

Utilizando la técnica estadística de análisis de regresión, se alcanzó a estimar el grado de correlación entre la carga aplicada como variable independiente y la deformación (0,01 mm) como variable dependiente. El análisis fue aplicado tanto para paneles sin recubrimiento como para paneles con recubrimiento, siendo sus correspondientes resultados expresados en las **FIG. 14 y 15**, en las cuales se aprecia el incremento de la deformación en la medida que la carga aplicada fue incrementando.

La relación entre la deformación y la carga aplicada para paneles sin recubrimiento resultó expresada por el polinomio de interpolación: $Y= 657,38 + 0,61301XY$; donde Y representa la deformación del panel y X representa la carga de compresión aplicada, con un coeficiente de regresión del 89,7 % (0,897), para un total de 1.832 observaciones. Para el caso de los paneles con recubrimiento resultó expresada por el polinomio de interpolación: $Y= 453,38 + 0,5044X$; con un coeficiente de regresión equivalente a 91,5 % (0,915), para un total de 1.343 observaciones.

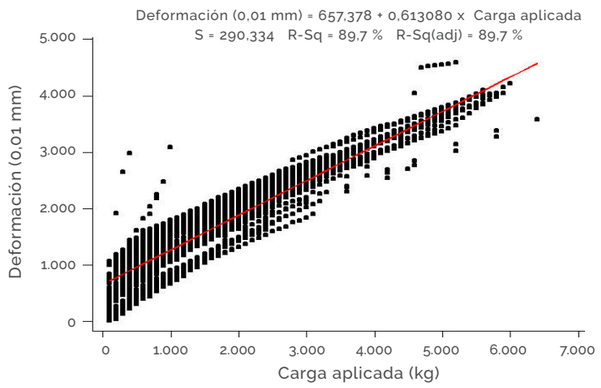


FIG. 14
Análisis de regresión para la deformación (0,01mm) y la carga aplicada (kg) en paneles sin recubrimientos.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

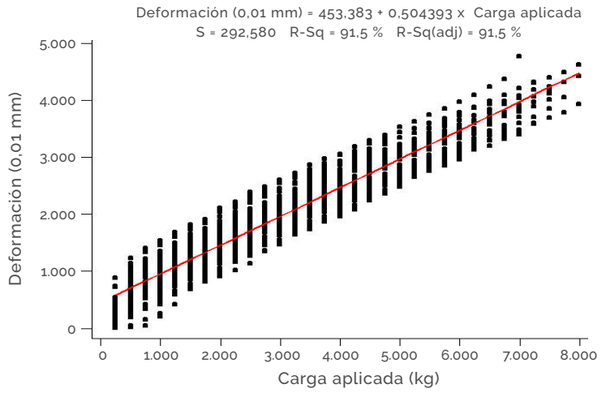


FIG. 15
Análisis de regresión para la deformación (0,01mm) y la carga aplicada (kg) en paneles con recubrimientos.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Considerando, que para ambos análisis se utilizó un ajuste de tendencia basado en la ecuación de la recta, que a su vez ambas pendientes son positivas y además que el valor de la pendiente (0,61301) es mayor para paneles sin recubrimiento que la pendiente (0,5044) para paneles con recubrimiento, se puede afirmar que los paneles sin recubrimiento sufren mayor deformación que los paneles con recubrimiento para una misma carga aplicada.

3.8. ANÁLISIS DE LA RUPTURA DE LA MADERA CONSTITUYENTE DE LOS PANELES SIN RECUBRIMIENTO

Se ensayaron hasta la ruptura 5 paneles sin recubrimientos, los cuales están constituidos en su estructura interior por 3 parales, cuya función es soportar la carga en compresión del panel y 4 elementos transversales a los pies derechos, cuya función es rigidizar la estructura interior del panel.

En total de los 15 parales constituyentes de los 5 paneles ensayados, se presentó la ruptura de 13 parales (87 % de ruptura) para un rango de cargas entre los 6.200 kg (mínima) y 7.600 kg (máxima). Del total de parales fracturados (13 unidades), 9 de ellos, se correspondieron a fallas en las zonas adyacentes a las uniones de los parales con las traviesas, es decir, un 69 % de incidencia sobre el total de piezas que fallaron, y solo 5 de estos 9 parales que fallaron, tenían presencia de madera juvenil, lo cual evidencia la necesidad de clasificar la madera con presencia de leño juvenil y excluirlas de las secciones con características estructurales.

A manera ilustrativa, se presenta en las **FIG. 16 y 17** las ubicaciones de la ruptura de los pies derechos dentro de cada panel sin recubrimiento.

FIG. 16
Vistas de las rupturas de los panes 1 y 2 y sus localizaciones.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

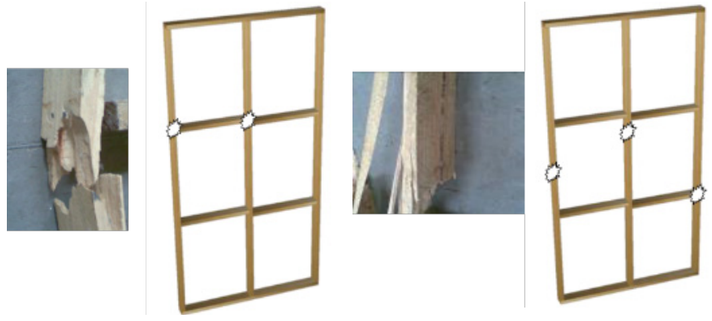


FIG. 7
Vistas de las rupturas de los panes 1 y 2 y sus localizaciones, siendo la del panel 5 muy similar a la del 2.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La resistencia a la compresión de los paneles que conforman el sistema constructivo de entramado ligero de plataforma elaborado con madera de pino caribe venezolano, está influenciada principalmente por las singularidades de la madera (defectos como la madera juvenil y sus nudos). Es de gran importancia la clasificación visual de las piezas que conformaran los paneles y más cuando de pino caribe se trata, ya que es evidente el comportamiento tan distinto entre la madera juvenil (ubicada hacia el centro de árbol) y la madera madura (ubicada hacia la periferia del tronco) del mismo árbol, lo cual da una similitud a tener dos maderas distintas en un mismo árbol. En este sentido, los resultados permiten comprobar que la presencia o ausencia de singularidades en la madera son determinantes de sus valores de resistencia.

Considerando los resultados obtenidos a partir de los análisis estadísticos, se puede inferir que existen diferencias importantes en cuanto a la capacidad de carga en la resistencia a la compresión y la deformación experimentada entre paneles con y sin recubrimiento.

Se evidenció que a partir de los 2.000 kg de carga de compresión aplicada en adelante, existen diferencias estadísticas significativas en las deformaciones en el plano del panel y perpendicular al plano entre los paneles sin recubrimiento y los paneles con recubrimiento respectivamente. Sin embargo, para los rangos de cargas de compresión comprendida entre los 500 kg y los 1.500 kg, ambos paneles se comportaron estadísticamente iguales.

Se presume que el comportamiento general ante cargas de compresión de los paneles y la deformación de sus elementos (pies derechos o parales), sufren el efecto de esbeltez en columnas, debido a que la fuerza aplicada tiende a ser liberada por la menor dimensión que en este caso es en dirección al espesor de la pieza, ya que es la sección de menor dimensión (5 cm de espesor x 10 cm de ancho y 244 cm de alto).

Caso contrario, para los paneles con recubrimiento, la deformación fue expresada en sentido perpendicular al plano del panel, es decir, considerando el fenómeno descrito anteriormente (esbeltez de los parales), en este caso, la malla riplex y el friso de cemento – arena, le confieren al panel un efecto conjunto de sus constituyentes (parales), lo cual origina una variación en la esbeltez de los parales cuando se coloca la malla y en este caso la deformación fue expresada de forma perpendicular al plano del panel (por los 10 cm de espesor del panel).

De manera general y expresando una tendencia de variación similar a los paneles sin recubrimiento, se puede afirmar que a medida que la carga en compresión se incrementa, las deformaciones del panel con recubrimiento también aumentan.

Durante la aplicación de las primeras cargas de compresión, ocurren asentamientos de la estructura del panel, evidenciados por una elevada variabilidad de respuesta de deformación de paneles sujetos a compresión, asignando como posible causa, la calidad de las uniones y las características de los elementos estructurales que conforman el panel, lo cual se podría minimizar mediante un prensado durante el proceso de armado del panel, como en el caso de la fabricación automatizada de paneles.

De manera general se puede afirmar que los valores de resistencia a la compresión obtenidos durante los ensayos, superaron ampliamente las expectativas al inicio de la investigación, alcanzándose valores de hasta 7.600 kg para paneles sin recubrimiento y 10.000 kg para paneles con recubrimiento sin evidenciar ruptura.

Con base a los resultados de estos ensayos a escala real, se puede afirmar que la madera de Pino caribe venezolano proveniente de las plantaciones forestales de Uverito, pueden ser utilizada de forma satisfactoria en la construcción de viviendas bajo el sistema constructivo de entramado ligero (*light framing*) de forma confiable, siempre y cuando se realice una adecuada clasificación de sus elementos y una conformación de paneles acorde a las exigencias estructurales del caso.

Como principales recomendaciones se propone promover las metodologías de la clasificación visual de las piezas de madera de pino caribe con diversos grados de defectos y presencia de madera juvenil, a fin de categorizar las piezas acorde al uso dentro de las estructuras.

Se recomienda un exhaustivo estudio de uniones que simulen paneles encontrados de manera perpendicular o que generen esquinas en una vivienda, así como el efecto conjunto de varios paneles unidos lateralmente en forma de muro portante y evaluar el comportamiento del sistema.

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación y los asentamientos sufridos por los paneles en las primeras cargas de compresión, se recomienda realizar un prensado en el momento del armado de los paneles, con la finalidad ajustar las uniones de sus elementos. En caso contrario, cuando no sea posible realizar dicho prensado post armado, se recomienda dentro del contexto de la instalación de una casa con estructura de madera (entramado ligero), levantar primero los muros y soportar el techos hasta la suma de cargas de los componentes de la cubierta, para luego proceder a frisar las paredes, logrando así gracias a la carga de su estructura, el mencionado efecto de asentamiento de los paneles y previniendo con esto problemas posteriores como las grietas en el friso.

En virtud a los tipos de ruptura y los porcentajes de incidencia dentro de cada panel, se recomienda realizar evaluaciones para mejorar la posible acción que ejercen las uniones sobre la resistencia del panel, así como realizar ensayos comparativos de paneles con traviesas versus paneles sin traviesas, tal y como en términos generales es el sistema constructivo europeo (solo parales).

Divulgar los resultados obtenidos en esta investigación tanto a las industrias del aserrío nacional, como en los diferentes centros académicos y de investigación relacionados, con la finalidad de estimular y promover el desarrollo de la primera norma venezolana para la construcción bajo el sistema constructivo de entramado ligero en madera.

Para finalizar, se recomienda realizar estudios comparativos del comportamiento mecánico de paneles a escala real tanto en ensayos destructivos convencionales, como con ensayos no destructivos (*Non DestructiveTesting*).

5. AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio Nacional de Productos Forestales (LNPF) de la Universidad de Los Andes, por los ensayos experimentales; a la empresa forestal Maderas del Orinoco C.A., por la donación de la materia prima para los ensayos; y al Dr. Julio Cesar Centeno por sus oportunas orientaciones.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AN. 2009. *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.* Asamblea Nacional. Caracas, Venezuela. 26 p.

BOSCH, X. 2011. *Estudio de nudos rígidos en estructuras de madera laminada.* Tesis de Maestría. Universidad Politécnica de Catalunya - Barcelonatech. Barcelona, España. 144 p.

CLOQUELL BALLESTER, V., CONTRERAS MIRANDA W., M.E. OWEN de C. 2010. *La madera y sus productos forestales. Sistemas constructivos.* Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 138 p.

CONTRERAS MIRANDA, W., M.E. OWEN de C. y Y. CONTRERAS MIRANDA. 2003. *Sistema constructivo Uverito.* Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 110 p.

ESTRADA, S. 2012. *Durabilidad bajo condiciones climáticas del panel compuesto ligero auto portante tipo sándwich de caras derivadas de la madera que se emplea como sistema de cerramiento de cubiertas*. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo. España. 182 p.

INE. 2014. La vivienda en Venezuela. Instituto Nacional de Estadística. Ministerio del Poder Popular de Planificación. En línea: http://www.ine.gov.ve/ [Consultado: 09/11/2015].

JUNAC. 1985. *Manual de diseño para madera*. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima, Perú.

ORTA, R. 2014. Déficit de la vivienda en Venezuela. Cámara Inmobiliaria de Venezuela. En línea: http://www.camarainmobiliaria.org.ve/ [Consultado: 12/02/2016].

PAGUAY, I. 2013. *Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de tres especies forestales andinas: Platuquero (Stylocerassp), Yagual (Polylepisracemosa), Nogal (Juglansneotropica)*. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. 137 p.

REYES, E., S. VALERO, Y. MOLINA, D. GARAY, J. DURAN, P. MORENO y R. BETANCOURT. 1995. Estudio de las propiedades mecánicas de la especie *Pinus caribaea Mor. var. Hondurensis Barr.*, no resinados y resinados proveniente de las plantaciones de Uverito, estado Monagas. *Laboratorio Nacional de Productos Forestales*, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 85 p.

TARANILLA, D. 2009. *Estudio comparativo de viabilidad económica y comercial de promociones de viviendas: Sistema convencional y Sistema industrializado de acero ligero*. Tesis Maestría. Universidad Politécnica de Catalunya - Barcelonatech. Barcelona, España. 122 p.

TRIGUEROS, S. 2011. *Sistema de plataforma con entramado ligero de madera. Puesta en obra y aceptación en España.* Tesis Maestría. Universidad Politécnica de Catalunya - Barcelonatech. Barcelona, España. 151 p.

PRIORIZACIÓN RÁPIDA DE CUENCAS ANDINAS CON FINES DE PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

USANDO SIG Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN MULTICRITERIO, ESTADO MÉRIDA, VENEZUELA

Fast Prioritisation of Andean basins in order to protect water resources using a Geographic Information System (GIS) and a Multi-criteria Evaluation technique (ME), State of Mérida, Venezuela

POR

Julián **GUTIÉRREZ**

Universidad de Los Andes.
Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
Mérida, Venezuela.
jgutie@ula.ve

pp. 64–79

RECIBIDO 07/06/2016
ACEPTADO 04/02/2017
ISSN 1856-9552

RESUMEN

La problemática del agua es un asunto que toma cada vez más importancia, debido a que el recurso hídrico viéndose sometido a intensos usos en el transcurso del tiempo, se hace cada vez más escaso y apreciado, por lo que dicha problemática, a la par del crecimiento poblacional, genera una demanda mayor del mismo. Esto hace prioritario la necesidad de desarrollar y aplicar técnicas y métodos que garanticen de alguna forma su protección y fomento. Este trabajo propone un método de priorización rápida de cuencas andinas, específicamente en el estado Mérida, Venezuela, utilizando una Evaluación Multicriterio (EMC) y la generación de pesos para los factores, mediante encuestas a expertos, que influyen en la priorización. Los factores seleccionados fueron: Porcentaje de Cobertura Densa, con un peso de 0,3089; Caudales, peso 0,1416; Población servida, peso 0,2407; y, Pertenencia a Área Protegida, peso 0,3089. La metodología aplicada permitió conocer de forma rápida cuales cuencas requieren de atención prioritaria. Los resultados fueron los siguientes: *Prioridad muy baja* (0.2407) las cuencas de los Ríos Mucujún, Albarregas, La Pedregosa, Tucaní, Limones, La Fría; *Prioridad baja* (0.3823), la Quebrada Mucumbás; *Prioridad media* (0.4505), las quebradas del Pueblo y Capellanía; *Prioridad alta* (0.5496), las cuencas de los ríos Las González, Nuestra Señora, y Cacique; *Prioridad muy alta* (0.6912), las quebradas Mucunantú, Carvajal, Quebrada El Quebradón, La Sucia, y La Blanca; *Prioridad extremadamente alta* (1.0), las cuencas de los ríos el Molino y Caña Brava. El método propuesto aporta una ayuda a los gestores de cuencas productoras de agua para priorizarlas de forma rápida, con información que generalmente es escasa, igualmente, la flexibilidad del método permite mejorar el modelo una vez que el problema de la falta de información sea solventado.

PALABRAS CLAVE
Priorización rápida, cuencas andinas, protección recurso hídrico, SIG, técnicas de evaluación multicriterio.

KEY WORDS
Fast prioritisation, andean basins, hydric resource preservation, GIS, multicriteria evaluation.

SUMMARY

Currently, water issues around the world are more prominent than ever. Over time, water has become a scarcer and more precious resource, while population growth demands more availability of water. We must then urgently develop and implement techniques and methods that guarantee water's protection and promotion. We propose a method of fast prioritisation of Andean watersheds, specifically in the Mérida State, Venezuelan Andes. Four factors allowed the prioritisation of the analysed basins. They are: percentage of forest or dense vegetation cover, water flow rates, population served and protected natural area status. The Normalized Difference Vegetation Index was used to know the percentage of dense forest cover. We used the multicriteria evaluation (ME) to generate the weights of the factors, through surveys with experts and for the GIS modelling. The weights obtained were: percentage of dense coverage 0.3089, water flow rates 0.1416, population served 0.2407, and protected natural area status 0.3089. The results were as follows: very low priority (0.2407): basins of the Mucujún, Albarregas, La Pedregosa, Tucaní, Limones, La Fria. Low priority (0.3823): basin of Mucumbás. Medium priority (0.4505): basins of Del Pueblo and Capellania. High priority (0.5496): basins of Las González, Nuestra Señora and Cacique. Very high priority (0.6912): basins of Mucunantu, Carvajal, Quebradón, La Sucia and La Blanca. Extremely high priority (1.0): basins of El Molino and Caña Brava. The methodology applied allowed the quick identification of basins that require urgent attention. At the same time, this model allows the further inclusion of other variables given the more detailed information about the basins studied.

1. INTRODUCCIÓN

Existen muchas acepciones sobre el concepto de manejo de cuencas, para ser breves, incluimos la que se definió en el II Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, realizado en Mérida, Venezuela en 1994, el concepto se definió como "*el proceso participativo de la población y los usuarios de una cuenca que formulan, gestionan y ejecutan un conjunto integrado de acciones sobre el medio natural y la estructura social, económica, institucional y legal de la cuenca, para alcanzar los objetivos específicos requeridos por la sociedad*" (Fallas y Valverde, 2008). Es evidente entonces la necesidad de la integración de acciones tanto de la población, como de las instituciones encargadas de su manejo, para una exitosa gestión de las cuencas.

El estado Mérida, en Venezuela, además de tierras llanas, está integrado en buena parte por montañas con un sistema de cuencas grandes y pequeñas, las cuales se puede caracterizar como un territorio "*productor de agua*" debido a que en sus tierras altas tienen en su génesis gran cantidad de ríos y quebradas, cuyas nacientes y buena parte de sus trayectos están protegidos bajo la figura denominada Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), entre las que destacan dos grandes parques nacionales: Parque Nacional Sierra de la Culata y Parque Nacional Sierra Nevada. Estas figuras de protección garantizan, en alguna proporción, agua en cantidad y calidad tanto para las poblaciones de montaña como para las ubicadas aguas abajo, e igualmente para otras dependencias adyacentes.

Las instituciones que gestionan el recurso hídrico deben implementar métodos, técnicas y acciones que garanticen el uso sostenible del recurso, y no se busca solamente gestionar eficientemente la distribución del preciado líquido, sino también generar actividades que conlleven a su protección, por supuesto que en coordinación con los organismos encargados de manejo de las áreas protegidas, así como otros que estén bajo administración de entes públicos y privados, y por supuesto, las comunidades.

Para lograr una gestión integral, que incluya las instituciones y la comunidad, se deben incluir programas y actividades de divulgación sobre estudios que desarrollen los técnicos, igualmente, es importante implementar talleres de intercambio de conocimientos, necesidades y propuestas de la población, así como programas de concientización en cuanto a la protección del valioso recurso.

Debido a que generalmente los recursos financieros destinados a la gestión y conservación del recurso agua son escasos, se debe determinar entonces cuales cuencas requieren atención prioritaria. Tomando en cuenta las afirmaciones de Fallas y Valverde (2008) y FAO (1996), en el sentido de que al momento de decidir cuales grandes factores se usaran en un sistema de priorización en el manejo de cuencas, se debe tener en cuenta que "*la priorización debe realizarse utilizando el menor número posible de variables*" ya que "*incluir demasiados factores y mucho detalle puede implicar la construcción de un sistema muy complicado que sería difícil de interpretar e implementar*".

De ahí, que en este estudio se propone un método sencillo y de rápida implementación para identificar y priorizar las cuencas que son utilizadas por la empresa estatal para gestión y distribución de agua de consumo humano (los acueductos principales del estado). Lo anterior no impide que cada investigador decida la cantidad y las variables a utilizar en un método de priorización, al contrario, es recomendable en función de los objetivos y la disponibilidad de información, que a partir de una primera aproximación, se pueden ir añadiendo variables para complementar y mejorar el modelo, pero teniendo en cuenta que a medida que aumentamos la cantidad de elementos del mismo, se irá complicando su interpretación.

Se debe reconocer que existen diferentes metodologías más complejas, algunos autores exponen diferentes experiencias, otros exponen casos de estudio específicos, entre los que están: OEA (1992), Ormsbee y Colten (1997), Martínez y Reyes (2007), Fallas y Valverde (2008), los cuales describen varias experiencias realizadas en Centroamérica entre 1987 y 2007; Benegas y León (2009), Álvarez y Cardona 2011, Ajoy *et al.* (2012), Aher *et al.* (2013), García *et al.* (2014), quienes permiten priorizar las acciones a desarrollar con el fin de hacer un uso sostenible de las cuencas. Aunque también es conocido que en muchas ocasiones, sobre todo en países en desarrollo, no se dispone del tiempo ni de la información detallada que requiere hacer una priorización muy elaborada, de allí la necesidad de un método rápido y efectivo para iniciar acciones.

A partir del contexto antes dicho, el objetivo general de este estudio, fue diseñar un modelo de priorización rápida de cuencas andinas, específicamente en el estado Mérida, Venezuela, aprovechando el uso de herramientas geomáticas (SIG, Teledetección) junto a Técnicas de Evaluación Multicriterio, como un aporte de la academia a las instituciones gestoras del recurso hídrico, el cual está dirigido a orientar y garantizar las acciones de su protección y preservación, permitiendo a su vez, un uso y aprovechamiento sostenible en el tiempo del recurso hídrico. Entre las acciones a desarrollar en las cuencas, una vez que se determine su priorización, están la implementación de programas de educación ambiental, reforestación, control de uso de agroquímicos, planificación del uso de la tierra, prácticas de control de la erosión y saneamiento ambiental.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para alcanzar el objetivo general, se desarrollaron estrategias de acción técnica, expuestas a mayor detalle en puntos sub siguientes, como la definición del área de estudio; selección de los factores a utilizar para la priorización, automatización de las coberturas que representan los factores, diseño y distribución de encuestas a los expertos con el fin de ponderar los factores, y modelaje mediante SIG.

2.1. ÁREA DE ESTUDIO

La descripción del territorio del estado Mérida, está basada en Méndez *et al.* (2011): "*El estado Mérida se encuentra situado en la latitud norte, entre los 9° 20' 20", en un punto del Rio Pocó como extremo septentrional y los 7° 39' 59", en la unión de los Ríos Caparo y Guaimaral en el sitio más meridional. Su longitud Oeste la enmarca los meridianos 71° 55' 45", en la confluencia del río Escalante y el Caño Amarillo hacia el occidente y los 70° 32' 30", en la cumbre del Páramo El Volcán, al este aguas abajo del pueblo de las Piedras* **(FIG. 1)**. *Se ubica en las zonas de latitudes bajas, en un medio intertropical de la montaña andina, bajo la influencia de los vientos alisios del noroeste y los vientos ecuatoriales del sur, factores que intervienen en las*

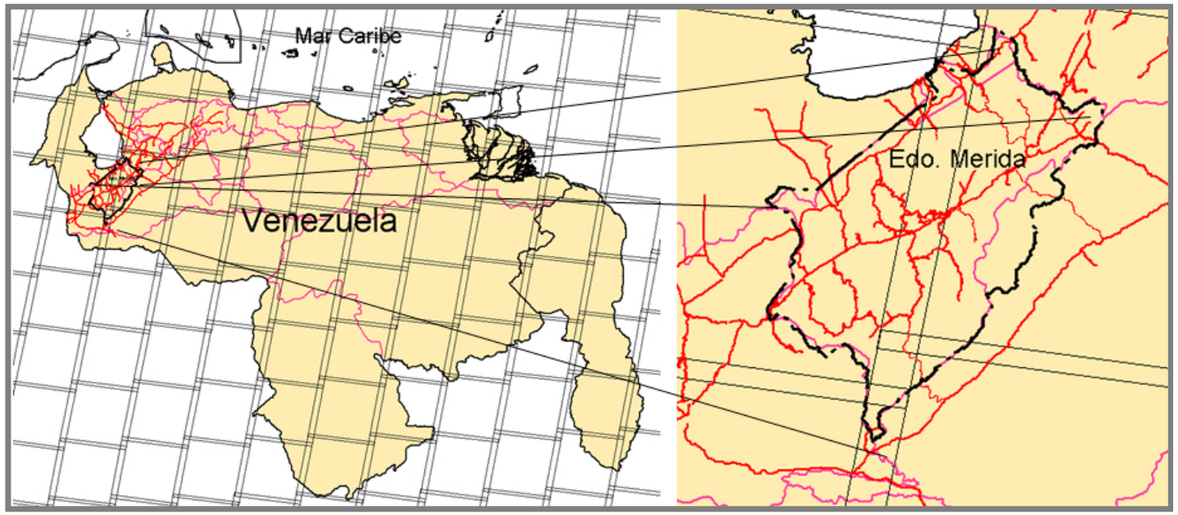


FIG. 1
Ubicación relativa nacional del estado Mérida.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

condiciones bioclimáticas, que al combinarse con sus elevados desniveles orográficos, conforman la mayor variedad de pisos altitudinales, de habitats, de alturas superiores, de puntos más bajos y de máxima amplitud térmica del territorio venezolano".

En cuanto a su condición de estado productor de agua, Méndez *et al.* (2011), expone que el estado Mérida tiene *"ríos y quebradas, lagunas y caídas de agua, fuentes subterráneas y las aguas del lago de Maracaibo que son abundantes en términos globales en el territorio. El balance hidrológico es muestra de una condición natural positiva hecho que la coloca como entidad productora de agua al norte del río Orinoco y al sur del Lago de Maracaibo, con un volumen de escurrimiento estimado en 790 millones de metros cúbicos. Es un recurso que amplía la potencialidad del desarrollo económico, social y humanístico, así como las reservas ecológicas. El ordenamiento de las cuencas hidrográficas sería una respuesta adecuada de protección y de eficiencia en los volúmenes de suministro de agua, con las ventajas adicionales en cuanto a la diversificación de oportunidades de desarrollo adecuadamente localizadas".*

De la anterior descripción se confirma el carácter montañoso en buena proporción del estado, y por lo tanto territorio de nacientes de agua que se convierten en ríos importantes, como el Río Chama, el Río Motatán, el Río Mocotíes, el Río Nuestra Señora y el Río Santo Domingo, entre otros. Es entonces de interés general ordenar y proteger las cuencas que generan tan valioso recurso. Las cuencas analizadas en este estudio fueron: las cuencas de los ríos Mucujún, Albarregas, La Pedregoza, Tucaní, Limones, Las González, Nuestra Señora, Cacique, El Molino, Quebradón (R. Caña Brava); y las quebradas La Fría, Mucumbás, Capellanía, del Pueblo, Mucunantú, Carvajal, El Quebradón, La Sucia y La Blanca.

2.2.
HERRAMIENTAS IMPLEMENTADAS

Para la creación de las bases de datos cartográficas se decidió usar dos escalas, una escala menor, 1:250.000, para conocer la topografía y la hidrografía del área a nivel del estado Mérida, se usaron las Hojas de Cartografía Nacional NC-19-13 y NC-19-9; y una escala con mayor detalle, 1:100.000, para digitalizar el perímetro de la cuencas. Igualmente se utilizaron las imágenes satelitales del sensor Landsat ®L8-OLIPaso/Fila 006054 del 06 de Enero del 2015, yL8 Paso/Fila 007054 del 29 Enero 2015 **(FIG. 2)**. Se utilizó el programa IDRISI Kilimanjaro®.

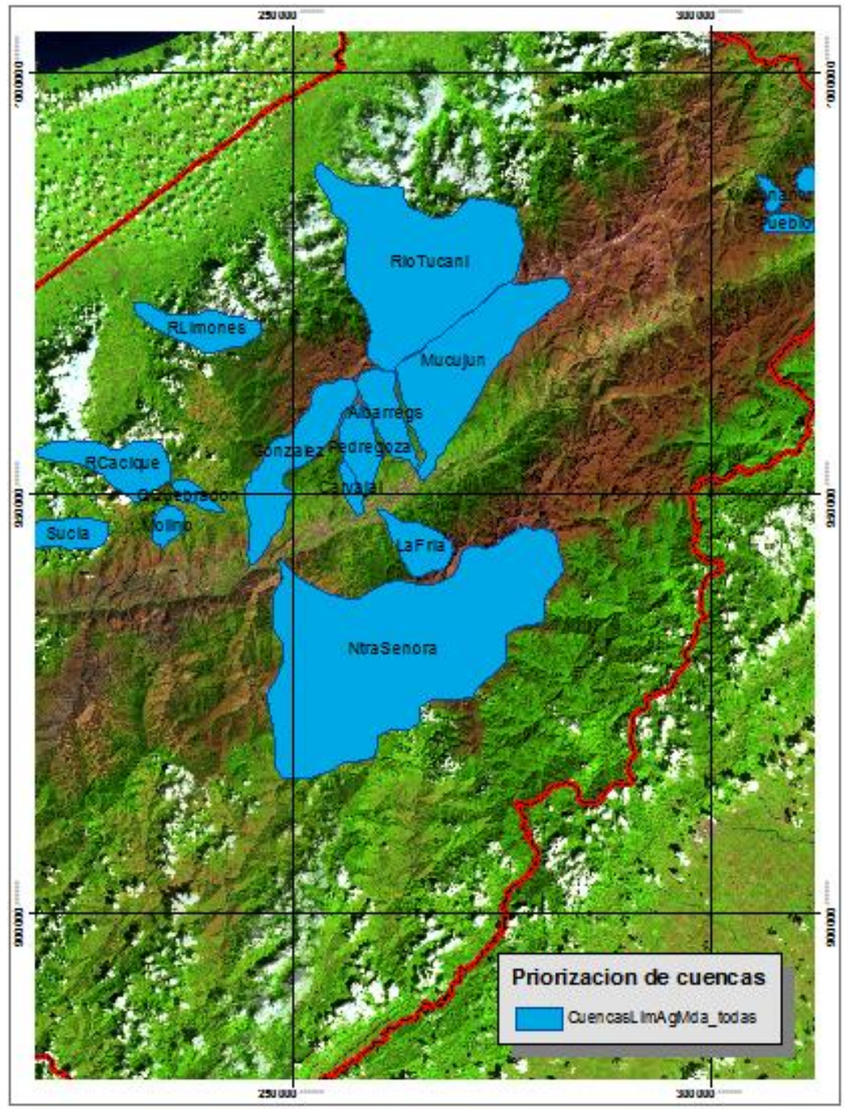


FIG. 2
Mosaico de imágenes satelitales Landsat-8 (006-054 y 007-054) en Falso color 654, con límite del Estado Mérida y las cuencas analizadas.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

2.3. MÉTODOS

Antes de pasar a describir las actividades desarrolladas, es oportuno exponer algunos conceptos y métodos que permitieron alcanzar el resultado deseado. En relación a la priorización de cuencas Fallas y Valverde (2008) afirman que *"la priorización de cuencas es una herramienta que orienta las intervenciones; sin embargo la decisión final corresponde al equipo que gestiona la cuenca. No siempre lo prioritario o deseable es compatible con las condiciones existentes en la cuenca. Por esta razón para modelar mejor la realidad de la cuenca el proceso de priorización debe considerar las interacciones y sinergias existentes entre los subsistemas económico, social, político, legal, institucional y ambiental"*. Los anteriores autores exponen, además, que *"la priorización de acciones en la cuenca hidrográfica tiene como objetivo comparar diferentes acciones o escenarios de manejo, con el fin de elegir aquel o aquellas que optimicen el logro de los objetivos hidrológicos, económicos, sociales e institucionales. Dada la complejidad del manejo de cuencas no es posible intervenir simultáneamente todas las cuencas de un territorio, y por lo tanto deben priorizarse las intervenciones en el tiempo y espacio"*.

Existen diversas técnicas y métodos de priorización, por ejemplo: la Programación Lineal y el Análisis de Criterios Múltiples, los cuales en las últimas dos décadas se han combinado con los Sistemas de Información Geográfica, no solamente para saber qué hacer, sino también donde hacerlo.

Por ello, en el presente estudio se propone un procedimiento que aprovecha las Técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC), bajo Sistemas de Información Geográfica. Según Eastman *et al.* (1993), en Gutiérrez y Jegat (2011), *"la EMC y los Modelos de Decisión Multiobjetivo se fundamentan en la evaluación de un conjunto de alternativas basándose en una serie de criterios. Un método de EMC puede servir para inventariar, clasificar, analizar y ordenar convenientemente una serie de alternativas a partir de criterios que hayamos considerado pertinentes en una evaluación, donde la EMC, se fundamenta en la evaluación de una serie de alternativas basándose en una serie de criterios"*.

De acuerdo a Gómez y Barredo (2005) y Barredo (1996) *"la mejor organización para representar la relación de criterios y alternativas que define la EMC es una matriz, en la cual los criterios (j) pueden ocupar la columna principal, y las alternativas (i) la fila principal. Una vez asignados los pesos a los criterios, éstos se pueden incluir en una nueva Matriz de Prioridades. Hechas las matrices de evaluación y prioridades, se puede acceder a alguno de los procedimientos de EMC. La Matriz de Prioridades está formada por la importancia relativa de cada criterio frente al tipo de evaluación que se pretende realizar, donde se requiere asignar un valor específico a cada criterio, esto se refiere al Peso o Ponderación (Wj), donde logramos esto diseñando encuestas para conocer la opinión de expertos. Por último, la Matriz de Valoración es construida mediante cualquiera de los métodos de EMC, que nos permiten obtener los resultados finales de selección y priorización de las cuencas en función de los criterios y sus valores asignados"*. Puede revisarse una aplicación en el campo forestal en Gutiérrez (2001), Pozzobón y Gutiérrez (2003), donde los anteriores autores desarrollaron una aplicación de EMC utilizando SIG para hacer una selección y priorización de áreas a reforestar, en el estado Mérida, Venezuela.

A continuación se describen las actividades y técnicas desarrolladas para lograr el objetivo del estudio. La actividad inicial fue la búsqueda de información secundaria como: teoría, modelos y aplicaciones de priorización de cuencas, que permitiera identificar los factores a ser utilizados en la metodología planteada. Para lo anterior se revisaron los siguientes trabajos: Álvarez y Cardona (2011) y García *et al.* (2014). En estos trabajos se pudieron identificar los enfoques para organizar los componentes que incluyen los factores y los criterios a utilizar en las priorizaciones de cuencas.

Entre los conceptos importantes que es apropiado tener claros en una metodología de priorización, están: Componentes, Factores, Criterios y Parámetros. De acuerdo a Álvarez y Cardona (2011), *"un Componente, se refiere a categoría general que agrupa las condiciones a evaluar para la priorización de cuencas; un Factor, es un elemento que compone una categoría de análisis; el Parámetro, es una medida que involucra una variable, su función y sus rangos de diferenciación; la Variable, es de naturaleza medible y permite configurar un criterio para priorizar la ordenación (indicadores); y el Criterio, es una norma, condición o juicio que orienta la toma de decisión"*. Veamos un par de ejemplos, de forma resumida e integrada, de la forma de organizar los componentes, factores y parámetros en un sistema de priorización según Álvarez y Cardona (2011) los organizan tal como se exponen en el **TABLA 1**; mientras que García *et al.* (2014), utilizan un esquema similar al anterior, identificándose algunas diferencias, por ejemplo, la deforestación la incluyen en el componente riesgo, y los componentes fortalecimiento institucional y gobernabilidad, lo fusionan en uno solo.

TABLA 1
Organización de Componentes Factores y parámetros en un sistema de priorización de cuencas.
Fuente: modificado de Álvarez y Cardona (2011).

COMPONENTES	FACTORES	PARÁMETRO
Oferta	Ecosistemas estratégicos Oferta hídrica	Cantidad de áreas protegidas. Índice de uso del agua
Demanda	Deforestación. Uso del recurso hídrico. Densidad poblacional	% de cambios en cobertura de bosques. Índice de aridez. Densidad poblacional
Calidad	Calidad del agua. Saneamiento básico	Índice de calidad del agua. % de cobertura alcantarillado
Riesgo	A fenómenos naturales. A degradación del suelo. Al cambio climático	Áreas susceptibles a inundación. Áreas susceptibles a desertificación. Áreas con aumento promedio de temperaturas
Fortalecimiento institucional	Existencia de planes de manejo de cuencas	% de avance de los planes de manejo
Gobernabilidad	Pobreza	Necesidades básicas insatisfechas

En cuanto a la selección de los criterios, parámetros e indicadores, Fallas y Valverde (2008), recomiendan lo siguiente: *"el producto de la priorización está fuertemente influenciada por los criterios, parámetros e indicadores seleccionados para el análisis; así como por la ponderación o valoración asignada a cada criterio y variable. Cuando se seleccionen variables deben considerarse los siguientes aspectos:*

- *Los parámetros y las variables deben ser independientes. Este principio evita repetir información y a la vez no sobrevalorar uno o más elementos de la cuenca.*

- *Los indicadores deben estar en estrecha relación con los objetivos de la priorización.*
- *La priorización debe realizarse utilizando el menor número posible de variables.*
- *Evitar criterios fuertemente relacionados con el grado de desarrollo general de la cuenca, ya que se favorecen las cuencas con una mayor infraestructura y servicios, esto no permite valorar y ponderar los recursos potenciales de la cuenca.*
- *Especial énfasis debe brindarse en la selección y ponderación de los parámetros y sus indicadores. La técnica de -opinión de experto- o de autoridades gubernamentales o locales, es un mecanismos válido para lograr una amplia participación en el proceso y una ponderación fidedigna de los criterios, parámetros e indicadores utilizados en la priorización".*

En función del aporte que cada factor ofrece al momento de priorizar las cuencas, y de la facilidad de construcción de las bases de datos respectivas, y con el fin específico de generar una priorización rápida, se escogieron los siguientes factores: *Porcentaje de Cober* s de caudales y población servida. Una vez definido lo anterior, se procedió a la búsqueda de la información sobre el área de estudio, descrita arriba, y a la creación de las bases de datos de los factores que permiten crear el modelo de priorización, digitalización del límite de las cuencas, áreas protegidas, así como el procesamiento las imágenes satelitales correspondientes (Falsos colores, Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, Mosaico satelital, etcétera).

Para implementar el modelo de priorización de las cuencas se deben construir las coberturas SIG que permitirán generar el modelo. Se definió, entonces, como convertir los factores en coberturas SIG, comenzando con el factor "*Porcentaje de cobertura densa/forestal*" que poseen las cuencas en estudio, basado en el criterio de que a menor cobertura densa/forestal se debe proteger más la cuenca, es decir, tomar acciones para incrementar tal tipo de cobertura. Para generar la anterior cobertura SIG, se generó un Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (IVDN).

De acuerdo a Chuvieco (2008), el IVDN consiste en un cociente o ratio que implica efectuar una división, píxel a píxel, entre los Niveles Digitales (ND) almacenados en dos o más bandas de la misma imagen satelital; su empleo se justifica en dos situaciones: para mejorar la discriminación entre suelos y vegetación, y para reducir el efecto del relieve (pendiente y orientación) en la caracterización espectral de distintas cubiertas. Continúa el mismo autor afirmando que cuanto mayor sea el contraste entre los ND de las bandas infrarroja y roja, mayor vigor vegetal presentará la cubierta observada, bajos valores de contraste indican una vegetación enferma o senescente, hasta llegar a las cubiertas sin vegetación, que ofrecen un contraste muy pequeño.

También se calculó la *proporción de tierras forestales/vegetal densa*, para definir el umbral ND que identifique vegetación densa, la cual se despliega en la imagen en verdadero color y se contrasta el pixel del producto IVDN con la cobertura real, y si es bosque, se considera vegetación densa. Se estableció que si la cuenca está cubierta en menos de un 50 % de vegetación densa se consideraría como "No densa".

Se creó, entonces, una capa denominada "*Cobertura*", y se procedió a su reclasificación, en la que se asigna "1" a las cuencas con valores menores al 50 % de Cobertura Forestal/Vegetal densa, y "0" al resto de las cuencas (mayores al 50 %), es decir, se incluyeron en el modelo de priorizaran las cuencas con valor "1".

A continuación se procedió a crear la cobertura SIG "*Caudales*". Con los datos de caudales promedios se determinó que el mayor promedio de caudal anual en el periodo 1995-2012 corresponde al Río Tucaní, con 3.102 l/s, y el menor corresponde a la Quebrada La Sucia con 7.55 l/s, con un promedio de 1.554,77 l/s.

Basados en el criterio de que las cuencas con caudales menores deben ser protegidas con acciones que fomenten el mantenimiento o incremento de sus caudales, se definió un umbral que permitió considerar cuencas con "*caudales menores*", el cual fue establecido en 500 l/s. A los polígonos que representan esas cuencas se les asigno la categoría "*Caudales menores*", y a los otros "*Caudales mayores*". Entonces, se creó una cobertura denominada "*Caudales*" en la que se reclasifican "1" a las cuencas con valores menores a 500 l/s y "0" al resto de las cuencas (mayores a 500 l/s), es decir, se priorizaran las cuencas con valor "1".

Seguidamente, con la información del Instituto Nacional de Estadística (INE), sobre las poblaciones servidas por los sistemas de acueductos alimentados por las cuencas en estudio, se creó la cobertura "*Población*". Se debe aclarar que existen casos en que varios ríos y quebradas sirven a un centro poblado, como los son el Área Metropolitana de Mérida y de la ciudad de El El Vigía. El Área Metropolitana de Mérida resulto el centro poblado con mayor cantidad de habitantes (330.000 hab.), y la población del páramo merideño Santo Domingo (10.400 hab.), resulto con la menor cantidad de habitantes.

Basados en el criterio de que se deben proteger las cuencas que abastezcan centros poblados con mayor cantidad de habitantes, se decidió establecer el umbral en 20.000 habitantes (hab.), es decir, se creó una cobertura denominada "*Población*", mediante reclasificación, en la que se asigna "1" a las cuencas con valores mayores a 20.000 habitantes servidos, y "0" al resto de las cuencas (menores a 20.000 habitantes servidos), entonces, se priorizaran las cuencas con valor "1".

Por último, para crear la cobertura Pertenencia o no a área protegida (ABRAE), se digitalizaron los límites de los parques nacionales Sierra Nevada y Sierra de la Culata, contrastándolos con los límites de las cuencas en estudio, basados en el criterio de que si una cuenca no posee territorio en más de un 50 % dentro de área protegida se considera desprotegida. Se verifico si el polígono de los parques nacionales abarcaba en más del 50 % los territorios de las cuencas, y si la cuenca no está más del 50% dentro de los linderos de las áreas protegidas, se considera "no protegida", las otras se consideran protegidas. Se creó, entonces, mediante reclasificación, una cobertura denominada "*Pertenencia*", en la que se asigna "1" a las cuencas cuyo territorio no pertenece en más de un 50 % a una ABRAE, y "0" al resto de las cuencas, es decir, se priorizaran las cuencas con valor "1".

Para conocer la opinión de expertos sobre qué grado de importancia tiene cada factor usado en el modelo de priorización jerárquica (Método de las Jerarquías Analíticas, utilizando comparación por pares de Saaty, 1980 y 2008), metodológicamente se diseñó una encuesta para tal fin, se seleccionó un grupo de expertos en la temática, seguidamente les fueron entregadas las encuestas para conocer su opinión.

Una vez recopiladas se procesaron estadísticamente, y con el programa SIG-IDRISI® (Modulo "*Wheight*") se calcularon los pesos respectivos. El programa genera un Índice de Consistencia (Coeficiente de consistencia de la matriz), este valor indica la probabilidad de que los valores hayan sido asignados aleatoriamente. Valores inferiores a 0,10 indican buena consistencia, cuando los valores exceden de 0,10, la matriz de pesos es evaluada de nuevo y aparecerá una matriz de índices de consistencia. En caso de que el índice de

consistencia resulte mayor a 0.10, refleja que algunos valores extremos ofrecidos por los expertos en las encuestas, en este caso, y de acuerdo a Eastman (1997) citado por Gutiérrez (2007), se debe examinar la matriz elaborada para ver la comparación por pares con mayor desviación, este será el valor de relación menos consistente. Posterior a modificar la matriz, se debe obtener un índice de consistencia menor a 0.10. Al disponer de los pesos asignados a los factores, se aplicó la EMC mediante el Modulo EMC de Idrisi®.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los aspectos importantes al aplicar una metodología de priorización de cuencas o subcuencas es la forma de ponderar o asignar pesos a los factores utilizados en el sistema, ya que tales pesos inciden en el resultado final, de allí que sea clave exponer claramente cómo se asignaron tales pesos. Uno de los métodos de mayor aplicación y de comprobada eficiencia es el de la opinión de expertos, propuesto por Saaty (1980, 2008), ya que permite hacer una ponderación con el menor rango la subjetividad y parcialización hacia una determinada decisión. El método aplicado en este estudio, la Evaluación Multicriterio, permitió generar pesos que reflejan el conocimiento y la experiencia de los expertos en el área temática, y además se genera un Índice de Consistencia que garantiza que los mismos fueron generados aleatoriamente, como se afirma anteriormente.

De los autores revisados, solamente Aher *et al.* (2013) utilizaron la EMC en su estudio de priorización de subcuencas, incluso la combinaron con la lógica difusa en su modelo de decisión, entre sus resultados, encontraron que el 60,85 % de las subcuencas (de 5 subcuencas) estaban en zonas susceptibles en un rango medio a alto (en nuestro caso 10 de 19 cuencas, el 52 %, estaban entre media a muy alta prioridad), tales subcuencas abarcaban potenciales áreas con necesidad del establecimiento intervenciones de conservación para la planificación y desarrollo de un manejo sustentable de la cuenca. Puede revisarse también una aplicación de modelo de decisión ambiental similar (Análisis de Sensibilidad Ambiental), en la que se combina SIG, EMC y números difusos en Gutiérrez (2007) y en Gutiérrez y Jegat (2011).

Otros autores, como la OEA (1992), en un estudio de factibilidad para el manejo de recursos naturales de la Cuenca El Cajón, Honduras, llevaron a cabo una división de la cuenca en 21 subcuencas, para las cuales desarrollaron una metodología cuantitativa (a través de la ponderación de distintos factores), que les permitió determinar las áreas prioritarias donde se deben iniciarse las acciones del Proyecto de Inversión de Manejo de los Recursos Naturales de la Cuenca de El Cajón. A diferencia de este trabajo, los autores no explican cómo ponderaron los factores.

Teniendo en cuenta que los pesos asignados por los expertos a los factores fueron los siguientes: Cobertura x 0,31 (0,3089); Caudales x 0,14 (0,1416); Población x 0,24 (0,2407); Pertenencia x 0,31 (0,3089). Entonces, se le asigna el mayor peso (0,3089) a la Cobertura (Densa o no), y si pertenece un 50 % a ABRAE, seguidos de Población (0,2407), y por ultimo Caudales (0,1416). Resultando un Índice de Consistencia (Coeficiente de consistencia de la matriz) de 0,06, indicando la probabilidad de que los valores fueron asignados aleatoriamente. Una vez aplicada la EMC se obtuvieron los resultados expuestos en el **TABLA 2**. Igualmente pueden verse los resultados de la priorización en la **FIG. 3**.

TABLA 2
Resultados de la priorización de las cuencas en estudio. Fuente: Elaboración propia.

NIVELES DE PRIORIDAD	CUENCAS	PONDERACIÓN
Extremadamente alta	Rio El Molino. Rio El Quebradón	1,00 1,00
Muy alta	Quebrada Mucunantú. Qda. Carvajal. Qda. El Quebradón. Qda. La Sucia. Qda. La Blanca	0,6912 0,6912 0,6912 0,6912 0,6912
Alta	Rio Las González. Rio Nuestra Señora. Rio Cacique	0,5496 0,5496 0,5496
Media	Qda. Capellanía. Qda. El Pueblo	0,4505 0,4505
Baja	Qda. Mucumbás	0,3823
Muy baja	Rio Mucujún Rio Albarregas Rio La Pedregoza Rio Tucaní Rio Limones Qda. La Fría	0,2407 0,2407 0,2407 0,2407 0,2407 0,2407

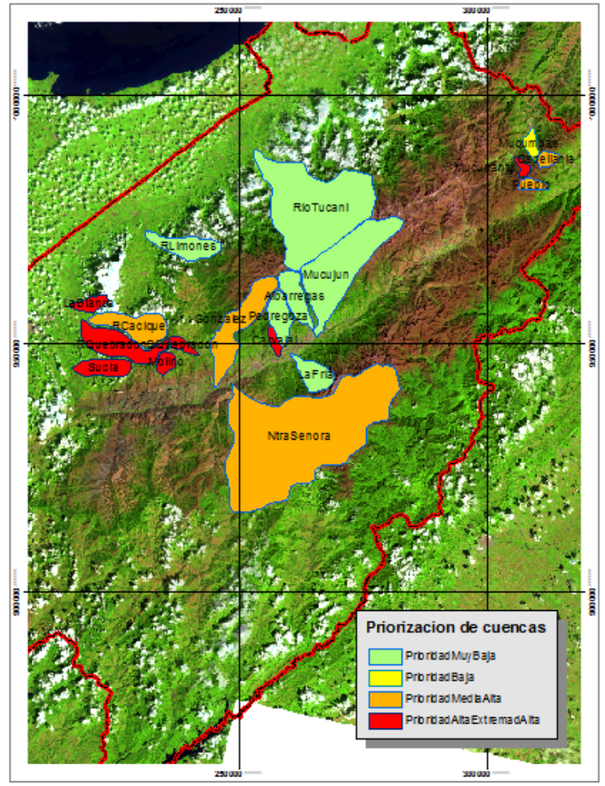


FIG. 3
Resultados de la priorización (leyenda simplificada con reclasificación), en rojo, muy alta a extremadamente alta; anaranjado, media a alta; en amarillo, baja; verde, muy baja.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Una forma de validar el modelo es verificar las características de cada cuenca con la puntuación (rango) obtenida. De acuerdo a los anteriores resultados, expuestos gráficamente en la **FIG. 3**, podemos verificar que la *Prioridad extremadamente alta* corresponde a las cuencas del Rio Molino (1,00), la cual se caracteriza por lo siguiente: está fuera de ABRAE, predomina la cobertura vegetal muy rala (No densa), sirve a poblados mayores a 20.000 habitantes, y tiene caudales promedios menores a 550Ltr/Sg; y a la cuenca del Río Quebradón (1,00) (R. Caña Brava), está fuera de ABRAE, con cobertura vegetal No Densa, sirviendo a poblados mayores a 20.000 habitantes, y tiene caudales promedios menores a 550 l/s.

Continuando, con *Prioridad muy alta* (0.6912): la Quebrada Mucunantú: No densa, menos de 500 l/s de caudal, sirve a más de 20.000 habitantes, pero está en más de un 50 % dentro de ABRAE. La Quebrada Carvajal: tiene más del 50% de cobertura Forestal/Vegetal densa, menos de 500 l/s, sirve a más de 20.000 habitantes, está fuera de ABRAE. La Quebrada El Quebradón: tiene más del 50 % de cobertura Forestal/Vegetal densa, menos de 500 l/s, sirve a más de 20.000 habitantes, y está fuera de ABRAE. La Quebrada La Sucia: tiene más del 50 % de cobertura Forestal/Vegetal densa, menos de 500 l/s, sirve a más de 20.000 habitantes, está fuera de ABRAE. Qda. La Blanca (Caño Blanco): tiene más del 50 % de cobertura Forestal/Vegetal densa, menos de 500 l/s, sirve a más de 20.000 habitantes, está fuera de ABRAE.

Seguidamente los de *Prioridad Alta* (0.5496): Río Las González: No densa, más de 500 l/s, abastece de agua a poblaciones de más de 20.000 habitantes, y está en más de un 50 % dentro de ABRAE. Río Nuestra Señora: No densa, más de 500 l/s, sirve a más de 20.000 hab., y está en más de un 50 % dentro de ABRAE. Río Cacique: No densa, más de 500 l/s, sirve a más de 20.000 habitantes, y si está en más de un 50% dentro de ABRAE.

A continuación con *Prioridad media* (0.4505): Quebrada Capellanía: No densa, menos de 500 l/s, sirve a menos de 20.000 habitantes, y si está en más de un 50 % dentro de ABRAE. Quebrada El Pueblo: No densa, menos de 500 l/s, sirve a menos de 20.000 habitantes, y si está en más de un 50 % dentro de ABRAE.

Posteriormente con *Prioridad baja* (0.3823): Quebrada Mucumbás: tiene más del 50 % de cobertura Forestal/Vegetal densa, menos de 500 l/s de caudal, sirve a más de 20.000 habitantes, y si está en más de un 50 % dentro de ABRAE.

Y finalmente, en el otro extremo, *Prioridad muy baja* (0.2407), corresponde a las cuencas: Rio Mucujún (0.2407), la cual se caracteriza por lo siguiente: tiene más del 50 % de cobertura Forestal/Vegetal densa, tiene caudales mayores a 500 l/s, aunque sirve a poblados mayores a 20.000 habitantes, y está dentro de ABRAE en un porcentaje mayor al 50 %; Río Albarregas (0.2407): tiene más del 50 % de cobertura Forestal/Vegetal densa, tiene caudales mayores a 500 l/s, aunque sirve a poblados mayores a 20.000 habitantes, y está dentro de ABRAE en un porcentaje mayor al 50 %. Quebrada La Pedregosa: tiene más del 50 % de cobertura Forestal/Vegetal densa, tiene caudales mayores a 500 l/s, aunque sirve a poblados mayores a 20.000 hab., y está dentro de ABRAE en un porcentaje mayor al 50 %; Río Tucaní: tiene más del 50 % de cobertura Forestal/Vegetal densa, tiene caudales mayores a 500 l/s, aunque sirve a poblados mayores a 20.000 habitantes, y está dentro de ABRAE en un porcentaje mayor al 50 %; Río Limones: tiene más del 50 % de cobertura Forestal/Vegetal densa, tiene caudales mayores a 500 l/s, aunque sirve a poblados mayores a 20.000 habitantes, y está dentro de ABRAE en un porcentaje mayor al 50 %; y, por último, Quebrada La Fría: tiene más del 50 % de cobertura Forestal/Vegetal densa, tiene caudales mayores a 500 l/s, aunque sirve a poblados mayores a 20.000 habitantes, y está dentro de ABRAE en un porcentaje mayor al 50 %.

Es importante resaltar que los cuencas clasificadas con prioridad muy baja, a pesar de que sirven centro poblados mayores (más de 20.00 habitantes), se encuentran protegidas en importante porcentaje por figuras de protección oficiales, tienen una cobertura amplia de vegetación densa/forestal, y proveen de buenos caudales a tales centros poblados, lo anterior refleja que el método propuesto, a pesar de ser construido con pocos factores, genera resultados creíbles y aceptables. Por lo tanto, este método seria de mucha ayuda a los entes encargados de decidir a cuales cuencas asignar los generalmente pocos recursos financieros destinados para desarrollar acciones de preservación, fomento y protección del recurso hídrico.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta investigación se alcanzó el objetivo general de priorizar las cuencas utilizando la EMC apoyados en la opinión de expertos en la temática. En cuanto al objetivo propuesto, es importante tener claro que los factores a seleccionar, para integrar este modelo de decisión de priorización rápida de las cuencas, deben tener la cualidad de facilidad en su conversión en coberturas SIG. Al momento de ponderar los factores utilizados, la utilización de encuestas permitió conocer la opinión de los expertos en el campo del manejo de cuencas y de la priorización, además de que la metodología permite conocer la consistencia de tales opiniones. La validación del modelo permitió conocer las características de las cuencas y su orden o jerarquización, con el fin de iniciar acciones que conlleven a la preservación y fomento del recurso hídrico.

Es importante reiterar que esta propuesta de priorización rápida tiene como fundamento principal su facilidad de implementación, por lo tanto, puede ser aplicada en situaciones de escasez de información y necesidades urgentes de conocer las cuencas que requieren atención inmediata. Una vez que se identifican las cuencas prioritarias, se recomienda pasar a una segunda fase que implicaría la implementación de medidas urgentes de recuperación/restauración/rehabilitación y protección de las mismas, y a la vez la generación de información más completa de las mismas para ir ajustando y complementando el modelo de decisión. De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se recomienda crear las bases de datos necesarias de otros factores que incidan en la decisión de priorizar las cuencas para complementar el modelo, de tal manera que el mismo sea más robusto y que a la vez no pierda su condición esencial de modelo de priorización rápida.

Como se afirma previamente, entre las acciones a desarrollar en las cuencas, una vez que se determine su priorización, están: programas de educación ambiental, de reforestación, de control de uso de agroquímicos, planificación del uso de la tierra, prácticas de control de la erosión, saneamiento ambiental, etcétera.

Lo anterior debe ser fundamentado en un diagnostico preliminar de cada cuenca, por ejemplo, si una determinada cuenca está muy intervenida de manera que la cobertura forestal se haya visto disminuida, se implementaran reforestaciones, igualmente, si una cuenca presenta cultivos con excesivo uso de agroquímicos, se implementarían programas de control del uso de los elementos tóxicos, si se encuentran áreas degradadas, los

técnicos deberán implementar medidas de control de la erosión. Todo lo anterior debe ir acompañado de programas de educación ambiental de las poblaciones que ocupan las cuencas, de manera tal que sean ellos mismos los promotores de un uso sostenible de los recursos que la Tierra les provee. Por ejemplo, Sotelo *et al.* (2005), en un estudio de la cuenca Lerma-Chapala, en México, encontraron que fenómenos como la pérdida de cobertura vegetal, la reducción y contaminación de diversos cuerpos de agua, y la pérdida de suelos por distintos procesos de degradación, eran algunos de los principales problemas ocasionados por los patrones de desarrollo seguidos a lo largo de la historia, y dado que la complejidad que caracteriza a la cuenca Lerma-Chapala supera el alcance de cualquier acción aislada, e impide la generalización en el diseño de alternativas de solución; recomendaron que sólo pueden ser analizados desde una perspectiva sistémica; es decir analizaron cada subcuenca, y generaron estrategias y acciones para cada una de las mismas, en un todo de acuerdo con lo propuesto en este trabajo.

5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los funcionarios de Aguas de Mérida C.A., y a los profesores de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes por su colaboración en la ponderación de los factores utilizados en la priorización, mediante las encuestas facilitadas para tal fin.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHER, P. D., ADINARAYANA J. y S. D. GORANTIWAR. 2013.Prioritization of watersheds using multi-criteria evaluation through fuzzy analytical hierarchy process. *Agric EngInt: CIGR Journal* 15 (1): 11-18.

AJOY, D., M. MILAN, D. BHASKAR y R. ASIM. 2012. Analysis of drainage morphometry and watershed prioritization in Bandu Watershed, Purulia, West Bengal through Remote Sensing and GIS technology - A case study. *International Journal of Geomatics and Geosciences* 2 (4): 995-1013.

ÁLVAREZ, C. y D. CARDONA. 2011. *Criterios de priorización de cuencas hidrográficas susceptibles de ordenación.* Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. 51 p.

BARREDO, J. 1996. *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio.* RA-MA. Madrid, España. 264 p.

BENEGAS, L. y J. LEÓN. 2009. *Criterios para priorizar áreas de intervención en cuencas hidrográficas. La experiencia del programa FOCUENCAS II.* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. San José de Costa Rica, Costa Rica. 60 p.

CHUVIECO, E. 2008.Teledeteccion Ambiental: la observación de la Tierra desde el espacio. Editorial Ariel. Madrid, España. 594 p.

EASTMAN, J. R., P. A. KYEM, J. TOLEDANO, J. y W. JIN. 1993. *GIS and Decision Making.Explorations in Geographic Information Systems Technology.* Vol. 4. United Nations Institute for Training and Research (UNITAR). Switzerland. 112 p.

FALLAS, J. y C. VALVERDE, C. 2008. *Manejo y Priorización de cuencas hidrográficas, Principios criterios e indicadores.* Ingeniería en Ciencias Ambientales. Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional. San José de Costa Rica, Costa Rica. 52 p.

FAO. 1996. *Computer assisted watershed planning and management. Technologies for national planning.* FAO Conservation Guide 28/1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, Italy. 87 p.

GARCÍA, M., 0. VARGAS, D. CARDONA y C. ÁLVAREZ. 2014. *Criterios para la priorización de cuencas hidrográficas objeto de Ordenación y Manejo.* Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Subdirección de Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia. 51 p.

GÓMEZ, M. y J. BARREDO. 2005. *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio.* 2da edición. Alfaomega RA - MA. Caracas, Venezuela. 279 p.

GUTIÉRREZ, J. 2001. *Modelo para la selección y priorización de áreas a reforestar en los alrededores de la ciudad de Mérida, Venezuela, utilizando Sistemas de Información Geográfica y Técnicas de Evaluación Multicriterio.* Trabajo de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 79 p.

GUTIERREZ, J. 2007. *Diseño de un modelo de análisis de sensibilidad ambiental bajo Sistemas de Información Geográfica.* Tesis Doctoral. Programa de Doctorado en Ciencias Aplicadas. Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 194 p.

GUTIÉRREZ, J. y H. JEGAT. 2011. Índice de Sensibilidad Ambiental ante Derrame Petrolero aplicando Evaluación Multicriterio, Números Difusos y SIG, Lago de Maracaibo, Venezuela. *Revista Ecodiseño y Sostenibilidad 2(1): 129 - 145.*

MARTÍNEZ, M. y V. REYES. 2007. *Criterios para la priorización y selección de cuencas.* Programa de Comunicaciones WWF Centroamérica. San José de Costa Rica, Costa Rica. 34 p.

MÉNDEZ, E., W. CONTRERAS, M. CAMARGO, Y. OVALLES, R. CAMARGO, F. RIPANTI, J. LEÓN, G. RAMÍREZ, M. E. OWEN y A. SOTO. 2011. *El Estado Mérida y sus municipios en la construcción de futuro 2010-2020-20150.* Universidad de Los Andes. Talleres Gráficos universitarios. Mérida, Venezuela. 279 p.

OEA. 1992. Honduras –*Proyecto de Manejo de los Recursos Naturales Renovables de la Cuenca del Embalse el Cajón– Estudio de Factibilidad.* Secretaria general de la Organización de los Estados Americanos. Secretaria ejecutiva para asuntos económicos y sociales. Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. Washington DC., USA. 195 p.

ORMSBEE, L. y COLTEN, L. 1997. *Kentucky Watershed priority Formula: Application Guidelines and Data Requirements.* The Kentucky Division of Water Department for Environmental Protection Natural Resources and Environmental Protection Cabinet. Washington DC., USA. 48 p.

POZZOBÓN, E. y J. GUTIÉRREZ, J. 2003. Utilización de SIG para la selección y priorización de áreas a reforestar en los alrededores de la Ciudad de Mérida, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 47(2): 61-72.

SAATY, T. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences* 1 (1): 83-98.

SAATY, T. 1980. *The analytical Hierarchy Process.* Mc Graw Hill. New York. Washington DC., USA. 136 p.

SOTELO, E., N. CARDONA, A. FREGOSO, C. ENRIQUEZ, A. GARRIDO, G. CAIRE y H. COTLER. 2005. *Acciones estratégicas para la recuperación de la cuenca Lerma-Chapala: Recomendaciones técnicas para las diecinueve Subcuencas.* Dirección de Manejo de Cuencas Hídricas. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. Instituto Nacional de Ecología. México DF, México. 113 p.

CONTRIBUCIONES PARA LA VALORACIÓN DE EXTERNALIDADES DEL SISTEMA PRODUCTIVO SÁBILA (*ALOE VERA* L.)

CASO: PARCELAMIENTO PABLO NERUDA, ESTADO FALCÓN, VENEZUELA

Contributions towards the assessment of externalities of the productive system (Aloe veraL.) Case Study: Pablo Neruda" Plots in the State of Falcón, Venezuela

POR

Ronald **MORENO**[1] Jesús **MÉNDEZ**[1]

Henri **PIÑA**[2] Arelys **MUÑOZ**[1]

Eliangel **PIÑA**[1] Elys **DUNO**[1]

1 Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).
2 Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Santa Ana de Coro, estado Falcón, Venezuela.
ronald30dnarios@gmail.com

pp. 80–93

RECIBIDO 25/03/2016
ACEPTADO 12/10/2016
ISSN 1856-9552

RESUMEN

La multifuncionalidad (MF) agraria es un marco de emplazamiento que reconoce cómo las actividades agrícolas *per se*, no solo generan bienes tangibles asociados a la función productiva agroalimentaria, sino que además esquematiza la relevancia complementaria y sinérgica desplegada en el ejercicio de dicha función, generando bienes públicos (externalidades) que coadyuvan a la sostenibilidad de recursos y viabilidad socioeconómica en áreas rurales. Consecuentemente el estado Falcón, representa una entidad con importancia estratégica, geopolítica y agroecológica para el desarrollo del diferentes cultivos, destacando el cultivo sábila (*Aloe vera* L.), como rubro con potencialidades de emprendimiento agroindustrial que puede ofertar un abanico dinamizador en el ejercicio multifuncional para la transfiguración local y territorial. Bajo esta perspectiva se propuso la valoración de la MF del sistema sábila en el área periurbana de la Península de Paraguaná. La metodología se basó en un estudio de caso del parcelamiento sabilero "*Pablo Neruda*", Municipio Carirubana, evaluándose 17 atributos tributarios al marco de MF, integrándose en tres dimensiones de análisis: económica, social y ambiental. La investigación fue de naturaleza cualitativa, descriptiva-explicativa-prospectiva, y resume, resultados preliminares para la triangulación de información y construcción parcial del enfoque. La información fue recabada a través de encuestas de opinión a actores del desarrollo local. En la valoración se detectaron aspectos positivos y negativos significativos dentro del escenario de la MF los cuales representan un insumo o marco referencial para la formulación de planes, programas y proyectos.

PALABRAS CLAVE
Multifuncionalidad agraria, desarrollo rural, aloe vera.

KEY WORDS
Rural development, agricultural multi functionality, aloe vera.

SUMMARY

Agricultural multifunctionality (MF) is a position which not only acknowledges the value of agricultural activities *per se* in that tangible benefits are generated directly with these activities, but also recognizes the importance of the complementary and synergetic by-products derived from such activities. One of these benefits in clued public externalities which contribute to the sustainability of resources and the socio – economic development of rural areas. The State of Falcon is of geopolitical and agro –ecological strategic importance for the growth of different crops, primarily aloe vera. *Aloe vera* crops show an enormous agro - industrial potential that could offer a dynamic range of agricultural multifunctional activities that can transform the area at a local and regional level. Against this backdrop, we under took an assessment of the agricultural multifunctionality of *Aloe vera* in the suburbs of the Paraguaná Peninsula. We used a case study technique to study the 'Pablo Neruda' *Aloe vera* plots in the municipality of Carirubana. We assessed 17 attributes against the MF frame work which were an alysed against three dimensions: economic, social and environmental. This qualitative study adopted a descriptive-explanatory-prospective approach as a result of preliminary findings which were used for the triangulation of the data. Data were collected through individual surveys from a samples elected in the local area. The assessment highlights positive and negatives aspects of the use of MF which will serve as a guide line frame work for the development of strategies, projects and programmes.

1. INTRODUCCIÓN

Las transformaciones en la política agraria en Europa y a nivel mundial, han dejado en evidencia que la agricultura es considerada cada vez más como productora simultánea de distintos bienes y servicios. La concepción empleada para definir este escenario es la multifuncionalidad (MF) (Muñiz *et al.*,2006; Silva, 2010).

Las relaciones en los procesos de desarrollo rural bajo la MF agraria han permitido comprender las reconfiguraciones en el uso de recursos como la mano de obra, tierra, conocimiento y naturaleza, evidenciando un impacto rural, al considerar otras alternativas derivadas de la agricultura, como conservación de suelos, gestión sostenible de recursos, preservación de biodiversidad, configuración del paisaje (agro paisaje), preservación cultural y contribución al desarrollo (Knickel y Renting, 2000; Altieri y Nicholls, 2007; Chacón y Rastelli 2010, 2011).

Existen ejemplos de MF agraria, que apuntalan hacia países en vía de desarrollo, tal es el caso de la agroindustria panelera colombiana, en la cual resaltan características que identifican la presencia de múltiples funciones sociales y ambientales relevantes para el diseño de políticas explicitas que han permitido activar y fortalecer los sistemas agroalimentarios locales (Rodríguez y Requier, 2005). Por su parte, en Venezuela la aplicabilidad de metodologías de MF ha sido limitada, siendo referida solo al espacio rural andino en función de las oportunidades o riesgos en la ordenación del territorio, caso del Municipio Rangel en el estado Mérida, la cual es una zona estratégica de producción de hortalizas, donde se considera la evaluación cualitativa y cuantitativa de la base física y biológica de los recursos naturales, desarrollo económico-socio, productivo y agroalimentario (Hall *et al*., 2004; Berdegué y Schejtman, 2008; Sánchez y Yerson, 2013).

En el estado Falcón, existen potencialidades favorables que desde el punto de vista agroecológico y territorial han favorecido el desarrollo de sistemas de producción, destacándose, en tal sentido, el cultivo de la sábila (*A. vera* L.). Específicamente, aun cuando se desaprovechan ventajas comparativas y competitivas para el desarrollo de dicho cultivo, se considera que la explotación sistemática de este rubro, permitiría el desarrollo de áreas rurales donde es cultivado, bajo un enfoque de desarrollo endógeno local, territorial y multifuncional, y no bajo un esquema productivo rudimentario y marginal, basado en la obtención de acíbar netamente para su transformación en pasta, sin valoración de externalidades simultaneas sobre las implicaciones en otros contextos como el ambiental y sociocultural (Piña *et al.*, 2005; Rodríguez, 2006; Piña, 2010; Piña y González,2010; Molero *et al.*, 2013).

Considerando lo antes indicado, se plantea como objetivo del presente trabajo, que la falta de percepción de los factores integrales en el enfoque de MF, no permite realizar un desarrollo de políticas integrales locales cuyo impacto pueda generar un significativo cambio a nivel del Municipio Carirubana, y como caso particular, el parcelamiento sabilero "*Pablo Neruda*". Bajo estas premisas, se propone una investigación para precisar los elementos que le confieren el carácter multifuncional al cultivo de sábila en el estado Falcón.

2. MATERIALESY MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se estableció en 10 unidades de producción en el parcelamiento sabilero "*Pablo Neruda*", comunidad de Tacuato, municipio Carirubana, estado Falcón **(FIG. 1)**. Las características agroecológicas del área de estudio se corresponde con un bioclima de Monte Espinoso Tropical, con temperatura media anual de 27 °C; precipitación media anual de 450 mm; evapotranspiración media anual en 2.925 mm; y suelos con clasificación VII cs (suelos de importancia Agrícola) (POTEF, 2004).

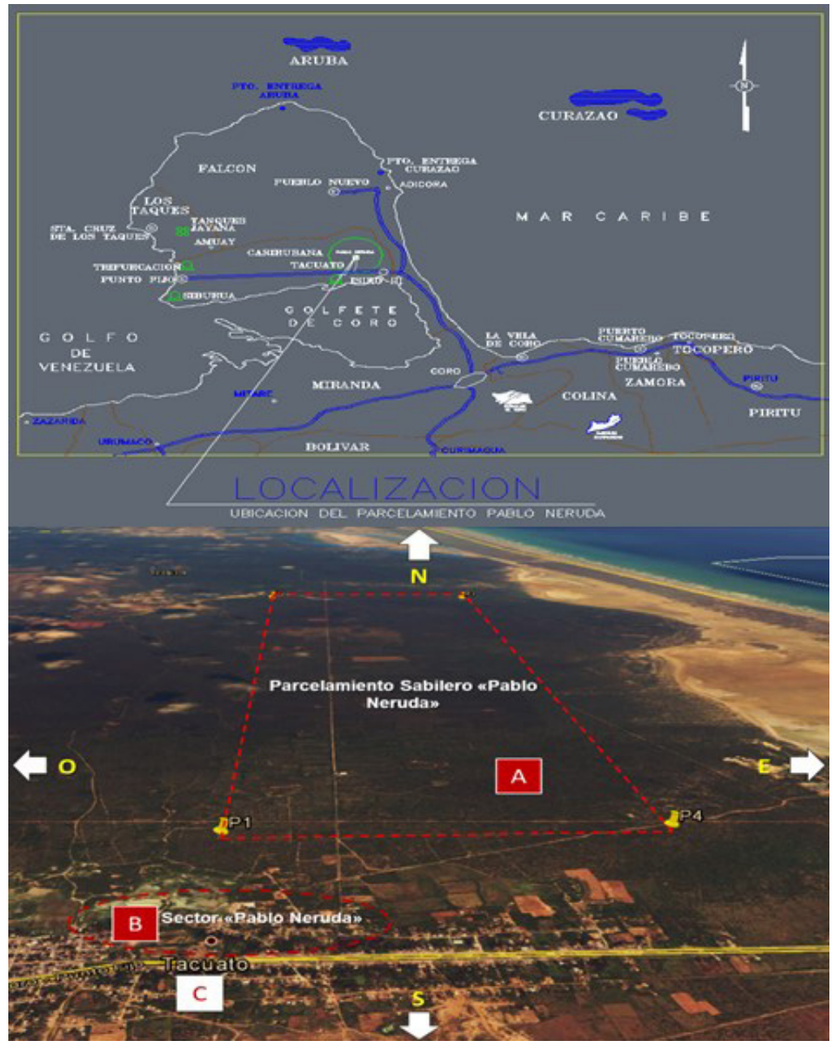


FIG. 1
Localización panorámica de los enclaves del parcelamiento sabilero **(A)**, del sector Pablo Neruda **(B)** y la comunidad de Tacuato **(C)**; Parroquia Santa Ana; Municipio Carirubana del Estado Falcón.

2.1.1.
SELECCIÓN DE MIEMBROS DE COMUNIDAD Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

El estudio de caso se basó en una investigación cualitativa-descriptiva-explicativa-prospectiva mediante un muestreo intencional a 10 productores (10 unidades de producción), a los cuales, en un clima de confianza, se les aplico entrevistas no estandarizadas a profundidad, permitiendo precisar de manera uniforme la mejor recolección de la información (Suarez, 2012). Complementario a la fase anterior, se efectuó la selección de 10 personas del consejo comunal del sector, a los cuales se les aplicó un instrumento tipo cuestionario para precisar argumentos sobre la orientación, transformación e importancia del sistema de producción del cultivo sábila **(FIG. 1)**.

2.1.2. VALORACIÓN PARTICIPATIVA DE ATRIBUTOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO SÁBILA

Esta información preliminar, fue sistematizada atendiendo a cada dimensión de análisis (sociocultural, ecológica, económica y percepción cognitiva, actitudinal y preferencias), contrastada mediante el establecimiento de un debate participativo para lograr el consenso de actores, las cuales se presentaron en una matriz construida con las opiniones emitidas por los agentes locales (Kallas *et al*., 2007) **(FIG. 2)**. Esta fase se complementó a través de la jerarquización de atributos presentados mediante la votación de los actores. Asimismo, para garantizar la participación de los agentes del desarrollo local, se realizaron diversas convocatorias para acordar las acciones, fechas y el horario de las diferentes actividades (Boza y Cuenca, 2010; Rey de Arce y Cliche, 2013).

FIG. 2
Aplicación de herramientas de consulta participativa: consenso grupal, entrevistas no estandarizadas a profundidad y aplicación de cuestionarios a productores y líderes comunitarios del parcelamiento "Pablo Neruda", Municipio Carirubana.

2.1.3.
VARIABLES DE MEDICIÓN

El total de atributos presentados fueron 17, correspondientes a cada área de análisis, construidos de acuerdo a su operatividad y representatividad para el enfoque (Rodríguez y Requier, 2005). Las variables de medición se exponen en los **TABLAS 1 y 2**, las cuales son el resultado de consultas realizadas a los más importantes productores y miembros del consejo comunal del área de estudio.

TABLA 1
Atributos de MF en el sistema de producción del cultivo sábila.

Dimensión	Atributo de referencia en función de su importancia	Nivel de importancia	Valor
SOCIOCULTURAL	Composición del grupo familiar. Tradición de producción. Disponibilidad de mano de obra. Presencia de nivel de organización. Acceso a financiamiento.		
SERVICIOS AGRO ECO SISTÉMICOS	Asociación del cultivo con otros rubros de secano Empleo del cultivo para protección de áreas susceptibles a procesos de erosión Valor del agro paisaje Densidad de siembra. Topografía del terreno	Ideal Alto Medio Bajo Muy Bajo No se considera	5 4 3 2 1 0
FUNCIÓN ECONÓMICA PRODUCTIVA	Orientación productiva. Superficie del predio destinada a la producción de sábila. Condición edáfica para la producción Condición fitosanitaria del cultivo para la producción		

TABLA 2
Esquema de evaluación del nivel cognitivo, actitudinal y preferencial de información proveniente del Consejo Comunal del Pablo Neruda.

Variables: Categorías de respuestas para el análisis	
COGNITIVA	El sistema de producción de la sábila (*A. vera* L.) se orienta hacia: Materia prima para la industria (gel, acíbar y pasta). Materia prima para la industria y servicios ambientales (protección de suelos contra la erosión). Materia prima para la industria, servicios ambientales y sociales (sustento familiar, empleo).
ACTITUDINAL	Consideraciones sobre el sistema de producción del cultivo sábila en el parcelamiento "*Pablo Neruda*" entorno a una transformación para una gestión más eficaz e integral.
PREFERENCIAL	Consideraciones sobre la transformación integral del sistema de producción del cultivo sábila, orientado de forma favorable hacia la economía productiva, dinámica familiar y entorno ambiental del parcelamiento. Importancia del sistema de producción del cultivo sábila en el parcelamiento "*Pablo Neruda*" en lo económico, social y ambiental.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La realización de los resultados y sus análisis conllevo a ser presentado primeramente en lo referido a funciones en el sistema de producción de la sábila; y segundo, lo referido a la percepción del nivel cognitivo, actitudinal y preferencial de los agentes locales de desarrollo en el sistema de producción de la sábila.

3.1. ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN SÁBILA

3.1.1. FUNCIÓN SOCIAL

La *estructura del grupo familiar* se realizó a través de la categorización de la población sujeto de estudio **(FIG. 3)**. El primer elemento a resaltar es el representante del grupo familiar, resultando como principal figura el jefe de familia (45 %), mientras que 27 % es jefa de familia. Al respecto la valoración de este atributo fue "media", debido a que no se aprecia la vinculación de la población joven a las actividades llevadas a la par de la realidad actual, en la jerarquización de la toma de decisiones en torno al cultivo (Suarez, 2012).

Otro aspecto resaltante se refiere al hecho de que en la distribución porcentual de población adulta con respecto a la joven, existe un contraste de 72 % adultos contra un 28 % de población joven, siendo un escenario que no favorece el empoderamiento y el legado cultural de la actividad de la sábila para el sector.

La *tradición de producción* fue valorada desde la perspectiva de la experiencia del productor como "alta", tomando en cuenta los años de servicio dedicados a desarrollar la actividad de producción y comercialización del cultivo. En este sentido, 40 % de los productores posee una experiencia de 10 años, 50 % tiene hasta 15 años y sólo 10 % tiene más de 45 años de experiencia. En ningún caso se obtuvo un porcentaje menor de cinco años.

En cuanto a la *mano de obra*, el nivel de importancia fue establecido como "alto", puesto que 97 % es local y más aún, 90 % es masculina. Sin embargo, solo el 30 % es mano de obra familiar, el resto es de la comunidad.

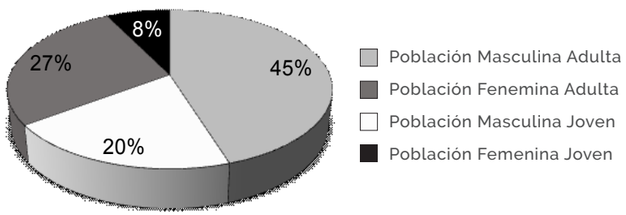


FIG. 3
Estructura del grupo familiar.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Para valorar la *estructura organizativa*, se consideró la presencia de dos organizaciones a nivel del sector: la primera, orientada a dinamizar y gestionar las actividades comunitarias y de desarrollo local, y sus líderes comunitarios a nivel de las diferentes vocerías con vigencia establecida. La segunda, correspondió a los productores, sus actividades de producción y de comercialización del cultivo amparados en COPROZA. En el primer caso, la relación entre la participación a nivel del consejo comunal entre hombres y mujeres es de una distribución equitativa 50 % - 50 %. Para el segundo caso, el 80 % de los socios, son hombres. Sin embargo, debe destacarse que a nivel del consejo comunal las gestiones y vigencia de las vocerías y junta directiva, se mantiene activa en torno a los planes, programas y proyectos comunitarios.

En contraste, se evidenció una vulnerabilidad derivada por la falta de estímulo, en la participación activa y en la toma de decisiones de los productores asociados a la cooperativa. Este hecho se evidencia al revisar el registro de 131 socios, de las cuales menos de 10 % mantiene mínimas actividades en torno al cultivo. Por lo antes indicado, la valoración para dicho atributo fue "baja" en cuanto al nivel de importancia actual en la comunidad.

En cuanto al *acceso al financiamiento*, este atributo fue evaluado bajo la perspectiva del apoyo financiero destinado al cultivo en los últimos 10 años, resultando "media" su valoración, en respuesta a la gestión y autogestión por parte de los agentes de desarrollo local. Es importante mencionar que el 92 % de los productores fueron objeto de financiamiento para el año 2007, siendo la fuente de financiamiento la banca pública, específicamente FONDAFA, con 60 % de los créditos otorgados para siembra y FONECRA con un 40 %, respectivamente.

Complementariamente en las gestiones realizadas, destaca la construcción de una sede física destinada a la recepción del acíbar; la asignación de uso de la tierra para 256 parcelas (1.016 ha) por el Instituto Nacional de Tierras; y la construcción de 1,8 km de vialidad agrícola entre otros aspectos. Actualmente la realidad particular es contrastantemente desfavorable por los altos costos para producir y mantener las parcelas, las condiciones de mercado en cuanto al valor de comercialización de los productos y sub productos, la deuda actual que se mantiene con respecto a los financiamientos otorgados y los problemas presentados para el arranque de la planta procesadora a nivel político-institucional, técnico, logístico, administrativo y de organización, lo cual ha conllevado al abandono de la actividad productiva.

3.1.2. FUNCIÓN AMBIENTAL

En la *asociación de sábila con otros rubros* destacó la categoría de asociación de sábila-caprino con un 30 %; 20 % para las categorías sábila-leguminosas y sábila-policultivos; y 10 % para los casos sábila-hortalizas, sábila-especie forestal y sábila-ovinos.

En consecuencia, su valoración fue "media", porque a pesar de darse la asociación del cultivo con otros rubros agroecológicamente factibles, esta se realiza de forma empírica, sin diseño o arreglo en función a las densidades de siembra, ciclos de los cultivos, condiciones de suelo o mercado, entre otros aspectos, y se llevan a cabo con baja frecuencia.

El *empleo del cultivo para protección de áreas susceptibles a procesos erosivos*, contempló cuatro categorías: reforestación de cárcavas; barreras vivas; implementación de torobas y reforestación de micro cuencas con el empleo del cultivo. En este caso, la aplicación de estas prácticas "no se considera" a nivel de los productores encuestados.

Con respecto a la *densidad de siembra* y su consideración para conservación del suelo como cobertura vegetal, se obtuvo que en la producción de acíbar la mayoría de los productores encuestados han utilizado densidad de siembra alrededor de 10.000 plantas/Ha

(70%). En contraste, las recomendaciones técnicas apuntan a densidades de 30.000 plantas/ha, lo que supone que se debe realizar de forma progresiva para favorecer la función productiva (aprovechamiento del área) y la conservación del recurso edáfico (Piña *et al.*, 2005; Piña *et al.*, 2010; Molero *et al.*, 2013) **(TABLAS 3 y 4)**. En este caso la aplicación de esta alternativa "no se considera" como practica aplicada.

En cuanto al *agropaisaje*, el 80 % de los productores consideran que el cultivo, puede ser valorado por su efecto e impacto paisajístico en el semiárido falconiano, constituyendo un valor patrimonial y cultural necesariamente potencial. En tal sentido, su valoración fue "alta". El nivel topográfico en la unidad de producción fue evaluado como "ideal", dada su importancia como sustrato de asiento de la producción donde se desarrolla el cultivo, así como su pertinencia para el análisis, vista la alta adaptabilidad del cultivo a condiciones limitadas de suelo y terreno. En este caso en particular no representa una limitante, ya que el 99 % de la superficie de las unidades de producción, corresponden a la categoría de terreno plano con pendientes menores del 3 %, condiciones perfectas para el establecimiento de dicho sistema (POTEF, 2004).

TABLA 3
Características edáficas. Fuente: Elaborado a partir de Zerpa (2013).

Sector	Profundidad de muestreo (cm)	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (meq/100)	PH	CE (ds/m)	Tipo de Suelo
El Cochocho	20	media	bajo	------	Bajo	Lig. Alcalino	No Salino	Franco Arenoso
El Bisure azul	20	media	medio	------	Bajo	Lig. Alcalino	No Salino	Franco Arenoso
El Lechero	20	baja	bajo	bajo	Bajo	Neutro	No Salino	Franco Arenoso
Los Apamates	20	media	bajo	------	Bajo	Neutro	No Salino	Franco Arenoso
El Guayacán	20	baja	bajo	------	Bajo	Lig. Alcalino	No Salino	Franco Arenoso
La Ciénaga	20	alta	alto	------	Bajo	Lig. Alcalino	No Salino	Franco Arenoso
S/N	20	alta	alto	------	Bajo	Lig. Alcalino	No Salino	Franco Arenoso
S/N	20	baja	bajo	------	Bajo	neutro	No Salino	Franco Arenoso
S/N	20	baja	bajo	------	Bajo	Lig. Alcalino	No Salino	af – fa

TABLA 4
Superficie destinada para la producción del cultivo sábila.

Categoría de uso actual	N° de Has	N° de Parcelas
Superficie potencial	500	125
Superficie en uso	516	131

3.1.3. FUNCIÓN ECONÓMICA

La primera categoría de análisis corresponde a la *superficie productiva* de las 10 parcelas objeto de estudio **(TABLA 4)**, quedando como registro 40 ha distribuidas en 4 ha por parcela. Como complemento adicional de diagnóstico se inspeccionaron un total de 146 parcelas restantes, para un total 1.006 ha que totalizan el enclave del parcelamiento. Durante el diagnóstico se evidenció como la actividad de producción se encuentra paralizada quedando solo muy pocos predios con siembras establecidas **(FIG. 4)**. La distribución del parcelamiento arrojo 125 establecidas con sábila (enmontada) y 131 sin cultivo establecido o en condiciones de barbecho.

Esta situación sugiere la reactivación del proceso productivo, en lo referente a las prácticas de renovación, selección de hijuelos, mantenimiento, atención para el cultivo, cosecha e incluso la recuperación de vías de acceso del parcelamiento, requiere de una significativa inversión de recursos, como maquinarias, mano de obra y de una estrategia de replanteo y rediseño del cultivo establecido bajo un nuevo programa de reorientación.

En cuanto a la *orientación productiva*, se observó dentro del esquema del parcelamiento, un periodo operativo comprendido desde 2006 hasta 2008. Durante este tiempo, el 78 % de la superficie cosechada (alrededor de 10 ha) se destinó a la producción de acíbar, el resto se ha destinado para gel. Para el caso de la producción de acíbar, se recopiló poca información con respecto al rendimiento, sin embargo el consenso de los productores dirigen las cifras hacia 9.000 l de acíbar/ha., y 7.500 kg de penca/ha para gel.

La expectativa en cuanto al destino de la materia prima se ha mantenido dentro del esquema productivo con orientación a la agroindustria **(TABLA 5)**. En este sentido, es uno

FIG. 4
Esquema de arreglo agroecológico de predios que aún mantienen establecimiento del cultivo sábila (*A. vera* L.) para producción de acíbar a nivel del parcelamiento "Pablo Neruda", Municipio Carirubana.

TABLA 5
Registro promedio de rendimientos. Fuente: Elaboración propia.

	Orientación Acíbar	Orientación Gel
Superficie cosechada (ha)	9	2,5
Kilos penca/ha	---	7.500
Litros acíbar/ha	9000	---
Destino	Agroindustria	Agroindustria

de los atributos que por múltiples causas adquiere una valoración de "muy baja" importancia, en cuanto a su aporte a la MF. Adicionalmente la producción de acíbar para el periodo referenciado, fue objeto de comercialización: 48 % en el mercado local y 30 % en el mercado nacional. En cuanto al gel, 13 % se correspondió con el mercado local y 9 % mercado nacional **(FIG. 5)**.

Consecuentemente la *condición de suelo* en función de la producción en la zona de estudio, fue favorable dado que cultivo sábila se adapta favorablemente a condiciones edáficas desde suelos arcillosos hasta pedregosos (Piña *et al.*, 2005; Piña y González, 2010). Para el caso particular, el análisis se construyó una matriz sustentada en registros y antecedentes realizados en la zona, los cuales orientan la valoración del atributo a "ideal" **(TABLA 3)**.

De manera análoga al caso anterior, la *condición fitosanitaria* del cultivo se valoró atendiendo el análisis de información previa (Zerpa, 2013), resultando en una valoración "alta", atendiendo a incidencias fitosanitarias identificándose sobre las casos registrados 10 enfermedades causadas por hongos, y dentro de estas, se detectaron focos puntualizados de *aspergillus niguer* en 4 unidades de producción. En cuanto a la sintomatología con virus, solo destacaron 3 casos con amarillamiento a nivel de la parte aérea y sólo una unidad de producción con caso de podredumbre, siendo en ambas condiciones, focos puntuales. Para el caso de enfermedades detectadas por bacterias y nematodos no se encontraron evidencias.

A raíz de estos resultados, se recomienda la realización de prácticas correctivas para subsanar dichos focos, implementando medidas en el manejo cultural de los hijos de sábila introducidos en la zona y atacando los puntos de infección detectados. En función de los datos anteriores, la caracterización del sistema de producción sábila en el parcelamiento "*Pablo Neruda*", puede resumirse en la **FIG. 6**.

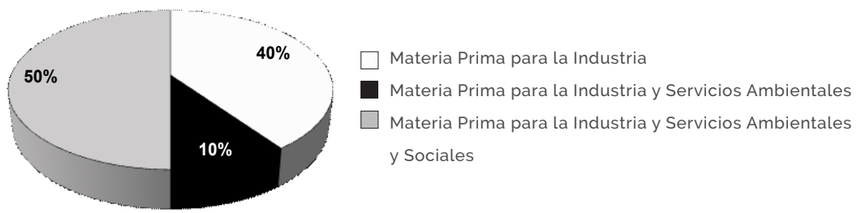


FIG. 5
Distribución porcentual de las categorías de opinión.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

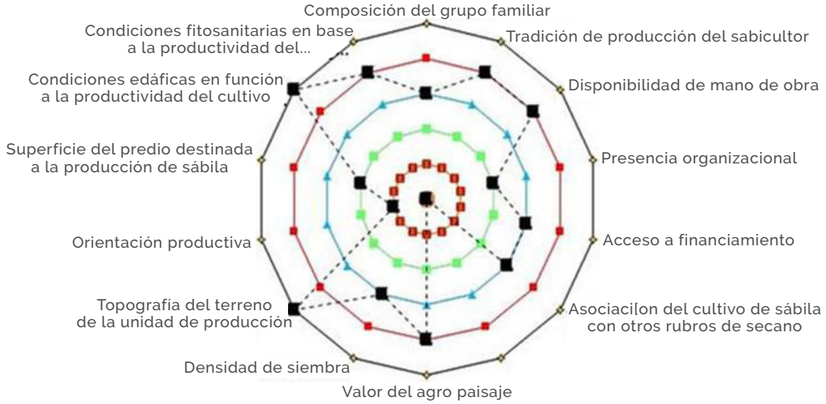


FIG. 6
Diagrama totalizador del enfoque de MF agraria del cultivo sábila, caso parcelamiento "Pablo Neruda".
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.2. PERCEPCIÓN DEL NIVEL COGNITIVO, ACTITUDINAL Y PREFERENCIAL DE LOS AGENTES LOCALES DE DESARROLLO EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA SÁBILA

3.2.1. NIVEL COGNITIVO

Orientación del sistema de producción de la sábila. Para la variable cognitiva, el cultivo de sábila es concebido como una actividad que supera el mero hecho de ser proveedor de materia prima para la agroindustria (50 %), sugiriendo una clara necesidad por reconocer los servicios ambientales propios del cultivo, y adicionalmente, contextualizar estos elementos desde la perspectiva local para generar calidad de vida.

En una categoría menor, diferenciada con el escenario anterior, en este caso por un 10 %, otros encuestados argumentaron que el carácter de la producción del cultivo de la sábila es únicamente para generar materia prima para su transformación **(FIG. 5)**.

3.2.2. NIVEL ACTITUDINAL. IMPORTANCIA EN LA TRANSFORMACIÓN INTEGRAL DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA SÁBILA

Actitudinalmente, la totalidad de los encuestados reconoció ***como muy importante*** la necesidad de dinamizar un proceso de transformación integral de dicho sistema, en total concordancia con el resultado anterior, denotando una interrelación directa de los productores para con su entorno productivo y la importancia del cultivo sábila para las zonas rurales del estado.

3.2.3. NIVEL PREFERENCIAL

Transformación integral del sistema de producción de sábila en la economía, familia y entorno ambiental. Fue reconocida en gran medida (100 %), desde una perspectiva preferencial, atendiendo a aquellos elementos orientadores de la gestión y el desarrollo local.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se pudo determinar finalmente que para el caso de los líderes comunitarios, el enfoque de MF visto en el escenario de la sábila, fue pertinente desde lo cognitivo. De igual forma la actitud frente a una gestión eficiente y eficaz para la trasformación integral del sistema descrito, siendo evidentemente una necesidad objetiva que surgió como fin orientador, dentro de la consulta participativa, dinamizada por agentes del desarrollo local. En cuanto a la importancia que conlleva la interrelación de la familia y el entorno en el plano productivo de la sábila, los encuestados coincidieron en su totalidad, que para que dicha interrelación se pueda lograr, el enfoque debe ser orientado para generar calidad de vida, compaginado en el proceso el estímulo de la generación de relevo (población joven) que pueda fungir en la continuidad del proceso desde la perspectiva multifuncional.

Como aspectos positivos en la valoración de atributos por dimensión, destacan integralmente para el escenario de la MF del sistema, las condiciones edáficas del suelo y la topografía del terreno como condiciones ideales, para reactivar un verdadero y significativo proceso productivo. Como puntos críticos paradójicos al caso anterior, destacan la orientación productiva (escenario negativo) que desfavorece el desarrollo local de dicha actividad y la falta de implementación alternativas agroecológicas en función de áreas susceptibles para el caso del parcelamiento “Pablo Neruda”. Como hallazgos y aspectos potenciales resaltan la valoración del agro paisaje, disponibilidad de mano de obra, tradición de producción y condición fitosanitaria.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI M.A. y C.I. NICHOLLS. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET). *Revista Ecosistemas* 16(1): 3-12.

BERDEGUÉ J. y A. SCHEJTMAN.2008. La desigualdad y la pobreza como desafíos para el desarrollo territorial. Artículo. *Revista Española de Estudios Agro sociales y Pesqueros* 218: 99-121.

BOZA A. y L. CUENCA. 2010. Metodología de descripción de indicadores de rendimiento de procesos para su implementación en un almacén de datos. *4th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*, 697-704.

CHACÓN R. y V. RASTELLI. 2010. *Educar para el desarrollo sostenible. Experiencias iberoamericanas.* Editorial Equinoccio. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.

CHACÓN R. y V. RASTELLI. 2011. *Educar para el desarrollo sostenible. Experiencias de investigación en sostenibilidad urbana, gestión ambiental y riesgo.* Editorial Equinoccio. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela. 137 p.

HALL, C., A. Mc. VITTIE y D. MORÁN. 2004. What does public want from agriculture and the countryside? A review of evidence and methods. *Journal of Rural Studies* 20: 211-225.

KALLAS, Z., L. GÓMEZ y J. ARIAS. 2007. Valoración de la multifuncionalidad agraria: Una aplicación a través del método de los experimentos de elección. Estudios de Economía Aplicada. *Asociación de Economía Aplicada España* 25(1): 107-143.

KNICKEL K. y H. RENTING. 2000. Methodological and Conceptual Issues in the Study of Multifunctional it and Rural Development. *Sociologic Rurally* 40(4): 512-528.

MOLERO T., M. VILORIA, D. PATIÑO y M. OCANDO. 2013. Producción de gel y acíbar en plantaciones de sábila (*Aloe barbadensis* Mill.) en el occidente de Venezuela. *Bioagro* 25(1): 71-76.

MUÑIZ, I. A., J. A. GÓMEZ, L. RODRÍGUEZ y J. B. HURLÉ. 2006. El reto de la multifuncionalidad agraria oferta de bienes privados y públicos en el sur de Palencia. *Revista Española de Estudios Agro sociales y Pesqueros*, 155-200.

PIÑA H., R. AZÓCAR y C. ROMERO. 2005. Tipología de la Producción primaria de Zábila (*Aloe barbadensis L.)* en el estado Falcón, Venezuela. *Bioagro* 17(1): 25-34.

PIÑA, H. 2010. *Circuito agroalimentario sábila*. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda (UNEFM). Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología del Estado Falcón (FUNDACITE). Coro, Venezuela. 186 p.

PIÑA, H. y J. GONZÁLEZ. 2010. Análisis Estratégico de la Agroindustria Artesanal de la Zábila (*Aloe vera L.*) en el Estado Falcón. *Revista Multiciencias* 10 (1): 13-20.

POTEF. 2004. *Plan de Ordenamiento Territorial del Estado Falcón*. Gobernación del Estado Falcón. Coro, Falcón, Venezuela. 247 p.

REY de ARCE, M. y G. CLICHE. 2013. *Percepción de actores y su relación en la oferta de inversiones del Programa de Apoyo a las Iniciativas Productivas (PAIP), Haití*. Proyecto ¿Invertir en los pobres rurales o en los territorios donde ellos viven? Rimisp. Documento de Trabajo N°3. Serie Estudios Territoriales. Santiago, Chile. 129 p.

RODRÍGUEZ, G. y D. REQUIER. 2005. Los Sistemas Agroalimentarios Locales y su Multifuncionalidad, un análisis de tres casos en Colombia. Editorial Unibiblos. *Territorios y Sistemas Agroalimentarios Locales*, 99-124.

RODRÍGUEZ, J. 2006. *Elementos estratégicos para la toma de decisiones dentro del circuito sábila (Aloe vera L.) del estado Falcón*. Trabajo de Maestría. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Coro, Venezuela. 183 p.

SÁNCHEZ M. y Y. YERSON. 2013. La multifuncionalidad del espacio rural andino, oportunidades o riesgos para la ordenación del territorio, el caso del Municipio Rangel Estado de Mérida. MPPCTII-OMCTI. *II Congreso Venezolano de Ciencia, Tecnología e Innovación* (I): 65-66.

SILVA, R. 2010. Multifuncionalidad Agraria y Territorio. Algunas Reflexiones y Propuestas de Análisis. *Eure* 36 (109): 5-33.

SUAREZ, A. 2012. *Transición hacia la Multifuncionalidad Agrícola en la Cuenca de Barcas. Procesos Agrícolas Multifuncionales en Fincas Colombianas*. Primera edición. Editorial Academia Española. Bogotá, Colombia. 134 p.

ZERPA Y. 2013. *Proyecto de Red de Innovación Productiva de Sábila.* Informe de gestión. MPPCTI. FUNDACITE. Coro, Venezuela. 91 p.

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DEL PROCESO DE REMANUFACTURA

ASOCIADO A LA TOMA DE DECISIONES

Analysis of variability in the remanufacturing process associated and decision making

POR

Karina Cecilia **ARREDONDO SOTO**[1]

Enriqueta **SALAZAR RUÍZ**[2]

Rosa María **REYES MARTÍNEZ**[3]

Jaime **SÁNCHEZ LEAL**[3]

1 Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, México.
2 Instituto Tecnológico de Mexicali. Mexicali, México.
enriqueta.salazar@gmail.com
3 Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez, México.

pp. 94–107

RECIBIDO 12/02/2016
ACEPTADO 21/10/2016
ISSN 1856-9552

RESUMEN

La remanufactura como una estrategia de fin de vida ha resultado impactar en los enfoques del desarrollo sustentable, configurando el escenario económico, tecnológico y normativo para desarrollar un sistema de producción más limpia. Sin embargo, las operaciones implicadas son complejas. Existe mucha variabilidad en las actividades desarrolladas y en los recursos consumidos de un producto a otro; aún en una misma familia de productos y hasta en un mismo número de partes. En primera instancia para la recuperación del producto al final de su vida útil (núcleo), mediante tácticas de logística inversa. En segundo lugar, cuando las plantas remanufactureras ya tienen el núcleo, la condición de origen es incierta, lo que dificulta las actividades de planeación de recursos humanos, máquinas y compras de materia prima. Así mismo, los tiempos de proceso son variables pues también están en función de la condición de origen. El éxito en la toma de decisiones para la aceptación o rechazo de productos en cada fase está basado en la experiencia y habilidad del operador. Por lo tanto, se realizó una encuesta para gestionar el conocimiento de los expertos e identificar la forma en la que evalúan el producto y toman decisiones en el proceso de remanufactura. Para el análisis de los resultados y su interpretación, se utilizó el modelado de ecuaciones estructurales, que permitió identificar las relaciones y efectos entre las variables intervinientes en el sistema.

PALABRAS CLAVE
Remanufactura, Variabilidad, Modelado de Ecuaciones Estructurales.

KEY WORDS
Remanufacturing, variability, structural equation modelling.

SUMMARY

Remanufacturing as an end of life strategy has influenced sustainable development approaches, impacting on the set of standards and the economic and technological aspects required for the development of cleaner production systems. However, these issues are complex. There is an wide variability in the activities and the resources used from one product to the other; even if they belong to the same family of products or have the same number of parts. First, is the recovery of an end-of-life product (core) through reverse logistics tactics. Second, once the remanufacturing plants have recovered the core, the uncertainty of its origin hinders the planning activities concerning human resources, machinery and raw material purchases. In addition, the processing times are variable as they are based on the origin conditions. Success in making decisions about acceptance or rejection of products in each phase is based on the experience and skill of the operator. Therefore, a survey to assess the knowledge of the experts and to identify how they evaluate the product and make decisions in the remanufacturing process was undertaken. Data were analysed and interpreted using structural equation modelling which identified the relationships and effects between the variables.

1. INTRODUCCIÓN

Existe un creciente interés en las estrategias de fin de vida (EOL, por sus siglas en inglés *End Of Life*). Factores como la creciente preocupación por el deterioro del medio ambiente, la escasez de los recursos, la crisis energética, las constantes presiones por disminuir costos y ser más competitivos han dirigido los esfuerzos de las empresas a trabajar en proyectos relacionados al área ambiental. Además se han creado leyes que regulan el manejo de los productos al final de su vida útil (Brañes, 2000; Chucciella *et al.*, 2015 y Hsing *et al.*, 2004), y algunos países como Colombia y México hasta han propuesto incentivos de índole fiscales, financieros y de mercado a las empresas que demuestren tener una buena gestión medio ambiental. Dentro de las estrategias de fin de vida se encuentra la remanufactura.

La remanufactura es un proceso en el que se utiliza como materia prima, productos al final de su vida útil. Estos pasan por las actividades de inspección, desensamble, limpieza, maquinados, ensamble e inspección final; logrando así llevar cada uno de los componentes a especificaciones originales de diseño, obteniendo productos tan buenos como los nuevos pero a un precio mucho menor, que van entre un veinte y ochenta por ciento menos que el precio de uno nuevo (Lund, 2010). Estos márgenes de utilidad son posibles principalmente en la industria automotriz, aeroespacial y metalmecánica, donde la materia prima son en su mayoría metales. Los cuales, además de ser costosos tienen la ventaja de que al ser remanufacturados conservan su geometría original, evitando así el costo asociado a fundiciones, a la vez que se reducen los procesos de deformación volumétrica y de maquinados. Todo esto permite reducir el consumo energético.

La **FIG. 1** muestra el proceso general de la remanufactura, incluyendo las actividades logísticas. El proceso es considerado complejo por lo altos niveles de variabilidad asociados en cada fase del proceso. Primero en el proceso de logística inversa, el cual consiste en la recuperación del *core* o núcleo (producto EOL, a partir del cual se busca aprovechar la mayor cantidad de componentes) de la zona de clientes. Existe incertidumbre en cuanto a cuándo terminará su vida útil, dónde y en qué condiciones está el *core.* Posteriormente, existe variabilidad respecto a los estados posibles del *core* en las diferentes operaciones de remanufactura en sí (inspección, desensamble, limpieza, maquinado o cambio de componentes, ensamble e inspección final), respecto a sí continua o no en la siguiente fase del proceso.

Existen diferentes factores que intervienen en el desempeño de las plantas remanufactureras. Algunos son difíciles de medir, pero deben ser considerados por su importancia respecto a la toma de decisiones. Es por eso que este estudio se enfoca en aplicar un modelo para la medición de estas variables mediante el modelado de ecuaciones estructurales (SEM, por sus siglas en inglés *Structural Equation Modelling*). El objetivo del estudio fue conocer las relaciones entre estas variables y sus efectos, tomando como base el marco teórico existente al respecto, pero aplicando una herramienta matemática con poder explicativo.

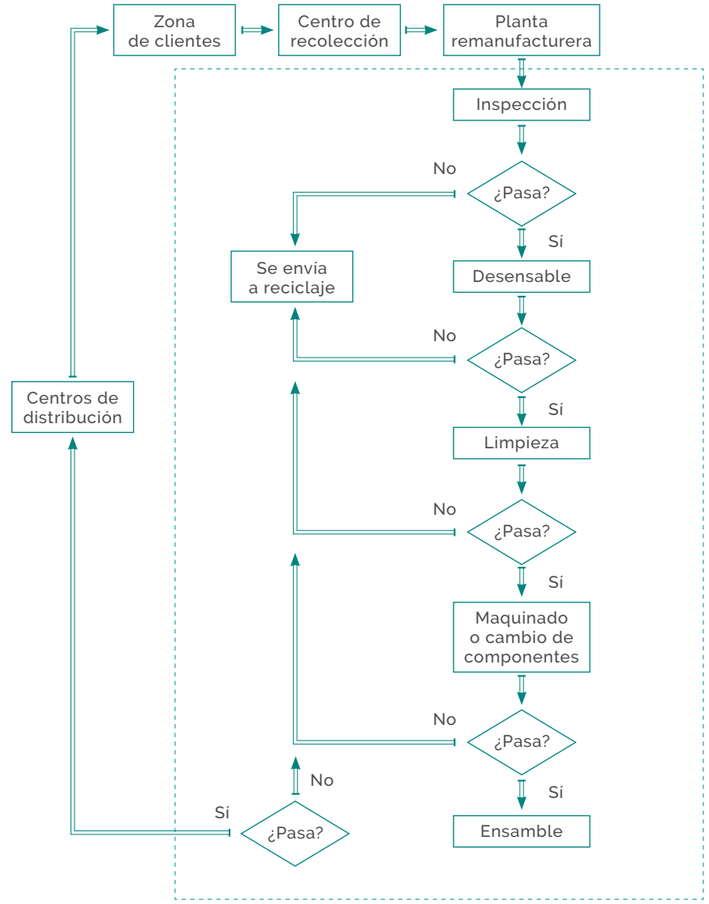


FIG. 1
Proceso general de la remanufactura.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este importante estudio permite hacer una interpretación del conocimiento de los expertos en el proceso, lo que de otro modo sería difícil de obtener. Se utiliza la técnica SEM al ser una herramienta de análisis multivariante que estudia relaciones entre variables latentes (o constructos), y variables observadas, que constituyen un modelo. Las variables latentes son de interés pero no pueden ser medidas directamente, por lo que se utilizan las variables observadas para este fin. La técnica aplica métodos estadísticos avanzados como el Análisis Factorial Confirmatorio, Análisis Exploratorio de Factores, Análisis de Senderos y Análisis de Regresión Múltiple (Qureshi y Kang, 2015; Voth-Gaeddert y Oerther, 2014).

Estas técnicas tienen la ventaja de medir el error. La correlación estadística no prueba la causalidad o influencia, más bien apoya una creencia lógica de su presencia, por lo que el sustento teórico del modelo propuesto es elemental para el éxito en la aplicación del SEM.

En el desarrollo del proyecto de investigación se propone la aplicación de la secuencia de técnicas para el análisis de datos siguientes: **a.** Diseño, validación y aplicación de la encuesta; **b.** Análisis de senderos; **c.** Análisis factorial; **d.** Modelo de ecuaciones estructurales (SEM). El desglose de actividades se muestra en la **TABLA 1**.

TABLA 1
Metodología propuesta para la investigación. Fuente: Elaboración propia.

La encuesta	Análisis de senderos	Análisis factorial	Modelado SEM
Definición del constructo o aspectos a medir. Propósito de la escala. Composición de los ítems. Número de ítems (10 a 90). Contenido (evaluación de dimensiones). Definición y ordenación. Prevención de los sesgos. Codificación de las respuestas. Puntuación de los ítems. Proceso de validación. Prueba piloto. Evaluación de las propiedades métricas de la escala (Fiabilidad).	Interpretación de resultados de la encuesta. Estadísticos descriptivos. Verificar linealidad. Diagrama de senderos. Identificación de variables endógenas y exógenas. Determinación de ecuaciones estructurales Calcular coeficientes de Wright	Identificación de variables Matriz de correlaciones Extracción de factores Verificación de linealidad Extracción de factores Rotación de factores Puntuaciones factoriales	Especificación Identificación Estimación de parámetros Evaluación del ajuste Re especificación del modelo Validación del modelo Interpretación de resultados.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presenta la metodología aplicada y desarrollada para el proyecto de investigación, cuyo objetivo es proponer un modelo que permita: identificar las variables que inciden en la variabilidad del proceso desde la experiencia del experto; medir y analizar sus interrelaciones, considerando el diseño del sistema de producción y la experiencia de los trabajadores involucrados. Así mismo, pretende ser útil en la toma de decisiones en base a una representación confiable del proceso.

3.1. LA ENCUESTA

Con la finalidad de realizar un sondeo sobre el tema y conocer la opinión de los expertos en el proceso de remanufactura, se les invitó a participar en un panel. Para el análisis se seleccionaron 6 familias de productos y 206 muestras en total.

Fueron evaluadas características físicas (condición de origen, nivel de: corrosión, contaminación y desgaste), seguridad en la manufactura del producto (posibilidad de accidentes en ese producto), nivel de disponibilidad (del empleado, de las máquinas y de las partes de repuesto), el nivel de complejidad percibido por el experto, así como el nivel de remanufacturabilidad **(TABLA 3)**.

TABLA 2
Características de los productos evaluados y de los encuestados. Fuente: Elaboración propia.

Giro	Producto	Muestra	Sexo	Escolaridad	Experiencia
Componentes de Turbinas	Inyectores	25	Masculino	Posgrado	18 años
	Carcásas	25	Masculino	Ingeniería	5 años
	Cámaras de combustión	25	Masculino	Ingeniería	10 años
Taller Diesel	Componentes de motores diesel	14	Masculino	Preparatoria	10 años
Taller Gasolina 1	Autopartes	25	Masculino	Técnico con preparatoria	8 años
Moldeo de Polímeros	Moldes para moldeo de plásticos	47	Masculino	Ingeniería	9 años
Taller 2	Autopartes	13	Masculino	Ingeniería	7 años
Taller 3	Autopartes	32	Masculino	Técnico con preparatoria	5 años
Muestreo en seis empresas diferentes		206	Masculino	Técnico con preparatoria a posgrado	5-18 años
Variedad de productos					
Transmisiones, flechas radiadores, turbinas industriales de gas, motores diesel, moldes para inyección de plástico.					

TABLA 3
Variables categóricas ordinales evaluadas y estadísticos de fiabilidad. Fuente: Elaboración propia.

a. Variables categóricas ordinales

1. Grado de corrosión o erosión	4. Nivel de seguridad	7. Condición de origen
2. Grado de contaminación	5. Disponibilidad del empleado	8. Disponibilidad de las máquinas
3. Grado de desgaste mecánico y/o fracturas	6. Disponibilidad de las partes de repuesto	9. Nivel de complejidad
		10. Remanufacturabilidad

b. Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
.759	.879	11

c. Coeficiente de correlación intraclase

	Correlación intraclase[b]	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	.223[a]	.180	.273	4.155	205	2050	.000
Medidas promedio	.759[c]	.708	.805	4.155	205	2050	.000

Modelo de efectos mixtos de dos factores en el que los efectos de las personas son aleatorios y los efectos de las medidas son fijos: **a.** El estimador es el mismo, ya esté presente o no el efecto de interacción. **b.** Coeficientes de correlación intraclase de tipo C utilizando una definición de coherencia, la varianza inter-medidas se excluye de la varianza del denominador. **c.** Esta estimación se calcula asumiendo que no está presente el efecto de interacción, ya que de otra manera no es estimable.

Los productos fueron evaluados en una escala del 1 al 5, donde 1 es una evaluación negativa respecto a la variable en cuestión y 5 es una perspectiva muy positiva. Al evaluar la fiabilidad se obtuvo un valor de 0.759 el cual se considera aceptable, así como un índice de correlación intraclase sustancial. El test KMO muestra que las relaciones entre las variables son notables, con un valor de 0.79. Los resultados de la prueba de esfericidad de Barlett demuestran que el modelo es significativo y que el análisis factorial es factible **(TABLA 4)**.

TABLA 4
KMO y prueba de Barlett. Fuente: Elaboración propia.

KMO y prueba de Bartlett		
Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		.790
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	1204.665
	gl	45
	Sig.	.000

3.2. ANÁLISIS DE SENDEROS

La encuesta aportó información respecto a la percepción de los expertos sobre las variables seleccionadas respecto a los productos analizados **(FIG. 2)**. La **TABLA 5**, muestra que el coeficiente de variación es moderado para la mayoría de las variables. Se asumen que los datos son bastante homogéneos en general.

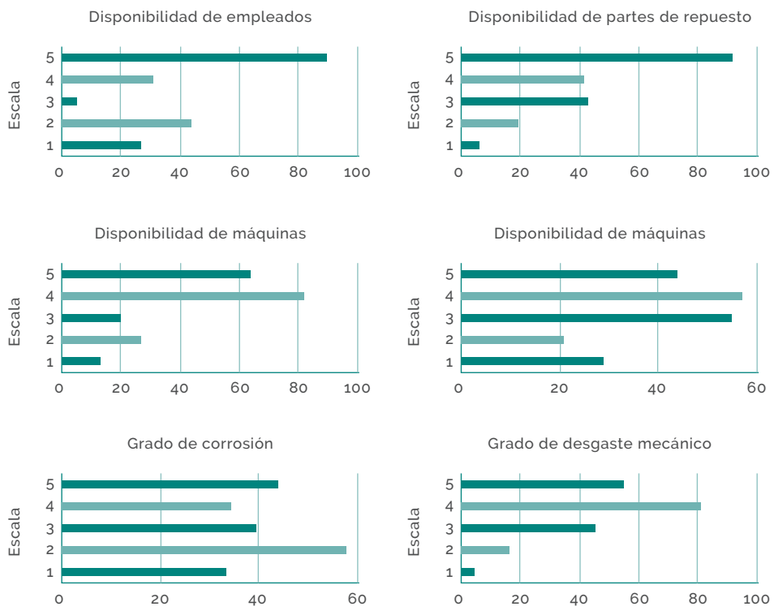


FIG. 2
Gráficos de frecuencias por variable.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Mediante la matriz de correlaciones se pueden observar las influencias probables entre las variables y se propone un diagrama de senderos inicial **(FIG. 3)**. El diagrama de senderos muestra las relaciones probables para el modelo.

TABLA 5
Estadísticos descriptivos de los ítems. Fuente: Elaboración propia.

	Código	N	Media	Desv. típ.	Coeficiente de Variación
Disponibilidad del empleado	DE	206	3.6359	1.55500	0.427679
Disponibilidad de partes de repuesto	DP	206	3.9417	1.16724	0.296126
Disponibilidad de máquinas	DM	206	3.7621	1.20435	0.320127
Grado de contaminación	CO2	206	3.3204	1.30450	0.392874
Grado de corrosión	CO1	206	2.9854	1.38803	0.464939
Grado de desgaste mecánico	CO3	206	3.8107	1.00636	0.264087
Condición de origen	CO	206	3.0825	1.18032	0.382909
Nivel de seguridad del producto	SP	206	3.6699	1.31326	0.357846
Remanufacturabilidad	R	206	2.7573	1.24129	0.450183
Complejidad	C	206	3.1602	1.03054	0.326099

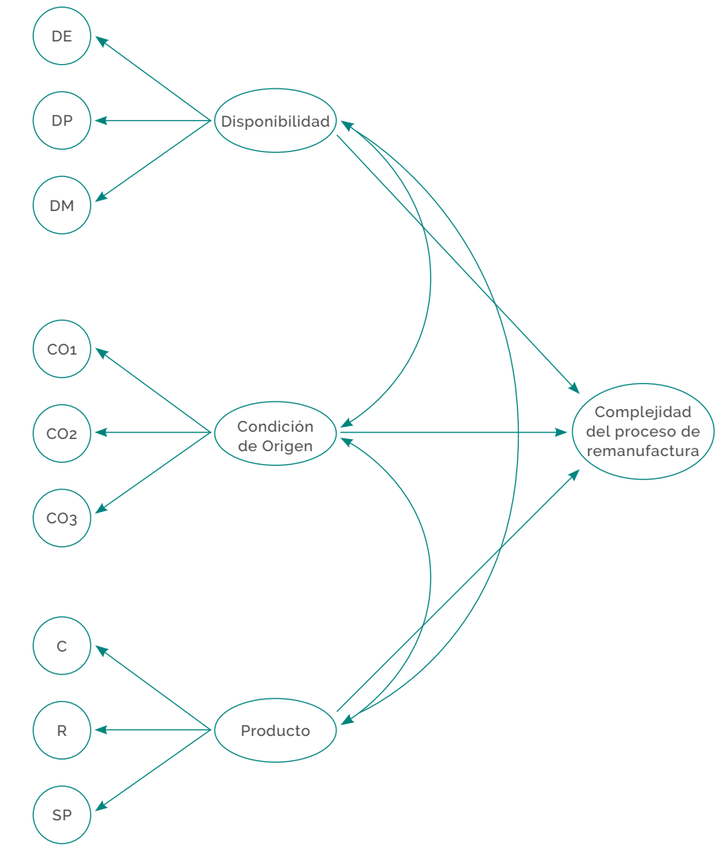


FIG. 3
Diagrama de sendero inicial.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.3. ANÁLISIS FACTORIAL

El análisis factorial se basa en la interpretación de la matriz de correlaciones. Se observa que los coeficientes de correlación aceptables **(TABLA 6)**. El índice KMO y la prueba de esfericidad de Barlett demuestran que el modelo es significativo y que el análisis factorial es factible **(TABLA 7)**. Los factores que se obtienen con el método de componentes principales se encuentran en las **TABLAS 8 y 9**. La tabla de comunalidades contiene el porcentaje que aporta cada variable al modelo. Hay tres componentes con autovalores iniciales superiores a uno. Con aproximadamente un 25 % de pérdida de información, se puede expresar cada una de las variables como combinación lineal de estos tres factores o variables latentes.

TABLA 6

Matriz de correlaciones inter-elementos. Fuente: Elaboración propia.

	DE	DP	DM	CO_2	CO_1	CO_3	CO	SP	R	Complejidad	suma
DE	1.000	.881	.829	.404	.479	.143	.447	.340	.366	.140	.803
DP	.881	1.000	.809	.403	.460	.136	.489	.325	.384	.202	.805
DM	.829	.809	1.000	.325	.395	.120	.336	.154	.248	.074	.682
CO_2	.404	.403	.325	1.000	.517	.411	.189	.224	.115	.060	.575
CO_1	.479	.460	.395	.517	1.000	.459	.367	.380	.318	.138	.712
CO_3	.143	.136	.120	.411	.459	1.000	.116	.155	.162	-.159	.381
CO	.447	.489	.336	.189	.367	.116	1.000	.452	.640	.338	.676
SP	.340	.325	.154	.224	.380	.155	.452	1.000	.690	.598	.667
R	.366	.384	.248	.115	.318	.162	.640	.690	1.000	.461	.674
C	.140	.202	.074	.060	.138	-.159	.338	.598	.461	1.000	.426
suma	.803	.805	.682	.575	.712	.381	.676	.667	.674	.426	1.000

TABLA 7

Matrices Anti-imagen. Fuente: Elaboración propia.

		DE	DP	DM	CO_2	CO_1	CO_3	CO	SP	R	C
Covarianza anti-imagen	DE	.166	-.096	-.093	-.026	-.027	.035	-.011	-.055	.002	.058
	DP	-.096	.184	-.069	-.039	-.003	.004	-.053	.011	-.008	-.038
	DM	-.093	-.069	.260	.021	-.020	-.013	.030	.069	-.015	-.019
	CO_2	-.026	-.039	.021	.623	-.150	-.175	.008	-.030	.079	-.032
	CO_1	-.027	-.003	-.020	-.150	.525	-.190	-.067	-.065	.021	-.007
	CO_3	.035	.004	-.013	-.175	-.190	.648	.022	-.041	-.071	.184
	CO	-.011	-.053	.030	.008	-.067	.022	.507	.035	-.199	-.037
	SP	-.055	.011	.069	-.030	-.065	-.041	.035	.359	-.175	-.207
	R	.002	-.008	-.015	.079	.021	-.071	-.199	-.175	.371	-.031
	C	.058	-.038	-.019	-.032	-.007	.184	-.037	-.207	-.031	.544
Correlación anti-imagen	DE	.791[a]	-.549	-.449	-.081	-.091	.106	-.039	-.225	.009	.192
	DP	-.549	.836[a]	-.317	-.116	-.009	.012	-.172	.044	-.030	-.120
	DM	-.449	-.317	.831[a]	.053	-.053	-.033	.084	.225	-.049	-.051
	CO_2	-.081	-.116	.053	.828[a]	-.262	-.276	.013	-.063	.165	-.054
	CO_1	-.091	-.009	-.053	-.262	.866[a]	-.326	-.130	-.149	.047	-.012
	CO_3	.106	.012	-.033	-.276	-.326	.619[a]	.038	-.085	-.145	.310
	CO	-.039	-.172	.084	.013	-.130	.038	.840[a]	.081	-.458	-.070
	SP	-.225	.044	.225	-.063	-.149	-.085	.081	.718[a]	-.479	-.467
	R	.009	-.030	-.049	.165	.047	-.145	-.458	-.479	.760[a]	-.070
	C	.192	-.120	-.051	-.054	-.012	.310	-.070	-.467	-.070	.677[a]

a. Medida de adecuación muestral

TABLA 8

Varianza total explicada. Fuente: Elaboración propia.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	4.302	43.025	43.025	4.302	43.025	43.025	2.873	28.734	28.734
2	1.815	18.153	61.178	1.815	18.153	61.178	2.639	26.390	55.124
3	1.350	13.495	74.673	1.350	13.495	74.673	1.955	19.549	74.673
4	.739	7.392	82.065						
5	.499	4.987	87.052						
6	.432	4.320	91.372						
7	.356	3.560	94.932						
8	.235	2.354	97.286						
9	.163	1.634	98.920						
10	.108	1.080	100.000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

TABLA 9

Matriz de componentes. Fuente: Elaboración propia.

	Componente		
	1	2	3
DE	.837	-.292	-.344
DP	.843	-.250	-.353
DM	.723	-.398	-.433
CO_2	.538	-.389	.398
CO_1	.687	-.220	.403
CO_3	.327	-.349	.729
CO	.689	.309	-.038
SP	.641	.564	.230
R	.670	.535	.100
C	.406	.698	-.049

Método de extracción: Análisis de componentes principales.
a. 3 componentes extraídos

En la **FIG. 4** (sedimentación) se encuentra una representación gráfica de estos resultados, en la abscisa figuran el número total de factores y en la ordenada el valor propio de cada uno de ellos. Mediante este gráfico es posible determinar el número de factores que mejor representan toda la varianza significativa descrita por la matriz de correlaciones. Se aprecia que hay tres factores que explican la principal varianza significativa en la matriz de correlaciones. Ya que, a partir del factor cuatro y los subsiguientes factores, la cantidad de la varianza explicada es baja y prácticamente equivalente. En el análisis factorial se busca encontrar un modelo en el cual todas las variables saturen en algún factor, es decir, pesos factoriales altos en uno y bajos en el resto.

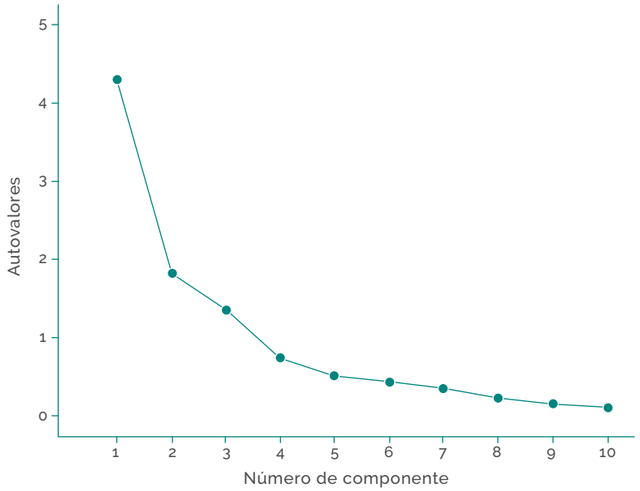


FIG. 4
Grafico de sedimentación.
Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de componentes principales, los factores se extraen en orden según la cantidad de la varianza que explican, no en términos de qué tan bien describen realmente las relaciones entre las variables. Por tal motivo, se recomienda rotar los ejes de modo que se acerquen más a los puntos que representan las variables.

A partir de la información que se encuentra en la **TABLA 10** se puede realizar la siguiente asignación y en la **TABLA 11** la transformación.

TABLA 10
Asignación. Fuente: Elaboración propia.

Variables		
Factor 1 **Disponibilidad**	**Factor 2** **Condición de Origen**	**Factor** **Producto**
Disponibilidad del empleado (DE)	Grado de Corrosión (CO_1)	Condición de origen percibida (CO)
Disponibilidad de partes de repuesto (DP)	Grado de Contaminación (CO_2)	Seguridad del producto (SP)
Disponibilidad de máquinas (DM)	Grado de desgaste mecánico (CO_3)	Remanufacturabilidad (R)
		Complejidad Percibida (C)

TABLA 11
Transformación. Fuente: Elaboración propia.

Matriz de Transformación de las Componentes			
Componente	**1**	**2**	**3**
1	.699	.578	.422
2	-.417	.808	-.416
3	-.581	.115	.806

Método de extracción: Análisis de componentes principales.
Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

2.3. SEM

Se realizaron varias iteraciones para alcanzar una bondad de ajuste recomendada, buscando explicar la complejidad del proceso de remanufactura, analizando las variables intervinientes, sus relaciones y efectos. El modelo resultante tiene una chi cuadrada de 25.256, con 20 grados de libertad y un valor p de 0.192, lo que indica un buen ajuste. Específicamente, respecto al ajuste global, el CMIN/DF es de 1.263, por debajo de 3 que es el límite; así como un GFI de 0.974, por encima del 0.90 mínimo. Dentro de las medidas comparativas de ajuste el NFI (índice normado de ajuste) es de 0.977, siendo el valor mínimo aceptable 0.90. El RMSEA (por sus siglas en inglés *Root Mean Square Error Approximation*) tiene un valor de 0.036 que está por debajo del nivel de corte 0.10. Lo que proporciona suficiente evidencia de que el modelo es aceptable (Molenaar *et al.*, 2000 y Ong y Musa, 2012) **(TABLA 12) (FIG. 5)**.

TABLA 12
Comparación de medidas de bondad de ajuste entre el modelo final y los estimadores deseables. Fuente: Elaboración propia.

Medidas de Bondad de Ajuste	Niveles recomendables de las Medidas de Bondad de Ajuste	Medidas de Bondad de Ajuste del Modelo Final
rMSEA (*Root Mean Square Error Approximation*) CMIN/DF	< 0.10 < 3	0.036 1.263
GFI (*Goodness on Fit Index*) NFI (*Normal Fit Index*)	> 0.90 > 0.90	0.974 0.977
CFI (*Comparative Fix Index*) TLI (*Tucker-Lewis Index*)		
PGFI (*Parsimonious Goodness on Fit Index*) PNFI (*Parsimonious Normal Fit Index*)		

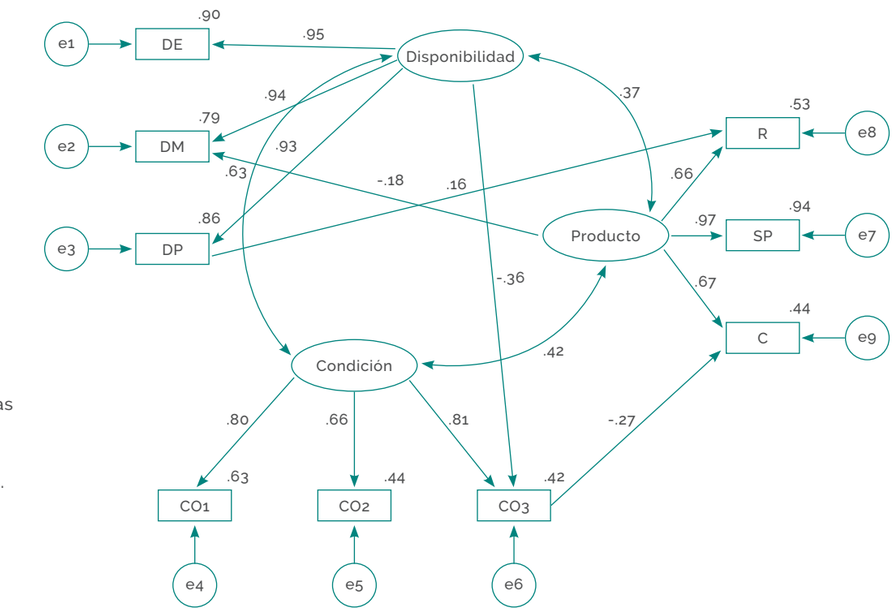


FIG. 5
Modelo de ecuaciones estructurales con valores de los coeficientes, donde las correlaciones presentadas son significativas a un nivel del 0.05.
Fuente: Elaboración propia.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio se enfoca en la modelización de los factores de la complejidad en las operaciones de remanufactura desde el punto de vista de los dueños del proceso: personal técnico especializado e ingenieros de proceso, diseño y desarrollo de remanufactura. Esta investigación no se enfoca en un tipo de remanufactura en específico, pero sí considera productos elaborados con materiales de aleaciones metálicas de la industria automotriz y metalmecánica. Esto le permite flexibilidad para interpretar los resultados en este contexto. Aunque se han encontrado estudios que modelan la complejidad en manufactura, la remanufactura es considerada un área novedosa, y más aún al abordar temas de complejidad.

La técnica SEM permitió identificar los factores y las relaciones entre las variables de interés. En primer lugar, la teoría ya había identificado la condición de origen como un factor clave que incide en la variabilidad y complejidad del proceso de remanufactura. Acotando el proceso de remanufactura a las actividades internas propias de la empresa remanufacturera (inspección, desensamble, limpieza, maquinado o cambio de componentes, ensamble e inspección final). En segundo lugar, al hacer el análisis con los expertos se identificó la disponibilidad (de partes de repuesto, máquinas y empleados) como otro factor relevante, la cual fue evaluada subjetivamente aprovechando el conocimiento de los trabajadores. Finalmente, el producto como ta,l pudo identificarse como complejo por el nivel de seguridad al ser procesado, por su remanufacturabilidad y complejidad percibida.

El estudio se enfoca en identificar la manera en la que percibe el proceso el personal especializado, para tratar de identificar, analizar e interpretar la manera en la que toman decisiones en la operación y concientizarlos de los elementos que exigen su atención de forma relevante. El modelo fue formulado teórico-práctico, y fue validado de igual forma utilizando el software AMOS ® versión 23. El modelo final mantiene las relaciones identificadas en el modelo inicial pero incluye otras no identificadas previamente. Muestra que la disponibilidad y la condición de origen están correlacionados significativamente, siendo la disponibilidad del empleado clave por encima de la disponibilidad de máquinas y de partes de repuesto.

Así mismo, aunque la condición de origen es afectada principalmente por el nivel de corrosión y de desgaste mecánico, esta última afecta de forma inversa la disponibilidad, lo cual es lógico, a mayor desgaste menor disponibilidad de empleados, máquinas y partes de repuesto. El grado de desgaste mecánico afecta la complejidad de forma negativa, sin embargo, no es definitiva en la decisión de si será o no remanufacturable el producto. En la evaluación del producto se consideró de mayor peso la seguridad del producto, sobre su complejidad y remanufacturabilidad, lo cual es muy favorable al analizar lo que piensan los dueños del proceso acerca del mismo.

Así mismo, aseveran que esto tiene una ligera influencia inversa en la disponibilidad de las máquinas, por lo que contar con suficiente equipo parece dar mejor control sobre la seguridad el producto. La condición de origen, nivel de desgate mecánico, parece ser la que más complejidad aporta al proceso, sin embargo, esta no puede ser controlada por el operador y/o la empresa remanufacturera. El modelo muestra una correlación importante entre la disponibilidad y la condición de origen, que era predecible empíricamente.

El modelo fue desarrollado considerando solo unas pocas variables cualitativas desde el punto de vista del dueño del proceso, por lo que un análisis más exhaustivo que considere variables cuantitativas podría proporcionar mayor información de lo que sucede con los indicadores clave de desempeño en la planta remanufacturadora, logrando un análisis más integral.

5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración y disponibilidad de las empresas participantes para la realización de esta investigación, así mismo el apoyo de las instituciones educativas que proporcionaron los recursos necesarios: el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, la Universidad Autónoma de Baja California y el Instituto Tecnológico de Mexicali.

De igual forma, los autores confirman que no hay conflictos conocidos de interés asociados con esta publicación, y no ha habido un apoyo financiero importante para este trabajo, lo que podría tener influencia en su resultado.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAÑES, R. 2000. *Manual del derecho ambiental mexicano*. Fondo de Cultura Económica. México D.F., México. 166 p.

CUCCHIELLA, F. I., I. D'ADAMO, S. L. KOH y P. ROSA. 2015. Recycling of WEEEs: An economic assessment of present and future e - waste streams. *Renewable and Sustainable Energy Reviews 51*: 263-272.

HSING, H. J., F. K. WANG, P. C. CHIANG y W. F. YANG. 2004. Hazardous wastes transboundary movement management: a case study in Taiwan. *Resources, conservation and recycling 40*(4): 329-342.

LUND, R. T. y W. M. HAUSER. 2010. Remanufacturing: An American perspective. Boston University International. Conference on Responsive Manufacturing. Ningbo, China. 158 p.

MOLENAAR, K., S. WASHINGTON y J. DIEKMANN. 2000. Structural equation model of construction contract dispute potential. *Journal of Construction Engineering and Management* 126: 268/277.

ONG, T. F. y G. MUSA. 2012. Examining the influences of experience, personality and attitude on SCUBA divers' underwater behaviour: A structural equation model. *Tourism Management* 33: 1521/1534.

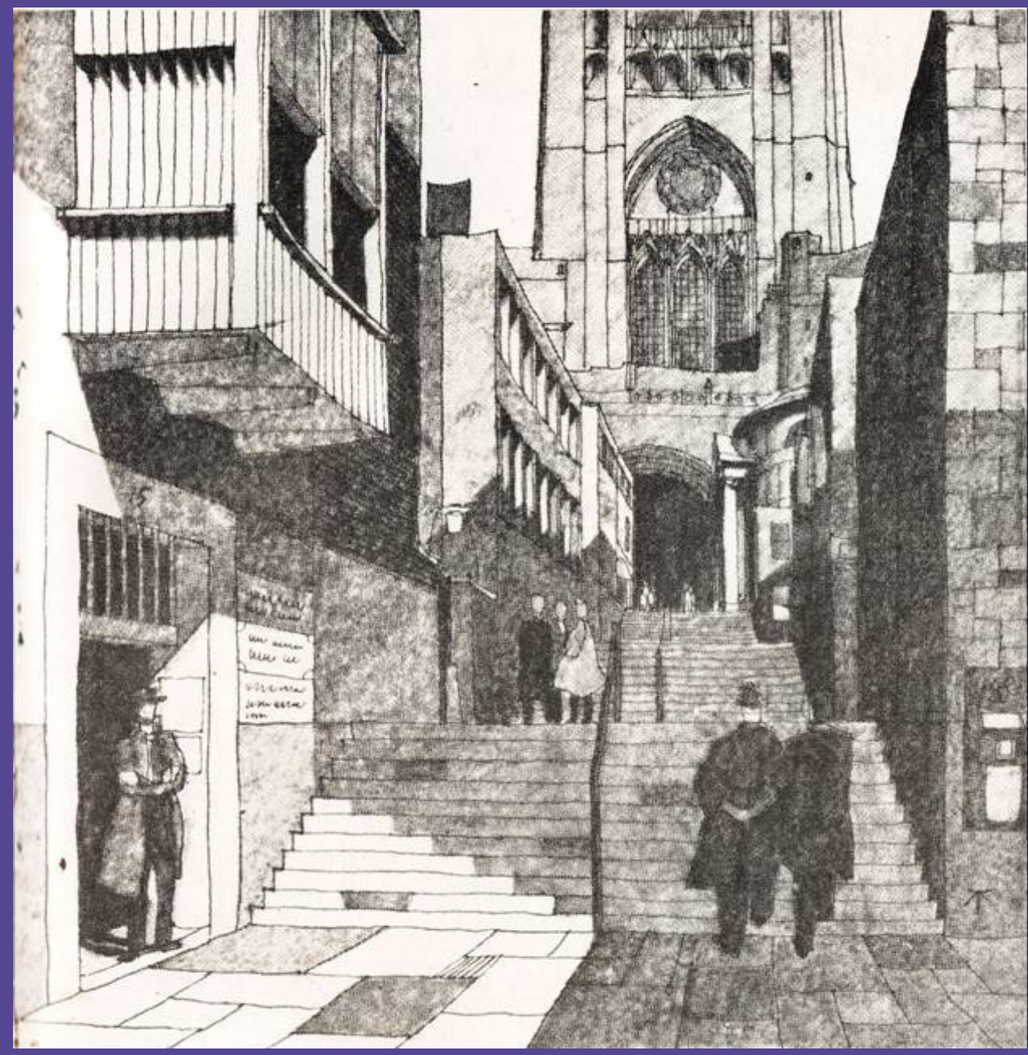
QURESHI, S. M. y C. KANG. 2015. Analysing the organizational factors of project complexity using structural equation modelling. *International Journal of Project Management 33*(1): 165-176.

VOTH - GAEDDERT, L. E. y D. B. OERTHER. 2014. Utilizing Structural Equation Modeling in the Development of a Standardized Intervention Assessment Tool. *Procedia Engineering 78*: 218-223.

HACIENDA. 2015. Incentivos fiscales para la inversión y la gestión ambiental. En línea: http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Articulo/Incentivos%20fiscales%20para%20la%20inversi%C3%B3n%20y%20la%20gesti%C3%B3n%20ambiental.pdf [Consultado: 05/11/2015].

INCENTIVOS AMBIENTALES. 2015. Catalizadores de negocios verdes. En línea: http://www.ceja.org.mx/IMG/INCENTIVOS_AMBIENTALES.pdf [Consultado: 04/11/2015].

ENSAYO
~ ESSAY



EL PENSAMIENTO LATINOAMERICANO SOBRE EL PAISAJE DE LA CIUDAD

Latinamerican thoughts about the landscape of the city

POR

Juan de Dios **SALAS CANEVARO**

Universidad de Los Andes, Facultad de Arquitectura y Diseño. Mérida, Venezuela; Universidad Ricardo Palma, Lima Perú.
jdsalasc@gmail.com

*pp.*110–130

RECIBIDO 19/02/2016
ACEPTADO 23/07/2016
ISSN 1856-9552

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo recordar y analizar un grupo significativo de ideas en torno al paisaje urbano nacidas y desarrolladas durante el último siglo y medio. A partir de sus textos y trabajos profesionales, algunos autores esenciales, son analizados y confrontados: aparecen, de manera especial, Camilo Sitte, Gordon Cullen, Kevin Lynch, Rob y Léon Krier. Desde su pensamiento prescriptivo se desprenden guías, directivas y recomendaciones en cuanto al diseño de las ciudades. Este pretende ser un breve recuento del pensamiento en torno a temas urbanos con un balance de sus posibles influencias y repercusiones en el modelo de la ciudad sostenible contemporánea.

PALABRAS CLAVE
Paisaje urbano, percepción urbana, imagen urbana, vida urbana.

SUMMARY

This paper aims at the analysis and deconstruction of a significant array of ideas about urban landscape borne and developed over the last 150 years. From their writings and professional works, some essential authors' introspections are presented. Especially: Camilo Sitte, Gordon Cullen, Kevin Lynch, Rob and Leon Krier. Their prescriptive thinking gave birth to a set of guidelines, directives and recommendations for the design of cities. This work intends to present a brief history of thoughts about urban issues with a critique of their possible influences and impacts on the current sustainability model of contemporary cities.

KEY WORDS
Cityscape, urban perception, urban image, urban life.

1. INTRODUCCIÓN

La demanda social por un desarrollo urbano, sostenible en su enfoque y métodos de acción, es un mandato cultural insoslayable en el mundo de la actualidad. Esta es particularmente crítica en las ciudades del continente latinoamericano, donde la calidad de vida urbana se encuentra en un franco proceso de deterioro permanente. El equivocado paradigma de desarrollo de sus ciudades está basado, por una parte, en un abusivo negocio inmobiliario cimentado en la desorbitada búsqueda de altos niveles de rentabilidad, y por otra, en el cultivo de la aspiración a resolver la necesaria movilidad vehicular, particularmente con el vehículo privado.

Este modelo de desarrollo urbano produce patrones de urbanización, ineficaces e ineficientes, por lo demandante del consumo de tierra y energía y ha privilegiado el usufructo del espacio público por el desplazamiento vehicular, dejando a otros modos de movilidad postergados. Particularmente, el desplazamiento peatonal es el más perjudicado. Pero esta situación no solo se presenta en la extensión urbana de nuevos desarrollos, sino que centros históricos y fragmentos urbanos -legados de generaciones anteriores- que guardan la memoria colectiva urbana, también sufren irreparables alteraciones. La pérdida de la calidad del paisaje urbano de las ciudades latinoamericanas por esta causa, es notoria.

Estas son razones suficientes para justificar retomar el debate sobre un grupo significativo de ideas en torno al paisaje urbano nacidas y desarrolladas, durante el último siglo y medio. Es imperativo analizar y confrontar las propuestas de estudiosos del tema, de la talla de *Camilo Sitte*, *Gordon Cullen*, *Kevin Lynch*, *Rob* y *Léon Krier*, entre otros, por considerarlos entre los más significativos en su pensamiento prescriptivo. Ellos han servido para producir guías, directrices y recomendaciones en el diseño de nuestras ciudades. El presente ensayo, es un breve recuento del pensamiento en torno al tema del paisaje urbano, con un balance de sus posibles influencias y repercusiones en el modelo de la ciudad bajo los principios de la Ecología Urbana.

2. PAISAJE URBANO Y PERCEPCIÓN VISUAL

Como lo expone Jorge Luis Borges en su poema El Golem, "*Si (como afirma el griego en el Crátilo) el nombre es arquetipo de la cosa en las letras de 'rosa' está la rosa y todo el Nilo en la palabra 'Nilo'*", se debe señalar que el paisaje urbano como construcción semántica, ha tenido y sigue teniendo, diversos significados para los cultores de las diferentes disciplinas que lo definen.

Artistas, geógrafos, paisajistas, sociólogos, entre otros, entienden el concepto de manera distinta. Incluso, arquitectos, diseñadores y planificadores urbanos, tienen en la actualidad variadas ópticas sobre su alcance. En el desarrollo de este ensayo, se harán evidentes tales diferencias. No obstante, en todos los casos, la noción de paisaje urbano nunca ha podido ser desligada del de lugar y, del concepto de medio ambiente.

El paisaje urbano es el resultado de la acción combinada de factores humanos y naturales, cuya interacción en el tiempo, deja huellas visibles **(FIG. 1)**. Los factores humanos guardan una estrecha relación con las preferencias y satisfacción de los deseos, aspiraciones y requerimientos físicos y psicológicos, tangibles e intangibles, individuales y colectivos. Con lo cual, no sólo refiere al ensamblaje de objetos para producir una determinada apariencia, sino el cómo son percibidos esos objetos, en otras palabras, su estética (Briceño *et al*., 2012: 27).

FIG. 1
Paisaje urbano y su complejidad contextualizada en una dinámica de calles, autos, ciudadanos, edificaciones y el tejido de verdor, imbuidos en ruidos, sonidos, smog y residuos.
FUENTE: URBAN SKETCHERS ARGENTINA.

3. LO GENÉTICO Y LO CULTURAL EN LA PERCEPCIÓN DEL PAISAJE DE LA CIUDAD

Hoy parece ya zanjado el debate sobre el falso dilema entre lo colectivo e individual, y entre lo aprehendido y lo genético, en la percepción espacial (*Mead*, 1935).

Los avances científicos de la neurociencia y la genética han dejado inestable el piso sobre el que las ciencias sociales construyeron el muro que separaba el mundo cultural del biológico; el mundo material del espiritual, y el mundo físico del mental. En efecto según *Pinker* (2003: 61-74), existen cinco ideas fundamentales sobre la revolución del conocimiento que han permitido cambiar el modo de pensar de la mente. Entre ellas, el mundo mental se puede asentar en el mundo físico mediante los conceptos de información, computación y retroalimentación. Hoy en día la percepción, la memoria, las imágenes, el razonamiento, la toma de decisiones, el lenguaje y la motricidad, son posibles de modelar en sistemas informáticos que contienen redes, proposiciones, circuitos, conjuntos, árboles, archivos, listas, matrices, cadenas, indicadores y reglas.

La mente no puede ser una *tabula rasa*, porque las tablas rasas no hacen nada. Algo debe existir en la mente que sea innato para que el aprendizaje pueda realizarse, tal como un *hardware* informático, es completamente inútil sin un *software* pre instalado en él; el cerebro equipado como millones de neuronas, requiere de un conjunto de rutas o circuitos conectados para percibir, recordar o aprender.

Entonces, es posible generar una variedad infinita de conducta mediante unos programas combinatorios finitos de la mente. Un conjunto finito de mecanismos de la mente puede generar una variedad infinita de conductas mediante los músculos.

Bajo la variación superficial entre las culturas puede haber unos mecanismos mentales universales. Aunque las diferencias puedan estar influenciadas por la cultura, es evidente que todos los seres humanos estamos equipados con un *software* que, ante un estímulo determinado, responda con una conducta también determinada. Por ejemplo, ante una afrenta a nuestros intereses o dignidad, se responda con un sentimiento de desagrado que lleve a la retaliación o a la exigencia de la compensación por el agravio.

Por ello, la mente es un sistema modular de alta complejidad compuesto de muchas partes que interactúan. Posee subsistemas diferenciables de procesamiento de información para desarrollar habilidades, controlar el cuerpo, recordar y manejar información de manera temporal y almacenar y ejecutar reglas. De esta forma se ejemplifica en que los hábitos pueden ser considerados dentro de un subsistema modelar de respuesta frecuente, mientras que por otro lado, otro módulo de atención de supervisión, puede suprimir el anterior y ejecutar la concentración necesaria sobre la información pertinente para discriminar lo relevante.

Como se desprende de los postulados de *Pinker* (2003), la percepción del paisaje de la ciudad puede ser considerada como un proceso continuo de selección de información que realiza cada individuo, por vía de reconocer e interpretar mensajes recibidos por sus diversos órganos sensoriales. Por supuesto, la percepción de los ámbitos urbanos está principalmente sujeta a la información proveniente de la visión; aunque, esto no siempre es cierto, en la medida en que los procesos mentales de percepción pueden estar intensamente impregnados por la información recibida a través de los otros sentidos. En una avenida vehicularmente congestionada, el paisaje es percibido como ruidoso y, en ocasiones olorosos, mientras que en un bosque alejado lo que se oye, es precisamente, lo que no está al alcance de la vista.

4. PARADIGMAS Y MODELACIÓN TEÓRICA SOBRE EL PAISAJE DE LA CIUDAD EN EL PENSAMIENTO LATINOAMERICANO

A lo largo de los últimos ciento cincuenta años, se ha visto florecer muchas líneas de pensamiento sobre el paisaje urbano, cuyos orígenes se remontan al paradigma del socialismo utópico post Revolución Industrial. Los llamados modelos urbanísticos de la época perseguían los imperativos de la funcionalidad, la higiene y la tecnología, para poner al espacio urbano en sintonía con los nuevos tiempos industriales. Modelos urbanos fabricados en Estados Unidos (EE.UU.) y Europa, ampliamente conocidos, dominaron las escenas académica y profesional de los decenios finales del siglo XIX y los primeros del siglo XX, entre ellas, el de la ciudad jardín de *Ebenezer Howard* o la ciudad lineal de Arturo Soria.

Pero, quizás el mayor impacto en el debate sobre el paisaje de la ciudad provino de las grandes transformaciones urbanas de ciudades emblemáticas como el diseño implementado en Washington, la primera ciudad planificada de los EE.UU., elaborado por *Pierre Charles L'Enfant* en el año de 1791; los ensanches de la ciudad de Madrid en forma de damero, Plan Castro del año 1864; el ensanche barcelonés conocido como el Plan Cerdá del año 1857); la demolición de las murallas de Viena en el año 1857, que creaba un anillo periférico de comunicaciones; y la muy reseñada renovación urbana del París del Segundo Imperio entre los años 1852 a 1870, transformado por el Barón *Haussman* por medio de un esquema radio céntrico, desde el centro de la ciudad.

Posteriormente, algunas ciudades latinoamericanas tampoco escaparon al intento de implementar proyectos urbanos de gran escala, tales como en los casos de: El Plan Director de la Habana, Cuba (1925); el Plan para Santiago de Chile, Chile (1929); el de Bello Horizonte, Brasil (1930); el Plano urbano de Bogotá, Colombia (1936); el del Centro de Buenos Aires, Argentina (1938); el de Chimbote, Perú (1947); el Plan Monumental (Rotival) de Caracas (1939).

Si bien es cierto, estos proyectos respondían a criterios funcionales, de salubridad y a nuevos modos de movilidad, sus efectos sobre el paisaje urbano eran de gran impacto. Para el momento, estos efectos no eran de mayor preocupación disciplinar, pues se veían como una necesidad social imperiosa. Es recién, hacia las décadas finales del siglo XIX, en que se empiezan a manifestarse corrientes de pensamiento urbanístico que apuntaban hacia el análisis y guía de las consecuencias de los proyectos urbanísticos en el paisaje de la ciudad. En particular es notable la tradición compositiva de la academia parisina *École Beaux Arts*.

Según Aguirre (2005:9), esta tradición compositiva, bastión del academicismo, consideraba que el arte no era otra cosa que la expresión del orden, su plasmación visual. Impulsada por arquitectos y diseñadores de Viena, tuvo una gran influencia en el diseño de los edificios y sus alrededores, considerados ambos, la unidad de diseño.

Derivada de la influencia del *Beaux Arts* y de la Academia de Viena en la formación de los arquitectos de la época, se desarrolla el movimiento del *Civic art* que tenía como prioridad, la búsqueda del orden formal. Para obtener una composición general legible se recurría a la monumentalidad de ciertas edificaciones y al empleo de algunos principios de organización geométrica como la centralidad, la jerarquía y la simetría. Este proceso se complementaba con el diseño de ejes, líneas rectas y cruces que facilitaran las condiciones del funcionamiento racional urbano. En Norteamérica, este movimiento se traduce en el movimiento *City beautiful*, donde se implementan su forma de diseñar y preceptos urbanos de gran escala en ciudades como *Chicago, Detroit, Cleveland y Washington D.C.* Estos estaban orientados a garantizar el embellecimiento de los espacios urbanos y sus componentes edilicios, en la firme creencia que al promoverse un orden compositivo también surgiría uno social, y por ende mejorarían los niveles de calidad de vida urbana.

Por consiguiente, y sin ánimo de realizar una exhaustiva revisión de los diversos paradigmas que se desarrollaron sobre el tema del paisaje urbano, en diferentes momentos y medidas en Latinoamérica, en los puntos sub siguientes, se abordan los que pensamos han sido los de mayor impacto.

4.1. LA INFLUENCIA DE CAMILO SITTE

En un contexto europeo de finales del siglo XIX, en el cual se inician importantes proyectos de renovación urbana, como los de París, Barcelona y otras ciudades, las cuales sufrirían una significativa transformación de sus estructuras físico-espaciales, aparece una contribución teórica alternativa. En ese ámbito *Camilo Sitte* realiza un viaje retrospectivo de reflexión por medio del cual analiza la estructura espacial de las ciudades de su tiempo

–pobre e insuficiente en espacios públicos– y la compara con los atributos de belleza y creatividad de las ciudades de la antigüedad como Atenas y Pompeya.

Sitte reconoce la importancia que tenían las plazas de la antigüedad como articuladoras del tejido urbano, y su relación con los edificios monumentales que los rodean. Su estudio concluye en un tratado, que como su nombre lo indica "*Construcción de ciudades según principios artísticos*", donde prescribe un conjunto de normas que deben tomarse en cuenta para recuperar los valores espaciales de la ciudad antigua: la relación entre edificios, monumentos y plazas; las características espaciales de la plaza pública (geometría, dimensiones y límites) y su agrupación en la estructura urbana.

Dentro de este contexto general surge la figura de *Camilo Sitte* que con su obra aporta un enfoque urbanístico radicalmente distinto del vigente. Sus postulados alcanzaron enorme difusión en su época debido a su singularidad y a la novedad que significaba estudiar la construcción de la ciudad desde un punto de vista artístico. Para ello analizó un conjunto de ciudades europeas que se habían mantenido en buen estado desde la época medieval, y, de la aparente casual disposición de sus plazas, calles, edificios y monumentos, extrajo principios claros de composición y vialidad que le permitieron juzgar las realizaciones de su tiempo.

Su aporte más relevante señala que el espacio urbano es el protagonista del diseño de la ciudad, por lo que debiera ser de gran prioridad la forma en que se éste y sus pantallas laterales se conforman. De esta manera puso de relieve los problemas del diseño de la forma urbana ligándola a su calidad, en una clave completamente nueva a la postulada por los higienistas o administradores decimonónicos. A la aparente rigidez, al énfasis dado a los problemas técnicos como el tráfico y las infraestructuras y a la ambigüedad de los planos de expansión, principalmente los alemanes, contrapone la consideración de los problemas ambientales de composición, las particularidades topográficas, los efectos perceptivos, los escorzos y ambientes cerrados. Esta defensa de principios compositivos en ambientes cerrados, deja fuera de reflexión los fundamentos y el sentido de su desarrollo. La ciudad es apreciada como un objeto reproducible, fuera del proceso temporal (Aguirre, 2005: 9).

Sitte habla de cómo en la ciudad moderna se recurre a la geometría para ubicar los monumentos en las plazas, sin reflexionar sobre el efecto que su disposición cause en su percepción espacial. De ese mismo modo, los edificios importantes de la ciudad son dispuestos de manera aislada, con lo cual se generan mayores costos y una menor calidad del espacio urbano que resulta de menor importancia que el edificio.

En palabras de *Sitte* (1926: 43), "*...un espacio libre en el interior de una ciudad evolucionó hasta formarse en plaza (...) pero desde el punto artístico, un trozo de terreno vacío no es aún una plaza*". La plaza debe tener significación y carácter, algo que los urbanizadores modernos desconocen pero que los antiguos si se valieron de muchas herramientas para lograrlo, "*...ahora tenemos por norma que en cada ángulo de la plaza han de cruzarse dos calles, tal vez para que así resulte más abierta, y que al quedar cada bloque de edificios lo más aislado posible, no pueda producir impresión de continuidad. Los antiguos por el contrario hacían desembocar, siempre que podían, solo una, y en el caso que otra, perpendicular a ella, fuese necesaria, haciánlas lo bastante lejos para que no se viera*".

En lo relativo a las características dimensionales de la plaza *Sitte* (1926: 56), sugiere que sus dimensiones solo pueden verse en proporción con la arquitectura que la rodea. De ahí que, la magnitud de las plazas está en relación con la de su edificio principal, es decir, que la altura de este debe proporcionarse con la de la plaza, tomada perpendicularmente a la fachada. En las de fondo o altura, ha de compararse la altura de la iglesia con la longitud de la plaza, mientras que en las de anchura, ha de ser la altura del ayuntamiento o palacio la comparada con el ancho de la plaza.

A finales del siglo XIX, *Sitte* (1926: 106), expresa su disconformidad con los nuevos paradigmas del diseño urbano en las siguientes expresiones:

> *"... Estas consideraciones nos llevan a la verdadera esencia del asunto. En la urbanización moderna resulta inversa la relación entre superficie edificada y no edificada. Antes, el espacio libre era un conjunto cerrado, que se calculaba teniendo siempre como fin lograr efectos de unidad. Hoy parcélanse los solares en figuras regulares cerradas, y a lo que sobra, llamamos calles y plazas"* **(FIG. 2)**.

Sería inapropiado considerar las ideas de *Camilo Sitte* únicamente como un fallido intento de revertir un inevitable y violento proceso de cambio en los paradigmas de diseño de ciudades, producido por el proyecto moderno. Por el contrario, sus ideas representan una manifestación de la voluntad de coexistencia de paradigmas distintos al emergente pensamiento urbanístico europeo de la época. Es importante remarcar esto porque decenios posteriores, hacia finales del siglo XX, va a reaparecer en circunstancias diferentes, nuevamente la expresión de la voluntad de combatir el enfoque racionalista moderno, por medio de lo que se conocería como el nuevo urbanismo inglés, calificado según sus críticos como '*no hacer otra cosa más que avanzar mirando hacia el pasado*'.

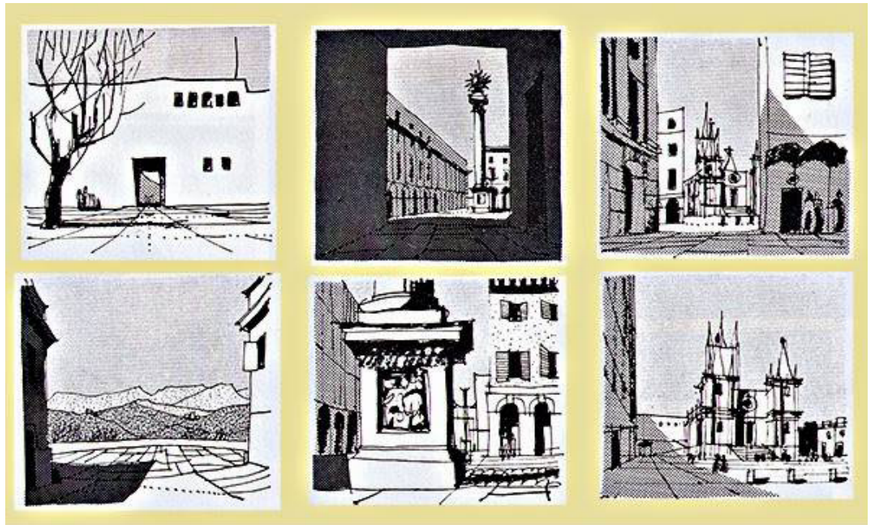


FIG. 2
Apunte de ámbito urbano.
FUENTE: DIBUJO DE JOSÉ FARIÑA.

4.2.
LA INFLUENCIA DE GORDON CULLEN

El trabajo de *Gordon Cullen*, realizado en la década del 50 sobre el paisajismo urbano en Inglaterra, fue divulgado en las escuelas de arquitectura latinoamericanas en la década del 60, a través de su libro "*El paisaje urbano*", siendo fundamentalmente un tratado de estética urbanística. En esta obra, *Cullen* (1974), propone un conjunto de criterios de relación entre el paisaje-objeto y el paisaje-sujeto, es decir vuelve la mirada hacia las leyes de la psicología de la forma (*Gestalt*), pero definiendo una particular sintaxis de la percepción del espacio urbano. La visión, el lugar y lo contenido en él, son calificados bajo nociones perceptuales sincréticas que mezclan la estética y la geometría.

En realidad, existe un arte de la relación, del mismo modo que existe un arte de la arquitectura. Su finalidad no consistente en estudiar todos los elementos que constituyen el conjunto: edificios, árboles, paisaje, agua, tráfico, señales, etcétera, y ensamblarlos, entretejerlos de forma tal que se desencadene el drama. Para una ciudad, su ambiente, sus circunstancias, constituyen un auténtico acontecimiento dramático. Consideremos solo la cantidad de gente que interviene en su creación y en su mantenimiento: especialistas en demografía, sociólogos, ingenieros, técnicos en cuestiones de tráfico, jardineros, entre otros; todos ellos deben cooperar en transformar una mirada de factores en una organización viable en la que se pueda vivir y trabajar. Es, de hecho, una empresa humana de gran alcance.

Y, no obstante si, al término de todo ello, la ciudad nos parece deslucida, empañada, insignificante, sin interés y sin alma, todos estos esfuerzos, trabajos y sin sabores, habrían sido vanos, puesto que la ciudad no se habrá logrado plenamente. Se habrá fracasado. Se habrá preparado el montón de leña para hacer fuego, pero no se habrá encendido la cerilla que debía hacerla arder (*Cullen*, 1974: 8).

Los procesos fisiológicos de la visión humana son el punto de partida de su análisis sobre el paisaje urbano. Para este urbanista, las visiones de los recorridos del habitante de la ciudad son producto de una cadena accidental de acontecimientos que, a través de sus procesos mentales, es capaz de transformar hechos carentes de significado en situaciones emocionalmente intensas. Esta cadena determinará una de los conceptos de mayor significado en la reflexión teórica del autor: la visión serial; deambular de un lugar de otro, a paso uniforme en un recorrido, produce una secuencia de revelaciones **(FIG. 3)**.

El lugar, por otro lado, implica para él la aparición de un nivel de conciencia en el ciudadano sobre su relación entre el medio urbano y su yo interior. Considerarse estar afuera o estar adentro de un ámbito urbano, implica un estado de tensión emocional que, naturalmente, afectará la percepción que se pueda tener de este y de los otros que lo rodean. Aquí y allá son categorías de la experiencia humana relacionadas con sus vivencias espaciales que influyen en su comportamiento individual. Los componentes perceptuales de la aprehensión del lugar son: la posesión estática y en movimiento (territorialidad); el territorio ocupado; la preponderancia; la viscosidad; el enclave; la plazoleta y el punto focal, son los argumentos analíticos.

Finalmente, lo que *Cullen* (1974) llama el contenido, incluye los atributos físicos de la forma tridimensional urbana con su mezcla de estilos, escalas, colores, caracteres, etcétera. Los componentes de análisis de esta categoría son: yuxtaposición; inmediación; intrincación; exposición y la visión en detalle, son los más significativos. Dentro de la categoría de contenido, se reconoce la necesidad de la diversidad como principio sustentador de la calidad formal; en un área gris sin límites claros, entre anarquía y orden formal, navega una pasión por la variedad. Según este autor, '*el conformismo*' a la mediocridad que significa la uniformidad de usos, densidades y parámetros formales –producto de las propuestas de planificación urbana– mata y aniquila la calidad formal, mientras que el acuerdo de diferenciación, por el contrario, es fuente de vida **(FIG. 5)**.

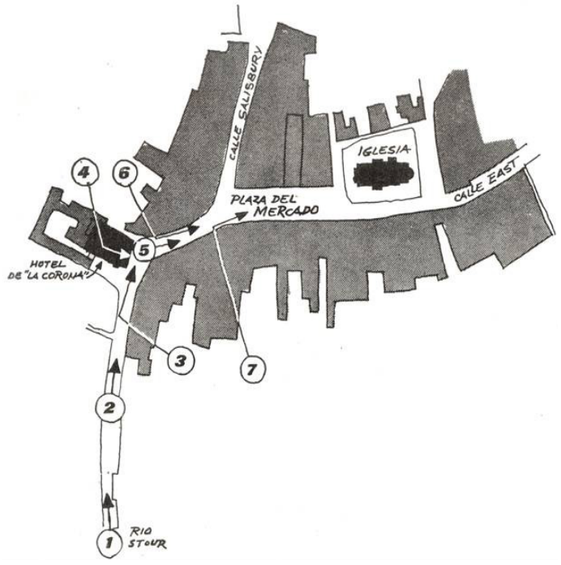


FIG. 3
Visión serial del paisaje urbano.
FUENTE: CULLEN (2004).

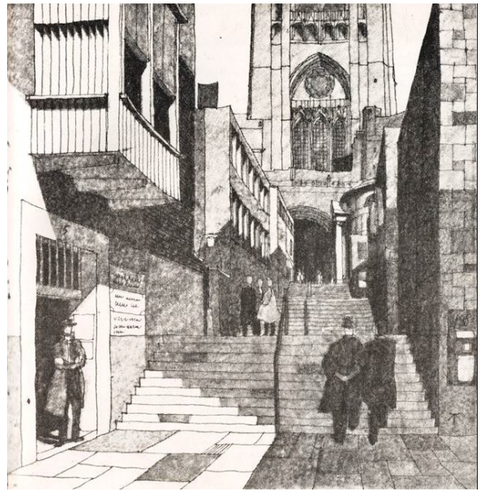


FIG. 4
Apunte urbano.
FUENTE: CULLEN.

FIG. 5
Apunte urbano.
FUENTE: CULLEN.

4.3.
LA INFLUENCIA DE *KEVIN LYNCH*

Una mención importante merece la teoría de la imagen urbana de Lynch, en buena medida, por lo perdurable de su exposición en la escena académica y su empleo como herramienta de análisis en los procesos de investigación sobre el paisaje de la ciudad. Es aún hoy un clásico consultado con frecuencia, aunque, infortunadamente, solo para utilizar sus conocidas categorías perceptuales. Para *Lynch* (1974: 12), "*la imagen es al mismo tiempo producto de la sensación inmediata y del recuerdo de experiencias anteriores, y se le utiliza para interpretar la información y orientar la acción*".

Rescata, del pensamiento de la psicología de la forma, el reconocimiento que la cualidad de un objeto físico puede suscitar una imagen nítida en cualquier observador. Argumenta que la imagen urbana está compuesta por tres componentes de similar importancia: ***identidad*** (cada elemento urbano posee características propias); ***estructura*** (los elementos están relacionados entre sí, con otros objetos y con el observador) y, ***significado*** (la imagen tiene valor emocional para el observador). La importancia de la teoría reside en su pertinencia para entender cómo percibe, habita y se mueve la gente en el espacio urbano; no son solo las características físicas de los elementos que sugieren la percepción, sino las representaciones de los ámbitos urbanos en imágenes mentales.

A su vez, *Lynch* (1974: 47-50) **(FIG. 6 y 7)**, propone que la elaboración de mapas mentales se configure en cinco categorías básicas: **a.** Sendas, rutas que recorre la gente para desplazarse a través de la ciudad; **b.** Bordes, fronteras que limitan y rompen la

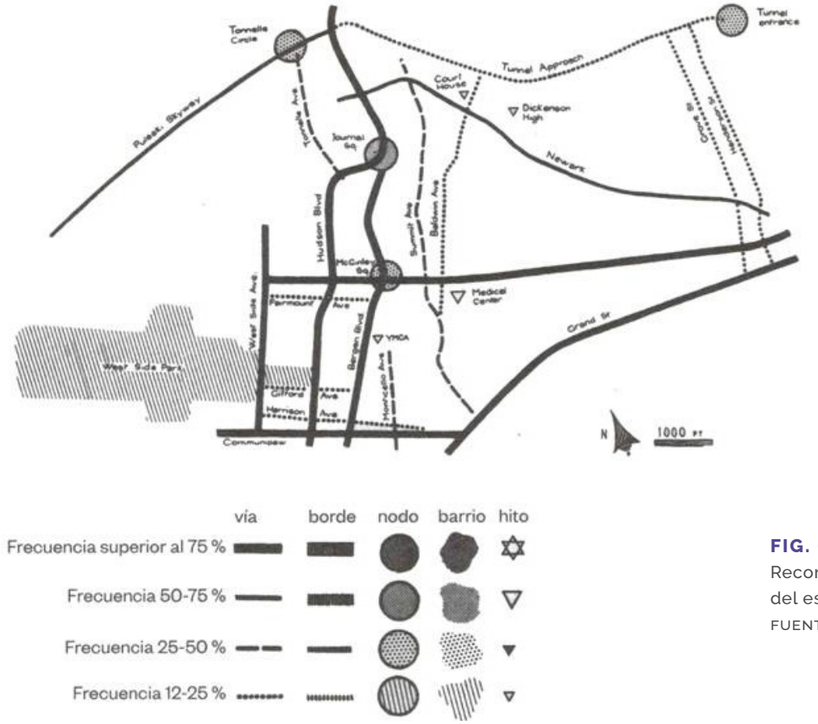


FIG. 6
Recorridos perceptuales del espacio urbano.
FUENTE: LYNCH (1974).

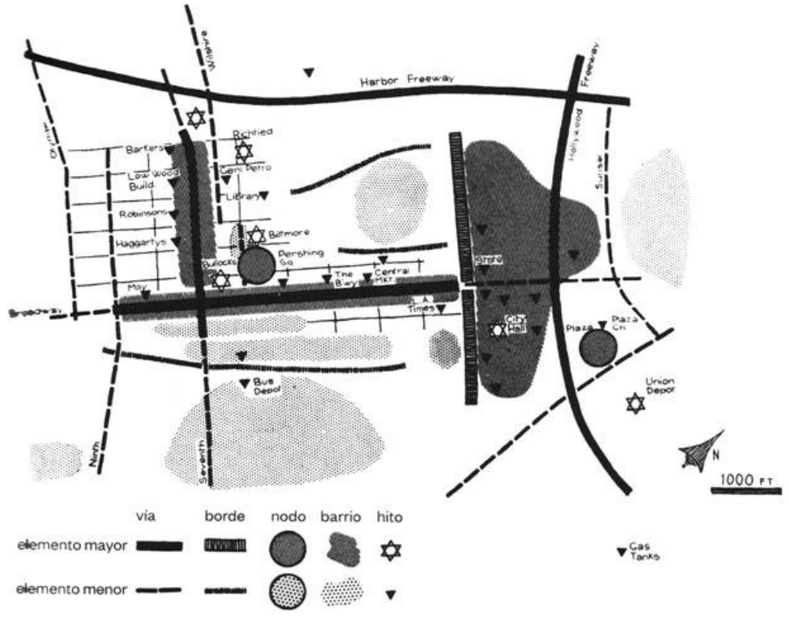


FIG. 7
Recorridos perceptuales del espacio urbano.
FUENTE: LYNCH (1974).

continuidad espacial; **c.** Barrios, áreas con rasgos comunes; **d.** Nodos, puntos focales estratégicos de orientación y o cambios de dirección; **e.** Hitos, objetos físicos claramente definidos como fáciles de identificar con fines de orientación en el paisaje urbano. Su teoría propone que el espacio urbano no es un mero concepto abstracto de vacío exterior al ser humano, tal como una identidad matemática, ni como una categoría kantiana apriorística, sino un producto individual y socialmente construido.

El autor ofrece, para el momento (década de los 50), un enfoque integrador de la realidad material, a la que se referían los teóricos del urbanismo por composición, con los aportes de la psicología de la forma (*Gestalt*) y el concepto de movilidad en el centro de la explicación de la estructura e identidad de los ámbitos urbanos, a través de representaciones abstractas del espacio (mapeo mental). El mapeo mental, el entendimiento y la forma son vistos en conjunción en la presentación de las categorías de análisis de la imagen de la ciudad de *Lynch*.

4.4.
LOS APORTES DE LÉON KRIER EN EL NUEVO URBANISMO

León Krier, en conjunto con su hermano *Rob Krier*, es fundamentalmente uno de los primeros arquitectos en darle una cierta consistencia teórica a los esfuerzos inmobiliarios norteamericanos por buscar opciones y modelo de organización espacial urbana en la década de los 80 **(FIG. 8)**.

Del proyecto clásico de la modernidad, fue *Léon Krier* a quien en el año de 1988, el *Príncipe Charles* de Inglaterra le encargaría el diseño del Plan Maestro de Pondbury, un nuevo barrio en las afueras occidentales de Dorchester, en el condado de Dorset, el que se convertiría en un proyecto emblemático del *New Urbanism* (Nuevo Urbanismo) en Europa **(FIG. 8 y 9)**. Léon y Rob Krier lograron darle un significado práctico en este proyecto, a su ferviente defensa del espíritu clásico en contraposición al funcionalismo moderno.

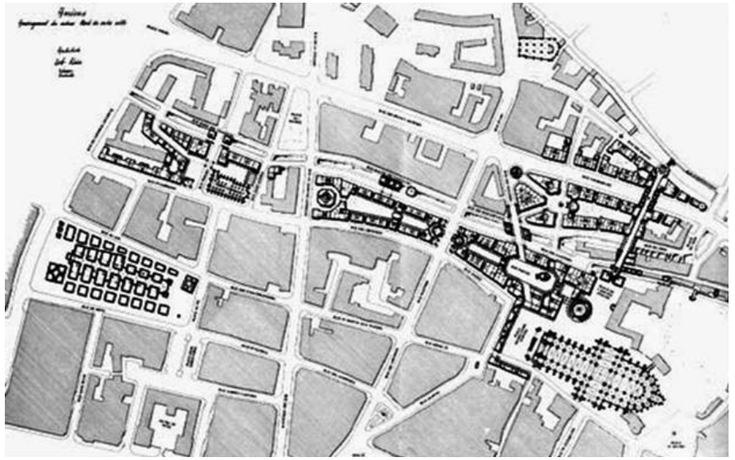


FIG. 8
Plano urbano de Amiens y revalorización de un contexto de ámbito histórico bajo los preceptos del Nuevo Urbanismo.
FUENTE: KRIER (1988).

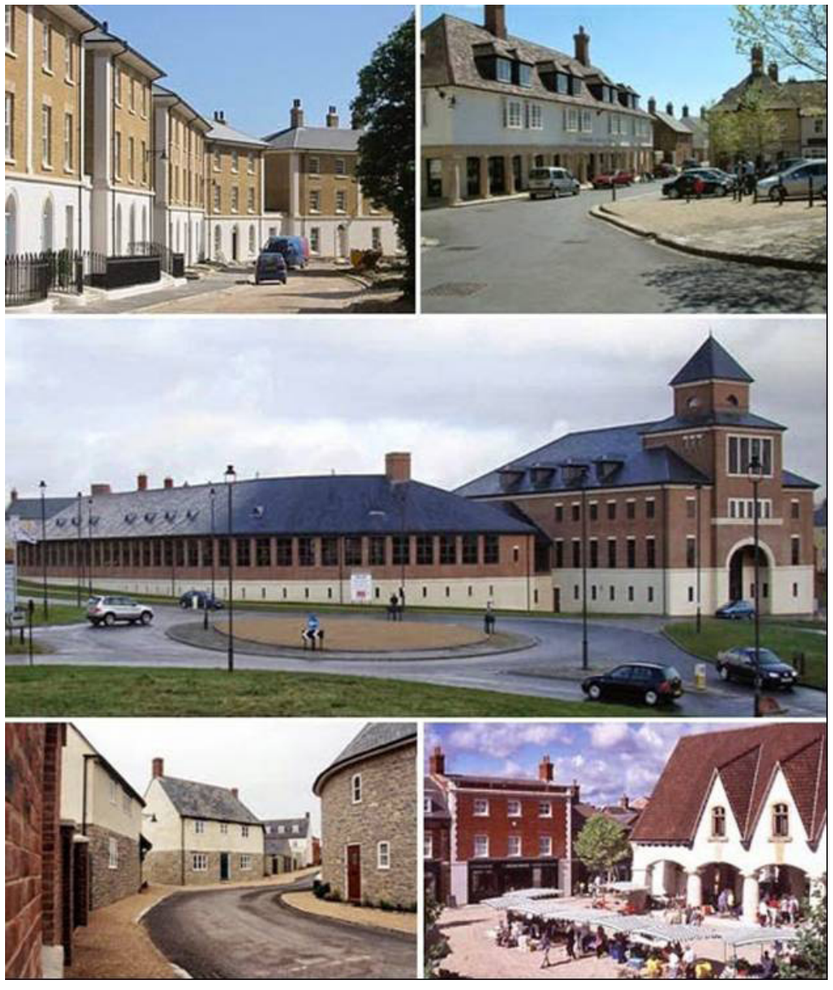


FIG. 9
Diferentes vistas del contexto urbano de Poundburry.
FUENTE: KRIER (1988).

La recuperación de la historia como motor de nuevos patrones de organización espacial de la ciudad retomaba la idea del lugar, construido sobre la redefinición de espacios urbanos, tipologías arquitectónicas, sistemas constructivos y su relación con el paisaje. Nuevamente, tal como lo hiciera *Camilo Sitte* en el siglo XIX, la fijación de la escala humana en la toma de decisiones sobre edificios, calles y plazas pasaba a ser definitoria en las dimensiones y proporciones de un sistema integrado de espacios urbanos siguiendo una jerarquía que ofrecía legibilidad y facilitaría la percepción de la ciudad y la movilidad al interior de la misma.

El llamado Nuevo Urbanismo se institucionaliza hacia 1993, en la creación del Congreso para el Nuevo Urbanismo (*Congress for the New Urbanism: CNU*), el cual establecería la Carta del Nuevo Urbanismo (*Charter of the New Urbanism*) que pretendió erigirse como el libro de una nueva doctrina urbana, similar a la funcionalista *Carta de Atenas*. La Carta realiza una declaración previa que da paso a sus principios generales en tres categorías, en función de la escala de la intervención: **a.** La región, metrópolis, ciudad y pueblo; **b.** El barrio, el distrito y el corredor; **c.** La manzana, la calle y el edificio (CNU, 1996) **(FIG. 9)**.

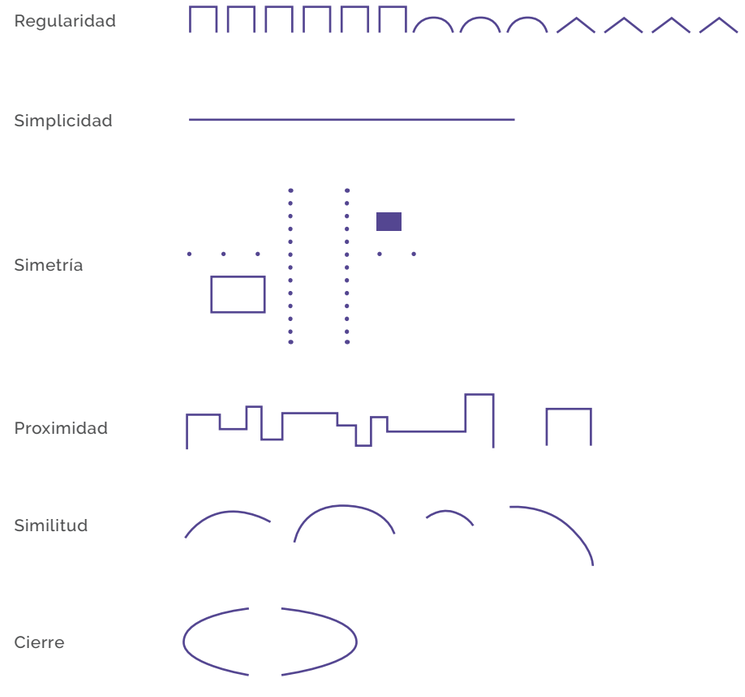


FIG. 10
Graficas conceptuales que exponen los factores de la buena forma urbana de la Gestalt.
FUENTE: SALAS (1996).

Los firmantes de la Carta (CNU, 1996), reconocían que "*las soluciones físicas, por sí solas, no resolverán los problemas sociales y económicos, pero tampoco puede sostenerse una economía dinámica, una estabilidad social y un medio ambiente saludable sin el respaldo de un marco físico coherente*". En ese contexto, la ciudad debía estar conformada por "*barrios con diversidad de uso y de población, diseñados tanto para el peatón y el transporte público, como para el automóvil, con espacios públicos e instituciones comunitarias identificables y accesibles universalmente*" y "*deben estar conformados por la arquitectura y el paisaje de forma coherente con la historia del lugar, el clima, la ecología y las prácticas constructivas locales*".

Sobre esta declaración inicial, el CNU (1996) fijó veintisiete principios generales de actuación, nueve para cada categoría, en particular nos referiremos a los nueve relacionados con la escala de la manzana, la calle y el edificio:

- Una tarea primordial de toda arquitectura urbana y paisajista es la definición física de calles y espacios públicos como lugares de uso compartido.
- Los proyectos arquitectónicos individuales deberían ser perfectamente vinculados a su entorno. Esta tarea trasciende el estilo.
- La revitalización de lugares urbanos depende de cuán seguros sean. El diseño de calles y edificios debería reforzar entornos seguros, pero no a expensas de la accesibilidad y apertura.
- En la metrópolis contemporánea el desarrollo debería acomodar adecuadamente a los vehículos. Esto debería realizarlo en maneras que respetan al peatón y a las formas de espacio público.
- Las calles y plazas deberían ser seguras, cómodas e interesantes para el peatón. Correctamente configuradas, fomentan el caminar y permiten a los vecinos conocerse y proteger sus comunidades.
- El diseño arquitectónico y del paisaje debería nacer del clima, topografía, historia y prácticas de construcción locales.
- Los edificios cívicos y lugares de concentración pública requieren de sitios importantes para reforzar la identidad de la comunidad y la cultura de democracia. merecen tener una forma distintiva, pues sus roles diferentes a los de otros edificios y lugares que constituyen la trama social de la ciudad.
- Todos los edificios deberían entregar a sus habitantes un claro sentido del lugar, clima y tiempo en la que se encuentran. Métodos naturales de calefacción y climatización pueden ahorrar más recursos que los sistemas mecánicos.
- La preservación y renovación de edificios históricos, comunes y paisajes afirman la continuidad y evolución de la sociedad urbana (CNU, 1996).

Estos principios servirían para adicionar al cuerpo teórico del Nuevo Urbanismo otras nociones como el *Traditional Neighbor Hood Design/Development: TND* (Diseño/desarrollo de barrios tradicionales) o el, *Transit-Oriented Development*: TOD (Desarrollo orientado al tránsito). En su migración europea, esta tendencia iría evolucionando introduciendo conceptos los cuales que, a pesar de no formar parte del discurso inicial, especialmente en lo referente a la sostenibilidad medio ambiental, finalmente conformarían un decálogo genérico de las proposiciones que definirían los proyectos de diseño urbano bajo los preceptos del *New Urbanism*:

1. Peatonalidad (*Walkability*).
2. Conectividad (*Connectivity*);
3. Mezcla de usos (*Mixed-Use & Diversity*).
4. Diversidad residencial (*MixedHousing*).
5. Calidad de la Arquitectura y del Diseño Urbano (*QualityArchitecture & UrbanDesign*).
6. Barrios estructurados tradicionalmente (*TraditionalNeighborhoodStructure*).
7. Aumento de la densidad (*IncreasedDensity*).
8. Transporte inteligente (*Smart Transportation*).
9. Sostenibilidad (*Sustainability*).
10. Calidad de vida (*Quality of Life*).

En realidad, el Nuevo Urbanismo aporta una nueva fuente de energía para las inquietudes perceptuales sobre el paisaje urbano que parecían haber pasado a un estado de letargo por el avasallante funcionalismo de la ciudad del movimiento moderno. En la búsqueda de encontrar un balance entre la nostalgia por el clasicismo y el deseo de futuro, los '*evangelios*' del Nuevo Urbanismo han revalorado las preocupaciones de diseño por el tema de lo perceptual. Tambien es cierto que los ejemplos construidos se limitan a ciudades vacacionales o de fragmentos interiores de ciudad, que no resultan en alternativas de planificación urbana de mayor complejidad y escala; no obstante, cimentados sobre este paradigma se gestaron otras visiones que se han convertido en ideas que son aceptadas por muchos profesionales, cuyos proyectos urbanos se rigen también por ellas, aunque no necesariamente se identifiquen con el *New Urbanism.*

5. LA TEORÍA DE LA BUENA FORMA Y LA IMAGEN URBANA

Una integración apropiada de los factores derivados de la psicología de la forma produce, de acuerdo a las leyes de la organización de la forma, la percepción de ámbitos urbanos que son, en efecto, identidades perceptualmente superiores a las obtenidas por la simple adición de sus edificaciones en el espacio. Estas entidades, mantienen su identidad sobre la base de la dependencia estructural (propiedades y funciones) de sus partes con respecto a ella. La percepción del todo es primera y superior al de sus partes.

En ese sentido e interpretando a Salas (1996: 44) **(FIG. 9)**, la intensidad y calidad de la relación de los factores gestálticos origina diferentes grados de cohesión perceptual de la forma urbana. En la medida en que las edificaciones (partes) subordinan sus propiedades perceptuales a las del ámbito que forman parte (todo), esta cohesión alcanza su mayor grado. Tal subordinación se presenta, desde luego, con el ajuste de sus atributos formales a los factores gestálticos. Si, por el contrario, las edificaciones conservan en el interior del ámbito urbano su propia y autónoma organización formal, la cohesión de la forma urbana desaparece. Naturalmente, los dos extremos expuestos solo alcanzan existencia en el plano teórico; no obstante, la tendencia perceptual de los ámbitos urbanos, hacia uno u otro extremo, califica el grado de la cohesión perceptual de su forma.

La cohesión perceptual de la forma urbana es una categoría fundamental, porque sintetiza la legibilidad de su unidad, identidad, estructura y significado. Estudiosos del campo sugieren que la cohesión está estrechamente asociada a la calidad del ambiente urbano. De acuerdo a *Lynch* citado por Salas (1996: 44), "*se sostiene que los ámbitos de mayor grado de cohesión perceptual producen imágenes ambientales generadoras de sensaciones de seguridad emocional y de intensificación y profundización de la experiencia humana*".

6.
LA INTERSECCIÓN DE LOS CONCEPTOS DE LA SOSTENIBILIDAD Y ECO ESTÉTICA EN LA IMAGEN URBANA

Como en casi todos los campos de las ciencias sociales, la transversalidad del paradigma de la sostenibilidad ha afectado también al de la percepción del paisaje urbano. En este sentido, la noción de eco estética inter secta la calificación de los atributos del paisaje urbano, desde los trascendentes filosóficos de utilidad y belleza.

El juicio otorgado a los elementos o espacios observados en el paisaje urbano está condicionado por la capacidad perceptiva, en términos del campo visual. Cuanto más lejos es la distancia, menor es el nivel de detalle obtenido, cuanto más cerca, mayor el grado de detalle y la información para emitir juicios sobre la belleza o utilidad (Gómez Alzate, 2010). No obstante, este juicio de valor, naturalmente, estará afectado por el estado de ánimo, los sentimientos y las respuestas afectivas de la persona al interactuar con el entorno.

A partir de los aspectos derivados de la propuesta teórico-conceptual de Fry *et al*., citados por Briceño *et al*. (2012: 35), estos últimos realizan un esfuerzo interesante en esta línea de pensamiento al buscar la integración operacional de los atributos de belleza, y los de utilidad del paisaje urbano. Los conceptos y atributos inherentes al paisaje urbano se organizan en la relación objeto-sujeto.

De ahí que la conjunción de ambas dimensiones desde sus atributos físicos, aporta puntos de coincidencia en la *configuración espacial, actividades, biodiversidad, diversidad, fragmentación y textura* del paisaje urbano. Los visuales y psicológicos, se asocian con la *integridad física* y *expresión estética* sobre la belleza y utilidad. El sistema de atributos se presenta en el gráfico siguiente (Briceño, 2012: 39-40).

La relación entre los componentes de belleza y utilidad quedan expresados en la cohesión de la forma urbana –valorada desde los conceptos de la buena forma de la *Gestalt* (regularidad, proximidad, simplicidad, simetría, similitud y cierre)–, la presencia de elementos clave de referencia visual en el ámbito urbano, lo que para *Lynch* (1974), eran los hitos de orientación para el mapeo mental); el fondo escénico, lo que para *Cullen* (1974), significaba la escena de fondo de la visión serial; el nivel de detalle observable en los espacios públicos y la identificación de elementos reconocibles de contacto entre el medio natural y el artificial.

La geometría de esta organización espacial de los '*vacíos*' que llamamos calles, cruces, plazas y los elementos construidos que los definen y los componentes naturales presentes, varía según los paradigmas formales que han dejado sus huellas generacionales en el proceso de trazado del territorio urbano (Cruz, 2014; Gómez Alzate, 2015). Estructuras geométricas axiales, grillas, radiales, curvas, etcétera, dan una base bidimensional a volúmenes, planos, siluetas, entrantes, salientes, etcétera, en la imagen del observador. Por otra parte, expone Campos (2003), que la configuración cromática y las texturas del paisaje califican de manera variada la calidad visual del espacio urbano.

Por ello, estamos acostumbrados a hablar de áreas construidas, áreas libres y alturas como simples parámetros cuantitativos, lo que nos dificulta relacionar estos indicadores con las cualidades perceptuales del espacio urbano. La conversión de estos números en atributos de calidad perceptual requiere de un entrenamiento disciplinar que parece aún no alcanzado.

FIG. 11
Sistema de dimensiones y atributos ecológicos y estéticos del paisaje urbano.
FUENTE: BRICEÑO ET AL. (2012).

Otra consideración que relaciona los atributos físicos con la calidad estética del paisaje urbano es el estado y mantenimiento de los elementos espaciales artificiales y naturales que lo complementan; lo expuesto por *Geertz* (1973), tiene relación con el estado de la construcción edilicia y la preocupación por conservar los sistemas de vida de flora y fauna en la ciudad, elevan o disminuyen los indicadores de calidad eco-estética de los espacios urbanos. Particularmente, Rojas (2011) hace incapie en los elementos bióticos (flora y fauna) y abióticos (clima, agua, relieve, etcétera) en su relación funcional y visual con el sistema construido por el hombre son determinantes en la configuración eco-estética.

Otro concepto de lo eco-estético recuperado de las ideas de la buena forma de la ciudad de *Lynch* (1974), es el de diversidad, entendida como la variedad y el contraste de los rasgos visuales tanto de los componentes físicos del paisaje como de las actividades que están comprometidas con el funcionamiento de los ámbitos urbanos. La diversidad no solo expresa la complejidad en la configuración urbana, sino la cantidad de opciones de elección que se ofrece al habitante urbano. El exceso de diversidad puede ocasionar, por un lado, una parálisis del ciudadano en su toma de decisiones sobre como movilizarse en el espacio y, por otro, puede contribuir a su perturbación emocional. Un claro y muy actual caso de esta perturbación, se debe al intenso tránsito vehicular en espacios compartidos con el peatón y sus consecuencias sobre su salud y el medio ambiente.

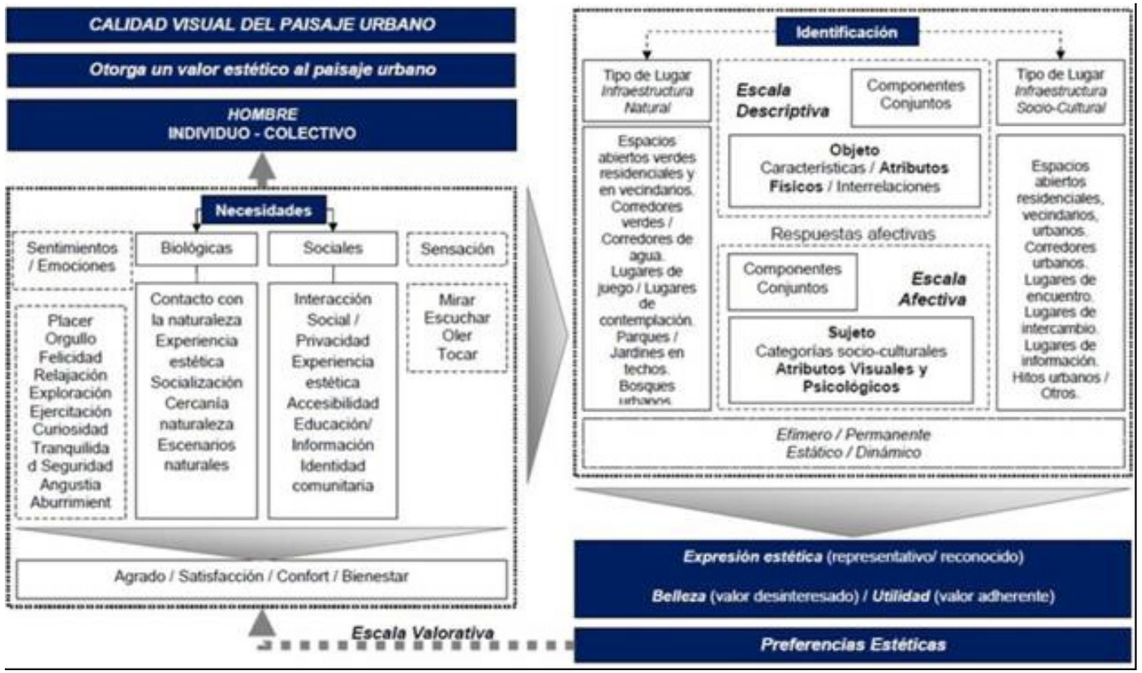


FIG. 12
Calidad visual del paisaje urbano.
FUENTE: BRICEÑO ET AL. (2012).

Las nociones arriba mencionadas sobre los principios estéticos del paisaje urbano pueden, eventualmente, trasladarse de su esfera analítica a una normativa. Una mezcla de algunos de ellos, o todos ellos, puede n servir para prescribir la acción sobre el diseño arquitectónico. Con este objetivo Briceño *et al.* (2012: 45) **(FIG. 12)**, ofrecen compartir el territorio conquistado con anterioridad por *Sitte* (1926), *Cullen* (1974) y *Lynch* (1974), con los conceptos siguientes:

- *Jerarquía de componentes*: referida a la función, ubicación y primacía de los componentes formales y funcionales, naturales y urbanos.
- *Fronteras ecológicas*: delimitan unidades espaciales naturales y urbanas desde sus posibles interacciones y articulaciones a través de ejes o corredores de conexión.
- *Diversidad social, organización y redes*: la diversidad reconoce la existencia de poblaciones distintas y los vínculos entre ellas, a partir de la determinación de necesidades. La organización hace posible la actuación colectiva en el espacio a través de decisiones. Las redes de información profundizan en el intercambio y conocimiento.
- *Armonía y proporción*: es la tendencia a la integración, interrelación y concordancia de un elemento con otro, o de los elementos como un todo. Es la correspondencia dimensional entre las partes consigo mismas, con el conjunto y, en el espacio y tiempo donde se han de ubicar.
- *Equilibrio visual*: es el estado de estabilidad perceptiva fundamental de la composición que implica un paralelismo entre el peso visual de los elementos que se organizan en el espacio urbano.
- *Ritmo recurrente*: es la sucesión o repetición constante, o alterna de elementos según su color, textura, forma, posición, tamaño y perfil, agrupados de acuerdo a la proximidad de unos con otros y a las características visuales que comparten.
- *Contraste y variedad*: consiste en la diferencia notable que existe entre los elementos, para romper con la monotonía y simplicidad de la composición que puede ocasionar el ritmo recurrente. Se relaciona con la jerarquía de cada componente a la vez que permite la relación de diversos y distintos elementos. Su uso racional y lógico favorece la lectura, correspondencia y balance con el carácter unitario del conjunto.
- *Base Geométrica*: es la base ordenadora de toda composición. Se ocupa de las propiedades, medidas y relaciones de magnitudes en el espacio entre puntos, líneas, ángulos, superficies y cuerpos. Orgánica o no, todo diseño urbano-arquitectónico precisa de las leyes de la geometría en relación con la escala humana.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Muchas de las ciudades latinoamericanas presentan una particularidad especial relacionada con el alto grado de informalidad en su producción urbanística, lo que naturalmente impacta de manera importante en su imagen. La llamada ciudad informal, que se va consolidando a través del tiempo con incipientes servicios básicos de infraestructura, escasamente equiparables a los de la ciudad formal, da origen a otra imagen distinta de aquella que sugieren las regulaciones establecidas.

Evaluar la calidad del paisaje urbano desde indicadores de descripción de su estado, planteando interrogantes tales como: ¿Posee el ámbito propiedades de la buena forma urbana? ¿Presenta cualidades de composición artística?, entre otros, ha sido una preocupación meramente académica para la disciplina del diseño urbano. En la actualidad, sin embargo, el paradigma de la sostenibilidad le reclama a la academia indicadores que descansen, tanto en sus rasgos visibles, como en los del funcionamiento y mantenimiento de las cualidades positivas del fenómeno urbano. De ellos depende la calidad de vida de los ciudadanos, en tal sentido, por ejemplo, es tan importante contar con las áreas verdes y de parques consideradas suficientes, como con la comunicación social que estas posibilitan y la participación social de los vecinos en su uso y cuidado.

La inevitable transversalidad del paradigma de la sostenibilidad ha permitido un nuevo intento de relación entre el campo de la estética (composición), que propusiera *Sitte* en el siglo XIX, con los hallazgos de la percepción visual de la psicología de la forma y los diversos ensayos del perceptualismo que en ellos se basaran. Pero esta vez poniendo especial énfasis en la movilidad de seres y objetos en el espacio, que se convierten en objetos activos de la percepción del paisaje de la ciudad. En las últimas décadas, hay una manifiesta tendencia de los estudiosos de la materia, en entender el tema del paisaje urbano desde una perspectiva de inclusión de los conceptos de la ecología y los del dominio de la estética. De este modo, los atributos del paisaje son observados, descritos, analizados e incluso prescritos desde esta visión. Los procesos de los llamados ecosistemas urbanos y los cognitivos de la percepción del individuo y los colectivos se intentan fusionar.

El espacio público actual en las ciudades latinoamericanas parece estar convirtiéndose en un campo de batalla territorial entre peatones y vehículos motorizados. Solo hace falta acercarse a un paradero de autobuses; un crucero peatonal –con o sin semáforo– para observar el estado de tensión entre conductores de vehículos y peatones, producido por la voluntad de apropiarse del espacio público en las mejores condiciones. No es poco frecuente ver como el estacionamiento de vehículos, por ejemplo, invade áreas de secciones de vía destinadas a otros usos, o invade plazas; jardines y hasta parques. El exceso de los automóviles estacionados en la vía pública ha modificado sustancialmente, la percepción de los ámbitos urbanos y, desde luego, las reflexiones y acciones sobre el diseño del espacio público; sin duda, éste constituye el escenario desde el cual los actores urbanos perciben las cualidades del paisaje urbano y, naturalmente, las intervenciones que se producen tanto en él como en el mundo material de su entorno inmediato, afectan la calidad de vida del habitante de la ciudad.

Finalmente, es indispensable repensar al paisaje urbano desde una perspectiva integral, como estrategia para influir en quiénes toman las decisiones sobre su estructuración para recuperar niveles satisfactorios de calidad y, consiguientemente, mejorar los indicadores de calidad de vida en nuestras ciudades.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, B. 2005. Espacio público y arte cívico en Santiago, 1930-1950. *Revista Diseño Urbano y Paisaje II*(6). En línea: http://www.ucentral.cl/du&p/pdf/000001.pdf [Consultado: 25/06/2016].

BRICEÑO, M. C. 2012. Atributos eco-estéticos del paisaje urbano. *Revista Luna Azul* (34): 26-49.

BRICEÑO, M., W. CONTRERAS MIRANDA y MARY OWEN de C. 2011. Propuesta de un sistema de indicadores para evaluar la calidad visual del paisaje urbano. *Revista Ecodiseño y Sostenibilidad* 3(1): 65-104.

CAMPOS, O. 2003. Del paisaje a la ciudad. *Revista Bitácora* (7): 44-52.

CNU. 1996. *Carta del nuevo urbanismo*. En línea: http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0636319.pdf [Consultado: 20/05/2016]

CRUZ, J. I. 2014. *Teoría y Práctica del Diseño Urbano.* Facultad de Arquitectura y urbanismo. Editores J. Inzulza y L. Pérez. Santiago de Chile, Chile. 138 p.

CULLEN, G. 1974. *El paisaje urbano. Tratado de estética urbanística.* Editorial Blume. Barcelona, España. 174 p.

GEERTZ, C. 1973. *The interpretation of culture: Selected essays.* Basis Books. New York, USA. 211 p.

GÓMEZ ALZATE, A. 2015. El paisaje como patrimonio cultural, ambiental y productivo. *Kepes:* (06): 91-106.

LYNCH, K. 1974. *La imagen de la ciudad.* Ediciones Infinito. Buenos Aires, Argentina. 132 p.

MEAD, M. 1935. *Sex and temperament in three primitive societies.* William Morrow. New York, New York, USA. 187 p.

PINKER, S. 2003. *La tabla rasa.La negación moderna de la naturaleza humana.*Ediciones Paidós Iberica SA. Barcelona, España. 158 p.

ROJAS, A. 2011. Calidad de vida, calidad ambiental y sustentabilidad como conceptos urbanos complementarios. *Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología. ULA, 21* (61): 176-207.

SALAS, J. D. 1996. *Arquitectura Contemporánea y Ciudad. Área central de la ciudad de Mérida.* Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 108 p.

SITTE, C. 1926. *Construcción de ciudades según principios artísticos* En línea: http://www.cervantesvirtual.com/obra/construccion-de-ciudades-segun-principios-artisticos [Consultado: 15/05/2016].

NOTAS TÉCNICAS
~ TECHNICALS NOTES

ARTE Y DISEÑO: PRESENTE Y FUTURO DE LA INVESTIGACIÓN

Art and Design: Present and Future of Research

POR

Ilian **ARAQUE**

Universidad de Los Andes, Facultad de Arquitectura y Diseño.
Mérida, Venezuela.
ilianaraque@hotmail.com

*pp.*134–147

RECIBIDO 03/03/2016
ACEPTADO 18/09/2016
ISSN 1856-9552

RESUMEN

El artículo reflexiona sobre la valoración de la cultura de la investigación en el objeto estético (las artes y el diseño) y el lugar que a esta cultura se le otorga en la academia. El tema se discute a partir de las posibilidades que desde la universidad pueden crearse para favorecer la investigación en las artes y el diseño. El resultado es una reflexión sobre la ontología de la obra de arte, sobre el modo de existencia de ciertas artes o de ciertas obras, sobre la atención, la apreciación y el juicio a la experiencia estética.

PALABRAS CLAVE

Objeto estético, investigación en arte y diseño, ontología de la obra de arte, cultura de la investigación artística, sistema de las Bellas Artes.

SUMMARY

This paper proposes an assessment of the research culture of the aesthetic object (arts and design) and how this type of research is regarded in academia. The subject is discussed under the assumption that universities can create the opportunities to encourage research in arts and design. The result is a reflection on the ontology of the work of art, on the mode of existence of certain works or certain arts, on the attention, appreciation and judgment of the aesthetic experience.

KEY WORDS

Aesthetic object, research in the arts and design, ontology of the work of art, culture of art research, system of Fine Arts.

1. INTRODUCCIÓN

> "Todo objeto puede ser transformado, toda manera puede ser imitada, no hay, pues, arte que escape por naturaleza a estos dos modos de derivación que (...) de modo más general, definen todas las prácticas de arte en segundo grado, o *hiperestéticas*".
>
> —Gerard Genette (1989)

La valoración de la cultura de la investigación sobre el objeto estético (las artes y el diseño) y el lugar que a esta cultura se le otorga desde la academia, es un punto que requiere de la mayor atención. Particularmente es un tema a discutirse: el de las posibilidades que desde la universidad pueden crearse para favorecer la investigación en las artes y el diseño.

Hacer esto no me exime de presentar una reflexión sobre la ontología de la obra de arte, sobre el modo de existencia de ciertas artes o de ciertas obras, sobre la atención, la apreciación y el juicio a la experiencia estética. Actividades que deben estimularse tanto a nivel de la docencia, como de la investigación, sin lugar a dudas. Ha sido preocupación y discusión constante en el seno de ciertos sectores producir unos criterios y una interpretación colectiva que permita establecer ciertos parámetros –un baremo de condiciones, se le llama en el lenguaje técnico– que permitan valorar científica y críticamente el trabajo artístico, sus proyectos, sus obras y, por qué no, las tentativas estéticas producidas con fines pedagógicos o simplemente producidas como expresión de una subjetividad que exacerba aspectos de la indeterminación de la realidad, así como de aquellos desplazamientos fragmentarios de la misma.

Darle un sentido a través del juicio, la reflexión, la investigación y percepción de lo producido constituye lo conocido como *objeto estético*. Por ejemplo, miremos esta definición Dewey John (2008: 65), "Un objeto es peculiar y predominantemente estético, y ofrece el goce característico de la percepción estética, cuando los factores que determinan lo que puede llamarse *una* experiencia se elevan muy por encima del umbral de la percepción y se hacen manifiestos por sí mismos".

A fin de presentar esta reflexión, que siempre ha actuado como telón de fondo de las discusiones por parte de la academia, de los críticos y de los especialistas preocupados por esta problemática, para así poder construir una interpretación, una valoración que fije derroteros a las artes y a las experiencias artísticas, se permite presentar una hipótesis de partida:

> *Para articular la presencia del objeto estético como actividad creativa, al igual que la ciencia, es necesario construir una filosofía analítica y tipológica de este objeto, que articule de manera flexible, la relación entre estética y su quehacer investigativo y pedagógico.*

Investigación y enseñanza requieren, pues, fijar criterios de valoración, estímulo y análisis a los modos de existencia de las obras artísticas, y a la experiencia subjetiva de estas obras y la de sus creadores. Esta valoración, estímulo y análisis deben someterse al principio según el cual la obra de arte es la expresión de un pensamiento subjetivo canalizado metódicamente, de una sensibilidad que hace objetiva y posible una experiencia estética según técnicas y procedimientos metodológicos adecuados.

Es a este movimiento de construcción y expresión al que prestamos atención a la hora de darle un estatus académico a la producción estética. No se trata de ninguna manera de permanecer anclado inconscientemente en la idea –acaso superada en nuestros días– de que el arte tiene una esencia que es manifestar o expresar la esencia del mundo, lo que expuso Hauser (1977: 550), "*lengua madre de la humanidad*". Esa idea forma parte de lo que algunos críticos han denominado "*teorías especulativas del arte*" (Schaeffer, 1992:11).

Si el mundo llamado posmoderno ha dejado atrás la idea de esencias ontológicas, no podríamos nosotros atarnos a cualquier tipo de esencialismo en materia de arte y diseño. Más bien proponemos considerar un sistema de Bellas Artes (Beaux-Arts, Fine Arts) como un sistema específico, separado, autónomo, capaz de darse a sí mismo sus propias leyes y prácticas.

A fin de cuentas, desde el siglo XVIII el arte ha sido considerado y aceptado como aquella actividad que se da a sí misma sus propias reglas, lo cual hace referencia a su autonomía. Característica que no podemos dejar de lado en una reflexión como la aquí planteada. Queda a los críticos (investigación curatorial), describir los mecanismos internos de la producción artística, pero también determinar su estatus ontológico, metodológico y epistemológico. Este proceso, ni completamente hecho de objetos físicos y materiales, ni completamente hecho de ideas o de sensaciones subjetivas, requiere de la construcción de un espacio intermediario basado en la especificidad de un conjunto de lenguajes artísticos contemporáneos (artes plásticas, musicales, audiovisuales, escultura, diseño, arquitectura, teatro, danza, comunicación visual) y de las idealizaciones a que hace referencia, a sus condiciones de posibilidad y a sus formas de expresión en un medio social y cultural determinado.

En consecuencia, el presente trabajo busca a partir de investigaciones propias en el campo de la arquitectura del paisaje y las de especialistas en otros campos, el apoyo necesario para sustentar la principal tesis que se propone someter a discusión: la proposición de que la transformación de la investigación en arte y diseño debe entenderse en el contexto del desarrollo de las Bellas Artes, como un sistema que se nutre de la creatividad y de la experiencia estética como fuerzas motoras.

Así ha de ser su enseñanza y el juicio sobre su naturaleza, su proceso y sus resultados. No se trata de manera alguna de un problema técnico. Se trata, en sentido más amplio, de definir las condiciones necesarias y suficientes para considerar la investigación y la producción del objeto estético como una obra de arte y sus capacidades de difusión y enseñanza. Escribe Dewey (2008: 324), que "*El medio de expresión en el arte no es ni objetivo ni subjetivo, es la materia de una nueva experiencia en que ambos han cooperado de tal manera que ninguno tiene existencia por sí mismo*".

En ese sentido sus agentes relevantes (los artistas, arquitectos, diseñadores, el público, los curadores, las instituciones artísticas, la academia, el mercado y los usuarios, entre otros), aparecen como "*modos de relación*" que afectan la producción artística, la percepción y su específica codificación estética. En la academia las cosas ocurren dentro de otra perspectiva: la producción artística y su alcance se justifican tomando como comparación los parámetros de la ciencia. Si el arte es la materia de una experiencia, de una emocionalidad, de un lenguaje, esto nos lleva, incluso, a repasar la tentativa de definir el propio término ARTE (Collingwood, 1938: 5-7). Algo que se remonta muy lejos en la historia, y sobre lo cual mucha tinta se ha vertido (Ambrozic - Vettese, 2013).

2. DEFINIR EL ARTE Y LA CREATIVIDAD ARTÍSTICA

La primera definición o forma de entender el arte –*la teoría de la imitación.* A este respecto hay en Francia dos fuentes de estudio privilegiadas: Primero, las *Réflexions critiques sur la poésie et sur la peinture* (1719) del Abad Jean-Baptiste Dubos (1670-1742), y luego, la obra *Les Beaux-arts réduits à un même principe* (1746) del Abad Charles Batteaux (1713-1780). En ambas se encuentra la emergencia de la idea moderna de las Bellas Artes y su clasificación oficial en siete campos: poética, elocuencia, pintura, música, danza, escultura y la arquitectura.

La teoría de las Bellas Artes que Batteaux presentó, se reducía a afirmar que la característica común a todas ellas es que imitan la realidad –como un proceso de imitación de la naturaleza y del universo, parece haber sido muy satisfactorio al menos hasta la primera mitad el siglo XIX.

Pero esa *manera* de reproducir imitativamente cada uno de los objetos, no estuvo exenta de dificultades, las cuales salieron a la superficie a través de la conocida como *teoría expresiva del arte*. Ésta manifiesta que la actividad artística expresa un conjunto de características subjetivas, lo que remite a una cierta propiedad que relaciona las obras con el estado anímico, intelectual y emocional del artista. Sin embargo, como investigadores en esta área lo han puesto de manifiesto, tanto la teoría de la imitación, como la teoría de la expresión, resultan inadecuadas para explicar la complejidad del fenómeno (Dickie, 1973; Aumont 2001).

Tratar de meter el arte dentro del muy rígido parámetro de la definición, hace que se pierda uno de sus rasgos más significativos: el carácter aleatorio, contingente o hasta accidental de ciertas obras consideradas como artísticas. Y si a esto añadimos que el arte siempre será y ha sido habilidad del hombre para crear–más allá de la mera imitación o expresión– esto nos obliga a considerarle dentro del contexto muy particular de su desarrollo histórico. Así lo sugiere y lo enseña a través de toda su obra el gran historiador del arte Ernst Gombrich, quien en todo momento recordó que la historia de los grandes prodigios, fue eterna fuente de inspiración a los artistas de su época y de cualquier época. Ellos siempre inspirarían la búsqueda de los más altos valores de la belleza, de lo sublime y de una genuina creatividad.

Incorporar la historia a la definición del arte como habilidad de crear, nos remite a dos conclusiones sumamente interesantes:

No tenemos un auténtico conocimiento y valoración de las obras de arte, si no es en su historia y en el contexto de su época. En consecuencia, sólo seremos capaces de dar un juicio certero a su producción siempre que las veamos provistas no solamente de su etiqueta simbólica y creativa, sino de su fecha de producción, personal y actual. En nuestra época, por ejemplo, es difícil entender, y mucho menos valorar, la producción artística si no la insertamos dentro de la corriente globalizadora del arte y de sus instituciones, además de su vinculación a la revolución digital.

Pensar en el arte, requiere leerle no como un objeto, entre otros, sino como un objeto de conocimiento –o al menos valorarle solamente como objeto de conocimiento– porque el arte es mucho más que eso; el arte es una experiencia estética que puede llegar a ser una parte del mundo, en la medida en que es algo hecho, elaborado, creado, pero al mismo tiempo se presenta separado del mundo.

Esta doble y por veces ambigua significación del arte –ser parte del mundo y aparecer separado de él– es lo que constituye su importancia y complejidad. El arte, escribía el filósofo norteamericano John Dewey en 1934, cuya definición del objeto estético adoptamos en este trabajo, es una experiencia estética que constituye un acto de expresión, cuyo resultado es el objeto expresivo. De eso se trata, de producir un objeto que expresa, refleja o representa una realidad exterior o íntima. Así, el artista pinta, esculpe, graba, baila, gesticula, modela, dibuja, escribe, compone, y al hacer esto produce un resultado que es al mismo tiempo percibido. La percepción forma parte de la producción: "*El proceso del arte en la producción, se relaciona orgánicamente con lo estético en la percepción*" (Dewey 2008:57). Es decir, que la percepción visual en el arte es también considerada como una actividad cognitiva, productora de conocimiento (Amheim, 1969).

Pero, hay más, con estas consideraciones que evocan una definición del arte, ¿Cómo dar, hoy y siempre, un destino particular a ciertas producciones humanas marcadas con el glorioso sello del arte? ¿Cuál es esa misteriosa cofradía de artistas que en todas las sociedades y épocas ha tenido sus reglas, a veces para organizarse secretamente, a veces, por el contrario, para desplegarse del modo más visible posible? ¿Quién decide mostrar como artísticos tal o cual imagen, tal o cual objeto, tal o cual composición? ¿O, es preciso creer que los objetos son artísticos en virtud de propiedades intrínsecas?

Estas consideraciones que más allá de todos los baremos que una universidad o cualquier otra institución puedan darse para valorar objetivamente un producto que es altamente subjetivo, el elemento clave aquí –aparte de la percepción por el artista a que hicimos referencia– es su recepción por parte del público, por parte del canon de las artes que gobierna una sociedad y una época determinada.

En el ámbito de las artes (visuales, musicales, audio visuales, escenográficas, el diseño, la arquitectura y la comunicación visual) la investigación, experimentación y producción se realiza en la conjunción entre búsqueda plástica, visual, musical, escénica; en sus relaciones con otras disciplinas científicas y humanísticas, y haciendo uso de un modelo de investigación conceptual y creativo. Pero, en última instancia, los objetos estéticos sólo adquirirán el estatus de artísticos en la medida en que tomen parte en un "*ritual de consumo*" (Aumont, 2001:9).

En palabras de Gombrich, un objeto estético se convertirá en una maravilla del espíritu, en un objeto de gran valor, digno de admiración, en la medida en que contribuya a la formación de un "*público de entendidos*", capaz de escoger entre lo bueno y lo mejor. Cuando Ernst Gombrich (1982:5) en su trabajo titulado *Tradición y creatividad* habla de la excelencia artística, se refiere a la presencia de "*una audiencia crítica, de un público de connoisseurs o entendidos capaces de discernir, cuyos elevados estándares críticos no permitan que el artista se conforme con cualquier cosa, sino tan sólo con lo mejor*". En consecuencia, para nuestro propósito en este trabajo, es importante el papel del árbitro, del evaluador, pero no podemos olvidarnos del papel del consumidor, del mecenas o del cliente, ya que constituyen un importante elemento en la ecuación. Y esto se logra no solo mediante la producción artística, sino también a través de la investigación y la educación en esta disciplina.

Para complementar una posible definición del arte tenemos que preguntarnos con mayor insistencia qué se entiende por creatividad en las artes. La pregunta es apremiante, ya que la palabra ha sido un tanto banalizada en nuestros días. Siguiendo de nuevo a

Gombrich (1982), ser creativos incluye y nos exige también ser selectivos, ser críticos y esto, como suele ocurrir con los evaluadores y árbitros académicos, demanda ejercitar la elección.

Puede decirse que las artes son acumulativas como lo son las ciencias. Cada artista o científico se basa en los logros de sus predecesores. Esto ya lo enseñaba para las ciencias Thomas S. Khun (1962) en su "*Estructura de las revoluciones científicas*". La creatividad en la ciencia supone la forja de un eslabón más en la cadena de una tradición de investigación que se extiende hacia el pasado durante siglos. Pero también existen aspectos de las artes, tal como lo enseña la Historia del Arte, que exhiben este carácter acumulativo; especialmente en el desarrollo de los diferentes tipos de representación (pictórica, realista, abstracta, conceptual o natural) **(FIG. 1)**.

FIG. 1
La primera meta de la educación creativa es el desarrollo independiente de un pensamiento crítico, y la segunda, es proporcionar una experiencia para solucionar problemas. Estudiantes entendiendo el paisaje para crear su propia representación. Núcleo la Hechicera Mérida, Venezuela.
FOTOS: AUTORA.

Gombrich (2005:6), ejemplifica este carácter acumulativo en relación a las artes de la manera siguiente: "*El claroscuro de Rembrandt, la luz de los paisajes de Cuyp, o el modo en que Terborch pinta el terciopelo, pueden ser descritos como refinamientos y modificaciones de métodos desarrollados a lo largo de muchos siglos en una cadena ininterrumpida de tradiciones en progreso*". De manera que si bien los objetivos del arte no son tan estables como los de la ciencia, se puede afirmar que las artes son acumulativas en el sentido de que pueden ser entendidas como un despliegue y crecimiento a través de una larga cadena de descubrimientos y aportaciones.

De ahí, que el mismo medio artístico sugiere al artista nuevos efectos que puede explotar y explorar. Una vez que esos efectos son aceptados y disfrutados por el público, la siguiente inteligencia creadora puede comenzar desde allí y encontrar, a partir de nuevas combinaciones de esas configuraciones y estructuras, nuevas e inesperadas riquezas que transmitirá a sus sucesores. Cada arte mantiene –concluye (Gombrich, 2005:8)– una relación intensa con el medio, con su lenguaje específico: "*¿No es verdad que podemos observar cómo Vermeer van Delft modificó y transfiguró el rico y sutil lenguaje de la pintura de género holandesa, hasta grados inusitados de refinamiento e intensidad?*" **(FIG. 2)**.

FIG. 2
La joven de la perla, Vermeer van Delft, 1665.
FOTOS: GALERIA REAL DE PINTURAS MAURITSHUIS, MUSEO LA HAYA.

De esta manera la autora propone que en el medio artístico y estético no priven las posturas rígidas. Se admiten la frivolidad y las fantasías sin perder, no obstante, la seriedad del acto creativo que hay detrás de cada producto y de su proceso. Al conferirle el estatuto de arte a un objeto, se le añade una cierta responsabilidad en relación al objeto producido y a su difusión, sea en el aula de clases, por parte de museos, salones de arte, conciertos, concursos o exhibiciones. Es decir, por parte del aparato cultural e institucional que vela por el desempeño artístico de una sociedad en un momento dado. Pero también por parte de una teoría del objeto estético.

Esto nos lo enseña otro especialista de la teoría estética y de la práctica artística, el norteamericano Danto (1981:110-135), al señalar: no hay mundo del arte sin una teoría artística, –la teoría hace al arte posible–. Lo cual nos lleva al menos a dejar planteada la cuestión del lugar que la teoría cumple en la creatividad artística: La teoría como una práctica del arte. En relación al tema, se recomienda revisar la publicación periódica británica *Art & Research* (2009), en particular el volumen 2, *A Journal of Ideas, Contexts and Methods*. Si la teoría hace posible la producción del objeto estético en cualquiera de sus variantes, podría suponerse que esta es una de las condiciones que gobierna el proceso de investigación en arte y diseño. Condiciones que pueden ser –al mismo tiempo– resultantes no sólo de la investigación, sino también de la sistematización crítica de las prácticas artísticas resultantes.

Allí es donde el papel de la crítica y de los críticos ocupa un lugar decisivo en el carácter acumulativo y progresivo de las artes (Kraut, 2007). La cuestión es relevante, porque se deja atrás aquella noción de que el arte es en definitiva una forma sensorial de la realidad, donde el elemento emocional, inspirativo y especulativo –en dos palabras, la experiencia creativa– son su componente esencial. Acaso sea en el mundo contemporáneo la relación del arte con la teoría uno de los aspectos más intrigantes y novedosos a la hora de calibrar los proyectos de investigación artísticos y sus alcances. Un afamado crítico de arte coloca las cosas de la manera siguiente: "*La práctica del arte contemporáneo está ahora altamente saturada con el conocimiento teórico lo cual deviene una práctica de investigación en*

sí misma. Los artistas no sólo toman el criticismo y la negociación, sino que también integran los métodos de investigación y el conocimiento científico en sus procesos artísticos, en un grado tal que parecen estar desarrollando una forma independiente de conocimiento" (Busch, 2009: 1)

Como se deriva de lo anterior, el arte no acepta una definición total que contenga y reconstruya el significado del término. Circunscribirlo a un aspecto ignora otros que forman también parte del concepto. De manera que se impone, al menos como aproximación, una versión ecléctica pero alternativa: El arte puede representar cosas existentes, pero puede también construir cosas que no existan **(FIG. 3)**. Trata de cosas que son externas al hombre, pero expresa también su vida interior. Estimula la vida interior del artista, pero también la del receptor. Al receptor le aporta satisfacción, pero puede también emocionarle, provocarle, impresionarle o producirle un choque. Como todas estas son funciones del arte, no puede ignorarse ninguna (Tatarkiewicz, 1997: 63).

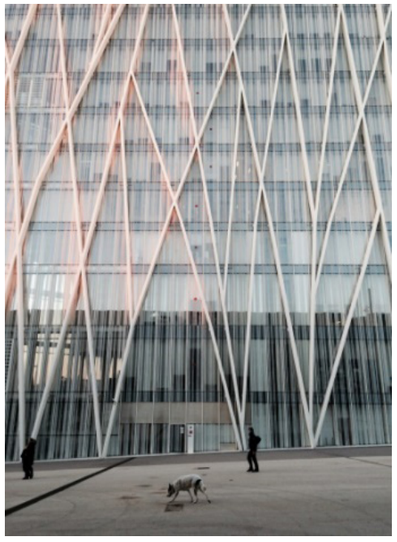


FIG. 3
Formas abstractas en la piel estructural que conforma el Edificio Fórum. Barcelona, España.
FOTOGRAFÍA: DAVID RICARDO DÁVILA.

3. POLITICA DE INVESTIGACIÓN Y CREATIVIDAD ARTÍSTICA

Con esta complejidad puesta por delante, no es extraño que en las facultades, departamentos y escuelas de arte no sólo de Venezuela o de Latinoamérica, sino de todo el mundo, se viva un intenso debate sobre cuál debe ser el diseño curricular de los títulos de grado y de post-grado en el ámbito de las Bellas Artes, o cuál deben ser las perspectivas ontológicas, epistemológicas y metodológicas de la investigación artística. Uno de los términos que han tenido mayor acogida es la interdisciplinariedad, íntimamente ligada a los contenidos transversales.

En las escuelas de arte estadounidenses e inglesas, por ejemplo, gran parte de las propuestas quedan agrupadas bajo el concepto "*new genres*" (nuevos géneros), a modo de un cajón de sastre donde cabe todo: las instalaciones, el performance, el arte medioambiental, el cibernético, las artes escénicas, etcétera.

Este auge de programas modernos suscita una serie de interrogantes: ¿Deberían elaborarse programas de colaboración interdepartamental? ¿Cómo potenciar la comunicación del saber disperso entre una multitud de instituciones académicas? ¿Cuáles son los límites entre la visión tradicional y la contaminación absoluta de las categorías artísticas? ¿Cómo resolver el dilema: volver al carboncillo, al lienzo o la tableta gráfica? Más aún, ¿encontraremos la solución en planteamientos que enfrenten las ciencias a las artes, por razones teóricas y metodológicas?

En muchos casos, el ámbito docente en las artes ha acogido numerosas prácticas modernas de un modo un tanto acrítico y casi obligado; en otros casos lo ha hecho por las presiones públicas y/o académicas inmersas en la retórica de la innovación. Y, por supuesto, nadie es inmune a la presión mediática del mercado que obliga a ofrecer unas imágenes institucionales para su programa de difusión y propaganda cultural en la era digital, donde el emblema por excelencia, como receptáculo idealizado de todos los saberes posibles pasa por lo digital.

Esta interdisciplinariedad en materia de creación artística y de las ciencias es exigencia de la multiplicidad misma de los objetos de investigación, los cuales van de la literatura (poesía, retórica, ficción) a las artes visuales (pintura, escultura, cine, arquitectura, diseño gráfico, etcétera) **(FIG. 4 y 5)**, pasando por los estudios teatrales y la música. Todas estas disciplinas contienen modalidades de representación, estatus metodológicos, dinámicas históricas y culturales, al igual que funciones sociales muy diversas, lo cual implica modos de enfoque diferenciados. Incluso la interdisciplinariedad no abarca adecuadamente la situación. Ya sabemos que el artista crea pequeños universos con gran obsesión y destreza que escapan a cualquier encasillamiento. Sin embargo, acogemos una plataforma

FIG. 4
Arte en el Parque High Line, New York City.
FUENTE: FOTOGRAFÍA DE LA AUTORA.

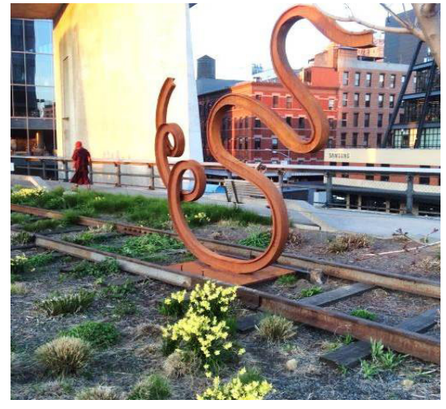


FIG. 5
Arte urbano en la Quinta avenida de New York.
FUENTE: FOTOGRAFÍA DE LA AUTORA.

que abarque la pluralidad de objetos y de enfoques en aras de una transformación en materia de investigación en arte y diseño. La inevitable e indispensable –multiplicidad de enfoques epistemológicos o cognoscitivos va definiendo una cierta complementariedad de miradas y métodos consagrados a un mismo objeto. La investigación en artes visuales requiere también de la intervención conjunta de un método histórico que aporte el contexto, de investigaciones iconológicas, de reflexiones sobre las modalidades representacionales y perceptuales.

En esta materia, entonces, múltiples perspectivas y desarrollos parecen particularmente importantes, de manera de ir construyendo una política de investigación y docencia en el área. Algunas reorientaciones se refieren:

Al apoyo a proyectos de investigación colectivos y a la conformación de grupos que vayan constituyendo un corpus temático de referencia, un banco de datos bibliográficos, una puesta en práctica de metodologías y enfoques que sirvan de apoyo a la docencia. De esta manera se van formando los cánones artísticos que regirán la transmisión y desarrollo de los modelos de investigación.

Estimular la transferencia de información y de reflexión entre diversos géneros artísticos y modelos estéticos, aprovechando las ventajas presentes en este mundo globalizado.

Al estímulo de la experimentación metodológica y la reflexión teórica mediante las actividades extracurriculares (seminarios, simposios, conferencias, intercambio académico), de manera que trabajos empíricos y reflexión teórica nutran los programas de investigación y docencia. Es decir, el estímulo a una confrontación permanente con la realidad y con la teoría.

Todo lo anterior derivaría en el desarrollo de una política científica verdaderamente interdisciplinaria y constitutiva, cuyo requerimiento es evidente para todos los agentes de la investigación en el dominio de la creación artística y el diseño. Aprovechándose, de esta manera, todos los investigadores individuales y equipos de investigación ya comprometidos con proyectos en desarrollo. Esto reforzaría los cuadros profesorales que vayan dando a los programas de docencia una estrategia estimulante a la constitución de un sistema de Bellas Artes autónomo y sólido que allanaría el camino –en su relación con la ciencia– a interrogantes del tipo:

- ¿Qué significa la investigación en las ciencias y las artes?
- ¿Cuáles son las condiciones que definen y guían la representación artística y la explicación científica?
- ¿Hasta qué punto las artes y las ciencias se intersectan?
- ¿Cómo definir las cualidades específicas de cada una?
- ¿Cómo las ciencias y las artes –sus procesos de producción– pueden beneficiarse mutuamente?

Los resultados aclararían aquellas cuestiones relativas a procesos metodológicos y de investigación que tiendan a buscar nuevos conocimientos. Pero al mismo tiempo se requieren bases para la institucionalización de programas de investigación que legitimen los métodos y la epistemología de la producción artística, dando el contexto innovador a los programas de estudio en las artes y el diseño. Al final de cuentas, el verdadero mediador en todo este proceso –más allá del artista, del crítico, del curador, del público o del mercado– es el arte mismo, el producto estético *per se*. Hablar de arte y diseño, estimular su desarrollo según criterios académicos, significa exigir al creador ante todo, una preparación metodológica y teórica que no le eximan de ese sentimiento íntimo que lo vuelva hombre de su tiempo y de su espacio.

Así, el arte como máxima expresión de la sensibilidad y materialización de las acciones humanas, es fuente, inspiración, desarrollo y fundamento para consolidar una mejor sociedad en tiempos de Desarrollo Sostenible, en especial fortaleciendo la dimensión espiritual que han pregonado Contreras y Owen de C. (2014), como sostén de valores ciudadanos y espirituales que propician el desarrollo integral a partir de gente creativa, innovadora y trascendental, siendo los artistas, diseñadores y humanistas, guías de cambio para la generación de nuevos paradigmas que propicien la construcción de obras de arte, espacios habitables y objetos interrelacionados a la experiencia acumulada patrimonial, los avances de la ciencia, la tecnología, pero en especial, el desarrollo de la creatividad a partir de un conocimiento estructurado por la formación académica y la experiencia.

Seguirle la pista a esta urdimbre de hilos por veces inconexos y quizás fortuitos, pero siempre significativos en lo que a la investigación en arte y diseño se refiere, y al papel de la academia, es tarea a realizar sin dilación alguna. En Venezuela tenemos las más valiosas lecciones en la obra - por ejemplo - del maestro Carlos Raúl Villanueva (1900 - 1975), que, pasados los años, ha comenzado a tener eco en profesionales de diferentes trayectorias, sin aparentes motivos de coincidencia generacional y sin, ni siquiera, haber compartido exploraciones académicas o profesionales. Es que desde la arquitectura y el diseño subrayó con inteligencia los valores expresivos de un arte humanizado que satisface necesidades vitales de una época. La integración artística, como proceso, sólo es capaz de brotar de la investigación, haciendo oportuno citar a Villanueva (1965: 13): "*No me atraen los sistemas cerrados. Me interesan todos los aportes, las formas nuevas y todos los contenidos que ellas encierran, todos (...) constituyen un estímulo para mí*".

Entendemos esta apertura creativa, donde la universalidad de criterios a la hora del diseño, como una búsqueda expresiva de un espacio arquitectónico y de un arte nuevo, brotan de motivaciones estéticas y funcionales inspiradas en la investigación de una época. Este interés por la organicidad total de la arquitectura implica la consideración de la obra de arte como parte fundamental de la cultura de una comunidad humana (Sanz, 2006).

Retomando a Villanueva (1965: 14), expresa que "*me preocupa el problema de una nueva síntesis de los distintos medios expresivos. Es para mí una aspiración reconducir la arquitectura, la pintura y la escultura a la cohesión íntima, inextricable, significativa*". Se trata - añado - de la síntesis del objeto estético, la cual es definida anteriormente en el año 1954 por Villanueva en los términos siguientes: "*En el ambiente de las artes plásticas se formula la necesidad de una integración de la pintura y la escultura con la arquitectura, del retorno de los antiguos elementos del color y volumen al blanco organismo arquitectónico ( ) La idea de esta integración sólo podrá cristalizar con resultados positivos cuando la pintura y la escultura encuentren las razones arquitectónicas de su incorporación al ambiente construido. Es decir, sólo cuando se junte y se modele en función de los elementos espaciales que constituyen la obra arquitectónica*".

Semejante idea y su necesidad adquiere forma en la Ciudad Universitaria de Caracas, tal como lo dice Juan Calzadilla (1966: 13) que esta experiencia es un "*ensayo de ssíntesis, uno de los capítulos más osados de nuestra plástica*", transformador proyecto que resume el entendimiento entre arquitectos, urbanistas y artistas plásticos. Dejemos que sea la escritura del propio Calzadilla quien exprese su significación: "*Puede decirse que uno de los momentos más afortunados en la carrera del arquitecto Carlos Raúl Villanueva fue el haber llevado a la práctica un ideal perseguido y casi nunca logrado por artistas, teóricos y arquitectos de diferentes épocas: la integración de las artes*".

4. CONCLUSIONES

Los esfuerzos derivados del trabajo artístico se concentrarían en dos frentes: en el sistema educacional mismo y en la producción artística-investigativa, donde el primero seguiría o reflejaría de cierta forma al segundo. En las prácticas artísticas contemporáneas se impone ese enfoque interdisciplinario donde el objeto de estudio es bien flexible y amplio, siempre y cuando esté sustentado en un contexto apropiado, en una metodología y en un proceso de producción sistemático.

El campo del arte y el diseño se convierte de esta manera en un campo de posibilidades, de intercambio estético y de análisis comparativo. El resultado serán novedosos modos de enseñanza, de percepción y de pensamiento que exigen nuevos modelos institucionales en términos de estructura y currículo. Esto lleva a las instituciones de nuestras universidades a considerar la investigación en arte y diseño como procesos de producción de conocimiento, más que como actividades meramente especulativas. Lo que requiere definir y adoptar nuevos parámetros para la discusión, la producción y evaluación.

Así pues, queda claro que las prácticas artísticas no son en absoluto privilegio de las instituciones del arte, sino que se encuentran también interactuando con las de la ciencia según un modo específico para cada una, al cual resultaría imprudente aplicar criterios excluyentes. Finalmente, se espera que estas páginas estimulen una serie de discusiones sobre la investigación en arte y diseño o la producción en estos campos basada en la investigación. De esto depende el nuevo papel que las artes y las instituciones artísticas han de jugar en el contexto más amplio de la globalización del conocimiento y el remozamiento de la investigación en programas artísticos.

Pensar en el arte y pensar a través del arte dejará de ser dominio privilegiado de academias artísticas, de museos y demás centros de curaduría para ampliar los desafíos de la universidad del presente y del futuro sostenible.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROZIC, M. A. 2013. *Art as a Thinking Process. Visual Forms of Knowledge Production*. VETTESE, Sternberg Press. Berlín, Germany. 132 p.

ARNHEIM, R. 1969. *Visual Thinking*. Universidad de California Press, Berkeley. Los Ángeles, USA. 189 p.

AUMONT, J. 2001. *La estética hoy*. Cátedra. Madrid, España. 203 p.

BUSCH, K.2009. Artistic Research and the Poetics of Knowledge. *Art & Research* 2 (2): 63.

CALZADILLA, J. 1966. La Ciudad Universitaria: Un ensayo de integración de las Artes. Revista *Punto* 28: 13-16.

CONTRERAS M., W. y M. OWEN DE CONTRERAS. 2014. La Dimensión Espiritual, fundamento filosófico para alcanzar el Desarrollo Sostenible. Conferencia V Seminario Iberoamericano en Desarrollo, Sostenibilidad y Ecodiseño. Núcleo Universitario Rafael Rangel. Trujillo, Venezuela. 21 p.

COLLINGWOOD, R. 1938. *The Principles of Art*. Oxford University Press. Oxford, England. 174 p.

DANTO, A. 1981. *The Transfiguration of the Commonplace*. Harvard University Press. Cambridge, England. 132 p.

DEWEY, J. 2008. *El arte como experiencia*. Ediciones Paidós. Barcelona, España. 218 p.

DICKIE, G. 1973. *Defining Art. Contemporary Aesthetics*, Allyn & Bacon Inc. Boston, USA. 164 p.

FAJARDO-GONZALEZ, R. 2010. *La investigación en el campo de las Artes Visuales y el ámbito académico universitario. (Hacia una perspectiva semiótica)*. Sao Pablo, Brasil. 78 p.

GARCIA, S. y P. BELEN.2011. *Perspectivas ontológicas, epistemológicas y metodológicas de la investigación artística*. Paradigmas. Buenos Aires, Argentina. 157 p.

GENETTE, G. 1989.*Palimpsestos. La literatura en segundo grado*. Editorial Taurus. Madrid, España. 289 p.

GOMBRICH, E. 2005. *Tradición y creatividad*. The Gombrich Archive. Londres, England. 132 p.

HAUSER, A. 1968. *Historia social de la literatura y el arte*. 4ª edición. Ediciones Guadarrama. Madrid, España. 149 p.

HAUSER, A., 1977.*Sociología del arte*. 2ª edición. Ediciones Guadarrama. Madrid, España. 243 p.

KRAUT, R., 2007. *Aesthetics Theory and Artistic Practice: Danto's Transfiguration of the Artworld*. Artworld Metaphysics. Oxford University Press. Oxford, England. 145 p.

KRISTELLER, P.1951. The Modern System of the Arts. A Study in the History of Aesthetics 1. *Journal of the History of Ideas* 12 (4).

KRISTELLER, P.1952. The Modern System of the Arts. A Study in the History of Aesthetics 2. *Journal of the History of Ideas* 13 (1).

SCHAEFFER, J. M. 1992. *L'art de l'âge modern*. Gallimard. Paris, France. 134 p.

TATARKIEWICZ, W. 1997. *Historia de seis ideas. Arte, belleza, forma, creatividad, mímesis, experiencia estética*. 6a edición. Editorial Tecnos. Madrid, España. 157 p.

VILLANUEVA, C. R. 1965. *Escritos*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 79 p.

EL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO SUSTENTABLE

The Process of Sustainable Architectural Design

POR

Andreina **ROJAS BENAVIDES**

Universidad de Los Andes, Facultad de Arquitectura y Diseño.
Escuela de Arquitectura. Grupo de Investigación en Calidad Ambiental Urbana.
Mérida, Venezuela.
acrb_2283@hotmail.com

*pp.*148–168

RECIBIDO 07/04/2016
ACEPTADO 25/09/2016
ISSN 1856-9552

RESUMEN

El interés de la presente investigación surge por la experiencia docente en la asignatura de Taller de Diseño en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Los Andes y la labor como investigadora en el Grupo de investigación en Calidad Ambiental Urbana (GICAU). Se busca desarrollar a detalle la cuarta fase del método de diseño Urbano Arquitectónico implementado por el GICAU. Dado que el proceso de diseño en arquitectura es complejo y cambiante, surge la necesidad de producir una guía básica que le permita al estudiante de arquitectura consultar día a día durante su proceso de formación como profesional. Persigue mirar el proceso de diseño arquitectónico desde la visión de la sustentabilidad como garante de la humanidad y enseñar el oficio del arquitecto. Es por ello, que se estructura en ocho fases sucesivas que contemplan desde el planteamiento del problema, el estudio de normas, la conceptualización y composición formal, el análisis funcional, las decisiones técnico constructivo hasta la representación del proyecto definitivo, fases que permiten resolver con facilidad un ejercicio de diseño arquitectónico.

PALABRAS CLAVE
Proceso de diseño arquitectónico, diseño, proyecto, sustentabilidad.

KEY WORDS
Design method, architectural design, sustainability.

SUMMARY

The interest in this research arises from the teaching experience in the subject of Design Workshop at the Faculty of Architecture and Design at the University of Los Andes and my work as a researcher in the Research Group on Urban Environmental Quality (GICAU, in its Spanish initials: Grupo de Investigación en Calidad Ambiental Urbana). We aim to develop in detail the fourth phase of the Urban Architectural design method created by the GICAU. Since the architectural design process is complex and changing, there is a need to produce guidelines available to students for day-to-day consultation during their professional training. They have the purpose to focus on the architectural design process from the perspective of sustainability as a guarantor of mankind survival and teach the craft of an architect. Therefore, the guidelines are structured into eight successive phases that include the approach of a problem, the consideration of standards, the conceptualization and formal proposal, the functional analysis, the technical and constructional decisions and the modelling of the final project. All these phases allow to easily tackle an architectural design task.

1. INTRODUCCIÓN

Enmarcado en el pensum de estudios de la carrera de Arquitectura, específicamente en las asignaturas Taller de Diseño 40 y 70, de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, se ha desarrollado un instrumento de inter-aprendizaje denominado *Proceso de diseño urbano arquitectónico*, producto de la formación de postgrado, la experiencia docente y de investigación en el Grupo de Investigación en Calidad Ambiental Urbana (GICAU).

Dicho proceso se ha estructurado en cinco fases de trabajo en el taller. Estas fases son sucesivas y recursivas, y van desde la problematización a partir de la elaboración y comprensión del análisis diagnóstico, hasta el abordaje del diseño en diferentes escalas espaciales de actuación, a saber: diseño a escala urbana, a escala de sector, a escala arquitectónica, y finalmente, el diseño de la normativa urbana de forma gráfica. Por lo cual, se contemplan ejercicios de diseño urbano - arquitectónico de complejidad creciente a partir de un sector de la ciudad dado.

La aproximación al proyecto arquitectónico requiere de conocimientos técnicos propios del quehacer arquitectónico, es decir, aspectos formales, funcionales, técnicos, contextuales y de imagen, sin olvidar el componente creativo y el ingenio a la hora de resolver un problema; lo cual, depende del enfoque personal, buscando completar el proceso de diseño urbano arquitectónico, de ahí que el objetivo de la presente investigación, es desarrollar a detalle el diseño a escala arquitectónica, y producir un método de diseño arquitectónico que sirva de guía para los estudiantes de la carrera de arquitectura.

Proyectar arquitectura es una aventura maravillosa, mediante la cual se crean nuevos espacios, se materializan ideas y sueños, es un proceso de constante aprendizaje. Es pues, una labor creativa, intelectualmente enriquecedora y personalmente satisfactoria.

Pero el proceso de su aprendizaje no es fácil. La complejidad de la actividad proyectual, los múltiples factores que en ella intervienen, la diversidad de técnicas y conocimientos que debe poseer el proyectista y la necesidad de desarrollar simultáneamente la libertad creadora y el control crítico, hacen del aprendizaje del proceso de diseño arquitectónico una de las tareas más difíciles a las que se tiene que enfrentar el estudiante de arquitectura.

A lo largo de la carrera, los alumnos aprenden a hacer arquitectura en la asignatura de Taller de Diseño, en la que vierten todos los contenidos aprendidos en el resto de las materias del pensum, por lo tanto, el proyecto arquitectónico es la síntesis de los conocimientos adquiridos en cada nivel.

La enseñanza del oficio del arquitecto se realiza fundamentalmente a través del trabajo en el taller, donde, con la orientación y el asesoramiento del profesor y en un diálogo constante con los compañeros, el alumno va aprendiendo conceptos y desarrollando capacidades conforme las necesita. Haciendo pruebas de diseño, cometiendo errores y rectificando, cada estudiante desarrolla su capacidad y destreza en ese difícil proceso de análisis y síntesis que es el proyecto de arquitectura. La presente investigación tiene como objetivo producir una guía básica que oriente al estudiante en el proceso de formación como arquitecto, entendiendo el oficio de la arquitectura como la solución de problemas humanos.

Para ello, se presenta una mirada sobre las distintas formas de ver el que hacer arquitectónico, intentando descubrir y transmitir qué es el proceso de diseño arquitectónico y en que consiste, cómo se ha desarrollado y cómo se realiza, desde una visión didáctica, con el fin de ayudar al estudiante que se enfrenta por primera vez a la actividad proyectual y se siente desorientado, explicando de forma sencilla, cuáles son los pasos a dar, los aspectos que hay que tener en cuenta, qué instrumentos hay que manejar y qué técnicas son las más utilizadas.

2. EL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO SUSTENTABLE

El proceso de diseño arquitectónico surge por un deseo de transformar la realidad que nos rodea con el objetivo de satisfacer nuestras necesidades, para facilitar la realización de ciertas actividades y lograr un entorno confortable. Esta forma de actuar es inherente al ser humano que, a diferencia de otros seres, interviene siempre sobre su entorno para adaptarlo a las necesidades de su vida individual y social.

El *Proceso de Diseño Arquitectónico Sustentable* (PDAS), propuesto por la autora en esta investigación, se fundamenta en la comprensión de los principios de la sustentabilidad, a saber:

- ***Sustentabilidad y Conservación Ambiental.*** Persigue la conservación ambiental y el respeto a la capacidad de regeneración del medio natural. Esta perspectiva necesita que el crecimiento económico se estabilice de acuerdo con los márgenes de la capacidad del ecosistema.
- ***Sustentabilidad y Economía.*** El crecimiento económico es visto como condición para proteger a la naturaleza. "*La idea de inversión, a fin de lograr un desarrollo sustentable, asegura la compatibilidad del crecimiento económico y el desarrollo con la protección del medio ambiente. El crecimiento económico y el fortalecimiento de la competitividad, se reflejarán en inversión privada en la naturaleza y la biodiversidad y un descenso en términos absolutos de las emisiones peligrosas para el medio ambiente como resultado del desarrollo tecnológico de la empresa privada*" (Treviño y Sánchez, 2009). La idea básica consiste en considerar el crecimiento económico como una condición necesaria para aumentar la protección y la renovación medioambiental, mediante el incentivo de la inversión privada interesada en proteger los ecosistemas.
- ***Sustentabilidad y Sociedad.*** "*La sustentabilidad parte de la preocupación por el bienestar de la ciudadanía, persigue la posibilidad de integración social mediante la participación armónica de los individuos*" (Treviño y Sánchez, 2009).

3. CONCEPTOS BASE DEL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO SUSTENTABLE

- ***Proceso.*** Conjunto de fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial (DRAE, 2001).
- ***Diseño.*** Del italiano *disegno*, la palabra diseño se refiere a un boceto, bosquejo o esquema que se realiza, ya sea mentalmente o en un soporte material, antes de concretar la producción de algo. El concepto de diseño suele utilizarse en el contexto de las

artes, la arquitectura, la ingeniería y otras disciplinas. El momento del diseño implica una representación mental y la posterior plasmación de dicha idea en algún formato gráfico (visual) para exhibir cómo será la obra que se planea realizar. El diseño, por lo tanto, puede incluir un dibujo o trazado que anticipe las características de la obra (Camacho, 2007).

- ***Arquitectura.*** Tratado espacial que estudia la organización, el diseño y la construcción del habitad humano dentro de una realidad. El espacio resultante permite la realización del sistema de actividades con comodidad dentro de una aceptación estética, y con una optimización constructiva que le permite sostenerse en el tiempo y el espacio (Camacho, 2007).
- ***Proyecto.*** Es la serie de actividades que realizamos para crear una obra arquitectónica, es decir, es la práctica del trabajo del arquitecto que idea, define y representa un objeto arquitectónico que antes no existía; pero también, el proyecto es el conjunto de dibujos, de planos, de textos, de documentos que se necesitan para ejecutar la obra y construirla (Muñoz, 2008).
- ***Sustentabilidad.*** El concepto de sustentabilidad se funda en el reconocimiento de los límites y de las potencialidades de la naturaleza; así como, en la complejidad ambiental, inspirando una nueva comprensión del mundo para enfrentar los desafíos de la humanidad en el tercer milenio. El concepto de sustentabilidad promueve una nueva alianza naturaleza-cultura fundando una nueva economía, reorientando los potenciales de la ciencia y de la tecnología, y construyendo una nueva cultura política constituida en una ética de la sustentabilidad en valores, en creencias, en sentimientos y en saberes que renuevan los sentidos existenciales, los modos de vida y las formas de habitar el planeta Tierra (OIE, 2006).

4. ¿CÓMO SE HA DESARROLLADO EL ARTE DE PROYECTAR ARQUITECTURA?

El proceso de diseño en arquitectura está compuesto, en realidad, por una serie de fases sucesivas en las que el paso de cada una a la siguiente, se apoya en un juicio estético subjetivo realizado sobre la primera idea. Las características de las actividades que se describen en el programa de áreas requeridas establecen un marco de posibilidades formales que se sobreponen a las que el lugar sugiere y permite por ello, el juicio del autor actúa sobre estos dos ámbitos de acuerdo al dominio del tema de diseño en cuestión.

Pero no se puede olvidar el hecho de que cada arquitecto ve el problema de forma distinta, y por eso tienen soluciones infinitas, solo cabe dentro del proceso hacer pruebas de diseño a través de la representación bidimensional y tridimensional para evaluar su efectividad. Cada arquitecto desarrolla su propia forma de trabajar, planea sus propias estrategias, crea o adapta sus instrumentos y concibe el proceso de manera distinta, por lo tanto, la elaboración de cada proyecto representa una experiencia única e irrepetible.

Por ello, es importante exponer distintas visiones sobre el quehacer arquitectónico para lograr mostrar la diversidad de factores que lo conforman y además identificar todos los pasos que se deben cumplir a la hora de enseñar el proceso de diseño arquitectónico. A continuación, se presentan algunos antecedentes:

4.1. EL PROYECTO DE ARQUITECTURA. CONCEPTO, PROCESO Y REPRESENTACIÓN

Muñoz (2008), muestra distintas aproximaciones a la definición de proyecto, entendiéndolo como el objetivo final del oficio del arquitecto como profesional. En este sentido, plantea que el proyecto a primera vista es un deseo, y depende del arquitecto materializarlo a través de formas, espacios, materiales y finalmente la construcción de la edificación.

Al mismo tiempo, destaca la preocupación por el aprendizaje del proceso que lleva a la realización del proyecto arquitectónico. Entonces, deja clara la complejidad del proceso de diseño arquitectónico dada la diversidad de variables que intervienen para transformar la realidad, por ello, dice Muñoz (2008) "*el proceso de realización del proyecto es complejo e incluye actividades de muy variado género: análisis del programa, reconocimiento del lugar, revisión de casos similares, estudio de materiales y técnicas a utilizar, ideación de soluciones, elaboración de maquetas, representación de alternativas, diálogo con e! cliente, elección de la solución adecuada, dibujo de los planos, diseño y cálculo de estructuras, definición de soluciones constructivas, diseño y cálculo de instalaciones, elaboración de presupuestos, definición de condiciones técnicas, redacción de la memoria, entre otros*". El fin último del proceso de diseño, es plasmar la solución al problema planteado en una serie de planos que permitan la construcción de la obra.

Con honestidad, el autor antes citado, aclara que no es un proceso simple, ni lineal, está lleno de avances y retrocesos; es un camino complejo e intrincado y por ello, conviene tener presente los objetivos y las ideas claras. De ahí que plantee el desarrollo del proyecto en seis etapas diferenciadas, a saber:

A. Antes de empezar
B. Las fuentes del proyecto
C. El proceso de ideación
D. De las ideas a las formas
E. La elaboración del proyecto
F. La representación

Para comprender su visón sobre el proceso que hay que cumplir para elaborar un proyecto, se expondrá cada etapa a continuación:

A. Antes de empezar

El proyecto nace con el encargo, normalmente formulado por el cliente. Este encargo puede ser de muy variado tipo: una persona que desea construir su vivienda, una empresa que necesita construir las instalaciones para desarrollar su actividad, un promotor que planea construir un proyecto habitacional, entre otros. "*El encargo puede ser claro o confuso: desde el encargo con objetivos estrictamente fijados, ajustado a un lugar, con un programa explícito, e incluso sugerencias de imagen o el caso contrario donde el cliente solo sabe lo que necesita*" (Muñoz, 2008). En esos casos, parte del proceso del proyecto es la definición del encargo. En diálogo con el cliente y de acuerdo con el análisis de la realidad natural y urbana, de la estructura social y la normativa, el arquitecto puede sugerir lugares, proponer programas y enunciar objetivos del proyecto. Esta etapa está estructurada de la siguiente manera:

- ***Fase analítica.*** Existe una fase analítica previa en la que se recoge, se selecciona y se elabora la información que vamos a necesitar para realizar el proyecto. El proyectista analiza el lugar, el programa y otros condicionantes para seleccionar aquellos elementos que le sirven para su proyecto, resaltando determinados aspectos y descartando otros.
- ***El lugar.*** Es uno de los más decisivos condicionantes previos del proyecto. La naturaleza del lugar está indisolublemente unida a esa arquitectura que surge a su vez como creadora de espacios y modificadora del entorno. Entre los aspectos a tomar en cuenta están: la topografía, el relieve, el asoleamiento, las condiciones climáticas y ambientales, la pluviometría, las vistas, el paisaje, la orientación, la luz, los vientos sin olvidar la memoria del lugar, su historia, sus tradiciones y los habitantes que lo viven.
- ***El programa.*** Se refiere al conjunto de funciones y necesidades que el proyecto ha de resolver. El arquitecto ha de analizar el programa que le es suministrado, verificarlo, desarrollarlo, transformarlo, en un proceso que forma parte de la toma de decisiones proyectuales. Está constituido por un variado conjunto de funciones y las relaciones que entre ellas se establecen.
- ***El cliente y otros condicionantes.*** Se dice que detrás de todo buen proyecto existe un buen cliente. Cuando las ideas están claras, las necesidades están adecuadamente identificadas y se establece un diálogo sincero y positivo entre el promotor y el arquitecto, los proyectos se generan sin dificultades y las obras ganan en rapidez y economía.

B. Las fuentes del proyecto

Cuando el arquitecto comienza un nuevo proyecto, además de analizar los condicionantes previos, investiga sobre el mundo de conceptos, formas e imágenes que puede utilizar.

La recolección de referencias útiles para el proyecto frecuentemente se hace en el campo de la arquitectura, analizando proyectos o edificios que por su función, su situación, sus materiales pueden aportar elementos o reflexiones de interés para el proyecto en desarrollo. Pero también la naturaleza, la ingeniería, el diseño, el arte o cualquier otra visión del mundo pueden servir para ayudar en el proceso de creación y elaboración del proyecto. Entre las fuentes más utilizadas se encuentran: la geometría, la naturaleza, la historia, la técnica, entre otras.

C. El proceso de ideación

"El método de creación del proyecto se inicia imaginando lo que no existe. Es precisamente la capacidad para imaginar cosas inexistentes, para crear nuevos espacios que resuelvan las necesidades humanas, lo que da origen a la arquitectura" (Muñoz, 2008). Cuando se comienza a desarrollar un proyecto, éste surge como una serie de ideas, al principio débil, pero con el pasar del tiempo y su evolución estas se van definiendo hasta llegar a la solución del proyecto planteado:

- ***El papel en blanco.*** El papel en blanco representa la transformación de la investigación previa a la acción de diseñar, de materializar el proyecto a través del trazado de líneas, formas y espacios, esta labor creativa no es fácil. Lo subjetivo del proceso creativo radica en la capacidad de decisión y experimentación para definir que es más conveniente; es decir, lo que resuelve de manera eficiente, lo esencial es hacer pruebas de diseño para comprender las opciones de solución y entender que por la flexibilidad del proceso, siempre se puede volver atrás.
- ***El concepto del proyecto.*** El proyecto es un proceso que sirve para construir una idea. Sin idea no hay proyecto, hay sólo una secuencia mecánica de operaciones que giran en torno al problema sin solución. Con el paso del tiempo el auténtico motor del proyecto es un concepto, formado por un sistema o constelación de ideas, en el que éstas se relacionan entre sí, creando estructuras complejas.

Este puede ser de orden formal, funcional o constructivo, pero lo normal es que sea todo ello a la vez, de forma que imágenes, diagramas, sistemas estructurales y descripciones confluyan en el origen arquitectónico del proyecto.

- ***¿Cómo nacen las ideas?*** En el proceso de ideación participan la razón y la intuición, en una actividad que es a la vez deductivo e inductivo, analítico y sintético, pero que además, está marcado por la personalidad y la biografía del proyectista. Cada proyecto es una manifestación de lo que somos, de lo que sentimos y de lo que soñamos, por eso cada proyecto es diferente.

En la práctica tradicional, el arquitecto, una vez que la fase analítica está completa y ha obtenido, elaborado y asimilado toda la información que contiene, comienza a dibujar sobre el papel en blanco, a construir en la maqueta unas primeras ideas, intentando dar respuesta a los condicionantes más relevantes. En algunos casos, esos primeros trazos constituirán la envolvente de un volumen; en otros casos, serán una organización en planta; en otros representarán un tipo de sección estructural; en otros serán todo eso a la vez:

- ***Técnicas creativas.*** La arquitectura es una creación humana, en la que el proceso de elaboración del proyecto e ideación es una sucesión de acciones mediante las cuales el hombre interviene en su entorno. El arquitecto realiza esa intervención desde su libertad creadora, pero valiéndose de unos instrumentos y recurriendo a unas fuentes que la disciplina arquitectónica y otras afines han desarrollado y que el arquitecto tiene a su disposición. La técnica creativa más utilizada por los arquitectos para desarrollar ideas para el proyecto es la elaboración de bocetos. Una vez definidas y conocidas las premisas iníciales del proyecto, se comienzan a hacer bocetos de resolución en planta, alzado, sección, perspectivas, detalles, entre otros. También se pueden elaborar diagramas, mapas mentales, lista de preguntas, descomposición del problema en sus partes, matrices de relación, entre otras.

D. De las ideas a las formas

En la actualidad la tarea de proyectar se puede abordar de distintas maneras, la ausencia de reglas prefijadas y de elementos predeterminados abre muchas posibilidades y hace más apasionante la aventura que representa desarrollar un proyecto arquitectónico. Por lo tanto, es tarea del arquitecto utilizar los elementos compositivos, leyes y normas que permitan solucionar el problema planteado de la mejor manera.

El autor propone clasificar esas estrategias en cuatro grandes familias de técnicas, cada una de las cuales admite gran número de variantes: traslación o introducción en el campo del proyecto de un elemento externo y su correspondiente adaptación o transformación; adición, como repetición, yuxtaposición o *collage* de elementos; las técnicas de vaciado, descomposición y desmaterialización; y finalmente, la estructuración a través de divisiones modulares y compartimentaciones geométricas:

- ***Traslación y transformación.*** La traslación de los elementos conlleva casi siempre una transformación, cambiando algunas de sus variables, (escala, proporciones, materiales, color, textura, etcétera), para adaptarlos al proyecto específico.
- ***Adición y collage.*** La segunda familia de técnicas es la que tiene su origen en el principio de adición. Esta operación de adición de elementos se puede realizar de formas muy variadas, pero su ejemplo más elemental es la mera repetición de un elemento. La repetición de elementos similares en forma, pero cambiados de escala, materiales, orientación u otras características, también se usa con frecuencia.
- ***Sustracción y desmaterialización.*** Otro tipo de técnicas son las que operan mediante la sustracción de materia, volumen o elementos de un conjunto previo. La sustracción también puede operar mediante la eliminación de la relación original entre las partes, propiciando una disgregación o desarticulación de los elementos de un conjunto previo.

La descomposición o deconstrucción del proyecto en fragmentos ha sido una técnica muy utilizada, que permite operar con libertad e independencia sobre los diversos componentes, que son tratados individualmente y recompuestos en una nueva relación:

- ***División y compartimentación.*** Estas técnicas operan mediante el establecimiento de leyes de partición o modulación que dividen un espacio, una superficie o un volumen, generando partes o piezas más pequeñas que permiten organizar el espacio o sobre las que se realiza un tratamiento individualizado.

E. La elaboración del proyecto

Consiste en pasar del mundo abstracto de los conceptos al mundo concreto de las medidas, de los espacios, de los grosores de muros, columnas, cerramientos y de los materiales, de la gravedad, de la energía que el edificio tiene que intercambiar con su entorno, de los costos, de los plazos, entre otros. Es decir, hay que dotar a esas ideas de toda la técnica que las transforma en arquitectura.

- ***El proceso iterativo.*** La elaboración del proyecto no es un proceso lineal en el que desde la idea se desarrolla el proyecto sin retroceder ni mirar atrás. Al contrario, se trata de un proceso iterativo en el que continuamente avanzamos para comprobar la validez de las decisiones y retrocedemos para cambiarlas, adecuarlas o desecharlas.
- ***Espacio y luz.*** La arquitectura es la transformación del espacio en lugares. El espacio geométrico, está allí antes de que el arquitecto intervenga y le sirva de base operativa para su trabajo. El proyectista interviene sobre este espacio abstracto para moldearlo, limitarlo, darle forma, diversificarlo y a través de ese proceso hacerlo habitable, darle utilidad y hacerle transmitir emociones o mensajes.
- ***Forma y función.*** La función está en el origen mismo de la arquitectura y es consustancial a ella, ya que toda arquitectura nace con un fin social, de servicio a la sociedad y a los individuos que la integran. La forma depende de la naturaleza del proyecto.
- ***Materia y energía.*** Además de trabajar con el espacio y la luz, la superficie y los volúmenes, el arquitecto trabaja con la energía, creando las condiciones para la vida humana. Cuando se proyecta, es necesario pensar en los materiales, en la estructura, en las instalaciones, desde el inicio mismo del proceso de elaboración del proyecto.

F. La representación

El proyecto es como un ser vivo. Al principio es una promesa de algo, pero poco a poco, conforme pasa el tiempo, la idea evoluciona y va creciendo, tomando forma, definiéndose, hasta que llega un momento que aparece en su realidad a través de una serie de documentos, planos y maquetas.

- ***Tres formas de contar.*** Si se quiere transmitir adecuadamente el proyecto, se debe presentar tres veces, por lo cual se puede ver e interpretar de tres maneras distintas, pero complementarias. Cuando un proyecto se ha contado de estas tres formas, está completo. Cualquier persona que se acerque a él podrá entenderlo adecuadamente:
  - La primera y más inmediata manera de transmitir el proyecto es contar su realidad, con sus medidas, sus espacios, sus materiales, para que pueda construirse. Mediante la representación bidimensional del proyecto a través de las plantas, los alzados y las secciones, se define la arquitectura ideada, con el acompañamiento de detalles constructivos, planos de estructuras y de instalaciones, la memoria descriptiva y el presupuesto.
  - La segunda forma de expresión se da a través del uso de axonometrías, perspectivas, fotomontajes, maquetas, infografías o cualquier otra simulación que haga perfectamente legibles las determinantes del proyecto a quienes no tienen la formación técnica adecuada para deducir de los planos técnicos la realidad del proyecto.
  - La tercera, se trata de contar el contenido del proyecto a quienes pueden valorar su calidad y juzgar sus aportaciones, bien sea en un concurso, en una sesión crítica o en una publicación profesional. Es decir, contar el proceso de diseño del proyecto arquitectónico, su origen, su desarrollo, las referencias que se utilizaron, la justificación de las decisiones tomadas.
- ***Instrumentos de representación.*** Con el fin de comunicar la obra que hemos creado en la mente se utilizan una serie de técnicas de representación que permitan hacer legible y transmisible el proyecto. Estos instrumentos de representación han sido tradicionalmente gráficos: Se pueden distinguir cuatro tipos de modelos utilizados por los arquitectos: los bocetos o diagramas; los dibujos a escala como plantas, fachadas, cortes y perspectivas, luego las maquetas físicas a escala y finalmente los modelos digitales sin escala.
- ***Contenido del proyecto.*** Al final del proceso de representación llegamos al documento del proyecto, que ha de contener todas las características de la futura obra arquitectónica; así como, la justificación de las soluciones adoptadas. Su fin fundamental, es permitir la ejecución de la obra, pero además constituye la base la firma de contratos yla solicitud de permisos, a la vez que constituye la prueba física del trabajo realizado.

4.2. TEORÍA DE LA ARQUITECTURA

Tedeschi (1973), describe la tarea del arquitecto en dos palabras, coordinación y síntesis; "*dice que la base de la actividad del arquitecto está en la realidad de la vida humana, por tanto, engloba aspectos individuales y sociales, con valores, prácticos y espirituales*". Elementos que deben ser estudiados bajo el criterio del orden para tomar todo en consideración; poder coordinar la información, y finalmente, sintetizarla. Destaca la existencia de diferentes

factores; los que relacionan el hecho arquitectónico con el medio físico, aquellos que se refieren al uso, la forma y dimensión de los ambientes que constituyen el edificio, otros a los que les importa el aspecto dinámico; es decir, las circulaciones y la relación entre ambientes, otros factores se relacionan con los aspectos técnicos constructivos y la calidad artística de la obra arquitectónica, sin olvidar a los que ven el edificio desde la psicología de sus habitantes.

El dominio de todos estos recursos le dará la posibilidad de expresar la realidad de la solución arquitectónica, para lo cual, se hace necesario explicar a qué se refiere con coordinación y síntesis:

- La coordinación, se logra al ordenar los elementos de acuerdo a la importancia de cada uno y las relaciones existentes entre ellos, siempre vistos bajo la mirada crítica del arquitecto, por eso afirma que lo importante es alcanzar un método de trabajo y no simplemente acumular conocimientos.
- La síntesis, consiste en el paso del conjunto coordinado de datos del problema a su solución espacial, por lo tanto, se alternan fases de trabajo creadoras y críticas, el arquitecto tiene la posibilidad de definir el proyecto a partir de una idea pero, de forma inmediata por su espíritu crítico evalúa la solución planteada, entonces la modifica, mejora, desecha o acepta.

El autor estudia la arquitectura desde tres enfoques distintos, valorando su importancia para resolver problemas humanos, a saber: la naturaleza, la sociedad y el arte:

a. ***La Naturaleza.*** Vista desde el concepto amplio de paisaje; es decir, todas aquellas formaciones que se ubican en la superficie terrestre, donde vive el hombre. Es decir, un bosque, la costa, una casa, un sistema de carreteras, un edificio, un campo o ciudad. Está formado por el paisaje natural (aspectos geográficos, climáticos y la vegetación), y el paisaje cultural, a saber el impacto de la cultura humana sobre el paisaje natural, (población, habitación, producción y comunicaciones). Los elementos naturales de más importancia para la labor del arquitecto son: el terreno, el clima y la vegetación.

b. ***La Sociedad.*** La obra arquitectónica resulta de la expresión de la sociedad que la vio nacer, ya que responde a una época y realidad sociocultural, económica y política determinada. El estudio de cómo vive y prefiere vivir el hombre, la estructura social y las relaciones donde se mueve, sin olvidar sus posibilidades técnicas y económicas representan datos de gran valor para el quehacer arquitectónico. Lo cual hace referencia a la tipología como respuesta a la satisfacción de las necesidades de la sociedad, el estudio del uso físico, psicológico y social del edificio, y las decisiones desde el punto de vista técnico y económico.

c. ***El Arte.*** Lo que transforma una construcción en una obra de arquitectura es la capacidad del arquitecto de expresar lo que es el edificio, su significado, lo que él como profesional trata de transmitir a través de la forma e imagen de lo construido. Es su carácter de obra de arte lo que convierte a una edificación en arquitectura y así, lo diferencia de una mera construcción. La arquitectura como arte hace que la obra sea valorada en su calidad y apreciada por la colectividad, ya que le otorga el beneficio de consolidar la identidad y memoria de las personas que la viven y el sitio donde se ubica. Para lograrlo el arquitecto debe entender la forma, la plástica, el color y la escala como elementos de expresión simbólica.

El **TABLA 1**, presenta la comparación de los métodos de diseño estudiados:

TABLA 1

Comparación de los métodos de diseño estudiados. Elaboración propia.

CUADRO COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS ESTUDIADOS	
EL PROYECTO DE ARQUITECTURA (Alfonso Muñoz Cosme. 2008)	**LA TEORÍA DE ARQUITECTURA (Enrico Tedeschi, 1973)**
El autor aborda el proceso desde el oficio profesional del arquitecto	El autor ve el oficio del arquitecto desde el método histórico y el impacto social del hacer arquitectura
Detalla el proceso desde el tratamiento con el cliente hasta la construcción de la edificación como prueba del trabajo realizado	Aborda el proceso desde tres puntos de vista la naturaleza, la sociedad y el arte.
Cada etapa del proyecto implica una destreza distinta. • Antes de empezar: *capacidad de análisis* del problema, el lugar de emplazamiento, el programa arquitectónico y el cliente. • Las fuentes del proyecto: *capacidad de observación* para destacar de lo experimentado fuentes de inspiración para el proyecto. • El proceso de ideación: *La capacidad para imaginar* cosas inexistentes, para crear nuevos espacios que resuelvan las necesidades humanas. El concepto del proyecto como base de su identidad. • De las ideas a las formas: *manejo de diversos principios compositivos* para transformar una idea en una forma. • La elaboración del proyecto: *Capacidad* para a partir de la forma *generar espacios y lugares* para vivir. • La representación: *El dominio de distintas técnicas de representación bidimensional y tridimensional* para comunicar el proyecto definitivo.	Identifica dos destrezas importantes para el arquitecto: La coordinación y la síntesis La coordinación se logra al ordenar los elementos de acuerdo a la importancia de cada uno y las relaciones existentes entre ellos siempre vistos bajo la mirada crítica del arquitecto, por eso afirma que lo importante es alcanzar un método de trabajo y no simplemente acumular conocimientos. La síntesis consiste en el paso del conjunto coordinado de datos del problema a su solución espacial, por lo tanto, se alternan fases de trabajo creadoras y críticas, el arquitecto tiene la posibilidad de definir el proyecto a partir de una idea pero, de forma inmediata por su espíritu crítico evalúa la solución planteada, entonces la modifica, mejora, desecha o acepta.
Destaca la necesidad de comprender la complejidad del problema antes de comenzar el proceso de ideación de la posible solución.	Enfatiza la necesidad de estudiar los distintos factores que componen el problema desde el criterio del orden, antes de comenzar el proceso creación de la solución.
El edificio resultante es producto de un estudio profundo del cliente, sus necesidades y aspiraciones, teniendo como referente la realidad social, económica y técnica del momento.	La obra arquitectónica resulta de la expresión de la sociedad, por lo tanto, responde a una época y realidad sociocultural, económica y política determinada.
Resalta que el proyecto no es un proceso simple ni lineal, está lleno de avances y retrocesos; es un camino complejo y por ello, conviene tener presente los objetivos y las ideas claras.	El proceso de diseño no es una lista de pasos a seguir, debe adaptarse a las circunstancias cambiantes definidas por la sociedad.

5. PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO SUSTENTABLE

Del estudio detallado de los antecedentes presentados y la comparación de los mismos, aunado a la experiencia de la autora en el Taller de Diseño en la Escuela de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Los Andes, surge el *Proceso de Diseño Arquitectónico Sustentable*, como una herramienta docente y de apoyo didáctico a los alumnos que facilite la aproximación al ejercicio del diseño arquitectónico.

5.1. FASES QUE COMPONEN EL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO SUSTENTABLE

Entendiendo el oficio del arquitecto como la comprensión del hombre y su necesidad de transformar la realidad para satisfacer sus necesidades, se propone un proceso de diseño arquitectónico, estructurado en 8 fases sucesivas y recursivas, que contemplan lo humano del quehacer arquitectónico.

En este sentido, se entiende al cliente como base del proceso de creación, luego se debe realizar un análisis de aspectos normativos, contextuales y funcionales que faciliten la composición formal y de imagen del edificio solicitado, para finalmente, tomar decisiones técnicas que permitan plasmar lo resuelto de forma gráfica; es decir, la elaboración del proyecto arquitectónico definitivo **(FIG. 1)**.

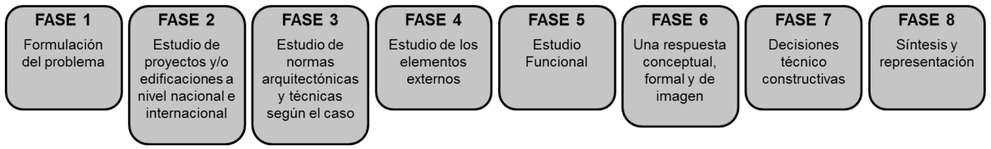


FIG. 1
Fases del proceso de diseño arquitectónico sustentable.
ELABORACIÓN PROPIA.

5.1.1. FASE 1: FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

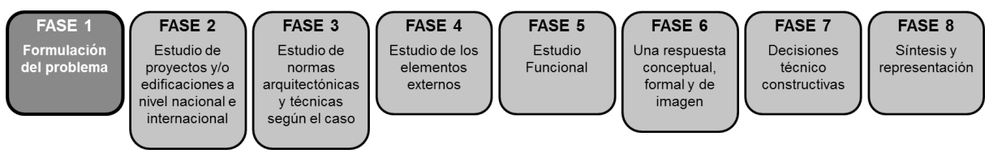


FIG. 2
Formulación del problema.
ELABORACIÓN PROPIA.

Martínez (1991), dice que "*el problema de diseño responde a una inquietud personal o de un ente*" **(FIG.2)**. Esta etapa se caracteriza por la formulación de preguntas como: ¿Qué?, ¿Por qué?, ¿Para qué?, ¿Para quién?, ¿Dónde?, ¿Cómo?, ¿Con qué? y ¿Cuándo? Todas respuestas orientadas al conocimiento del cliente, la identificación de las necesidades planteadas y la fundamentación del tema de diseño. Se seleccionaron estas interrogantes por su simplicidad y además, porque permiten estructurar un discurso coherente para explicar la necesidad planteada:

- ¿Qué? Descripción general del objeto de diseño, para identificar la tipología arquitectónica solicitada.
- ¿Por qué? Fundamentación del tema de diseño; es decir, porqué se necesita el edificio.
- ¿Para qué? Explicación del uso específico de la edificación, a través de un listado de requerimientos espaciales y funcionales.
- ¿Para quién? Identificación de los usuarios potenciales y las actividades que realizarán en la edificación.
- ¿Dónde? Ubicación exacta del terreno donde se ubicará el edificio demandado. Dimensiones y superficie. Restricciones contextuales existentes.
- ¿Cómo? Conocer los requerimientos técnicos solicitados por el cliente; así como, el tiempo y el presupuesto disponible para la elaboración del proyecto arquitectónico.
- ¿Con qué? Es importante tener claro los recursos con los que se cuenta para el desarrollo del proyecto arquitectónico. Mano de obra, materiales y equipos.
- ¿Cuándo? Se debe especificar la fecha de entrega del proyecto arquitectónico, para organizar el tiempo de forma eficiente.

5.1.2. FASE 2: ESTUDIO DE PROYECTOS Y/O EDIFICACIONES A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

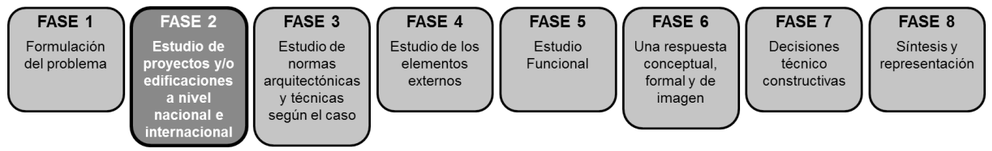


FIG. 3.
Estudio de proyectos y/o edificaciones a nivel nacional e internacional.
ELABORACIÓN PROPIA.

Se deben seleccionar edificaciones o proyectos arquitectónicos del tipo de edificio solicitado, para hacer un estudio detallado de la solución al problema específico (Figura 3). El objetivo de esta investigación es el conocimiento de cada uno de los espacios a diseñar y las soluciones existentes, para comprobar su efectividad.

Consiste en el análisis detallado de los casos seleccionados para entender las respuestas formales, funcionales y técnicas constructivas existentes a fin de facilitar la generación de los criterios de diseño por aspecto; es decir, contextual, formal, funcional, técnico constructivos, semánticos y de imagen.

Para lograr el registro ordenado de la información requerida se recomienda:

- Planificar visitas de campo para hacer mediciones en el sitio y un levantamiento fotográfico
- Entrevistar a usuarios comunes para recopilar información esencial.
- Compilar la información técnica necesaria.

El desarrollo adecuado de esta fase amerita conocer las siguientes definiciones:

- ***Tipo de edificación.*** Se refiere a los factores que permiten diferenciar los edificios; es decir, por su uso, propiedad y disposición:
  - Por su uso los edificios pueden ser: para uso militar, gubernamental, residencial, deportivo, cultural, industrial, comercial, educativo, asistencial, etc.
  - Por su propiedad pueden ser: privados cuando el propietario es una persona física o jurídica o públicos cuando pertenecen a una institución pública, local, estadal, municipal, etc.
  - Según su disposición, se trata de los edificios aislados, entre medianeras o adosados.
- ***Criterios de diseño.*** Se refiere a las decisiones del arquitecto con respecto a los parámetros sobre los cuales desarrollará la propuesta arquitectónica, siempre fundamentadas en la síntesis teórico conceptual y la determinación de las variables propias del problema arquitectónico específico. Entre los parámetros más importantes se pueden señalar, según Guillan (1999): contextuales, formales, funcionales, semánticos, de imagen, tecnológicos, constructivos, paisajísticos, entre otros. Dichos criterios deben ser elaborados a partir del uso de esquemas, gráficos, cuadros o bocetos.

5.1.3. FASE 3: ESTUDIO DE NORMAS ARQUITECTÓNICAS Y TÉCNICAS SEGÚN EL CASO

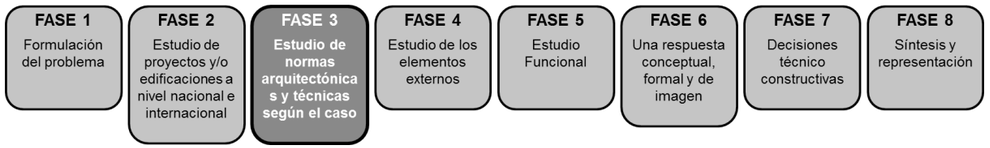


FIG. 4
Estudio de normas arquitectónicas y técnicas según el caso.
ELABORACIÓN PROPIA.

Dependiendo de la ubicación del edificio a diseñar, se deben estudiar las leyes, planes urbanos, ordenanzas municipales y normas técnicas necesarias para garantizar su diseño adecuado **(FIG. 4)**.

- ***Normativas urbanísticas y ambientales.*** Todas aquellas leyes, normas ordenanzas y reglamentos que establecen lineamientos orientados a direccionar las respuestas arquitectónicas desde el punto de vista contextual.
  - Planes de ordenación urbanística (POU), Planes de desarrollo urbano local (PDUL), Planes Especiales: Orientados al establecimiento de variables urbanas fundamentales.
  - Planes de Ordenación de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE): Establece las restricciones ambientales a tomar en cuenta como garantía de la conservación del ambiente.
  - Ordenanzas Municipales que regulen la zonificación y el uso del suelo y definan las variables urbanas fundamentales identificadas en los artículos 86 y 87 (Ley Orgánica de Ordenación Urbanística, 1987).
- ***Normativas técnicas generales.*** A nivel nacional existen normas de aplicación obligatoria, que garantizan la seguridad personal y jurídica del arquitecto como profesional, entre las más importantes podemos señalar: Normas constructivas, Normas ISO Venezolanas (Cemento portland, Edificaciones, estructuras de acero para edificaciones, impermeabilización de edificaciones, etc.),norma para edificaciones sismo-resistentes, norma para la accesibilidad de personas al medio físico, edificios, espacios urbanos y rurales, normas sanitarias para proyectos, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones, y otras leyes locales como por ejemplo las ordenanzas sobre temas específicos.
- ***Normas técnicas específicas.*** Son las normas requeridas para el diseño adecuado de edificios de uso público, entre los que se deben destacar, edificaciones educacionales, asistenciales, culturales, para uso turístico, etc.

5.1.4. FASE 4: ESTUDIO DE LOS ELEMENTOS EXTERNOS

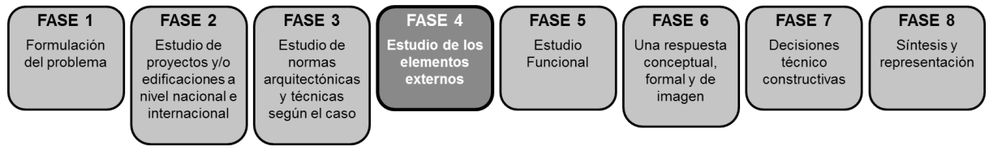


FIG. 5
Estudio de los elementos externos.
ELABORACIÓN PROPIA.

Identificación y estudio de todos los elementos naturales y artificiales que caracterizan el entorno adyacente al terreno donde se proyectará la edificación en cuestión.

- ***Contexto natural.*** Estudio de los factores físico naturales y los riesgos asociados a su comportamiento; es decir, el clima, topografía, asoleamiento, vientos, precipitaciones, vegetación, visuales, zonas de inundación, deslizamiento, riesgos sísmicos, tecnológicos. Elementos que se deben aprovechar para así garantizar la seguridad personal y el confort climático de los usuarios.
- ***Contexto construido.*** Es imperante estudiar los aspectos que caracterizan el lenguaje arquitectónico del lugar de emplazamiento, para decidir con propiedad que imagen se quiere proyectar. Entre los elementos a estudiar se encuentran: Tipologías arquitectónicas, alturas, materiales, color, textura, proporción, tipo de ventanas, puertas, cubiertas, acabados, calles, nodos, modos de transporte, acceso de las edificaciones, estacionamientos, entre otros.

5.1.5. FASE 5: ESTUDIO FUNCIONAL

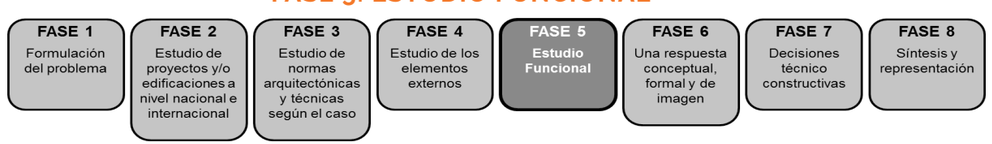


FIG. 6
Estudio funcional.
ELABORACIÓN PROPIA.

Consiste en la identificación de las necesidades y actividades que constituyen la edificación (FIG. 6). Para ello se requiere cumplir con los siguientes pasos:

- *Programación.* Una vez definidos los criterios de diseño, es necesario identificar las necesidades a resolver y así estudiarlas detalladamente.
- *Necesidades del usuario.*
- *Actividades a desarrollar.*
- *Áreas destinadas al desarrollo de cada actividad.*
- *Dimensionamiento de las áreas.* El área asociada a cada actividad resulta del estudio del mobiliario fijo y móvil, los patrones de circulación, la cantidad de personas que desarrollarán la actividad y los límites de eficiencia del mobiliario en cuestión (Panero y Zelnik, 2011).
- *Diagrama de relaciones funcionales.* El estudio de las relaciones existentes entre las actividades a partir de su jerarquización. Su objetivo es garantizar la operatividad de los espacios y su interrelación de forma armónica, se puede emplear una escala de relaciones para facilitar este proceso; es decir, estrechamente relacionado, medianamente relacionado y relación nula de espacios.

5.1.6. FASE 6: UNA RESPUESTA CONCEPTUAL, FORMAL Y DE IMAGEN

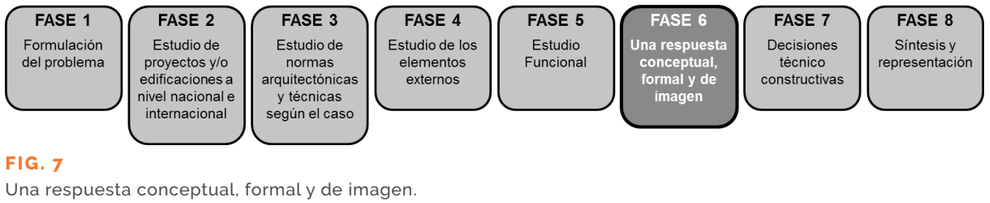


FIG. 7
Una respuesta conceptual, formal y de imagen.
ELABORACIÓN PROPIA.

El proceso creativo que caracteriza esta fase se estructuró en tres partes expuestas a continuación (FIG. 7):

a. De la idea al proyecto:

- *El concepto de diseño arquitectónico.* La idea que da personalidad al proyecto arquitectónico. Se asocia con la identidad del proyectista y el mensaje que este le quiera transmitir a la sociedad que utilizará el edificio en cuestión.

b. La forma como el contenedor de los espacios a diseñar:

- El uso de los fundamentos de diseño bidimensional, (repetición, estructura, similitud, gradación, radiación, anomalía, contraste, concentración, espacio, proporción, ritmo, simetría, asimetría, movimiento, equilibrio, color), y tridimensional, (planos seriados, estructuras de pared, prismas, cilindros, estructuras poliédricas, planos triangulares, estructura lineal, capas lineales, líneas enlazadas),para la composición de la forma del edificio en planta, volumen y alzado.
- Las propiedades de la forma (contorno, tamaño, color y textura) según Ching (2007):
  - *El contorno.* Es la principal característica distintiva de las formas. El contorno, es fruto de la específica configuración de las superficies y aristas de las formas.
  - *El tamaño.* Las dimensiones verdaderas de la forma son la longitud, la anchura y la profundidad; mientras estas dimensiones definen las proporciones de una forma, su escala está determinada por su tamaño en relación con el de otras formas del mismo contexto.
  - *El color.* Es el matiz, la intensidad y el valor de tono que posee la superficie de una forma; el color es el atributo que con más evidencia distingue una forma de su propio entorno e influye en el valor visual de la misma.
  - *La textura.* Es la característica superficial de una forma; la textura afecta tanto, a las cualidades táctiles como, a las de reflexión de la luz en las superficies de las formas.

c. La relación forma-entorno. La imagen de la edificación desde el punto de vista estético.

- *Analogías.* Procedimiento que relaciona comparativamente a unos entes con otros, proporcionalmente o por sus atributos. Se puede dar por coincidencia, semejanza, divergencia o diferencia.
- *Contraste.* Oposición, contraposición o diferencia notable que existe entre personas o cosas.
- *Mimesis.* Imitación del mundo que nos rodea, de su naturaleza y su transformación dentro de lo real.
- *Metamorfosis formal.* La forma inicial se modifica a partir de diferentes métodos de trabajo, para generar una nueva forma, por eso se denomina metamórfica; sin embargo, sigue emparentada por sus características con la familia formal de origen. Puede ser por división, separación, desintegración, agrupación, giro (Fonatti, 1998).

5.1.7. FASE 7: DECISIONES TÉCNICO CONSTRUCTIVAS

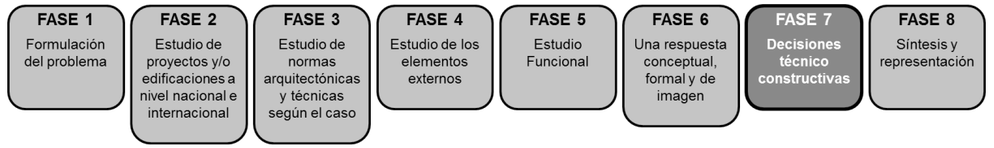


FIG. 8
Decisiones técnico constructivas.
ELABORACIÓN PROPIA.

Considera todo lo referente al sistema de soporte del edificio y el manejo de los servicios de infraestructura (FIG. 8):

- Sistema estructural, sistema constructivo y la selección de los materiales de construcción.
- Acabados interiores y exteriores.
- Instalaciones: Agua, electricidad, gas, teléfono, televisión por cable, internet, residuos sólidos, además de las instalaciones especiales como el sistema contra incendio y ventilación mecánica, acondicionamiento acústico, entre otros.

5.1.8.
FASE 8: SÍNTESIS Y REPRESENTACIÓN

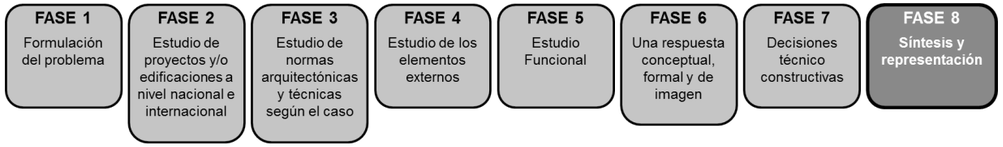


FIG. 9
Síntesis y representación.
ELABORACIÓN PROPIA.

Para entrar en la última fase del *Proceso de Diseño Arquitectónico Sustentable* PDAS **(FIG. 9)**, se requiere que el alumno cuente con el dominio conceptual, formal, funcional y estético del proyecto arquitectónico para así, materializar la idea original a través de la representación gráfica de la solución espacial final. El objetivo de esta fase es la síntesis del proceso de diseño; es decir, la elaboración del expediente gráfico definitivo del proyecto solicitado. Por lo tanto es necesario listar los planos requeridos:

- Topografía original y modificada.
- Planta de ubicación.
- Planta de conjunto.
- Plantas amobladas y acotadas.
- Fachadas.
- Cortes longitudinales y transversales.
- Detalles (constructivos y acabados).
- Planteamiento estructural y de instalaciones.
- Representación tridimensional:
  - Maqueta física o virtual.
  - Perspectivas, foto realismo, etc.

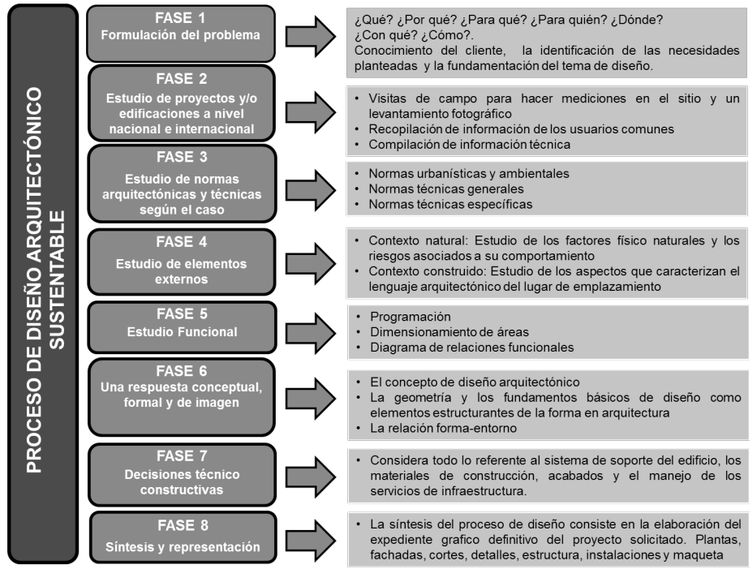


FIG. 10
Proceso de diseño arquitectónico sustentable.
ELABORACIÓN PROPIA.

6. CONCLUSIONES

Finalmente, es necesario destacar que se observaron elementos que se complementan durante el desarrollo del proceso arquitectónico, a saber:

La sustentabilidad busca comprender el entorno natural como soporte de toda edificación, la necesidad de satisfacer los requerimientos de la sociedad que está en constante transformación y generar soluciones espaciales que tomen en consideración los recursos económicos y tecnológicos para garantizar la factibilidad de desarrollo de los proyectos arquitectónicos solicitados.

Por lo tanto, persigue el estudio detallado de los elementos naturales, para producir soluciones espaciales que respeten la realidad del hábitat y aproveche sus atributos para garantizar el confort de los usuarios y así eleve los niveles de calidad ambiental. Razón por la cual, permite estructurar todo el proceso de creación de espacios, desde la concepción del problema arquitectónico, pasando por la comprensión del usuario; sus necesidades y aspiraciones hasta la concreción del proyecto a través de la toma de decisiones técnicas. De allí, que se puedan relacionar fácilmente las fases que componen el *Proceso de Diseño Arquitectónico Sustentable* PDAS con los aspectos que caracterizan la sustentabilidad **(FIG. 11)**, es decir:

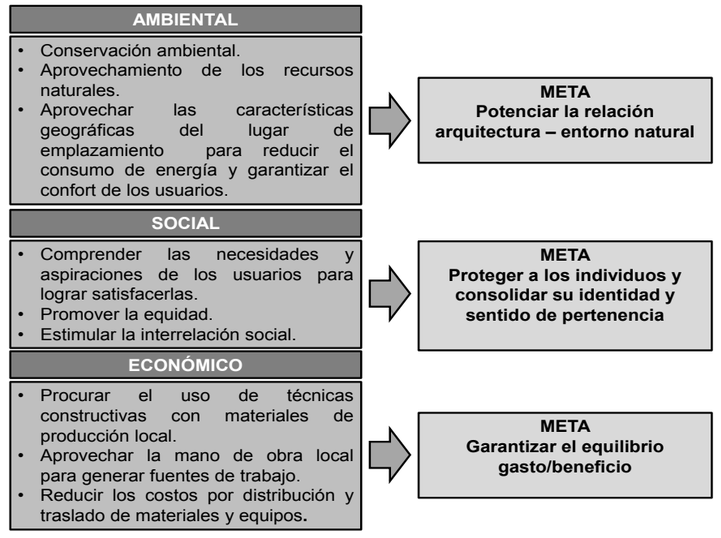


FIG. 11
El proceso de diseño arquitectónico y su relación con la sustentabilidad.
ELABORACIÓN PROPIA.

Y además, el proceso de diseño implica decisiones guiadas por la lógica y el sentido común, pero no podemos olvidar la imaginación y creatividad que se requiere para dar solución a los problemas del hombre como usuario. Por lo tanto, cada arquitecto debe generar su propio proceso para solucionar la necesidad requerida. En este sentido, no es un proceso lineal, por su complejidad y la diversidad de elementos que lo integran, pero debe ser flexible, porque permite mirar atrás, corregir y adaptarse.

Es por ello, que el producto de la investigación es una guía básica que muestra los elementos necesarios para solucionar un problema de diseño arquitectónico de forma

sencilla, en este sentido, se busca que el material se convierta en una herramienta para los estudiantes que cursan la carrera de arquitectura. Y además, en un instrumento de aplicación en la enseñanza del oficio del arquitecto, dado que puede ser aplicado en cualquier nivel dentro del proceso de formación profesional.

7. AGRADECIMIENTO

La autora agradece al Grupo de Investigación en Calidad Ambiental Urbana (GICAU), por su guía en la experiencia docente y de investigación, lo cual originó el presente artículo. Y a los alumnos de taller de diseño arquitectónico 40 de la Escuela de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, que con su experiencia de aprendizaje motivaron y enriquecieron este artículo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMACHO, M. 2007.*Diccionario de Arquitectura y Urbanismo*. Editorial Trillas. Distrito Federal, México. 265 p.

CHING, F. 2007. Arquitectura. *Forma, Espacio y Orden*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, España. 36 p.

DRAE, 2001. *Diccionario de la Real Academia Española*. Real Academia Española. Madrid, España. 256 p.

FONATTI, F. 1998. *Principios elementales de la forma en arquitectura*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, España. 83 p.

GILLAM, R. 1999. *Fundamentos del Diseño*. Editorial Limusa. Distrito Federal, México. 79 p.

LEY ORGÁNICA DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA. 1987. Publicada en Gaceta Oficial Nº 33.868 del 16 de Diciembre de 1.987.Caracas, Venezuela. 25 p.

MARTÍNEZ, R. 1991. *Investigación aplicada al diseño arquitectónico*. Editorial Trillas. Distrito Federal, México. 174 p.

MUÑOZ C., A. 2008. *El proyecto de arquitectura*. Editorial Reverté. Barcelona, España. 49 p.

OIE. 2006. Manifiesto por la vida. Por una ética para la sustentabilidad. Revista Iberoamericana de la Educación 40. En línea: http://www.rieoei.org/rie40a00.htm#1#1 [Consultado 12/01/2010].

PANERO, J. y M. ZELNIK. 2011. *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, España. 135 p.

TEDESCHI, E. 1973. *Teoría de la arquitectura*. Ediciones Nueva Visión. Buenos Aires, Argentina. 15 p.

TREVIÑO, A. y J. SÁNCHEZ. 2009. *Enfoques de desarrollo sostenible y urbanismo. Revista Digital Universitaria* 10(7). Distrito Federal, México. 54 p.

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL FENÓMENO DELICTIVO

EN LA CIUDAD DE MÉRIDA, VENEZUELA

Analysis of the spatial distribution of crime phenomena in the city of Mérida Venezuela

POR

Ángel **SEGUNDO CONTRERAS**

Wilver **CONTRERAS MIRANDA**

Mary **OWEN DE CONTRERAS**

Universidad de Los Andes.
Laboratorio Nacional de Productos Forestales.
Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño. Mérida, Venezuela.
angelsegundo@gmail.com; labsostenibilidadyecodiseno@gmail.com

*pp.*170–199

RECIBIDO 15/01/2016
ACEPTADO 09/09/2016
ISSN 1856-9552

RESUMEN

Múltiples estudios de la dimensión geográfica del fenómeno delictivo han evidenciado que su distribución no es homogénea en el espacio ni en el tiempo. Observando su distribución en un mapa, es posible apreciar patrones que pueden resultar de gran utilidad en el desarrollo de estrategias de planificación urbana para los fines de prevención y reducción del delito. En este sentido, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), han mostrado ser una herramienta extremadamente útil en la elaboración de los denominados "*mapas de la delincuencia*" que permiten acceder a imágenes rápidas y concretas del comportamiento delictivo. Por ello, el presente estudio efectúa un análisis situacional de la delincuencia en la ciudad de Mérida, con objeto de mejorar la comprensión acerca de cómo se configura espacialmente el delito, identificado patrones en el espacio y en el tiempo. Para ello, partiendo de los datos contenidos en las estadísticas oficiales de la Policía del Estado Mérida durante el 2013 y empleando la tecnología SIG, se han identificado los denominados *Hot spots* o puntos conflictivos en los que se concentra una mayor densidad de delitos, analizando a su vez la relación entre la ubicación geográfica de ciertas categorías delictivas y los espacios urbanos que han mostrado una especial vulnerabilidad social. Los resultados obtenidos han evidenciado patrones espaciales y temporales, consistentes con la investigación comparada, observándose una mayor concentración de delitos en zonas con un mayor tránsito humano y en horario diurno comercial. Así mismo, se observa que los puntos calientes de la delincuencia se hallan fuera, pero colindantes a aquellos barrios catalogados como vulnerables caracterizados por una mayor vulnerabilidad social.

PALABRAS CLAVE
Criminología ambiental, *Hot spots*, mapas del delito, patrones delictivos, Sistemas de Información.

KEY WORDS
Environmental criminology, hot spots, crime maps, crime patterns, Geographic Information Systems (GIS).

SUMMARY

Multiple studies of the geographical dimension of crime phenomena have shown that crime distribution is not homogeneous neither in space nor time, observing crime distribution on a map, it is possible to see patterns that can be very useful in the development of urban planning strategies for the purposes of crime prevention and reduction. In this sense, Geographic Information Systems (GIS) have proven to be an extremely useful tool in the production of so-called "crime maps" that allow access to fast and factual images of criminal behavior. Thus, this study presents a situational analysis of crime in the city of Mérida, in order to improve the understanding of how is crime spatially configured in order to identify patterns in space and time. This was achieved using data from the official statistics of the Merida State Police Service for the year 2013 and using GIS technology. As a result, hot spots have been identified, that is, areas where a greater density of crimes is concentrated. We then analysed the relationship between the geographical location of certain crime categories and the urban spaces that have shown a specific social vulnerability. The results have demonstrated spatial and temporal patterns, consistent with comparative research. A greater concentration of crime is observeds in areas with greater population circulation and during business hours. Likewise, it is observed that the hot spots of delinquency are outside, but adjacent to neighborhoods classified as vulnerable and characterized with greater social vulnerability.

1. INTRODUCCIÓN

Las condiciones económicas y sociales de los últimos años hasta el presente 2016, denotan en Venezuela, una relación directa entre las deplorables condiciones de vida y oportunidades de inclusión y desarrollo de sus ciudadanos, en especial los más jóvenes, lo cual ha venido a repercutir de manera dramática en el ascenso de las estadísticas nacionales, siendo la inseguridad una de las variables de mayor despunte y solicitud de la comunidad nacional a encontrar solución inmediata por parte del Estado, en toda su estructura organizativa de planificación, gestión y evaluación en materia de acciones estratégicas preventivas, vigilancia, control y cumplimiento de justicia, sin dejar de lado, el sistema penitenciario nacional.

La ciudad de Caracas con 3.246 fallecidos, con una tasa de 119,87 homicidios por cada cien mil habitantes y otras ciudades del país, extensivo a ciudades como Cumaná, Gran Barcelona, Maturín o Maracaibo, consideras en su conjunto entre las 50 urbes de mayor peligrosidad mundial, con una tasa promedio de 53,08 % de homicidios, lo que es igual a 41.338 muertes entre 77.878.896 habitantes (El Confidencial, 2015). Estas altas índices de inseguridad, reporta el dramatismo de la realidad nacional, transformado en grave problema social, que ya se ha hecho extensivo a todos los espacios urbanos y rurales del país, sin dejar de enlutar a un sinfín de familias venezolanas afectadas de manera directa, y las que habitan que cada día en condiciones de zozobra y terror, viven entre rejas de protección y sofisticados sistemas de vigilancia.

Con preocupación se analizan declaraciones de personeros gubernamentales y de la sociedad civil, que exponen impunidad con experiencias de robos y secuestros donde se involucran a funcionarios de los cuerpos de seguridad, vigilancia y control (Centro de Investigación del Crimen Organizado, 2015); el alto nivel de organización y estructura de redes de más de 51 bandas delincuenciales, caracterizadas por distribución de drogas, asesinatos, secuestros, robos y delitos comunes, entre otros (El Nacional, 2015); uso de sofisticados sistemas de comunicación y poderío del armamento de los delincuentes y bandas hamponiles; el motorizado como símbolo de asesinato, robo y arrebato, involucrando de manera injusta a ciudadanos de bien que hacen uso de este vehículo para sus labores de movilidad y trabajo (Aporrea, 2016); el poder, control e influencia de los llamados "*pranes*" jefes absolutos de las cárceles venezolanas con posibilidades de dirigir actos delictivos desde su espacio de reclusión, los cuales se han transformados en centros inhóspitos e inhumanos para poder desarrollar su labor de formación e inclusión a la sociedad. Estos aspectos, son algunos de los más importantes que influyen al abordar la problemática de los niveles de delincuencia e inseguridad ciudadana en Venezuela, los cuales son la causa de un problema social que involucra, entre otros, el proceso de exclusión ciudadana del sistema educativo, cultural y socio productivo; la mala calidad de los espacios de vida urbanos y arquitectónicos donde se ha desarrollado el delincuente, en especial, el sentido de desesperanza por alcanzar sus metas de mejor forma de vida, estabilidad y condición económica. Lo apremia la inmediatez con sentido de frustración y rabia.

En su conjunto, estos aspectos antes mencionados, exigen el desarrollo de políticas, planes y programas especializados realizados por expertos en la materia, una base jurídica acorde a la realidad nacional, compromiso por parte de quienes rigen los destinos del país y mayor participación de la sociedad civil, en un marco de ética, moral y compromiso histórico ciudadano. No puede haber Desarrollo Sostenible de una nación si no se garantiza la seguridad ciudadana, la calidad de vida y segura movilidad en los espacios urbanos y naturales del territorio de la nación.

A partir de lo antes expuesto, exponen además Dávila y Ponce (1988), que la delincuencia está ligada a un componente geográfico muy marcado, pues la mayor parte de los delitos ocurren en lugares concretos y son ejecutados por personas que vienen o van a algún lugar. Y es que desde la década de los años setenta, todas las disciplinas que abordan el estudio de la delincuencia han reconocido que el hecho delictivo puede ser interpretado más fácilmente si se tiene en cuenta su componente geográfico (Galdón y Pybus, 2011), partiendo del supuesto teórico de que todo fenómeno social es dependiente del espacio donde sucede (Vilalta, 2001).

De este modo, tener en cuenta que una buena parte de delincuencia tiene una lógica espacial y que los actos delictivos no son siempre fruto de la oportunidad y el azar, y que incluso, cuando lo son, los condicionantes que crean la oportunidad pueden ser incorporados en el análisis del delito y tienen valor explicativo y tal vez predictivo, el valor de la capacidad de generar registros de georreferenciación de datos delictivos, haciéndose evidente y necesario para poder realizar un análisis más claro y oportuno de los diferentes escenarios delictivos (Galdón y Pybus, 2011).

En este sentido, y a los avances tecnológicos puestos a disposición en las últimas décadas es posible cartografiar y delimitar fácilmente la distribución espacial del delito, añadiendo al análisis otras variables consideradas relevantes y que se encuentran estrechamente ligadas a los actos delictivos.

Al darle un nivel ambiental mediante la representación cartográfica de los delitos en el espacio urbano, gracias a la descripción grafica del problema, nos permite analizar en profundidad el peso que tiene el entorno para explicar la conducta delictual y diseñar así políticas públicas que garanticen una mayor eficiencia policial, permitiendo además, la explicación de los factores físicos y sociales que pueden estar influenciando la presencia de delincuencia en determinadas áreas (Vozmediano y San Juan, 2010; Arnau y Planes, 2006).

A partir de todo el contexto antes expuesto, el presente estudio se centra en dos aspectos, el primero, detectar la distribución espacial y temporal de las distintas tipologías delictivas en la ciudad de Mérida, Venezuela, excluyendo a los ámbitos urbanos adyacentes al cauce del rio Chama, como Urbanización Chama, Chamita y Arenales, por dificultades de información confiable de georreferenciación, identificando aquellas áreas estudiadas la concentración de oportunidades criminales o *hot spots*; y el segundo, analizar la relación entre dicha distribución del delito y la existencia de ciertas áreas catalogadas de especial vulnerabilidad social en base factores socioeconómicos. Por consiguiente, es de resaltar que este trabajo, de características únicas en Venezuela, es una herramienta y guía para que sea implementada con fines de estudios, planificación, gestión y control del delito en todo el territorio nacional.

2. MATERIALES Y METODOS

Se realiza una exposición sinóptica de las principales características urbanas, paisajísticas y arquitectónicas de los ámbitos urbanos analizados para el desarrollo del presente estudio.

2.1.
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

La ciudad de Mérida, desde el punto de vista urbano, ocupa un área de 28 km de largo por 5 km de ancho, se encuentra sobre una meseta o terraza originaria enmarcada por el valle del río Chama, que le hace carecer de espacios para continuar urbanizándose, especialmente en la dirección este-oeste. Su área poligonal ocupa 120 km² ocupados por la ciudad, 20 km² con accidentes geográficos que no hacen posible la planificación de urbanismos o expansión de de la trama urbana.

El desarrollo de la ciudad es desordenado o no planificado, solo el centro de la ciudad constituye el modo organizado de un urbanismo con trazado colonial donde aún persiste una especie de cuadricula que tiene 8 avenidas principales y 54 calles, lo cual lo hace ser definido y claramente delimitado por la trama vial. Pese al limitado espacio físico para el desarrollo, Mérida posee el mayor índice de áreas verdes por habitante de Venezuela, gracias a sus numerosas plazas y parques públicos, destacándose entre éstos el Parque Metropolitano Albarregas. Distintas propuestas se han llevado a cabo por la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Los Andes, para aumentar considerablemente la asignación de áreas preservadas del desarrollo edilicio, incrementando de este modo el índice de áreas verdes por habitante y reduciendo el impacto ambiental del crecimiento demográfico.

La ciudad de Mérida es un entorno urbano histórico, de tradiciones y centro de educación universitaria de altura a través de la Universidad de Los Andes, y turística, que gracias a su entorno imponente natural por la Cordillera de Los Andes venezolanos y el gentilicio de su pueblo, es marco referencial nacional e internacional. Actividades residenciales, educativas, turísticas, culturales y de servicios, han fomentado un desarrollo urbano ascendente desde inicios de la década de los años setenta. Este contexto urbano disperso y alargado, de un arquitectura que se ha ido adaptando a los tiempos modernos, en desmejora de lo tradicional, en su estructura de avenidas y calles, ha propiciado espacios irregulares, anárquicos y de sorpresa que facilitan acciones delictivas, en especial en horas atardecidas y nocturnas, bien por falta de infraestructuras urbanas de iluminación, mobiliario urbano, calles y aceras de calidad constructiva y de ornato, circundadas por edificaciones con exceso rejas y sistemas de seguridad y espacios públicos abandonados, sin dejar de mencionar, la falta de vigilancia de los cuerpos de seguridad ciudadana. Esta realidad se ha hecho casi generalizada a toda la estructura de los ámbitos urbanos que conforman la ciudad de Mérida.

Muestra de ello, es la notable influencia que ha tenido en materia delictiva para la ciudad de Mérida, los ámbitos urbanos adyacentes al cauce del rio Chama, como Urbanización Chama, Chamita y Arenales, entre otros, los cuales quedan excluidos del presente trabajo por dificultades de información confiable de georreferenciación, y por la alta densidad que ha tenido este grande espacio territorial con problemas acuciantes en materia de planificación y ordenación del territorio urbano, y que de no actuarse de manera eficiente y responsablemente en calidad de emergencia pública por los entes gubernamentales responsables, sus perspectivas en tiempos futuros son de tendencia dramática en calidad de vida integral de sus habitantes, con notable influencia social a la ciudad tradicional que se ha desarrollado en su meseta originaria y sector La Otra Banda, en especial, en materia de acciones delictivas que por igual afectan a todos sus ciudadanos de bien que habitan en el territorio circundante del rió Chama.

2.1.1.
ÁMBITO URBANO DEL CASCO CENTRAL

Éste comprende toda la zona del centro de la ciudad, enmarcada entre los valles del río Chama y el río Albarregas y las Plazas de Milla y Glorias Patrias; está conformado por el casco histórico de la ciudad, albergado por varios de los museos, bibliotecas, iglesias y grandes comercios de Mérida. Siendo el centro del poder ejecutivo y legislativo del estado, así como el poder eclesiástico (Palacio Arzobispal) y Universitario (Rectorado de la ULA). El perfil urbano de sus calles con traza colonial y tipología de arquitectura alto andina, las cuales se van articulando a una serie de plazas con agradable ornato e iglesias que desde la década de los años setenta del siglo XX, han dado paso a edificaciones de arquitectura moderna de líneas y planos ortogonales con la conformación de volúmenes paralelepípedos de mediana y gran altura, que se van fusionando en la perspectiva de sus calles angostas en pendiente y otras con diversidad de tipologías en clara reminiscencia a elementos de arquitectura clásica y colonial, todas con materiales constructivos tradicionales.

La implementación de las ordenanzas municipales en el proceso de crecimiento que ha vivido el centro de la ciudad de Mérida en las últimas cuatro décadas, según las posibilidades de los propietarios y emprendedores inmobiliarios, ha generado en su distribución en planta y fachadas de frente a las calles, la implementación de retiros de unas y otras de forma continua o discontinua con las edificaciones tradicionales, lo cual ha generado un paisaje urbano deteriorado de estética fragmentada, retractiles juegos de planos de fachada, irregularidad en el trazado continuo de las angostas aceras, postes de electricidad y cableado, buhoneros que se han posesionado de calles y espacios tipo hueco que propician áreas de inseguridad ciudadana, especialmente, del tipo robo y hurto. Este proceso de desarrollo urbanístico se ha generado en el resto de ámbitos urbanos que conforman la ciudad de Mérida **(FIG. 1)**.

El centro tradicional se articula a una red de barrios populares adyacentes y adosados al talud del rio Chama o del río Albarregas, siendo los más emblemáticos los barrios "*Pueblo Nuevo*" y "*Simón Bolívar*" los cuales están al lado de la Plaza Bolívar, y más hacia el norte, los barrios "*Andrés Eloy Blanco*" y "*La Milagrosa*".

Desde el punto de vista de los aspectos delincuenciales, es un sector como todos los ámbitos populares de Venezuela y de la ciudad de Mérida con características urbanas anárquicas, por ser producto de crecimiento urbano informal, propio de barrios que se desarrollan a partir de la repartición de parcelas según criterio de sus pobladores fundadores: calles angostas conectadas a las vías principales de la ciudad; red de veredas que se adaptan a la topografía del lugar; agrupamiento de viviendas mayormente angostas con crecimiento progresivo que a través del tiempo han ido creciendo con diversidad de sistemas estructurales, las cuales las coloca en alta condición de vulnerabilidad ante afectaciones naturales de tipo sismo, desplazamiento de masa o inundación.

Son ámbitos deficitarios de servicios básicos de calidad; espacios públicos humanizados; vías de movilidad angostas, irregulares, quebradizas, escalonadas, olorosas y oscuras. Todas propician condiciones públicas y privadas, que si bien proveen sentido de vecindad en la calle principal y centro de encuentro en las bodegas, en sus espacios privados, la promiscuidad es latente y el disturbio de dificultades entre vecinos producto de la notable cercanía y falta de privacidad entre casas. Se a esto se agregan la falta de oportunidades socio económicas de su población, en especial la niñez y juvenil, que aumentan las tasas

FIG. 1
Vistas del contexto natural y urbano de la ciudad de Mérida, con varias de sus afectaciones de planificación urbanística, arquitectónica, social y ambiental.
FUENTE: INTERNET.

de deserción educativa, falta de ocupación y recreación, el ocio los hace presa de vicios e incorporación a acciones delincuenciales de manera individual o en bandas, que van desde el hurto en escala ascendente a robo, secuestro y homicidio. Este contexto lastimoso, es referencia a que los barrios populares son sinónimo de inseguridad, sin dar espacio al innumerable ejemplo de ciudadanos y familias honorables que han construido en ellos su futuro, con orgullo y sentido de pertinencia.

2.1.2.
ÁMBITO URBANO DE LA OTRA BANDA

Ha sido la zona de mayor crecimiento urbano de la ciudad de Mérida, desde que ésta pobló su meseta originaria, razón por la cual en el proceso de planificación de nuevos ejes viales y el desarrollo de los tres viaductos sobre el cauce del río Albarregas, propiciaron una trama urbana ubicada que se articula a lo largo de la Avenida Los Próceres, al pie de la Sierra de la Culata, enlazando en el sentido norte-sur al sector de La Hechicera con La Pedregosa. En ella se encuentran diversas zonas industriales, centros comerciales como Alto Prado, Los Próceres, Bugans Villa y Pie de Monte, conjuntos residenciales de clases alta, media y baja, la sede de IMPRADEM, el Hospital del IPASME (obra en construcción), y el Paseo Literario Gian Domenico Puliti.

2.1.3.
ÁMBITO URBANO DE LA HECHICERA

Zona residencial y estudiantil, ubicada hacia el extremo noroeste de la ciudad en la Parroquia Spinetti Dinni, la cual es atravesada por la Avenida Alberto Carnevali quien la comunica con las Avenidas Los Próceres y Las Américas con dirección hacia el centro y suroeste de la ciudad. Así mismo se comunica con el sector Los Chorros de Milla a través del puente sobre el río Albarregas. Contempla diversos complejos habitacionales y barriadas que la dividen en subsectores como: Santa Rosa, Campo Neblina, Domingo Salazar, La Hechicera, OCV Sucre, San Pedro y Santa Ana Norte. Alberga importante instalaciones como el Jardín Botánico de Mérida, la sede de FUNDACITE-Mérida, la estación experimental "*Santa Rosa*" y el Complejo Universitario "*Pedro Rincón Gutiérrez*" de la Universidad de Los Andes constituido por las Facultades de Arquitectura y Diseño Industrial, Ciencias e Ingeniería, así como la Dirección de Deportes, el Bioterio, la Capilla Universitaria y el Estadio Olímpico Universitario.

Este sector ha sido impactado en su crecimiento urbano con el desarrollo de todo un conjunto de complejos residenciales de diversos niveles económicos de tipo social construidos por la Gran Misión Vivienda Venezuela, de nivel clase media alta como el Complejo Residencial "*Campo Neblina*" que se van articulando con complejos aislados de viviendas unifamiliares pareados en cinta, y residencias estudiantiles interconectadas con el poblamiento anárquico popular sobre la falda de la montaña circundante en condiciones de vulnarabilidad.

2.1.4.
ÁMBITO URBANO DE LA LOS CHORROS DE MILLA

Zona residencial, turística y estudiantil atravesada por la avenida principal de Los Chorros de Milla a lo largo de un pequeño valle formado por la ribera del río Albarregas y posee una baja densidad demográfica derivada de las pequeñas barriadas y urbanismos privados que allí se encuentran. Tiene una importante actividad económica consecuencia de los centros nocturnos arraigados en la zona, así como a la presencia del Centro Comercial "*Villa Los Chorros*" y principalmente al Parque Zoológico Chorros de Milla el cual es ícono de turístico de la ciudad de Mérida. De igual manera ostenta el Conjunto Universitario Forestal, sede de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales compuesta por las escuelas de Geografía, Ingeniería Forestal y Técnico Superior Forestal, de igual manera, se encuentra la Escuela de Artes Escénicas, el Instituto Latinoamericano de Forestal, la sede de los Bomberos Forestales, el Laboratorio Nacional de Productos Forestales (LNPF), el comedor universitario y las oficinas de OCRE, OFAE y DAES.

2.1.5.
ÁMBITO URBANO DE LA HOYADA DE MILLA

Zona residencial, hotelera, estudiantil y comercial ubicada al norte, conexión de la ciudad con el sector El Valle y el Municipio Santos Marquina, es atravesada longitudinalmente por la Avenida Universidad y periféricamente por la avenida principal de La Hoyada de Milla, en donde encontramos la Urbanización Santa María extremos Norte y Sur, así como los sectores San Benito, La Hoyada, Vuelta de Lola y Avenida Universidad. En este sector se encuentra la Facultad de Artes de la ULA y Instituto Universitario Hotel Escuela

de Los Andes Venezolanos, el Centro Comercial "*Altos de Santa María*", el Parque Beethoven, la Plaza 5 Águilas Blancas y algunos de los principales hoteles de la ciudad como el Venetur-Mérida y Tibisay. También, se encuentra las sedes de FONTUR y Ministerio del poder popular para el Transporte Terrestre (MPPTT).

2.1.6. ÁMBITO URBANO DE LA MILAGROSA Y ANDRÉS ELOY BLANCO

Esta populosa zona se ubica el norte de la ciudad, limitada al sur por el río Albarregas y al norte del bosque de pino caribe que es reserva forestal de la Universidad de Los Andes, atravesada por la prolongación de la Avenida Los Próceres desde la intersección con la Avenida Las Américas hasta la intersección con la Avenida Universidad. Es una comunidad de clase baja y media baja, en la cual se encuentra el Complejo Turístico Los Andes, compuesto por el Centro Internacional de Convenciones Mucumbarila, la sede de CORPOANDES, el Parque La Isla, canchas de tenis, orquidiario y, además, de las instalaciones del Museo de Apicultura y la Sala Febres Cordero, donde se encuentran toda la colección de obras de Don Tulio Febres Cordero, localizadas éstas en una casona de hacienda de café que remite al visitante a épocas pasadas de la Mérida rural de principios de siglo XX.

2.1.7. ÁMBITO URBANO DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS

Zona residencial y comercial, es una zona con alta densidad poblacional de la ciudad de Mérida, constituido por complejos habitaciones de edificios y casas en donde reside un importante número de merideños, como también es la principal zona comercial al albergar los más importantes centros comerciales. A lo largo de la avenida, ubicamos las principales casas de estudio superior como el Complejo Universitario La Liria de la Universidad de Los Andes, el Núcleo de la Universidad Nacional Abierta y el Núcleo de la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Bolivariana, cuenta además, con importantes instalaciones recreacionales como el Complejo Deportivo Las Américas, el Parque Metropolitano Albarregas y el Parque Ciudad de Los Niños, el Terminal de Pasajeros "*José Antonio Paredes*", principal terminal del estado Mérida. No se puede obviar los ámbitos populares urbanos que se articulan a la avenida, Barrio Pueblo Nuevo y Simón Bolívar, Barrio Santa Barbará, o los complejos cerrados tradicionales Residencias "*Las Marías*", todo el conjunto de edificios de El Campito y de El Rosario adyacente a la Urbanización Humboldt.

2.1.8. ÁMBITO URBANO DEL PIE DEL LLANO Y AVENIDA URDANETA

Situada en el centro de la ciudad, marginada por la pista del Aeropuerto Nacional Alberto Carnevali y el cauce del río Albarregas, atravesada por la Avenida Urdaneta desde el cruce con la Avenida Miranda hasta el cruce con la Avenida Sucre, al cual le anexamos los sectores populares de Pie del Llano al pie de la mencionada terminal aérea y las barriadas ubicadas en la Avenida Gonzalo Picón. Allí se encuentran importantes sedes de organismos públicos nacionales, así como la propia Alcaldía del Municipio Libertador y otras dependencias gubernamentales como el Ministerio de Ecosocialismo y Agua, Instituto Nacional de Tierras, centro de reclusión juvenil y una serie de clínicas privadas como en

Centro Clínico y Clínica Mérida, en especial, la sede de Camiula, centro hospitalario de la Universidad de Los Andes, todos articulados por el Parque de "*Los Poetas Merideños*". Ello ratifica que es un ámbito urbano que en los últimos tiempos se ha consolidado como una zona tanto comercial, servicios bancarios, posadas, hoteles, de tradición residencial, con abundante vegetación en parques longitudinales a la Avenida Urdaneta, por lo cual es considerado junto a Campo de Oro y Santa Juana, una de las zonas estratégicamente mejor ubicadas de la ciudad.

2.1.9. ÁMBITO URBANO DE LA AVENIDA 16/SANTA ELENA/ CAMPO DE ORO/SANTA JUANA

Es una zona popular, ubicada en el centro geográfico de la ciudad. Colindante con el borde este de la meseta Tatuy, se caracteriza por albergar numerosos comercios dedicados al sector automotor, Complejo Universitario Campo de Oro de la Universidad de Los Andes, y sobre todo, por disponer del hospital más grande de la ciudad, el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes (IHULA). Todo ello ratifica la frase famosa del poeta escritor merideño Mariano Picón Salas: "*Mérida es una Universidad con una ciudad por dentro*".

2.1.10. ÁMBITO URBANO DE LA URBANIZACIÓN HUMBOLDT

Es un populoso sector al suroeste de la ciudad de características de diseño urbano de calles principales donde se distribuyen en medio de pequeñas plazas y ejes de conexión peatonal los edificios de baja altura, así como el sector de viviendas pareadas de una sola planta unidas por angostas veredas, y que han dado paso a la construcción de niveles superiores anarquizando su perfil urbano. Es área con un desarrollo comercial creciente en los últimos años, en la zona baja de la Avenida Las Américas. Tiene como centro la Urbanización Humboldt, donde se encuentra la sede del Cuerpo de Bomberos del estado Mérida, la conformación de otros complejos habitacionales como Santa Bárbara y la Urbanización Belensate, de nivel clase alta, donde producto de los altos índices de inseguridad se ha visto en la necesidad de aumentar los controles de acceso y salida a través de vigilantes privados y sistema de portones. Un hecho importante de resaltar es que este aspecto, es la perdida con fin de uso, de los parques que en ésta se localizan, caso del Parque de "*La Marina*".

2.1.11. ÁMBITO URBANO DE LA PEDREGOSA

Es un alargado sector ubicado en un estrecho valle de la quebrada La Pedregosa, caracterizada como una zona en su mayoría residencial subdividida en La Pedregosa alta, media y baja, donde la densidad poblacional se ha elevado de manera drástica con construcciones de viviendas, edificios aislados y hoteles como "*La Pedregosa*" que con sus espacios recreativos, actualmente bastante disminuidos en calidad es aún emblema hotelero de la ciudad. Existen, además, en su conjunto de trama urbana complejos residenciales de viviendas, sin prever ampliación y calidad de su vía principal. El sector está unido a la ciudad por medio de la Avenida Los Próceres, ya que se encuentra muy apartada del centro tradicio-

nal y su desarrollo se ha intensificado en la última década, sin dejar de existir terrenos disponibles para la construcción. Por ser una ámbito urbano donde existen viviendas de alto estándar constructivo, se han visto en la necesidad de construir grandes muros y sistemas de seguridad preventiva producto del acecho de la delincuencia, sin contar el déficit de alumbrado público, aceras y señalética.

2.1.12. ÁMBITO URBANO DE LA PARROQUIA

Con este nombre se conoce al antiguo poblado de La Punta. Posee un trazado similar al del *Casco Central*, coexistiendo comercios y residencias. No obstante, los primeros tienden a prevalecer últimamente. Este sector se encuentra limitado por la Avenida Andrés Bello, en él se encuentra la segunda Plaza Bolívar de la ciudad e importantes centros comerciales, en especial el Centro Comercial "*Alto Chama*", así como complejos residenciales "*El Carrizal*", "*La Mara*", "*Jardines de Alto Chama*" que se une al sector Zumba y el Complejo Deportivo "*Cinco Águilas Blancas*". La Parroquia, cada día se resiste a los embates de la dinámica del desarrollo constructivo privado y por emprendedores, manteniendo en su trama las características de vecindad de pueblo andino y tradiciones culturales y religiosas. Su dinámica comercial, religiosa y turística por la gastronomía tradicional, siendo resaltante los locales de venta de pasteles, alrededor de la plaza con déficit de estacionamientos públicos, sus visitantes son afectados por robos y hurtos a personas y vehículos.

2.1.13. ÁMBITO URBANO DE LOS CUROS

Éste es un sector popular de la ciudad, casi exclusivamente residencial, aunque posee una de las más grandes zonas industriales de la ciudad. Se caracteriza de estar habitada por población de clase baja y media distribuidas en edificaciones tipo casa y edificio en urbanismo popular en pendiente unido a su avenida principal con salida a la carretera de Jají. A la trama urbana planificada se han desarrollado sectores marginales.

2.1.14. ÁMBITO URBANO DE CAMPO CLARO Y ZUMBA

Éste es un sector exclusivamente residencial, en sí son dos áreas urbanas distintas pero conectadas por el distribuidor Cinco Águilas Blancas. En la zona de Zumba se encuentra el *Estadio Metropolitano de Mérida* y el complejo olímpico "*Cinco Águilas Blancas*". Es una de las pocas zonas con posibilidades de crecimiento urbano para familias de clase media alta y alta, por los altos costos de plusvalía de sus terrenos.

2.2. ANALISIS Y ELABORACIÓN DE LA MUESTRA

Para este estudio se contó con el apoyo del Instituto Autónomo Policía del Estado Mérida, quienes permitieron la data de delitos de los años 2012 y 2013, logrando de esta manera, que se pueda analizar y comparar respectivamente estos años con las variables de interés. Para el caso del año 2012 se contaron con 711 registros, y en el año 2013 con 1427 registros.

2.2.1. VARIABLES EMPLEADAS

En los registros suministrados por la Policía del estado Mérida, se cuenta con las siguientes variables:

1. Fecha
2. Día
3. Hora
4. Intervalo de horas
5. Centro de coordinación policial
6. Municipio
7. Parroquia
8. Sector
9. Lugar
10. Móvil
11. Sub delitos y o faltas
12. Delitos
13. Genero victima
14. Edad de la victima
15. Genero del agresor
16. Edad del agresor
17. Medios empleados
18. Bienes materiales involucrados
19. Situación del bien (recuperado/no recuperado)
20. Breve descripción de la actuación policial

Todas estas variables fueron ubicadas en un mapa, lo cual dieron pie para generar inferencias de las variables más importantes a analizar, y de esta manera, poder hacer comparaciones que permitieran involucrar el entorno con los hechos delictivos que se sucedieron esos años con clara proyección al año 2016.

2.2.2. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE GEORREFERENCIACIÓN

Para realizar la georreferenciación de los distintos hechos delictivos se utilizó una herramienta QUANTUN GIS, y que con la ayuda de un complemento de Google que permite la corrección visual de las coordenadas geográficas de las direcciones cuando éstas presentan discrepancias con la realidad. En la mayoría de todos los datos están en la ubicación donde se sucedieron los hechos, permitiendo esto disminuir el sesgo y cualquier mal interpretación de los datos. Además de esto, en una primera instancia se depuraron los datos de los campos *parroquia*, *sector* y *lugar*, para que su ubicación real tuviera la exactitud necesaria para estos casos, permitiendo evaluar todos los escenarios posibles para la evaluación del delito.

2.2.3.
LIMITACIONES EN EL ABORDAJE

El estudio realizado no está exento de limitaciones, entre ellas conviene destacar dos aspectos: en primera instancia, los datos oficiales como los utilizados poseen un importante sesgo, pues no reflejan la situación real del delito en la ciudad, al no tener en cuenta a los delitos no denunciados o los que fortuitamente no quedaron grabados. En numerosas ocasiones se ha constatado que existe una gran cifra negra de delitos que no son denunciados por diversas cuestiones. Para ello, es preciso complementar esta información con otras fuentes como son las encuestas de victimización o de auto informe delictivo.

En segunda instancia, en cuanto al método de análisis geográfico empleado, tal y como señalan (Vozmediano y San Juan, 2010) a pesar de que los mapas temáticos de puntos permiten conocer cómo se distribuyen los delitos, sin análisis ulteriores, no es posible establecer si las agrupaciones son estadísticamente significativas.

Otro inconveniente de este tipo de mapas es la imposibilidad de determinar si se producen en áreas más o menos pobladas, lo que no posee las mismas implicaciones. El presente trabajo ha constituido una primera aproximación a la distribución geográfica del delito, un ámbito de estudio nunca explorado hasta la fecha en la ciudad de Mérida. No obstante, para mejorar el conocimiento y la comprensión del comportamiento del fenómeno delictivo en esta ciudad, futuros trabajos deberían avanzar paliando algunas de las limitaciones anteriormente señaladas.

3.
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el objeto de facilitar la lectura y comprensión de este trabajo, se ofrece una breve introducción al objeto de estudio, así como a la pertinencia de analizar el peso que supone el entorno en la explicación de la conducta delictiva. Luego se exponen los resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología, para finalmente establecer aquellas conclusiones de los resultados.

3.1.
¿QUÉ ES LA ECOLOGÍA DEL DELITO?

Dentro del proceso imparable de urbanización y la preocupación por cómo mantener la cohesión social en las ciudades, desde el Departamento de Sociología de Chicago, se impulsarían las teorías ecológicas que han llegado hasta la actualidad (Arnau y Planes, 2006) con las aportaciones del nuevo urbanismo, los enfoques de la elección racional y de la *victimología*.

La preocupación por la ciudad como productora de delito y de inseguridad, se remonta a los años veinte del siglo pasado donde se propusieron teorías ecológicas desarrolladas por la Escuela de Chicago. Entonces surgieron estudios en torno al concepto de desorganización social, como los de Shaw y Mc Kay en el año 1931 y 1969, en relación con el fenómeno migratorio. De ahí que Medina (2001), sitúa en 1938, en el ensayo de Louis Wirth sobre el urbanismo como modo de vida, las bases de la Sociología Urbana contemporánea y del pensamiento criminológico ambiental o ecológico. Para Wirth, el nivel de análisis no son los individuos, sino los hábitats y, en concreto, el contexto urbano. En dicho contexto, diversos autores explorarán más tarde la distribución e interacción de objetivos (víctimas), infractores y oportunidades en diferentes franjas horarias y zonas (Arnau y Planes, 2006).

Dentro de la prevención situacional se encuentra el énfasis en el diseño arquitectónico y la seguridad con la idea de incentivar la vigilancia natural y evitar la formación de guetos. Este hecho viene a vincularse con las propuestas urbanísticas desarrolladas en Venezuela por el Instituto Nacional de la Vivienda (INAVI) en la década de los años setenta y ochenta, donde elaboró complejos urbanísticos de edificios bajos y viviendas en vereda, generando alta densidad en pequeñas áreas de terreno, los cuales cuatro décadas después son ámbitos urbanos con altos niveles de inseguridad y disminución en la calidad de vida ciudadana.

La obra clásica de dicha corriente de prevención situacional es la del arquitecto Oskar Newman en 1972, quien trabajaba para el Departamento de Viviendas Públicas de Nueva York. En dicho año Newman se refirió al concepto de "*espacio defendible*" y, posteriormente, enfatizó su relación con la cohesión social. En la práctica, se tradujo en un replanteamiento del diseño de las viviendas públicas. Newman se vio influido por la obra de Jane Jacobs en 1961, quien enfatizó la importancia de los controles informales inclusivos, a través de su expresión "*ojos en las calles*", que más tarde se relacionó con la polémica *Teoría de las Ventanas Rotas* (Arnau y Planes, 2006).

Criminología clásica tradicionalmente dedicó su esfuerzo a profundizar en el estudio de la criminalidad desde una perspectiva etiológica que trató de identificar los factores que explican por qué un individuo se convierte en criminal. Sin embargo, a lo largo de los últimos 100 años se ha ido fortaleciendo un conjunto de modelos teóricos que han dado pie a un importante número de teorías criminológicas encuadradas en la categoría de la denominada *Criminología ambiental*, que no se interesan tanto por explicar la dimensión individual del hecho delictivo, sino que se centran en valorar el nexo entre la condición de vida urbana y la delincuencia. (Medina, 2001; Eck y Weisburd, 1995).

En estas teorías, el nivel de análisis no está centrado en el individuo, sino en las áreas donde viven y su entorno, buscando dar respuesta por que ciertos lugares tienen mayor tasa de delitos y explican como la delincuencia se puede ver favorecida por el contexto urbano (Vozmediano y San Juan, 2010).

Para comenzar, los delincuentes no son sujetos que sufren de algún tipo de patología que los hace diferentes del resto de los ciudadanos, sino simplemente son sujetos que participan en comportamientos delictivos como respuesta a las condiciones sociales en las que viven en el contexto urbano (Medina, 2001).

De acuerdo a Wortley y Mazerolle (2008), existen tres aspectos relevantes referidos a la influencia del ambiente en la conducta delictiva de un sujeto: *"que todo delito suceda en un lugar lo convierte en una variable más a la hora de analizar el comportamiento; la tendencia a la concentración de los delitos en ciertos lugares y momentos concretos; la existencia de lugares que por su características socio espaciales pueden favorecer la existencia de más oportunidades para cometer delitos".*

Para, Brantingham (1991), la forma de afirmar que se ha producido un delito es necesario tener: un infractor, una víctima u objetivos, y una ley que se infringe, y la coincidencia de las tres anteriores en un tiempo y lugar concreto **(FIG. 2)**.

La nueva visión de la criminología o la *Criminología Ambiental* se centra en la última dimensión, la distribución espacial y temporal de los hechos delictivos. Por lo que busca resolver y determinar dónde y cuando ocurren los delitos, bajo qué condiciones ambientales se producen y cómo estos conocimientos pueden ser útiles para predecir, controlar e

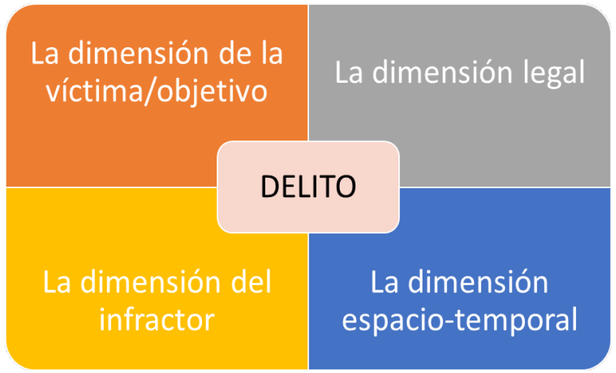


FIG. 2
Dimensiones para analizar el delito.
ELABORACIÓN PROPIA 2016.

incluso prevenir los eventos delictivos. Por otro lado, el análisis del delito, emplea la información sobre los eventos delictivos para analizarlos metódicamente y detectar patrones y tendencias. De allí que, el análisis del delito describe patrones que ocurren en la realidad, mientras la *Criminología Ambiental* propone explicaciones teóricas para la comprensión de la ocurrencia de los hechos delictivos (Vozmediano y San Juan, 2006).

La constante integración de las teorías con la *Criminología Ambiental* y con los hallazgos que se han realizado en el día a día por los analistas del delito al estudiar los patrones de los hechos delictivos, han consolidado tanto a la ésta, como al *Análisis del Delito*, como disciplinas científicas autónomas pero a la vez altamente interdependientes, en la medida de lo posible cada una ellas informa a la otra (Wortley y Mazerolle, 2008; Vozmediano y San Juan, 2006).

3.2. INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA CON LA CRIMINOLOGÍA

Los Sistemas de Información Geográfica (GIS), constituyen una herramienta de análisis científico y gestión pública que permiten analizar las relaciones entre los agentes implicados en la seguridad y el territorio. Se trata de un sistema informático para elaborar mapas e interrelacionar bases de datos diversos. Puede suponer, además, un sistema en tiempo real de georreferenciación. Siguiendo la definición de Hoover, Zhang y Zhao (2010), se trata de un software que registra, almacena, analiza, representa y gestiona información relacionada territorialmente. Puede decirse que los SIG tienen tres componentes: mapas, bases de datos y modelos.

Estas herramientas empiezan a utilizarse con fines policiales en los años sesenta y se expandió espectacularmente desde finales de los ochenta, coincidiendo con el auge de las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Desde mediados de los años noventa se utiliza para analizar las tendencias delictivas, gestionar los recursos, intervenir de forma específica y planificar estratégicamente.

Los SIG, son una herramienta esencial para el estudio y seguimiento de procesos espaciales ocurridos a toda escala, integra las ventajas de las bases de datos y de los mapas tradicionales, permitiendo trabajar simultáneamente con información temática registrada en tablas que contienen información alfanumérica, y espacial en mapas o representaciones cartográficas del enclave urbano, proporcionando información georeferenciada, además de una serie de atributos que pueden estar interconectado a los datos iníciales, lo que permite tener multiplicidad de datos a la mano para los análisis.

En el campo de estudio de la distribución espacial de los delitos, los SIG resultan extremadamente necesarios, pues permiten la elaboración de los denominados "*mapas del delito*" que ofrecen una imagen rápida, concreta y fácilmente interpretable de la intensidad con la que los hechos delictivos se producen en el territorio y en el tiempo (Vozmediano *et al*., 2010), pudiendo inclusive llegar a interpretar el espacio urbano y morfológico que encierra a dicho impacto. Estos mapas permiten apreciar el panorama en su conjunto con mucha mayor facilidad que textos o bases de datos por separado (Vozmediano y San Juan, 2006; Igarzabal y Borthagaray, 2007).

3.3. LOS HOT SPOTS Y SU UTILIDAD PRÁCTICA EN EL CONTROL DE LA DELINCUENCIA

Los estudios empíricos, han mostrado que el delito no se distribuye homogéneamente en el espacio ni en el tiempo, observando su distribución en un mapa se aprecian patrones. Es decir, mientras que algunos lugares apenas registran delincuencia, en otros se acumulan los hechos delictivos. Además, si se incluye la variable temporal a este análisis es posible identificar cómo los patrones espaciales pueden experimentar variaciones con el tiempo (Ocariz *et al*., 2011) **(FIG. 3)**. Aquellas áreas que superan el número medio de eventos delictivos de una ciudad, o en el que el riesgo de ser víctima de un delito es superior a la media son denominadas *hot spots* o "*puntos calientes de la delincuencia*" (Eck *et al*., 2005).

Desde la prevención del delito, el análisis *hot spot* ha sido fructífera, dada la posibilidad de realizar observaciones en mapas de delitos (Vozmediano y San Juan, 2010). La cartografía *hot spots* se ha convertido en una técnica analítica muy utilizada por la policía

FIG. 3
Patrones espaciales y temporales del delito avalados empíricamente en diferentes países, y que han sido consistentes en el tiempo.
ELABORACIÓN PROPIA.

y los organismos de lucha contra la delincuencia para identificar visualmente donde el delito tiende a desarrollarse, facilitando así la toma de decisiones respecto a dónde dirigir e implementar los recursos (Arnau y Planes, 2006). A partir de allí, es posible desarrollar políticas preventivas a largo plazo (Chaney *et al.*, 2012).

Este tipo de análisis se basan en la premisa de que los patrones retrospectivos de la delincuencia son un indicador útil para identificar patrones futuros, por tanto, actúa como una técnica básica para predecir dónde y cuándo es más probable que ocurran ciertos delitos (Arnau y Planes, 2006).

En los puntos siguientes, se exponen los resultados del análisis. En un primer momento se hará una descripción general del análisis de los delitos cometidos en la ciudad de Mérida, haciendo especial referencia a algunas consideraciones espaciales y posteriormente, se presentara el análisis espacio temporal del delito empleando los mapas elaborados para tal fin.

Como puede observarse en el **TABLA 1** la distribución de los delitos cometido en la ciudad de Mérida en el año 2013. Teniendo en cuenta la naturaleza de los hechos delictivos, el 69,44 % de los hechos que se ponen en conocimiento de las autoridades policiales son presuntos delitos contra la propiedad (robos, hurtos, hurto de vehículos y robo de vehículos). Las **FIG. 4 y 5** se hace referencia a la ubicación de delitos por meses y en las parroquias, donde observamos como en la Parroquia el Llano en el centro de la ciudad, la incidencia delictiva tiene mayor presencia y los meses de julio, septiembre y octubre, debido a los cobros de vacaciones de instituciones educativas y mayor visita de turistas a la ciudad.

En la **FIG. 5**, se puede observar como la mayor incidencia en la comisión de los delitos se suceden al intervalo entre las 12 del mediodía hasta las 6 de la tarde, de igual forma, y en menor rango, en el intervalo de las 6 de la tarde hasta las 12 de la media producto de la disminución de gente en los *hot spots*.

TABLA 1

Distribución de los hechos delictivos en la ciudad de Mérida en el año 2013. Delito cometido. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Policía de la ciudad de Mérida

DELITO	CANTIDAD
CONCUSION	1
EXTORSION	1
ACTO LASCIVO	2
VIOLACION	5
ESTAFA	6
RESISTENCIA A LA AUTORIDAD	21
HOMICIDIO	44
PORTE ILICITO DE ARMAS	51
ROBO DE AUTO	52
HURTO DE AUTO	59
LESIONES PERSONALES	305
HURTO	388
ROBO	492

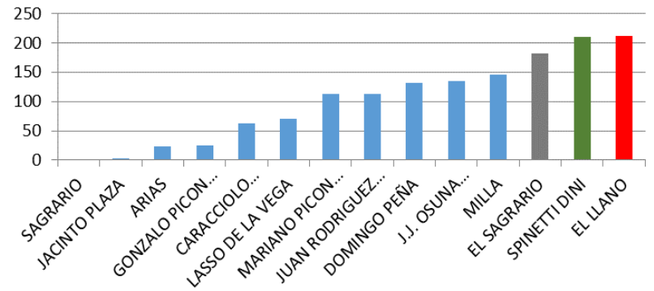


FIG. 4
Distribución de los hechos delictivos. Delitos por parroquias.
ELABORACIÓN PROPIA.

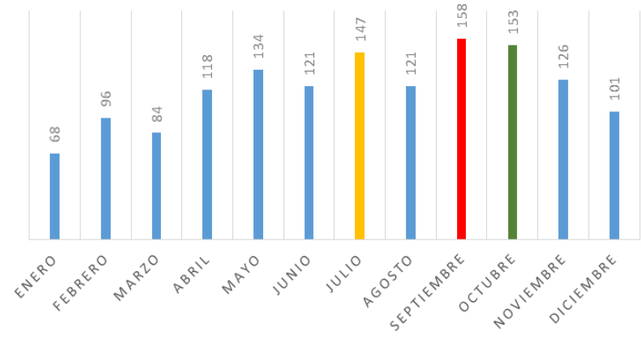


FIG. 5
Distribución de los hechos delictivos. Delito cometido por meses.
ELABORACIÓN PROPIA.

3.4. ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DEL DELITO EN LA CIUDAD DE MÉRIDA

Debido a algunos factores externos y que no permitieron tener certeza de los datos suministrados por la Policía del estado Mérida, solo se presentara una comparación de los delitos que se sucedieron en los años 2012 y 2013 **(FIG. 6)**, en forma de análisis espacio - temporal, esto debido a que si se coparan ambos años el incremento de actos delictivos llego al 152 %.

Lo antes dicho es debido a que no existía una sala situacional que llevara el correcto registro dentro de este organismo de seguridad, de igual forma, muchos de esos datos carecen información a las variables de estudio lo que no permite comparaciones estadísticamente confiables.

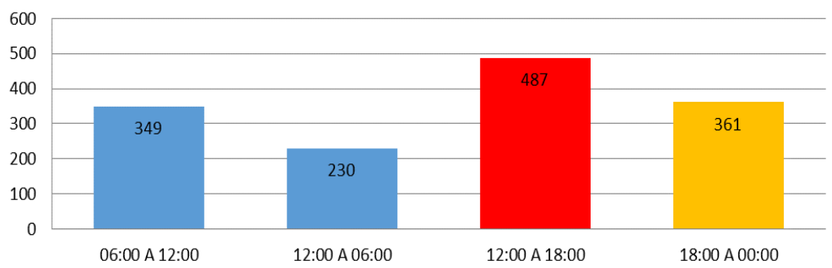


FIG. 6
Distribución de los hechos delictivos. Delitos por intervalos de horas.
ELABORACIÓN PROPIA.

Sin embargo, podemos ver que para una primera intensión de este organismo de seguridad por llevar registros, parece un muy buen intento, caso distinto a las estadísticas del año 2014, donde atendieron algunas recomendaciones e incorporaron una mayor cantidad de datos evaluables en el tiempo y el espacio, aún cuando en otra parte de este mismo estudio, compararemos con fuentes informativas como los diarios de circulación regional con las estadísticas oficiales.

Aun cuando ya se explicó la situación del año 2012, podemos ver que en este primer intento del 2012, los delitos se corresponden a una misma ubicación en la ciudad, lo que evidencia que el comportamiento de los delitos (sin explicar los tipos de delitos) se suceden en un mismo espacio y que viene dado por las actividades comerciales del centro de la ciudad **(FIG. 7: A)**; el conjunto de barrios Pueblo Nuevo y Simón Bolívar adyacentes al la Plaza Bolívar y localizados en la cuenca del rio Albarregas **(FIG. 7: B)**, el sector Los Curos y la Avenida 16 de Septiembre **(FIG. 7: C)**; y el conjunto de áreas residenciales que se encuentran en las adyacencias de Los Curos **(FIG.7: D)**.

Los niveles delictivos en la ciudad de Mérida se muestran en la **FIG. 7**, donde se evidencia una alta concentración de delitos en lugares determinados, donde su tasa de delictiva es bastante alta en comparación con otros lugares dentro de la misma ciudad, esto hace que debamos ir conociendo características del delito y asociarlo a variables urbanas o características sociales, que pueden dar respuesta a el comportamiento espacio - temporal del delito en la ciudad.

Atendiendo a la localización geográfica de los delitos cometidos en la ciudad de Mérida en el primer semestre del año 2013 **(FIG. 8)**, se puede apreciar una menor incidencia en el sector La Pedregosa (A), y desde Alto Chama hasta el sector el Pie del Llano (B). Esta relación no es igual para el segundo semestre de este año, donde vemos como se uniformiza la comisión de los delitos en toda la ciudad **(FIG.9)**; es aquí donde se debe desglosar el tipo de delito cometido en cada área para poder determinar cuáles son las verdaderas causas y características que permiten que un hecho delictivo se suceda en un

Nivel de delitos 2012 Nivel de delitos 2013

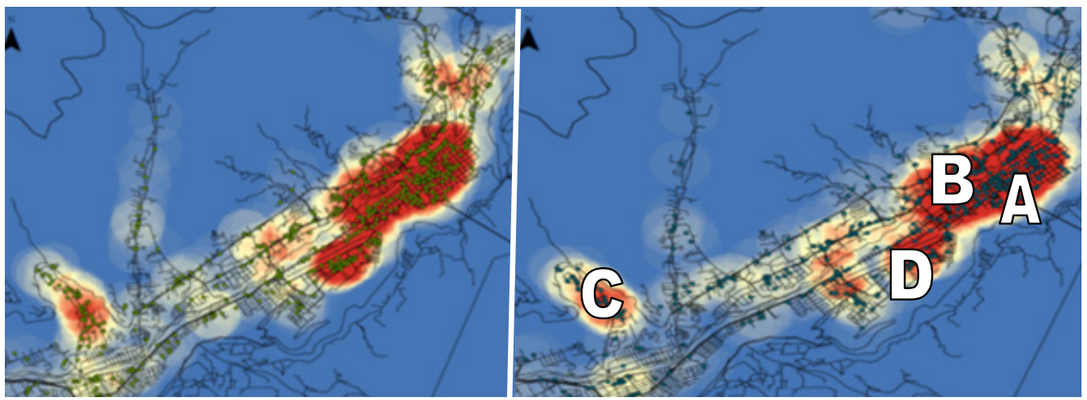


FIG. 7
Comparación espacio-temporal del nivel de delitos en la ciudad de Mérida entre el año 2012 y el año 2013.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

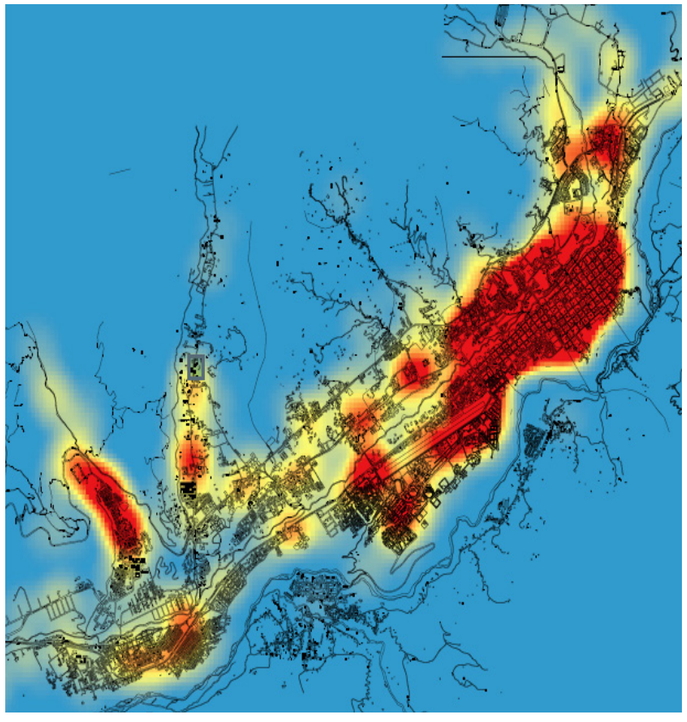
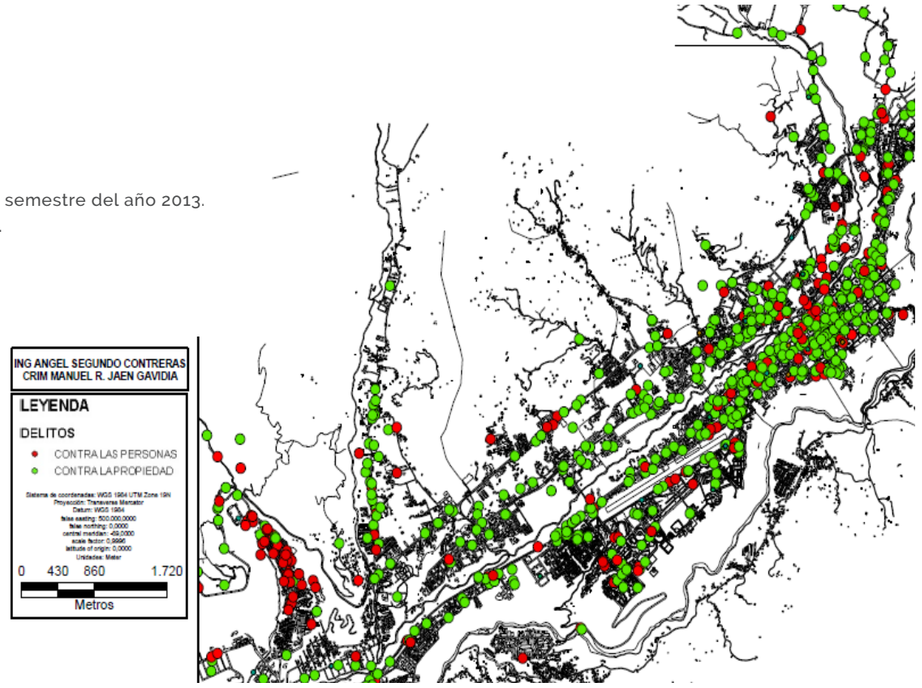


FIG. 8
Nivel de delitos en la ciudad de Mérida en el año 2013.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 9
Tipos de delitos en el primer semestre del año 2013.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



lugar determinado. Se puede inferir que son zonas residenciales con nivel medio a alto de poca movilización a pie de la gente, así como pocos vehículos estacionados en las calles, por ser zonas residenciales que tienen edificaciones estacionamientos, dificultando el hurto y robo a personas y vehículos.

Con la **FIG. 9** se exponen los tipos de delito en el primer semestre del año 2013, mientras que la **FIG. 10**, se puede observar el aumento de los delitos en el segundo semestre del año, donde existe una mayor afluencia de personas en nuestra ciudad en la zona central y la otra banda entre los sectores Santa Bárbara - Plaza de Toros - Santa Anita y Pie del Llano - Milla, denotándose que es en los meses de agosto y diciembre por cobros de bonos vacacionales de funcionarios públicos y turistas visitantes. Una variable que debe incluirse en un próximo estudio es la incidencia delictiva en el turismo de la ciudad, dada a las fechas y el flujo de dinero en efectivo que existe en nuestras calles.

Los primeros patrones espaciales de robos contra personas se ubican en el centro de la ciudad de Mérida, en los barrios de la cuenca del rio Albarregas, en la Urbanización Los Curos y en las adyacencias de la Avenida 16 de Septiembre. Estos patrones no especifican el tipo de delito, pero si la incidencia de delitos en estas cuatro (04) áreas. En acciones contra la propiedad, se aprecia casi de manera uniforme en toda la ciudad de Mérida, con mayor incidencia en la zona central, la Otra Banda y La Pedregosa **(FIG. 10)**.

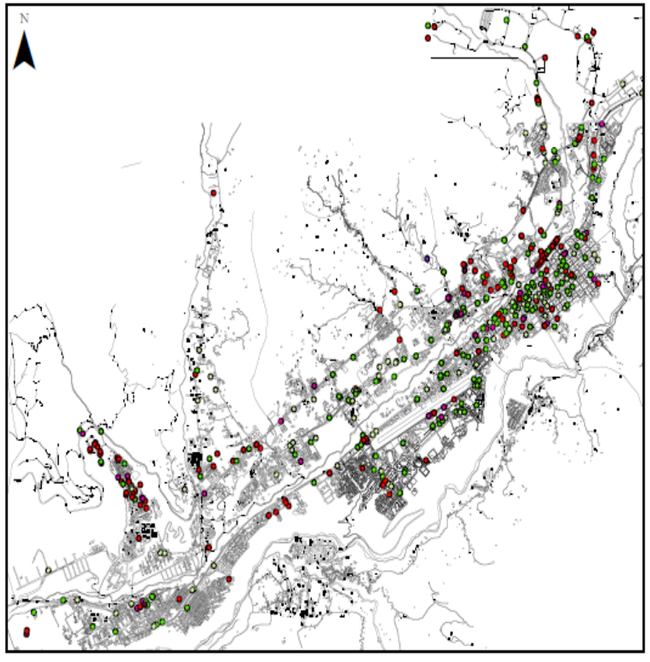


FIG. 10
Tipos de armas empleadas para la comisión de delitos en la ciudad de Mérida.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.4.1. CARACTERÍSTICAS DEL PATRÓN ESPACIAL DEL CENTRO

Las incidencias delictivas de este sector **(FIG. 8 y 9)** se desarrollan en mayor proporción en la Av. 1 y en las áreas de mayor comercio, que tiene conexión con los Barrios Simón Bolívar, Santo Domingo y Pueblo Nuevo, donde no existe una alta concentración comercial, ya que esta actividad se desarrolla con mayor fuerza de la Av. 2 en adelante. Las actividades comerciales que aquí se desarrollan son de muchos años de haber sido establecidas en este lugar. Existe mínimo mobiliario urbano con características del entorno poco agradables para el turista o para el desarrollo de actividades culturales o económicas, aun cuando se cuenta con el Centro Cultural "*Tulio Febres Cordero*" de la Ciudad de Mérida en este mismo sector. En las demás áreas de este patrón espacial, existe una marcada concentración en los alrededores de la Plaza Bolívar un área comercial por excelencia y de visita turística obligatoria, con tráfico automotor congestionado y pasajes de buhoneros que entre sus intrincadas e improvisadas instalaciones, afean y propician actos delictivos, además de afectar la estética del paisaje urbano de ese sector.

3.4.2. CARACTERÍSTICAS DEL PATRÓN ESPACIAL DE LA CUENCA DEL RIO ALBARREGAS

El conjunto de barrios en la cuenca del rio Albarregas (Santo Domingo, Pueblo Nuevo y Simón Bolívar) es un área bastante afectada por el delito, no solo por la comisión en estos lugares, sino también, por el desplazamiento desde las áreas vecinas hasta este sector y viceversa **(FIG. 8 y 9)**. Este sector tiene múltiples salidas y entradas, tanto peatonales como vehiculares, lo cual permite el desplazamiento en todos los sentidos (Av. Las Américas, Av. 1 centro, Viaducto y enlace vial Dr. Guillermo Ferrini). Sus características urbanas son muy precarias, con viviendas no consolidadas y con muy poco ordenamiento, carecen de mobiliario urbano y es un área económica deprimida y sin espacios recreativos de calidad.

3.4.3. CARACTERÍSTICAS DEL PATRÓN ESPACIAL DE LA URBANIZACIÓN LOS CUROS

La Urbanización Los Curos tiene la etiqueta de ser un sector peligroso, sin embargo, los índices delictivos en este sector ratifican la sensación criminal del mismo **(FIG. 9)**. No solo es un estigma es también una realidad, vemos como la cantidad de delitos que se cometen en este sector apuntan hacia las personas y no contra la propiedad, es por ello que aun cuando es una urbanización consolidada y que cuenta con los servicios básicos y un precario mobiliario y ornato urbano, permite que este sector no sea tan deprimido socialmente y desde el aspecto de ciudad no sea solo un sector más.

3.4.4. CARACTERÍSTICAS DEL PATRÓN ESPACIAL DE LA AVENIDA 16 DE SEPTIEMBRE

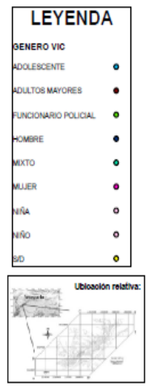
La Av. 16 de Septiembre es un área donde se encuentran ubicados un gran número de comercios de auto partes, de igual forma, es el área más próxima a muchos barrios, en espacial Campo de Oro, y urbanizaciones como 23 de Enero y Santa Juana, que tradicio-

nalmente han sido estigmatizados como peligrosos, de igual forma el número de delitos está repartido en las urbanizaciones y barrios vecinos (FIG. 9), lo que hace que esta zona, aun cuando tenga un numero alto de delitos no sea tan afectada como los patrones anteriores, donde su concentración de delito es mucho mayor.

3.5. CARACTERIZACIÓN DE DELITOS COMETIDOS EN EL AÑO 2013 EN LA CIUDAD DE MÉRIDA

Debido a que muchos delitos son cometidos, pero no denunciados ante las instancias de seguridad pública, limita la función del análisis a otras características. En la FIG. 10, vemos que el número de delitos que no posee identificación del arma empleada, supone que son delitos sin uso de fuerza (hurtos) o que el denunciante no aportó datos para la investigación; sin embargo, el uso del arma de fuego como medio para cometer un delito se muestra en una proporción muy alta, lo que indica que existe un numero amplio de armas de fuego en manos de delincuentes, siendo el uso de la motocicleta de manera individual y más con acompañante, uno de los principales vehículos de movilización, así como el robo dentro de las unidades públicas.

Otro aspecto importante a evaluar es el género de las víctimas, dado a que nos permite tener una idea del comportamiento de los delincuentes y su posible interés en las pertenencias de otra persona, aun cuando creeríamos que las mujeres son más vulnerables, podemos apreciar que el hombre es quien ha sido en un mayor numero la victima de delitos en la ciudad de Mérida (FIG. 11), llamando poderosamente la atención es que el 52 % de los delitos fueron cometidos a hombres y solo el 27 % fueron cometidos en mujeres.



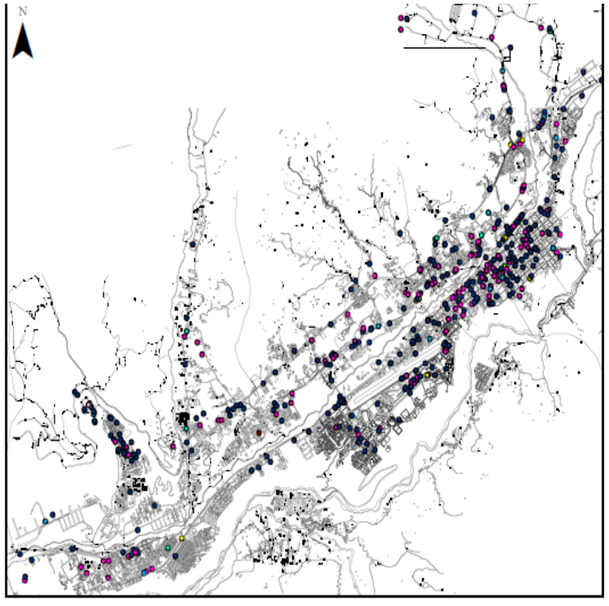


FIG. 11
Genero de las víctimas del delito en la ciudad de Mérida.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Otro aspecto que permite la caracterización del delito, es el horario en que se cometen estos hechos, donde podemos ver que en la ciudad de Mérida se cometen delitos en el día en una mayor proporción que los que se suceden en las noches, representando así, que el 79 % de los delitos fueron cometidos en horas diurnas o en el intervalo de 6 am a 6 de la tarde. Es recurrente las zonas del centro de la ciudad, la Otra Banda y Los Curos (FIG. 12).

Otro aspecto importante para evaluar y caracterizar el delito, es la recuperación de los bienes que fueron robados o hurtados en la comisión del delito, lo que nos permite decir que se tiene un numero bastante importante de no recuperar los bienes que fueron sustraídos, lo que se asocia a la impunidad de los delitos, donde el 81 % de los delitos que se cometieron no recuperaron los bienes y que solo en 13 % los bienes fueron devueltos a sus propietarios (FIG. 13).

Un aspecto de importancia, es que la concentración y nivel de homicidios se da en dos sectores principalmente dada a su alta concentración en la Urbanización Los Curos y la cuenca del rio Albarregas (FIG. 14), donde en todo el año se cometieron 17 homicidios sólo en esos dos sectores; los restantes 5 homicidios se ubican espacialmente cercanos al centro de la ciudad. Otro aspecto importante es que 14 homicidios se cometieron en horas de la noche y 8 en horas de día (FIG. 15).

La FIG. 14 concentra los niveles más altos de homicidios en la Urbanización Los Curos, barrios Simón Bolívar, Pueblo Nuevo y bordes cercanos a los taludes de la meseta en la zona central hacia el Parque Metropolitano Albarregas.

La distribución espacial de los homicidios en la ciudad y su distribución en el tiempo, son preocupantes, dada a las características de estos sectores (mobiliario urbano, mala iluminación, distribución de las viviendas, características sociales y otras), son aspectos

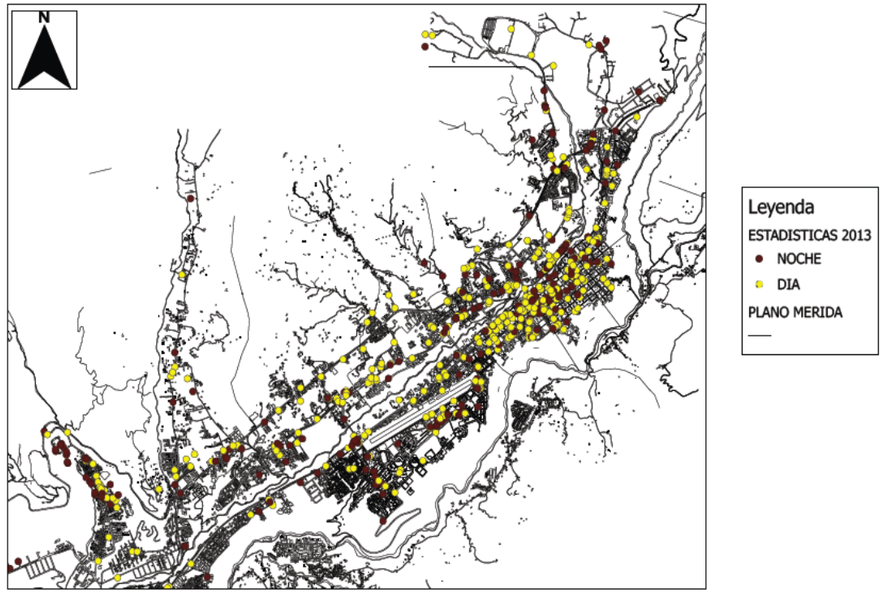


FIG. 12
Horario de la comisión de los delitos en la ciudad de Mérida año 2013.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 13
Recuperación de los bienes sustraídos en los delitos. Se muestra gráficamente la recuperación de los bienes y se observa la desproporcionalidad entre lo recuperado y lo que no se recupero.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

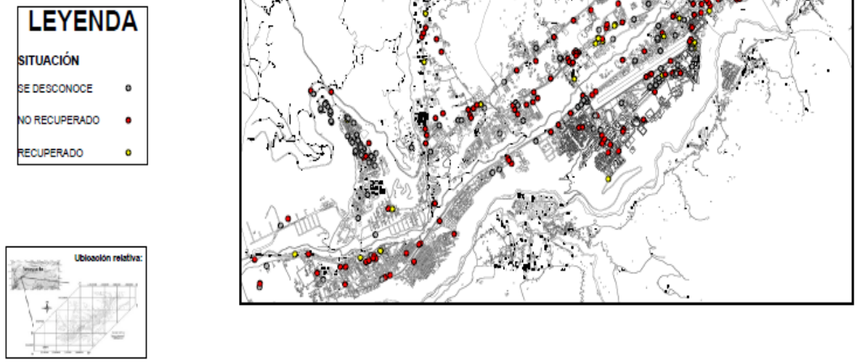


FIG. 14
Niveles de homicidios en la ciudad de Mérida en el primer semestre del año 2013.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

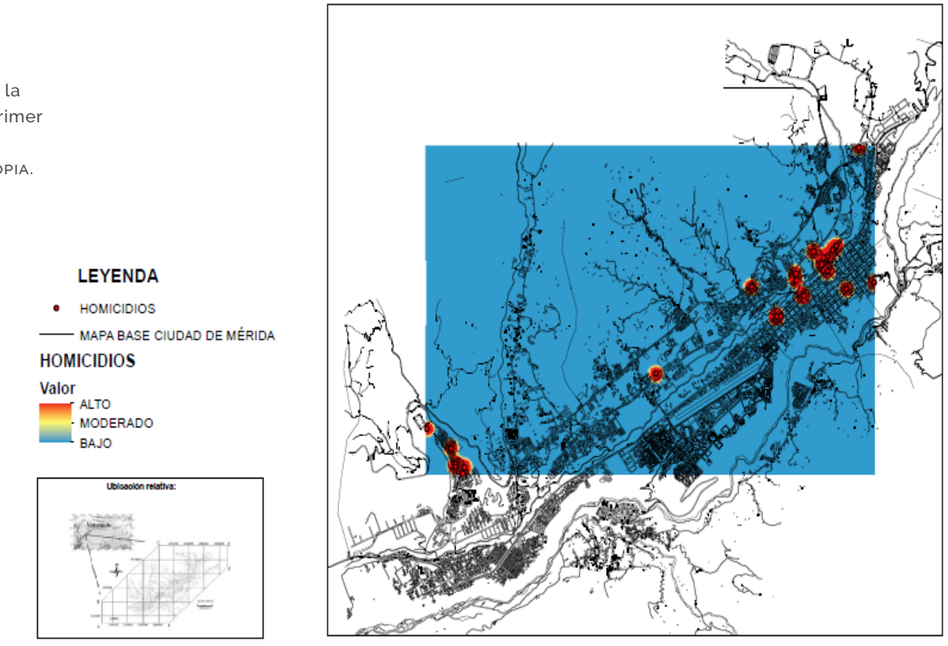
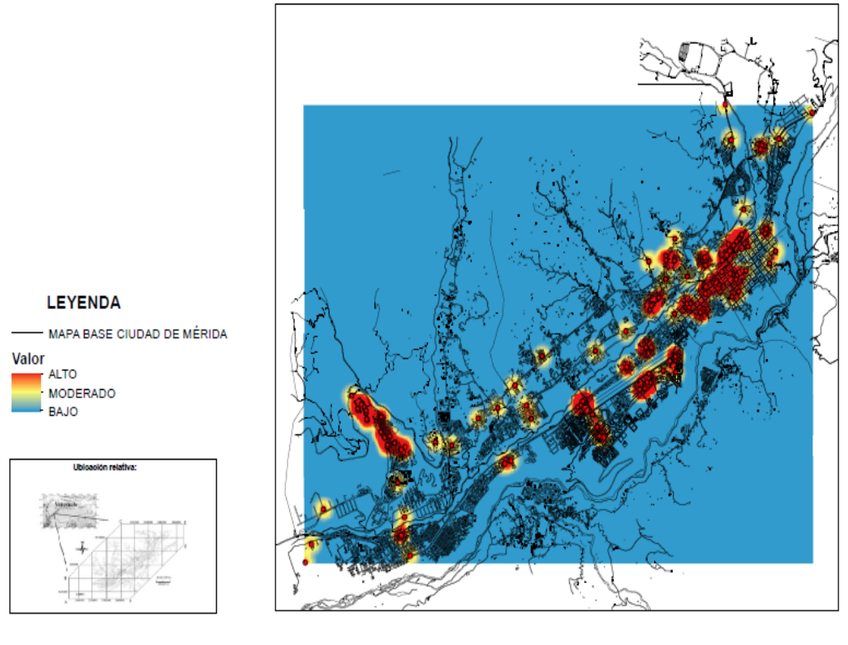


FIG. 15
Horarios en los que se cometieron homicidios en la ciudad de Mérida.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIG. 16
Distribución espacial de las lesiones personales como delito en la ciudad de Mérida en el primer trimestre del año 2103.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



que hacen que estos sectores sean incluidos en planes y programas especiales de disminución de la violencia, pero aun es más preocupante, cuando observamos que otro delito en contra de las personas como las lesiones personales también tenga una fuerte presencia en estos sectores, ya que principalmente estos delitos son con violencia alta y sin discriminación de género **(FIG. 16)**. Es por ello, que es importante poder tener todas las estadísticas a la mano para hacer un análisis más preciso de esta situación, ya que permite tener más y mejores elementos que permitan mostrar las características de los delitos y plantear nuevas formas de contenerlos.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez expuestos los resultados, a continuación se discuten partiendo de los objetivos de la investigación:

a. Detectar aquellas áreas de concentración de mayores oportunidades criminales en la ciudad de Mérida (2012-2013)

En cuanto a la distribución general de los delitos, como se ha podido comprobar en los mapas de cada figura, principalmente se agrupan en tres sectores ampliamente marcados (Cuenca del Río Albarregas, Centro de la ciudad y Urbanización Los Curos), con especial intensidad, en el centro de la ciudad. Para el caso de los delitos contra las personas estos lugares son los de mayores índices delictivos y para el caso contra la propiedad los delitos tienen un comportamiento más agrupado en el centro de la ciudad.

Esta distribución podría explicarse atendiendo al modelo concéntrico de desarrollo de la estructura urbana de Burguess (San Juan, 2005), que plantea que las ciudades se desarrollan a partir de un núcleo central dedicado a los negocios, creciendo en zonas concéntricas o anillos caracterizados por diferencias en el uso del territorio y poblaciones socio económicarnente diferenciadas. En este sentido, volviendo a los resultados del estudio, el área que ha mostrado registrar una menor delincuencia en la ciudad de Mérida coincide con lo que Burguess denomina zona residencial, un espacio en su mayoría conformado por viviendas unifamiliares o bloques de nueva construcción en el que residen en su mayoría personas con una posición económica acomodada que se desplazan diariamente a la ciudad para trabajar (caso de las avenidas Las Américas y Los Próceres). En cambio, las zonas que mayor volumen de delincuencia han evidenciado se corresponden con lo que este autor llama zona de transición, principalmente los barrios de cuenca del rio Chama y centro de la ciudad, caracterizados en su mayoría por bloques de viviendas de antigua construcción, muy baratos y deteriorados, para el caso de la Urbanización los Curos. Esta definición también aplica aun cuando no se encuentra en sus cercanías.

Por ello, los resultados obtenidos parecen apoyar que el urbanismo posee influencia en la delincuencia, pues como señalan Shaw y Mackay, citados por Vozmediano *et al.* (2010), ciertas características de los barrios de transición, como son la degradación del espacio, la heterogeneidad cultural y la movilidad constante de la población no facilitan la transmisión de valores familiares pro-sociales y control social informal. No obstante, a este respecto no es aconsejable, ni posible, realizar afirmaciones deterministas pues esta cuestión también podría guardar relación con un menor volumen poblacional concentrado en dichas zonas en comparación a las que registran mayor actividad delincuencial.

Para poder dar respuesta a esta cuestión, dado que el número de delitos no tiene las mismas implicaciones si se produce en un área poco poblada que si sucede en una zona densamente poblada, futuros análisis deberían emplear otra tipología de mapeo como son los mapas de coropletas. Esta técnica, a pesar de ser menos precisa en cuanto a la ubicación de los eventos delictivos, permite calcular el volumen de delincuencia en función del número de residentes de una parcela de la ciudad como puedan ser los barrios, distritos o áreas censales (Chaney *et al.*, 2012).

En cuanto al lugar de los sucesos delictivos lo encabeza la vía pública con un promedio superior al 55,5 %, la mayor parte de los casos de índole patrimonial, especialmente hurtos (14,9 %), concentrados en zonas comerciales y/o de ocio donde suele haber un mayor tránsito humano (centro de la ciudad), cuestión que favorece las aglomeraciones, y por tanto, mayores oportunidades para el delito. Otro factor que convierte las zonas comerciales y de ocio del centro de Mérida, es especialmente la morfología de las calles, muy estrechas y en ocasiones poco iluminadas. Los robos con fuerza (29,3 %) se distribuyen espacialmente en las zonas de la cuenca del rio Albarregas y del centro de la ciudad, donde se realiza el mayor número de actividades comerciales y de turismo, donde el hurto y el robo son los delitos predominantes sin distinción alguna.

b. Analizar la relación entre la distribución del delito y la existencia de diversas áreas de vulnerabilidad social en la ciudad de Mérida (2012-2013)

A pesar de que a través de los resultados obtenidos es posible establecer paralelismos entre la ubicación de los *hot spots* de la delincuencia y las zonas vulnerables, queda fuera del alcance de esta investigación poder señalar certeramente los elementos y procesos por los cuales estos espacios vulnerables guardan relación con la actividad delincuencial. No obstante, los mapas han reflejado algunos patrones asociados a estas áreas que merecen ser mencionados. Retomando lo señalado en el punto anterior, se observa que los *hot spots* se encuentran en las áreas y barrios vulnerables. Esta cuestión podría estar relacionada con dos aspectos:

Un espacio crimípeto, siendo aquel escenario urbano que por sus especiales características físicas y arquitectónicas pudiera favorecer la comisión de ciertos delitos (Rinehart, 2011).

Un mayor control policial al que estas zonas se encuentran sujetas. La existencia de puntos calientes policiales, es decir, áreas en las que hay un mayor despliegue de efectivos policiales, en otras investigaciones, también han mostrado una menor incidencia delictiva (Block *et al.*, 2007). No obstante para poder efectuar esta afirmación sería necesario elaborar un mapa comparado con ambas tipologías de *hot spots*, policiales y delincuenciales.

El desplazamiento de delincuentes residentes en barrios conflictivos fuera de su entorno más inmediato donde pueden ser reconocidos, con la intención de buscar objetivos. Esta hipótesis está basada en la *Teoría del patrón delictivo* de Bratingham (1991) consagrada a explorar la relación de los delincuentes con sus entornos físicos y sociales con influencia en la elección de sus objetivos. Esta teoría afirma que los delincuentes se dedican a actividades de rutina al igual que cualquier otra persona, moviéndose entre las esferas de la casa, la escuela, el trabajo, las compras y el ocio. Durante el transcurso de sus actividades cotidianas estos observan posibles oportunidades delictivas (Stangeland y Garrido, 2004).

Por lo tanto, aquellas oportunidades que no se encuentran en áreas de tránsito habitual de los delincuentes es poco probable que sean conocidas por estos, con lo que a mayor distancia, mayor decaimiento de las oportunidades (Sanz, 2001; San Juan *et al*., 2005). No obstante, al igual que existe una distancia de decaimiento, la investigación empírica ha constatado la existencia de un perímetro de seguridad alrededor de la calle, el barrio o manzana en la que reside el delincuente, en la cual el delincuente no actúa por temor a ser reconocido. Bajo este supuesto la distancia recorrida por el delincuente dependerá de la tipología delictiva, mientras que en el caso de los hurtos y robos, la mayoría de los delincuentes actúan en un radio de acción fuera, pero no demasiado alejado de su entorno habitual, en el caso de los robos en bancos, el ladrón puede viajar grandes distancias para alcanzar un buen objetivo (Oviedo y Rodríguez, 1999; Dávila y Ponce, 1988; Carbajal, 2012).

Para finalizar, es preciso señalar que el presente trabajo ha constituido una primera aproximación descriptiva de la distribución espacial de la delincuencia en la ciudad de Mérida, que ha permitido avanzar en el desarrollo de nuevas hipótesis, las cuales habrán de ser contrastadas por futuras investigaciones, abriendo así una puerta a un área de estudio nunca explorado en la ciudad, con importantes implicaciones prácticas en la planificación de intervenciones y la prevención del delito; dado a eso, se plantean nuevas investigaciones futuras, y además, la propuesta de cómo controlar el delito en la ciudad con cuadrantes de patrullaje que obedezcan y den respuesta a la distribución del delito.

De esta forma, la variable inseguridad debe ser abordada con acciones estratégicas que integren las políticas, los planes y programas definidos por el Estado venezolano integradas a la participación efectiva de los miembros de la comunidad, partiendo por la dotación de actualizados sistemas informáticos y telecomunicaciones, labores de inteligencia, mejor sistema legislativo y normativo, pero en especial educación, mejores sueldos y calidad de vida de todos los funcionarios de los cuerpos de seguridad, a fin de evitar perturbaciones y tentaciones hacia los derroteros de ser parte del problema delictivo. Ser funcionario policial es orgullo ético y moral ciudadano.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo hacen especial agradecimiento a la Policía del Estado Mérida, Venezuela, en especial a su Director, el General de Brigada Guardia Nacional Miguel Saluzzo Ramírez, por permitir el suministro de la información y valiosa asesoría técnica.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APORREA. 2016. Mérida. La delincuencia viaja en moto. En línea: https://www.aporrea.org/ddhh/n297506.html [Consultado en: 12/07/2016].

ARNAU, S. y P. PLANES. 2006. *La delincuencia en la ciudad de Lleida, Paisaje ciudadano, delito y percepción de la inseguridad*. Madrid, España. p. 71-90.

BLOCK, R., A. GALARY y D. BRICE. 2007. The journey to crime: victims and offenders converge in violent index offences in Chicago. *Security Journal* 20: 123-137.

BRANTTINGHAM, P. 1991. *Environmental Criminology*. Prospect Heights: Waveland Press. London, England. 253 p.

BURGUESS, E. 1925. The city, University Chicago Press. *Prevention Studies* 4: 1-33.

CARBAJAL, C. 2012. *Sistemas de información geográfica y el control de delitos en el espacio: el caso de la comuna de Santiago*. Santiago de Chile, Chile. 164 p.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DEL CRIMEN ORGANIZADO. 2015. La corrupción militar y policial. Un mal que aumenta en Venezuela. En línea: http://es.insightcrime.org/analisis/corrupcion-militar-policial-mal-crecen-venezuela [Consultado: 24/11/2015].

CHANEY, S., L. TOMPSON y S. UHLIG. 2012. The Utility of Hotspot Mapping for Predicting Spatial Patterns of Crime, Security Journal 21: 4-28.

DAVILA, F. y G. PONCE. 1988. La distribución espacial de la delincuencia en el País Valenciano y su relación con algunas variables socioeconómicas. *Investigaciones Geográficas* 6: 187-205,

ECK, J. y D. WEISBURD. 1995. Crime places in crime theory, Crime and place. *Crime Prevention Studies* 4: 1-33.

ECK, J., S. CHAINEY, CAMERON, J. y R. WILSON. 2005. *Mapping crime: Understanding Hot Spots.* U.S. Department of Justice. Washington DC, USA. 186 p.

EL CONFIDENCIAL. 2015. Las 50 ciudades más peligrosas del mundo. En línea: http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2016-09-23/las-50-ciudades-mas-peligrosas-del-mundo-5-son-de-mexico-donde-murio-maria-villar_1264111/ [Consultado: 12/11/2015].

EL NACIONAL. 2015. 51 Bandas controlan el delito en Venezuela. En línea: http://runrun.es/nacional/actualidad/250014/51-bandas-controlan-el-crimen-organizado-en-venezuela.html [Consultado: 10/11/2015].

GALDÓN, G y M. PYBUS. 2011. Crisis Económica y Gestión de la Inseguridad Ciudadana: Los Mapas de Delincuencia. *Revista Catalana de Seguretat Publica* 24: 79-105.

HOOVER, C., V. ZHANG y C. ZHAO. 2010. Análisis espacial de datos georreferenciales de interés criminológico. En línea: http://www.ehu.eus/documents/1736829/2153006/Analisis+espacial+de+datos+georreferenciales+de+interes+criminologico.pdf [Consultado: 23/07/2016].

IGARZABAL, M. y M. BORTHAGARAY. 2007. *Mapa del delito*. Editorial Nobuko. Buenos Aires, Argentina. 211 p.

MEDINA, J. 2001. *Políticas y estrategias de prevención del delito y seguridad ciudadana*. Editorial Bdef. Madrid, España. 158 p.

OCARIZ, E., L. VOZMEDIANO y I. GERMAN. 2011. La variable "lugar de residencia" de los menores infractores: Relevancia y propuestas para su análisis geográfico. *International E-Journal of Criminal Sciences* 1(4): 1-24.

OVIEDO, E. y A. RODRÍGUEZ. 1999. Santiago una ciudad con temor. *Revista Panamericana de Salud Pública* 5(4:5): 12-24.

RINEHART, T. 2011. Constructing Hot Spots Policing: Unexarnined Consequences for Disadvantaged Populations and for Police Legitimacy. *Criminal Justice Policy Review* 22 (3): 350 - 374.

SAN JUAN, C., A. VERGARA y I. GERMAN. 2005. Propiedades psicométricas de un cuestionario para la evaluación de la calidad de vida urbana y el miedo al delito. *Revista Española de Investigación Criminológica* 01: 1-13.

SANZ, H. 2001. *Espacio y delincuencia*. Consejo Económico y Social de Madrid. Madrid, España. 205 p.

STANGELAND, P. y M. GARRIDO. 2004. *El mapa del crimen. Herramientas geográficas para policías y criminólogos.* Tirant Lo Blanch. Valencia, España. 146 p.

VILALTA, C. 2001. El robo de vehículo en la ciudad de México. *Patrones espaciales y Serie tiempo, Gestión Pública y Política Pública* 20 (1): 97-139.

VOZMEDIANO, L. y C. SAN JUAN. 2010. *Criminología Ambiental. Ecología del Delito y de la Seguridad Barcelona*. Editorial UOC. Barcelona, España. 246 p.

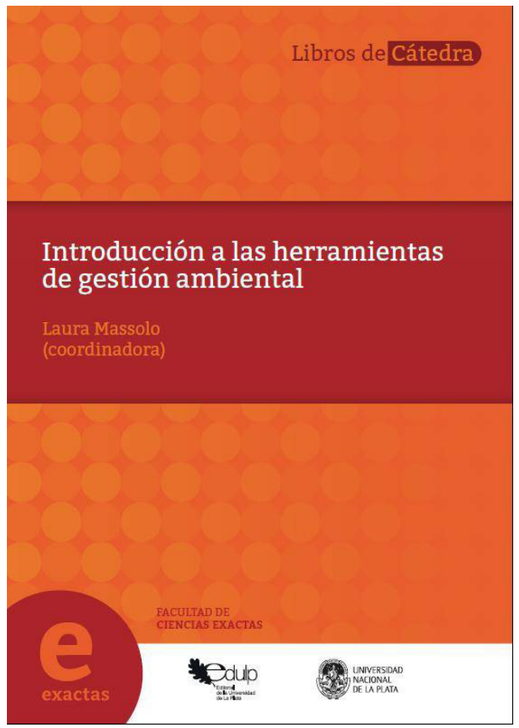
VOZMEDIANO, L., A. VERGARA IRAETA y C. SAN JUAN. 2010. Estudio científico del Miedo al Delito: algunas reflexiones sobre el fenómeno urbano, mediático y político. *International e-Journal of Criminal Science* 4: 2-20.

VOZMEDIANO, L., y C. SAN JUAN. 2006. Empleo de Sistemas de Información Geográfica en el estudio del Miedo al Delito. *Revista Española de Investigación Criminológica* 2 (4): 1-11.

WORTLEY, R. y I. MAZEROLLE. 2008. *Enviromental Criminology and Crime anab/sis.* Portland, OR: Willan. Portland, USA. 179 p.

bibliografía crítica

~ BOOKS REVIEW



VARIOS AUTORES. DIRIGIDO POR LAURA MASSOLO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA, ARGENTINA.
2015. EXTENSIÓN: 196 P.
ISBN: 978-950-34-1230-5

POR

Alejandro **RASSIAS LÓPEZ**

Este libro nace gracias al esfuerzo conjunto de la Dra. Laura Andrea Massolo, miembro del Centro de Investigaciones del Medio Ambiente (Facultad de Ciencias Exactas, Nacional de La Plata de Argentina FCE-UNLP), con el proyecto relacionado con la exposición a contaminantes atmosféricos y factores de riesgo asociados a la calidad de aire, y de los profesores Atilio Andrés Porta (FCE, UNLP) y Analía Susana Coppola (FCE, UNLP). Por lo que se trata de una obra que recopila varios enfoques referidos a las herramientas de gestión ambiental.

En este texto se abordan algunas de las herramientas e instrumentos de gestión ambiental, como las evaluaciones de impacto ambiental, las auditorías ambientales, el análisis del ciclo de vida, los modelos de dispersión de contaminantes y la legislación ambiental. Igualmente, repasan el concepto de diagnóstico ambiental como el conjunto de estudios, análisis y propuestas de actuación y seguimiento que abarcan el estado ambiental en un ámbito territorial.

En el **Capítulo I (Introducción)**, la Dra. Massolo plantea que la mayor efectividad de las herramientas de gestión ambiental se logra cuando son aplicadas a priori, no sólo en términos ambientales sino también económicos y sociales, logrando una mayor eficiencia en el uso de materias primas y energía, y una reducción en la generación de emisiones y el costo asociado a su tratamiento. Además permiten evitar posibles conflictos socio ambientales que generan diversos problemas, entre ellos el deterioro de la imagen de la organización, como así también, altos costos para su solución.

En el **Capítulo 2 (Evaluación de Impacto Ambiental - EIA)**, los profesores Massolo y Porta, exponen que para abordar la problemática ambiental dentro de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), existen

instrumentos preventivos y correctivos. En ese contexto, afirman que la EIA es el instrumento preventivo por excelencia aplicable a las acciones humanas antes de que ellas sean ejecutadas. El capítulo transcurre explicando los principales mecanismos de la EIA, los atributos de la EIA, los principales métodos para la EIA y su estructura.

El **Capítulo 3 (Auditorías Ambientales)**, está a cargo de la profesora Analía Coppola, en la cual estala catedrática declara que la auditoría ambiental es la herramienta técnica que se utiliza para realizar el control de la gestión ambiental en toda actividad antrópica que afecte al medio ambiente. Entendiéndose por actividad antrópica a todo emprendimiento desarrollado por el hombre, ya sea en el sector de la industria, del agro, de la construcción o de servicios, que produzca impactos y/o degradación del medio ambiente. El apartado concluye con una clasificación de las auditorías ambientales.

Para el desarrollo del **Capítulo 4 (Análisis del Ciclo de Vida - ACV)**, la Dra. Laura Massolo incorpora como experto en ACV al Dr. Germán Castagnasso (Organismo Provincial de Desarrollo Sostenible del Gobierno de Buenos Aires, Argentina). Manifiestan que el ACV es considerada una importante herramienta de mejora ambiental, ya que permite evaluar los impactos ambientales de un producto, proceso o actividad de una forma global considerando todas las etapas de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final y todos los procesos intermedios involucrados. Aseveran que el ACV consiste en un tipo de contabilidad ambiental en la que se cargan a los productos los efectos ambientales adversos, debidamente cuantificados, generados a lo largo de su ciclo de vida.

En el **Capítulo 5 (Diagnóstico Ambiental. Acciones de Remediación)**, la profesora Analía Coppola, por su parte comenta que el Diagnóstico Ambiental (DA), está constituido por un conjunto de estudios, análisis y propuestas de actuación y seguimiento que abarcan el estado ambiental en todo el ámbito territorial local. Posteriormente enumera los pasos para realizar un Diagnóstico Ambiental a nivel local, como adaptarlo a un sitio particular; además desarrolla las posibles técnicas de remediación y un plan de seguimiento.

El **Capítulo 6 (Modelos *Multimediales* de Dispersión de Contaminantes)**, está a cargo de los profesores Porta y Massolo, quienes exponen que muchas decisiones respecto a la gestión de contaminantes, se basaron en la convicción que las sustancias eran degradadas en y por el ambiente, en su gran capacidad por reducir sus concentraciones a niveles mínimos inofensivos; en la actualidad, se conoce que esta capacidad es finita.

Plantean que el arte de la elaboración de modelos ambientales exitosos reside en la selección de un conjunto de supuestos, de manera de evitar que su descripción sea tan compleja que resulte difícil de entender, pero que sea lo suficientemente detallada para resultar útil y fiel descriptor de la realidad. Mientras que un modelo excesivamente simple suele ser engañoso, el modelo excesivamente detallado requiere del conocimiento de un muy importante número de datos referidos a las variables del mismo, y además de contar con una considerable capacidad de cálculo que incluye también seguimiento de varios días. Concluyen, afirmando, que lo importante es utilizar sólo el detalle mínimo necesario en favor de los procesos importantes que controlan el destino químico.

En el **Capítulo 7 (Marco Legal e Institucional en Argentina)**, las docentes Massolo y Coppola, abordan las normas que integran el Derecho Ambiental argentino, afirmando que han evolucionado a través del tiempo en la medida que fue evolucionando la preocupación internacional por la preservación del ambiente y la introducción del concepto de Desarrollo Sostenible. Finalizan, enunciando las autoridades de aplicación de la política ambiental en Argentina.

El libro *Introducción a las Herramientas de Gestión Ambiental*, es una obra introductoria de fácil lectura, dirigida a estudiantes y profesionales con diferentes formaciones académicas y experiencias profesionales, que abarca no solo las acciones a implementarse sino también las directrices, lineamientos, y políticas para la implementación de una efectiva Gestión Ambiental. Con el objetivo de conseguir el equilibrio adecuado para el desarrollo económico, crecimiento de la población, uso racional de los recursos y protección y conservación del medio ambiente.

EVENTOS
~ EVENTS

CUMBRE DEL AGUA DE BUDAPEST,

IMPLICACIONES RETOS Y PERSPECTIVAS PARA VENEZUELA

Budapest water summit, implications challenges and perspectives for Venezuela

POR

Sergio Santos **CAÑIZARES ARANGO**

El Gobierno de Hungría en conjunto con el Consejo Mundial de Agua, el Banco Mundial y el Secretario General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), decidieron organizar una conferencia de alto nivel en el año 2016, con un tema de importancia estratégica mundial como es lo relacionado con el recurso hídrico.

Este evento duro tres días, siendo su principal objetivo el promover la aplicación de los objetivos del Desarrollo Sostenible, los objetivos relacionados con el agua y el saneamiento, así como lograr avances en la aplicación de los aspectos relacionados con el agua del Acuerdo Climático de París (2015).

En ésta cumbre, en paralelo, a las discusiones políticas, se desarrollaron los siguientes eventos: Foro de Ciencia y Tecnología, Foro Civil; Foro de la Juventud; Foro de Mujeres; y una Exposición de Soluciones Sostenibles del Agua. Esta iniciativa fue producto de la premisa de la Cumbre, la cual establece que el agua es fundamental para la sostenibilidad, por ser un asunto que atañe a todos y es el hilo conductor que nos conecta como humanidad.

Por esa razón, el trabajo de la Cumbre del Agua (2016), recogió los esfuerzos conjuntos de todos los participantes, representantes de la comunidad, filántropos, instituciones, jóvenes, académicos y políticos, que en conjunto, trabajaron para desarrollar un objetivo hacia el Desarrollo Sostenible del agua. Estos actores hablaron y deliberaron sobre cinco temas fundamentales:

- La gestión integrada de los recursos hídricos.
- Acceso al agua, saneamiento e higiene.
- La gobernanza.
- La economía verde.
- Las finanzas.

El estamento de la Cumbre del Agua de Budapest, puede resumirse en siete elementos fundamentales desarrollados en la cumbre del año 2013, y reforzados en el año 2016:

1. ***El agua es fundamental.*** Ella recoge la historia colectiva de los seres humanos, el agua trae bienestar siendo la clave del desarrollo pasado y evidentemente será la clave para el desarrollo futuro.
2. ***El agua nos une.*** El agua une a los seres humanos entre naciones, entre culturas, entre generaciones; siendo una fuente de cooperación que enlaza las actividades, notándose que la gestión adecuada es un reto a ser asumido en pos de la sostenibilidad.
3. ***El agua nos conecta.*** Para asumir el desafío que representa el agua, donde hoy en día se entiende que el agua es poder, se hace necesario un nuevo enfoque político, que sea innovador y consensuado entre los sectores sociales, económicos y la conservación ambiental, asumiendo que los derechos humanos son el factor necesario para reforzar los nuevos paradigmas que surgen en cuanto al manejo del agua.
4. ***Agua y ecosistemas.*** Un valor agregado de suma importancia para realmente lograr el Desarrollo Sostenible, es rehabilitar y proteger los ecosistemas, donde las acciones que generen impactos que degraden la calidad del agua, se reconocerán como actividades contrarias al Desarrollo Sostenible, y por ende, se deben tomar las medidas necesarias para evitarlas.

BUDAPEST·2016 WATER SUMMIT
Water Connects

MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS AND TRADE OF HUNGARY
BUDAPEST WATER SUMMIT 2016 SECRETARIAT
1027 Budapest, Bem rakpart 47. • Hungary
budapestwatersummit@mfa.gov.hu
www.budapestwatersummit.hu

BUDAPEST WATER SUMMIT 2016

PROGRAMME

Budapest, 28-30 November 2016

Venue: Plenary Hall, Building E

November 28

09:30 – 11:30	**Inauguration session (by special invitation only)**
	H.E. Mr János Áder, President of the Republic, Hungary
	H.E. Mr Peter Thomson, President, United Nations General Assembly
	Video message from H.E. Mr Ban Ki-moon, Secretary-General of the United Nations
	H.E. Mrs Ameenah Gurib-Fakim, President of the Republic of Mauritius, Co-Chair of the High Level Panel on Water
	H.E. Mr Emomali Rahmon, President of Tajikistan
	H.E. Ms Sheikh Hasina, Prime Minister of Bangladesh
	Video message from His All Holiness, Bartholomew I, Archbishop of Constantinople, New Rome, and Ecumenical Patriarch
	Mr Joaquim Levy, Managing Director and Chief Financial Officer, The World Bank Group
11:30 – 13:00	**Opening panel: Water connects the SDGs?**
Moderator:	Mr Johan Kuylenstierna, Executive Director of the Stockholm Environment Institute, Sweden
Panel members:	
	H.E. Mr Danilo Türk, Former President of the Republic of Slovenia and Chairman of the Global High Level Panel on Water and Peace
	H.E. Mr Han Seung-soo, Former Prime Minister, Republic of Korea
	H.E. Mr Tegegnework Gettu, UN Under-Secretary-General and UNDP Associate

H.E. Mr János Áder, President of Hungary at the Water Expo of the Budapest Water Summit 2013

5. ***Una meta dedicada al agua.*** Para lograr consolidar todo lo que esta Cumbre propone, es necesario hacer esfuerzos conjuntos y fundamentados en políticas internacionales, que permitan acceder al agua en cantidad y calidad apropiadas para todos, cambiar paradigmas hacia la gestión integrada del recurso hídrico, reducir la polución y la contaminación, mejorar los sistemas de reutilización de las aguas grises e incrementar la resiliencia ante los cambios globales y los desastres.
6. ***Desarrollo de capacidades para el agua.*** Existe una necesidad inmediata de capacitar desde todos los niveles del saber humano, la gestión manejo y uso del agua, esto para lograr consolidar los objetivos del Desarrollo Sostenible con profesionales preparados y de esta forma conseguir realmente metas significativas.
7. ***Un sólido mecanismo intergubernamental.*** Dada la naturaleza crítica y de vital importancia del agua para los seres humanos y para el planeta, se hace necesario el establecimiento de instituciones fuertes que supervisen, revisen y coordinen la gestión del agua de manera integral donde se establezcan metas y se lleve un registro del progreso en relación con los objetivos de sostenibilidad del recurso hídrico.

La Cumbre del 2016, como bien se expresó anteriormente, refuerza estos estamentos desarrollados en el año 2013, y enfoca la discusión en la presentación de alternativas para lograr los objetivos planteados, siendo algunas de las interrogantes de alto nivel desarrolladas: ¿Cómo mejorar la calidad del agua?, ¿Tenemos suficiente agua para beber?, ¿Cómo mejorar la sanidad y el higiene?, ¿Cómo manejar el agua de manera integral?, ¿Cómo manejar mejor el agua de los ecosistemas?, cambio climático y agua. Estos son solo algunos de los tópicos que en este magno evento se tocaron generando recomendaciones a nivel político y contextualizando los problemas que necesitan una actuación prioritaria.

En ese sentido, Venezuela un país latinoamericano, rico en agua, debe generar una iniciativa donde en primer lugar se realicen foros locales y, regionales del agua, para luego llevarlo a una cumbre nacional con un enfoque realista, en el cual se pueda verificar el estado del arte en relación al recurso hídrico nacional, con todos los problemas que existen de manera tal de sincerar la situación y unir esfuerzos desde la integración, un trabajo conjunto entre académicos, gobernantes, sociedad, entes privados, productores, ONGs, en fin, todos los interesados en cambiar paradigmas para avanzar hacia el Desarrollo Sostenible del recurso.

Tomando las palabras del profesor Eulogio Chacón de la Universidad de Los Andes, a raíz de un problema presentado en la ciudad de Mérida, estado Mérida, haciéndose extensivo a todas las ciudades del estado que dependen del suministro de agua proveniente de los parques nacionales, cuando expresa, que este recurso hídrico no debe depender solo de un área de captación para suministrar el agua a una ciudad, teniendo todo un parque nacional que presta el servicio ecosistémico, caso del Parque Nacional Sierra La Culata; también comenta, sobre una realidad ante un posible desastre que pudiera dañar la única planta de potabilización que posee la ciudad, lo cual generaría un problema de gran magnitud para los habitantes de la comunidad emeritense.

Este evento aislado refleja la importancia de la discusión que es necesario plantear tomando en consideración los aspectos de Desarrollo Sostenible del agua en el ámbito mundial considerados en la Cumbre del Agua de Budapest (2016) , ya que evidencia la necesidad de una gestión integral del agua; la implementación de tecnologías que establezcan la mayor racionalidad de tratamientos, distribución, usos y conservación; el desarrollo de indicadores; asumir la responsabilidad, capacitación y participación real de todos los actores de la sociedad y cada institución del Estado, proponiéndose nuevas organización robustas y legalmente establecidas para generar cambios en el manejo del agua, articulándose con las políticas mayores que rigen los destinos de la nación, en plena concordancia con el ámbito científico y tecnológico mundial, para lograr avanzar con la propuesta de desarrollo definidos en la Cumbre, ya que los temas que allí se abordaron, atañen a Venezuela, razón por la cual se hace imperante traer a acotación la pequeña reflexión se dio a conocer en el grande evento mundial con las palabras del Presidente de la República de Hungría, János Áder: *"Como el agua es hoy el recurso más amenazado, debe convertirse en la cuestión central del pensamiento y la acción política".*