



**SYSTEMIC PERSPECTIVES ON LOW CARBON CITIES IN COLOMBIA
– AN INTEGRATED URBAN MODELING APPROACH FOR POLICY
AND REGULATORY ANALYSIS**

**INFORME TÉCNICO:
EVALUACIÓN DE LOS SECTORES DE ECOLOGÍA URBANA Y
MANEJO INTEGRADO DEL AGUA EN CIUDAD PORFÍA,
VILLAVICENCIO**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA**

**VILLAVICENCIO – META
MARZO DE 2021**



UK PACT

Universidad de los Andes

**Concejo Colombiano de Construcción Sostenible
Secretaria de Medio Ambiente de Villavicencio**

Universidad de los Llanos

**Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería
Programa de Biología**

Evaluación de los sectores de ecología urbana y manejo integrado del agua en Ciudad Porfía, Villavicencio.

Informe técnico: Marzo 2021

Coordinador:

Jesús Manuel Vásquez Ramos
Director Programa de Biología
Universidad de los Llanos

Elaborado por:

Javier Augusto Rey Murcia
Maira Lorena Sanchez Gerena
Alexandra Montoya Cruz
Yhina Paola Díaz Urbina
Yari Nathalia Sánchez Rodríguez

Con la colaboración de:

Sara María Cabrera Elizalde- Secretaria de Medio Ambiente de Villavicencio

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	9
Selección de zona de estudio	10
Área de estudio	12
Río Ocoa	12
Ciudad Porfía	13
Metodología	15
Instrumento de recopilación de datos	16
Sector Ecología Urbana	17
Sector Manejo integrado del agua.....	18
Caracterización socioeconómica.....	20
Tamaño promedio del hogar y población	20
Ingreso promedio del hogar	20
Propiedad y tenencia de la vivienda.....	22
Población.....	23
Sector Ecología urbana	28
Etapa 1. Ciudad con espacio verde público	30
Indicador 1. Disponibilidad de área verde pública por habitante	30
Etapa 2. Ciudad con estructura ecológica principal.....	33
Indicador 2. Área verde protegida (EEP).....	33
Etapa 3. Ciudad con estructura ecológica integral.....	36
Indicador 3. Áreas espacios públicos infraestructura verde por habitante.....	36
Indicador 4. Área espacio verdes privados	37
Etapa 4. Ciudad con funcionalidad social y ecológica	38
Indicador 5. Índice de Naturalidad.....	38
Indicador 6. Conectividad Ecológica.....	40

Indicador 7. Accesibilidad social.....	42
Etapa 5. Ciudad social y ecológicamente funcional y resiliente.....	43
Indicador 8. Captura y almacenamiento de CO ₂	43
Indicador 9. Regulación del clima local	45
Resultados de la evaluación comprensiva difusa sector Ecología Urbana	47
Sector Recurso Hídrico	52
Manejo del recurso hídrico en Ciudad Porfía	52
Etapa 1. Ciudad con suministro de agua.....	54
Indicador 1. Cobertura del servicio de Acueducto.....	54
Indicador 2. Cumplimiento de la calidad requerida del agua	56
Indicador 3. Asequibilidad al servicio de acueducto y alcantarillado	57
Indicador 4. Continuidad del servicio de acueducto.....	59
Etapa 2. Ciudad con alcantarillado sanitario.....	60
Indicador 5. Cobertura del servicio de alcantarillado sanitario	60
Etapa 3. Ciudad con drenaje pluvial	62
Indicador 6. Cobertura del servicio de alcantarillado pluvial	62
Etapa 4. Ciudad con calidad de cuerpos de agua	64
Indicador 7. Calidad del cuerpo de agua receptor.....	64
Indicador 8. Agua residual tratada al nivel de calidad requerido	65
Etapa 5. Ciudad con ciclo de agua	66
Indicador 9. Consumo promedio de agua por habitante	66
Indicador 10. Agua aprovechada y reutilizada	68
Indicador 11. Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento.....	69
Etapa 6. Ciudad sensible al agua.....	70
Indicador 12. Conciencia pública	71

Resultados de la evaluación comprensiva difusa sector Manejo Integrado del Agua	72
Análisis de la herramienta “Systemic perspectives on low carbon cities in Colombia – An integrated urban modeling approach for policy and regulatory analysis” en un sector del río Ocoa en la ciudad de Villavicencio, Meta.....	78
Caso Ciudad Porfía	78
Sector Ecología Urbana	79
Sector Manejo Integrado de Agua	80
Conclusiones	83
Bibliografía	86
Anexo 1. Encuesta – Caracterización de la cuenca del río Ocoa- Ciudad Porfía	92
Anexo 2. Fichas técnicas de indicadores de ecología urbana	96
Etapa 1. Ciudad con espacio verde público.	96
Etapa 2. Ciudad con estructura ecológica principal.....	98
Etapa 3. Ciudad con estructura ecológica integral.....	99
Etapa 5. Ciudad social y ecológicamente funcional y resiliente.....	104
Anexo 3. Fichas técnicas de indicadores de agua	107
Etapa 1. Ciudad con suministro de agua.....	107
Etapa 2. Ciudad con alcantarillado sanitario.....	112
Etapa 3. Ciudad con drenaje pluvial.	114
Etapa 4. Ciudad con calidad de cuerpos de agua	115
Etapa 5. Ciudad con ciclo de agua	118
Etapa 6. Ciudad sensible al agua.....	122
Anexo 4. Productos Cartográficos Generados – Ciudad Porfía.....	124

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Cuenca hidrográfica del Río Ocoa, Villavicencio, 2021.</i>	13
<i>Figura 2. Plano localización de Ciudad Porfía, Villavicencio.</i>	15
<i>Figura 3. Etapas e indicadores del sector Ecología Urbana evaluados en Ciudad Porfía, Villavicencio.</i>	18
<i>Figura 4. Etapas e indicadores del sector Manejo integrado del Agua evaluados en Ciudad Porfía, Villavicencio.</i>	19
<i>Figura 5. Rango de ingresos económicos por hogar en Ciudad Porfía, Villavicencio.</i>	21
<i>Figura 6. Rangos de ingresos económicos en los hogares distribuidos por estratos en Ciudad Porfía</i>	22
<i>Figura 7. Tipo de viviendas identificadas en Ciudad Porfía, Villavicencio.</i>	23
<i>Figura 8. Tenencia de las viviendas en Ciudad Porfía, Villavicencio.</i>	23
<i>Figura 9. Rango de edades de la población encuestada en Ciudad Porfía.</i>	24
<i>Figura 10. Distribución porcentual del nivel educativo en Ciudad Porfía.</i>	25
<i>Figura 11. Distribución porcentual de la ocupación en Ciudad Porfía.</i>	26
<i>Figura 12. Distribución porcentual de la población de Ciudad Porfía según su lugar de origen.</i>	27
<i>Figura 13. Espacios verdes de Ciudad Porfía, Villavicencio.</i>	28
<i>Figura 14. Espacios verdes de carácter público en Ciudad Porfía, Villavicencio, 2021.</i>	31
<i>Figura 15. Áreas verdes protegidas en Ciudad Porfía, Villavicencio, 2021.</i>	34
<i>Figura 16. Espacios con infraestructura verde socialmente funcional por habitante, Ciudad Porfía, Villavicencio.</i>	37
<i>Figura 17. Vegetación sin endurecimiento identificada en Ciudad Porfía, Villavicencio, 2021.</i>	39
<i>Figura 18. Aerofotografía de Ciudad Porfía, distribución conectividad ecológica entre áreas verdes internas y externas.</i>	41
<i>Figura 19. Accesibilidad social a parques con áreas verdes en Ciudad Porfía, Villavicencio, 2021.</i>	42
<i>Figura 20. Temperatura superficial del suelo, Ciudad Porfía.</i>	45
<i>Figura 21. Temperatura en el año 2019 y 2020 para la ciudad de Villavicencio, están expresadas en grados centígrados.</i>	46
<i>Figura 22. Evaluación de indicadores del sector de ecología urbana para Ciudad Porfía.</i>	48
<i>Figura 23. Valoración final de las etapas sector ecología urbana en Ciudad Porfía.</i>	51
<i>Figura 24. Cobertura del servicio de acueducto de Ciudad Porfía, Villavicencio.</i>	55
<i>Figura 25. Porcentaje de satisfacción sobre el valor y la calidad recibida del servicio de acueducto en Ciudad Porfía.</i>	58
<i>Figura 26. Cobertura del servicio de alcantarillado de Ciudad Porfía, Villavicencio.</i>	61
<i>Figura 27. Cobertura del alcantarillado pluvial de Ciudad Porfía, Villavicencio.</i>	63
<i>Figura 28. Medidas de ahorro realizadas por los hogares encuestados en Ciudad Porfía.</i>	67
<i>Figura 29. Medidas de reúso del agua gris por los hogares encuestados en Ciudad Porfía.</i>	68
<i>Figura 30. Balance hídrico para Ciudad Porfía con proyección para el año 2049.</i>	70
<i>Figura 31. Evaluación de indicadores sector manejo integrado del agua en Ciudad Porfía.</i>	73
<i>Figura 32. Valoración final de las etapas sector manejo integrado del agua en Ciudad Porfía.</i>	76

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Área por tipo de espacio verde, Ciudad Porfía.</i>	29
<i>Tabla 2. Etapas e indicadores evaluados en Ciudad Porfía para la dimensión de ecología urbana con sus respectivas unidades y marcos de referencia.</i>	29
<i>Tabla 3. Tipo de zona verde con el valor del área en hectáreas, metros cuadrados y el porcentaje de áreas verdes.</i>	31
<i>Tabla 4. Clasificación de espacios verdes privados de Ciudad Porfía, Villavicencio.</i>	40
<i>Tabla 5. Áreas evaluadas para accesibilidad social a espacios verdes públicos.</i>	43
<i>Tabla 6. Evaluación final de indicadores sector ecología urbana en Ciudad Porfía, grado de pertenencia y etiqueta lingüística.</i>	49
<i>Tabla 7. Pesos asignados a los indicadores según la etapa sector ecología urbana en Ciudad Porfía.</i>	50
<i>Tabla 8. Evaluación final de las etapas sector ecología urbana en Ciudad Porfía.</i>	50
<i>Tabla 9. Etapas e indicadores evaluados para la dimensión de recurso hídrico con sus respectivas unidades y marcos de referencia.</i>	53
<i>Tabla 10. Resultados en términos de calidad evaluado por Cormacarena.</i>	65
<i>Tabla 11. Evaluación final de indicadores sector manejo integrado del agua: grado de pertenencia y etiqueta lingüística.</i>	74
<i>Tabla 12. Pesos asignados a los indicadores según la etapa sector manejo integrado del agua en Ciudad Porfía, Villavicencio.</i>	74
<i>Tabla 13. Evaluación final de las etapas sector manejo integrado del agua en Ciudad Porfía.</i>	75
<i>Tabla 14. Debilidades y fortalezas identificadas en la herramienta “Systemic perspectives on low carbon cities in Colombia – An integrated urban modeling approach for policy and regulatory analysis” en Ciudad Porfía para el Sector Ecología Urbana.</i>	79
<i>Tabla 15. Debilidades y fortalezas identificadas en la herramienta “Systemic perspectives on low carbon cities in Colombia – An integrated urban modeling approach for policy and regulatory analysis” en Ciudad Porfía para el Sector Agua.</i>	81

LISTA DE IMÁGENES

<i>Imagen 1. Puente del Caño Corcovado a la altura de la carrera 43 con calle 70 sur, Ciudad Porfía, Villavicencio. Se evidencia restos de residuos sólidos y poca vegetación ripario..</i>	<i>35</i>
---	-----------

Introducción

Debido al rápido crecimiento urbano y demográfico en la ciudad de Villavicencio se han generado nuevas modalidades de expansión metropolitana, donde la suburbanización, segregación residencial y la fragmentación urbana; surgen como nuevos rasgos de la geografía y el paisaje urbano (de Mattos, 2002; Gligo, 2006). Esto genera una serie de retos y manifestaciones de orden económico, social y ambiental, relacionados con el aumento poblacional: expansión urbana sin planificación, carencia de red de servicios públicos, contaminación urbana y un desbalance entre los bienes que proporcionan los ecosistemas y la capacidad de éstos para mantener la oferta que satisfaga las necesidades humanas (García Navarro, 2014; Torres-Mora & Trujillo-González, 2014).

Esta situación ha ocasionado el deterioro del afluente más grande que nace en la ciudad, el río Ocoa y de sus tributarios en su zona alta: caños La Linda, La Unión y Quebrada Blanca, así como de otros afluentes de los que recibe aguas, caños Maizaro y Buque (García Navarro, 2014). Actualmente, el río Ocoa cuenta con agentes contaminantes en sus escorrentías, llevando a que su capacidad de autodepuración sea obsoleta durante su recorrido a través del casco urbano de Villavicencio. Uno de los principales causantes de este deterioro es el cambio de uso del suelo de protección por asentamientos urbanos ubicados sobre las franjas protectoras de rondas hídrica (FPRH), cuyas actividades asociadas a estos se desarrollan a lo largo de su cauce y de las pocas acciones para el tratamiento de las aguas grises residuales que se generan a lo largo de la ciudad (Cormacarena, 2014, 2011)

Actualmente, hay un creciente interés por recuperar los cuerpos de agua urbanos de la ciudad de Villavicencio e integrarlos como ejes de desarrollo urbanístico y de inversión inmobiliaria (García Navarro, 2014). Una de las cuencas estratégicas para la ciudad de Villavicencio es la del río Ocoa por el abastecimiento de agua proveniente de su tributario como por el vertimiento de las aguas grises residuales no tratadas en su cauce. También por su localización, valor cultural, paisajístico y recreacional (EAAV, 2010; Findeter, 2017). En este contexto, es necesaria la búsqueda, construcción e implementación de herramientas para identificar, conservar, proteger y controlar el uso y aprovechamiento de recursos naturales de los cuerpos de agua, como las del río Ocoa y tributarios.

En ese mismo escenario, cobra importancia el análisis de las relaciones sociedad-naturaleza para el mantenimiento y preservación de los recursos naturales y sus servicios ecosistémicos, que hoy se configuran como un elemento fragmentador para la población vulnerable de Ciudad Porfía, uno de los barrios más grandes y densamente poblados de la ciudad de Villavicencio. Adicionalmente, su proceso urbanístico se inició dentro de la FPRH del Río Ocoa, se abastece del suministro de agua de caño La linda y vierte sus aguas residuales en el Ocoa.

Es así como se adopta el enfoque sectorial del proyecto “Systemic perspectives on low carbon cities in Colombia – An integrated urban modeling approach for policy and regulatory analysis”, que fue aplicado en Ciudad Verde y Lagos de Torca en Soacha y Bogotá D.C (Cadena et al., 2020). Este considera aspectos ecológicos, económicos y sociales que permitirán evaluar la funcionalidad de Ciudad Porfía en su desarrollo urbano. Los resultados de este estudio benefician a todos los actores sociales, institucionales y de carácter privado, que requieran tener un conocimiento general de las metodologías y alcances de las mismas en la identificación, delimitación, mejoramiento y resolución de problemas de carácter socio-ambiental, minimizando la vulnerabilidad y probabilidad de riesgo, garantizando el uso racional y sostenible del medio ambiente y sus servicios ecosistémicos. Así mismo, contribuirán a las Autoridades Ambientales, como documento consultivo para generar los lineamientos respecto al uso, manejo, protección y conservación de los servicios ecosistémicos de otros socioecosistemas urbanos.

Para el desarrollo de este estudio se consideró la pertinencia de la aplicación de los indicadores y etapas de los sectores de ecología urbana y manejo integrado del agua, evaluados previamente en el caso de estudio de Ciudad Verde (Cadena et al., 2020). No obstante, dadas las particularidades del servicio de acueducto y alcantarillado en Ciudad Porfía se realizó una adaptación de los indicadores y etapas que responden a la disponibilidad de información y a las particularidades propias del prestador del servicio en la zona de estudio.

Selección de zona de estudio

Dada la importancia ecológica, económica, paisajística, de sumidero y de regulación climática del río Ocoa por atravesar todo el casco urbano de la ciudad de Villavicencio, sumado a ser el único

río que nace y muere en el municipio, siendo una pieza clave y fundamental en el manejo de las aguas residuales y lluvias en la ciudad. Se seleccionó la cuenca hidrológica del río Ocoa como zona de estudio. Sin embargo, el tiempo disponible para la realización de este estudio y la aplicación del conjunto de herramientas, indicadores y de modelos generados del proyecto “Systemic perspectives on low carbon cities in Colombia – An integrated urban modeling approach for policy and regulatory análisis” es un limitante en la consecución de la información primaria. Tiene como objetivo proporcionar a través de la serie de criterios técnicos, herramientas y modelos recomendaciones políticas y regulatorias para un desarrollo urbano sostenible en las ciudades colombianas.

Por tanto, el estudio se acotó a la zona alta de la Cuenca hidrográfica del río Ocoa, donde se concentra cerca del 20,61 % de la población. Dentro de la cual, se seleccionó al barrio Ciudad Porfía por ser el área de mayor extensión urbana y poblacional que confluye al margen derecho del Río Ocoa, y que a su vez toma el recurso hídrico de forma privada para su abastecimiento de uno de los afluentes del Río Ocoa y en este también realiza las descargas de las aguas residuales, al igual que el resto de la ciudad de Villavicencio.

Es de resaltar que el área de estudio, Ciudad Porfía, surgió en la década de los ochenta como una serie de asentamientos precarios e informales sin tenencia del terreno en condiciones no óptimas de urbanismo sobre la franja de protección del recurso hídrico del río Ocoa y el caño Corcovado. En la actualidad, la mayoría de asentamientos se encuentran legalizados y cuentan con todos los servicios públicos e incluso siendo la única zona de Villavicencio en tener una oficina propia para servicios judiciales, de registro y notariado. Adicionalmente, en las áreas circundantes a Ciudad Porfía se proyectan importantes proyectos urbanísticos de vivienda de interés social y prioritario. Que hacen de esta zona de estudio un importante recurso para la aplicación del conjunto de herramientas e indicadores para el sector de agua y ecología urbana del proyecto “Systemic perspectives on low carbon cities in Colombia – An integrated urban modeling approach for policy and regulatory análisis”

Área de estudio

Río Ocoa

El río Ocoa nace y muere dentro del territorio municipal de Villavicencio, este nace en el suroccidente en la vereda Samaria a 1.155 msnm y desemboca al río Guatiquía en el sector de Murujuy (Aguilera & Vásquez-Ramos, 2019). La cuenca hidrográfica del río Ocoa está dividida en tres zonas: Zona alta, que va desde el nacimiento del río hasta el sector de ciudad Porfía en la estación limnimétrica “Puente del Amor” del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), esta zona representa el 27,18% del área total de la cuenca; la zona media continúa hasta la vereda la Llanerita; la zona baja comprende la confluencia con el río Guatiquía en el sector de Murujuy (Osorio-Ramírez, Díaz-Celis, Clara Inés Caro-Caro, & Duque-Cabrera, 2015). Como se aprecia en la Figura 1, la cuenca del río Ocoa tiene una densa red de cuerpos de agua que drenan por las dos márgenes, entre ellos están quebrada Blanca, Caños La Unión, Corcovado, Tigre, Piñalito, Colepato, Pendejo, Grande, Hondo, Buque, Cuerera y Maizaro (Concejo Municipal de Villavicencio, 2015).

Tanto en el área rural como urbana se realizan diferentes actividades socioeconómicas como industria, servicios, turismo y actividades agropecuarias generando múltiples usos y demanda de agua sobre el río Ocoa y sus afluentes tributarios (Cormacarena, 2011). Este río es importante en la región, dado el uso de sus aguas para consumo doméstico, actividades agropecuarias, forestales y mineras, así como ser el receptor de al menos el 80% de los vertimientos de aguas residuales de Villavicencio (Osorio-Ramírez et al., 2015).

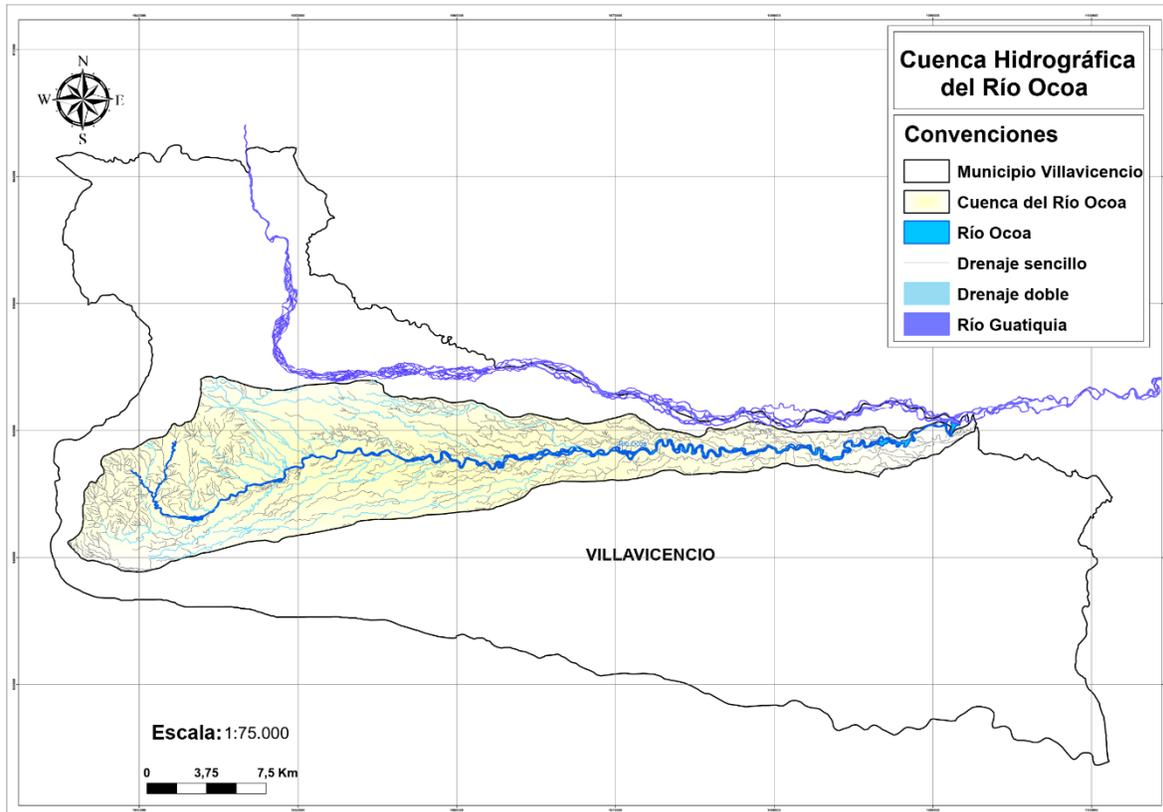


Figura 1. Cuenca hidrográfica del Río Ocoa, Villavicencio, 2021. Fuente: Elaboración propia con base al Acuerdo 287 de 2015 de Villavicencio.

Ciudad Porfía

El Barrio Ciudad Porfía está ubicado al suroccidente de la ciudad de Villavicencio (Figura 2), por la carretera que conduce de Villavicencio al municipio de Acacías, sobre el kilómetro 8. Limita al norte con el río Ocoa, y en la parte inferior a 300 metros del caño Corcovado, el barrio pertenece a la comuna ocho de Villavicencio, y tiene una población estimada de 16.834 habitantes (Romero Rodríguez, 2014).

Ciudad Porfía surge como un proceso de presión migratoria. En el año 1984 se realizó la cooperativa de vivienda del Meta con personas interesadas en adquirir lotes económicos, donde se realizaron varias investigaciones sobre posibles predios cercanos a Villavicencio, siendo el predio de la señora Noemí Carrillo de 73 hectáreas el ideal por ser mayoritariamente plano y tener cercanía a cuerpos de agua, para realizar mediciones y trazado del terreno. En su momento se realizó un sorteo y venta de lotes de 12.000 pesos colombianos. No obstante, las personas que lograron hacerse a uno de estos lotes no construyeron inmediatamente. Por ello, el 2 de enero de

1986 el predio fue invadido y días después las autoridades municipales ordenaron el desalojo. Sin embargo, esta toma ilegal de los terrenos se repitió de forma consecutiva hasta que el gobierno municipal se vio obligado a modificar los límites urbanos de la ciudad de Villavicencio dos años después del inicio de la primera invasión (Uribe Díaz, Fonseca Páez, & Martínez 2018).

Debido al origen ilegal de los asentamientos que hoy conforman Ciudad Porfía, la comunidad no tenía garantizado el acceso a los servicios públicos disponibles en el resto de la ciudad. Por lo que para suplir la necesidad del recurso hídrico realizaron un primer acueducto comunal que consistía en un pozo profundo construido por Ecopetrol, pero el agua no era de buena calidad. Motivo por el que la comunidad realizó un sistema propio de aducción y conducción por gravedad del recurso hídrico desde el caño La Linda, uno de los primeros tributarios del río Ocoa. Este trabajo de construcción fue realizado íntegramente por la comunidad con apoyo de la gobernación del Meta quien en ese entonces aportó la tubería necesaria (Romero Rodríguez, 2014).

Con respecto al servicio de energía eléctrica, los habitantes de Ciudad Porfía la tomaban de la finca La Casona y mediante mecanismos propios suplieron el resto de servicios públicos que necesitaban; poco a poco este barrio se consolidó como un asentamiento en proceso de formación ya que pasó de ser rural a urbano, y ahora posee una gran actividad comercial concentrada principalmente en la avenida principal (Carrera 43), que fue pavimentada en 1992 con aportes de la alcaldía de Villavicencio. En 1993 fue reconocida como parte de Villavicencio y por esto empezaron a tener sistemas y elementos de toda población como lo son el transporte, la educación y la salud (Romero Rodríguez, 2014).

Para el 2009 ya había nueve colegios funcionando dentro y alrededor de Porfía, tres públicos (Institución Educativa General Carlos Alban, IE Las Palmas y IE Luis Carlos Galán Sarmiento) seis colegios privados y un colegio cultural. También posee un centro de salud de primer nivel, una casa de justicia, tres iglesias católicas y aproximadamente dieciocho iglesias cristianas que aumentan con el pasar de los años (Díaz Fernández & Soto Piñeros, 2019)

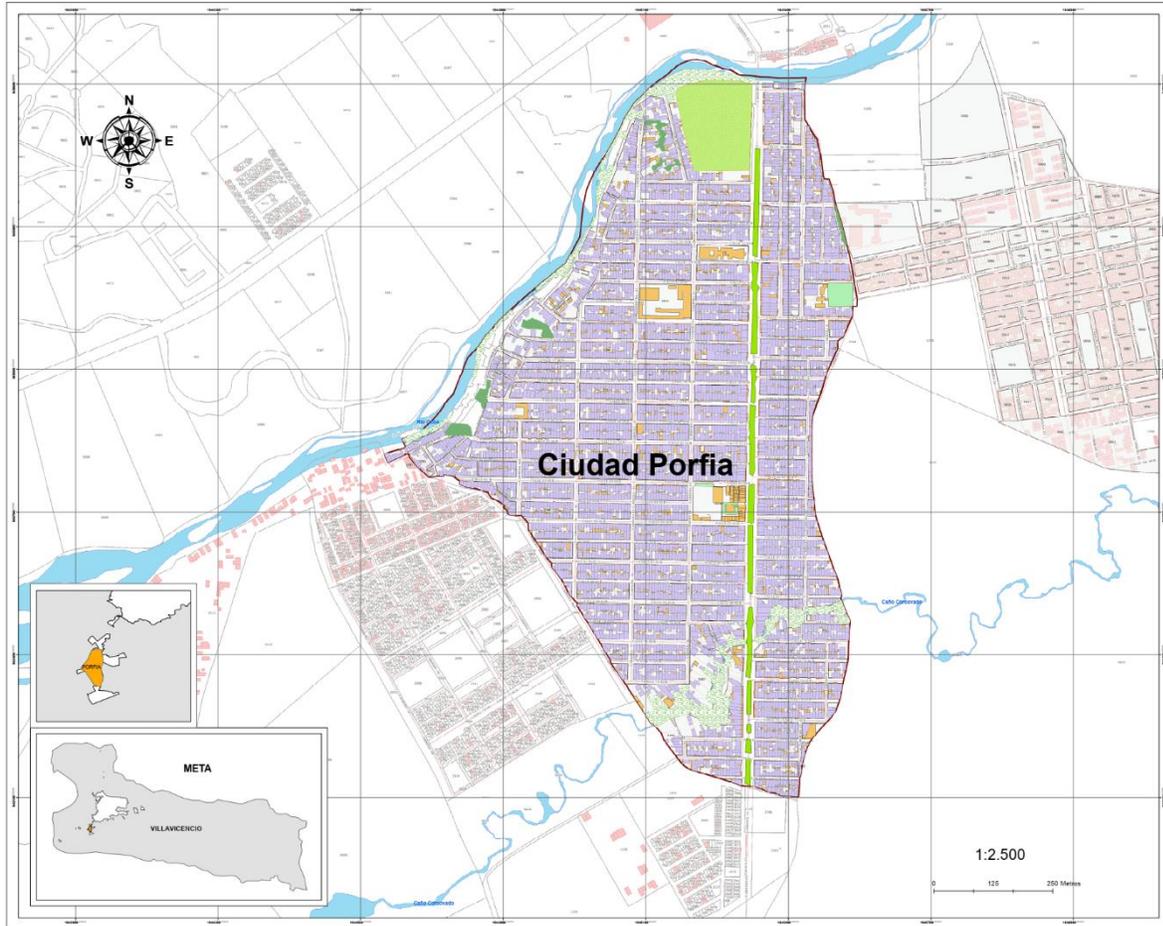


Figura 2. Plano localización de Ciudad Porfía, Villavicencio. Fuente: Elaboración propia con base al Acuerdo 287 de 2015 de Villavicencio, Servidor WMS-Catastro del IGAC

Metodología

Para evaluar el estado de los recursos y servicios ecosistémicos de la zona de estudio seleccionada, Ciudad Porfía, se hizo uso de la herramienta de análisis del sector ecología urbana y manejo integrado del agua desarrolladas por el proyecto “Systemic perspectives on low carbon cities in Colombia – An integrated urban modeling approach for policy and regulatory analysis”. Esta herramienta consiste en un conjunto de etapas e indicadores que abordan de forma gradual el recurso o servicio ecosistémico. Desde el estado más básico de presencia o ausencia del bien o servicio, seguido de su cobertura, calidad, hasta su grado de funcionalidad, capacidad de resiliencia y la valoración que la comunidad tiene de estos (Cadena et al., 2020). Cada sector evaluado en este estudio requirió de información primaria y secundaria, para su ejecución. A continuación, se relaciona el instrumento de recolección de información primaria.

Instrumento de recopilación de datos

Se diseñó y aplicó una encuesta denominada “**Caracterización de la cuenca del río Ocoa – Ciudad Porfía**” (Anexo 1.) como instrumento de recopilación de datos. La participación fue totalmente voluntaria, anónima y no recolectó información personal ni de contacto. Se realizó un total de 64 preguntas acerca del lugar de origen, educación, ocupación, tipo y tenencia de vivienda, ingresos, preguntas referentes al tipo de obtención del recurso hídrico, los servicios de acueducto y alcantarillado, uso y reuso del agua en el domicilio, la presencia o ausencia de espacios verdes, la frecuencia de visita a parques públicos, el servicio de recolección de residuos, las gestión o separación de residuos, la conciencia pública y ambiental.

Tamaño de la muestra

Dada la ausencia de información referente a proporción de hogares por viviendas, personas por hogar y número de habitantes en Ciudad Porfía, se consideró como universo muestral todas las viviendas presentes en el área de estudio, pues esta tiene una matriz urbana conformada mayoritariamente por casas y apartamentos. Para esto, se asumió una proporción de una vivienda: un hogar. Se tomó como referente la información catastral relacionadas con las construcciones a noviembre de 2020 del portal de la Subdirección de Geografía y Cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2020); se seleccionaron únicamente los predios con único número catastral catalogados como construcciones convencionales, que se definen como aquellos predios habitables que sirven de refugio o protección de la intemperie a animales, personas o cosas (IGAC, 2016). Adicionalmente, se eliminaron las construcciones convencionales que tenían un área inferior a 20 m² que no pertenecieran a una casa lote, parqueadero con vivienda o que contara con una construcción habitable verificable a través de visita. También se eliminaron aquellas construcciones de gran superficie asociadas a bodegas o de uso común como instituciones educativas, centros religiosos, puesto de salud y casa de justicia.

De esta manera se determinó un universo muestral finito de 4512 construcciones convencionales o habitables para este estudio y se consideraron únicamente a los residentes mayores de edad con tiempo de residencia iguales o superiores a un año. El tamaño de la muestra se determinó a través de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 pq N}{E^2 N + z^2 pq}$$

Dónde n = Tamaño de muestra; N = Universo muestral; p, q = Proporción (0,5); E = Error estadístico (5%) y z = Valor del área bajo la curva normal para un Nivel de Confianza del 95%.

El resultado indicó como número muestral 355 encuestas. No obstante, se obtuvieron 357 encuestas válidas, las cuales se realizaron a lo largo de Ciudad Porfía hasta donde la comunidad permitió o garantizó el acceso y seguridad del equipo de trabajo.

Sector Ecología Urbana

En la Figura 3 se presentan los indicadores y etapas evaluadas para ecología urbana, los cuales se presentan en mayor detalle en las fichas de indicadores incluidas como Anexo 2. En total se evaluaron nueve indicadores conservando los parámetros de valoración desarrollados para Ciudad Verde bajo una escala lingüística de “Muy Malo, Malo, Regular, Bueno y Muy Bueno”. A su vez, estos nueve indicadores se agruparon en cinco etapas, las cuales se evaluaron en conjunto a medida que se avanzaba a la siguiente etapa, de acuerdo a lo postulado por el Método de Evaluación Comprensiva Difusa (Cadena et al., 2020). De manera que los indicadores de la etapa 1 fueron evaluados un total de cinco veces, mientras en la etapa 5 al ser la última y recoger todos los indicadores se evaluaron una sola vez.

Para la realización de los indicadores de ecología urbana se utilizó como insumo la Geodatabase del plan de ordenamiento de Villavicencio del Acuerdo 287 de 2015 (Concejo Municipal de Villavicencio, 2015), Geodatabase de Cartografía Base Escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Servidores WMS de Cubrimientos de Información Disponible Subdirección de Geografía y Cartografía del IGAC e imágenes satelitales de Landsat 8 y Maxar Technologies a través del Servicio Geológico de Estados Unidos y Google Earth, respectivamente. Los productos cartográficos generados para los diferentes indicadores se presentan al final de este documento como Anexo 4.

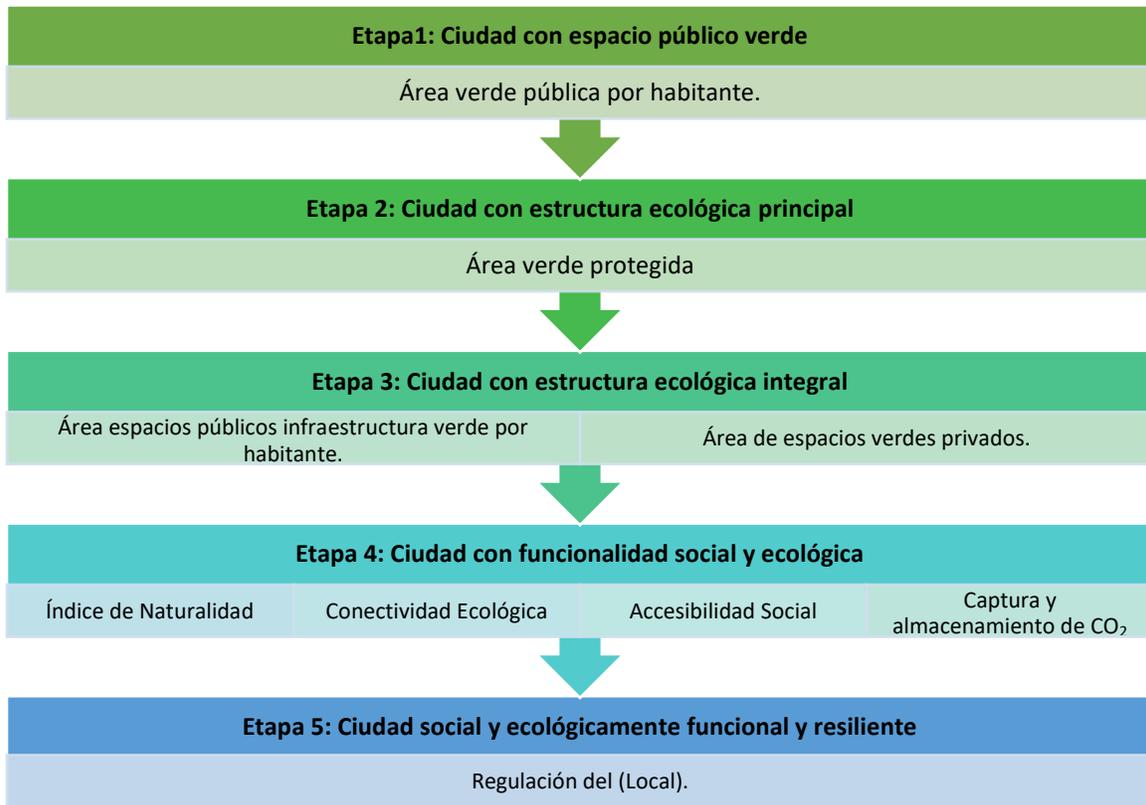


Figura 3. Etapas e indicadores del sector Ecología Urbana evaluados en Ciudad Porfía, Villavicencio. Fuente: modificado de Cadena et al. (2020).

Sector Manejo Integrado del Agua

En el sector de manejo integrado del agua se evaluaron un total de doce indicadores, agrupados en seis etapas (Figura 4), estos se trabajaron en su mayoría de acuerdo a lo establecido para Ciudad Verde y bajo las mismas etiquetas lingüísticas descritas en ecología urbana y descritas en el Anexo 3. No obstante, se retiró un total de cuatro indicadores contemplados por Cadena et al. (2020) y se propusieron dos que se adaptan a la realidad de la zona de estudio junto a la disponibilidad de información, cobertura del servicio de Acueducto y continuidad del servicio de acueducto. Es necesario señalar que en este estudio los indicadores no se tomaron para la evaluación del agua potable, sino para el servicio de acueducto, dadas las particularidades de la zona de estudio donde el agua suministrada a los hogares tiene un índice medio de riesgo, por lo que no es apta para consumo humano.

Para la realización de los indicadores del sector agua se utilizó como insumo la Evaluación Integral de Prestadores de la Asociación de Gestores Comunitarios de Servicios Públicos – Asogestores elaborado por la Superintendencia de Servicios Públicos – Superservicios (2014), el Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado de Superservicios (2019), la plataforma del Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios – SUI (2021), el Plan Regional de Monitoreo de Cormacarena (2019) y los reportes de laboratorio de análisis de muestras para calidad de agua del Sistema de Información de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano (SIVICAP) del Instituto Nacional de Salud (INS, 2021).

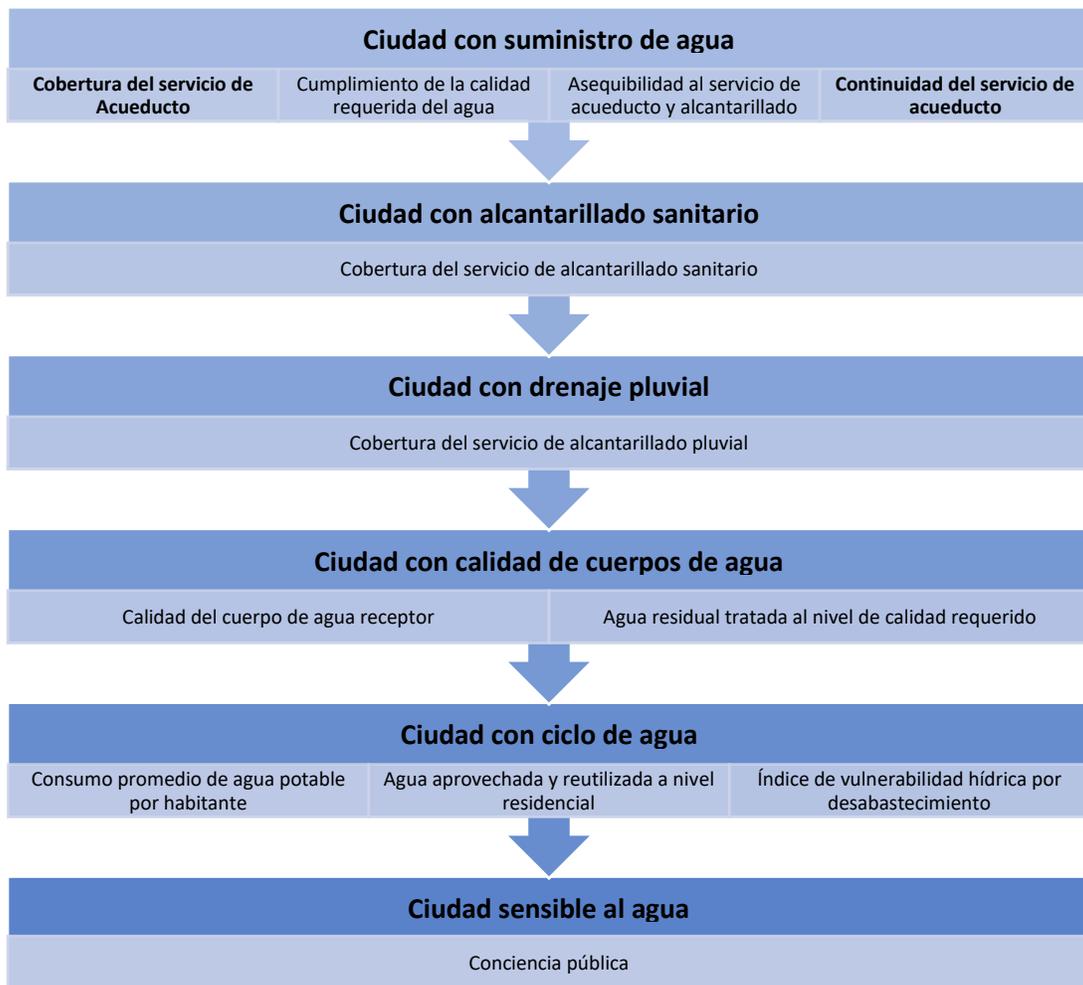


Figura 4. Etapas e indicadores del sector Manejo integrado del Agua evaluados en Ciudad Porfía, Villavicencio. Fuente: Modificado de Cadena et al. (2020).

Caracterización socioeconómica

A continuación, se presenta una breve caracterización de Ciudad Porfía a partir de la información recolectada por la encuesta con una representatividad general del 95%.

Tamaño promedio del hogar y población

El tamaño promedio del hogar determinado a partir de las encuestas en Ciudad Porfía es de 3.731 habitantes/hogar. Junto a la información obtenida de la cartografía del IGAC del número de viviendas habitables a noviembre de 2020 se estimó un total de 16834 habitantes para Ciudad Porfía. Lo que correspondería al 18,10% de la población censada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE en 2018 para la comuna 8 de Villavicencio, la segunda comuna con mayor número de habitantes y que concentra el 20,61% de la población del municipio (DANE, 2020).

Ingreso promedio del hogar

En la Figura 5 se presentan los ingresos por hogar para Ciudad Porfía, donde 12,04% de los hogares tienen perciben la mitad o menos de un salario mínimo mensual legal vigente (smmlv) o \$ 454.262. El 71.15% de los hogares tienen un ingreso promedio entre \$ 454.263 y \$ 1'817.051. Y solo el 16,81% de los hogares tiene un ingreso igual o superior a 2 smmlv (\$ 1'817.052).

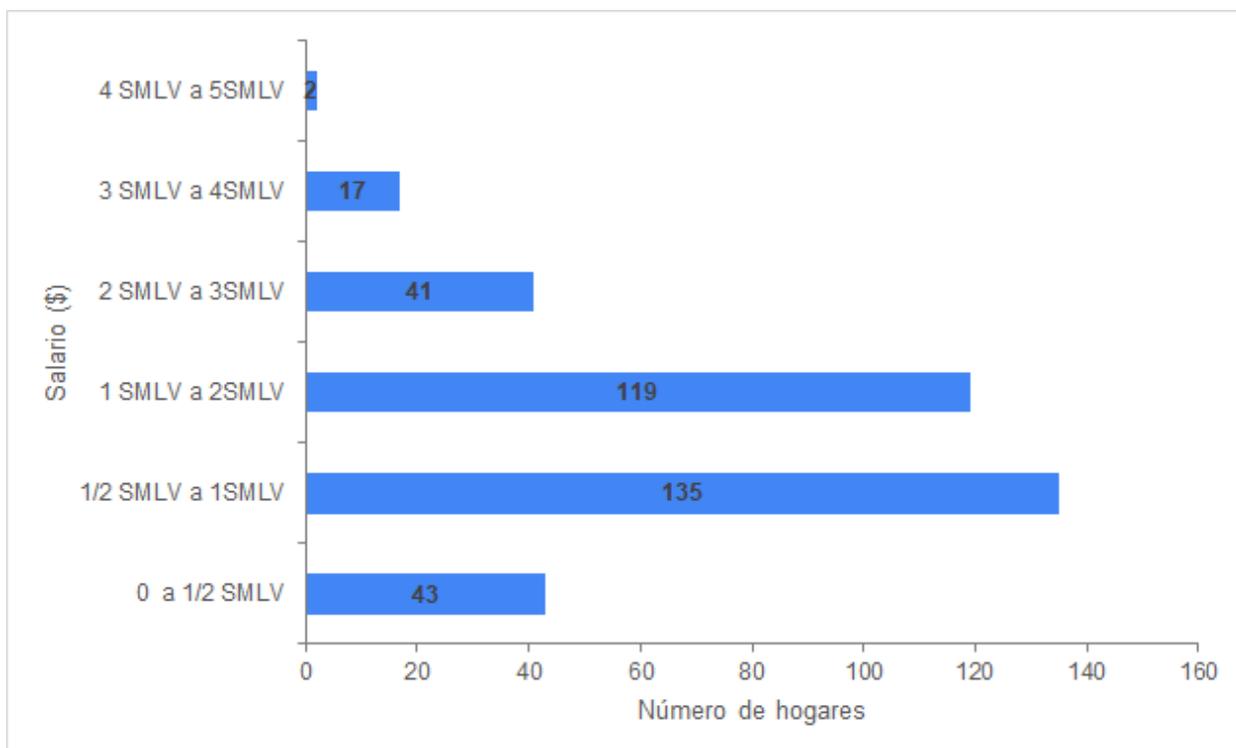


Figura 5. Rango de ingresos económicos por hogar en Ciudad Porfía, Villavicencio. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6 se presentan los ingresos por hogar a nivel de estrato en Ciudad Porfía. Para el estrato 1, el 16% de los hogares tienen ingresos iguales o menores a \$454.562, el 28,7% tiene ingresos entre \$456.563 y \$908.525, el 50% tiene un ingreso entre \$908.526 y \$2'725.577, mientras el 5.3% de los hogares tiene ingresos de \$2'725.578 a \$ 3'634.103.

En los hogares de estrato 2 solo el 10.4% tiene ingresos iguales o menores a \$454.562, el 33,8% de los hogares tienen ingresos entre \$456.563 y \$908.525 y cerca del 50,4% de los hogares tiene ingresos entre 1 y 3 smmlv, por último, se determinó en este estrato que el 5,6% de los hogares tiene ingreso entre 3 y 5 smmlv.

Para el estrato 3 solo se evidenció dos rangos de ingresos por hogar, un 33,3% de estos tiene ingresos de iguales o menores a \$454.562 y el 67,7% restante tiene ingresos entre \$908.526 y \$1'817.051.

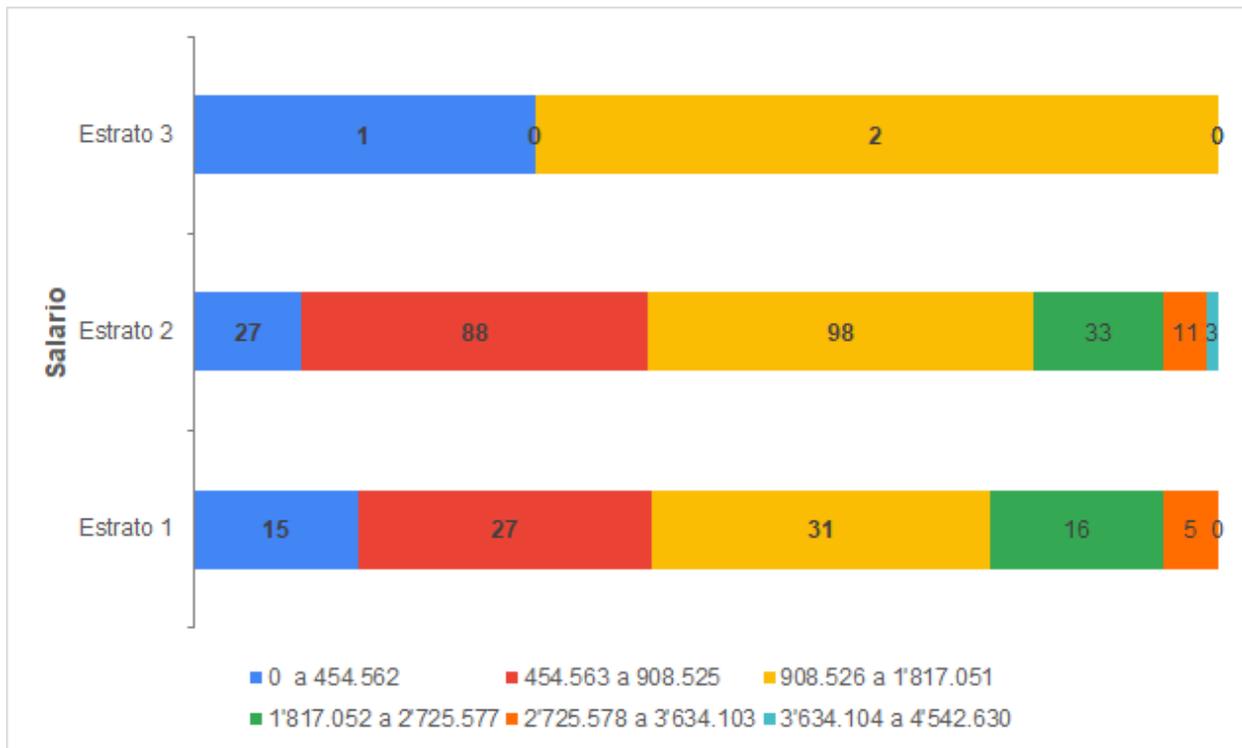


Figura 6. Rangos de ingresos económicos en los hogares distribuidos por estratos en Ciudad Porfía. Fuente: Elaboración propia.

Propiedad y tenencia de la vivienda

En la Figura 7 se evaluó el tipo de vivienda de la población de Ciudad Porfía, de la cual el 79% de las viviendas son casas, seguidas de apartamento con un 15%, un 2% para cuarto en inquilinato, cuartos en otro tipo de estructuras con un 2% y por último la opción de otro tipo de vivienda con valor de 2%. En la Figura 8 se presentan los datos relacionados con la tenencia de la vivienda. La mayoría de viviendas encuestadas son en arriendo (46,8%), cerca del 37,5% de las viviendas son propias, el 15,4% es de carácter familiar y el 0,3% tiene otro tipo de tenencia de vivienda diferente a los descritos.

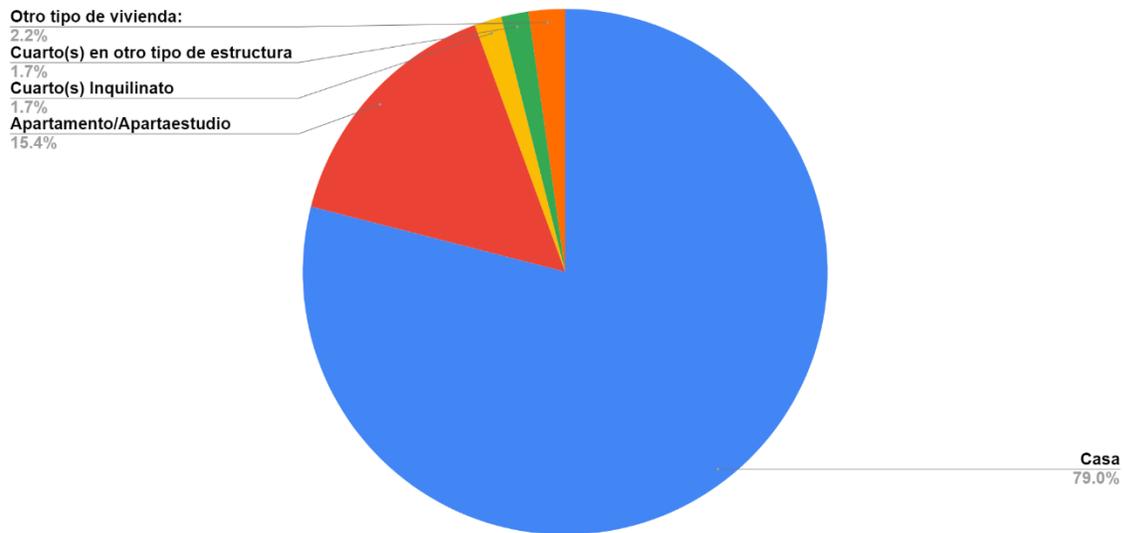


Figura 7. Tipo de viviendas identificadas en Ciudad Porfía, Villavicencio. Fuente: Elaboración propia.

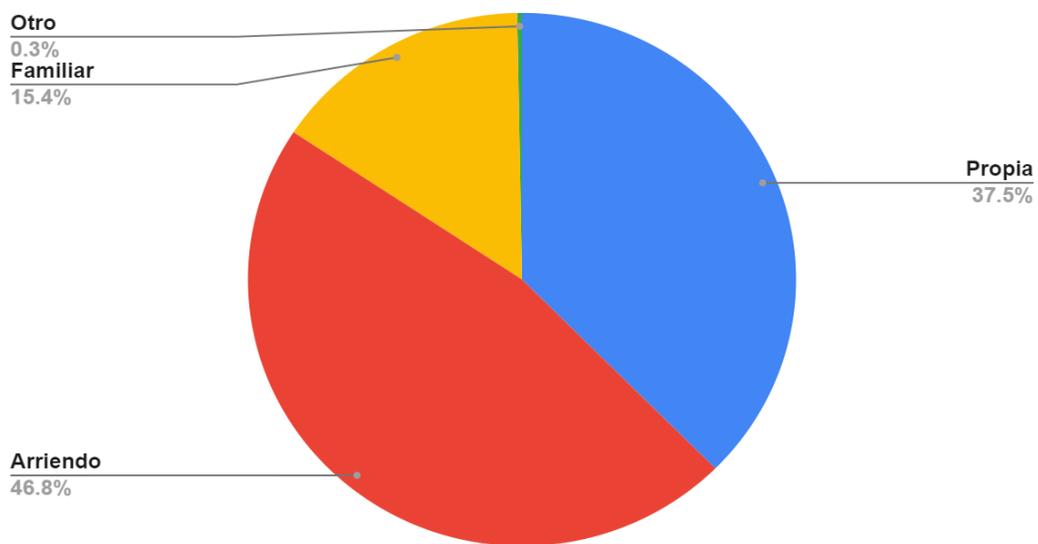


Figura 8. Tenencia de las viviendas en Ciudad Porfía, Villavicencio. Fuente: Elaboración propia

Población

Edad

Para la Ciudad Porfía el 51% de la población se encuentra entre los 18 y 43 años de edad, de los cuales el 25% tienen entre 18 y 30 años y el 16% de 31 a 43 años, para el 49% restantes que están

entre los 44 y 85 años de edad, el 20% corresponde al rango entre 44 y 56 años, un 21% con edades entre 57 y 70 años y por último un 8% con edades entre 71 y 85 años (Figura 9).

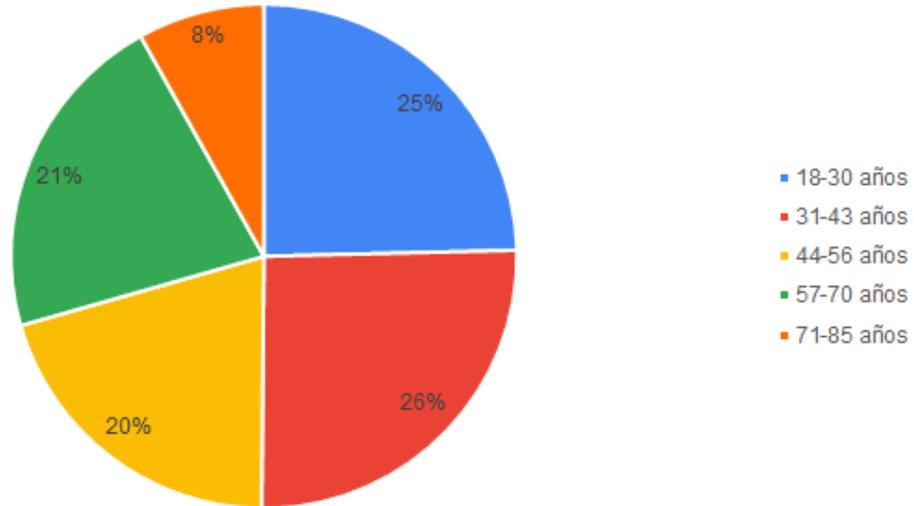


Figura 9. Rango de edades de la población encuestada en Ciudad Porfía. Fuente: elaboración propia.

Nivel educativo

En la Figura 10 se presentan los resultados obtenidos del nivel educativo de las personas encuestadas en Ciudad Porfía. Se identificaron un total de 8 niveles educativos los cuales se describen a continuación, el 8% de los encuestados no posee ningún tipo de educación, el 34% ha estudiado hasta básica primaria, el 36% tiene educación secundaria; el 13% cuenta educación técnica o tecnológica; el 9% tiene o cursa un programa de pregrado y solo el 1% uno de postgrado.

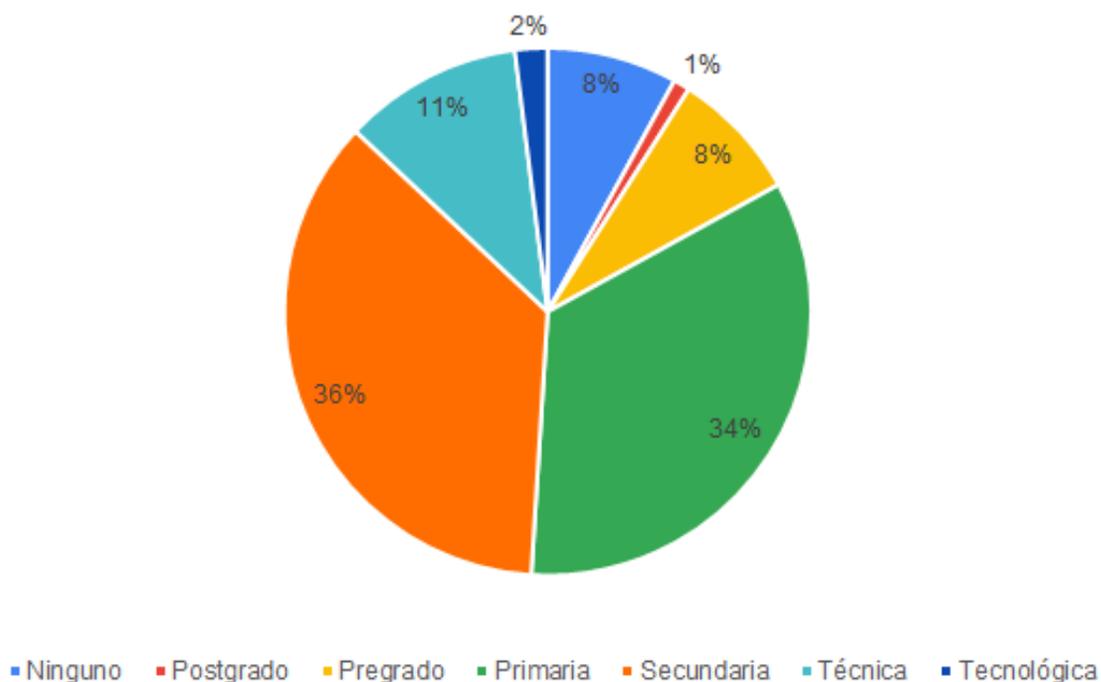


Figura 10. Distribución porcentual del nivel educativo en Ciudad Porfía. Fuente: elaboración propia.

Ocupación

La ocupación en Ciudad Porfía se organizó en siete grupos (Figura 11). La mayoría de la población (46%) se desempeña como trabajadores independientes, el 13% como trabajador dependiente de tiempo completo o medio tiempo. El 25% de la población es amo (a) de casa, un 10% están desempleados. el 4% son estudiantes y un 2% son pensionados

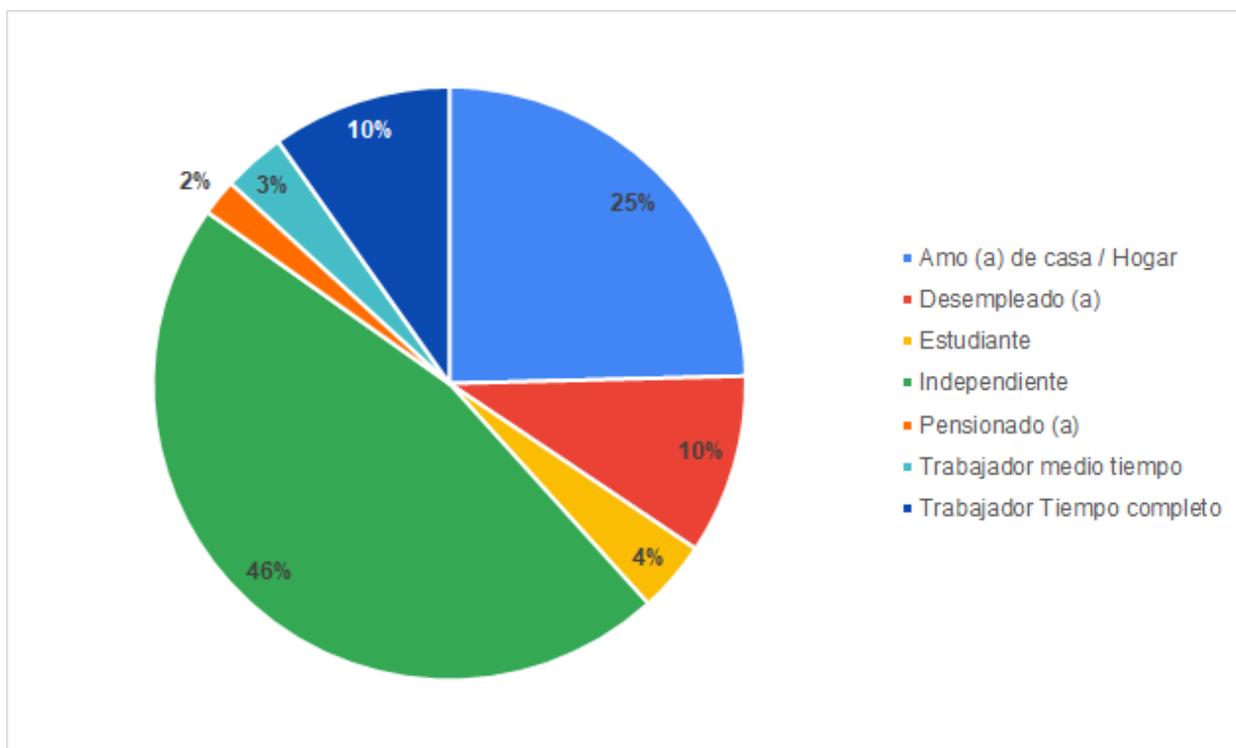


Figura 11. Distribución porcentual de la ocupación en Ciudad Porfía. Fuente: elaboración propia.

Lugar de origen

En la Figura 12 se presenta el lugar de origen de la población de Ciudad Porfía. El 97,8% de la población encuestada dentro de Ciudad Porfía es de origen colombiano, la mayor parte de personas han nacido dentro del territorio del Meta con un 51,26%, seguida por el 16,81% que son del departamento de Cundinamarca, 4,76% de Santander, 3,64% de Tolima, 3,36% Valle del Cauca, 2,80% de Boyacá, el 1,68% tanto para Caldas, Guaviare y Huila, un 2% de la población es de origen extranjero y el 10,08 corresponde a otros departamentos del territorio colombiano.

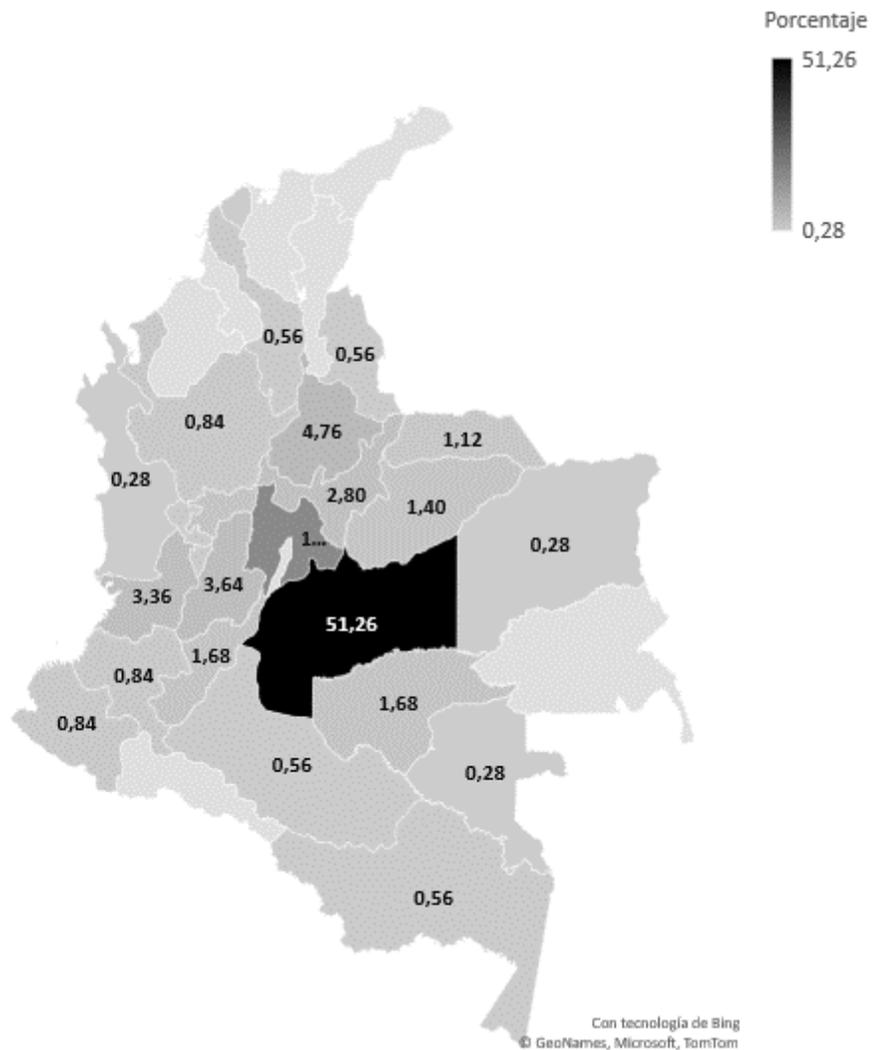


Figura 12. Distribución porcentual de la población de Ciudad Porfía según su lugar de origen. Fuente: Elaboración propia.

Sector Ecología urbana

El análisis del sector de ecología urbana en Ciudad Porfía constituye la primera dimensión de evaluación del estado de los recursos naturales y servicios ecosistémicos de la cuenca hidrológica del río Ocoa en la ciudad de Villavicencio mediante indicadores formulados bajo el enfoque de ciudad sensible. No obstante, no se busca ignorar las relaciones biológicas y sociales del conjunto, y componentes que conforman el socioecosistema, sino valorar cada una de ellas a través de diferentes indicadores, sectores y etapas previamente definidas que permitan establecer el estado actual del socioecosistema y definir una línea base para los gestores de lo urbano.

Para febrero de 2021, Ciudad Porfía cuenta con una extensión de 853061.80 m², de las cuales solo el 8.934% o 76209.23 m² corresponden a espacios verdes, los cuales fueron cuantificados y categorizados con base en la Figura 13 y Tabla 1.

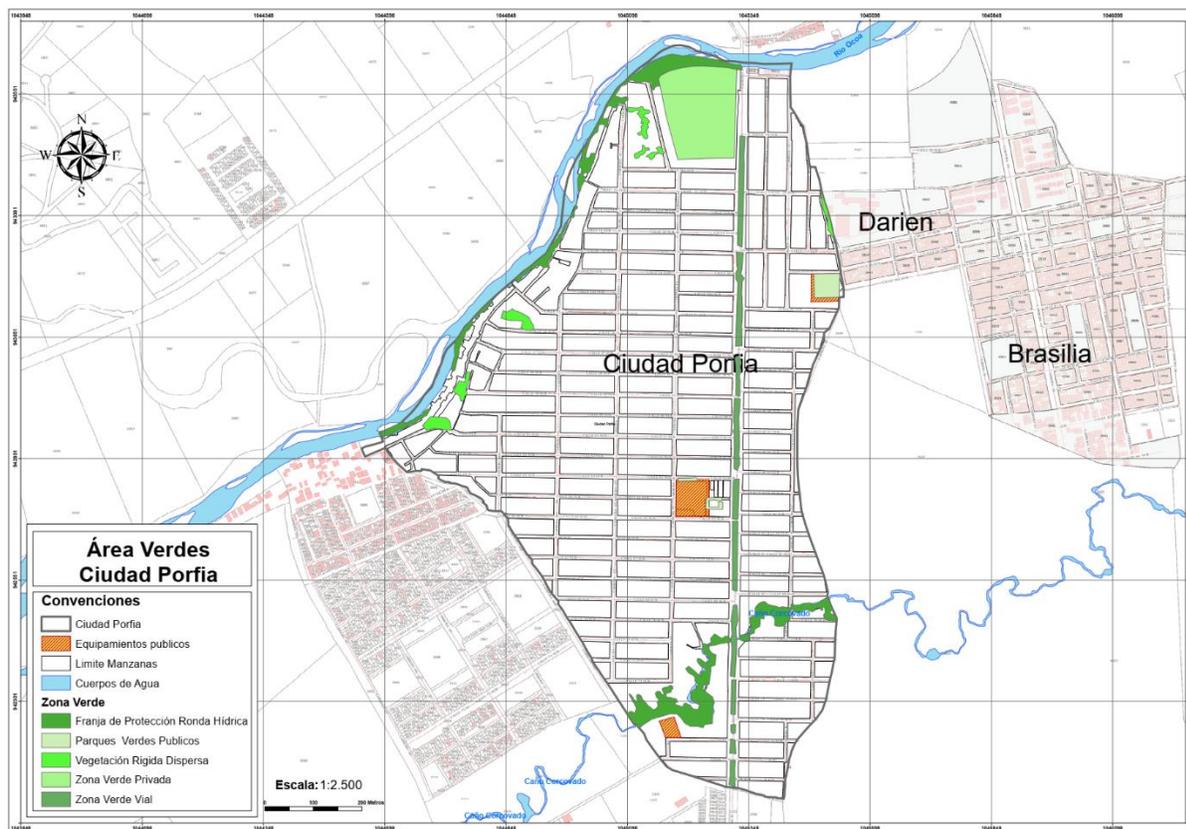


Figura 13. Espacios verdes de Ciudad Porfía, Villavicencio. Fuente: Elaboración propia con base al Acuerdo 287 de 2015 de Villavicencio, Servidor WMS-Catastro del IGAC.

Tabla 1. Área por tipo de espacio verde, Ciudad Porfía. Fuente: Elaboración propia

Tipo de espacio verde	Área (ha)	Área (m ²)	Porcentaje Áreas Verdes (%)
Franja de Protección Ronda Hídrica	2,784	27.837	36,527
Parques Verdes Públicos	0,336	3.365	4,415
Vegetación Rígida Dispersa Ciudad Porfía	0,580	5.804	7,617
Zona Verde Privada	2,647	26.466	34,729
Zona Verde Vial	1,274	12.736	16,712
Total	7,621	76.209,228	100

En la Tabla 2, se presenta un breve resumen de las cinco etapas y nueve indicadores evaluados para el sector de ecología urbana donde se evidencia el estado actual y la calidad de las áreas verdes de Ciudad Porfía. A continuación, se presenta una serie de secciones donde se explica en mayor detalle cada uno de los indicadores evaluados.

Tabla 2. Etapas e indicadores evaluados en Ciudad Porfía para la dimensión de ecología urbana con sus respectivas unidades y marcos de referencia. Fuente: Elaboración propia.

Etapa	Indicador	Nombre	Valor	Unidad
Ciudad con espacio público verde	1	Área verde pública por habitante.	2.955	m2 de área verde pública/habitante
Ciudad con estructura ecológica principal	2	Área verde protegida	36.527	% área verde protegida
Ciudad con estructura ecológica integral	3	Área espacios públicos infraestructura verde por habitante.	2.117	m2 de espacio público/habitante
	4	Área de espacios verdes privados.	34.729	% área verde privada
Ciudad con funcionalidad social y ecológica	6	Índice de Naturalidad	16.450	% áreas no endurecidas
	7	Conectividad Ecológica	Difusa	Poca o ninguna conectividad
	8	Accesibilidad Social	30.248	Área con cobertura o próxima a parques públicos verdes
Ciudad social y ecológicamente funcional y resiliente	9	Captura y almacenamiento de CO2	20.304	Toneladas CO2 capturado por año
	10	Regulación del clima (Local).	6.764	Diferencia temperatura

Etapa 1. Ciudad con espacio verde público

En esta primera etapa se consideró la disponibilidad específica de las áreas verdes públicas totales, como componente esencial de la ecología urbana para el desarrollo de actividades deportivas, culturales, recreativas, entre otras que mejoran la calidad de vida de la población. En esta etapa se incluyen tanto las áreas verdes protegidas como las generadas por procesos de urbanización. Estas áreas se ponderaron y se determinó la disponibilidad por habitante (m^2/hab). Los valores obtenidos se compararon con el estándar propuesto por la Organización Mundial de la Salud ($15 m^2/hab$). Esta etapa se relaciona con los objetivos de desarrollo sostenible 11 (metas 11.7 y 11.a) y 15 (metas 15.1, 15.2, 15.3 y 15.4).

Indicador 1. Disponibilidad de área verde pública por habitante

El indicador de las áreas verdes urbanas de tipo público en ciudad Porfía, proporciona una valoración del espacio verde que se encuentra disponible para cada habitante. Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Área verde pública por habitante} = \frac{\text{área verde } m^2}{\text{número de habitantes}} \frac{m^2 \text{ de área verde}}{\text{habitante}}$$

Para la valoración del área verde pública se incluye las zonas verdes de espacio público correspondientes a parques, separadores viales, franjas de protección hídrica del río Ocoa y Caño Corcovado y puntos de vegetación dispersa (Figura 14).

Ciudad Porfía cuenta con 16834 habitantes y dispone de solo tres equipamientos deportivos (expresados en $9035,14 m^2$) que cumplen con la función de esparcimiento, recreación y desarrollo de actividades culturales; de estos tres, tan solo dos cuentan con un poco de cobertura vegetal, que obliga a la población a desplazarse a otros espacios verdes fuera del barrio. Así mismo, se observa $5804,48 m^2$ de vegetación rígida dispersa que corresponde a lotes baldíos, jardines exteriores y arbolado en calles y aceras sin conectividad ecológica observable. El área verde protegida correspondiente a la franja de protección del río Ocoa y caño Corcovado representa $27837,18 m^2$ y el separador vial aporta $12736,39 m^2$ para un total de $49742,82 m^2$ de área verde pública. En la Tabla 3 se presenta la distribución de las áreas.

Tabla 3. Tipo de zona verde con el valor del área en hectáreas, metros cuadrados y el porcentaje de áreas verdes.
Fuente: Elaboración propia

Tipo de zona	Área (ha)	Área (m ²)
Franja de Protección Ronda Hídrica	2.78	27837.18
Parques Verdes Públicos	0.34	3364.78
Vegetación Rígida Dispersa Ciudad Porfía	0.58	5804.48
Zona Verde Vial	1.27	12736.39
Totales	4.97	49742.82

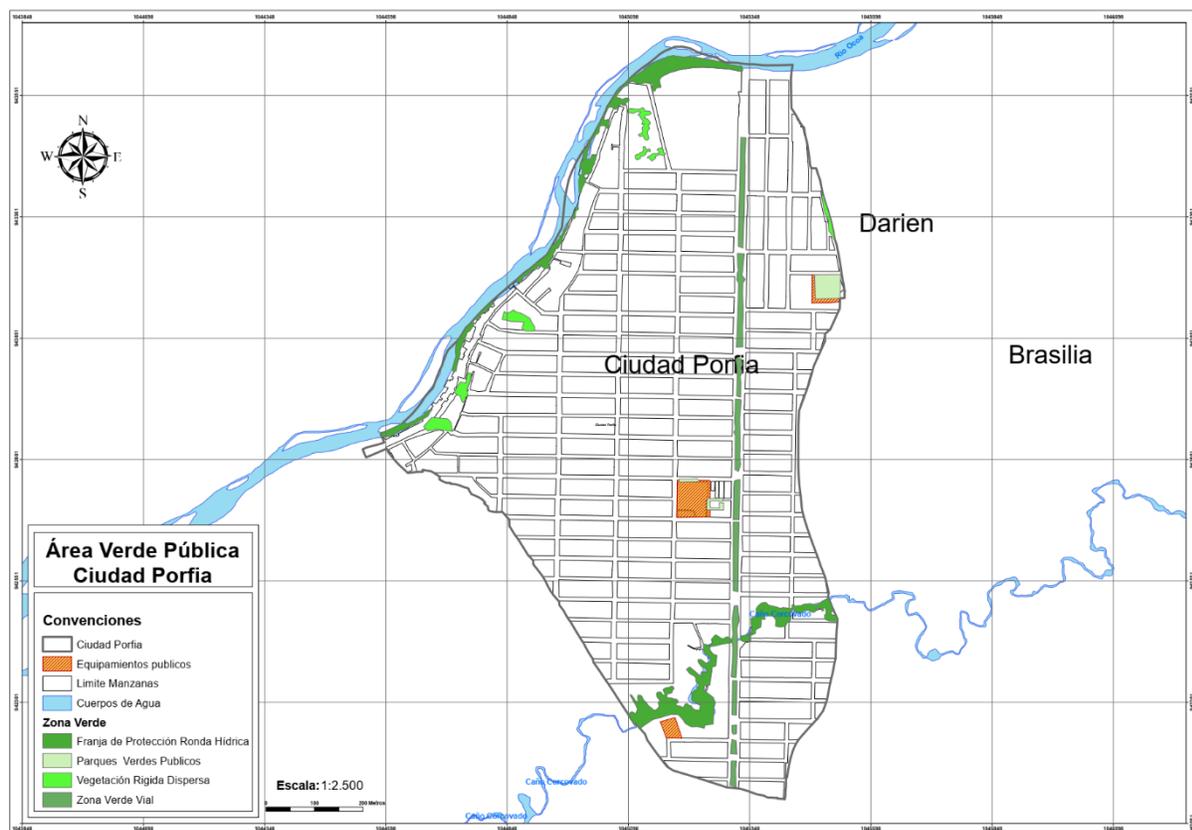


Figura 14. Espacios verdes de carácter público en Ciudad Porfía, Villavicencio, 2021. Fuente: Elaboración propia con base al Acuerdo 287 de 2015 de Villavicencio.

Tomando en cuenta los 49742,82 m² y los 16834 habitantes de ciudad Porfía se obtiene una disponibilidad de 2,95 m² área verde por habitante. Esta disponibilidad es calificada bajo la etiqueta lingüística de “Malo”, por encontrarse alejada del estándar internacional de la OMS que establece un rango de 10 a 15 m²/habitante, el cual fue adoptado por el Gobierno Nacional Colombiano en su Política de Espacio Público del Decreto 1504 de 1998 y ratificada mediante el

documento CONPES 3718 (CONPES, 2012), no es acorde al objetivo establecido en el Acuerdo 287 del 2015 del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Villavicencio (Concejo Municipal de Villavicencio, 2015), que fija el valor de 2,03 m²/habitante y proyecta un incremento anual de 1,5 m²/habitante en los siguientes 12 años de vigencia del acuerdo. Teniendo como meta u objetivo para el año un área mínima de 5 m²/habitante.

Este resultado es consecuente a lo manifestado por los encuestados, quienes consideran que las áreas destinadas para esparcimiento con cobertura verde son escasas: a) el parque principal que cuenta con un polideportivo y algunos árboles dispersos y b) un parque que cuenta con cancha de microfútbol abierta y vegetación circundante con cobertura arbórea ubicado cerca de la oficina o Casa de la Justicia de Villavicencio en los límites de Ciudad Porfía. Se observó que de los 357 encuestados solo el 21,29% consideran que existen espacios verdes dentro de su barrio y de estos solo el 17,11% considera que las áreas antes mencionadas son suficientes; sólo el 57,70 % de los encuestados visita espacios verdes públicos y el 18,93% de esta visita los espacios verdes de Ciudad Porfía.

Los continuos eventos de delincuencia y violencia en los parques, actúan como un impedimento para que los habitantes fortalezcan la cohesión social, participen en actividades recreativas y frecuente dichas zonas, ya que son espacios asociados a robos, tiroteos y expendio de drogas según lo manifestado por los habitantes de Ciudad Porfía (Alcaldía Villavicencio, 2019). Esto es consecuencia de una falta de claridad en el alcance de las competencias de la gestión del espacio urbano y coordinación entre las entidades territoriales, junto con una dificultad de aplicar estrategias que favorezcan la cohesión social en dichos espacios (CONPES, 2012).

Conforme estos resultados es una oportunidad para que gestores locales propicien un mejoramiento a las zonas actuales y generen nuevas oportunidades con un acceso confiable en zonas estratégicas para que la comunidad las frecuente y mejore su calidad de vida (Penagos Concha 2005; Olga Segovia, 2005; O Segovia & Neira, 2005).

Etapa 2. Ciudad con estructura ecológica principal

Esta etapa considera únicamente las áreas o espacios verdes que componen la estructura ecológica principal, como las áreas verdes protegidas asociadas a la protección del recurso hídrico. Estas áreas deben mantener un alto nivel de naturalidad por su topografía, biodiversidad e importancia ecológica. Este tipo de áreas no son reemplazables, ni reubicables y su carácter de protección obligatorio. Esta etapa se encuentra relacionada de igual forma con los objetivos de desarrollo sostenible 11 (metas 11.7 y 11.a) y 15 (metas 15.1, 15.2, 15.3 y 15.4).

Indicador 2. Área verde protegida (EEP)

El indicador permite reconocer la relación entre la cantidad de áreas verdes protegidas en función del total de áreas verdes de la zona. Las áreas verdes protegidas se limitan en este caso a la franja de protección hídrica del río Ocoa y caño Corcovado (Figura 15).

$$\text{Área verde protegida} = \frac{\text{Área verde protegida}}{\text{Área verde total}} \times 100$$

A partir de la fórmula antes descrita, este indicador arrojó que sólo el 36.527% es área verde protegida, expresado en 27837.17 m² y corresponde a las franjas de protección hídrica del río Ocoa en el margen derecho y la ronda del Caño Corcovado por ambos márgenes. Se determinó siguiendo los lineamientos del decreto 2245 del 2017 que establece “*la franja paralela a la línea de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho*”. Lo que significa es que es un área de importancia ecológica para la conservación, protección y regulación del ecosistema.

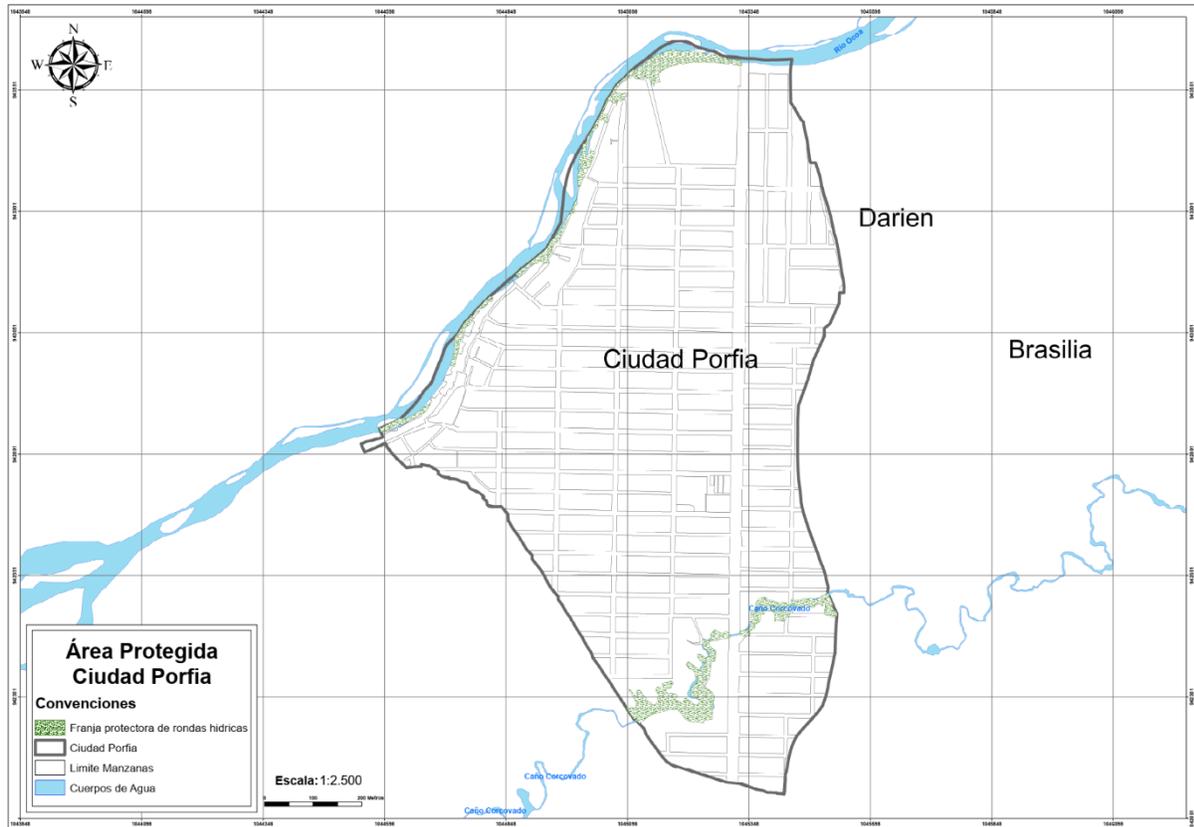


Figura 15. Áreas verdes protegidas en Ciudad Porfía, Villavicencio, 2021. Fuente: Elaboración propia con base al Acuerdo 287 de 2015 de Villavicencio.

Es decir, para Ciudad Porfía el área de protección debería tener un mínimo de 63271.76 m², pero los asentamientos invasivos sobre la ronda la han disminuido en un 56%, dichos asentamientos se encuentran en condición de riesgo por inundación al encontrarse ubicados sobre cauces activos, llanuras de inundación, terrazas bajas o sobre vegas. De esta manera, las rondas hídricas del río Ocoa y Caño Corcovado se ven expuestas a una disminución constante, producto del desarrollo de asentamientos urbanos no planificados que afectan los cauces de estos cuerpos de agua, como también se convierten en agentes contaminantes (Imagen 1) y causantes de la pérdida de cobertura vegetal.



Imagen 1. Puente del Caño Corcovado a la altura de la carrera 43 con calle 70 sur, Ciudad Porfía, Villavicencio. Se evidencia restos de residuos sólidos y poca vegetación ripario. Registro fotográfico de febrero de 2021.

Aunque el desarrollo urbanístico en Porfía sobre el río Ocoa no está contemplado en los planes propuestos por el POT, ni el plan de desarrollo sostenible de Villavicencio, el crecimiento sobre las rondas por invasión puede reducir drásticamente estas zonas de amortiguación que se encuentran protegidas a nivel nacional y maximizar las problemáticas sociales como aumento de la inseguridad por asociarse con hurtos, expendio de drogas, pobreza y pérdida de hábitat para especies de fauna y flora.

Por el contrario, el caño Corcovado posee sobre las dos márgenes de la ronda hídrica predios debidamente legalizados, donde no solo se ubican viviendas de tipo residencial, sino también de tipo comercial y educativo.

Etapa 3. Ciudad con estructura ecológica integral

En esta etapa se consideran los espacios verdes públicos y privados con funcionalidad social y ecológica. En esta se contemplan los parques metropolitanos, zonales y vecinales con superficie verde rígida y no rígida, así como superficies duras funcionales como alamedas, ciclovías, caminos peatonales y canchas deportivas. Adicionalmente, se incluyen aquellos espacios verdes privados que están abiertos al público que hagan parte de un desarrollo institucional o recreativo como centros deportivos, clubes campestres, parques cementerios. Al igual que en la etapa 1 se ponderan las áreas verdes públicas y se analiza su disponibilidad (m^2/hab) de acuerdo al estándar de la OMS con un mínimo de $10 m^2/habitante$ y un óptimo de $15m^2/habitante$. Las áreas verdes privadas, se ponderan cuantitativamente de acuerdo a indicadores de funcionalidad socio-ecológica. Esta etapa también se encuentra relacionada con los objetivos de desarrollo sostenible 11 (metas 11.7 y 11.a) y 15 (metas 15.1, 15.2, 15.3 y 15.4).

Indicador 3. Áreas espacios públicos infraestructura verde por habitante

El cálculo de indicador permite calificar la disponibilidad de áreas que son socialmente funcionales, las cuales hacen referencia a aquellas áreas que permiten el desarrollo de actividades recreativas y que pueden contribuir al paisaje y estructura urbana de la zona de estudio.

El valor del área con infraestructura verde es de $35635.66 m^2$, para una total de 16834 habitantes, para su cálculo se tomó únicamente el área socialmente funcional correspondiente a parques verdes públicos, vegetación rígida dispersa en ciudad porfía y la zona verde privada (Figura 16).

$$\text{Área espacios públicos por habitante} = \frac{\text{área verde total} - \text{área protegida} - \text{áreas verdes sistema vial}}{\text{habitantes}}$$

El área pública por habitante es de $2,117 m^2$ inferior al estándar de la OMS que establece un rango mínimo de 10 a $15 m^2$. Como no se ubica en el estándar deseado se le asigna la etiqueta lingüística de “Muy Malo”. El valor es bajo a pesar de que los planes de mejoramiento y los POT en la ciudad de Villavicencio están orientados al mejoramiento, aumento y generación de espacios públicos dotados de cobertura vegetal, que sean de fácil acceso para la comunidad.

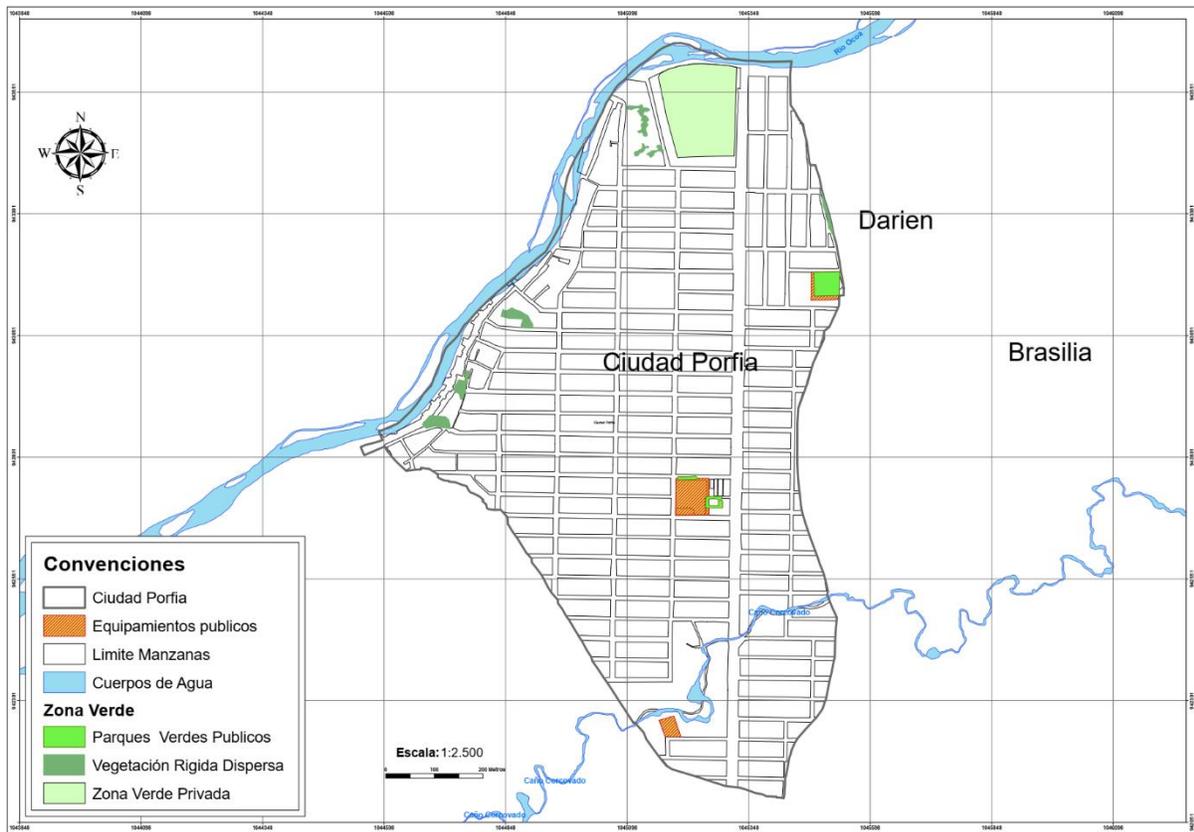


Figura 16. Espacios con infraestructura verde socialmente funcional por habitante, Ciudad Porfía, Villavicencio, 2021. Fuente: Elaboración propia con base al Acuerdo 287 de 2015 de Villavicencio.

Los procesos de urbanización desorganizada en Ciudad Porfía han fragmentado la extensión de áreas verdes, las cuales en la actualidad se limitan a arbolada dispersa en jardines exteriores e interiores y dos complejos deportivos que cuentan con un área verde escasa.

Indicador 4. Área espacio verdes privados

Este indicador tiene como objetivo cuantificar el área verde privada con respecto al área verde total.

$$\text{Área verde privada} = \frac{\text{áreas verdes privadas (m}^2\text{)} * 100\%}{\text{área verde total (m}^2\text{)}}$$

Ciudad Porfía posee una extensión de 853061.8 m², de la cual 26466.41 m² corresponden a espacios verdes de carácter privado y corresponde a una única zona de encuentro deportivo que abarca una extensión de 12536.5 m². Esta área verde de carácter privado representa el 34,729%

del total de áreas verdes presentes en Porfía. No obstante, su acceso es limitado para la comunidad, debido a que se ubica dentro de una finca privada que está en el margen derecho del río Ocoa. Este espacio destaca por ubicarse cercano a la vía Principal de Ciudad Porfía y por una franja de árboles que bordea todo el predio, que es fácilmente identificable y resalta visualmente al ingreso al barrio.

Los habitantes coinciden en que presenta mayor grado de seguridad y mejor estado de conservación que las áreas públicas, basados en la experiencia de visitarla y compartir espacios de cohesión con los vecinos a través de las actividades deportivas. De igual modo, lo perciben como un espacio con aire limpio que influye positivamente en su ambiente. Sin embargo, al ser una finca privada los habitantes de porfía no tienen acceso de manera gratuita al predio, sino únicamente cuando alquilan el complejo deportivo.

Etapas 4. Ciudad con funcionalidad social y ecológica

En esta etapa se evalúan tres componentes que permiten dilucidar el grado funcional a nivel social y ecológico de los espacios verdes, como es la calidad de las áreas verdes en términos de naturalidad, el grado de accesibilidad a las áreas verdes a partir de su distribución y ubicación en relación a los posibles usuarios y, por último, la funcionalidad ecológica en términos de conectividad de los diferentes sistemas de áreas verdes presentes al interior y exterior de la zona de estudio. Esta etapa se encuentra relacionada con los objetivos de desarrollo sostenible 11 (meta 11.7 y 11.a) y 15 (metas 15.1, 15.2, 15.3, 15.4, 15.5 y 15.9).

Indicador 5. Índice de Naturalidad

Establece el porcentaje de áreas que pueden tener cobertura vegetal no endurecida. En esta ocasión el área identificada con vegetación no endurecida es de 12536 m² que corresponde únicamente al área verde privada (Figura 17 y Tabla 4).

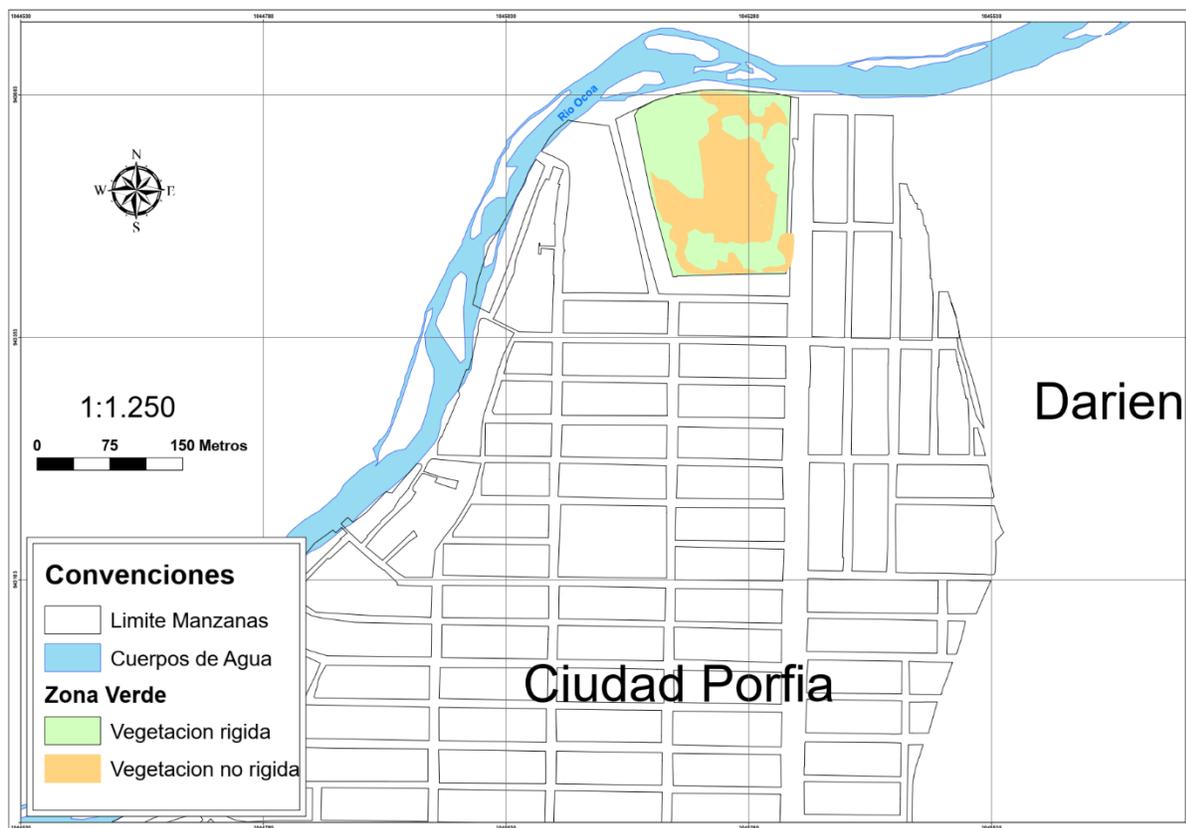


Figura 17. Vegetación sin endurecimiento identificada en Ciudad Porfía, Villavicencio, 2021. Fuente: Elaboración propia con base al Acuerdo 287 de 2015 de Villavicencio.

Para su cálculo, se estimó la relación de las áreas verdes no rígidas y el total de áreas verdes para Ciudad Porfía (76209,23 m²).

$$\text{Índice de naturalidad} = \frac{\text{área verde sin endurecer}}{\text{área verde total}} = \% \text{ de área verde sin endurecer}$$

El índice de naturalidad de ciudad Porfía es de 16.450% y recibe una calificación lingüística de “Bueno”. Esto corresponde a que la vegetación no endurecida se concentra mayormente en una cancha de fútbol y el resto de la vegetación del barrio corresponde a rondas de protección hídrica, parques públicos, separadores viales y vegetación dispersa de tipo arbóreo o rígida.

Para Romanelli and Massone (2016) la calidad ambiental de una zona es proporcional al grado de naturalidad, por lo tanto, entre menor sea la variación de las áreas naturales mejor será la calidad. Sin embargo, para Ciudad Porfía la disponibilidad de áreas verdes no endurecidas de carácter

público es nulo, producto de los asentamientos de viviendas en los lotes baldíos o actividades comerciales informales realizadas en los andenes y separadores viales que podrían albergar vegetación no endurecida.

Tabla 4. Clasificación de espacios verdes privados de Ciudad Porfía, Villavicencio. Fuente: Elaboración propia.

Zona Verde Privada	Área M2	Ha
Área rígida o arbórea	13,930	1.393
Área no rígida o pastos	12,536	1.254
Total	26,466	2.647

Indicador 6. Conectividad Ecológica

Este indicador permite reconocer las áreas verdes conectadas y el grado de conectividad entre ellas. Las zonas identificadas en la Figura 18 corresponden a las zonas verdes dentro de Ciudad Porfía, entre las cuales se encuentran las rondas de protección del Río Ocoa y Caño Corcovado, el área verde privada y los separadores viales de la carrera 43, vía principal de Ciudad Porfía. Sin embargo, estas áreas no tienen una estructura continua que propicie la conectividad ecológica. Debido a que el área verde urbana se encuentra aislada y en filas dentro de la densa matriz urbana y que como se indicó previamente el área verde tan solo representa el 8,934 % del área o terreno denominado Ciudad Porfía.

Las edificaciones y separadores viales no planificadas, no fueron diseñadas para cumplir una función de conectividad ecológica, en cambio ocasionaron una fragmentación en los corredores de vegetación que deben servir de refugio a especies animales y vegetales. Así mismo, los parches de áreas verdes se encuentran aislados unos de otros por lo que no permitirían un espacio verde continuo que funcione como corredor ecológico. Por tanto, la conectividad ecológica se evaluó como difusa y se le asignó una etiqueta lingüística de “Malo” debido a que se evidencio como difuso el número y tamaño de los parches verdes que puedan tener funciones claves como escalones, refugios y corredores de biodiversidad (Romero, Toledo, Órdenes, & Vásquez, 2001).



Figura 18. Aerofotografía de Ciudad Porfía, distribución conectividad ecológica entre áreas verdes internas y externas. Fuente: Elaboración propia con base al Acuerdo 287 de 2015 de Villavicencio e imágenes satelitales de Maxar Technologies.

De igual forma, Ciudad Porfía se encuentra rodeada por zonas de pastizales catalogadas como suelos de actividad ganadera y expansión urbana. Por lo que en la Figura 18 se evidencian los procesos de desarrollo urbano alrededor de Ciudad Porfía que paulatinamente disminuyen la posibilidad de que los espacios de conexión aumenten dentro y fuera de Ciudad Porfía. Es de gran importancia resaltar que la escasa conectividad entre las áreas de protección de los cuerpos de agua y los parches de vegetación al interior de Ciudad Porfía se traducen en una escasez de servicios ecosistémicos que podrían aumentar la calidad de vida de los habitantes de la zona, como de los diversos grupos biológicos (Morales-Cerdas, 2018).

Este indicador representa una oportunidad para que los tomadores de decisiones, propicien estrategias de la planeación urbana que permitan la restauración de la conectividad y disminuyan los impactos antrópicos en el paisaje, favoreciendo los flujos o migración ecológica (Moyano Molano & Rusinque Quintero, 2020).

Indicador 7. Accesibilidad social

Este indicador tiene como objetivo establecer si los espacios verdes tienen una ubicación estratégica que permita el fácil acceso para la comunidad. Para este indicador sólo se contempló las áreas verdes públicas que se expresan en 25803.733 m². La obtención del indicador se realizó mediante la aplicación de un buffer de proximidad de 200 m lineales para identificar el área con acceso fácil acceso a los parques públicos con áreas verdes (Figura 19 y Tabla 5).

$$\text{Accesibilidad social} = \frac{\text{Área con cobertura dentro del buffer (m2)}}{\text{área total Ciudad Porfia}}$$

Para la valoración se adoptó el propuesto por UK National Ecosystem Assessments, que establece como óptimo que todo habitante debe tener al menos accesibilidad a cuatro tipos de áreas verde con las siguientes condiciones de tamaño y distancia: “2ha, <= 300m de la casa 20ha, <= 2km de casa; 100 ha, <= 5 km de casa; y 500 ha, <= 10 km de casa” (Scott, 2014).

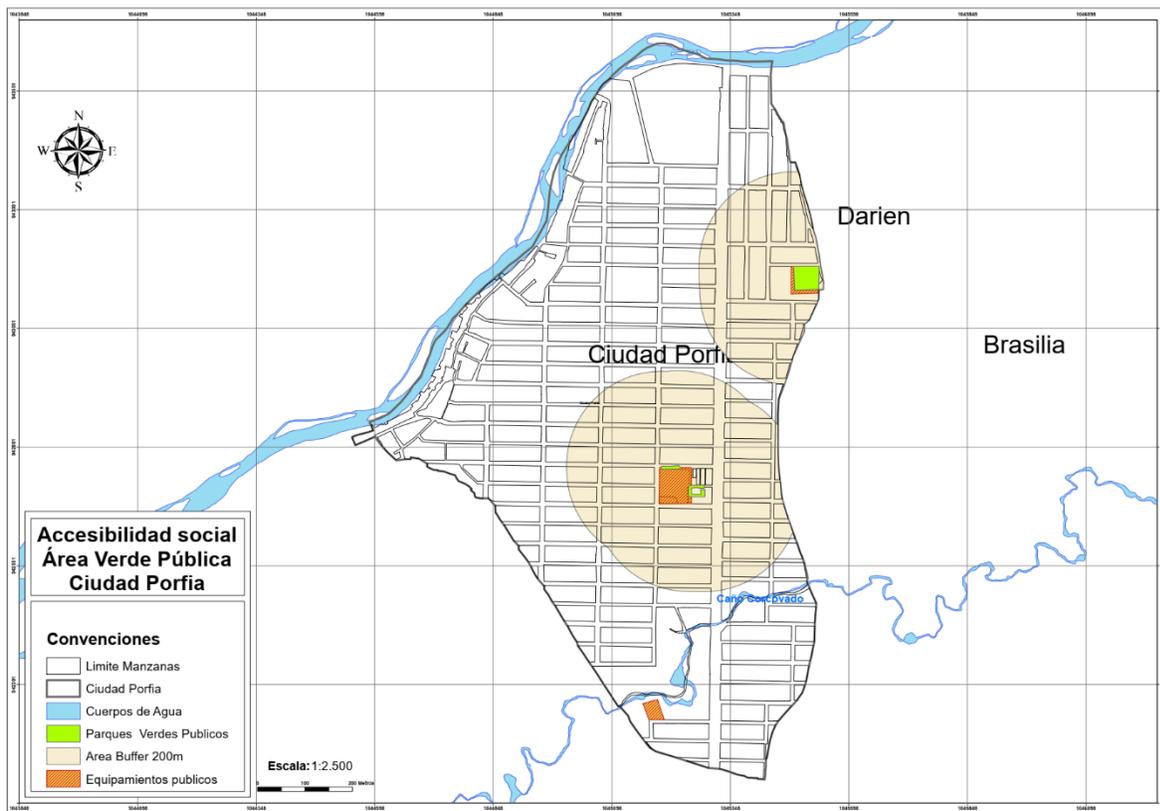


Figura 19. Accesibilidad social a parques con áreas verdes en Ciudad Porfia, Villavicencio, 2021. Fuente: Elaboración propia con base al Acuerdo 287 de 2015 de Villavicencio.

La valoración de este indicador de 30.248% se sitúa en el rango de “Malo”, debido a que solo la población situada a 200 m del parque cumple con el óptimo de accesibilidad propuesto. La falta de áreas públicas disponibles y la accesibilidad a las mismas se ve afectada por problemas de orden social y la falta de organización territorial que brinde una mejor disponibilidad de los recursos. Según Garzón-Ferro (2018), para la ciudad de Villavicencio, se proponen políticas de mediano plazo que buscan la generación de zonas verdes a partir de la transformación del uso del suelo y la administración de terrenos destinados para el equipamiento de parques y zonas verdes.

Esta carencia de espacios obliga a la población a desplazarse a áreas fuera de Ciudad Porfía que suplen las necesidades de esparcimiento físico y mental, recreación y cultura.

Tabla 5. Áreas evaluadas para accesibilidad social a espacios verdes públicos. Fuente: Elaboración propia.

	Área (ha)	Área (m ²)
Buffer (200m) áreas públicas	2.580	25803.73
Ciudad Porfía	85.306	853061.80

Etapas 5. Ciudad social y ecológicamente funcional y resiliente

En esta etapa se evalúan los servicios ecosistémicos que proveen las áreas verdes como la mitigación y regulación del clima local, mediante la captura de CO₂ y la mitigación de islas de calor. Influyendo indirectamente en la demanda de energía y el confort térmico en edificaciones, en especial en climas cálidos. Esta última etapa se relaciona con los objetivos de desarrollo sostenible 7 (meta 7.3), 8 (meta 8.9), 11 (metas 11.7, 11^a), 13 (meta 13b), 15 (metas 15.1, 15.2, 15.3, 15.4, 15.5 y 15.9)

Indicador 8. Captura y almacenamiento de CO₂

Este indicador permite cuantificar las toneladas de CO₂ capturadas, como servicio ecosistémico proveído por las diferentes coberturas vegetales. Permite hacer una relación entre las hectáreas de vegetación en Ciudad Porfía y su capacidad en cuanto a la captura de CO₂.

La información se obtuvo a partir del cálculo de las hectáreas de copa arbórea y área de pastos para el área verde privada, siguiendo lo propuesto por el IPCC (Jennifer C. Jenkins, Ginzo, Ogle, & Verchot, 2006), se tomó el valor de captura de 2.8 tonCO₂/por hectárea/año para cobertura arbórea y de 52,5g de C/m²/año para pastos.

$$\text{CO}_2 \text{ capturado} = \text{ha cobertura de copa} * \text{ton CO}_2 / \text{ha} / \text{año}$$

Este indicador tuvo un valor de 20.304 toneladas de CO₂ por años que corresponde a 17.83 ton CO₂ por cobertura arbórea y 2.5 ton CO₂/ capturados pastos en Ciudad Porfía. La cantidad capturada por árboles es mayor porque existe mayor área con cobertura arbórea correspondiente a la franja de protección hídrica. Sin embargo, la tasa de captura depende del estado de sucesión del bosque (a mayor edad mayor captación) y la densidad de árboles por hectárea (Carvajal & Andrade, 2020.; Zuluaga & Escobar, 2018).

En comparación con zonas naturales, los árboles en ambientes urbanos no tienen que competir por el crecimiento por lo que pueden capturar y almacenar más CO₂ (McHale, Burke, Lefsky, Peper, & McPherson, 2009). Por lo tanto, las coberturas de árboles en Ciudad Porfía proporcionan una mayor eliminación del CO₂ producido con un 17.8 ton CO₂ debido a que presentan una mayor representatividad en la zona. Además, los árboles con hojas grandes y doseles amplios tienen una mayor captación de CO₂ y contaminantes (Soarez, 2012), caso contrario ocurre con los pastizales que poseen una menor área de cobertura pero que brindan una eliminación de 2.5 ton CO₂.

La falta de áreas verdes en las zonas urbanas debido a la falta de planeación por la urbanización de origen informal y manejo de los entes gubernamentales ha reducido la captura de CO₂ y ha privado a la población de los demás servicios ecosistémicos que las coberturas arbóreas proveen (Flores, 2005). Por esto el estado colombiano busca con la Ley 1931 del 2018, implementar la gestión de herramientas que permitan disminuir la vulnerabilidad de la población y ecosistemas, implementando un desarrollo bajo en carbono.

Indicador 9. Regulación del clima local

El cálculo de la temperatura superficial permite identificar la variación del clima por factores como la cobertura vegetal y las propiedades térmicas de las estructuras como el asfalto y concreto. Este índice se estimó a partir de imágenes satelitales de Landsat 8 mediante el uso de las bandas cuatro, cinco, diez y once, para determinar el índice normalizado de vegetación (NDVI) y calcular la temperatura superficial del suelo, obteniéndose un valor mínimo de 21.6°C y máximo de 28.32°C lo cual indica una diferencia de 6.72 °C (Figura 20).

$$\text{Cambio de Temperatura} = \text{Temperatura máxima zona de análisis} - \text{temperatura rural de referencia}$$

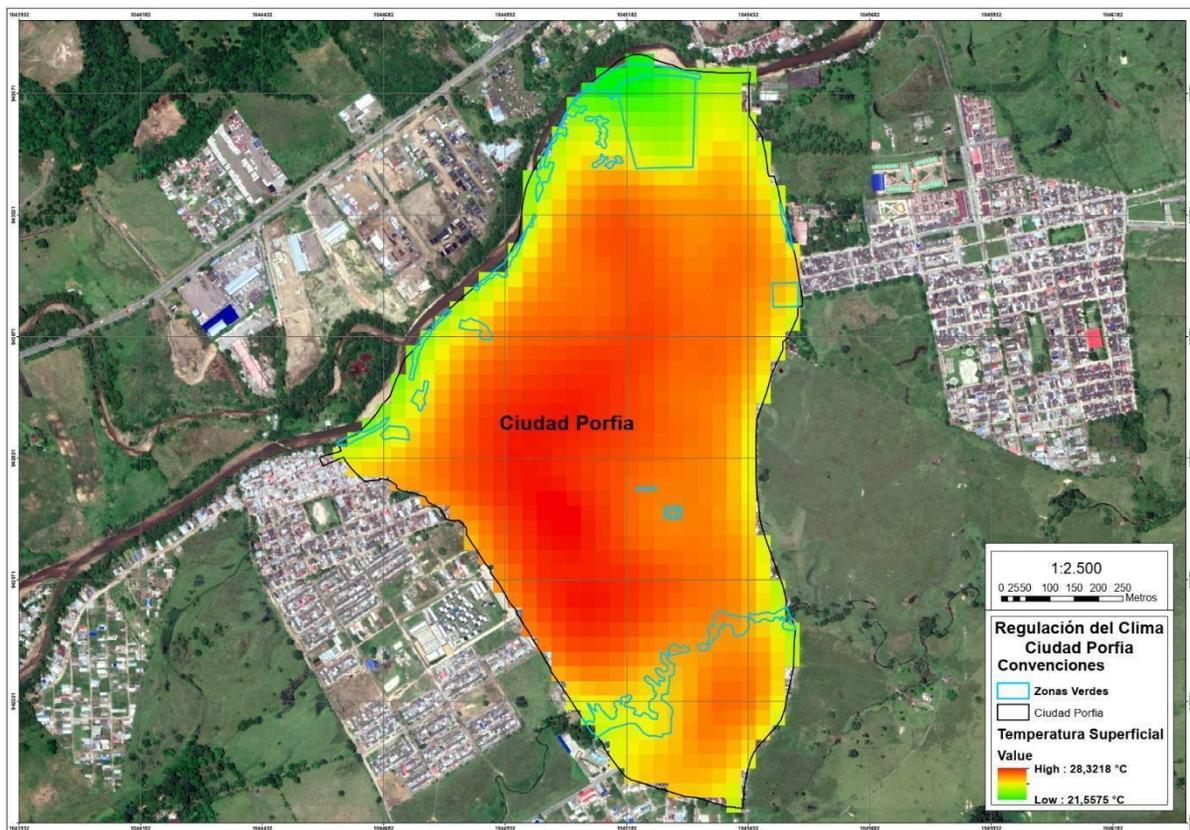


Figura 20. Temperatura superficial del suelo, Ciudad Porfía. Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes satelitales de Landsat 8 (13/01/2021)

La temperatura superficial calculada en este estudio se encuentra dentro del rango de temperatura registrado por el IDEAM para la ciudad de Villavicencio en el año 2019 y 2020 (Figura 21). No obstante, cerca de la zona de estudio no hay estaciones climatológicas que nos brinden el dato exacto, por lo que este método de medición de temperaturas representa una alternativa válida para el cálculo de temperaturas.

Como se observa en el mapa las áreas con las temperaturas más bajas en Ciudad Porfía son las que se encuentran cercanas a parches de vegetación, en especial las zonas cercanas a los remanentes de las franjas de protección del recurso hídrico, siendo las áreas con temperaturas más altas las de mayor densidad poblacional y escasa cobertura vegetal.

El valor de 6.72 °C se sitúa en la categoría de “Malo”, dicho valor es producto del reemplazo de la vegetación por otro tipo de cobertura como asfalto que no ayuda a la amortiguación de la temperatura local, absorbiendo, interceptando y reflejando los rayos del sol, moderando la velocidad el viento y favoreciendo la evapotranspiración (Britto Correa, 2001).

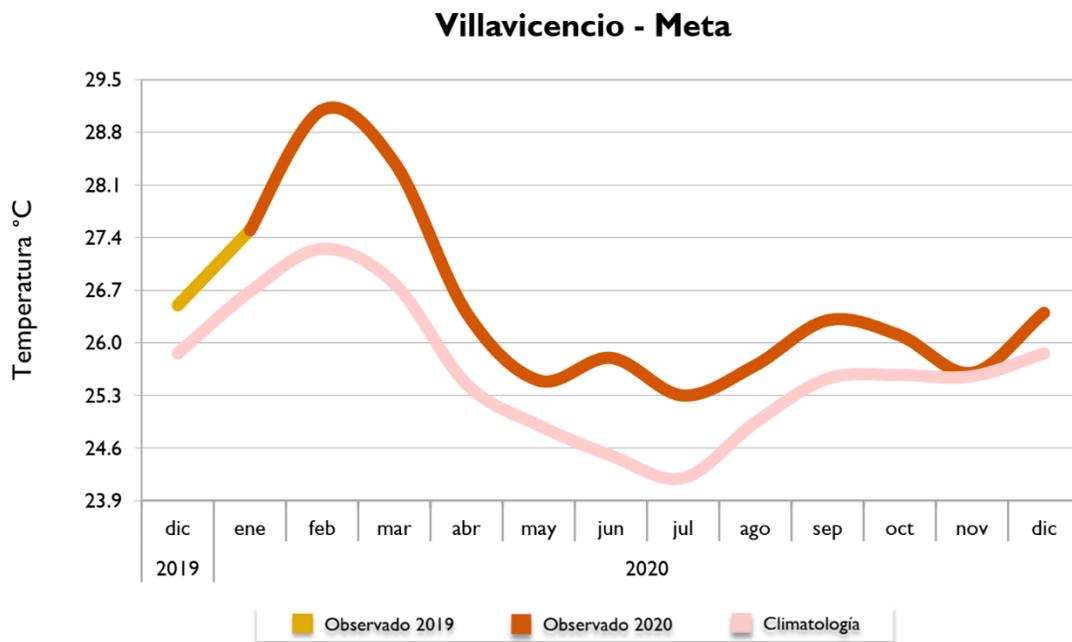


Figura 21. Temperatura en el año 2019 y 2020 para la ciudad de Villavicencio, están expresadas en grados centígrados. Fuente: Boletín climatológico 2020, seguimiento mensual de la temperatura media (IDEAM, 2020a).

Ciudad Porfía cuenta con un separador vial, que tiene vegetación dispersa y que contribuye con la regulación del clima local, pero la vegetación se ha ido reemplazando por carpas de negocios informales de venta de comidas, ropa u otros. En consecuencia, la oportunidad de que la vegetación del separador actúa como amortiguador del clima local va disminuyendo por la transformación del uso del suelo.

Resultados de la evaluación comprensiva difusa sector Ecología Urbana

A partir de los resultados obtenidos en cada uno de los indicadores propuestos y evaluados para el sector de ecología urbana, se procedió a realizar la valoración a nivel de etapas mediante el Método de Evaluación Comprensiva (FCEM, por sus siglas en inglés: Fuzzy Comprehensive Evaluation Method) que permite evaluar de forma simultánea diferentes indicadores con grados de pertinencia o valoración diferentes (Cadena et al., 2020). A su vez admite otorgarles un mayor peso a los indicadores más importantes como gestionar el nivel de importancia de un indicador en caso de que la información o datos obtenidos no sean del todo fiables por antigüedad, difícil consecución o por el error estándar asociado al mismo. Como se indicó al inicio de este sector, los indicadores fueron evaluados y posteriormente catalogados mediante etiquetas lingüísticas de acuerdo con su desempeño en “Muy Malo”, “Malo”, “Regular”, “Bueno” y “Muy Bueno”.

Los grados de pertenencia para cada uno de los rangos de valoración otorgados a los indicadores se definieron a partir de funciones tipo trapecio que caracterizan a cada una de las etiquetas lingüísticas establecidas. En la Figura 22 se muestra el resultado de los nueve indicadores evaluados, de los cuales cuatro son de tipo cualitativo (Área verde protegida, Área espacios verdes privados, Conectividad ecológica, Captura y almacenamiento de CO₂) y los cinco restantes de tipo cuantitativo. Como se observa en la figura, los indicadores de “Área verde pública por habitante” y “Área espacios públicos infraestructura verde por habitante” tienen asociados en su evaluación dos valoraciones lingüísticas con diferente grado de pertenencia. Una etiqueta de “Muy Malo” en mayor medida, seguido de la etiqueta “Malo”. De forma similar se valoró el indicador de “índice de naturalidad” con una etiqueta lingüística de “Muy Bueno” en mayor medida, seguida de una valoración de “Bueno”. Así como el indicador de “accesibilidad social” con una etiqueta de

“Malo” y una leve tendencia a “Regular”. El resto de indicadores fueron evaluados con un 100% de pertenencia para la categoría lingüística de “Malo”.

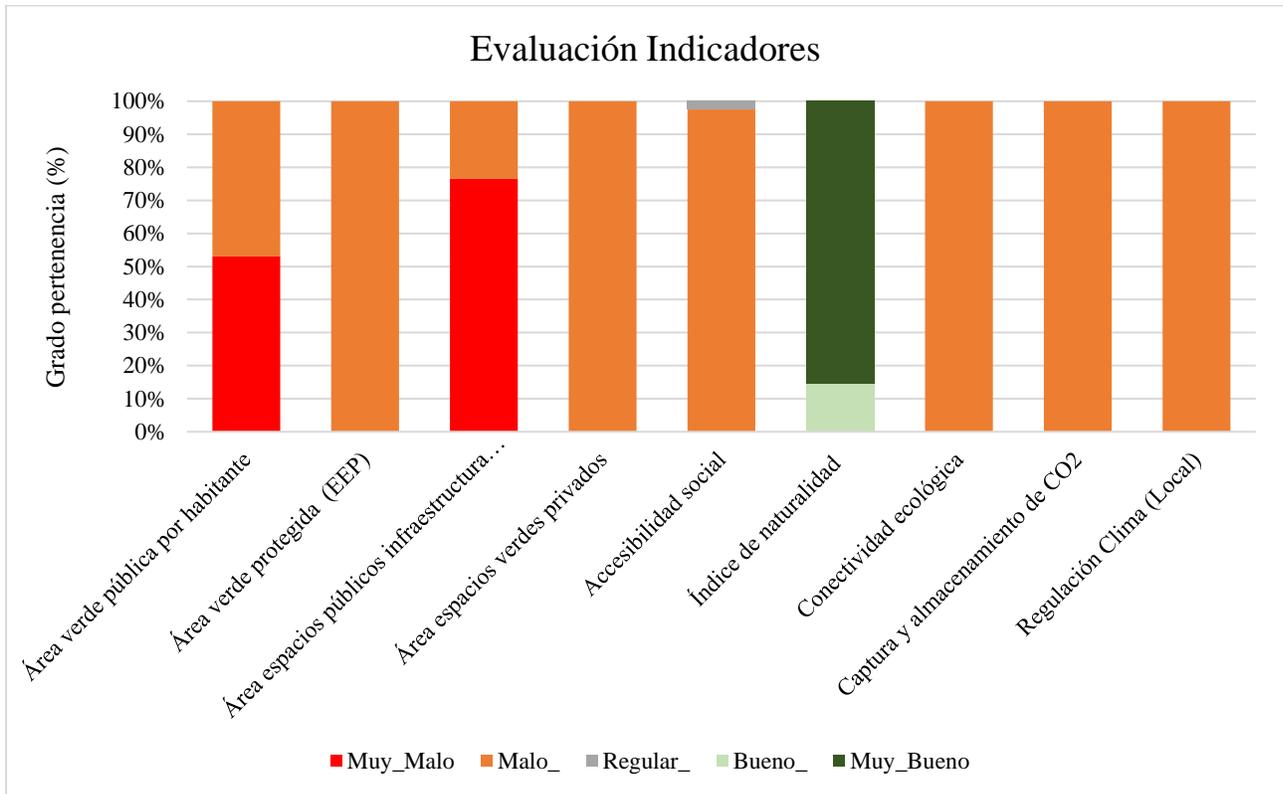


Figura 22. Evaluación de indicadores del sector de ecología urbana para Ciudad Porfía. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6 se presenta el consolidado de la evaluación final y los grados de pertenencia de asociados a cada uno de los indicadores de acuerdo a los resultados descritos en las secciones anteriores. Gracias a esta metodología donde se genera una etiqueta lingüística y el grado de pertenencia de la misma, es posible identificar los indicadores que requieren de atención prioritaria como “Área verde pública por habitante” y “Área espacios públicos infraestructura verde por habitante” valorados con una etiqueta lingüística de “Muy Malo” seguido de los seis indicadores valorados con la etiqueta de “malo”. De manera que los tomadores de decisiones pueden evaluar posibles acciones de mejora basado en los resultados obtenidos y así mismo realizar una distribución adecuada de los recursos con base al nivel de importancia o atención requerido por cada uno de los indicadores evaluados.

Tabla 6. Evaluación final de indicadores sector ecología urbana en Ciudad Porfía, grado de pertenencia y etiqueta lingüística. Fuente: Elaboración propia.

Indicadores	Etiqueta	Grado de Pertenencia
Área verde pública por habitante	Muy Malo	0,530
Área verde protegida (EEP)	Malo	1,000
Área espacios públicos infraestructura verde por habitante	Muy Malo	0,766
Área espacios verdes privados	Malo	1,000
Accesibilidad social	Malo	0,975
Índice de naturalidad	Muy Bueno	0,855
Conectividad ecológica	Malo	1,000
Captura y almacenamiento de CO2	Malo	1,000
Regulación Clima (Local)	Malo	1,000

A partir de las etiquetas lingüísticas y grados de pertenencia determinados para cada indicador se realizó la evaluación a nivel de etapa. Para ello, se establecieron pesos iguales para cada uno de los indicadores establecidos en cada etapa, como se evidencia en la Tabla 7. De esta manera, se evaluaron de forma consecutiva los indicadores desde la etapa de “Ciudad con espacio público verde” con un solo indicador, hasta la etapa de “Ciudad social y ecológicamente funcional y resiliente” con todos los nueve indicadores empleados. Generando así una valoración o ponderación a nivel de etapa como se indica en la Tabla 8, obteniendo como resultado una distribución en orden de categoría lingüística y grados de pertenencia a nivel de etapa que a su vez corresponde a la distribución lingüística de los indicadores.

Los resultados de la evaluación final a nivel de etapa para Ciudad Porfía (Tabla 8 y Figura 23) indican que la etapa 1 - “Ciudad con espacio público verde” es la que presenta menor calificación con un 22,039% correspondiendo a una evaluación lingüística de “Malo” con un grado de pertenencia de 0,597. No obstante, se puede observar que dicha etapa tiene una tendencia a la etiqueta lingüística a “Muy Malo” con un grado de pertenencia de 0,403. La etapa 2 - “Ciudad con funcionalidad social y ecológica” presenta una calificación de 33,010% correspondiendo a una evaluación de “Malo” con una tendencia a “Muy Malo”. Mientras la Etapa 3 – “Ciudad con estructura ecológica integral (áreas verdes diferenciadas y complementarias)” con una calificación de 28,618% presenta una evaluación mayoritariamente “Muy Mala” con una tendencia a “Malo”. Por el contrario, las Etapas 4 y 5 con calificaciones de 39,582% y 41,129% respectivamente se evaluaron como “Malo” con ligeras tendencias a “Regular”.

Tabla 7. Pesos asignados a los indicadores según la etapa sector ecología urbana en Ciudad Porfía. Fuente: Elaboración propia

Indicador	Etapas				
	Ciudad con espacio público verde	Ciudad con estructura ecológica principal	Ciudad con estructura ecológica integral	Ciudad con funcionalidad social y ecológica	Ciudad social y ecológicamente funcional y resiliente
Área verde pública por habitante	100%	50%	25%	14,29%	11,11%
Área verde protegida (EEP)		50%	25%	14,29%	11,11%
Área espacios públicos infraestructura verde por habitante			25%	14,29%	11,11%
Área espacios verdes privados			25%	14,29%	11,11%
Accesibilidad (Social)				14,29%	11,11%
Conectividad ecológica				14,29%	11,11%
Índice de naturalidad				14,29%	11,11%
Captura y almacenamiento de carbono					11,11%
Regulación Clima (Local)					11,11%

Tabla 8. Evaluación final de las etapas sector ecología urbana en Ciudad Porfía. Fuente: Elaboración propia.

Etapa	Valoración etapa (%)	Etiquetas de evaluación				
		Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
Ciudad con espacio público Verde	22,039	0,403	0,597	0,000	0,000	0,000
Ciudad con estructura ecológica principal	33,010	0,351	0,649	0,000	0,000	0,000
Ciudad con estructura ecológica integral (áreas verdes diferenciadas y complementarias)	28,618	0,529	0,471	0,000	0,000	0,000
Ciudad con funcionalidad social y ecológica	39,582	0,000	0,884	0,116	0,000	0,000
Ciudad social y ecológicamente segura y sostenible	41,129	0,000	0,919	0,081	0,000	0,000

La distribución de los resultados en cada una de las etapas corresponde a las valoraciones obtenidas de los indicadores (Tabla 6). Evidenciándose que la mayoría de los indicadores recibieron las etiquetas lingüísticas de “Muy Malo” y “Malo”. Sin embargo, en la Etapa 4 y 5 al considerarse el indicador “Índice de naturalidad” con una etiqueta mayoritariamente “Muy Bueno” la evaluación de las etapas cambio a “Malo” con una ligera tendencia a “Regular”. De esta manera se demuestra la correlación entre los valores a lo largo del proceso de evaluación a nivel de indicador y

posteriormente de etapa. A su vez, el método de evaluación comprensiva difusa empleado a lo largo de este estudio permite evaluar aspectos diferentes de un solo sector y dar una breve evaluación de la realidad de los recursos y servicios ecosistémicos evaluadas como en este sector de ecología urbana y determinar las áreas de atención de especial atención con miras a cumplir los objetivos y metas propuestas a nivel global para un desarrollo sostenible que permitan el mejoramiento de la calidad vida en las ciudades a través de un desarrollo armónico con los ecosistemas asociados.

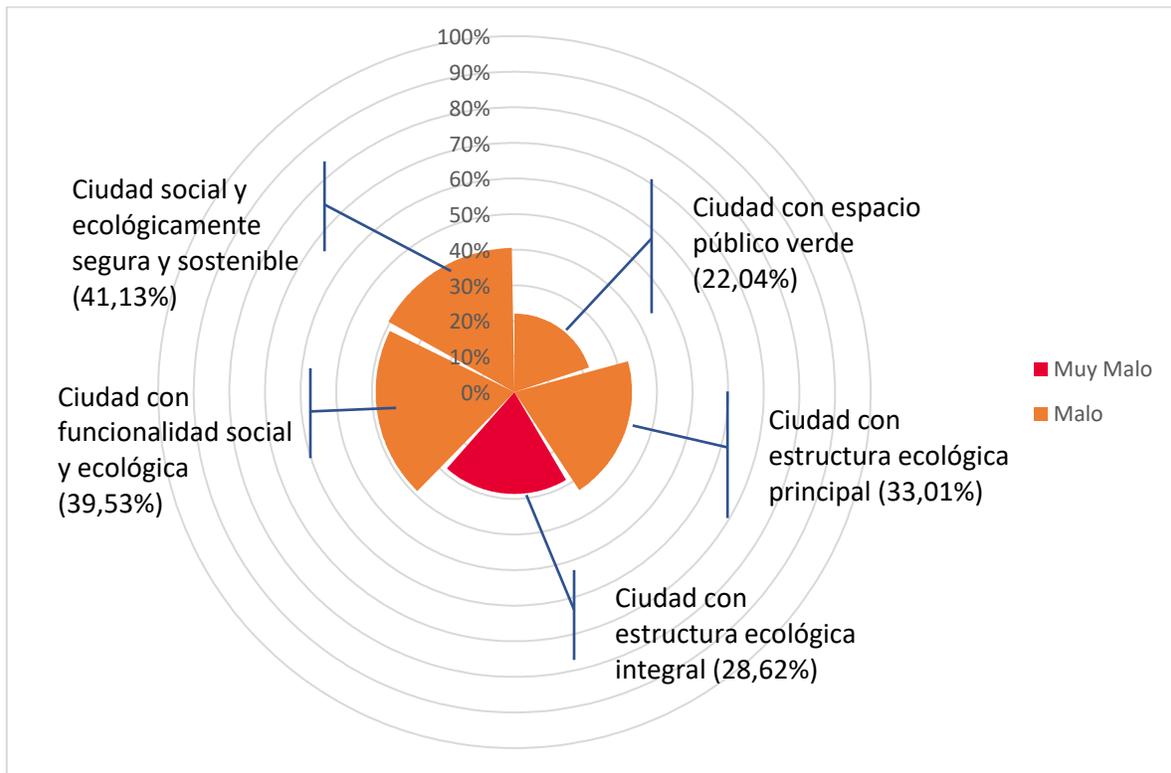


Figura 23. Valoración final de las etapas sector ecología urbana en Ciudad Porfía. Fuente: Elaboración propia.

Sector Recurso Hídrico

El análisis del sector del recurso hídrico de Ciudad Porfía constituye el segundo sector de evaluación del estado de los recursos naturales y servicios ecosistémicos de la cuenca hidrológica del río Ocoa en la ciudad de Villavicencio, mediante la aplicación de diferentes metodologías para recolectar información primaria y secundaria que permitiera establecer y analizar una serie de indicadores formulados y agrupados en un total de seis etapas; estas evalúan factores como el suministro y calidad del agua, la cobertura de los servicios de acueducto y alcantarillado, la calidad del agua del cuerpo receptor, el agua reutilizada, la conciencia pública de los habitantes, entre otros. Este enfoque por etapas permite vislumbrar el estado del recurso hídrico desde su etapa más básica que es el suministro hasta llegar a una ciudad sensible al uso y conservación del recurso agua. En la Tabla 9 se muestra el resumen del manejo integrado del recurso hídrico en Ciudad Porfía en cada uno de los indicadores y etapas evaluadas.

Manejo del recurso hídrico en Ciudad Porfía

El servicio de acueducto y alcantarillado en Ciudad Porfía es prestado en su gran mayoría por la Asociación de Gestores Comunitarios de Servicios Públicos de Ciudad Porfía- Asogestores. Tiene como fuente de abastecimiento superficial el cuerpo de agua denominado como caño La Linda, del cual se abastece en un 100% el sistema total de acueducto. La bocatoma ubicada en el corregimiento 1 de Villavicencio en la vereda San Luid de Ocoa cuenta con una capacidad de diseño de aproximadamente 200 L/s y con un permiso de concesión de 100.5 L/s (Superservicios, 2014)-

En el sitio web de la empresa Asogestores se encuentra publicado un fragmento del expediente de concesión por parte de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena (Cormacarena) de 145.26 L/s año 2023 (Asogestores, 2018), para consumo humano y uso doméstico que abastezca la Comunidad del Barrio Ciudad Porfía y se realiza mediante una bocatoma tipo presa mixta. Este sistema tiene un desarenador convencional, construido en concreto reforzado de 16 m de largo, 3 m de ancho, 3 m de fondo con su correspondiente ByPass operacional y de drenaje. La estructura de la bocatoma como la del desarenador se encuentra en buen estado (Superservicios, 2014).

Tabla 9. Etapas e indicadores evaluados para la dimensión de recurso hídrico con sus respectivas unidades y marcos de referencia. Fuente: Elaboración propia. Dimensión Recurso hídrico.

Etapa	Indicador	Nombre	Valor	Unidad
Ciudad con suministro de agua	1	Cobertura del servicio de Acueducto	90,2	% cobertura
	2	Cumplimiento de la calidad requerida del agua	33,33	% muestras que cumplen
	3	Asequibilidad al servicio de acueducto y alcantarillado	Estrato 1 (AR): -88,495 Estrato 1 (NAR):4,814	% asequibilidad económica al servicio
			Estrato 2 (AR):6,994 Estrato 2 (NAR):0,113	
4	Continuidad del servicio de acueducto	50	%continuidad año	
Ciudad con alcantarillado sanitario	5	Cobertura del servicio de alcantarillado sanitario	90,9	% de cobertura
Ciudad con drenaje pluvial	6	Cobertura del servicio de alcantarillado pluvial	No aplica	No aplica
Ciudad con calidad de cuerpos de agua	7	Calidad del cuerpo de agua receptor	49.5	Índice calidad agua
	8	Agua residual tratada al nivel de calidad requerido	0	m ³ de agua residual tratada
Ciudad con ciclo de agua	9	Consumo promedio de agua potable por habitante	140,988	L/habitante/día
	10	Agua aprovechada y reutilizada a nivel residencial	47,9	% de hogares que reutilizan el agua
	11	Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento	No aplica	No aplica
Ciudad sensible al agua	12	Conciencia pública	31,652	% de habitantes con conciencia pública

Etapa 1. Ciudad con suministro de agua

Esta etapa comprende la cobertura y continuidad del servicio de acueducto o abastecimiento de agua potable en los hogares, a una calidad adecuada en el cumplimiento de la calidad requerida y la cantidad necesaria para suplir sus necesidades. Se considera la asequibilidad puesto que el servicio de acueducto y saneamiento está regido por un régimen de tarifas que puede determinar el acceso a este. Esta etapa se relaciona con los objetivos de desarrollo sostenible 6 (metas 6.1 y 6.4) y 10 (meta 10.4).

Indicador 1. Cobertura del servicio de Acueducto

Este indicador evalúa la cobertura del servicio de acueducto en Ciudad Porfía. Se establece a partir de la relación del número de viviendas conectadas al servicio de acueducto y el número total de viviendas en el área. La información se obtuvo a través de la encuesta a la población y los reportes en el Sistema Único de Información Públicos Domiciliarios (SUI, 2021). Se establecen dos escenarios para su estimación:

a) Número de viviendas reportadas ante la Superintendencia de Servicios públicos domiciliarios (Superservicios) como conectadas al servicio de acueducto y número de viviendas totales en el área. Se usan los datos del informe para el año 2014 donde se reportaban 4114 suscriptores y un total de 4562 viviendas (Superservicios, 2014).

$$\%Cobertura\ del\ servicio\ de\ acueducto = \frac{Número\ de\ encuestados\ conectados\ al\ acueducto}{Número\ de\ viviendas\ en\ el\ área}$$

b) Número de viviendas registradas en la encuesta que se encuentran conectadas al servicio de acueducto y número de viviendas en el área.

$$\%Cobertura\ del\ servicio\ de\ acueducto = \frac{Número\ de\ encuestados\ conectados\ al\ acueducto}{Número\ de\ viviendas\ en\ el\ área}$$

Superservicios (2014) reportó una cobertura de 90,2% que concuerda con la de la Figura 24, la estimación a partir de la encuesta contempla un 98,88% de cobertura de acueducto. En esta medida, los resultados obtenidos para este indicador en el desarrollo del estudio sugieren un aumento de la cobertura del acueducto en Ciudad Porfía, en los últimos seis años.

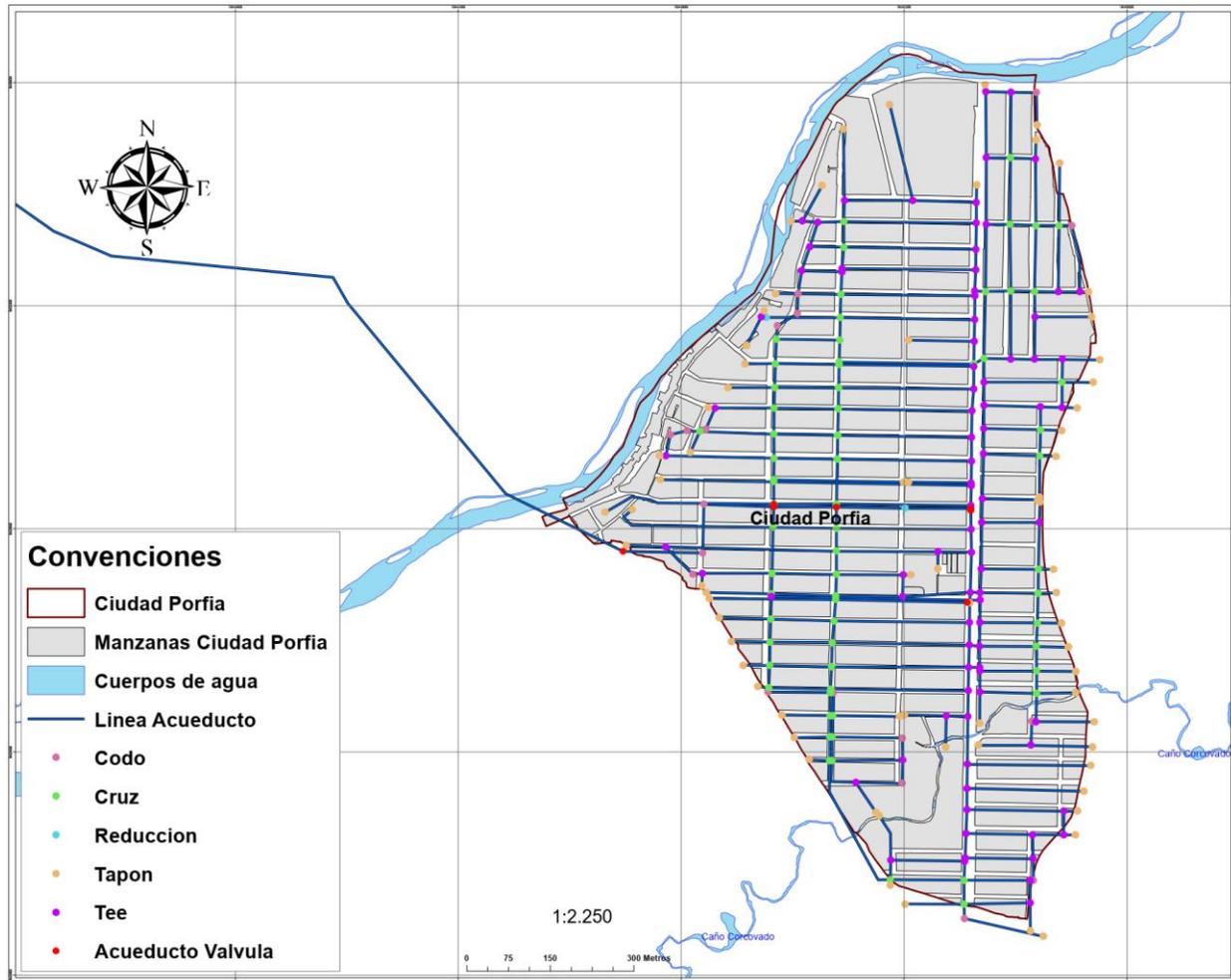


Figura 24. Cobertura del servicio de acueducto de Ciudad Porfía, Villavicencio. Fuente: Elaboración propia con base al Acuerdo 287 de 2015 de Villavicencio.

Considerando el hecho de que Asogestores es la única empresa prestadora del servicio de acueducto identificada en Ciudad Porfía, el 1.12 % restante de los encuestados cuentan con acceso a agua mediante pozo profundo o aljibe. En este caso se considera que el incremento en la cobertura registrado responde a un aumento de las redes hidráulicas instaladas por la empresa con el fin de surtir el servicio a todo el barrio. No obstante, no se tuvo acceso al número real de suscriptores a febrero de 2021, por lo que desconocemos si la cobertura en la actualidad se encuentra en dicho

porcentaje encontrado o si por el contrario se ha mantenido en lo reportado por Superservicios (2014).

Sin embargo, la encuesta es una oportunidad para que los vacíos de información pública respecto a cobertura de acueducto puedan ser subsanados debido a la negativa de las empresas prestadoras de servicios de tipo privado o comunitario a reportar información de carácter público, ya sea a los entes públicos de control, usuarios, suscriptores y/o terceros. También es un llamado para que los gestores del recurso y tomadores de decisiones en la región y principalmente en el municipio establezcan estrategias para que los datos de cobertura del servicio, sean reportados a plataformas de acceso libre como el SUI y la aplicación web SIVICAP del Instituto Nacional de Salud, que permita una retroalimentación continua de los servicios prestados a los residentes de un área, la calidad de los mismos, las carencias y las medidas de conservación posibles que puedan aplicarse a los recursos implicados.

Este indicador fue propuesto dadas las particularidades de algunos territorios que crecen de forma acelerada, sin planificación sean de carácter formal o informal a la fecha, pero que requieren de servicios públicos y que por ende deben evaluarse la cobertura para garantizar el acceso a la población a un servicio que propicie una mejoría en su calidad de vida.

Indicador 2. Cumplimiento de la calidad requerida del agua

Permite cuantificar el cumplimiento de la calidad requerida del agua según el uso. Se utilizó información de los entes de control de salubridad del Departamento del Meta y el Municipio de Villavicencio.

$$\text{Cumplimiento de la calidad requerida del agua (\%)} = \frac{M_c}{M_T} * 100$$

El valor de cumplimiento es de 33,33% para el año 2020, ubicándose en la categoría de “Malo”. La información obtenida de los entes de control comprendía los años 2019 y 2020. En cada año solo se tomaron y evaluaron tres muestras de agua, pero sólo una cumplió en cada año con los valores de calidad exigidos, las muestras que no se consideraron es donde se detectó la ausencia de valores para algún parámetro. El IRCA del año 2019 fue estimado en un 24.22% con un nivel

de riesgo regular, lo que se traduce en agua no apta para consumo humano (MADS, 2007). El IRCA para el 2020 fue estimado en un 12.35% con un nivel de riesgo bajo, lo que se traduce en agua no apta para consumo humano, pero susceptible al mejoramiento (MADS, 2007).

Es importante tener en cuenta que esta información hace referencia únicamente a la información reportada para muestras tomadas por otras entidades diferentes al acueducto, que no tienen la misma periodicidad. Se calculó a partir de los resultados de Informes de análisis de calidad del agua 2019-2020 realizados por el Laboratorio Departamental de Salud Pública del Meta, los reportes al Sistema Único de Información - SUI y al sistema SIVICAP para el 2019. Se siguieron los lineamientos de la Resolución 2115 de 2007 que establece los parámetros para considerar las muestras (MADS, 2007).

Indicador 3. Asequibilidad al servicio de acueducto y alcantarillado

Mide la asequibilidad de los habitantes al servicio de agua potable y alcantarillado. Este indicador se evalúa a partir de la tarifa y consumo del acueducto y alcantarillado por cada hogar con respecto a sus ingresos y gastos esenciales. La información se obtuvo a partir de las encuestas realizadas a la población y se discriminó su resultado por estratos.

Este indicador se analizó para dos escenarios distintos: el primer escenario se establece para los habitantes que solventan dentro de sus gastos el pago del arriendo; se consideró casas, apartamentos y apartaestudios en las que se pagará una factura de forma individual o no estuviera contemplada dentro del valor del canon de arrendamiento. Pero para su valoración se tuvo en cuenta únicamente el estrato 2 por ser donde se concentra el 68.6 % de la población encuestada, que cuenta con el servicio de acueducto y alcantarillado. La asequibilidad del servicio es de 6,994 % para el estrato 2, y se ubica en la categoría lingüística de “Bueno”.

Es necesario resaltar, que en el estrato 1 la valoración de asequibilidad es a partir de 32 hogares encuestados y su valor es de -88,49, producto de que sus ingresos no alcanzan a subsanar los gastos para cubrir todas sus necesidades básicas, incluyendo los gastos asociados al pago de los dos servicios prestados por Asogestores. Como no es una muestra representativa no se puede

asumir que sea el comportamiento de todos los hogares del estrato 1, pero representa una oportunidad para que las estrategias sociales se enfoquen en mejorar la asequibilidad al servicio.

El segundo escenario, se establece para los habitantes con vivienda propia o de carácter familiar, por lo tanto, dichos hogares no son susceptibles al gasto de arriendo. La asequibilidad del servicio para los hogares en el estrato 1 es de 4.814 % con una valoración de bueno y 0.113 % para el estrato 2 con una valoración de muy bueno.

En relación con la satisfacción de la calidad del servicio recibido y el valor pagado por el mismo, se realizó un análisis a partir de las respuestas obtenidas a través de la encuesta, los valores registrados de satisfacción se presentan en la Figura 25.

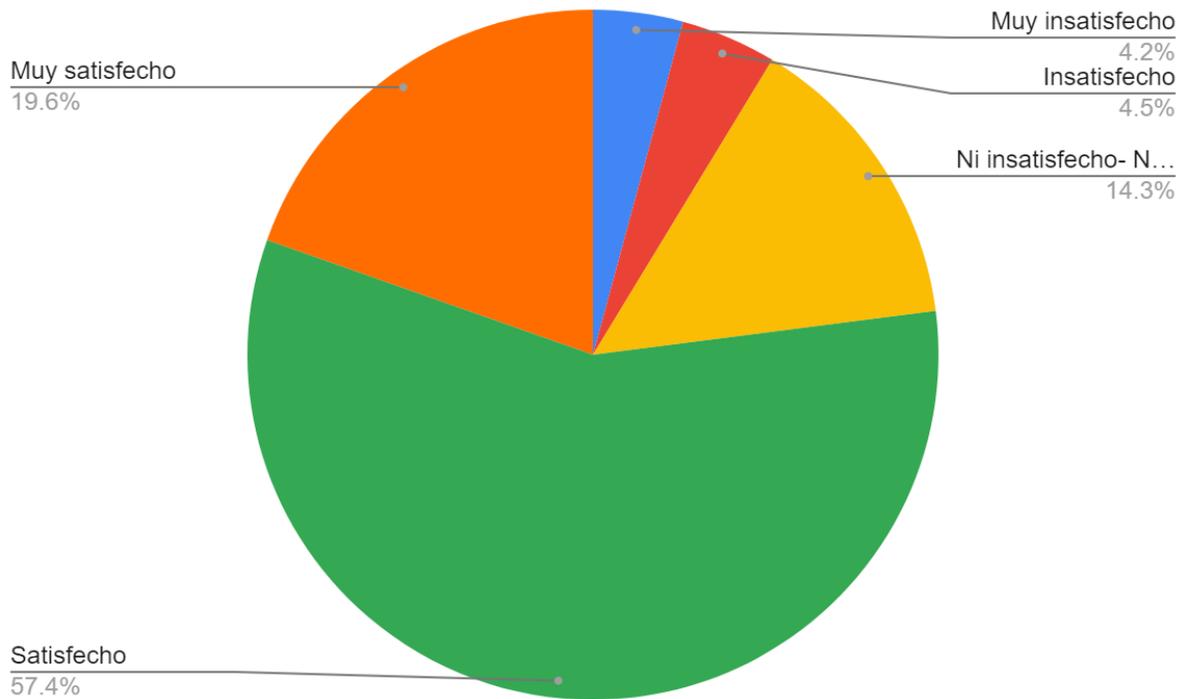


Figura 25. Porcentaje de satisfacción sobre el valor y la calidad recibida del servicio de acueducto en Ciudad Porfía. Fuente: elaboración propia.

En este caso particular, los encuestados manifiestan que por su naturaleza comunitaria el servicio no es suspendido a pesar de la acumulación de facturas sin pagar, lo que facilita de alguna manera la asequibilidad del servicio. De igual forma, los encuestados coinciden en que la tarifa es menor a la tarifa media de otros acueductos, debido a que se factura sobre una tarifa básica de 16 m³

para todas las viviendas de carácter residencial, dada la ausencia de equipos de micromedición que registre el consumo real, por lo que cerca del 70% de los encuestados se encuentra satisfecho y tan solo un 9% está tiene algún nivel de insatisfacción frente al servicio recibido.

Indicador 4. Continuidad del servicio de acueducto

El servicio de acueducto en ciudad Porfía es de organización tipo comunitaria y tiene la particularidad de que se abastece de una fuente hídrica diferente a la del acueducto municipal. Por esto se propone evaluar con este indicador la continuidad del servicio de acueducto, con respecto a horas que el usuario recibe el servicio del recurso hídrico en su hogar a lo largo de un año. Se usa como fuente de información la reportada en el SUI, los boletines de prensa de la Alcaldía municipal y la encuesta realizada a la población.

Para el año 2014, la evaluación de continuidad del servicio prestado por Asogestores, presentó un reporte de 12 horas/día, es decir los habitantes tenían una continuidad del 50% (Superservicios, 2014). Se realizó un estimativo mediante encuestas sobre la continuidad del servicio en la actualidad, se registró el número de días por semana y número de horas por día en las que el usuario recibía el servicio, obteniendo un valor de 44,71%, lo que sugiere que disminuyó en los últimos seis años. Ya que no fue posible obtener información primaria, se da una valoración lingüística de “Malo” para el año 2014 y febrero de 2021, según la resolución 316 de 2005 Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA (2005), donde se establece un óptimo de continuidad del 90 a 100%.

Los resultados advierten que la empresa de acueducto no tiene la capacidad técnica para suplir el servicio en todo momento, ni garantizar el adecuado uso y mantenimiento del recurso, es decir no cuenta con una infraestructura como tanques de reserva o fuentes alternas de captación para satisfacer la demanda de la población en los picos de consumo diarios en el sistema. Esta alta dependencia del acueducto a una sola fuente de abastecimiento requiere de una inversión mayor en un plan de contingencia que atienda de manera propicia el acceso al agua de forma continua.

Cabe resaltar que la superintendencia calculaba en el 2014 un índice de agua no contabilizada de al menos un 69% y que Asogestores proyecta una disminución gradual de la pérdida de agua hasta llegar a un 25% en el 2029 con el fin de mejorar el servicio de acueducto en Ciudad Porfía (Superservicios, 2014). De los resultados se evidencia que el indicador es idóneo para evaluar si las condiciones de acceso al servicio de agua potable han mejorado en el tiempo, en los territorios como Villavicencio donde la escasez de agua se ve afectada por fallas frecuentes en el sistema de distribución o la baja capacidad técnica para garantizar un servicio 24h/7d a sus habitantes.

Este indicador es uno de los dos propuestos para este estudio, y se debe considerar su inclusión en la herramienta para evaluar el uso y estado del recurso hídrico en desarrollos urbanos de vieja y nueva data. Permitiendo evaluar si la capacidad del sistema se suministró de agua potable o tratada corresponde a la demanda hídrica de la población o la normatividad vigente. A su vez propicia un esquema de mejora tanto en el sector de agua potable como en el de saneamiento básico para poder cubrir las necesidades de suministro, calidad, cobertura y continuidad de la zona o población de estudio

Etapas 2. Ciudad con alcantarillado sanitario

Se considera únicamente la cobertura de infraestructura para la recolección y transporte de aguas grises de cada hogar. Se evalúa a partir del número de hogares conectados al servicio de alcantarillado, pero no se contempla los tratamientos de aguas residuales para esta etapa. Esta etapa se encuentra relacionada con los objetivos de desarrollo sostenible 6 (meta 6.2).

Indicador 5. Cobertura del servicio de alcantarillado sanitario

Este indicador pretende cuantificar el porcentaje de la población con acceso al servicio de alcantarillado sanitario), con el fin de establecer si existe un déficit en la prestación del servicio. Para el 2014 Ciudad Porfía contaba con una cobertura del 90,9% (Figura 26) y un sistema de recolección combinado que transportaba las aguas residuales de los hogares hasta el colector Ocoa (Superservicios, 2014). Bajo el contrato 101 de 2017 suscrito para la construcción del alcantarillado sanitario en Ciudad Porfía EDESA generó la conexión del alcantarillado de ciudad

Porfía al tubo colector de aguas servidas del Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio, donde se recolectan actualmente (Alcaldía Villavicencio, 2017; Periódico del Meta, 2017). Se calculó la cobertura del siguiente modo:

$$\text{Cobertura de alcantarillado sanitario (\%)} = \frac{UV_s}{UV_t} * 100 \%$$

La cobertura calculada según la encuesta es de 98.88%. Pero como lo sugiere la Superintendencia de servicios públicos - Superservicios (2019), se deben considerar dentro de las alternativas para el manejo de aguas residuales pozos sépticos. En este caso se identificó que el 1.12% tiene el manejo de aguas residuales mediante pozo séptico. La valoración de este indicador se realiza a partir de la cobertura reportada por Superservicios (2014) ubicándose en la etiqueta lingüística de “Regular”.

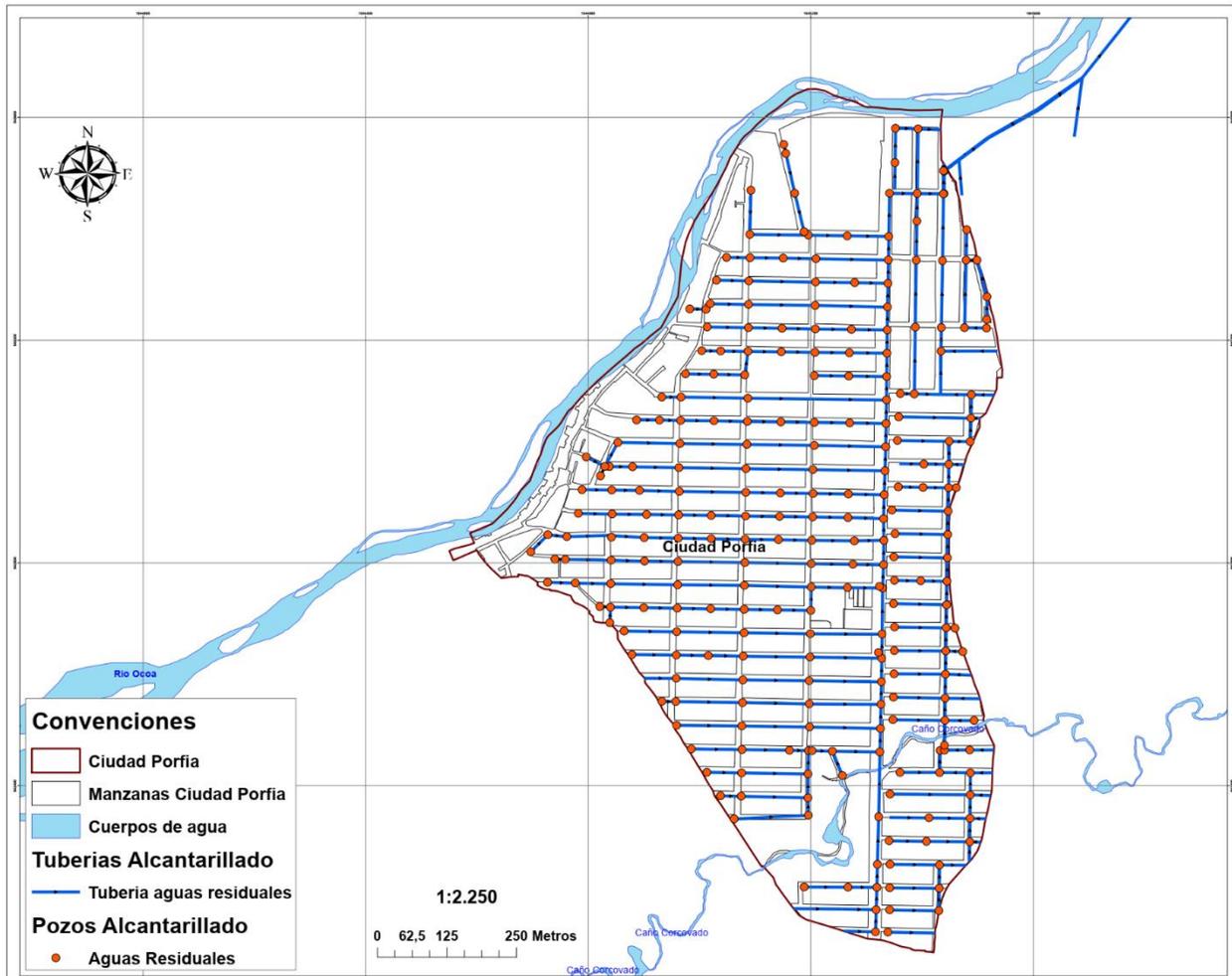


Figura 26. Cobertura del servicio de alcantarillado de Ciudad Porfía, Villavicencio. Fuente: Elaboración propia con base al Acuerdo 287 de 2015 de Villavicencio.

Según la Ley 1955 del 2019, en Colombia se busca la generalización de los servicios de saneamiento básico, sin embargo, aún se observan vacíos en la implementación de los mismos, por lo cual se ve una mayor demanda del servicio que el acceso generalizado. En Ciudad Porfía, esto puede relacionarse con la falta de organización urbana y la construcción de asentamientos informales, que no contemplan su conexión al servicio de alcantarillado.

Los resultados sugieren que la cobertura de alcantarillado ha aumentado en los últimos años, a pesar del desconocimiento de los planes de alcantarillado contemplados por Asogestores al no contar con un Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) aprobado (Superservicios, 2014). De modo que se encuentra un déficit en la información disponible sobre la cobertura de un servicio básico que tiene influencia sobre la salud pública, calidad ambiental y aspectos sociales de una comunidad.

Etapa 3. Ciudad con drenaje pluvial

Busca identificar la infraestructura del sistema de drenaje para aguas lluvias, junto a su capacidad para enfrentar las precipitaciones de la zona. Contempla la percepción de los habitantes sobre las áreas que suelen inundarse cuando la escorrentía supera la capacidad del sistema. Responde al objetivo de desarrollo sostenible (metas 11.5 y 11.b)

Indicador 6. Cobertura del servicio de alcantarillado pluvial

Este indicador permite medir el porcentaje de área en la que la escorrentía es conducida por medio de sistemas de drenaje convencionales y establecer si existe déficit en las estructuras. La información disponible para analizar la cobertura de alcantarillado pluvial se reduce a la Evaluación Integral de Prestadores de Superservicios (2014) y la Cartografía del Acuerdo 287 de 2015 (Concejo Municipal de Villavicencio, 2015). La información se presenta en la Figura 27 y solo permiten identificar las tuberías de aguas lluvias, sumideros, pozos y sitios de descarga al río Ocoa y Caño Corcovado. Pero, no se establece la cobertura del servicio pluvial. Se encontró una deficiencia en la información disponible para este indicador por lo que se propone a través de las encuestas lograr un primer acercamiento a las fallas del servicio.

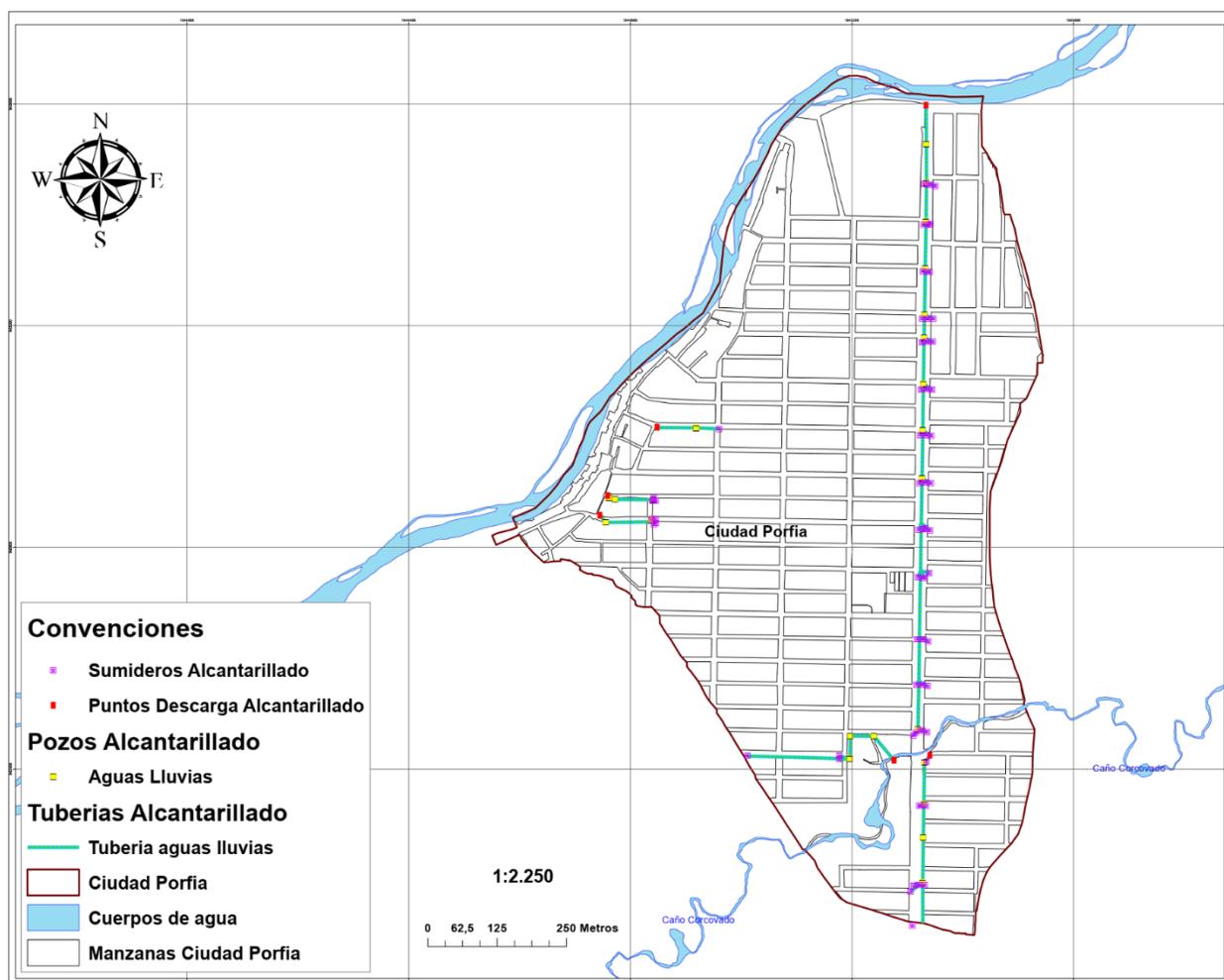


Figura 27. Cobertura del alcantarillado pluvial de Ciudad Porfía, Villavicencio. Fuente: Elaboración propia con base al Acuerdo 287 de 2015 de Villavicencio.

Según el 69,68% de los encuestados, en épocas de lluvias es constante la inundación de las vías, para el 22,66% la lluvia sobrepasa el andén de las casas, ocasionando que la comunidad aumente la altura de los andes e incluso verse en la necesidad de construir separadores viales en las intersecciones las cuales no cuentan con sumideros, siendo contrario a lo especificado por la normatividad pertinente (EMCALI, 2012). Se identificó que Asogestores es la entidad encargada del servicio, no obstante, las características de la infraestructura actual para el manejo de lluvias no fueron brindadas para el desarrollo de este proyecto.

Se encontraron dificultades para la valoración de este indicador, pero en consenso debido a los reportes de los habitantes de la zona y la poca presencia de sumideros y tubería de aguas lluvias

en Ciudad Porfía se consideró que su capacidad es insuficiente y se ubicó en la etiqueta lingüística “Regular”. Aunque se considera el cálculo de este indicador las debilidades frente a la falta de información es un incentivo para que se busquen medios de acercamiento con las entidades prestadoras de un servicio por parte de las entidades veedoras a nivel local, regional y nacional del mismo.

Etapa 4. Ciudad con calidad de cuerpos de agua

Establecida a partir de dos indicadores, evalúa la calidad de agua de los cuerpos receptores y los porcentajes de agua residual tratada a niveles óptimos o establecidos por las entidades regulatorias. Se contemplan los parámetros físicos, químicos y biológicos que correspondan para la evaluación de los indicadores y los tratamientos que se practican a las aguas vertidas y cuerpos receptores. Responde al objetivo de desarrollo sostenible 6 (metas 6.2, 6.3 y 6.a).

Indicador 7. Calidad del cuerpo de agua receptor

Este indicador pretende identificar los problemas de contaminación en el río Ocoa con el fin de examinar y evaluar la calidad y disposición del agua en el cuerpo de agua receptor (i.e. donde es la descarga de las aguas residuales y la escorrentía, si hay o no algún tipo de tratamiento), con mediciones y parámetros establecidos con la calidad y eficacia requerida. Se tiene en cuenta la información sobre la calidad del agua y redes de monitoreo del Plan Regional de Monitoreo realizado por Cormacarena (2019). En esta ocasión por el tiempo del proyecto no se realizaron campañas de muestreo propio. La calidad del agua se determinó a partir del Índice de Calidad de Aguas del del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2020b).

Se consideró la única muestra disponible y accesible que realizó Cormacarena en la estación “número 1” del río Ocoa, el 20 de febrero del año 2019 (Tabla 10) ubicado aguas abajo desembocadura Caño Maizaro, donde se obtuvo un valor del 49,493% y se le asignó la categoría lingüística de “Malo”. Es necesario aclarar que en este punto no solo se vierten las aguas de Ciudad Porfía sino también de otros barrios de la Ciudad de Villavicencio (Archila, 2014; Superservicios, 2018).

Al respecto de las empresas involucradas se contempla a Asogestores como la encargada de la recolección de las aguas residuales en Ciudad Porfía y la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio (EAAV) como la encargada del transporte y descarga de estas aguas residuales. Existe una desventaja respecto a que estas dos empresas sean las encargadas del manejo de las aguas residuales y es que ninguna posee un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales – STAR (Superservicios, 2019), y simplemente son drenadas y vertidas al río Ocoa en un predio proyectado para la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales - PTAR (Superservicios, 2018).

Tabla 10. Resultados en términos de calidad evaluado por Cormacarena. Modificado de: Cormacarena (2019)

Resultados de laboratorio			
Punto 1: Rio Ocoa, aguas debajo de desembocadura caño Maizaro			
Fecha: 20 de febrero de 2019			
Coordenadas: 1064650; 945865			
Alcalinidad Total (mg CaCO₃/L)	85	Nitrógeno Total Kjeldahl (mg N/L)	9.92
Aluminio Total (mg Al/L)	<0,2	Ortofosfato (mg P-PO₄/L)	0,51
Boro Total (mg B/L)	0.297	O₂ Disuelto (mg O₂/L)	3,7
Carbonato de Sodio Residual (m_{eq}/L)	0.45	pH (UN)	7,45
Cobre Total (mg Cu/L)	<0,02	Plomo Total (mg Pb/L)	<0,04
Conductividad (μS/cm)	295	Porcentaje Sodio Posible (PSP)	86.9
Cromo Total (mg Cr/L)	<0,02	Relación de Absorción de Sodio (RAS)	1.1
DBO (mg O₂/L)	17	Salinidad efectiva (m_{eq}/L)	0.9
DQO (mg O₂/L)	63	Salinidad Potencial (m_{eq}/L)	0.8
Fósforo Total (mg P/L)	1.84	SST (mg/L)	18
Grasas y Aceites (mg/L)	4.1	Turbiedad (UTN)	9
Nitratos (mg N-NO₂/L)	<0,5	Zinc Total (mg Zn/L)	<0,04
Nitritos (mg N-NO₂/L)	<0,02	Coliformes Totales (NPM/100ml)	241960
Nitrógeno Amoniacal mg/N-NH₃/L)	7,44	Coliformes fecales (NPM/100ml)	6270

Indicador 8. Agua residual tratada al nivel de calidad requerido

Este indicador pretende dar un estimado sobre el porcentaje de agua tratada tanto por procesos químicos, físicos y biológicos con el estándar adecuado. Por lo tanto, se requiere involucrar tanto el cuerpo de agua receptor como los usos del agua abajo del vertimiento. Esto con el fin de establecer si existen impactos ambientales negativos en los cuerpos de agua receptores y restricciones en el uso del agua. No hubo acceso a un registro de agua residual tratada por parte de Asogestores y EAAV, por lo que se estima este indicador con la información del Informe

sectorial de la Superintendencia de Servicios Públicos - Superservicios (2019) para departamentos y municipios.

$$\text{Agua residual tratada al nivel de calidad requerido} = \frac{\text{Agua residual tratada (m3)}}{\text{Agua residual generada (m3)}}$$

Para el departamento del Meta hay una capacidad instalada para un caudal de agua residual tratada de 269 L/s (Superservicios, 2019), sin embargo, no hay registro del caudal para la ciudad de Villavicencio y puntualmente Ciudad Porfía. Debido a que ninguna posee un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR), por tanto, este indicador dio la valoración de “Muy Malo”.

Etapa 5. Ciudad con ciclo de agua

Contempla el consumo promedio de agua de los habitantes y se relaciona con las prácticas de ahorro y reuso del recurso hídrico. Se incluye un análisis de las alternativas para el uso de aguas grises y agua lluvias en los hogares. Adicional se evalúa la demanda y oferta hídrica en el área. Esta etapa se relaciona con los objetivos de desarrollo sostenible 6 (meta 6.4) y 12 (meta 12.2).

Indicador 9. Consumo promedio de agua por habitante

Este indicador pretende medir la eficiencia en el uso del agua potable en zonas residenciales para identificar si se requiere la implementación de acciones guiadas hacia el uso sostenible del recurso hídrico. Se calculó a partir de la información obtenida por las encuestas realizadas y el informe de Superservicios (2014). Se calificó siguiendo los lineamientos de Ciudad Verde (Cadena et al., 2020). Se establecen dos escenarios para su estimación:

- a) Mediante la encuesta se establece que en la actualidad Ciudad Porfía no cuenta con sistema de micromedición que mida el consumo de agua real, por lo que se factura sobre una tarifa de consumo básica de 16 m³ mensuales para hogar y se establece una relación con el promedio de habitantes. El consumo promedio calculado es de 140.988 L/hab/día, valor muy superior al óptimo de 100 L/hab/día sugerido por la OMS.

Aunque también se obtiene el estimado de los hogares que tienen alguna práctica de ahorro de agua en su rutina diaria. Se registra que el 89,635% manifiesta tener una medida de ahorro en su hogar, pero solo el 3,69% de estos lo hace con el uso de equipos ahorradores. En la Figura 28 se muestra las medidas de ahorro adoptadas por los hogares en Ciudad Porfía:

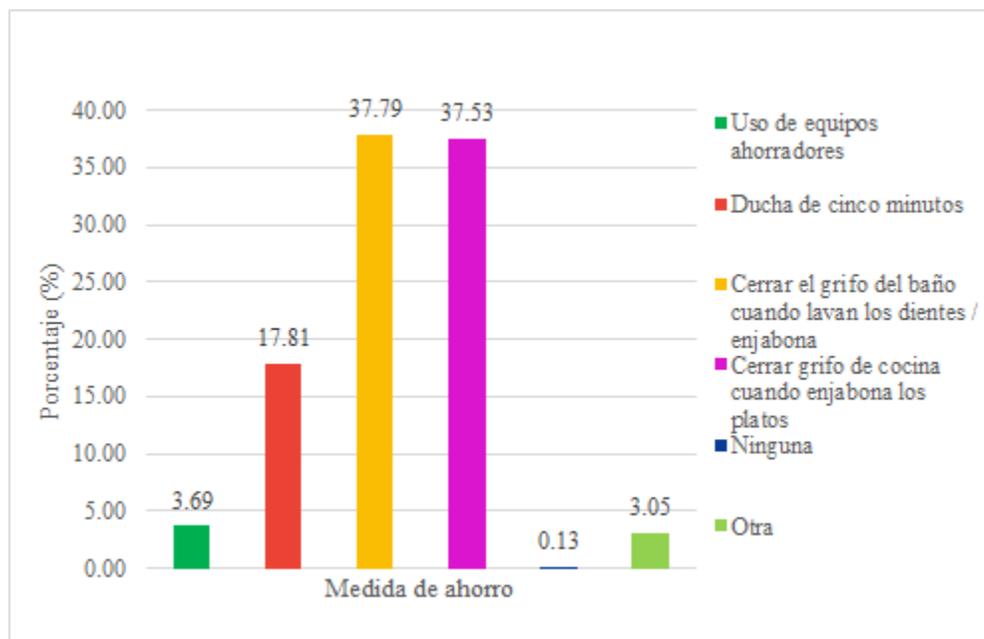


Figura 28. Medidas de ahorro realizadas por los hogares encuestados en Ciudad Porfía. Fuente: Elaboración propia

- b) El estimado a partir del caudal medio captado de 100.5L/s en Caño La Linda para el suministro total de acueducto. Bajo este caudal se estima que el consumo promedio de los habitantes en ciudad Porfía es de 529.98L/hab/día. Sin embargo, este estimado considera un 69% de pérdidas para el servicio prestado a Ciudad Porfía (Superservicios, 2014).

Ambos valores calculados están por encima del valor óptimo establecido por la OMS y se ubica en la etiqueta lingüística de “Muy Malo”. Representa un llamado a Asogestores a realizar medidas de mitigación de pérdidas del recurso hídrico, puesto que afecta la continuidad del servicio y el recurso hídrico en el tiempo.

Indicador 10. Agua aprovechada y reutilizada

Este indicador permite analizar y evaluar soluciones alternativas sobre el reúso de aguas no tratadas y no potables (grises) dentro de los hogares, buscando nuevas formas de aprovechamiento y disposición de uso. La fuente de información utilizada, es la encuesta con preguntas de selección múltiple. Las preguntas buscaban identificar las principales medidas de reúso y las razones por el reúso de agua gris. Para la estimación sobre el reúso y/o aprovechamiento no se realizó ningún tipo de medición de volumen reusado. Sin embargo, se identificaron las posibles alternativas de aprovechamiento y reuso de las aguas grises (Figura 29).

Como resultado, solo el 47,9% de los habitantes encuestados realiza alguna actividad de aprovechamiento y reutilización del agua. Se identificó que los encuestados reutilizan principalmente el agua que sale de la lavadora para lavar los pisos y limpieza de baños, no suelen usar el agua lluvia más que para regar jardines exteriores, debido a que consideran que el agua lluvia trae restos de excrementos de animales o el arrastre de la mugre de los techos. Las medidas de reúso identificadas son las siguientes:

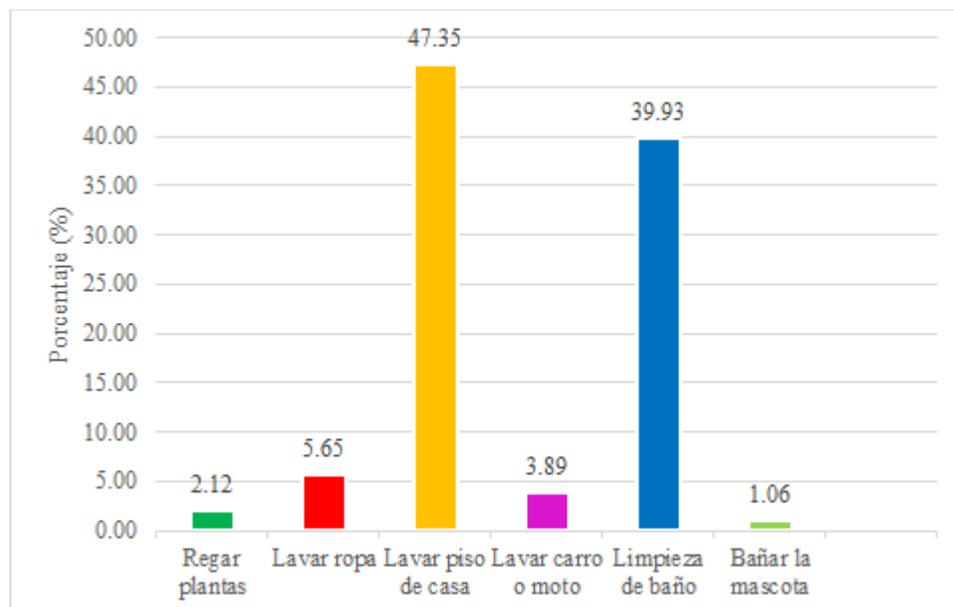


Figura 29. Medidas de reúso del agua gris por los hogares encuestados en Ciudad Porfía. Fuente: Elaboración propia.

Las razones por las que principalmente reúsan el agua son por ahorro de agua un 43,68%, preocupación por el medio ambiente un 29,69% y ahorro de dinero un 20,48%. Por lo tanto, se considera que el valor de aprovechamiento y reutilización del agua está en categoría lingüística “Muy Bueno”.

Del 52,1% de los habitantes encuestados que manifestaron no realizar ningún reúso del agua gris el 53,51%, lo hacen principalmente porque no les parece necesario, el 17,30% lo hace porque no cuentan con un espacio adecuado porque viven en apartamentos, piezas o con patios cubiertos, el 22,70% considera que no es higiénico, ni necesario o que puede traer riesgos para la salud al realizar esta actividad, el 5,40% no sabe cómo hacerlo, el 1,07 % considera que tendrá un deterioro sanitario y considera que hay malos olores. Sin embargo, mencionan que en el momento que el uso del micromedidor sea obligatorio en los hogares, contemplarán estas alternativas para reducir el consumo de agua.

Indicador 11. Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento

Este indicador permite evaluar el grado de fragilidad del sistema hídrico para cumplir con la demanda hídrica para el abastecimiento del agua. Este indicador no pudo evaluarse según lo propuesto en Ciudad Verde (Cadena et al., 2020), por la falta de información primaria y secundaria, pero se hizo un estimativo a partir del informe de la Superservicios (2014) y la Figura 30 del mismo.

La categoría lingüística en la que se ubica el indicador es “Bueno”, porque se garantiza el abastecimiento de agua hasta el 2050 (Superservicios, 2014). Este indicador permite tener un diagnóstico para el plan integral del recurso hídrico. No obstante, la estimación del balance hídrico hasta el 2050, está sujeta a la creación de la planta de tratamiento de agua que garantice la producción de agua potable y la reducción de pérdida por concepto de agua no contabilizada.

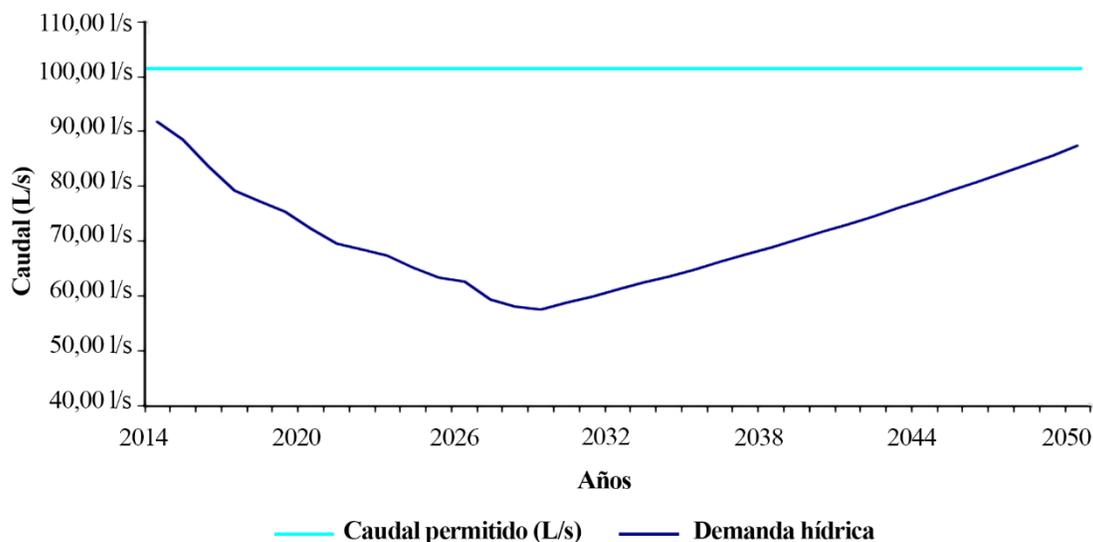


Figura 30. Balance hídrico para Ciudad Porfía con proyección para el año 2049. Modificado del informe Evaluación integral de prestadores Asogestores de Superservicios (2014).

Resaltamos que según la literatura es necesario llevar a cabo análisis que permitan medir el nivel de fragilidad de la fuente hídrica con respecto al abastecimiento y la posible amenaza de sequía por condiciones climáticas (Bates, Z.W. Kundzewicz, S. Wu, & J.P. Palutikof, 2008; Sharma, 2009), pero no tuvimos acceso a la información para calcular demanda y oferta hídrica. De igual manera desconocemos si los datos están siendo evaluados en la ciudad ya que este indicador sería idóneo para Ciudad Porfía puesto que en épocas de invierno, aunque no haya escasez del servicio, los niveles de material particulado aumentan generando que se cierren las válvulas de distribución o que el agua llegue a los hogares, pero su uso sea limitado por la turbiedad de la misma.

Por lo que se recomienda a las entidades responsables llevar a cabo estudios acordes a la necesidad del sistema y se tengan en cuenta este tipo de indicadores que permiten autoevaluarse para la prestación del servicio y del manejo de las cuencas hídricas.

Etapas 6. Ciudad sensible al agua

Esta etapa establece los niveles de compromiso de las personas frente al agua. Involucra la infraestructura urbana que refuerza los comportamientos frente a los cuerpos de agua. Esta etapa

se relaciona con los objetivos de desarrollo sostenible 1 (meta 1.5), 6 (metas 6.5, 6.6 y 6.b), 12 (meta 12.8) y 13 (meta 13.3).

Indicador 12. Conciencia pública

Este indicador considera la responsabilidad que tienen los habitantes en las diferentes tomas de decisiones en cuanto al cuidado y conservación del agua, la finalidad de este ítem es considerar qué mecanismos y formas se pueden establecer para que los habitantes mejoren su participación en las decisiones sobre un recurso. La fuente utilizada para evaluar la conciencia pública relacionada al cuidado y conservación del agua fue por medio de una encuesta a los habitantes de Ciudad Porfía.

$$C_p = \frac{N_{cp}}{H_e} * 100\%$$

El resultado obtenido es de 31,65 % y se ubica en la categoría lingüística de “Malo”. Como complementario al análisis se registró si los habitantes reconocen el río Ocoa y caño la Linda. El río Ocoa debido a que se encuentran ubicados sobre la zona de influencia y el caño “la Linda” puesto que es donde toman el agua para el abastecimiento del acueducto. Se obtiene que un 89,08% reconoce el río Ocoa y de estos el 79,83% considera que tiene un problema de tipo ambiental como contaminación por basuras, descargas de aguas negras y restos de construcciones. Al consultarse sobre si realizan alguna actividad en el río Ocoa el 74,65% niega hacerlo y el 19,22% manifiesta que le da un uso recreativo, pero en la zona más alta donde no perciben contaminación, el 5,01% realiza caminatas por el río, debido a la cercanía a sus casas o en su desplazamiento al trabajo y el 1,1% manifiesta que pesca en la zona alta. Por el contrario, sólo el 15,69% conoce el caño “la Linda” y de estos, solo el 4,48% considera que tiene algún tipo de problema ambiental, sin embargo, lo asocian con la turbiedad del agua o los olores del líquido cuando llega a sus hogares.

Es contradictorio que a pesar de que el 79,83% percibe un problema ambiental en el río Ocoa, solo se registre un nivel de 31.65% de conciencia pública en este proyecto, por lo que en ajuste al análisis se consideran las menciones de los encuestados sobre las razones para la baja participación en la toma de decisiones, algunos manifiestan que por su actividad económica no tienen el tiempo

suficiente para asistir, los encuestados que pagan arriendo suelen no participar en las actividades y reuniones programadas por el acueducto o junta de acción comunal debido a que consideran que al no ser propietarios, no les compete y otros lo consideran una pérdida de tiempo debido a las confrontaciones que surgen en las reuniones convocadas por ambos entes mencionados. Particularmente el acueducto de Porfía por su naturaleza de comunitario, atravesaba un episodio de coyuntura en el momento del proyecto entre los dirigentes del acueducto y la comunidad producto de la cesión del 50% de su participación y su conformación como sociedad por acciones simplificadas (SAS), lo que ha ocasionado que disminuya la participación comunitaria en la toma de decisiones, porque consideran que no serán tomadas en cuenta y los mecanismos de participación se han convertido en un escenario de lucha constante entre los líderes comunitarios y los representantes de la empresa, ocasionando cansancio en parte de la población que asistía en las convocatorias (El Cuarto Mosquetero, 2021).

Por último, teniendo en cuenta el nivel de percepción que los habitantes tienen sobre el ahorro del agua, aprovechamiento y/o reúso, el 89,64 % de los encuestados consideran que toman medidas (i.e. duchas cortas, cierre de grifos en lavado de utensilios de cocina, higiene, etc.), mientras que el 10,36% de esta misma población no ha considerado ninguna de las formas de ahorro del recurso hídrico.

Resultados de la evaluación comprensiva difusa sector Manejo Integrado del Agua

Al igual que se indicó en el sector de ecología urbana, los resultados obtenidos en cada uno de los indicadores propuestos y evaluados para el sector de manejo integrado del agua, se realizó la valoración a nivel de etapas mediante el método de evaluación comprensiva difusa. Los resultados fueron valorados mediante las etiquetas lingüísticas “Muy Malo”, “Malo”, “Regular”, “Bueno” y “Muy Bueno”, tanto a nivel de indicador como de etapa. En la Figura 31 se presenta el resultado de la evaluación de los doce indicadores considerado para el sector de manejo integrado del agua, de los cuales tres son de tipo cualitativo (Continuidad del servicio de acueducto, Cobertura del servicio de alcantarillado pluvial e Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento) y los ocho restantes de tipo cuantitativo. Como se observa en la Figura 31 los indicadores de “Asequibilidad al servicio de acueducto y alcantarillado”, “Índice de calidad en el cuerpo de agua

receptor” y “Consumo promedio diario de agua por habitante” tienen asociados en su evaluación dos valoraciones lingüísticas con diferente grado de pertenencia. Los nueve indicadores restantes tienen una etiqueta lingüística con el 100% de pertenencia.

En la Tabla 11 se presentan en mayor detalle la evaluación final de cada uno de los indicadores con su valoración lingüística y respectivo grado de pertenencia. De manera que el indicador de “Asequibilidad al servicio de acueducto y alcantarillado” tiene una valoración final de “Bueno” con un 66,9% de pertenencia y una tendencia a “Regular” de 33,1%. El “Índice de calidad en el cuerpo de agua receptor” tiene una valoración lingüística de “Regular” con una pertenencia del 89,9% y una leve tendencia a “Malo” del 10,1%. Así mismo el indicador de “Consumo promedio diario de agua por habitante” obtuvo una valoración de “Malo” con un 93,4% de pertenencia y con una tendencia a “Muy Malo” del 6,6% de pertenencia. Por último, se obtuvieron valoraciones del 100% de pertenencia para “Malo” en tres indicadores, “Regular” en tres indicadores, “Bueno” y “Muy Bueno” con un indicador cada uno.

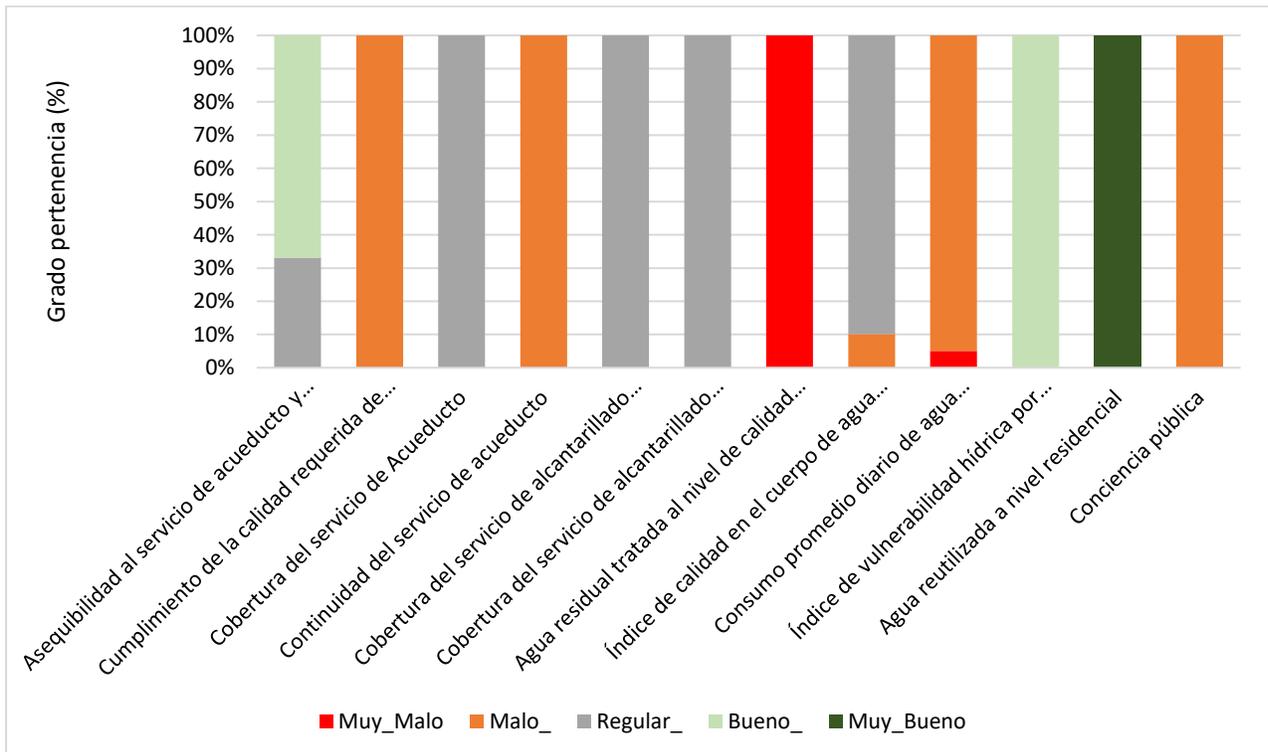


Figura 31. Evaluación de indicadores sector manejo integrado del agua en Ciudad Porfía. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Evaluación final de indicadores sector manejo integrado del agua: grado de pertenencia y etiqueta lingüística. Fuente: Elaboración propia.

Indicadores	Grado de Pertenencia	Etiqueta
Asequibilidad al servicio de acueducto y alcantarillado	0,669	Bueno
Cumplimiento de la calidad requerida de agua	1,000	Malo
Cobertura del servicio de Acueducto	1,000	Regular
Continuidad del servicio de acueducto	1,000	Malo
Cobertura del servicio de alcantarillado sanitario	1,000	Regular
Cobertura del servicio de alcantarillado pluvial	1,000	Regular
Agua residual tratada al nivel de calidad requerido	1,000	Muy Malo
Índice de calidad en el cuerpo de agua receptor	0,899	Regular
Consumo promedio diario de agua por habitante	0,934	Malo
Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento	1,000	Bueno
Agua reutilizada a nivel residencial	1,000	Muy Bueno
Conciencia pública	1,000	Malo

A partir de las etiquetas lingüísticas y grados de pertenencia determinados para cada indicador, se realizó la evaluación a nivel de etapa. Se establecieron pesos de 0 a 1 para cada uno de los indicadores establecidos en cada etapa, como se muestra en la Tabla 12. De esta manera, se evaluaron de forma consecutiva los indicadores desde la etapa de “Ciudad con suministro de agua” con cuatro indicadores, hasta la etapa de “Ciudad sensible al agua” con todos los doce indicadores empleados. Es de resaltar que el proceso evaluativo de cada una de las etapas se les asignó un peso mayor a los indicadores pertenecientes a la etapa en evaluación y a la inmediatamente anterior. De esta manera se obtuvo una valoración o ponderación a nivel de etapa como se indica en la Tabla 12, teniendo como resultado la distribución de las categorías lingüísticas y sus grados de pertenencia para cada una de las seis etapas evaluadas.

Tabla 12. Pesos asignados a los indicadores según la etapa sector manejo integrado del agua en Ciudad Porfía, Villavicencio. Fuente: Elaboración propia.

Indicador	Etapa					
	Ciudad con suministro de agua	Ciudad con alcantarillado sanitario	Ciudad con drenaj e pluvial	Ciudad con calidad de cuerpos de agua	Ciudad con ciclo de agua	Ciudad Sensible al agua
Asequibilidad al servicio de acueducto y alcantarillado	25,00%	12,50%	10,00%	9,10%	6,25%	5,71%
Cumplimiento de la calidad requerida de agua	25,00%	12,50%	10,00%	9,10%	6,25%	5,71%

Cobertura del servicio de Acueducto	25,00%	12,50%	10,00%	9,10%	6,25%	5,71%
Continuidad del servicio de acueducto	25,00%	12,50%	10,00%	9,10%	6,25%	5,71%
Cobertura del servicio de alcantarillado sanitario		50,00%	10,00%	9,10%	6,25%	5,71%
Cobertura del servicio de alcantarillado pluvial			50,00%	9,10%	6,25%	5,71%
Agua residual tratada al nivel de calidad requerido				22,70%	6,25%	5,71%
Índice de calidad en el cuerpo de agua receptor				22,70%	6,25%	5,71%
Consumo promedio diario de agua por habitante					25,00%	12,50%
Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento					12,50%	8,41%
Agua reutilizada a nivel residencial					12,50%	8,41%
Conciencia pública						25,00%

Los resultados para Ciudad Porfía del sector manejo integrado del agua que se resumen en la Figura 32 y Tabla 13 ponen de manifiesto que la valoración general de las etapas e indirectamente de los indicadores se ubicó entre las etiquetas lingüísticas de “Malo” y “Regular”. En específico la etapa 1 - “Ciudad con suministro de agua” es la que presenta una calificación de 59,845% correspondiendo a una evaluación lingüística de “Malo” con un grado de pertenencia de 0,540 y tiene una tendencia a la etiqueta lingüística “Regular” con un grado de pertenencia de 0,460. La etapa 2 - “Ciudad con alcantarillado sanitario” presenta una calificación de 68,868% correspondiendo a una evaluación de “Malo” con 0,734 de pertenencia y 0,266 para la etiqueta de “Regular”. Mientras la Etapa 3 – “Ciudad con drenaje pluvial” con una calificación de 66,503% presenta una evaluación mayoritariamente “Regular” con una tendencia a “Malo”. La Etapa 4 – “Ciudad con calidad de cuerpos de agua” con una calificación de 49,104% presenta una valoración de “Malo” con una ligera tendencia a “Regular”. Por último, las Etapas 5 y 6 con calificaciones de 56,850% y 51,854% respectivamente se valoraron con etiquetas “Malo” con ligeras tendencias a “Regular”.

Tabla 13. Evaluación final de las etapas sector manejo integrado del agua en Ciudad Porfía. Fuente: Elaboración propia.

Etapa	Valoración etapa (%)	Etiquetas de evaluación				
		Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
Ciudad con suministro de agua	59,845	0,000	0,540	0,460	0,000	0,000

Ciudad con alcantarillado sanitario	68,868	0,000	0,734	0,266	0,000	0,000
Ciudad con drenaje pluvial	66,503	0,000	0,311	0,689	0,000	0,000
Ciudad con calidad de cuerpos de agua	49,106	0,000	0,856	0,144	0,000	0,000
Ciudad con ciclo de agua	56,850	0,000	0,235	0,765	0,000	0,000
Ciudad Sensible al agua	51,854	0,000	0,519	0,481	0,000	0,000

La distribución de los resultados en cada una de las etapas para el sector de manejo integrado del agua corresponde con las valoraciones obtenidas de los indicadores de la Tabla 11. Donde al menos el 66% de los indicadores tuvo una etiqueta lingüística de “Regular” o “Malo”. No obstante, solo dos indicadores (Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento y Agua reutilizada a nivel residencial) tuvieron un buen desempeño al ser evaluados bajo la etiqueta de “Bueno” y “Muy Bueno”, los cuales invirtieron la tendencia de las etapas de “Malo” a “Regular” durante su ponderación en la Etapa 5 – “Ciudad con ciclo de agua”. De esta manera se demuestra la correlación entre los valores y los pesos asignados a lo largo del proceso de evaluación a nivel de indicador y posteriormente de etapa.

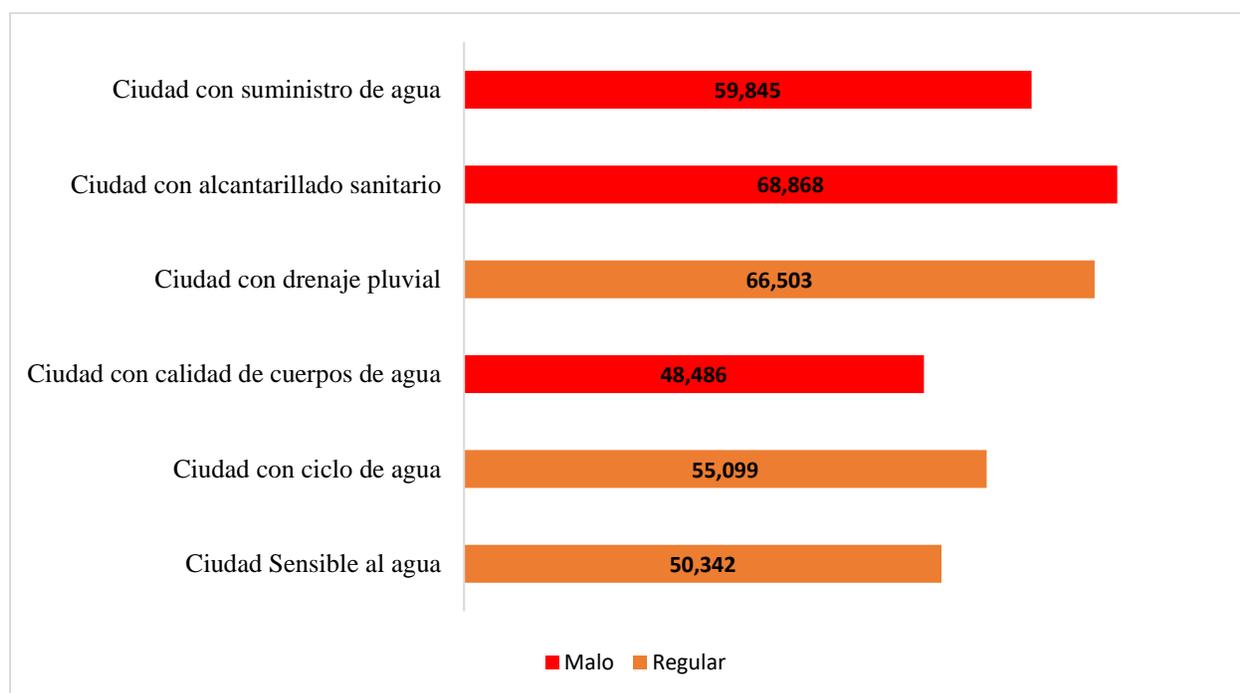


Figura 32. Valoración final de las etapas sector manejo integrado del agua en Ciudad Porfía. Fuente: Elaboración propia.

De igual forma, se resaltan las etapas de especial atención para los tomadores de decisiones en el manejo integrado del agua como los son las etapas de “Ciudad con suministro de agua”, “Ciudad con alcantarillado sanitario” y “Ciudad con calidad de cuerpos de agua” que se valoraron en mayor medida bajo la etiqueta de “Malo” en la Figura 32, producto de los problemas identificados en la calidad y continuidad del servicio de abastecimiento de agua, que de momento no se cataloga como apta para consumo humano. A su vez se identificaron problemas en la cobertura de los servicios de acueducto y alcantarillado a nivel local y, a nivel de cuenca por la falta de sistemas de tratamientos de aguas residuales en la ciudad, provocando la contaminación del recurso hídrico durante el vertimiento de las aguas residuales no tratadas al río Ocoa, principal componente de la cuenca de estudio.

Análisis de la herramienta “Systemic perspectives on low carbon cities in Colombia – An integrated urban modeling approach for policy and regulatory analysis” en un sector del río Ocoa en la ciudad de Villavicencio, Meta.

Caso Ciudad Porfía

El ejercicio de aplicar en Ciudad Porfía la herramienta de análisis desde los sectores de ecología urbana y manejo integrado del agua, consistió en un reto por las diferencias geográficas, sociales y culturales que existen comparados con el anterior caso de estudio Ciudad Verde, en Soacha, Cundinamarca. Ciudad Porfía es producto de asentamientos ilegales desde la década de los 80s y Ciudad Verde es un macroproyecto de viviendas de interés social desarrollado bajo un plan único, por lo que los indicadores fueron modificados, según las necesidades identificadas. Adicional, la aplicación y resultados que se lograron obtener están limitados por el tiempo de desarrollo del proyecto, puesto que esto dificulta la recopilación de información primaria y el acceso a información secundaria por la negativa de las entidades a suministrar en un espacio corto de tiempo.

Para Ciudad Porfía la seguridad actuó como un factor limitante para la recolección y procesamiento de información específica en algunos sectores. El equipo de trabajo identificó áreas del barrio donde el ingreso estaba restringido principalmente por los sucesos continuos de robo y atraco a mano armada que acontecen con frecuencia. Aunque cabe resaltar que la información era suministrada por la comunidad que en el transcurso del tiempo de encuesta le indicaba los límites hasta donde era seguro el ingreso.

Los resultados son una oportunidad para que los indicadores evaluados contemplen cambios para áreas que estén enfrentando un desarrollo de asentamiento urbano no planificado y/o asentamientos precarios, tanto antiguos como recientes que no tienen el acceso garantizado a los servicios públicos de manera inmediata, sino que los suplen poco a poco a través de alternativas no reguladas o poco convencionales. Si bien se pudo realizar una calificación para 21 indicadores, el contexto local no facilita el análisis, producto de un mismo denominador común la ausencia de información secundaria actualizada o en su defecto la ausencia total.

Sector Ecología Urbana

Aunque los indicadores de ecología urbana son de fácil aplicación se realizan las consideraciones pertinentes a fortalezas y debilidades, amenazas y oportunidades que el equipo identificó a lo largo de la ejecución del proyecto.

Tabla 14. Debilidades y fortalezas identificadas en la herramienta “Systemic perspectives on low carbon cities in Colombia – An integrated urban modeling approach for policy and regulatory analysis” en Ciudad Porfía para el Sector Ecología Urbana. Fuente: elaboración propia.

DEBILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • La información requerida para los indicadores está en diferentes escalas espaciales y temporales. Adicional la información requerida existe en forma dispersa o incompleta, lo que dificulta su recopilación. Ejemplo: La información para • Los datos sobre el número total de habitantes son proyecciones o estimados porque los datos del DANE no están discriminados por barrio en la actualidad. • La falta de información requerida por entidades específicas que se niegan a suministrarlas. • Falta de información confiable porque la disponible no está actualizada en sectores de invasiones donde las entidades encargadas de la planeación no han realizado los levantamientos de información. Sin importar si la invasión es reciente o lleva establecida bastante tiempo como es el caso de ciudad Porfía. • La segregación espacial producto de procesos de invasión puede influir en los resultados, puesto que ocasiona zonas con mayor densidad de edificaciones y menor disponibilidad de áreas verdes. • Los indicadores evalúan la cantidad de las áreas, pero no evalúa la calidad de las mismas o los problemas ambientales a los que se están enfrentando en la actualidad. • La interpretabilidad de los indicadores requiere de un conocimiento específico. • El indicador de captura de carbono requiere de identificación en campo de especies presentes y un equipo capacitado para la estimación. El tiempo de ejecución del proyecto es restrictivo para la consecución de la información.
FORTALEZAS	<ul style="list-style-type: none"> • Los indicadores son de fácil estimación, si se tiene acceso a herramientas tecnológicas que permita el cálculo de las áreas, para este caso el uso de Software libres es una ventaja, puesto que no es necesario el uso de equipos especializados. Además, puede estimarse en proyectos con escaso límite de tiempo. • Permite reconocer la percepción de la comunidad sobre la importancia de espacios verdes dentro de las zonas urbanas. • Permite la estimación de la vulnerabilidad urbana ante fenómenos naturales.

OPORTUNIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Representa la actualización de la información referente a espacios con función ecológica y social. También facilita la valoración de los recursos desde el aspecto social que puede contribuir a generar información primaria en los vacíos de información de las entidades encargadas. • Genera información básica para Planes de Mejoramiento de las Áreas de importancia ecológica como las rondas hídricas. Ejemplo: Consolida información base sobre las especies vegetales que componen la cobertura vegetal de un área. • Podría estimarse la inclusión de indicadores de proceso, que evalúen si existen progresos a nivel de quinquenios y decenios en los planes planteados por los gobiernos.
AMENAZAS	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo encargado del proyecto requiere de conocimiento específico para listados de especies y manejo de softwares involucrados. • La calidad de las imágenes satelitales obtenidas y fecha de los ortofotomosaicos puede influir en la confiabilidad del resultado. Ejemplo para Ciudad Porfía se cuenta con un ortofotomosaico del año 2008. • Pueden concurrir diferentes tipos de urbanización en la misma área de estudio. Por ejemplo, proyectos de viviendas de interés social, asentamientos de carácter legal e ilegal. • La accesibilidad al área de estudio puede estar limitada por procesos de inseguridad: En Ciudad Porfía se identificó zonas donde por episodios de delincuencia el ingreso no era recomendado. • Entidades territoriales que desconocen los equipamientos de tipo público en las áreas de estudio. Caso particular la Secretaría de Planeación desconoce el equipamiento e infraestructuras de tipo público en Ciudad Porfía. • Las imágenes para análisis de vegetación, coberturas, superficies y temperaturas, pueden estar amenazadas por la escala en zonas de estudios pequeños.

Sector Manejo Integrado de Agua

Este sector estuvo sujeto a cambios en los indicadores por las condiciones propias de Ciudad Porfía. Por consiguiente, a continuación, presentamos las consideraciones pertinentes a fortalezas y debilidades, amenazas y oportunidades que el equipo identificó a lo largo de la ejecución del proyecto.

Tabla 15. Debilidades y fortalezas identificadas en la herramienta “Systemic perspectives on low carbon cities in Colombia – An integrated urban modeling approach for policy and regulatory analysis” en Ciudad Porfía para el Sector Agua. Fuente: elaboración propia

DEBILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • La Calidad, confiabilidad, disponibilidad y periodicidad de los datos disponibles. • Dificultad de la recopilación de la información. Caso particular: rehusó de las entidades a brindar información. • Se debe reajustar los indicadores para áreas donde el agua no es potable. Caso particular de Porfía el indicador no se realiza sobre el agua potable, sino que se rediseña por Asequibilidad al servicio de acueducto. • Los indicadores propuestos pierden su carácter de universal porque no se adaptan a la evaluación de diferentes matrices en un mismo espacio o zona de estudio, ejemplo entre estratos u escenarios donde el servicio de acueducto es prestado por una empresa diferente a la prestadora del servicio de alcantarillado. • Los indicadores requieren de la presencia de equipos o tecnologías específicas para obtener los datos. • La ausencia de estaciones y redes de monitoreo en el área. Sumado a esto, es la difícil consecución de la información por parte de las entidades encargadas del monitoreo en Villavicencio.
FORTALEZAS	<ul style="list-style-type: none"> • Permite identificar aspectos positivos y negativos del servicio, y cómo esto puede estar relacionado con el desarrollo urbano de la zona de estudio, en este caso Ciudad Porfía. • Son pertinentes para evaluar la cobertura y el estado del servicio de alcantarillado sanitario en la zona de estudio, por lo que se identifica el porcentaje de habitantes que cuentan con este servicio. • Representatividad de los datos obtenidos con respecto al efecto negativo de la ausencia del drenaje pluvial a nivel social, ambiental y urbanístico como sucede en Ciudad Porfía. • Se genera una valoración aun cuando no se cuenta con la infraestructura e información del sistema. • Los indicadores son útiles porque permiten identificar el deterioro en cuanto a la calidad de los cuerpos de agua receptores, en este caso particular Río Ocoa. • Permite identificar el uso de fuentes alternas (aguas grises y aprovechamiento de agua lluvia en las viviendas. • Reconoce el rol social sobre el manejo y cuidado de los recursos, caso particular el de los cuerpos de agua en Ciudad Porfía.

OPORTUNIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Inclusión de nuevos indicadores acordes al área de interés. Por ejemplo, indicadores para zonas donde históricamente el servicio de acueducto es suspendido en épocas de altas y bajas precipitaciones por disminución en los caudales o daños ocasionados por eventos físicos en la red de distribución. • Inclusión del indicador de Agua No Contabilizada para áreas donde el servicio de acueducto no cuenta con equipos de micromedición. • Reconocer los diferentes servicios de alcantarillado presentes en una zona, que no sean prestados por un sistema de alcantarillado municipal o comunitario. • Considerar aumento en la demanda de los servicios públicos en función del aumento de la población. • Incluir dentro de los análisis otros sistemas de manejo de aguas residuales como pozos sépticos. • Proponer medidas de mejora para los cuerpos de agua receptores de aguas residuales
AMENAZAS	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de información estadística para las estimaciones. • La participación ciudadana puede ser un factor decisivo en la consecución de la información. • Escenarios donde una empresa presta el servicio de alcantarillado y otra presta el servicio de acueducto. • Proyectos inexistentes del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) o Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales. Caso particular Ciudad Porfía donde las aguas residuales son drenadas y vertidas al río Ocoa. • Limitados recursos y tiempo para realizar muestreos propios. • No contar con los instrumentos, mediciones tanto del volumen del agua residual captado y entregado y equipos de medición y/o estructura de caudal o volumen. • Conflictos sociales y económicos en el área de estudio. Caso particular enfrentamiento entre la comunidad y empresas prestadoras del servicio. • Sujetas a percepción y conocimiento de las personas. • Falta de información que existe por parte de las entidades correspondientes.

Conclusiones

A partir del estudio realizado en Ciudad Porfía se logro evaluar un total de 21 indicadores, nueve correspondientes al sector de ecología urbana y doce del sector de manejo integrado del agua. De este último, dos de los indicadores fueron propuestos en este estudio dadas las particularidades acceso al agua en la zona de estudio. En el sector de ecología urbana, gracias a la disponibilidad de datos actuales o fácil obtención de estos de a través de imágenes aéreas o satelitales, los indicadores y etapas evaluadas presentaron un mayor alcance y se aproximaron más a la realidad de Ciudad Porfía.

En lo que respecta a la disponibilidad y funcionalidad de los espacios verdes presentes en el área, se encuentra un déficit en el número y extensión de las áreas verdes con equipamientos funcionales en Ciudad Porfía. Lo cual se encuentra asociado a procesos de desarrollo urbano no planificado que han limitado la distribución y accesibilidad de espacios verdes per cápita, generando que esta sea inferior al mínimo estimado por la OMS.

Ahora bien, los asentamientos han afectado la disponibilidad de áreas verdes públicas, áreas verdes privadas y áreas de especial importancia ecológica. Los resultados indican que Ciudad Porfía solo dispone de tres escenarios deportivos, de los cuales solo dos poseen cobertura vegetal; una sola área verde privada y las franjas de protección del río Ocoa y del caño Corcovado. Sin embargo, según lo observado, las franjas de protección del recurso hídrico siguen siendo afectadas por procesos recientes de asentamientos, ocasionando que aumente la vulnerabilidad a fenómenos como inundaciones y alteraciones en el microclima.

Adicionalmente, la baja accesibilidad social a espacios verdes, obliga a los habitantes a realizar sus actividades de esparcimiento fuera de Ciudad Porfía. Pero un factor importante que limita la accesibilidad es la asociación de los parques con actos de delincuencia que pone en riesgo su integridad física. Es así como los indicadores tuvieron una valoración entre “Malo” y “Muy Malo” en la disponibilidad y funcionalidad de los espacios verdes presentes en el área de estudio.

Ante este déficit de áreas se hace necesaria la recuperación y aumento de la infraestructura verde actual para el restablecimiento de los bienes y servicios ecosistémicos que le proporcionan a los habitantes de ciudad Porfía,

En relación con el manejo integrado del agua se encuentra que la presencia del servicio de acueducto y alcantarillado en Ciudad Porfía, no representa el acceso a agua potable, ni garantiza la continuidad del servicio para satisfacer las necesidades básicas, y a su vez, tampoco implica el saneamiento de las aguas residuales. Este panorama puede estar asociado a los aspectos de gestión comunitaria del recurso, que limita los alcances de infraestructura, dado que históricamente las condiciones tarifarias han permanecido por debajo de la media nacional y no se ha realizado instalaciones de equipos de medición que permita una mejor gestión del recurso hídrico.

Actualmente el sistema de acueducto de Ciudad Porfía tiene un 69% de pérdidas de agua y un consumo de superior a 100,5 L/hab/día por lo que se hace necesario incluir los índices de pérdidas por usuario facturado e índice de agua no contabilizada, junto con una adecuación de redes e instalación de equipos de micro y macromedición para disminuir las pérdidas de agua, que estén afectando la continuidad del servicio.

Los indicadores de servicio de acueducto y alcantarillado evaluados, están limitados a una valoración contemplada en un solo escenario, donde los recursos de los hogares alcanzan a suplir las necesidades básicas entre ellas el costo de los servicios públicos y desestima los escenarios donde los recursos insuficientes. Aunque en Ciudad Porfía no son representativos el número de habitantes en estrato 1 y en condición de arriendo, el valor de asequibilidad en un -89.495%, hace evidente que las dinámicas económicas limitan el acceso a los servicios públicos.

Las etapas Ciudad con suministro de agua, Ciudad con calidad de cuerpos de agua, Ciudad con ciclo de agua se ubicaron en las etiquetas lingüísticas de “Muy Malo” producto de la falta de información y la ausencia de Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) por parte del prestador del servicio. De modo que es claro indicar que las empresas prestadoras del servicio de alcantarillado no contribuyen al saneamiento ambiental del río Ocoa. Sumado a esto, infraestructura para sistema de manejo de las aguas pluviales en Ciudad Porfía es insuficiente, lo que afecta directamente la calidad de vida de los habitantes quienes se ven expuestos a inundaciones de las áreas comunes e incluso sus hogares en época invernal.

Aunque se asume para este proyecto que la oferta hídrica suplirá las necesidades hasta el 2050 de la población de Ciudad Porfía, es necesario la generación de información referente a la oferta y

demanda del recurso hídrico, para poder hacer un uso eficiente del recurso frente al incremento de usuarios y la densidad poblacional de los hogares en los próximos años.

El indicador de agua aprovechada y reutilizada a nivel residencial es el único ubicado en la categoría lingüística de “Muy Bueno”. En este caso, existe un potencial frente al reúso de agua gris y la disminución del consumo de agua por hogar que puede ser explotado para la disminución de la demanda y mayor eficiencia del recurso.

Bibliografía

- Aguilera, A., & Vásquez-Ramos, J. M. (2019). Distribución espacial y temporal de Elmidae (Insecta: Coleoptera) y su relación con los parámetros fisicoquímicos en el río Ocoa, Meta, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* 43(166):, 108-119.
- Alcaldía Villavicencio. (2017). Hoy se inicia la construcción del alcantarillado en Ciudad Porfía y sectores Circunvecino *Boletín de Prensa No 410- Proceso de Gestión de las TIC* (Vol. 410, pp. 19).
- Alcaldía Villavicencio. (2019). Boletín Diario OACYS. (pp. 3): Alcaldía de Villavicencio.
- Archila, M. A. G. (2014). Evaluación de la situación actual de las fuentes de vertimientos en la ciudad de Villavicencio-meta en función del desarrollo de una propuesta de sostenibilidad ambiental de factores relacionados con la salud pública en poblaciones aledañas. . *Boletín Semillas Ambientales*, 8(1).
- Asogestores. (2018). Expediente No. PM-GA 3.37.2.8.016.010 (pp. 2).
- Bates, B. C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu, & J.P. Palutikof. (2008). *El Cambio Climático y el Agua* (Secretaría del IPCC Ed. Eds ed.). Ginebra: Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, .
- Britto Correa, C. (2001). *Análisis de la viabilidad y comportamiento energético de la cubierta plana ecológica*. Arquitectura.
- Cadena, Á., Escallón, C., Espinosa, M., Guevara, J. A., Guzmán, L. A., Jiménez, G., . . . G., M. (2020). Systemic perspectives on low-carbon cities in Colombia- An integrated urban modeling approach for policy and regulatory analysis. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Carvajal , A. B., & Andrade, H. J. (2020.). Captura de carbono en biomasa de sistemas de uso del suelo, municipio de Yopal, Casanare, Colombia. *ORINOQUIA*, 24(1), .
- Concejo Municipal de Villavicencio. (2015). Plan de Ordenamiento Territorial - POT Norte, Acuerdo No. 287 de 2015 (pp. 419). Villavicencio:
<https://www.concejodevillavicencio.gov.co/normograma/category/152-plan-deordenamiento-territorial?start=0>.
- CONPES. (2012). Consejo Nacional De Política Económica y Social, CONPES 3718. Departamento Nacional de Planeación. 31 enero. Bogotá D.C.: Política Nacional de Espacio Público.

- Cormacarena. (2014). Reserva Forestal Protectora Quebrada y Caños Parrado y Buque-«Buenavista», Plan de manejo. Villavicencio.: Corporación Para El Desarrollo Sostenible del Área Manejo Especial la Macarena.
- Cormacarena. (2019). Plan Regional de Monitoreo (PRM) 2019 Villavicencio: Corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial La Macarena (Cormacarena). .
- Cormacarena. (2011). Plan de ordenamiento del recurso hídrico de Ríos Ocoa, Upín y Caney, Caños Buque, Maizaro, Iriqué, Sibao, Camoa, Cural y Curalito, Seco y Caraño (Eds). . Villavicencio. : Corporación Para El Desarrollo Sostenible del Área Manejo Especial la Macarena.
- Resolución 316 de 2005 - Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (2005).
- DANE. (2020). Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. Retrieved 03, 2021, from <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- de Mattos, C. A. (2002). Transformación de las ciudades latinoamericanas: ¿Impactos de la globalización? *EURE (Santiago)*, 28(85), 5-10. *EURE (Santiago)*, 28(85), 5-10., <https://doi.org/10.4067/S0250-71612002008500001>.
- Díaz Fernández, A., & Soto Piñeros, M. A. (2019). Eficacia del compendio ambiental como instrumento de cultura ciudadana en el barrio Ciudad Porfía de Villavicencio (2015-2017). Universidad de la Costa.: Doctoral dissertation.
- EAAV. (2010). Plan de saneamiento y manejo de vertimientos del área urbana del municipio de Villavicencio. Villavicencio.: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio E.S.P. (EAAV).
- El Cuarto Mosquetero. (2021, 20/02/2021). Continúa disputa por la privatización del acueducto del barrio Ciudad Porfía de Villavicencio., *El Cuarto Mosquetero*. Retrieved from <https://elcuartomosquetero.com/continua-disputa-por-la-privatizacion-del-acueducto-del-barrio-ciudad-porfia-de-villavicencio/>
- EMCALI. (2012). Norma Técnica de Recolección de Aguas Residuales y Lluvias. (NDC-SE-RA-015). *Sumideros y/o captación superficial de aguas lluvias en vías urbanas* (pp. 40): Empresas Municipales de Cali.

- Findeter. (2017). Plan de Acción para una Villavicencio sostenible y competitiva. (Vol. Eds). Villavicencio: (Findeter, Ed.) (Eds). Recuperado a partir de
- Flores, G. J. A. (2005). El arbolado urbano en el área metropolitana de Monterrey. *Ciencia uanl*, 8(1), 20.
- García Navarro, V. (2014). Análisis y aplicación de estrategias para la recuperación del Caño Buque en Villavicencio. Villavicencio: Colombia. Instituto Universitario de Investigación en Ciencia y Tecnologías de la Sostenibilidad. Recuperado a partir de <http://upcommons>.
- Garzón-Ferro, A. (2018). En busca de una ciudad para vivir: Los procesos de configuración territorial en Villavicencio a partir de la migración histórica en el municipio. Villavicencio: Universidad Santo Tomás 79 pp.
- Gligo, N. V. (2006). Estilos de desarrollo y medio ambiente en America Latina, un cuarto de siglo después. Santiago de Chile: Serie de Medio Ambiente y Desarrollo , Naciones Unidas CEPAL.
- IDEAM. (2020a). Boletín climatológico 2020, (Eds ed., pp. 5): Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM. (2020b). Índice de Calidad del Agua en corrientes superficiales (ICA): Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
- IGAC. (2020, 11/2020). Datos Abiertos Catastro. Retrieved 03, 2021, from <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-catastro>
- IGAC. (2016). Catálogo de objetos geográficos cartografía básica digital (Vol. Eds). Bogota D.C.: Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. .
- INS. (2021). SIVICAP WEB. Retrieved 03, 2021, from <https://www.ins.gov.co/sivicap/paginas/sivicap.aspx>
- Jennifer C. Jenkins, Ginzo, H. D., Ogle, S. M., & Verchot, L. V. (2006). Asentamientos. In M. Handa & A. Tsunekawa (Eds.), *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (Eds ed., Vol. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra pp. 38): Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- MADS. (2007). Resolución 2115 del 22 de junio de 2007. : Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MADS).

- McHale, M., Burke, I., Lefsky, M., Peper, P., & McPherson, E. (2009). Urban forest biomass estimates: is it important to use allometric relationships developed specifically for urban trees? *Urban Ecosystems*, 12(1), 95-113.
- Morales-Cerdas, V., Piedra Castro, Lilliana, Romero Vargas, Marilyn, Bermúdez Rojas, Tania. (2018). Indicadores ambientales de áreas verdes urbanas para la gestión en dos ciudades de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 66(64), 1421-1435.
- Moyano Molano, A. L., & Rusinque Quintero, L. L. (2020). Conectividad de las áreas protegidas a través del paisaje del departamento de Caquetá. Bogotá: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A.).
- Osorio-Ramírez, D. P., Díaz-Celis, O. J., Clara Inés Caro-Caro, C. I., & Duque-Cabrera, J. (2015). Generalidades del área de estudio *Cuenca alta del río Meta: una mirada socioambiental a los ríos Guayuriba y Ocoa y al caño Quenane- Quenanito* (Vol. Eds, pp. pp. 12–65). Villavicencio. Colombia.: Universidad de los Llanos.
- Penagos Concha , Á. M. (2005). ¿Están los bogotanos interesados en vivir cerca de un parque urbano? *Revista Sociedad y Economía*, 9, 81-104. *Revista Sociedad y Economía*, Núm. 9, 81-104.
- Periódico del Meta. (2017, 30/10/2017). Inicia construcción de alcantarillado sanitario en Ciudad Porfía., *Periódico del Meta*, p. Recuperado de:. Retrieved from <https://periodicodelmeta.com/inicia-construccion-de-alcantarillado-sanitario-en-ciudad-porfia/>
- Romanelli, A., & Massone, H. E. (2016). Desarrollo de indicadores ambientales e índice de calidad de lagos someros pampeanos de Argentina con alta intervención antrópica. *Tecnología y ciencias del agua*, 7, 123-137.
- Romero, H., Toledo, X., Órdenes, F., & Vásquez, A. (2001). Ecología urbana y gestión ambiental sustentable de las ciudades intermedias chilenas. *Ambiente y Desarrollo*, 17(4), 45-51.
- Romero Rodríguez, L. A. (2014). Relación entre servicios públicos domiciliarios de agua y saneamiento básico sobre procesos de asentamientos urbanos. Estudio de caso: Ciudad Porfía (asentamiento informal) y Villa Codem (asentamiento formal), Villavicencio ,1983-2013. Bogotá: Doctoral dissertation, Universidad del Rosario.

- Scott, A., Carter, C., Hölzinger, O., Everard, M., Raffaelli, D., Hardman, M., Baker, J., Glass, J., Leach, K., Wakeford, R., Reed, M., Grace, M., Sunderland, T., Waters, R., Corstanje, R., Glass, R., Grayson, N., Harris, J., & Taft, A. (2014). *UK National Ecosystem Assessment Follow-on Work Package Report 10: Tools–Applications: Benefits and Linkages for Ecosystem Science* (TABLES). UNEP-WCMC, LWEC, UK.
- Segovia, O. (2005). Experiencias emblemáticas para la superación de la pobreza y precariedad urbana: espacio público. (Eds ed., pp. 99): Naciones Unidas - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Segovia, O., & Neira, H. (2005). Espacios públicos urbanos: una contribución a la identidad y confianza social y privada. *Revista INVI, Norteamérica*, 20., 20(50), 166-182.
- Sharma, H. (2009). Application of climate information and predictions in water sector: capabilities.: WCC-3. Geneve.
- Soarez, F. (2012). Planeta Ciudad: Ecología urbana y planificación de ciudades medias de Brasil. : Universidad Autónoma de Madrid.
- SUI. (2021). Sistema Único de Información de servicios públicos domiciliarios. Retrieved 02, 2021, from <http://www.sui.gov.co/>
- Superservicios. (2014). Evaluación integral de prestadores - Asociación De Gestores Comunitarios de Servicios Público -Asogestores: Asogestores. <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Acueducto%2C>
- Superservicios. (2018). Evaluación integral de prestadores - Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio E.S.P. : Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. .
- Superservicios. (2019). Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado. Bogota D.C.: Superintendencia de servicios públicos domiciliarios
- Torres-Mora, M. A., & Trujillo-González, J. M. (2014). La ciudad y su dinámica. Villavicencio: ORINOQUIA, 18(2), 7-10. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092014000200001&lng=en&nrm=iso&tlng=es.
- Uribe Díaz, J. D., Fonseca Páez, C. A., & Martínez , V. (2018). Vivienda de interés social sostenible en el contexto del post-conflicto colombiano para el departamento del Meta.: Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu>.

Zuluaga, L. Z., & Escobar, S. C. (2018). Valoración de servicios ambientales por captura de CO2 en un ecosistema de bosque seco tropical en el municipio de El Carmen de Bolívar, Colombia. *Revista Luna Azul (On Line)*, (47), 1-20.

Anexo 1.

Encuesta – Caracterización de la cuenca del río Ocoa- Ciudad Porfía



Encuesta – Caracterización de la Cuenca del Río Ocoa
Ciudad Porfía

N° _____

Hola, buen día, mi nombre es _____, trabajo para la Universidad de los Andes y en colaboración con la Universidad de los Llanos estamos realizando conjuntamente un estudio con la Unidad de Planificación del Desarrollo de la University College London sobre la opinión y percepción de los residentes de Ciudad Porfía con relación al manejo integral del recurso hídrico, el espacio público, la gestión de residuos sólidos y algunos aspectos relacionados con la vivienda. Estamos solicitando su colaboración con el diligenciamiento de esta encuesta donde sus respuestas tendrán un tratamiento confidencial y serán utilizadas con fines estadísticos y académicos por la Universidad de los Andes y Universidad de los Llanos.

La participación en esta encuesta es estrictamente voluntaria, es totalmente anónima y no recolectará información personal ni de contacto. Sus respuestas al cuestionario serán codificadas usando un número de identificación, por tanto, serán anónimas. Si usted accede a contestar la encuesta, tan solo le tomará cerca de **20** minutos de su tiempo. Agradecemos de antemano su participación.

FECHA:

<p>1. ¿Acepta llenar la encuesta?</p> <p style="text-align: center;">1. SI _____ 2. NO _____</p>	<p>8. ¿Cuál es su ocupación principal?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">1</td><td>Trabajador Tiempo completo</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td>Trabajador medio tiempo</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td>Independiente</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td>Estudiante</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td>Amo (a) de casa / Hogar</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td>Pensionado (a)</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7</td><td>Desempleado (a)</td></tr> </table>	1	Trabajador Tiempo completo	2	Trabajador medio tiempo	3	Independiente	4	Estudiante	5	Amo (a) de casa / Hogar	6	Pensionado (a)	7	Desempleado (a)		
1	Trabajador Tiempo completo																
2	Trabajador medio tiempo																
3	Independiente																
4	Estudiante																
5	Amo (a) de casa / Hogar																
6	Pensionado (a)																
7	Desempleado (a)																
<p>2. Dirección de residencia</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">1</td><td>Casa</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td>Apartamento/Apartaestudio</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td>Cuarto(s) Inquilinato</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td>Cuarto(s) en otro tipo de estructura</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td>Otro tipo de vivienda:</td></tr> </table>	1	Casa	2	Apartamento/Apartaestudio	3	Cuarto(s) Inquilinato	4	Cuarto(s) en otro tipo de estructura	5	Otro tipo de vivienda:						
1	Casa																
2	Apartamento/Apartaestudio																
3	Cuarto(s) Inquilinato																
4	Cuarto(s) en otro tipo de estructura																
5	Otro tipo de vivienda:																
<p>3. ¿Hace cuantos años vive en este lugar?</p>	<p>9. Tipo de Vivienda</p>																
<p>4. Por favor, indique el género con el que se siente identificado: 1. Hombre _____ 2. Mujer _____ 3. Otro _____</p>	<p>10. ¿Cuál es el estrato de su vivienda?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 15%;">1</td> <td style="width: 15%;">2</td> <td style="width: 15%;">3</td> <td style="width: 15%;">4</td> <td style="width: 15%;">5</td> <td style="width: 15%;">6</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6										
1	2	3	4	5	6												
<p>5. ¿Cuántos años tiene?</p>	<p>11. La tenencia de la vivienda del hogar es:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">1</td><td>Propia</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td>Arriendo – ir a 11,1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td>Familiar</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td>Se ocupa sin pagar arriendo o aportar</td></tr> </table>	1	Propia	2	Arriendo – ir a 11,1	3	Familiar	4	Se ocupa sin pagar arriendo o aportar								
1	Propia																
2	Arriendo – ir a 11,1																
3	Familiar																
4	Se ocupa sin pagar arriendo o aportar																
<p>6. ¿Cuál es su Departamento de nacimiento?</p>	<p>11.1 Canon Arrendamiento:</p>																
<p>7. ¿Cuál es su nivel educativo?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">1</td><td>Ninguno</td><td style="width: 20px; text-align: center;">5</td><td>Técnica</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td>Prescolar</td><td style="text-align: center;">6</td><td>Tecnología</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td>Primaria</td><td style="text-align: center;">7</td><td>Pregrado</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td>Secundaria</td><td style="text-align: center;">8</td><td>Postgrado E/M/D</td></tr> </table>	1	Ninguno	5	Técnica	2	Prescolar	6	Tecnología	3	Primaria	7	Pregrado	4	Secundaria	8	Postgrado E/M/D	
1	Ninguno	5	Técnica														
2	Prescolar	6	Tecnología														
3	Primaria	7	Pregrado														
4	Secundaria	8	Postgrado E/M/D														

<p>12. ¿Cuántas personas viven en su hogar?</p>	<p>23. El agua para beber principalmente:</p> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>La usan como la obtienen</td></tr> <tr><td>2</td><td>La hierven</td></tr> <tr><td>3</td><td>Le echan cloro</td></tr> <tr><td>4</td><td>Utilizan filtros</td></tr> <tr><td>5</td><td>La decantan o usan filtros naturales</td></tr> <tr><td>6</td><td>Compran agua embotellada o en bolsa</td></tr> </table>	1	La usan como la obtienen	2	La hierven	3	Le echan cloro	4	Utilizan filtros	5	La decantan o usan filtros naturales	6	Compran agua embotellada o en bolsa				
1	La usan como la obtienen																
2	La hierven																
3	Le echan cloro																
4	Utilizan filtros																
5	La decantan o usan filtros naturales																
6	Compran agua embotellada o en bolsa																
<p>13. ¿Cuántas personas en su hogar realizan alguna actividad económica?</p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	<p>24. ¿Utiliza alguna medida de ahorro de agua en su hogar?</p> <p style="text-align: right;">1. SI _____ 2. NO _____ -ir26</p>										
0	1	2	3	4	5												
<p>14. ¿Cuál es el ingreso promedio mensual de su hogar?</p>	<p>25. ¿Cuáles medidas de ahorro?</p> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>Uso de equipos ahorradores (sanitario doble descarga)</td></tr> <tr><td>2</td><td>Ducha de cinco minutos</td></tr> <tr><td>3</td><td>Cerrar el grifo del baño cuando lavan los dientes / enjabona</td></tr> <tr><td>4</td><td>Cerrar grifo de cocina cuando enjabona los platos</td></tr> <tr><td>5</td><td>Ninguna</td></tr> <tr><td>6</td><td>Otra ¿Cuál?</td></tr> </table>	1	Uso de equipos ahorradores (sanitario doble descarga)	2	Ducha de cinco minutos	3	Cerrar el grifo del baño cuando lavan los dientes / enjabona	4	Cerrar grifo de cocina cuando enjabona los platos	5	Ninguna	6	Otra ¿Cuál?				
1	Uso de equipos ahorradores (sanitario doble descarga)																
2	Ducha de cinco minutos																
3	Cerrar el grifo del baño cuando lavan los dientes / enjabona																
4	Cerrar grifo de cocina cuando enjabona los platos																
5	Ninguna																
6	Otra ¿Cuál?																
<p>15. ¿Cuál es el valor promedio de los gastos en su hogar?</p>	<p>16. ¿Qué tan responsable se considera en la toma de decisiones locales sobre el agua y su conservación? Califique de 1 a 5, donde 1 es No siente ninguna y 5 es completamente responsable.</p> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>	1	2	3	4	5											
1	2	3	4	5													
<p>17. ¿Cuenta con suministro de agua potable en su hogar?</p> <p style="text-align: center;">1. SI _____ 2. NO _____</p>	<p>18. Como obtiene el agua en su hogar:</p> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>Acueducto municipal</td><td>5</td><td>Caño o río</td></tr> <tr><td>2</td><td>Acueducto comunitario</td><td>6</td><td>Carrotaques</td></tr> <tr><td>3</td><td>Aljibe o Jagüey</td><td>7</td><td>Otro</td></tr> <tr><td>4</td><td>Pozo profundo</td><td></td><td></td></tr> </table>	1	Acueducto municipal	5	Caño o río	2	Acueducto comunitario	6	Carrotaques	3	Aljibe o Jagüey	7	Otro	4	Pozo profundo		
1	Acueducto municipal	5	Caño o río														
2	Acueducto comunitario	6	Carrotaques														
3	Aljibe o Jagüey	7	Otro														
4	Pozo profundo																
<p>19. Tiene medidor o contador de agua</p> <p style="text-align: center;">1. SI _____ 2. NO _____</p>	<p>26. ¿Reutiliza agua? Por ejemplo; agua lluvia, agua de lavadora, agua de la ducha.</p> <p style="text-align: right;">1. SI _____ 2. NO _____ -ir29</p>																
<p>20. (Tenga a la mano el recibo del agua) ¿Cuál es el consumo promedio de agua en M3 que se encuentra en su factura?</p> <p style="text-align: right;">M3</p>	<p>27. ¿Qué uso les da?</p> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>Regar plantas</td><td>5</td><td>Limpieza baño/sanitario</td></tr> <tr><td>2</td><td>Lavar ropa</td><td>6</td><td>Bañar la mascota</td></tr> <tr><td>3</td><td>Lavar piso de casa</td><td>7</td><td>Otro</td></tr> <tr><td>4</td><td>Lavar carro o moto</td><td></td><td></td></tr> </table>	1	Regar plantas	5	Limpieza baño/sanitario	2	Lavar ropa	6	Bañar la mascota	3	Lavar piso de casa	7	Otro	4	Lavar carro o moto		
1	Regar plantas	5	Limpieza baño/sanitario														
2	Lavar ropa	6	Bañar la mascota														
3	Lavar piso de casa	7	Otro														
4	Lavar carro o moto																
<p>21. (Tenga a la mano el recibo del agua) ¿Cuál es la tarifa promedio de su servicio de acueducto que se encuentra en su factura?</p> <p style="text-align: right;">Pesos</p>	<p>28. ¿Por qué razones reutiliza el agua?</p> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>Ahorro de agua potable</td></tr> <tr><td>2</td><td>Preocupación por el medio ambiente</td></tr> <tr><td>3</td><td>Ahorro de dinero</td></tr> <tr><td>4</td><td>Otro ¿Cuál?</td></tr> </table>	1	Ahorro de agua potable	2	Preocupación por el medio ambiente	3	Ahorro de dinero	4	Otro ¿Cuál?								
1	Ahorro de agua potable																
2	Preocupación por el medio ambiente																
3	Ahorro de dinero																
4	Otro ¿Cuál?																
<p>22. ¿En una semana normal con qué frecuencia tiene disponibilidad del servicio de agua?</p> <p>No. _____ días * No. _____ horas = _____ h/week</p>																	

<p>29 ¿Por qué no reutiliza el agua lluvia, de la lavadora, ducha u otro?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 5%; text-align: center;">1</td><td>Higiene</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td>Riesgos para la salud</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td>Posible deterior de sanitario o la ropa</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td>Mayores costos en el hogar</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td>Malos olores</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td>No le parece necesario</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7</td><td>No sabe cómo</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8</td><td>Otro ¿Cuál?</td></tr> </table>	1	Higiene	2	Riesgos para la salud	3	Posible deterior de sanitario o la ropa	4	Mayores costos en el hogar	5	Malos olores	6	No le parece necesario	7	No sabe cómo	8	Otro ¿Cuál?	<p style="text-align: center;">—Sector Residuos—</p> <p>36. ¿Hay servicio de recolección de residuos sólidos en su hogar?</p> <p style="text-align: center;">1. SI _____ 2. NO _____</p>								
1	Higiene																								
2	Riesgos para la salud																								
3	Posible deterior de sanitario o la ropa																								
4	Mayores costos en el hogar																								
5	Malos olores																								
6	No le parece necesario																								
7	No sabe cómo																								
8	Otro ¿Cuál?																								
<p>30. ¿Cuenta con un sistema recolección de aguas negras o residuales en su hogar?</p> <p style="text-align: center;">1. SI _____ 2. NO _____</p>	<p>37. ¿Quién presta el servicio de recolección de residuos?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td>Bioagrícola</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">3</td> <td>Otro ¿Cuál?</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Asociaciones de recicladores</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>38. ¿La recolección es realizada en su hogar o puntos de recolección específicos?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td>Hogar</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">3</td> <td>No hay</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Puntos de recolección</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Otros ¿Cuál?</td> </tr> </table>	1	Bioagrícola	3	Otro ¿Cuál?	2	Asociaciones de recicladores			1	Hogar	3	No hay	2	Puntos de recolección	4	Otros ¿Cuál?								
1	Bioagrícola	3	Otro ¿Cuál?																						
2	Asociaciones de recicladores																								
1	Hogar	3	No hay																						
2	Puntos de recolección	4	Otros ¿Cuál?																						
<p>31. Indique el tipo de sistema de aguas negras residuales o alcantarillado y nombre del prestador del servicio.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td>Alcantarillado municipal</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">5</td> <td>Directo a fuente de agua</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Alcantarillado comunitario</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td>No sabe/ no responde</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Pozo o Fosa séptica</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td>No tiene</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Por gravedad</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td>Otro</td> </tr> </table>	1	Alcantarillado municipal	5	Directo a fuente de agua	2	Alcantarillado comunitario	6	No sabe/ no responde	3	Pozo o Fosa séptica	7	No tiene	4	Por gravedad	8	Otro	<p>39. ¿Cuál es la frecuencia de recogida de residuos?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">Lun</td> <td style="width: 12.5%;">Mar</td> <td style="width: 12.5%;">Mie</td> <td style="width: 12.5%;">Jue</td> <td style="width: 12.5%;">Vie</td> <td style="width: 12.5%;">Sab</td> <td style="width: 12.5%;">Dom</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">No. Días: _____</p>	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Dom	
1	Alcantarillado municipal	5	Directo a fuente de agua																						
2	Alcantarillado comunitario	6	No sabe/ no responde																						
3	Pozo o Fosa séptica	7	No tiene																						
4	Por gravedad	8	Otro																						
Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Dom																			
<p>32. (Tenga a la mano el recibo del alcantarillado) ¿Cuál es volumen promedio de aguas residuales generadas que se encuentra en su factura?</p> <p style="text-align: right;">m³</p>	<p>41. ¿Realiza algún tipo de aprovechamiento de los residuos en su hogar?</p> <p style="text-align: center;">1. SI _____ 2. NO _____</p>																								
<p>33. (Tenga a la mano el recibo del alcantarillado) ¿Cuál es la tarifa promedio de su servicio de alcantarillado que se encuentra en su factura?</p> <p style="text-align: right;">Pesos</p>	<p>42. ¿Cuáles clasifica y/o aprovecha?</p> <p style="text-align: center;">C: Clasifica; A: Aprovecha</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Material</th> <th style="width: 5%;">C</th> <th style="width: 5%;">A</th> <th style="width: 25%;">Material</th> <th style="width: 5%;">C</th> <th style="width: 5%;">A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.Madera</td> <td></td> <td></td> <td>4.Vidrio</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.Cartón/papel</td> <td></td> <td></td> <td>5.Metal</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.Plastico</td> <td></td> <td></td> <td>6.M. Orgánica</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Material	C	A	Material	C	A	1.Madera			4.Vidrio			2.Cartón/papel			5.Metal			3.Plastico			6.M. Orgánica		
Material	C	A	Material	C	A																				
1.Madera			4.Vidrio																						
2.Cartón/papel			5.Metal																						
3.Plastico			6.M. Orgánica																						
<p>34. ¿Conoce si realizan algún tipo de tratamiento a las aguas residuales domésticas?</p> <p style="text-align: center;">1. SI _____ 2. NO _____</p>	<p>43. (Tenga a la mano el recibo del aseo) ¿Cuál es el valor promedio por el servicio de aseo y recolección de residuos que se encuentra en su factura?</p> <p style="text-align: right;">Pesos</p>																								
<p>35. Se encharcan las vías, los andenes, los parques públicos o las áreas comunales cuando llueve?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td>Vías</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">4</td> <td>Áreas comunes</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Andenes</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td>No sabe/No responde</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Parques Públicos</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td>No ocurre</td> </tr> </table>	1	Vías	4	Áreas comunes	2	Andenes	5	No sabe/No responde	3	Parques Públicos	6	No ocurre													
1	Vías	4	Áreas comunes																						
2	Andenes	5	No sabe/No responde																						
3	Parques Públicos	6	No ocurre																						

—Sector Ecología Urbana—	—Conciencia Ambiental—																								
<p>44. ¿Reconoce espacios verdes en su barrio?</p> <p style="text-align: center;">1. SI _____ 2. NO _____</p>	<p>Conoce alguno de los siguientes cuerpos de agua:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;"></th> <th style="width: 70%;">Cuerpo de agua</th> <th style="width: 10%;">SI</th> <th style="width: 15%;">NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">52.</td> <td>Río Ocoa</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">53.</td> <td>Caño La Linda</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">54.</td> <td>Caño la Unión</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">55.</td> <td>Quebrada Blanca</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">56.</td> <td>Quebrada Agualinda</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Cuerpo de agua	SI	NO	52.	Río Ocoa			53.	Caño La Linda			54.	Caño la Unión			55.	Quebrada Blanca			56.	Quebrada Agualinda		
	Cuerpo de agua	SI	NO																						
52.	Río Ocoa																								
53.	Caño La Linda																								
54.	Caño la Unión																								
55.	Quebrada Blanca																								
56.	Quebrada Agualinda																								
<p>45. ¿Considera usted que los "espacios verdes" dentro de su barrio son suficientes?</p> <p style="text-align: center;">1. SI _____ 2. NO _____</p>	<p>Cree que alguno de estos cuerpos de agua tiene un problema ambiental en esta zona:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;"></th> <th style="width: 70%;">Cuerpo de agua</th> <th style="width: 10%;">SI</th> <th style="width: 15%;">NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">57.</td> <td>Río Ocoa</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">58.</td> <td>Caño La Linda</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">59.</td> <td>Caño la Unión</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">60.</td> <td>Quebrada Blanca</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">61.</td> <td>Quebrada Agualinda</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Cuerpo de agua	SI	NO	57.	Río Ocoa			58.	Caño La Linda			59.	Caño la Unión			60.	Quebrada Blanca			61.	Quebrada Agualinda		
		Cuerpo de agua	SI	NO																					
57.		Río Ocoa																							
58.	Caño La Linda																								
59.	Caño la Unión																								
60.	Quebrada Blanca																								
61.	Quebrada Agualinda																								
<p>46. ¿Generalmente visita "espacios verdes"?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td>Si, dentro de mi barrio</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Si, fuera de mi barrio</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>No – ir 50</td> </tr> </tbody> </table>	1	Si, dentro de mi barrio	2	Si, fuera de mi barrio	3	No – ir 50																			
1	Si, dentro de mi barrio																								
2	Si, fuera de mi barrio																								
3	No – ir 50																								
<p>47. ¿Con qué frecuencia visita espacios verdes?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td>Menos de una vez al mes</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Una vez al mes</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Dos veces al mes</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Una o dos veces a la semana</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td>Tres o cuatro veces a la semana</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td>Todos o casi todos los días</td> </tr> </tbody> </table>	1	Menos de una vez al mes	2	Una vez al mes	3	Dos veces al mes	4	Una o dos veces a la semana	5	Tres o cuatro veces a la semana	6	Todos o casi todos los días	<p>62. ¿Qué tipo de actividades realiza en alguno de estos cuerpos de agua?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td>Recreación</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Pesca</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Consumo</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Ninguno</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td>Otros ¿Cuál?</td> </tr> </tbody> </table>	1	Recreación	2	Pesca	3	Consumo	4	Ninguno	5	Otros ¿Cuál?		
1	Menos de una vez al mes																								
2	Una vez al mes																								
3	Dos veces al mes																								
4	Una o dos veces a la semana																								
5	Tres o cuatro veces a la semana																								
6	Todos o casi todos los días																								
1	Recreación																								
2	Pesca																								
3	Consumo																								
4	Ninguno																								
5	Otros ¿Cuál?																								
<p>48. ¿Qué actividades realiza en los espacios verdes que visita?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td>Contemplación del paisaje y animales</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Meditación / relajación</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Ejercicio</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Pasear / ejercitar mascotas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td>Lectura</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td>Actividades artísticas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td>Pasar tiempo con familia / amigos</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td> <td>Otro ¿Cuál?</td> </tr> </tbody> </table>	1	Contemplación del paisaje y animales	2	Meditación / relajación	3	Ejercicio	4	Pasear / ejercitar mascotas	5	Lectura	6	Actividades artísticas	7	Pasar tiempo con familia / amigos	9	Otro ¿Cuál?	<p style="text-align: center;">En lo posible especificar cuerpo de agua</p> <p>63.Cuál es su nivel de compromiso respecto a estos cuerpos de agua. Califique de 1 a 5, donde 1 es nada comprometido y 5 es totalmente comprometido.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4	5		
1	Contemplación del paisaje y animales																								
2	Meditación / relajación																								
3	Ejercicio																								
4	Pasear / ejercitar mascotas																								
5	Lectura																								
6	Actividades artísticas																								
7	Pasar tiempo con familia / amigos																								
9	Otro ¿Cuál?																								
	1	2	3	4	5																				
<p>¿Cuán satisfecho o insatisfecho está usted con el valor de sus servicios públicos y la calidad recibida de los mismos? Califique de 1 a 5, donde 1 es muy insatisfecho y 5 es completamente satisfecho.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 20%;">49. Acueducto</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>50. Alcantarillado</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>51. Aseo</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> </tbody> </table>	49. Acueducto	1	2	3	4	5	50. Alcantarillado	1	2	3	4	5	51. Aseo	1	2	3	4	5	<p>Nombre del Encuestador: _____</p>						
49. Acueducto	1	2	3	4	5																				
50. Alcantarillado	1	2	3	4	5																				
51. Aseo	1	2	3	4	5																				

Anexo 2.

Fichas técnicas de indicadores de ecología urbana

Etapa 1. Ciudad con espacio verde público.

Indicador 1. Disponibilidad de área verde pública por habitante.

Nombre del indicador
Disponibilidad de área verde pública por habitante.
Objetivo
Proporcionar una valoración sobre las áreas verdes que se encuentran disponibles para cada habitante. Permite tener un primer acercamiento a las áreas verdes disponible en el casco urbano.
Descripción del indicador
Cuantifica el espacio verde disponible en metros cuadrados para el análisis.
Fuentes de información
-Acuerdo 287 del 2015 -Planchas IGAC escala 1:25,000 -Aerofotografía Maxar Technologies - Google Earth Pro
Método de medición
A partir de la información obtenida por cartografía, se emplea un software para el cálculo en metros cuadrados de las áreas verdes. A su vez, se calcula el número de habitantes a partir de las encuestas y de la infraestructura de la zona. Estos dos valores se dividen y se obtiene el indicador.
Formulación
$\text{Total de área verde pública por habitante} = \frac{\text{Área verde } m^2}{\text{Número de habitantes}}$
Unidades
m ² / habitante
Observaciones
Es una primera aproximación para la identificación de áreas verdes por habitantes. Sin embargo, se debe considerar que no es una medida exacta.
Tipología del indicador
Cuantitativo.
Sector
Ecosistema urbano.
Valoración del indicador según criterios de selección

Valoración	Rango m²/habitante	Criterio
Muy malo	1.87	Criterio de experto.
Malo	4.5	
Normal	7.5	
Bueno	10.5	
Muy bueno	15	Valor de referencia de la OMS

Etapa 2. Ciudad con estructura ecológica principal.

Indicador 2. Área verde protegida.

Nombre del indicador
Área verde protegida.
Objetivo
Reconocer la relación entre la cantidad de áreas verdes protegidas en función del total de áreas verdes de la zona.
Descripción del indicador
Identifica el área verde protegida con respecto al área verde total.
Fuentes de información
-Acuerdo 287 del 2015 -Planchas IGAC escala 1:25,000 -CORMACARENA estudio POMCA Guatiquía -Aerofotografía Maxar Technologies - Google Earth Pro
Método de medición
A partir de la información obtenida por cartografía, se emplea un software para el cálculo en metros cuadrados de las áreas verdes privadas de la zona. A partir de los datos, se calcula el cociente entre el área verde privada y área verde total.
Formulación
$\text{Área verde privada} = \frac{\text{Área verde privada}}{\text{Área verde total}} \times 100$
Unidades
Porcentaje de área verde privada (%)
Observaciones
Indicador de fácil acceso.
Tipología del indicador
Cualitativo.
Sector
Ecosistema urbano.
Valoración del indicador según criterios de selección

La valoración de este indicador se realiza bajo la opinión de un panel de expertos, se consideran las condiciones, características y proporción de las áreas verdes protegidas para su valoración.

Etapa 3. Ciudad con estructura ecológica integral.

Indicador 3. Área espacios públicos infraestructura verde por habitante.

Nombre del indicador
Áreas espacios públicos infraestructura verde por habitante.
Objetivo
Calificar la disponibilidad de áreas que son socialmente funcionales.
Descripción del indicador
Brinda información sobre espacios que permiten el desarrollo de actividades recreativas y que pueden contribuir al paisaje y estructura urbana de la zona de estudio.
Fuentes de información
-Acuerdo 287 del 2015 -Planchas IGAC escala 1:25,000 -Aerofotografía Maxar Technologies - Google Earth Pro
Método de medición
A partir de la información obtenida por cartografía, se emplea un software para el cálculo en metros de áreas de áreas verdes públicas y áreas privadas. A partir de esto, se calculó la diferencia del total de áreas verdes, área protegida, áreas verdes del sistema vial y se dividió por el número de habitantes.
Formulación
Área espacios públicos por habitante = $\frac{(Total\ áreas\ verdes - áreas\ verdes\ protegidas - áreas\ verdes\ sistema\ vial)}{habitantes}$
Unidades
m ² / habitante
Observaciones
Es una primera aproximación para la identificación de áreas verdes por habitantes.
Tipología del indicador
Cuantitativo.
Sector
Ecosistema urbano.
Valoración del indicador según criterios de selección

Valoración	Rango m ² /habitante	Criterio
Muy malo	1.87	Criterio de experto.
Malo	4.5	
Normal	7.5	
Bueno	10.5	

Muy bueno	15	Valor de referencia de la OMS
-----------	----	-------------------------------

Indicador 4. Área de espacios verdes privados.

Nombre del indicador
Área de espacios verdes privados.
Objetivo
Cuantificar el área verde privada con respecto al área total.
Descripción del indicador
Permite obtener información sobre áreas de carácter privado y su disponibilidad como elementos complementarios.
Fuentes de información
-Acuerdo 287 del 2015 -Planchas IGAC escala 1:25,000 -Aerofotografía Maxar Technologies - Google Earth Pro
Método de medición
A partir de la información obtenida por cartografía, se emplea un software para el cálculo en metros cuadrados de las áreas verdes privadas.
Formulación
Sin fórmula específica.
Unidades
m ²
Observaciones
Indicador de fácil estimación.
Tipología del indicador
Cualitativo.
Sector
Ecosistema urbano.
Valoración del indicador según criterios de selección

La valoración de este indicador se realiza bajo la opinión de un panel de expertos. Se consideran las condiciones, características y proporción de las áreas verdes privadas para su valoración.

Etapa 4. Ciudad con funcionalidad social y ecológica

Indicador 5. Índice de naturalidad.

Nombre del indicador
Índice de Naturalidad.

Objetivo
Establecer el porcentaje de áreas que pueden tener cobertura vegetal no endurecida.
Descripción del indicador
Identifica áreas no endurecidas que pueden albergar cobertura vegetal.
Fuentes de información
-Acuerdo 287 del 2015 -Planchas IGAC escala 1:25,000 -CORMACARENA estudio POMCA Guatiquía -Imágenes satelitales Landsat 8 -Aerofotografía Maxar Technologies - Google Earth Pro
Método de medición
$\text{Índice de naturalidad} = \frac{\text{Áreas verdes sin endurecimiento}}{\text{área verde total}} \times 100\%$
Formulación
Índice de naturalidad
Unidades
Porcentaje de coberturas arbóreas (%)
Observaciones
Indicador de calidad de hábitat. Indicador fácil de utilizar y calcular.
Tipología del indicador
Cuantitativo
Sector
Ecosistema urbano
Valoración del indicador según criterios de selección

Valoración	Porcentaje %	Criterio
Muy bueno	10%	Criterio de experto.
Bueno	20%	
Regular	30%	
Malo	40%	
Muy malo	100%	

Indicador 6. Índice de conectividad.

Nombre del indicador
Conectividad ecológica.
Objetivo
Reconocer las áreas verdes conectadas y el grado de conectividad entre ellas.
Descripción del indicador
Permite establecer la conectividad entre áreas verdes que posibilite el movimiento de especies.
Fuentes de información
-Acuerdo 287 del 2015 -Planchas IGAC escala 1:25,000 -Aerofotografía Maxar Technologies - Google Earth Pro
Método de medición
A partir de la información obtenida por cartografía, se emplea un software para el cálculo en metros cuadrados de las áreas verdes que pueden ser empleadas como corredores y/o escalones ecológicos.
Formulación
Sin formulación específica.
Unidades
1. Conectividad robusta o fuerte. Es aquella que sucede cuando los espacios que contienen la biodiversidad están en situación espacial de vecindad sin solución de continuidad y el flujo de beneficios se da a través de espacios lineales (corredores) que garantizan el mantenimiento y flujo de esos servicios ecosistémicos. 2. Conectividad débil. Es aquella que sucede cuando los espacios que contienen la biodiversidad están separados por matrices y que hacen que estén alejados de aquellos en los cuales se espera que reciban o disfruten los servicios ecosistémicos. No hay presencia de corredores robustos, y el flujo de los SE sucede porque en la matriz urbana hay cierta permeabilidad. 3. Conectividad difusa. Es el grado mínimo en el cual los SE pueden beneficiar espacios urbanos a distancia, debido a que están muy alejados o a que la matriz es poco permeable. La conectividad difusa es la mínima deseable, y se logra a través de espacios urbanos densos en los cuales el verde urbano está solamente en forma de arbolado urbano aislado o en filas, y en todo caso en espacios muy reducidos.
Observaciones
Es una primera aproximación a la ubicación y el grado de corredores biológicos.
Tipología del indicador
Cualitativo.
Sector
Ecosistema urbano.
Valoración del indicador según criterios de selección

La valoración de este indicador se realiza bajo la opinión de un panel de expertos. Se consideran las condiciones, características y proporción de las áreas verdes e interconexión interna y externa del área de estudio.

Indicador 7. Accesibilidad social.

Nombre del indicador
Accesibilidad social.
Objetivo
Establecer si los espacios verdes tienen una ubicación estratégica que permita el fácil acceso para la comunidad.
Descripción del indicador
Evalúa la ubicación de las áreas verdes públicas para la accesibilidad de la comunidad.
Fuentes de información
Cartografía vectorial obtenida a partir de: -Acuerdo 287 del 2015 -Planchas IGAC escala 1:25,000 -Aerofotografía Maxar Technologies - Google Earth Pro
Método de medición
A partir de las herramientas SIG, se realizan buffers de las áreas, se divide por el área total y se halla el porcentaje.
Formulación
$\text{Accesibilidad} = \frac{\text{Área con cobertura}}{\text{área total}} \times 100$
Unidades
Porcentaje de áreas con accesibilidad (%)
Observaciones
Indicador apropiado para optimizar la ubicación y distribución de zonas verdes.
Tipología del indicador
Cuantitativo.
Sector
Ecosistema urbano.
Valoración del indicador según criterios de selección

Valoración	Porcentaje (%)	Criterio
Muy malo	12.50%	Criterio de experto.
Malo	30%	
Normal	50%	
Bueno	70%	
Muy bueno	100%	

Etapa 5. Ciudad social y ecológicamente funcional y resiliente.

Indicador 8. Captura y almacenamiento de CO₂.

Nombre del indicador
Captura y almacenamiento de CO ₂ .
Objetivo
Cuantificar las toneladas de CO ₂ capturadas, como servicio ecosistémico proveído por las diferentes coberturas vegetales.
Descripción del indicador
Permite incluir otro servicio ecosistémico de las coberturas vegetales.
Fuentes de información
-Aerofotografía Maxar Technologies - Google Earth Pro -IPCC
Método de medición
Se estima empleando imágenes satelitales, aerofotografías y datos de los proyectos que están relacionados con el área de cobertura de copas de árboles o el número de individuos, diferentes usos y coberturas del suelo, factores por defecto recomendados por IPCC, o datos específicos para un país o ciudad, mediciones propias realizadas en campo por medio de parcelas permanentes o transitorias para niveles más detallados de estimación de acuerdo con la disponibilidad de recursos e información.
Formulación
$CO_2 \text{ capturado} = \text{ha cobertura de copas} * tCO_2/\text{ha/año}$ $CO_2 \text{ capturado} = \text{número de árboles} * tCO_2/\text{árbol/año}$
Unidades
tCO ₂ /año
Observaciones
Permite reconocer la importancia de los servicios ecosistémicos en el desarrollo de la infraestructura urbana. Es importante para futuros estudios contar con la información primaria para el cálculo de este indicador de forma específica.
Tipología del indicador
Cuantitativo.
Sector
Ecosistema urbano.
Valoración del indicador según criterios de selección

No hay valor estándar para este indicador, por lo que su valoración se realiza bajo criterio del experto.

Indicador 9. Regulación del clima local.

Nombre del indicador
Regulación climática local.
Objetivo
Identificar la variación del clima por factores como la cobertura vegetal y las propiedades térmicas de las estructuras como el asfalto y concreto.
Descripción del indicador
Permite calcular la variación del clima en diferentes superficies.
Fuentes de información
<p>Cartografía vectorial obtenida a partir de:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Acuerdo 287 del 2015 -Planchas IGAC escala 1:25,000 -Imágenes satelitales Landsat 8 -Aerofotografía Maxar Technologies - Google Earth Pro
Método de medición
<p>Se emplearon imágenes satelitales multiespectrales, con buena resolución y visibilidad. Por medio de herramientas SIG se determinó el NDVI de la siguiente manera:</p> $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$ <p>NIR= Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano RED = Espectroscopía de Reflectancia de la parte Roja Visible</p> <p>La temperatura de superficie (LST Land Surface Temperature) se estima por medio de diferentes geoprosesamientos en herramientas SIG. Una vez obtenidos los valores se calcula la diferencia de temperatura entre la cobertura vegetal de referencia (zona rural cercana) y la máxima presentada en la zona de estudio para así determinar la existencia de islas de calor urbano</p>
Formulación
<i>Cambio de temperatura = Temperatura máxima zona de análisis – temperatura rural de referencia</i>
Unidades
°C
Observaciones
Indicador útil que permite obtener información sobre variación de temperatura sin la necesidad de estaciones meteorológicas. En estudios futuros se pueden emplear métodos más sofisticados.
Tipología del indicador
Cuantitativo.

Sector
Ecosistema urbano.
Valoración del indicador según criterios de selección

Valoración	Diferencia de temperatura	Criterio
Muy malo	15 °C	Criterio de experto.
Malo	7°C	
Normal	5°C	
Bueno	3°C	
Muy bueno	0°C	

Anexo 3.

Fichas técnicas de indicadores de agua

Etapa 1. Ciudad con suministro de agua.

Indicador 1. Cobertura del servicio de acueducto.

Nombre del indicador
Cobertura del servicio de acueducto
Objetivo
Evaluar la cobertura del servicio del acueducto en el barrio Ciudad Porfía.
Descripción del indicador
Establecer la cobertura del servicio de acueducto a partir de la relación del número de viviendas conectadas al servicio de acueducto y el número total de viviendas en el área.
Fuentes de información
- Evaluación Integral de Prestadores - Superintendencia de servicios públicos domiciliarios. - Encuestas realizadas a la comunidad del barrio Ciudad Porfía.
Método de medición
A partir de la información obtenida por parte de la superintendencia de servicios públicos domiciliarios y las encuestas realizadas, se establecieron dos escenarios para la estimación: 1. Número de viviendas reportadas a la superintendencia de servicios públicos domiciliarios conectadas al servicio de acueducto y número de viviendas totales en el área, y 2. Número de viviendas conectadas registradas en la encuesta con el número de viviendas en el área.
Formulación
$\% \text{ Cobertura del servicio de acueducto} = \frac{\# \text{ de viviendas conectados al acueducto}}{\# \text{ de viviendas en el área de estudio}} * 100\%$ $\% \text{ Cobertura del servicio de acueducto} = \frac{\# \text{ de viviendas encuestados con acueducto}}{\# \text{ total de hogares encuestados}} * 100\%$
Unidades
Porcentaje de cobertura (%)
Tipología del indicador
Cuantitativo
Sector
Manejo integrado del agua
Valoración del indicador según criterios de selección

Valoración	Límite superior	Límite inferior	Criterio
Muy malo	0	70	Los valores presentados se definieron considerando que la cobertura del servicio de acueducto debe estar garantizado para cualquier desarrollo urbano. Adicionalmente, se consideró el criterio de expertos y se consultaron los porcentajes de cobertura de las diferentes ciudades del país.
Malo	70	90	
Regular	90	95	
Bueno	95	99	
Muy bueno	99	100	

Indicador 2. Cumplimiento de la calidad requerida del agua.

Nombre del indicador
Cumplimiento de la calidad requerida del agua.
Objetivo
Cuantificar el cumplimiento de la calidad requerida del agua según el uso.
Descripción del indicador
Evaluar la eficiencia en el uso del agua teniendo en cuenta la calidad requerida para las diferentes fuentes de agua y usos.
Fuentes de información
- Evaluación Integral de Prestadores - Superintendencia de servicios públicos domiciliarios. - Resultados de informes de análisis de calidad de agua a Asogestores en los años 2019 y 2020 realizados por el laboratorio departamental de salud pública del Meta – disponibles a través del SIVICAP.
Método de medición
La calidad del agua se realizó a partir de los resultados de las muestras realizadas por el laboratorio departamental de salud pública del Meta.
Formulación
$\text{Cumplimiento de la calidad requerida del agua} = \frac{M_c}{M_t} * 100\%$
Mc: Número de muestras de agua que cumplen con la calidad requerida para los diferentes usos (-)
Mt: Número total de muestras de agua (-)
Unidades
Porcentaje de cumplimiento (%)

Tipología del indicador
Cuantitativo
Sector
Manejo integrado del agua.
Valoración del indicador según criterios de selección

Valoración	Límite superior	Límite inferior	Criterio
Muy malo	0	30	Los valores se definieron a partir del criterio de expertos. Así mismo, resultan de considerar que un porcentaje de cumplimiento distinto de 100% puede conllevar a riesgos sobre la población
Malo	30	70	
Regular	70	90	
Bueno	90	99	
Muy bueno	99	100	

Indicador 3. Asequibilidad al servicio de acueducto y alcantarillado.

Nombre del indicador
Asequibilidad al servicio de acueducto y alcantarillado
Objetivo
Cuantificar la asequibilidad de los habitantes de Ciudad Porfía al servicio de agua potable y alcantarillado.
Descripción del indicador
Para el análisis del indicador se tienen en cuenta dos escenarios: el primero se establece para los habitantes con casa propia, y el segundo se establece para los habitantes que pagan arriendo. También se tuvo en cuenta el valor de acueducto y alcantarillado para los diferentes estratos en Ciudad Porfía (1,2 y 3).
Fuentes de información
- Encuestas realizadas a la comunidad del barrio Ciudad Porfía.
Método de medición
Se estimó la tarifa del servicio de acueducto y alcantarillado para cada estrato (1,2 y 3) teniendo en cuenta los ingresos por hogar y si las viviendas eran propias o en arriendo, datos que fueron recolectados con ayuda de la encuesta realizada en Ciudad Porfía.
Formulación
$A_{W+S} = \frac{C_W + C_S}{(I_c + G_c)} * 100\%$
A _{W+S} : Asequibilidad al servicio de agua potable y alcantarillado (%)
C _W : Costo mensual del agua por hogar (pesos)
C _S : Costo mensual del alcantarillado por hogar (%)

Ic: Ingresos mensuales por hogar (pesos)
Ingreso por hogar: Encuesta a los habitantes.
Gastos esenciales por Hogar: Encuesta a los habitantes.
Tarifa de acueducto y alcantarillado: Encuesta a los habitantes.
Unidades
Porcentaje de Asequibilidad (%)
Tipología del indicador
Cuantitativo
Sector
Manejo integrado del agua.
Valoración del indicador según criterios de selección

Valoración	Límite inferior	Límite superior	Criterio
Muy malo	20	100	Los valores se definieron considerando el estándar para este indicador (i.e., 10% máximo por hogar).
Malo	15	20	
Regular	9	15	
Bueno	3	9	
Muy bueno	0	3	

Indicador 4. Continuidad del servicio de acueducto.

Nombre del indicador
Continuidad del servicio de acueducto
Objetivo
Calcular la continuidad del servicio de acueducto para Ciudad Porfía.
Descripción del indicador
Poder evidenciar cual es la continuidad del servicio de acueducto para las viviendas en ciudad Porfía.
Fuentes de información
- Evaluación Integral de Prestadores - Superintendencia de servicios públicos domiciliarios. - Encuestas realizadas a la comunidad del barrio Ciudad Porfía.
Método de medición
La continuidad del servicio de acueducto se calculó según el informe de Superservicios y los datos obtenidos a través de la encuesta.
Formulación
$\text{Continuidad del servicio de acueducto} = \frac{\sum_{k=1}^m (\sum_{i=1}^n h_i d)}{m * 24h * 7 d} * 100\%$

h_i : Numero de horas con suministro de agua del acueducto en un día d : Número de días con suministro de agua del acueducto en una semana normal i (-) m : Número de hogares que cuentan con el servicio de acueducto (-)
Unidades
Porcentaje de continuidad del suministro de agua (%)
Tipología del indicador
Cualitativo
Sector
Manejo integrado del agua
Valoración del indicador según criterios de selección

Valoración	Límite inferior	Límite superior	Criterio
Malo	0	80	Resolución 315 de 2005 Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
Regular	80	90	
Bueno	90	100	

Etapa 2. Ciudad con alcantarillado sanitario

Indicador 5. Cobertura del servicio de alcantarillado sanitario.

Nombre del indicador
Cobertura del servicio de alcantarillado sanitario.
Objetivo
Evaluar el porcentaje de cobertura de alcantarillado sanitario.
Descripción del indicador
Permite medir el porcentaje de área en la que la escorrentía es conducida por medio de sistemas de drenaje convencionales y establecer si existe déficit en las estructuras
Fuentes de información
- Evaluación Integral de Prestadores - Superintendencia de servicios públicos domiciliarios.
Método de medición
La valoración de este indicador se realiza a partir de la cobertura reportada en 2014 por la superintendencia, y teniendo en cuenta las respuestas de los habitantes de ciudad porfía a las encuestas realizadas.
Formulación
$\% \text{ Cobertura del servicio de alcantarillado} = \frac{\# \text{ de viviendas conectados al alcantarillado}}{\# \text{ de viviendas en el área de estudio}} * 100\%$
$\% \text{ Cobertura del servicio de alcantarillado} = \frac{\# \text{ de viviendas encuestados con alcantarillado}}{\# \text{ total de hogares encuestados}} * 100\%$
Unidades
Porcentaje de cobertura (%)
Tipología del indicador
Cuantitativo
Sector
Manejo integrado del agua.
Valoración del indicador según criterios de selección

Valoración	Límite superior	Límite inferior	Criterio
Muy Malo	0	70	Los valores presentados se definieron considerando que el
Malo	70	90	

Regular	90	95	servicio de alcantarillado sanitario debe estar garantizado para cualquier desarrollo urbano.
Bueno	95	99	
Muy Bueno	99	100	

Etapa 3. Ciudad con drenaje pluvial.

Indicador 6. Cobertura del servicio de alcantarillado pluvial.

Nombre del indicador
Cobertura del servicio de alcantarillado pluvial.
Objetivo
Cuantificar el porcentaje del área en la que la escorrentía generada es manejada mediante sistemas de drenaje convencionales y así poder establecer déficit en la infraestructura.
Descripción del indicador
Medir la cobertura del servicio de alcantarillado pluvial en Ciudad Porfía.
Fuentes de información
<ul style="list-style-type: none">- Cartografía del acuerdo 287 de 2015 de Villavicencio.- Evaluación Integral de Prestadores - Superintendencia de servicios públicos domiciliarios.- Encuestas realizadas a la comunidad del barrio Ciudad Porfía.
Método de medición
La cobertura del alcantarillado pluvial se puede estimar considerando la información del catastro de redes y a través de los reportes “en el Sistema Único de Información (SUI)
Formulación
$Alc_p = \frac{AU_p}{AU_t} * 100\%$ <p>En donde: Alc_p: Cobertura de alcantarillado pluvial (%) AU_p: Área urbanizada cuya escorrentía es manejada por un sistema de drenaje (m²) Área urbanizada total (m²)</p>
Unidades
Porcentaje de cobertura (%)
Tipología del indicador
Cualitativo
Sector
Manejo integrado del agua.

Etapa 4. Ciudad con calidad de cuerpos de agua

Indicador 7. Calidad del cuerpo de agua receptor.

Nombre del indicador																							
Calidad del cuerpo del agua receptor																							
Objetivo																							
Identificar problemas de contaminación del agua, con el fin de establecer limitaciones del uso del mismo aguas abajo de las descargas y responsabilidades de diferentes actores su protección y conservación.																							
Descripción del indicador																							
El indicador califica la calidad del agua del cuerpo de agua receptor con base en mediciones de diferentes parámetros de calidad.																							
Fuentes de información																							
<ul style="list-style-type: none"> - Plan Regional de Monitoreo Cormacarena 2019. - Hoja metodológica del Índice de calidad del agua del IDEAM 																							
Método de medición																							
Este indicador se determinó a partir de los parámetros y pesos relativo establecidos en la hoja metodológica del Índice de calidad del agua del IDEAM.																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Parámetro</th> <th style="text-align: center;">Unidad de medida</th> <th style="text-align: center;">Peso relativo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Oxígeno disuelto (OD)</td> <td style="text-align: center;">% de saturación</td> <td style="text-align: center;">0.17</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sólidos suspendidos totales (SST)</td> <td style="text-align: center;">mg/L</td> <td style="text-align: center;">0.17</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Demanda química de oxígeno (DQO)</td> <td style="text-align: center;">mg/L</td> <td style="text-align: center;">0.17</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Nitrógeno total/Fósforo total</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">0.17</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Conductividad eléctrica</td> <td style="text-align: center;">μS/cm</td> <td style="text-align: center;">0.17</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">pH</td> <td style="text-align: center;">Unidades de pH</td> <td style="text-align: center;">0.15</td> </tr> </tbody> </table>			Parámetro	Unidad de medida	Peso relativo	Oxígeno disuelto (OD)	% de saturación	0.17	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	0.17	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	0.17	Nitrógeno total/Fósforo total	-	0.17	Conductividad eléctrica	μS/cm	0.17	pH	Unidades de pH	0.15
Parámetro	Unidad de medida	Peso relativo																					
Oxígeno disuelto (OD)	% de saturación	0.17																					
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	0.17																					
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	0.17																					
Nitrógeno total/Fósforo total	-	0.17																					
Conductividad eléctrica	μS/cm	0.17																					
pH	Unidades de pH	0.15																					
Formulación																							
$ICA = \frac{\sum_{k=1}^m (\sum_{i=1}^n W_i I)}{m} * 100\%$																							
<p><i>ICA</i>: Calidad en el cuerpo de agua receptor (-)</p> <p><i>W_i</i>: Peso relativo asignado al parámetro de calidad del agua <i>i</i> (-)</p> <p><i>I</i>: Valor calculado del parámetro de calidad del agua <i>i</i> (-)</p> <p><i>m</i>: Número de muestras en las cuales se midieron los parámetros de calidad del agua para el cuerpo de agua receptor (-)</p>																							
Unidades																							
Porcentaje (%)																							
Tipología del indicador																							
Cuantitativo																							

Sector
Manejo integrado del agua
Valoración del indicador según criterios de selección

Calificación de la calidad	Categorías
Muy mala	0 - 25%
Mala	25 - 50%
Aceptable	50 - 70%
Regular	70 - 90%
Buena	90 - 100%

Indicador 8. Agua residual tratada al nivel de calidad requerido.

Nombre del indicador
Agua residual tratada al nivel de calidad requerido.
Objetivo
Estimar el tratamiento de aguas residuales domesticas en Ciudad Porfía
Descripción del indicador
Este índice evalúa la proporción de aguas residuales que son tratadas.
Fuentes de información
- Evaluación Integral de Prestadores - Superintendencia de servicios públicos domiciliarios. - Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado - Superintendencia de servicios públicos domiciliarios
Método de medición
La evaluación a realizar en este indicador consiste en evaluar la proporción sobre el agua residual tratada a un nivel de calidad. Por lo tanto, no se realizó porque no se contaba con los instrumentos, mediciones tanto del volumen del agua residual captado y entregado, y equipos de medición y/o estructura de caudal o volumen.
Formulación
$AR = \frac{AR_{tratada}}{AR_T} * 100\%$ $AR_T = V_{agua\ potable} * K$
AR: Agua residual tratada al nivel de calidad requerido

AR _{tratada} : Volumen anual de agua residual tratada (m3)
AR _T : Volumen anual de agua residual producida (m3)
V _{agua potable} : Volumen de agua potable consumida en el año (m3)
k: Coeficiente de retorno (-)
Unidades
Porcentaje de agua tratada (%)
Tipología del indicador
Cuantitativo
Sector
Manejo integrado del agua
Valoración del indicador según criterios de selección

Valoración	Límite superior	Límite inferior	Criterio
Muy Malo	0	15	Los valores se definieron a partir del estado actual del tratamiento de aguas residuales en el país y las metas de tratamiento a corto y mediano plazo.
Malo	15	50	
Regular	50	70	
Bueno	70	90	
Muy bueno	90	100	

Etapa 5. Ciudad con ciclo de agua

Indicador 9. Consumo promedio de agua potable por habitante.

Nombre del indicador
Consumo promedio de agua potable por habitante.
Objetivo
Medir la eficiencia en el uso del agua potable en zonas residenciales.
Descripción del indicador
Consumo per cápita de agua potable en zonas residenciales.
Fuentes de información
-Obtención información del informe de la superintendencia de servicios públicos domiciliarios (2014). -Encuesta realizada a los habitantes de Ciudad Porfía.
Método de medición
Se estimó a partir del consumo de agua potable registrado por la empresa de acueducto y por el valor registrado en los recibos de acueducto de los habitantes que dejaron corroborar la información del volumen promedio.
Formulación
$C_{ap} = \frac{V_{agua\ potable}}{N_s * P_h * 365}$
<p>C_{ap} Consumo de agua potable (L/Habitante/día)</p> <p>V agua consumida: agua potable: Volumen de agua potable consumida en el año (L)</p> <p>N_s: Número de suscriptores (-)</p> <p>P_h: Personas por hogar (-)</p>
Unidades
L/habitante/día
Observaciones
El volumen promedio de agua es igual en todos los estratos de Ciudad Porfía, ya que las viviendas no cuentan con micromedidores, el servicio de agua se presta de manera intermitente ya que se brinda día por medio.
Tipología del indicador
Cuantitativo
Sector
Manejo integrado del agua
Valoración del indicador según criterios de selección

Valoración	Límite inferior	Límite superior	Criterio
Muy Malo	140	200	Los valores fueron establecidos a

Malo	135	140	partir de las recomendaciones dadas por la OMS para satisfacer las necesidades de consumo. Adicionalmente, se consultó el consumo promedio per-cápita de las diferentes ciudades del país.
Regular	125	135	
Bueno	115	125	
Muy bueno	100	115	

Indicador 10. Agua aprovechada y reutilizada.

Nombre del indicador
Agua aprovechada y reutilizada.
Objetivo
Evaluar el uso de aguas grises y el aprovechamiento de agua lluvia en las viviendas en ciudad Porfia.
Descripción del indicador
Para la estimación sobre el reúso y/o aprovechamiento no se realizó ningún tipo de medición de volumen o caudal, pues no se contaba con toda la información.
Fuentes de información
-Encuesta realizada a los habitantes.
Método de medición
Por medio de las encuestas realizadas se pudo determinar el porcentaje de habitantes que tenían la actividad de aprovechamiento y reutilización del agua.
Formulación
$P_{A+R} = \frac{V_{A+R}}{V_T}$
<p>P_{A+R}: Porcentaje de agua anual de agua lluvia aprovechada y agua gris reutilizada</p> <p>V_{A+R}: Volumen anual de agua lluvia aprovechada y agua gris reutilizada (m3)</p> <p>V_T: Volumen anual de agua consumida (m3)</p>
Unidades
Porcentaje (%)
Tipología del indicador
Cuantitativo
Sector
Manejo integrado del agua
Valoración del indicador según criterios de selección

Valoración	Límite inferior	Límite superior	Criterio
Muy malo	0	5	Los porcentajes se establecen considerando la proporción de uso del agua para distintos usos a nivel residencial
Malo	5	7	
Regular	7	15	
Bueno	15	25	
Muy bueno	25	100	El valor se define de acuerdo con el porcentaje equivalente a actividades de aseo, riego y descarga de sanitario

Indicador 11. Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento.

Nombre del indicador					
Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento					
Objetivo					
Evaluar el grado de fragilidad del sistema hídrico para cumplir con la demanda hídrica de abastecimiento.					
Descripción del indicador					
El indicador permite identificar el grado de fragilidad del sistema hídrico para cumplir con la demanda hídrica para el abastecimiento del agua.					
Fuentes de información					
- Evaluación Integral de Prestadores - Superintendencia de servicios públicos domiciliarios.					
Método de medición					
Balance hídrico para Ciudad Porfía con proyección para el año 2049. Tomado de la Superintendencia de servicios públicos (2014).					
Formulación					
Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico (-)					
Índice de uso de agua año seco (IUA) (%)	Índice de regulación (IRH)				
	IRH > 0.85	0.75 < IRH ≤ 0.85	0.65 < IRH ≤ 0.75	0.50 < IRH ≤ 0.65	IRH ≤ 0.50
<1	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Medio	Medio
1-10	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio
10-20	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
20-50	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
50-100	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
>100	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto

$$IUA_{\text{año seco}} = \frac{DH_j}{OH_t - O_{qamb}} * 100\%$$

$$IRH = \frac{V_p}{V_t}$$

Donde:

- $IUA_{año\ seco}$: Índice de uso de agua para año seco (%)
- DH_j : Demanda hídrica ($m^3/año$)
- OH_t : Oferta hídrica superficial total considerando los promedios mensuales diarios más bajos del periodo analizado ($m^3/año$)
- O_{qamb} : Volumen correspondiente al caudal ambiental ($m^3/año$)
- IRH : Índice de regulación hídrica (-)

Unidades

No aplica

Tipología del indicador

Cualitativo

Sector

Manejo integrado del agua

Etapa 6. Ciudad sensible al agua.

Indicador 12. Conciencia pública

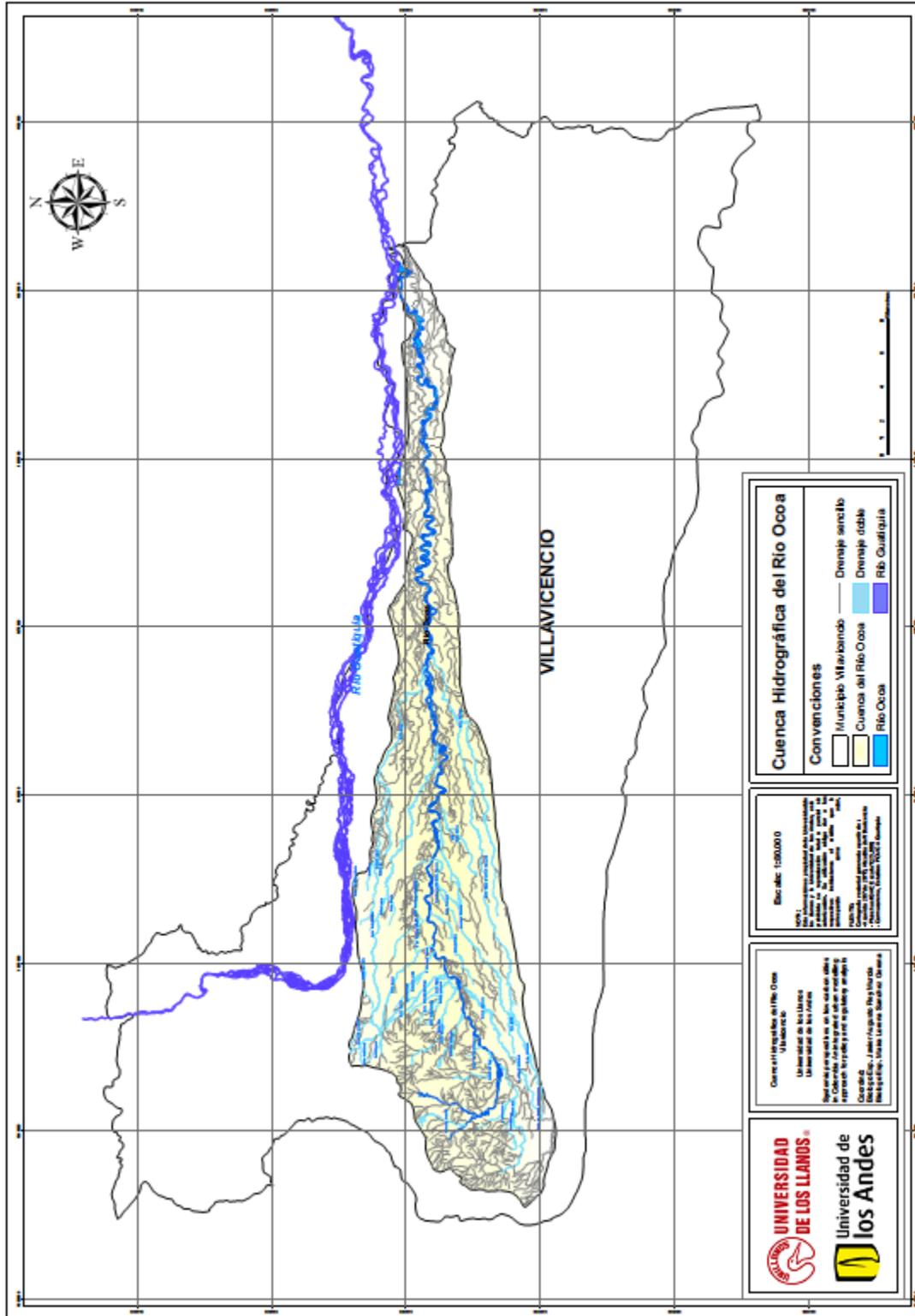
Nombre del indicador
Conciencia pública
Objetivo
Considerar la responsabilidad que tienen los habitantes en la toma de decisiones en cuanto a cuidado y conservación del agua.
Descripción del indicador
Considerar que mecanismos y formas se pueden establecer para que los habitantes comiencen a tomar conciencia sobre el valor y el cuidado del agua.
Fuentes de información
-- Encuestas realizadas a la comunidad del barrio Ciudad Porfía.
Método de medición
Se consideraron los resultados de las encuestas realizadas a la población en Ciudad Porfía, evaluando el nivel de compromiso que tienen los habitantes con el cuidado de los cuerpos de agua.
Formulación
$C_p = \frac{N_{cp}}{H_e} * 100\%$ <p>C_p: Conciencia pública (%) N_{cp}: Número de habitantes con conciencia pública de acuerdo con encuestas (-) H_e: Total habitantes encuestados (-)</p>
Unidades
Porcentaje (%)
Tipología del indicador
Cuantitativo
Sector
Manejo integrado del agua
Valoración del indicador según criterios de selección

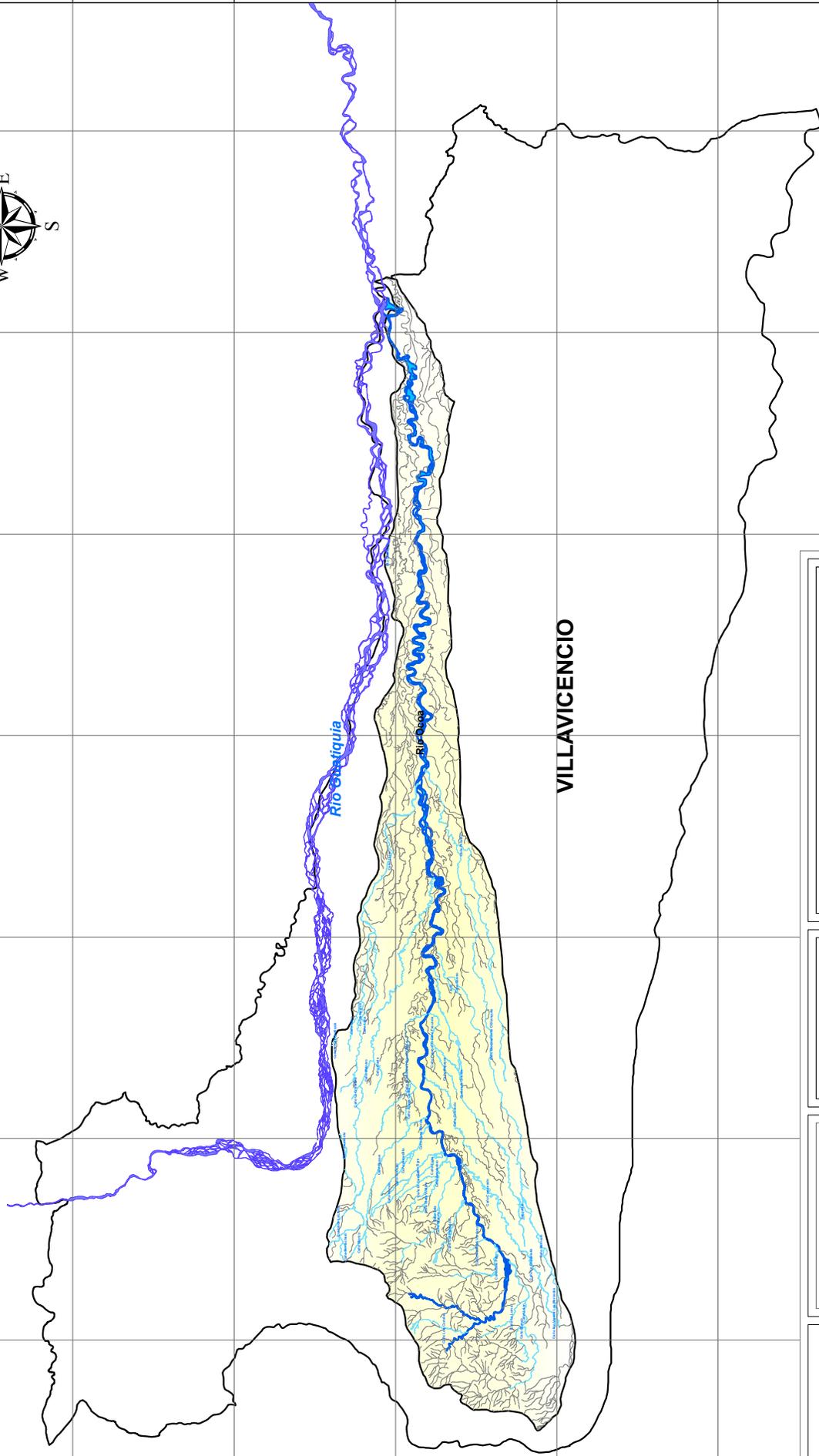
Valoración	Límite inferior	Límite superior	Criterio
Muy Malo	0	15	Los porcentajes se definen de acuerdo con criterio de expertos.
Malo	15	40	
Regular	40	65	
Bueno	65	85	

Muy Bueno	85	100	Esta valoración se asigna cuando toda la población manifiesta una conciencia pública en torno a temas asociados con la gestión del agua.
------------------	----	-----	--

Anexo 4.

Productos Cartográficos Generados – Ciudad Porfía





Cuenca Hidrográfica del Río Ocoa

- Convenciones**
- Municipio Villavicencio
 - Cuenca del Río Ocoa
 - Río Ocoa
 - Drenaje sencillo
 - Drenaje doble
 - Río Guatiquia

Escala: 1:80.000

NOTA: Este mapa es propiedad de la Universidad de los Llanos y la Universidad de los Andes, está prohibida su reproducción total o parcial sin el consentimiento escrito de las respectivas instituciones el crédito que le corresponde como autor.

FUENTE:
Cartografía aereofotogramétrica a partir de:
- Planchas IGAC Escala 1:25.000. Villavicencio
- Comarcas Estadales POMCA Guatiquia

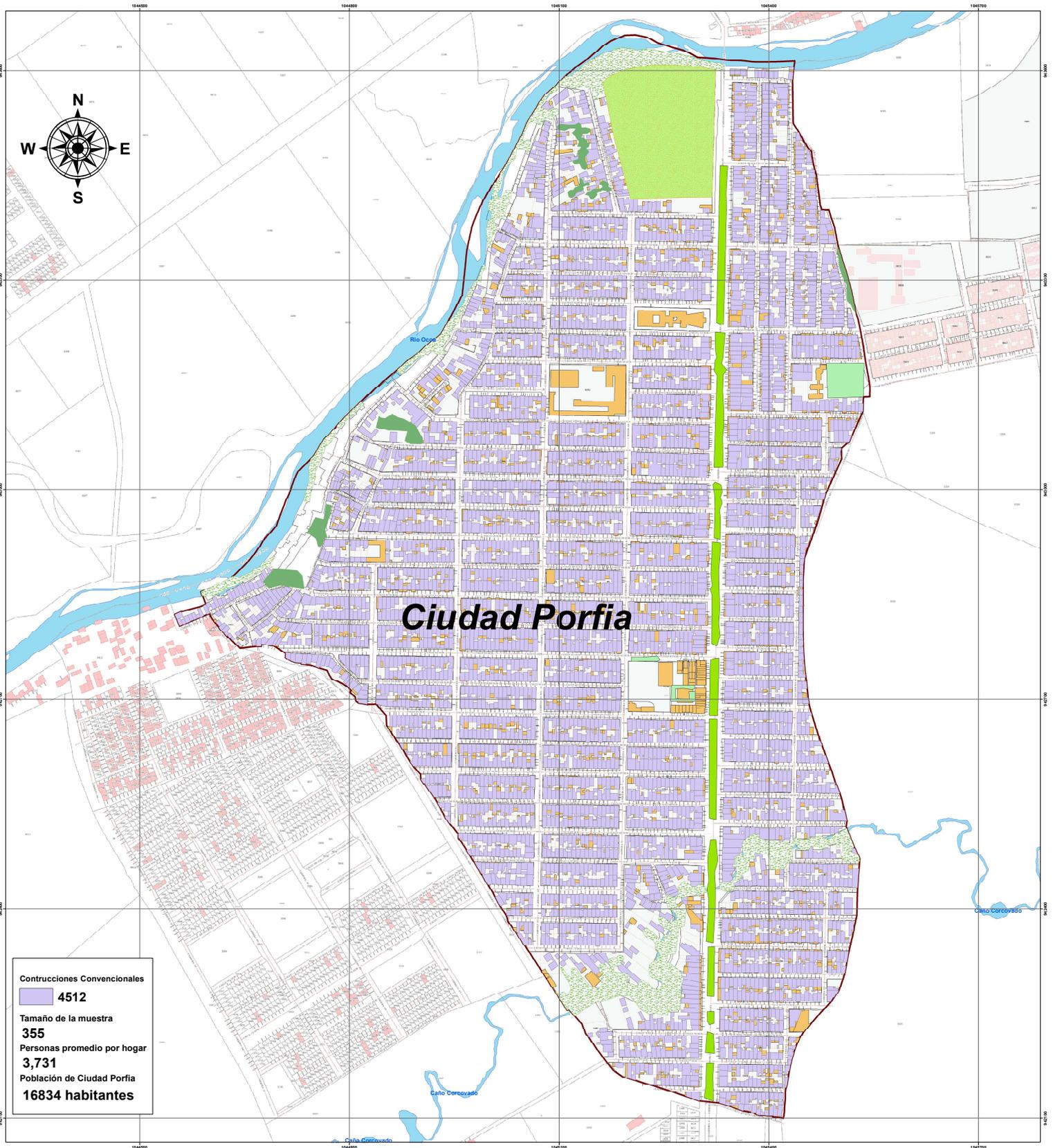
Cuenca Hidrográfica del Río Ocoa Villavicencio

Universidad de los Llanos
Universidad de los Andes

Systemic perspectives on low-carbon cities in the tropics: a policy and regulatory analysis approach for policy and regulatory analysis

Coordinó:
Biólogo Esp. Javier Augusto Rey Murcia
Biólogo Esp. Maria Lorena Sanchez Gerena





Construcciones Convencionales
 4512
Tamaño de la muestra
355
Personas promedio por hogar
3,731
Población de Ciudad Porfía
16834 habitantes



Ciudad Porfía
 Construcciones y Áreas Verdes
 Universidad de los Llanos
 Universidad de los Andes
 Systemic perspectives on low-carbon cities in Colombia An integrated urban modelling approach for policy and regulatory analysis
 Coordinó:
 Biólogo Esp. Javier Augusto Rey Murcia
 Biólogo Esp. Maira Lorena Sanchez Gerena

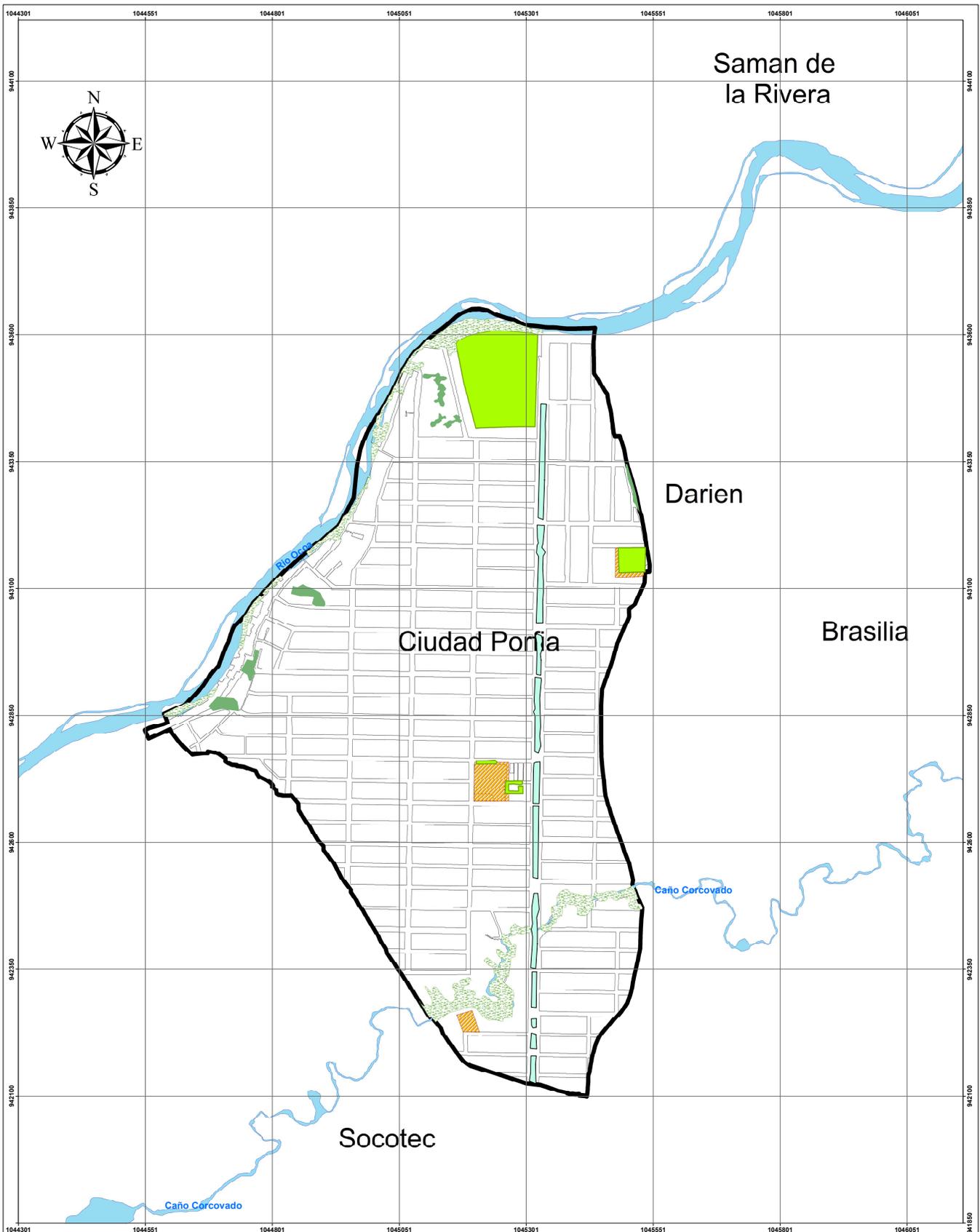


1:2.000
 0 15 30 Kilómetros
 NOTA:
 Esta información es propiedad de la Universidad de los Llanos y la Universidad de los Andes, está prohibida su reproducción total o parcial sin autorización. Su utilización obliga dar a las respectivas instituciones el crédito que le corresponde como autor.
 FUENTE:
 Cartografía vectorial generada a partir de:
 - Avenzo 207 de 2015 Abatida de Villavicencio
 - Planches IGAC Escala 1:25.000.
 - Servidor WMS - Catastro IGAC
 - Aerofotografía Maxar Technologies

Ciudad Porfía - Construcciones y Áreas Verdes

CONVENCIONES

Ciudad Porfía	Franja de Protección Ronda Hídrica
División por Manzanas	Parques Verdes Públicos
Construcciones Convencionales	Vegetación Rgida Ciudad Porfía
Construcciones No Convencionales y Comunes	Zona Verde Privada
Cuerpos de Agua	Zona Verde Vial



Espacios Verdes
Ciudad Porfía - Villavicencio

Universidad de los Llanos
Universidad de los Andes

Systemic perspectives on low-carbon cities
in Colombia An integrated urban modelling
approach for policy and regulatory analysis

Coordinador :
Biólogo Esp. Javier Augusto Rey Murcia
Biólogo Esp. Maira Lorena Sanchez Gerena



1:3.000

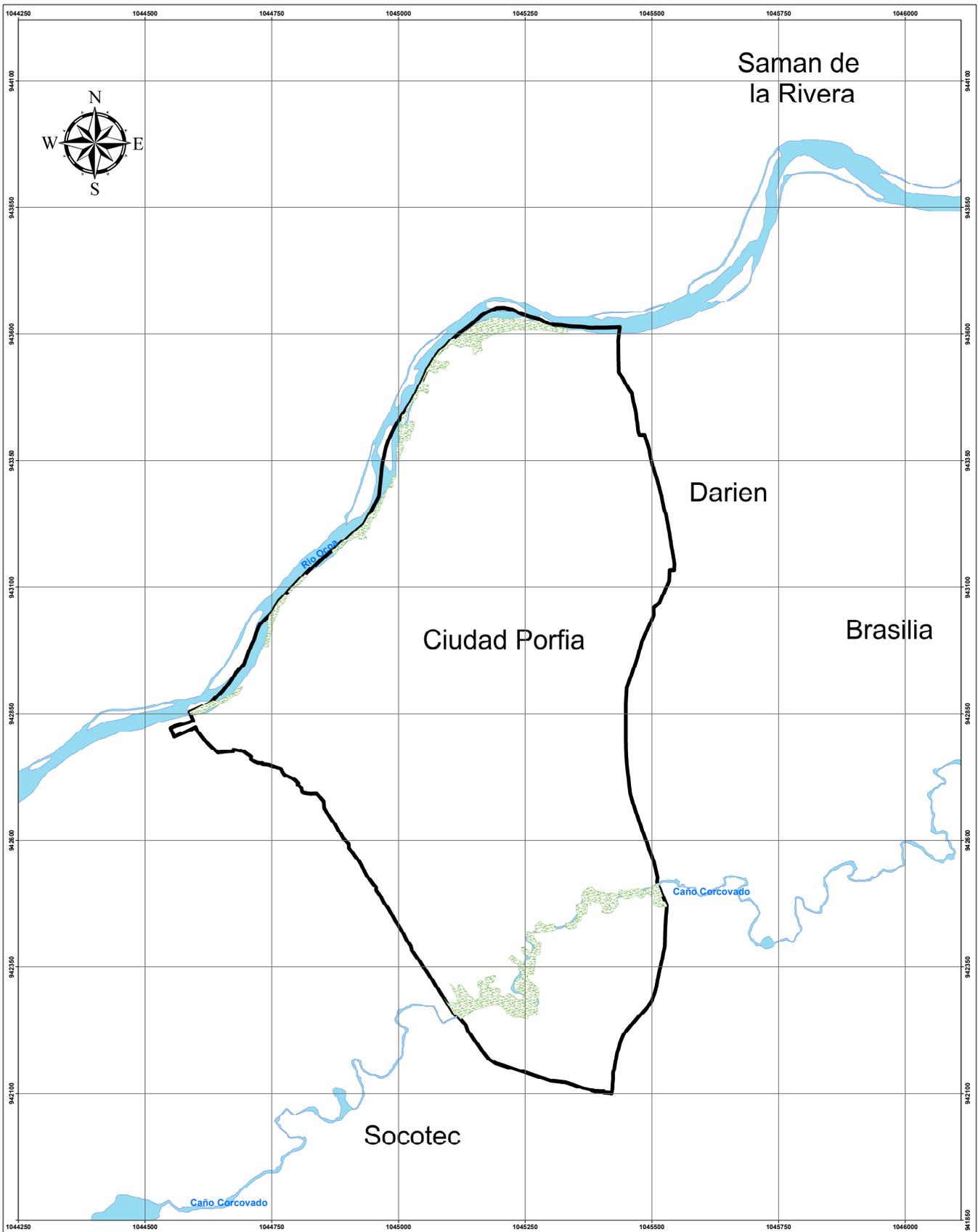
NOTA:
Esta información es propiedad de la Universidad de los Llanos y la Universidad de los Andes, está prohibida su reproducción total o parcial sin autorización. Su utilización obliga dar a las respectivas instituciones el crédito que le corresponde como autor.

FUENTE:
Cartografía vectorial generada a partir de :
- Acuerdo 287 de 2015, Alcaldía de Villavicencio
- Planchas IGN Escala 1:25.000.
- Aerofotografía Maxar Technologies

Espacios Verdes Ciudad Porfía

Convenciones

- Ciudad Porfía
- Parques y espacios verdes
- Vegetación Rígida
- Zona Verde Vial
- Franja protectora de rondas hidricas
- Equipamientos publicos
- Limite Manzanas
- Cuerpos de Agua



Área verde protegida
Ciudad Porfía - Villavicencio

Universidad de los Llanos
Universidad de los Andes

Systemic perspectives on low-carbon cities
in Colombia An integrated urban modelling
approach for policy and regulatory analysis

Coordinador :
Biólogo Esp. Javier Augusto Rey Murcia
Biólogo Esp. Maira Lorena Sanchez Gerena



1:3.000

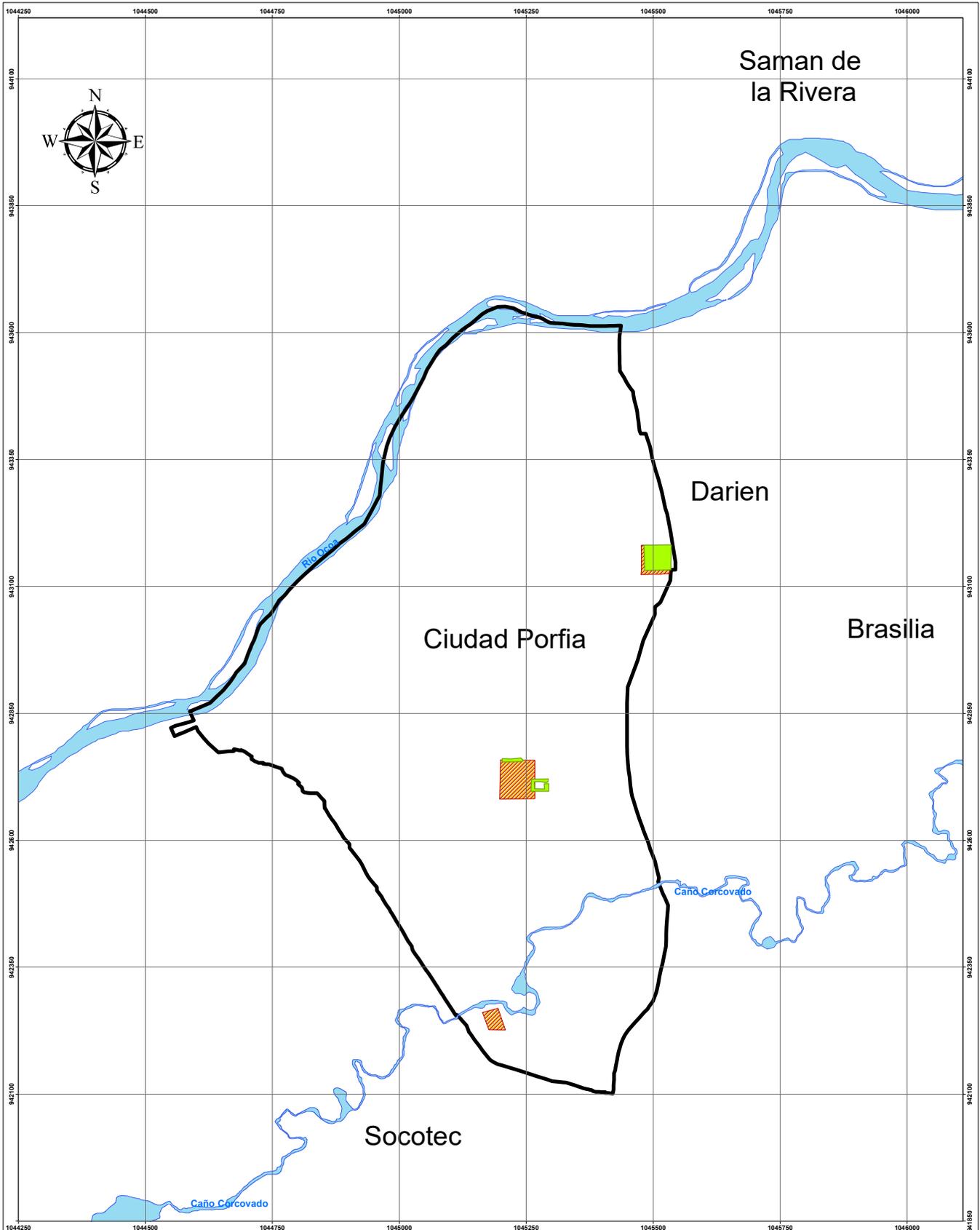
NOTA:
Esta información es propiedad de la Universidad de los Llanos y la Universidad de los Andes, está prohibida su reproducción total o parcial sin autorización. Su utilización obliga dar a las respectivas instituciones el crédito que le corresponde como autor.

FUENTE:
Cartografía vectorial generada a partir de :
- Acuerdo 287 de 2015, Alcalde de Villavicencio
- Planchas ICAC Escala 1:25.000.
- Aerofotografía Maxar Technologies

Área verde protegida
Ciudad Porfía

Convenciones

- Ciudad Porfía
- Franja Protección Ronda Hídrica
- Cuerpos de Agua



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS

Universidad de los Andes

Área espacios públicos
infraestructura verde
Ciudad Porfía - Villavicencio

Universidad de los Llanos
Universidad de los Andes

Systemic perspectives on low-carbon cities
in Colombia An integrated urban modelling
approach for policy and regulatory analysis

Coordinador :
Biólogo Esp. Javier Augusto Rey Murcia
Biólogo Esp. Maira Lorena Sanchez Gerena



1:3.000

0 15 30 Kilómetros

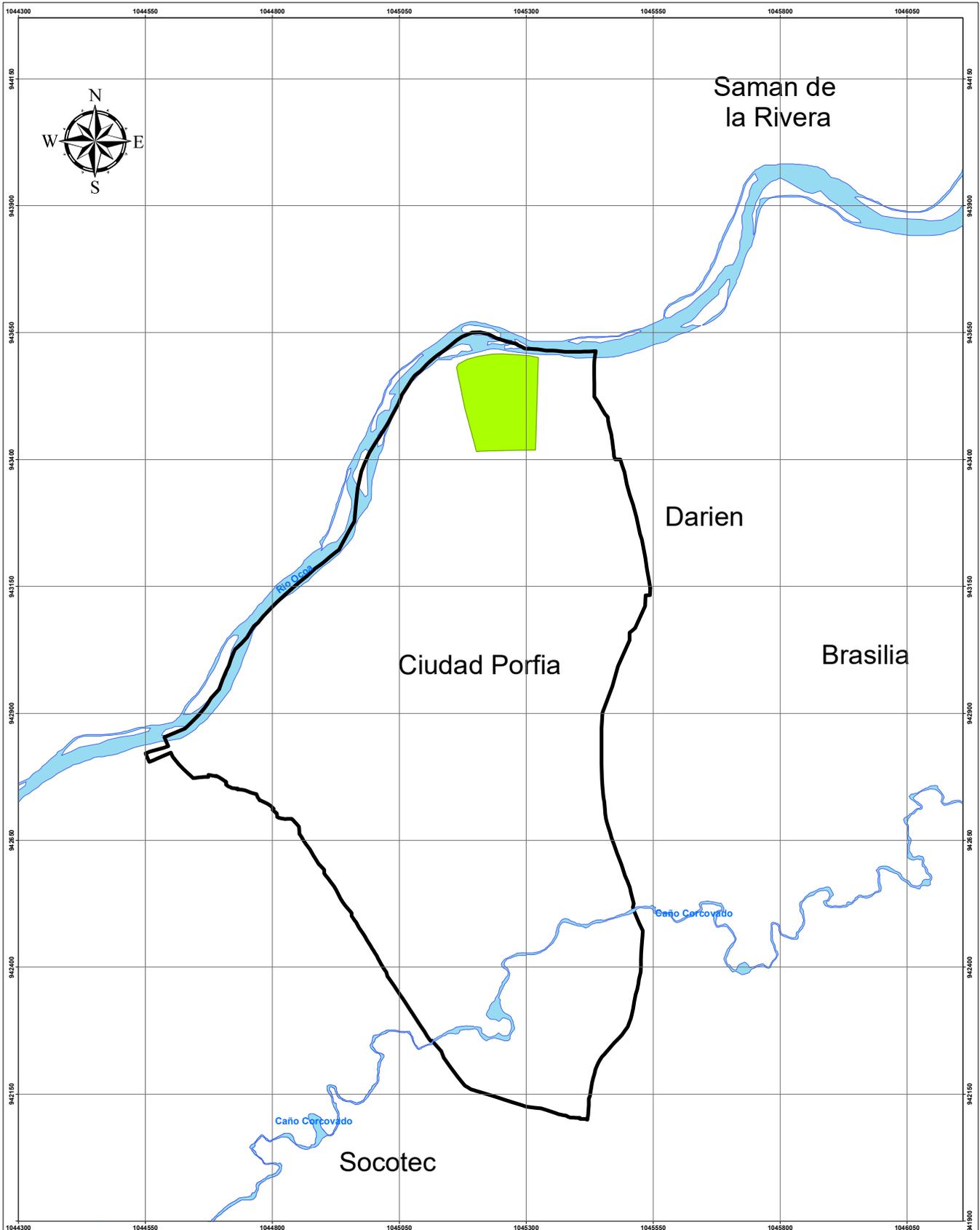
NOTA:
Esta información es propiedad de la Universidad de los Llanos y la Universidad de los Andes, está prohibida su reproducción total o parcial sin autorización. Su utilización obliga dar a las respectivas instituciones el crédito que le corresponde como autor.

FUENTE:
Cartografía vectorial generada a partir de :
- Acuerdo 287 de 2015, Alcalde de Villavicencio
- Planchas ICAC Escala 1:25.000.
- Aerofotografía Maxar Technologies

**Área espacios públicos
infraestructura verde
Ciudad Porfía**

Convenciones

- Parques y espacios verdes públicos
- Equipamientos públicos
- Ciudad Porfía
- Cuerpos de Agua



Área espacios verdes privados
Ciudad Porfia - Villavicencio

Universidad de los Llanos
Universidad de los Andes

Systemic perspectives on low-carbon cities
in Colombia An integrated urban modelling
approach for policy and regulatory analysis

Coordinador :
Biólogo Esp. Javier Augusto Rey Murcia
Biólogo Esp. Maira Lorena Sanchez Gerena



1:3.000

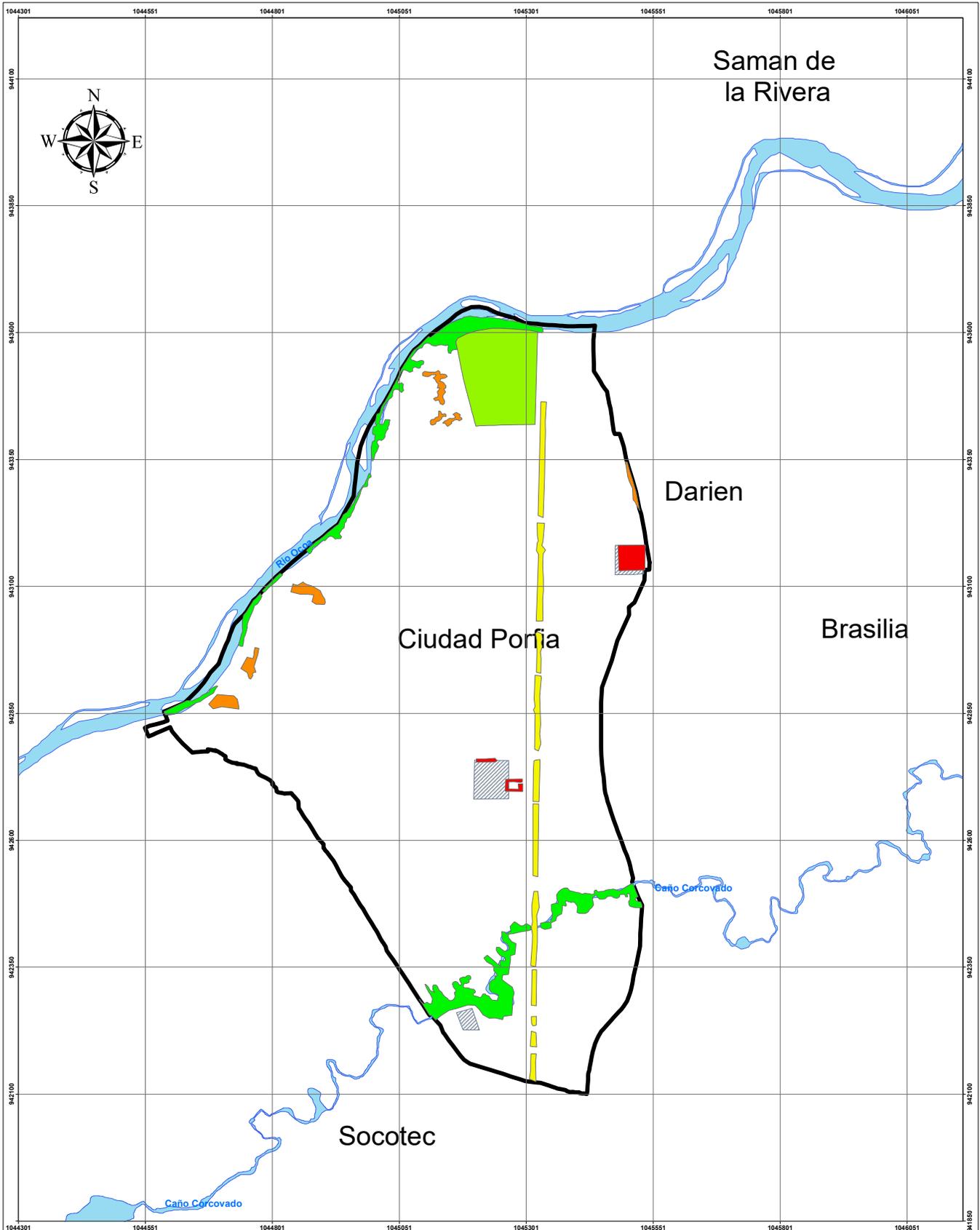
NOTA:
Esta información es propiedad de la Universidad de los Llanos y la Universidad de los Andes, está prohibida su reproducción total o parcial sin autorización. Su utilización obliga dar a las respectivas instituciones el crédito que le corresponde como autor.

FUENTE:
Cartografía vectorial generada a partir de :
- Acuerdo 287 de 2015, Alcalde de Villavicencio
- Planchas IGAC Escala 1:25.000.
- Aerofotografía Maxar Technologies

Área espacios verdes privados - Ciudad Porfia

Convenciones

- Espacios verde privado
- Ciudad Porfia
- Cuerpos de Agua



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS

Universidad de los Andes

Distribución Zona Verde
Ciudad Porfía - Villavicencio

Universidad de los Llanos
Universidad de los Andes

Systemic perspectives on low-carbon cities in Colombia An integrated urban modelling approach for policy and regulatory analysis

Coordinador :
Biólogo Esp. Javier Augusto Rey Murcia
Biólogo Esp. Maira Lorena Sanchez Gerena



1:3.000

0 15 30 Kilometros

NOTA:
Esta información es propiedad de la Universidad de los Llanos y la Universidad de los Andes, está prohibida su reproducción total o parcial sin autorización. Su utilización obliga dar a las respectivas instituciones el crédito que le corresponde como autor.

FUENTE:
Cartografía vectorial generada a partir de :
- Acuerdo 287 de 2015, Alcalde de Villavicencio
- Planchas IGN Escala 1:25.000.
- Aerofotografía Maxar Technologies

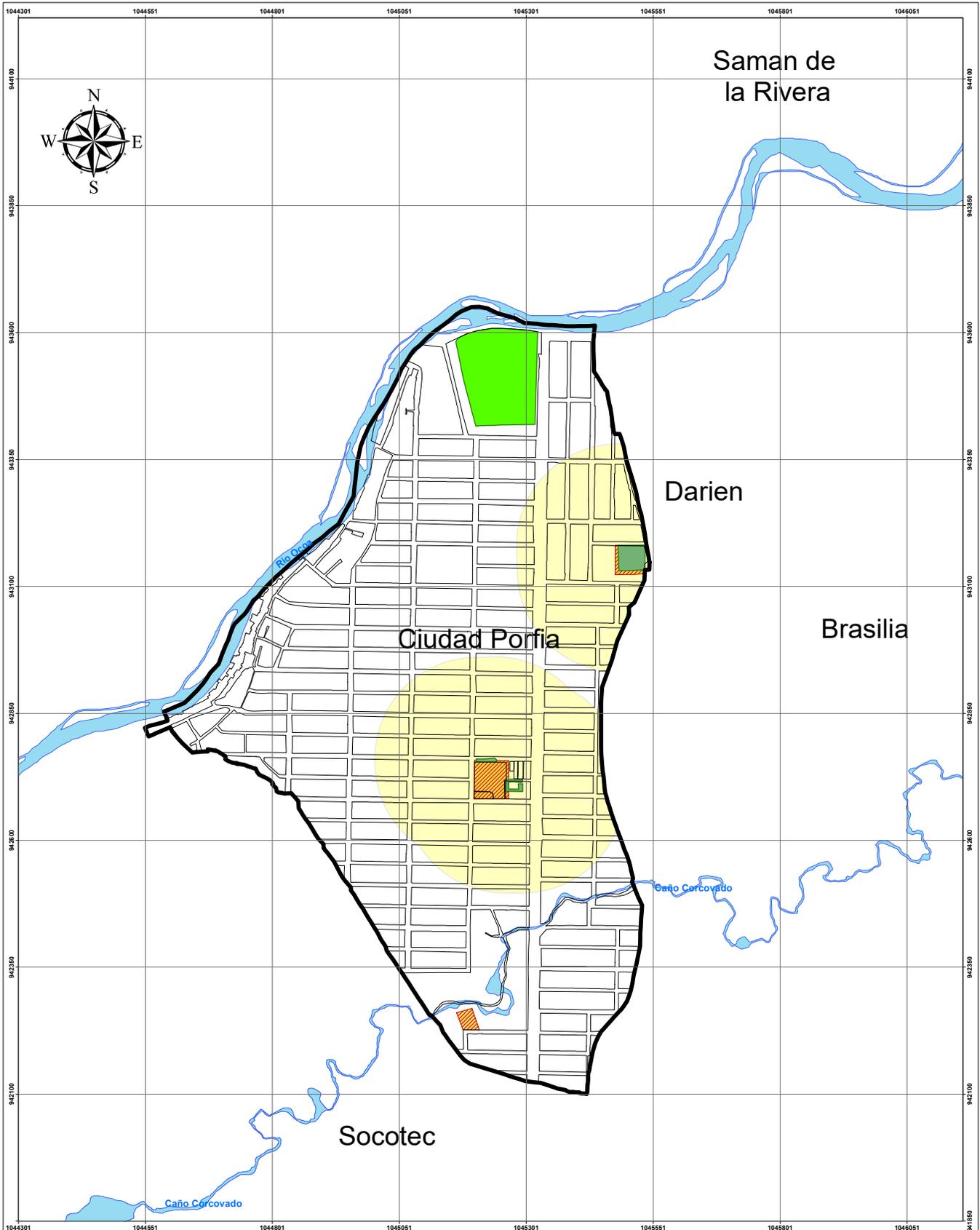
Distribución Zona Verde Ciudad Porfía

Convenciones

- Ciudad Porfía
- Equipamientos publicos
- Cuerpos de Agua

Distribución Área Zona Verde (m2)

- 0 - 3364,770
- 3364,771 - 5804,477
- 5804,478 - 12736,389
- 12736,390 - 26466,405
- 26466,406 - 27837,178



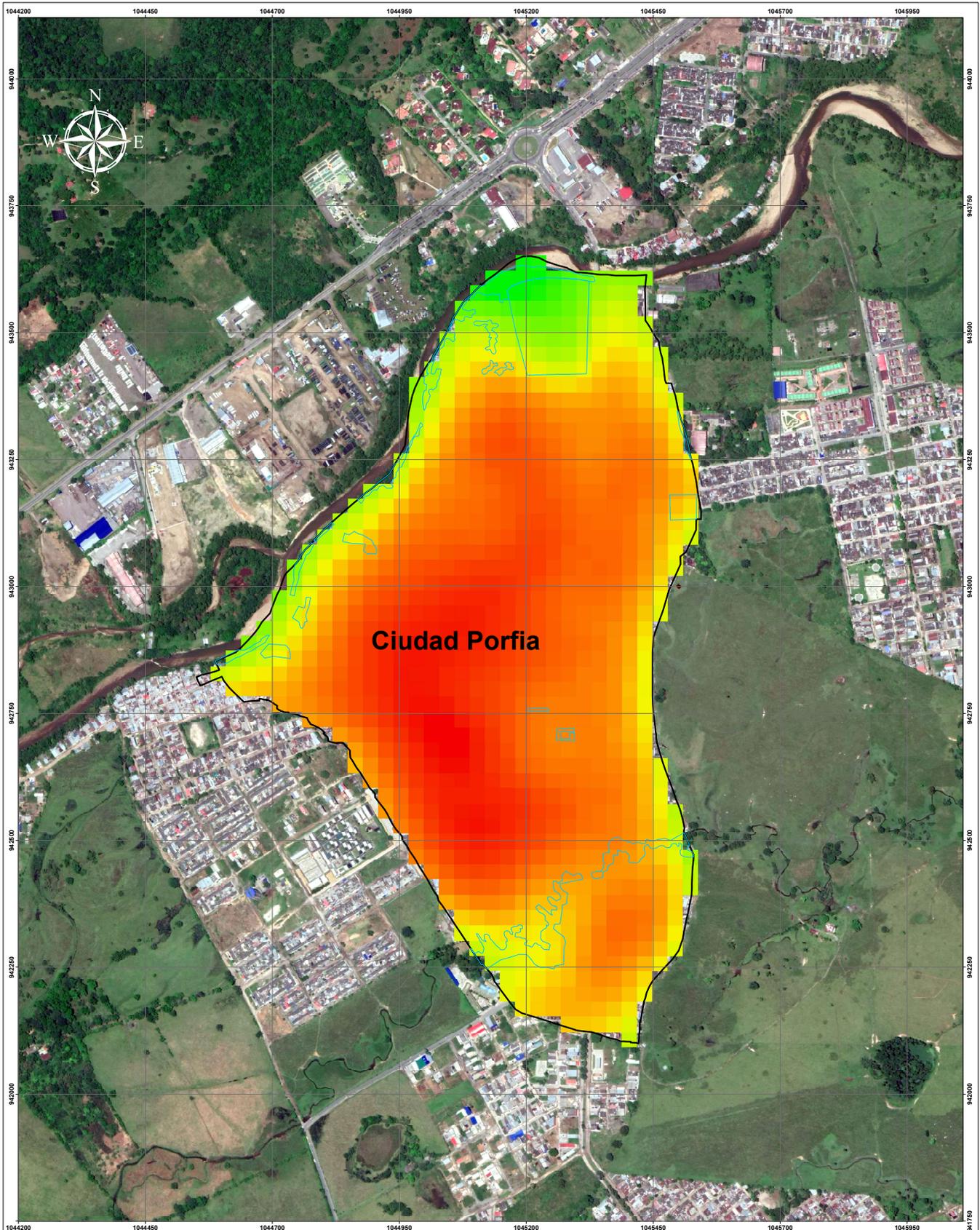
Accesibilidad Social
Ciudad Porfia - Villavicencio
Universidad de los Llanos
Universidad de los Andes
Systemic perspectives on low-carbon cities
in Colombia An integrated urban modelling
approach for policy and regulatory analysis
Coordinador :
Biólogo Esp. Javier Augusto Rey Murcia
Biólogo Esp. Maira Lorena Sanchez Gerena



1:3.000
0 5 10 20
Kilometros
NOTA:
Esta información es propiedad de la Universidad de los Llanos y la Universidad de los Andes, está prohibida su reproducción total o parcial sin autorización. Su utilización obliga dar a las respectivas instituciones el crédito que le corresponde como autor.
FUENTE:
Cartografía vectorial generada a partir de :
- Acuerdo 287 de 2015, Alcaldía de Villavicencio
- Planchas ICAC Escala 1:25.000.
- Aerofotografía Maxar Technologies

Accesibilidad Social
Ciudad Porfia
Convenciones

- Ciudad Porfia
- Limite Manzanas
- Zona Verde Privadas (canchas futbol)
- Zonas Verde Parques Publicos
- Equipamientos publicos
- Buffer Zona Verde Publicas (200m)
- Cuerpos de Agua



Regulación del Clima
Ciudad Porfia - Villavicencio

Universidad de los Llanos
Universidad de los Andes

Systemic perspectives on low-carbon cities
in Colombia An integrated urban modelling
approach for policy and regulatory analysis

Coordinador :
Biólogo Esp. Javier Augusto Rey Murcia
Biólogo Esp. Maira Lorena Sanchez Gerena



1:3.000

NOTA:
Esta información es propiedad de la Universidad de los Llanos y la Universidad de los Andes, está prohibida su reproducción total o parcial sin autorización. Su utilización obliga dar a las respectivas instituciones el crédito que le corresponde como autor.

FUENTE:
Cartografía vectorial generada a partir de :
- Acuerdo 287 de 2015, Alcaldía de Villavicencio
- Planchas IGAC Escala 1:25.000.
- Imágenes Satelitales Landsat 8
- Aerofotografía Maxar Technologies

Regulación del Clima
Ciudad Porfia

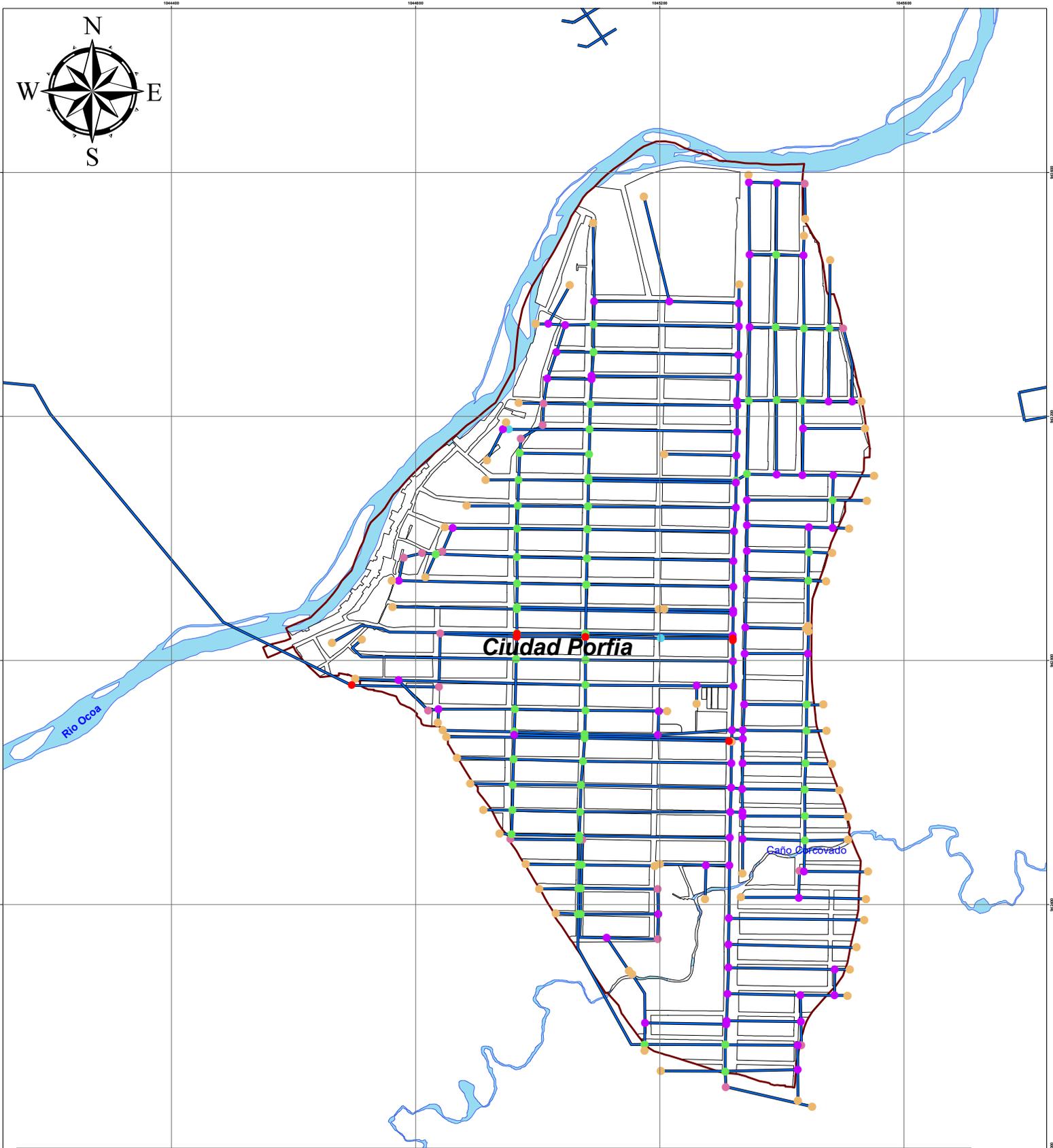
Convenciones

- Zonas Verdes
- Ciudad Porfia

Temperatura Superficial

Value

- High : 28,3218 °C
- Low : 21,5575 °C



Servicio de Acueducto
Ciudad Porfia - Villavicencio
Universidad de los Llanos
Universidad de los Andes

Systemic perspectives on low-carbon cities
in Colombia An integrated urban modelling
approach for policy and regulatory analysis

Coordinó:
Biólogo Esp. Javier Augusto Rey Murcia
Biólogo Esp. Maira Lorena Sanchez Gerena

Localización General



1:2.250



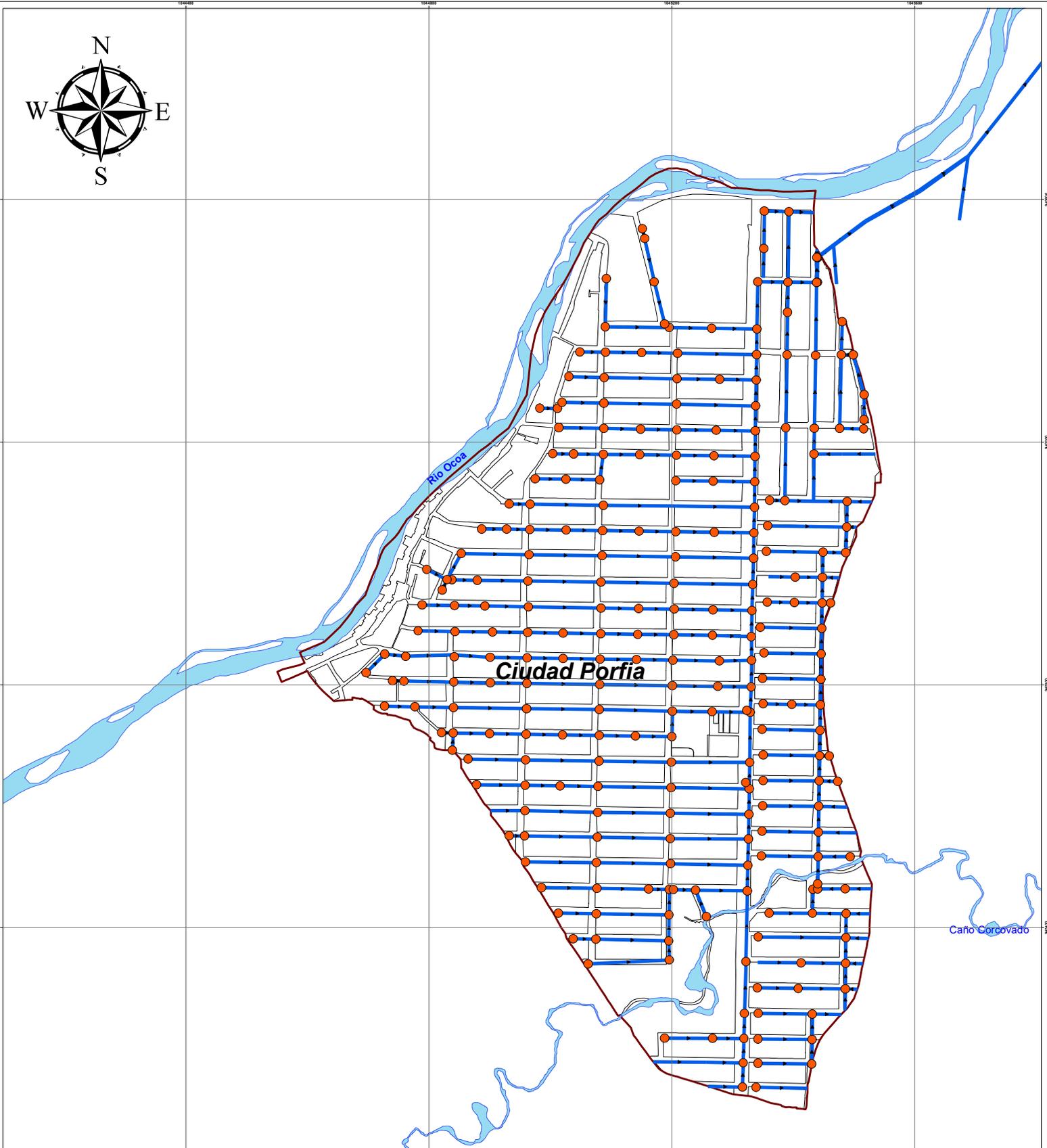
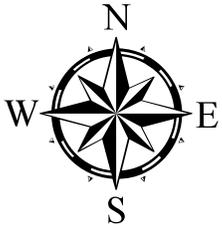
NOTA:
Esta información es propiedad de la Universidad de los Llanos y la Universidad de los Andes, está prohibida su reproducción total o parcial sin autorización. Su utilización obliga dar a las respectivas instituciones el crédito que le corresponde como autor.

FUENTE:
Cartografía vectorial generada a partir de:
- Acueducto 2015, Alcaldía de Villavicencio
- Planchas IGAC Escala 1:25.000.

Servicio de Acueducto Ciudad Porfia

Convenciones

- | | |
|------------------------|-----------|
| Ciudad Porfia | Codo |
| Manzanas Ciudad Porfia | Cruz |
| Cuerpos de agua | Reducción |
| Línea Acueducto | Tapon |
| Acueducto Valvula | Tee |



Servicio de Alcantarillado
Ciudad Porfia - Villavicencio

Universidad de los Llanos
Universidad de los Andes

Systemic perspectives on low-carbon cities
in Colombia An integrated urban modelling
approach for policy and regulatory analysis

Coordinó:
Biologo Esp. Javier Augusto Rey Murcia
Biologo Esp. Maira Lorena Sanchez Gerena



1:2.250

0 12,5 25
Kilometros

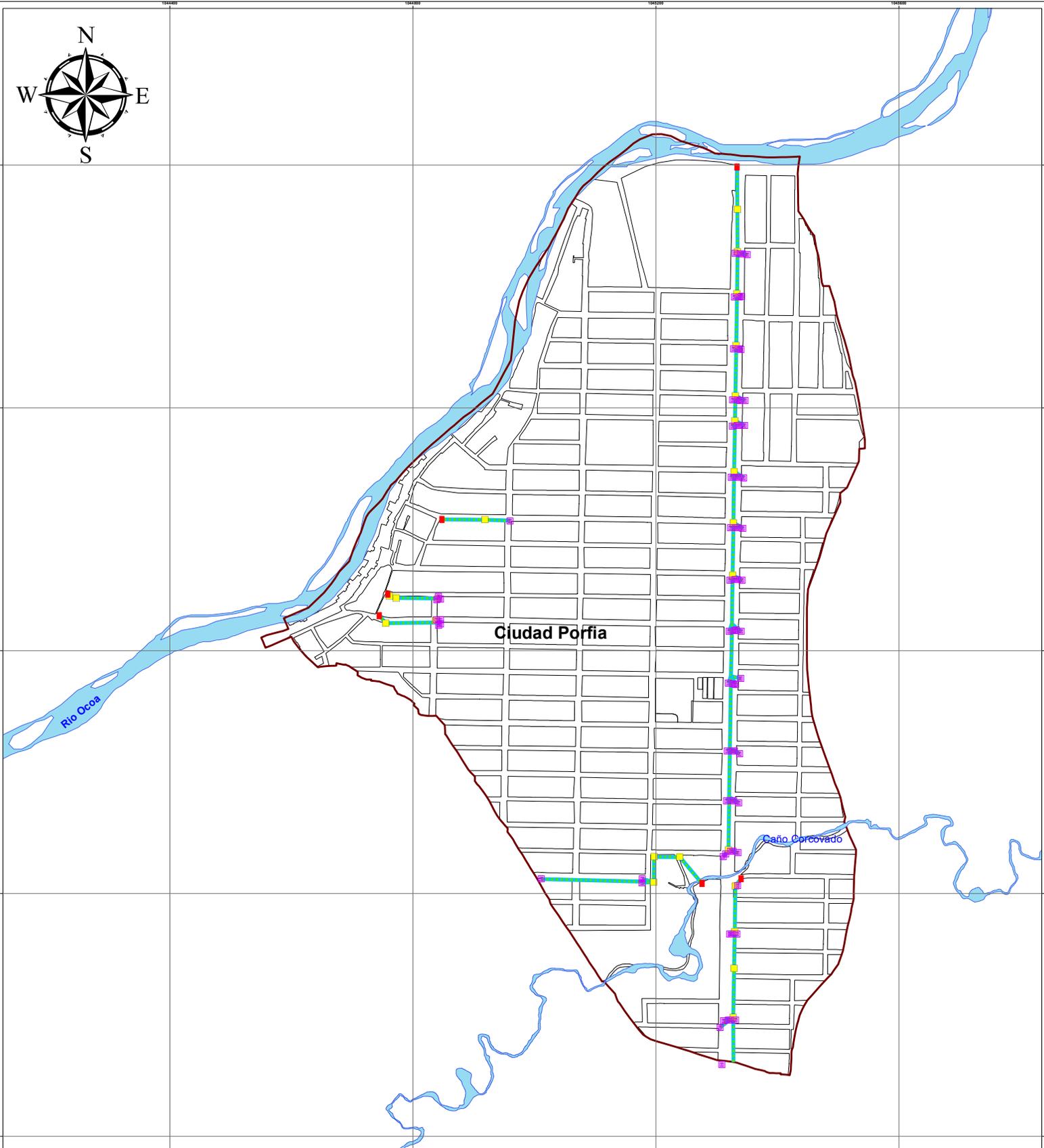
NOTA:
Esta información es propiedad de la Universidad de los Llanos y la Universidad de los Andes, está prohibida su reproducción total o parcial sin autorización. Su utilización obliga dar a las respectivas instituciones el crédito que le corresponde como autor.

FUENTE:
Cartografía vectorial generada a partir de :
- Acuerdo 287 de 2015, Alcaldía de Villavicencio
- Planchas IGAC Escala 1:25.000.

Servicio de Alcantarillado Ciudad Porfia

Convenciones

Ciudad Porfia	Tuberías Alcantarillado
Manzanas Ciudad Porfia	Tuberías aguas residuales
Cuerpos de agua	Pozos Alcantarillado
	Aguas Residuales



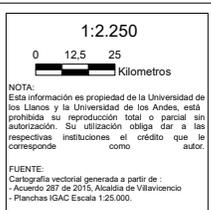
Ciudad Porfia

Caño Cercovado

Rio Ocoa



Servicio de Alcantarillado Pluvial
Ciudad Porfia - Villavicencio
Universidad de los Llanos
Universidad de los Andes
Systemic perspectives on low-carbon cities
in Colombia An integrated urban modelling
approach for policy and regulatory analysis
Coordinó:
Biólogo Esp. Javier Augusto Rey Murcia
Biólogo Esp. Maira Lorena Sanchez Gerena



Alcantarillado Pluvial
Ciudad Porfia

Convenções

Sumideros Alcantarillado	Tuberías Alcantarillado
Puntos Descarga Alcantarillado	Tuberías aguas lluvias
Pozos Alcantarillado	Ciudad Porfia
Aguas Lluvias	Cuerpos de agua
	Manzanas Ciudad Porfia