

**ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES  
AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE  
1990 Y 2016**



ARÉVALO PULGARIN JHON ALEXANDER  
ARIZA PUYO VÍCTOR HERNANDO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE COLOMBIA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS  
BOGOTÁ D. C.  
AÑO 2020

**ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES  
AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE  
1990 Y 2016**

**ARÉVALO PULGARIN JHON ALEXANDER  
ARIZA PUYO VÍCTOR HERNANDO**

Opción de grado: trabajo de grado para la solución de un problema de  
ingeniería ambiental

Línea de investigación: Ordenamiento ambiental del territorio  
Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero ambiental

Director  
**RONAL JACKSON SIERRA PARADA**  
Ingeniería Topográfica  
Maestría en Geografía

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE COLOMBIA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS  
BOGOTÁ D. C.  
AÑO 2020

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

**Firma del jurado 1**

---

**Firma del jurado 2**

## **Agradecimientos**

Queremos agradecer inicialmente a nuestras familias, quienes fueron nuestro principal apoyo, soporte y motivación durante estos años en el pregrado y en el desarrollo de este documento; luego, al ingeniero Ronal Sierra, por ser nuestro director de la opción de grado, dándonos orientación, regalándonos parte de su tiempo y al brindarnos ayuda en la investigación, de igual forma, a la administración municipal “Pacho Somos Todos – Experiencia con Visión y Liderazgo 2020 – 2024”, por su colaboración al habernos facilitado la información y por último, a la facultad de ingeniería ambiental con su cuerpo de docentes, a la universidad en general y a las demás personas que han contribuido y marcado huella dentro de nuestra formación integral como profesionales y ante todo, seres humanos.

## **Dedicatoria**

El desarrollo de este documento tuvo como objetivo cumplir uno de los requisitos para optar por el título de ingenieros ambientales, por lo cual, va dedicado a nuestras familias y seres amados, por su esfuerzo, apoyo, sacrificio y paciencia, de igual forma, a la vida, destino o circunstancias que nos trajeron por este recorrido lleno de vivencias enriquecedoras y memorias llenas de conocimiento y felicidad.

## Índice

### Tabla de contenido

Resumen .....	VI
Abstract.....	VII
Introducción .....	VIII
1. Objetivos.....	9
1.1. Objetivo general.....	9
1.2. Objetivos específicos.....	9
2. Marco teórico .....	10
2.1. Crecimiento demográfico .....	10
2.2. Planificación territorial.....	10
2.3. Ordenamiento territorial .....	11
2.4. El urbanismo y la urbanización .....	13
2.5. Expansión urbana .....	14
2.6. Uso del suelo .....	14
2.7. Impacto ambiental .....	15
2.8. Identificación del área de estudio .....	16
2.8.1. Descripción general del municipio.....	16
2.8.2. Área de estudio .....	18
3. Metodología.....	22
3.1. Primera fase: Diagnóstico.....	22
3.2. Segunda fase: Sectores de estudio, Evolución histórica y Análisis de Ocupación del Territorio .....	25
3.2.1. Sectores de estudio.....	26
3.2.2. Evolución histórica .....	29
3.2.3. Análisis de la ocupación territorial .....	30
3.3. Tercera fase: Determinación de las implicaciones ambientales .....	33
3.3.1. Identificación de las actividades .....	33
3.3.2. Determinación de los impactos ambientales .....	34
3.3.3. Definición de las implicaciones ambientales .....	36
4. Desarrollo Central.....	39
4.1. Demografía .....	39

4.2.	Expansión urbana .....	40
4.3.	Percepción de la expansión urbana por parte de la población .....	46
4.3.1.	Datos generales .....	46
4.3.2.	Datos de la ubicación geográfica .....	47
4.3.3.	Datos de percepción de la expansión urbana .....	48
4.4.	Análisis de la ocupación humana del suelo .....	56
4.5.	Características del territorio .....	61
4.6.	Evaluación de las implicaciones ambientales .....	63
4.7.	Conflictos de lo evaluado con el PBOT del municipio .....	68
5.	Impacto social .....	69
6.	Conclusiones .....	70
7.	Recomendaciones .....	74
	Referencias .....	76
	ANEXOS .....	80
	Anexo 1. Presentación, solicitud de permisos y aceptación .....	81
	<i>Anexo 1.1. Cartas que se le presentaron a la alcaldía municipal de Pacho</i> .....	81
	<i>Anexo 1.2. Carta de respuesta de la administración municipal</i> .....	81
	Anexo 2. Encuesta a personas: percepción de la expansión urbana .....	82
	Anexo 3. Matrices .....	83
	<i>Anexo 3.1. Respuestas de la encuesta sobre percepción de la población pachuna de la expansión urbana</i> .....	83
	<i>Anexo 3.2. Respuestas de la encuesta del aplicativo Aguapp</i> .....	83
	<i>Anexo 3.3. Matriz determinación de implicaciones ambientales</i> .....	83
	Anexo 4. Cartografía .....	84
	<i>Anexo 4.1. Usos del suelo por predio reconocidos en campo</i> .....	85
	<i>Anexo 4.2. Malla vial del área urbana</i> .....	86
	<i>Anexo 4.3. Curvas de nivel del área urbana</i> .....	87
	<i>Anexo 4.4. Pendientes del área urbana</i> .....	88
	<i>Anexo 4.5. Red hídrica del área urbana</i> .....	89
	Anexo 5. Imágenes de resultado del aplicativo Aguapp .....	90

## Contenido de tablas de datos

<b>Tabla 2.1.</b> Listado de los barrios del municipio.....	19
<b>Tabla 3.1.</b> Preguntas y opciones de respuesta de la encuesta realizada en campo.....	23
<b>Tabla 3.2.</b> Reconocimiento de los barrios por zona de estudio.....	29
<b>Tabla 3.3.</b> Descripción de las categorías del concepto de uso del suelo.....	31
<b>Tabla 3.4.</b> Identificación de los Aspectos ambientales.....	34
<b>Tabla 3.5.</b> Categorización de la Magnitud (M).....	36
<b>Tabla 3.6.</b> Clasificación de la Importancia (I).....	36
<b>Tabla 3.7.</b> Relación de la C, M e I con el puntaje asignado.....	37
<b>Tabla 3.8.</b> <i>Interpretación del grado de significancia del impacto ambiental.</i> ..	37
<b>Tabla 4.1.</b> Área total de las viviendas aglomeradas para cada año de estudio.....	41
<b>Tabla 4.2.</b> Tiempo que lleva residiendo en el municipio.....	47
<b>Tabla 4.3.</b> Relación de porque no le parece beneficiosa la expansión urbana con las demás variables.....	50
<b>Tabla 4.4.</b> Lugares de los que cree se han desplazado personas al municipio.....	52
<b>Tabla 4.5.</b> Edificaciones que considera más antiguas en el municipio.....	53
<b>Tabla 4.6.</b> Lugar que cree ha cambiado demasiado en el municipio.....	55
<b>Tabla 4.7.</b> Actividad económica que ha generado mayor empleabilidad en el municipio.....	55
<b>Tabla 4.8.</b> Encuesta del aplicativo Aguapp.....	64
<b>Tabla 4.9.</b> Resultados del consumo promedio obtenidos por medio de la aplicación Aguapp.....	64

## Contenido de imágenes

<b>Imagen 2.1.</b> Ubicación general del municipio de Pacho - Cundinamarca. ...	17
<b>Imagen 2.2.</b> Ubicación geográfica de las provincias de Cundinamarca. ....	17
<b>Imagen 2.3.</b> Límites municipales de Pacho – Cundinamarca.....	18
<b>Imagen 2.4.</b> Límites veredales de la zona urbana principal. ....	20
<b>Imagen 3.1.</b> Propuesta de la división político – administrativa de los barrios del municipio.....	27
<b>Imagen 3.2.</b> Identificación de los sectores de análisis.....	28
<b>Imagen 4.1.</b> Expansión urbana del municipio de Pacho – Cundinamarca para el periodo de estudio.....	41
<b>Imagen 4.2.</b> Zona urbana principal de Pacho en 1984.....	42
<b>Imagen 4.3.</b> Parte de la zona urbana principal de Pacho en 2005.....	44

<b>Imagen 4.4.</b> Ortofotomosaico de la zona urbana principal de Pacho para el año 2016.....	45
<b>Imagen 4.5.</b> Usos del suelo homogeneizados por manzanas. ....	57
<b>Imagen 4.6.</b> Esquema o modelo ejemplo de una aproximación de las edificaciones en 3D.....	59
<b>Imagen 4.7.</b> Densidad de las viviendas dispersas.....	60
<b>Imagen 4.8.</b> Rondas hídricas de los cuerpos de agua principales del área urbana.....	63

### **Contenido de gráficos**

<b>Gráfico 3.1.</b> Relación entre el medio, el componente y el tipo de recurso. ...	35
<b>Gráfico 3.2.</b> Relación entre C, M e I.....	36
<b>Gráfico 4.1.</b> Relación población vs. viviendas del periodo de estudio.....	39
<b>Gráfico 4.2.</b> Censos y proyecciones del DANE para la zona urbana de cada uno de los municipios que conforma la provincia del Rionegro en diferentes años.....	40
<b>Gráfico 4.3.</b> Rango de edad.....	47
<b>Gráfico 4.4.</b> Lugar del municipio hacia el que cree se ha dado el crecimiento urbano.....	49
<b>Gráfico 4.5.</b> Razones por las que cree se ha dado el crecimiento urbano...	50
<b>Gráfico 4.6.</b> Beneficio que cree es generado por la expansión urbana.....	52
<b>Gráfico 4.7.</b> Uso del suelo que considera se ha dado en las construcciones mayormente en los últimos 10 años. ....	54

## Abreviaciones, siglas y símbolos

ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
Aprox.	Aproximadamente
CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca
cm	Centímetros
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
D. C.	Distrito Capital
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
EPC S. A. ESP	Empresas Públicas de Cundinamarca, Sociedad Anónima, Empresa de Servicios Públicos
E. S. E.	Empresa Social del Estado
ESP	Empresa de Servicios Públicos
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GIS	Geographic Information System
I. E. D.	Institución Educativa Departamental
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
JAC	Juntas de Acción Comunal
Km <sup>2</sup>	Kilómetros cuadrados
Km <sup>2</sup> /vivienda	Kilómetro cuadrado por vivienda
L/s	Litro(s) por segundo
m	Metro(s)
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
m. s. n. m.	Metros sobre el nivel del mar
m <sup>2</sup>	Metro(s) cuadrado(s)
m <sup>3</sup>	Metro(s) cúbicos
No.	Número
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PBA	Planta de Beneficio Animal
PBOT	Plan Básico de Ordenamiento Territorial
PTAP	Planta de Tratamiento de Agua Potable
PTAR	Planta de Tratamiento de Agua Residual
SDP	Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá
SIG	Sistema de Información Geográfica
%	Porcentaje



## Resumen

El planeta tierra está siendo urbanizado cada vez más y con rapidez [1], prueba de esto es que para el año 2018, alrededor del 55% de la población mundial vivía en las áreas urbanas de sus territorios [2], esperando que esta cifra aumente a un 70% para el 2050 [3]. Sin embargo, como consecuencia de dicho crecimiento, también se presenta un incremento de aproximadamente el 70% de las emisiones globales de carbono y más del 60% en la demanda del uso de los recursos [1]. Por ello, aunque el desarrollo urbano es un proceso que incentiva e impulsa a los sectores socioeconómico y cultural, su evolución trae consigo repercusiones, viéndose más perjudicado el medio ambiente; dichas afectaciones están representadas en impactos ambientales negativos. De acuerdo con lo anterior, este documento describe una investigación que fue llevada a cabo en el área urbana principal del municipio de Pacho en el departamento de Cundinamarca, cuyo objetivo principal fue el análisis del proceso de expansión urbana y sus implicaciones ambientales. Para el desarrollo del proyecto, se realizó un diagnóstico inicial sobre la información disponible del área del estudio; luego para establecer el patrón de la expansión urbana, se ejecutó un estudio multitemporal durante el periodo comprendido entre 1990 – 2016 a través de aerofotografías de los años 1993, 1998, 2005 y un ortofotomosaico del 2016, teniendo como precedentes los años 1943 y 1984; posteriormente para verificar los patrones de ocupación del suelo, se llevó a cabo un análisis de ocupación territorial por medio del conteo de viviendas dispersas, usos del suelo encontrados en campo y volumetría de las construcciones; y finalmente se determinaron las implicaciones ambientales generadas por el fenómeno de expansión urbana en una matriz de causa/efecto. Se encontró que el municipio de Pacho desde el año 1998 ha presentado una tendencia de crecimiento hacia la zona norte del perímetro urbano, principalmente por la compactación de unidades dispersas de viviendas ubicadas en esta zona, que generan a su vez, afectaciones directas al componente suelo por el cambio en su uso. Se destaca que el trabajo realizado sirve como una herramienta de apoyo en la toma de decisiones relacionadas con el ordenamiento territorial del municipio.

**Palabras clave:** expansión urbana, impactos ambientales, implicaciones ambientales, área urbana principal, estudio multitemporal.

**Abstract**

Planet Earth is being urbanized more and more rapidly [1], proof of this is that by 2018, around 55% of the world population lived in the urban areas of their territories [2], hoping that this figure will increase to 70% by 2050 [3]. However, because of said growth, there is also an increase of approximately 70% of global carbon emissions and more than 60% in the demand for the use of resources [1]. For this reason, although urban development is a process that encourages and drives the socioeconomic and cultural sectors, its evolution brings repercussions with it, the environment being more damaged; these are being represented in environmental impacts that result in consequences. In accordance with the above, this document describes an investigation that was carried out in the main urban area of the municipality of Pacho in the department of Cundinamarca, whose main objective was the analysis of the urban sprawl process and its environmental implications. For the development of the project, an initial diagnosis was made on the information available in the study area; then to establish the pattern of urban sprawl, a multi-time study was carried out during the period between 1990 - 2016 through aerial photographs from the years 1993, 1998, 2005 and an orthophotomosaic from 2016, taking the years 1943 and 1984 as precedents. Subsequently, to verify land occupation patterns, an analysis of land use was carried out by counting scattered dwellings, land uses found in the field, and construction volumes; and finally the environmental implications generated by the urban sprawl phenomenon were determined in a cause / effect matrix. It was found that the municipality of Pacho since 1998 has presented a growth trend towards the north of the urban perimeter, mainly due to the compaction of dispersed housing units located in this area, which in turn generate direct effects on the soil component due to the change in its use. It is highlighted that the work carried out serves as a support tool in decision-making related to the territorial ordering of the municipality.

**Keywords:** urban sprawl, environmental impacts, environmental implications, main urban area, multi-time study.

## **Introducción**

El desarrollo socioeconómico de los territorios trae consigo la generación del crecimiento urbano, que en consecuencia origina aumento en la demanda de recursos para satisfacer las necesidades humanas, como la producción de alimentos, abastecimiento de agua, cobertura de energía eléctrica, entre otros; asimismo, se incentivan dinámicas económicas entorno a la compra y venta de materiales como bienes inmuebles, materias primas, insumos, etc., derivando así un alto consumo por parte de la población, produciendo una problemática significativa que afecta al medio ambiente de manera beneficiosa o en su defecto, desfavorable, donde se ven perjudicados directamente los ecosistemas.

Por lo anterior, este documento da a conocer una investigación realizada en el municipio de Pacho, del departamento de Cundinamarca, en la que se exploraron temáticas entorno al ordenamiento ambiental del territorio, específicamente, se evaluaron las implicaciones ambientales que trae consigo el crecimiento urbano y a su vez, se identificó la expansión que sufrió la zona urbana principal de este territorio durante 1990 – 2016.

Sumado a lo mencionado, se analizaron los patrones de ocupación de las áreas, los usos del suelo, demografía del municipio, densidad de la ocupación del territorio, entre otros, produciendo una evaluación parcialmente completa del área de estudio para finalmente generar una serie de alternativas u opiniones estratégicas, con el objetivo de recomendar directrices que se puedan implementar en el municipio incitando a su desarrollo.

## **1. Objetivos**

### **1.1. Objetivo general**

Analizar el crecimiento urbano y sus implicaciones ambientales en el municipio de Pacho Cundinamarca, entre 1990 y 2016.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Examinar el patrón de expansión urbana registrado en el municipio durante el período de estudio.
- Identificar los impactos ambientales derivados del crecimiento urbanístico presentado en la zona urbana en el área de estudio.
- Establecer directrices en cuanto a la planificación y organización de los usos del suelo.

## 2. Marco teórico

### 2.1. Crecimiento demográfico

Una de las principales causas por las que se da origen a la expansión urbana es el crecimiento poblacional, el cual, es resultado de una serie de dinámicas demográficas, es decir, que existe una relación directa entre los nacimientos, las defunciones y migraciones ocurridas en un determinado período [4]. Una población incrementa por diferentes factores, como los nacimientos y las migraciones, y disminuye a causa de las defunciones y desplazamientos (emigraciones). Si la suma de los nacimientos y las migraciones es mayor que la suma de las muertes y los desplazamientos, entonces, la población experimenta un crecimiento, de lo contrario, da como resultado un decrecimiento de la población. Cabe resaltar que esta situación también depende de otros aspectos, generados por dinámicas socioeconómicas, culturales y/o ambientales [5].

En los últimos años, la tasa de crecimiento poblacional global viene sufriendo cambios notables, en especial en las zonas urbanas, ya que según un reporte de la OMS y la ONU la población urbana para el año 2015 fue el 54% del total de la población mundial, en comparación con el 34% registrado en el año 1960. Además, actualmente dicho crecimiento ha venido comportándose de manera exponencial, por lo tanto, se estima que la población urbana global crecerá un aproximado de 1,63% por año entre 2020 y 2025; y 1,44% por año entre 2025 y 2030, lo que evidencia un aumento significativo de la tasa de crecimiento poblacional [6]. En Colombia, el DANE para el año 2018, indicó que el 77,8% de las personas que residen en los municipios, viven en sus cabeceras municipales, el 15,1% en rural disperso y el 7,1% en centros poblados.

### 2.2. Planificación territorial

En Colombia, la planificación territorial o del territorio se estructura a partir de cuatro (4) núcleos base que son: el Ordenamiento Territorial (**Ley orgánica de ordenamiento territorial 1454 del 2011** y la **Ley 388 de 1997**), el Ordenamiento Ambiental (ordenamiento territorial derivado de la **Ley 99 de 1993** y el **Decreto – ley 2811 de 1974**), la Planeación del Desarrollo (Ley 152 de 1994) y la Planeación Sectorial (ha desarrollado sus propias herramientas de planificación y gestión), estos actúan de manera articulada y consecuente a nivel nacional, regional, departamental, metropolitano y municipal o distrital [7].

Entendiéndose a la planificación territorial según la definición de la FAO como la serie de instrumentos: legales, administrativos, de inversión,

incentivos, entre otros, que poseen los territorios para la gestión y planificación de sus áreas, en los que se establecen metas, objetivos, estrategias o conjunto de directrices que sirven o incentivan el desarrollo de las respectivas zonas.

### 2.3. Ordenamiento territorial

La **Ley Orgánica del Ordenamiento Territorial (LOOT) o Ley 1454 del 2011**, “Por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones”, en su Artículo 2. Concepto y finalidad del ordenamiento territorial, establece textualmente que:

“El ordenamiento territorial es un instrumento de planificación y de gestión de las entidades territoriales y un proceso de construcción colectiva de país, que se da de manera progresiva, gradual y flexible, con responsabilidad fiscal, tendiente a lograr una adecuada organización político administrativa del Estado en el territorio, para facilitar el desarrollo institucional, el fortalecimiento de la identidad cultural y el desarrollo territorial, entendido este como desarrollo económicamente competitivo, socialmente justo, ambientalmente y fiscalmente sostenible, regionalmente armónico, culturalmente pertinente, atendiendo a la diversidad cultural y físico-geográfica de Colombia.

La finalidad del ordenamiento territorial es promover el aumento de la capacidad de descentralización, planeación, gestión y administración de sus propios intereses para las entidades e instancias de integración territorial, fomentará el traslado de competencias y poder de decisión de los órganos centrales o descentralizados del gobierno en el orden nacional hacia el nivel territorial pertinente, con la correspondiente asignación de recursos. El ordenamiento territorial propiciará las condiciones para concertar políticas públicas entre la Nación y las entidades territoriales, con reconocimiento de la diversidad geográfica, histórica, económica, ambiental, étnica y cultural e identidad regional y nacional.

Parágrafo. En virtud de su finalidad y objeto, la ley orgánica de ordenamiento territorial constituye un marco normativo general de principios rectores, que deben ser desarrollados y aplicados por el legislador en cada materia específica, para departamentos, municipios, entidades territoriales indígenas y demás normas que afecten, reformen o modifiquen la organización político-administrativa del Estado en el territorio”.

En adición, la **Ley 388 de 1997**, “Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones”, aporta una definición de ordenamiento territorial en su Artículo 5, siendo así: “el ordenamiento del

territorio municipal y distrital comprende un conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas, en ejercicio de la función pública que les compete, dentro de los límites fijados por la Constitución y las leyes, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales”, este fue reglamentado por el **Decreto 879 de 1998**, “por el cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los planes de ordenamiento territorial”, en su Artículo 2, adicionando al concepto lo siguiente: “el ordenamiento del territorio tiene por objeto dar a la planeación económica y social su dimensión territorial, racionalizar la intervención sobre el territorio y propiciar su desarrollo y aprovechamiento sostenible. El ordenamiento del territorio tendrá en consideración las relaciones intermunicipales. Metropolitanas y regionales; las condiciones de diversidad étnica y cultural; así como la utilización óptima de los recursos naturales, económicos y humanos para el logro de una mejor calidad de vida”.

Mientras que, el ordenamiento ambiental del territorio según se establece en la **Ley 99 de 1993**, “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y se dictan otras disposiciones”, se hace referencia a la función atribuida al Estado para regular y orientar el proceso de diseño y planificación del uso y aprovechamiento del territorio y de los recursos naturales renovables de la Nación, con el fin de garantizar un desarrollo sostenible, consecuente a esto, los Determinantes Ambientales y/o los elementos de una Estructura Ecológica Principal y demás planes, son una oportunidad para desatar un proceso de política ambiental estratégico, que constituya herramientas de planificación, gestión y pedagogía del territorio, fomentando el desarrollo local y regional, que contribuirá al país [8].

También, en la **Ley 1523 del 2012**, “Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones” y aún más preciso dentro del **Decreto 1807 del 2014**, “Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto – ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones”, se vincula al ordenamiento territorial con la gestión del riesgo, estableciendo directrices para los planes de ordenamiento ambiental. Aunque es de aclarar que, en la **Ley 388 de 1997** y desde antes de la publicación de los documentos mencionados, ya se contaba con un enlace o relación entre estos temas y a su vez, hay más legislación al respecto.

En conclusión, el ordenamiento territorial establece las reglas y criterios para el uso racional del suelo, para la preservación del ambiente y los recursos

naturales y, para la prevención y gestión del riesgo, estableciendo orientaciones y pautas que deben ser tenidas en cuenta para el desarrollo del territorio [7].

#### **2.4. El urbanismo y la urbanización**

El urbanismo comprende a los territorios desde una perspectiva holística, cuyo objetivo principal es realizar una adecuada planificación de las intervenciones llevadas a cabo por el ser humano durante el proceso de urbanización, logrando así un apropiado ordenamiento, gestión y control de los usos del suelo. De acuerdo con los estudios que se hacen, se puede diferenciar en urbanismo arquitectónico, que se refiere a cuando se estudia la forma o disposición de la ciudad, o en cambio, si la investigación se centra en actividades económicas, ambientales o sociales se habla de urbanismo social [9]. A su vez, es la disciplina encargada del estudio de los asentamientos humanos para su diagnóstico, intervención y comprensión, apoyándose de la geografía urbana como herramienta fundamental para entender los procesos urbanos (planificación urbana) [10].

Por otra parte, la urbanización es un proceso global que se manifiesta a través de la cantidad de individuos que habitan una unidad de área, donde estos realizan cambios significativos sobre la cobertura del suelo. Este fenómeno, acoge la modernización desde la parte económica hasta la parte social de las áreas rurales a las zonas urbanas [11]. En la actualidad, se considera que la urbanización es uno de los fenómenos que pone en peligro a más número de especies que cualquier otra actividad humana, ya que sus hábitats se ven afectados por este tipo de acciones [12].

Para la ONU, la urbanización planificada impulsa la capacidad de las ciudades para la generación de empleo y la riqueza, y a su vez, fomenta la diversidad y la cohesión social entre diferentes clases, culturas, etnias y religiones. Por ello, las ciudades deben ser diseñadas para vivir juntos, crear oportunidades, permitir la conexión e interacción, y también, facilitar la utilización sostenible de los recursos compartidos.

Además, una ciudad debe ser un sistema poroso con una mezcla de funciones y multitudes heterogéneas que comparten el mismo espacio. En consecuencia, la calidad de vida de las ciudades y su mantenimiento depende de la fuerza laboral, la información y el suministro sinfín de bienes que recibe y procesa mientras permite continuas transformaciones [13]. Sin embargo, la rápida urbanización está desencadenando en un aumento de habitantes en asentamientos humanos ilegales, infraestructura y servicios inadecuados y sobrecargados (como la recolección de desechos y sistemas de agua y saneamiento, carreteras y transporte), que como resultado empeoran la contaminación del aire y la expansión urbana no planificada [3].

## 2.5. Expansión urbana

El término de expansión urbana se refiere al fenómeno de desarrollo de una densidad territorial que se caracteriza por tener un patrón de crecimiento desigual entre su área y la población que la habita, lo que lleva a una utilización ineficiente de los recursos de la tierra [14]. Este crecimiento se caracteriza también por el aumento en la tasa de crecimiento en áreas urbanas que supera su población y que ahora se usa ampliamente para describir dicho proceso [15]. La expansión urbana se viene asociando con una serie de problemáticas ambientales, económicas y sociales [16]. Algunos ejemplos de las problemáticas mencionadas son la pérdida de tierras agrícolas, disminución de la biodiversidad, aumento en la demanda de energía eléctrica, reducción de la calidad del aire, entre otras.

A lo largo del tiempo se han desarrollado muchos modelos, indicadores e índices para medir la expansión urbana. Entre estos se pueden encontrar modelos de cambios del uso de la tierra e índices de paisaje que se basan en los mapas de clasificación de la cubierta terrestre, y a su vez, se han utilizado ampliamente para cuantificar la dispersión de áreas [17].

En la herramienta web *Atlas de Expansión Urbana Colombia* desarrollada por el DNP, dentro de sus documentos soporte se encuentra uno desarrollado por el *Marron Institute of Urban Management* de la *New York University*, del cual se extrae que el proceso de expansión urbana tiene como resultado la Huella urbana, que está asociada al crecimiento generado desde su centro hacia suelo no urbanizado en diferentes temporalidades, generando impactos ambientales significativos o de importancia para los territorios, dada la alta demanda de recursos que genera; dicho aumento del área se ha presentado a lo largo de la historia de dos formas, la fragmentación y la compacidad; en la primera, se produce un crecimiento de edificaciones de forma dispersa, conformando pequeñas áreas pobladas que se espera finalmente terminen uniéndose en una sola zona, mientras que en la segunda, el territorio urbano se ha desarrollado en conjunto, mostrando una aglomeración compacta.

## 2.6. Uso del suelo

El uso del suelo se encuentra caracterizado por la prestación o la utilidad de un tipo de cobertura, con el fin de desarrollar actividades humanas [18]. En consecuencia, el uso del suelo es un tratamiento y varía por las actividades que la especie humana promueve en la cobertura de la tierra, generando un cambio u originando un provecho económico [19].

A su vez, el uso del suelo tiene procesos de cambios generalizados, acelerados y significativos que en su gran mayoría son producidos y/o impulsados por acciones humanas (en algunas ocasiones, es originado por

fenómenos naturales que afectan a los seres humanos) [20]. Los cambios en estos conducen a problemáticas significativas, como la degradación ambiental, pérdida de funciones y servicios ambientales de los territorios [21], [22].

Por otro lado, en el **Decreto 4065 del 2008**, “Por el cual se reglamentan las disposiciones de la Ley 388 de 1997 relativas a las actuaciones y procedimientos para la urbanización e incorporación al desarrollo de los predios y zonas comprendidas en suelo urbano y de expansión y se dictan otras disposiciones aplicables a la estimación y liquidación de la participación en plusvalía en los procesos de urbanización y edificación de inmuebles”, en el Artículo 2. Definiciones, en el Numeral 8 se concreta textualmente que el Uso del suelo: “es la destinación asignada al suelo por el plan de ordenamiento territorial o los instrumentos que lo desarrollen o complementen, de conformidad con las actividades que se puedan desarrollar sobre el mismo. Los usos pueden ser principales, compatibles, complementarios, restringidos y prohibidos. Cuando un uso no haya sido clasificado como principal, compatible, complementario o restringido se entenderá como prohibido”.

En adición, de acuerdo con la **Ley 388 de 1997** y las directrices que se establecen entorno a los usos principales, compatibles, condicionados y prohibidos dentro de los planes de ordenamiento territorial, que funcionan como cartas de instrucciones para las administraciones territoriales, en conformidad al **Decreto 1469 del 2010**, “Por el cual se reglamentan las disposiciones relativas a las licencias urbanísticas; al reconocimiento de edificaciones; a la función pública que desempeñan los curadores urbanos y se expiden otras disposiciones” (recopilado en el **Decreto Único Reglamentario del sector Vivienda, Ciudad y Territorio 1077 del 2015**), en el Artículo 51. Otras actuaciones, el Numeral 3. Concepto de uso del suelo, es el dictamen escrito por medio del cual el curador urbano o la autoridad municipal o distrital competente para expedir licencias o la oficina de planeación o la que haga sus veces, informa al interesado sobre el uso o usos permitidos en un predio o edificación, de conformidad con las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial y los instrumentos que lo desarrollen. La expedición de estos conceptos no otorga derechos ni obligaciones a su peticionario y no modifica los derechos conferidos mediante licencias que estén vigentes o que hayan sido ejecutadas.

## 2.7. Impacto ambiental

Del **Decreto 2041 del 2014**, “Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”, en el Artículo 1. Definiciones (recopilado en el **Decreto 1076 del 2015**, “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”, en el Artículo 2.2.2.3.1.1. Definiciones), se entiende por *Impacto Ambiental* a

“cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad”.

Donde cabe precisar que, dentro del **Decreto 2041 del 2014**, se establecen que proyectos, obras y actividades se encuentran sujetos a licenciamiento ambiental, a su vez, se establecen cuáles de estos son competencia de la ANLA o de las Corporaciones Autónomas y/o de Desarrollo Sostenible (**Artículos 7, 8 y 9**). Esta cuestión se menciona porque no cualquier proyecto, obra o actividad requiere de estudios ambientales (siendo uno ellos el EIA), sin embargo, se agrega que para la elaboración y evaluación de este tipo de estudios existen varias metodologías de impacto ambiental, no obstante, deben cumplir con los criterios y procedimientos emitidos por las entidades ambientales competentes, como por ejemplo, el Manual de Evaluación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente (hoy en día denominado MADS), publicado en el año 2002.

## **2.8. Identificación del área de estudio**

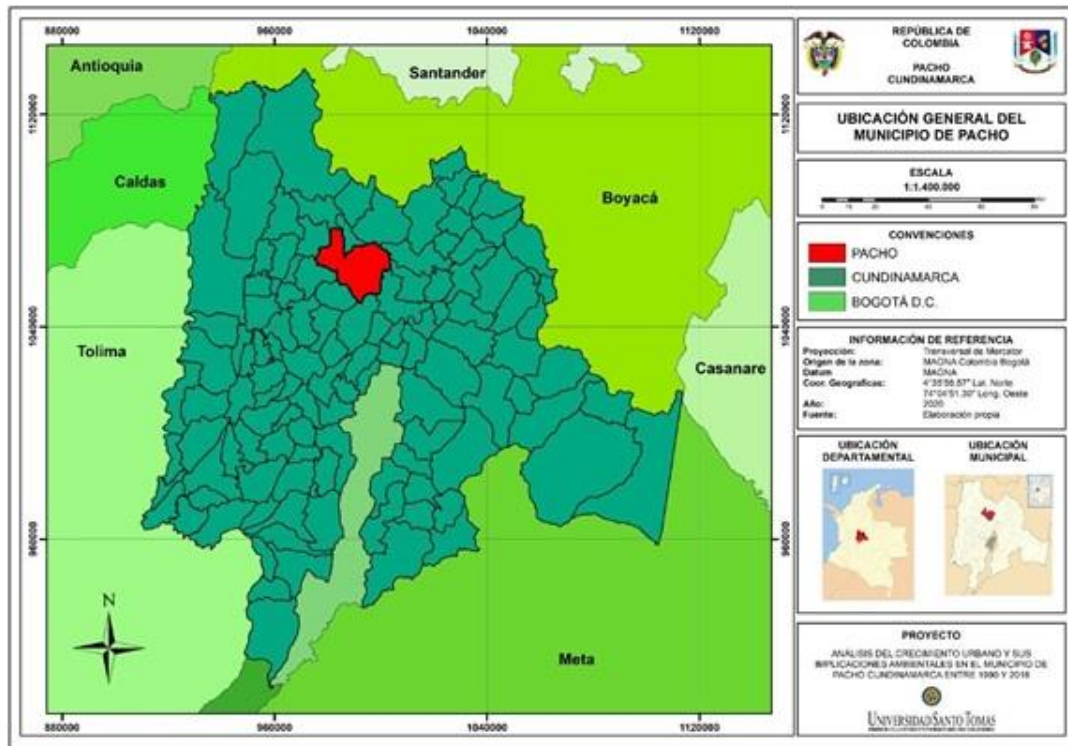
### **2.8.1. Descripción general del municipio**

El municipio de Pacho fue habitado antes de la conquista española por las tribus aborígenes de descendencia Chibcha, denominadas Los Rutes y Los Gotaques, donde sus gobernantes eran Uzaques o jefes militares, siendo el último de ellos Pacho, cuyo significado desde su lengua era “Padre bueno”, a quien los españoles antepusieron el nombre de Diego. Los primeros españoles que llegaron al territorio se encontraban bajo el mando de Don Juan de Olmos, quien representaba a Gonzalo Jiménez de Quesada, sin embargo, se le atribuye la fundación del municipio en el año 1624 a Diego Pacho [23].

Pacho se ubica dentro del departamento de Cundinamarca, en el noroccidente de este, específicamente en la provincia del Rionegro, que se encuentra compuesta por ocho municipios (Pacho, La Palma, Paime, San Cayetano, Topaipí, El Peñón, Villagómez y Yacopí), siendo dicho territorio la capital de esta provincia (para mayor comprensión, ver *Imagen 2.1* e *Imagen 2.2*).

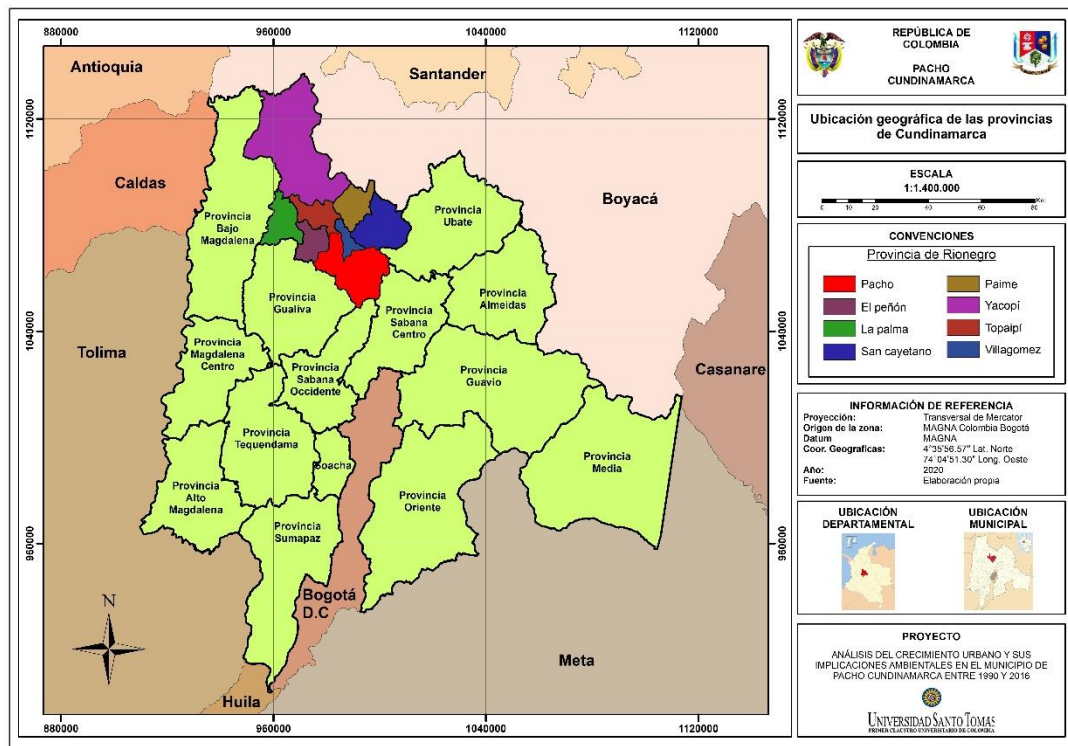
# ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE 1990 Y 2016

**Imagen 2.1.** Ubicación general del municipio de Pacho - Cundinamarca.



**Fuente:** tomado y adaptado de lo elaborado por Arco C & C Ltda. para el municipio de Pacho, del departamento de Cundinamarca, por el contrato de consultoría no. 125 del 2017.

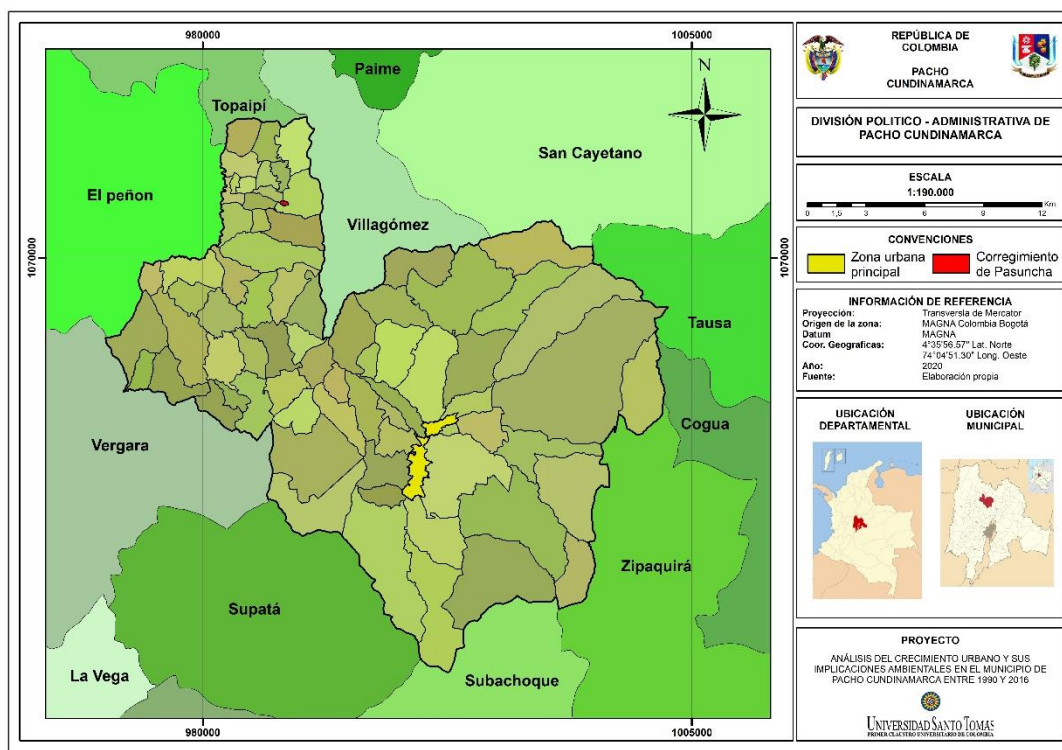
**Imagen 2.2.** Ubicación geográfica de las provincias de Cundinamarca.



**Fuente:** tomado y adaptado de lo elaborado por Arco C & C Ltda. para el municipio de Pacho, del departamento de Cundinamarca, por el contrato de consultoría no. 125 del 2017.

Por otro lado, Pacho limita con los municipios de: Subachoque (por el sur), Supatá (por el suroccidente), Vergara (por el occidente), El Peñón (por el noroccidente), Topaipí (por el norte – noroccidente), Villagómez (por el norte), San Cayetano (por el norte – nororiente), Tausa (por el nororiente), Cogua (por el oriente) y Zipaquirá (por el suroriente). La *Imagen 2.3* muestra la distribución geográfica de estos territorios para mayor comprensión.

**Imagen 2.3.** Límites municipales de Pacho – Cundinamarca.



**Fuente:** tomado y adaptado de lo elaborado por Arco C & C Ltda. para el municipio de Pacho, del departamento de Cundinamarca, por el contrato de consultoría no. 125 del 2017.

En adición, el municipio según el DNP y lo contemplado en la **Ley 617 del 2000**, se encuentra dentro de la categoría sexta, dados sus ingresos corrientes de libre destinación anuales. Asimismo, el territorio cuenta con una extensión de área superficial de 402 km<sup>2</sup>, compuesta por una zona rural que se divide en 72 veredas (que comprende un área aproximada de 398,520 km<sup>2</sup>), una zona urbana principal (con área de 3,402 Km<sup>2</sup> aprox.) y un corregimiento (centro poblado, con un área de 0,0776 km<sup>2</sup>), contando con una población aproximada de 25.803 habitantes (12.680 hombres y 13.123 mujeres), para una densidad poblacional de 64,19 Hab./Km<sup>2</sup>, para el año 2020 [24].

## 2.8.2. Área de estudio

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES  
 AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE  
 1990 Y 2016

El área de estudio que contempló esta investigación es la zona urbana principal (en la *Imagen 2.3* se aprecia su ubicación geográfica), la cual está compuesta por barrios, donde es válido mencionar que, esta división político – administrativa a nivel local no se ha realizado formalmente por parte del municipio, por lo que, no existe a la fecha, así que para fines de este trabajo, se toma el listado que se presenta en el *Plan de Desarrollo Municipal “Pacho Somos Todos Experiencia con Visión y Liderazgo 2020 – 2024”* (vigente), dada la antigüedad del PBOT de Pacho y que en este sentido, se encuentra más actualizado (ver *Tabla 2.1*).

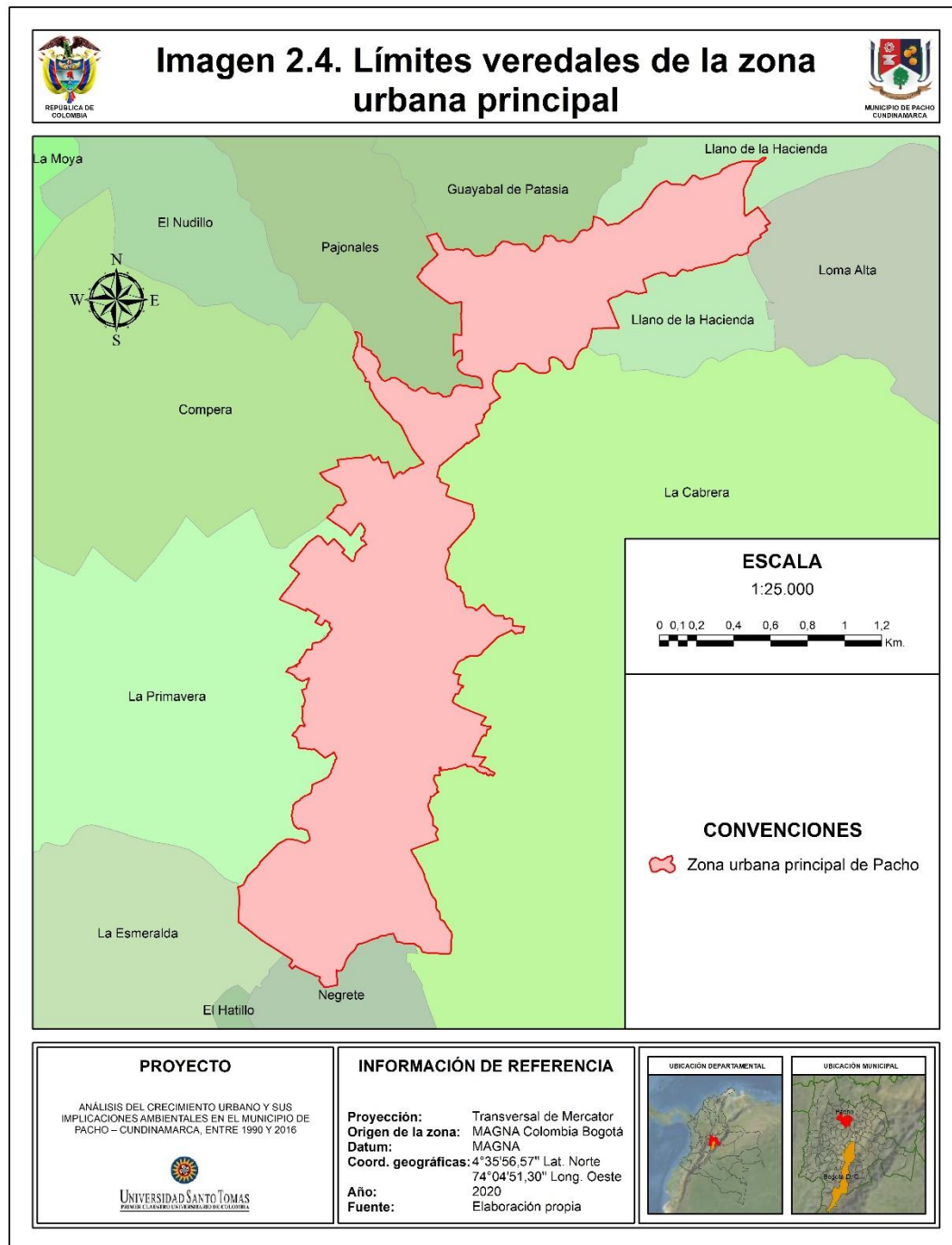
**Tabla 2.1.** Listado de los barrios del municipio.

Número	Barrio
1	Antonio José de Sucre
2	Antonio Nariño
3	Bellavista
4	Centro
5	El Tao
6	Juan Pablo II
7	Kennedy
8	La Crinolina
9	La Ferrería
10	La Palmita
11	Pio XII
12	San José
13	Santa Elena
14	Simón Bolívar
15	Villa María

*Fuente:* tomado y adaptado del *Plan de Desarrollo Municipal “Pacho Somos Todos Experiencia con Visión y Liderazgo 2020 – 2024”*.

Esta zona se encuentra rodeada en su totalidad de veredas que hacen parte de Pacho (ver *Imagen 2.4*) y, además, es atravesada por el cuerpo hídrico más importante de este territorio, el Río San Antonio o Rute, ya que a sus costados se dio el desarrollo del área urbana principal, este río se une aguas abajo al Río Rionegro que finalmente desemboca en el Río Magdalena, para terminar en el mar Caribe.

Imagen 2.4. Límites veredales de la zona urbana principal.



**Fuente:** tomado y adaptado de lo elaborado por Arco C & C Ltda. para el municipio de Pacho, del departamento de Cundinamarca, por el contrato de consultoría no. 125 del 2017.

La zona urbana del municipio tiene una población de 14.127 habitantes (según el DANE para el año 2020) y se compone de un aproximado de 4.560 predios (predial IGAC de corte abril del 2020). En este lugar, se realizan la mayoría de las dinámicas y/o actividades que generan desarrollo a nivel

socioeconómico y cultural al municipio, lo que produce que allí se presente la mayor empleabilidad, siendo principalmente de tipo informal [25].

Así mismo, al ser el municipio de Pacho la capital de la provincia del Rionegro, dentro de su zona urbana se logra impulsar y/o incentivar el desarrollo de los demás municipios que conforman esta provincia y otros aledaños, a través de sus pequeños y medianos empresarios gracias al comercio (compra/venta de productos). También, aquí se localiza la E. S. E. Hospital San Rafael de Pacho, fundada en 1881 que en la actualidad, es un hospital de nivel 2 de atención médica, el cual brinda asistencia no solamente a la comunidad de Pacho, sino además a la población de los municipios de Supatá, Villagómez, Paima, El Peñón, Topaipí, La Palma, Yacopí, Tudela y Vergara [26]; y la Planta de Beneficio Animal (PBA), que popularmente se conoce como “El Matadero”, donde gran número de ganaderos de la provincia se dirigen a sacrificar sus reses. Todo esto se logra por medio de la conectividad vial y su ubicación estratégica, siendo la puerta de la provincia [25].

Por último, es importante agregar que, el municipio de Pacho contempló dentro de su PBOT, adoptado por el **Decreto Municipal 073 del año 2000**, en el Artículo 25. Suelo Urbano, al corregimiento de Pasuncha como parte de su área urbana (siendo este un centro poblado del área rural), no obstante, no se tuvo en cuenta para los fines de esta investigación.

### 3. Metodología

La metodología de investigación con la que se desarrolló este proyecto consta de tres (3) fases, la primera denominada “*Diagnóstico*”, se basó en la recopilación de información con relación al estudio. Por otro lado, en la segunda fase, llamada “*Sectores de estudio, Evolución histórica y Análisis de ocupación territorial*”, inicialmente se realizó una propuesta de la división político – administrativa de los barrios que componen la zona urbana principal, para luego distribuir estas áreas en cinco (5) sectores de análisis, con el fin de facilitar y hacer más comprensible la evaluación de los datos; luego, se determinó la expansión urbana de la zona de estudio para los años 1943, 1984, 1993, 1998, 2005 y 2016, también, se estableció el patrón de ocupación humana del suelo por medio de la densidad de las viviendas dispersas, los usos del suelo actuales y la volumetría de las construcciones de ciertos predios.

Después, en la tercera fase, “*Determinación de las implicaciones ambientales*”, se creó una matriz de causa/efecto orientada por el método de Leopold (1971), llevando a cabo una metodología de impacto ambiental propuesta y desarrollada para este trabajo, con el objetivo de definir las implicaciones ambientales que trae consigo el crecimiento urbano del municipio de Pacho.

De acuerdo a lo anterior, es válido adicionar que, se tomaron como guía dos (2) metodologías, una fue la propuesta por el DNP, en su herramienta virtual denominada “*Atlas de expansión urbana Colombia*” y la otra, desarrollada por la Secretaría Distrital de Planeación (SDP) de Bogotá D. C., expuesta en el “*Estudio de crecimiento y evolución de la huella urbana para los municipios que conforman el área Bogotá Región*”, publicado en el año 2018, en el *Anexo III*, se expresa la *Metodología Técnica*.

#### 3.1. Primera fase: Diagnóstico

Inicialmente, se realizó una visita de campo de reconocimiento a la zona de estudio, con el fin de identificar las facultades con las que cuenta el área para el desarrollo de la investigación, luego, se socializó con el organismo de control municipal y se hizo la solicitud para los debidos permisos (verificar en el *Anexo 1*).

A partir de lo anterior, una vez aceptado por la alcaldía municipal, se procedió a realizar una segunda visita a la zona, donde se estableció una línea base de partida, allí la administración, facilitó información de primera mano, desarrollada por diversos contratistas (aquí se encontraron archivos Geodatabase y Shapefile) y también, el *Plan Básico de Ordenamiento*

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES  
AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE  
1990 Y 2016

*Territorial* (PBOT) adoptado por el **Decreto Municipal No. 073 del 2000** (acompañado del *Documento de Soporte Técnico*).

Después, gracias a una visita llevada a cabo a las instalaciones del IGAC, bajo consulta se lograron adquirir fotografías aéreas para los años 1943, 1984, 1993, 1998 y 2005, cada una de estas fue escaneada fotográficamente a una resolución de 15 micrones en formato TIFF, y a su vez, un Ortofotomosaico del año 2016 con una resolución aproximada de 20 cm por píxel, que también se obtuvo en formato TIFF (este último fue entregado por el municipio, pero producido por el IGAC).

Además, se revisaron los portales web de datos abiertos del DANE, el IGAC y el DNP, consiguiendo información secundaria para la investigación, como documentos de Censos históricos, archivos Shapefile de catastro y ficha técnica del municipio, asimismo, se dio uso de las herramientas virtuales Google Earth, Maps y Street View desarrollados por Google para análisis, identificación y verificación de actividades económicas llevadas en las construcciones y como tal, características del predio en general.

Por último, en una tercera visita en campo, por muestreo aleatorio simple, se lograron hacer 114 encuestas a diferentes personas de forma anónima abarcando gran proporción del área de estudio (un sondeo a cada ser humano compuesta de 17 preguntas, ver la *Tabla 3.1* y el *Anexo 2*), para así, conocer la percepción de los habitantes acerca de la expansión urbana. Aquí es preciso aclarar que, el criterio inicial para realizar el total de encuestas era de un 2% de la población de la zona urbana (258 encuestados aprox.), dados los recursos económicos y/o financieros de la investigación, por lo cual, se asumiría que eran una cantidad suficiente y necesaria para obtener una muestra representativa de la población, sin embargo, por la emergencia sanitaria producida por la enfermedad respiratoria infecciosa COVID – 19, no se pudieron realizar más visitas de campo al área de estudio, por lo que, sólo se obtuvo un 0,81% del total de la población del área urbana.

**Tabla 3.1.** Preguntas y opciones de respuesta de la encuesta realizada en campo.

No.	Pregunta	Opciones de respuesta
<b>1. Datos generales</b>		
1.1	Especifique su género o con el cual se define	a. Masculino b. Femenino c. No especifica d. Otro, ¿cuál?: _____.
1.2	¿En qué rango de edad se encuentra?	a. [18 – 25) años b. [26 – 32) años c. [33 – 39) años d. [40 – 46) años e. [47 – 53) años f. [54 – 60) años g. Mayor o igual a 61 años
<b>2. Datos de la ubicación geográfica</b>		
2.1	¿En qué zona del municipio reside?	a. Rural b. Urbana
2.2	¿Cuánto tiempo lleva viviendo en el	a. Menos de un año

	municipio?	<ul style="list-style-type: none"> <li>b. [1 – 5) años</li> <li>c. [6 – 10) años</li> <li>d. [11 – 15) años</li> <li>e. [16 – 20) años</li> <li>f. Más de 21 años</li> <li>g. Toda la vida</li> </ul>
2.3	Sí es el caso, ¿de dónde proviene?	ABIERTA
2.4	Sí es el caso y desea, por favor indique la causa de su desplazamiento	ABIERTA
<b>3. Datos de la percepción de la expansión urbana</b>		
3.1	Desde su punto de vista, ¿cree usted que se ha expandido la zona urbana del municipio	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Sí</li> <li>b. No</li> <li>c. No sabe / No responde</li> </ul>
3.2	¿Hacia qué lugar cree que se ha dado el crecimiento del municipio?  <i>(Opción personal)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Barrio La Palmita (sobre la vía al municipio de La Palma)</li> <li>b. Barrio San José hacia la polvorería Barragán</li> <li>c. Zona de La Capilla o Estadio Municipal hacia el SENA</li> <li>d. Zona de la Ferrería</li> <li>e. Barrio Antonio Nariño</li> <li>f. Barrio Kennedy</li> <li>g. Barrio Antonio José de Sucre</li> <li>h. Vereda Pajonales</li> <li>i. Otra, ¿cuál?: _____.</li> <li>j. No responde</li> <li>k. N/A</li> </ul>
3.3	¿A qué cree que se ha debido el crecimiento urbano?  <i>(Opción personal)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Aumento de la población</li> <li>b. Bajos precios (compra de predios, productos alimenticios, materiales de construcción, arriendos, etc.)</li> <li>c. Capital de la provincia</li> <li>d. Desplazamientos forzados</li> <li>e. Disponibilidad de terreno</li> <li>f. Empleabilidad (desarrollo)</li> <li>g. Transporte público (estado y acceso malla vial, costos, movilidad, etc.)</li> <li>h. Otra, ¿cuál?: _____.</li> <li>i. No responde</li> <li>j. N/A</li> </ul>
3.4	¿Piensa que tiene algún beneficio la expansión urbana?	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Sí</li> <li>b. No</li> <li>c. N/A</li> <li>d. No responde</li> </ul> <p>Sí la respuesta fue NO, ¿por qué?: _____.</p>
3.5	¿Cuál cree que es el beneficio generado?  <i>(Opción personal)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Desarrollo económico</li> <li>b. Enriquecimiento cultural</li> <li>c. Generación de empleo</li> <li>d. Vivienda digna</li> <li>e. Otra, ¿cuál?: _____.</li> <li>f. No responde</li> <li>g. N/A</li> </ul>

**ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES  
AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE  
1990 Y 2016**

3.6	¿Ha notado presencia de personas de otras zonas en el municipio?	a. Si b. No c. No responde
3.7	Sí es el caso, ¿de qué zonas cree o conoce que provienen dichas personas?  <i>(Opción personal)</i>	ABIERTA
3.8	¿Cuáles cree que son las edificaciones (construcciones) más antiguas del municipio?  <i>(Opción personal)</i>	ABIERTA
3.9	¿Cuál considera que ha sido el uso del suelo de las construcciones que ha predominado en los últimos 10 años?  <i>(Opción personal)</i>	a. Casas de tipo campestre b. Comercio (tiendas, supermercados, ferreterías, etc.) c. Turismo (hoteles u hostales) d. Vivienda (unifamiliar, bifamiliar o multifamiliar) e. Otra, ¿cuál?: _____. f. No responde
3.10	¿Qué lugar o zona del municipio cree que ha cambiado mucho?  <i>(Opción personal)</i>	ABIERTA
3.11	¿Cuál cree que ha sido la actividad económica que ha generado más empleos en el municipio?  <i>(Opción personal)</i>	a. Agricultura b. Comercio c. Ganadería d. Trabajos informales e. Transporte f. Turismo g. Todas las anteriores h. Ninguno i. Otra, ¿cuál?: _____. j. No responde

*Fuente: Autores.*

A partir de lo anterior, seguido de la encuesta descrita se escogieron 40 individuos al azar, para llevar a cabo el diligenciamiento de otro sondeo, realizado por medio del aplicativo Aguapp de EPC S. A. ESP para móviles (disponible en la Play Store de Google). Finalmente, con todos los datos y/o información recolectada se logró generar un diagnóstico del área de estudio.

### **3.2. Segunda fase: Sectores de estudio, Evolución histórica y Análisis de Ocupación del Territorio**

Esta fase se desarrolló mediante el uso del software ArcGIS creado por ESRI (empresa estadounidense), siendo este uno de los SIG o GIS con los que se cuenta en la actualidad y que, además, se encuentra entre los más usados en el campo de la ingeniería; que para fines de este proyecto sirvió como la

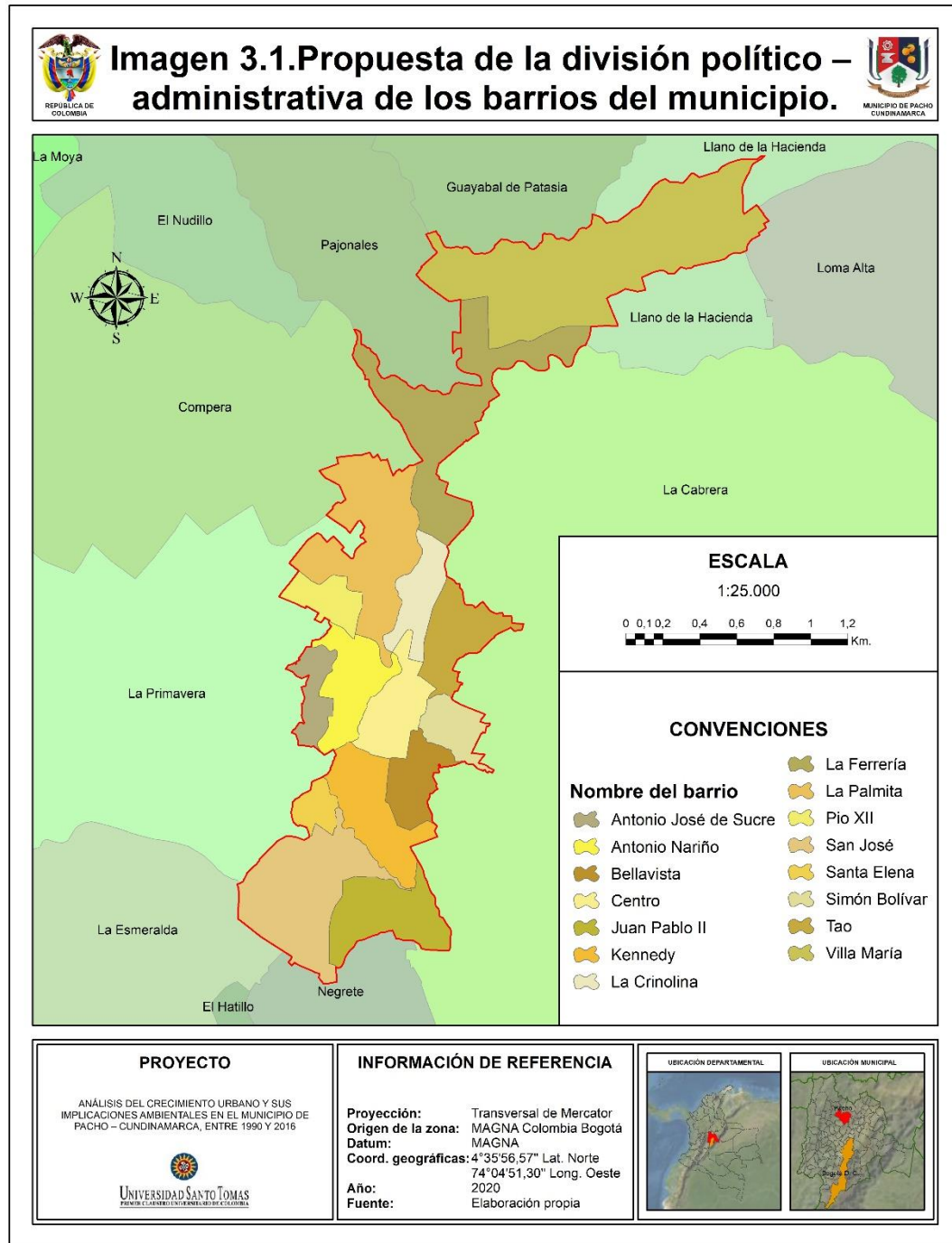
principal herramienta para poder dar el tratamiento y/o análisis de los datos geográficos, para así, generar resultados.

### **3.2.1. Sectores de estudio**

Como ya se mencionó, la zona urbana principal se encuentra dividida en barrios, sin embargo, el municipio no cuenta con una representación geográfica de estos, en la que se especifique la ubicación de los sectores, los límites, las áreas de cada uno de ellos, entre otros; por lo que, en consecuencia, no hay un acto administrativo por el cual se adopte algún tipo de división político – administrativa de esta zona, así que, motivados por esta problemática, en la *Imagen 3.1* se expone una propuesta de la división de los barrios del municipio, guiada por el conocimiento popular de la población y a partir de la delimitación de los barrios tomando como criterio el trazado del límite por medio de los cuerpos hídricos y vías, asimismo, algunos predios, que por la alta extensión de su área o forma, fueron útiles para determinar las fronteras de los sectores y a su vez, contando con la ayuda del ortofotomosaico del año 2016, se logró la vectorización de las áreas de los 15 barrios.

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE 1990 Y 2016

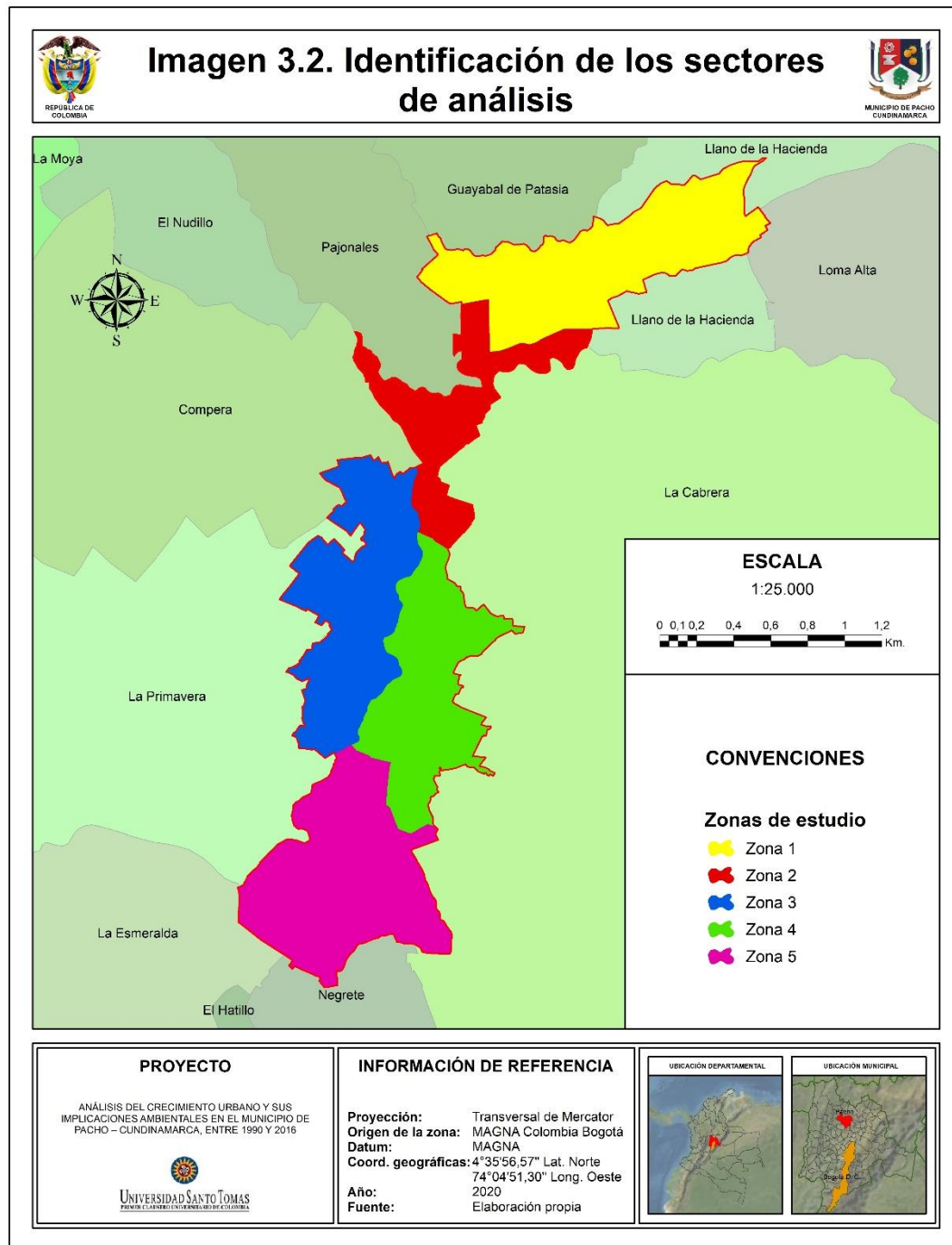
**Imagen 3.1.** Propuesta de la división político – administrativa de los barrios del municipio.



**Fuente:** tomado y adaptado de lo elaborado por Arco C & C Ltda. para el municipio de Pacho, del departamento de Cundinamarca, por el contrato de consultoría no. 125 del 2017.

A partir de lo expresado en la *Imagen 3.1*, para fines de esta investigación, se procedió a realizar la sectorización del área de interés en cinco (5) zonas de estudio, con el objetivo de facilitar el tratamiento y análisis de los datos, estas se muestran en la *Imagen 3.2*.

Imagen 3.2. Identificación de los sectores de análisis.



**Fuente:** tomado y adaptado de lo elaborado por Arco C & C Ltda. para el municipio de Pachó, del departamento de Cundinamarca, por el contrato de consultoría no. 125 del 2017.

Para mayor comprensión de la Imagen 3.2, en la Tabla 3.2 se describen los barrios contenidos dentro de las zonas de estudio contempladas para esta investigación.

**Tabla 3.2.** Reconocimiento de los barrios por zona de estudio.

Zona de investigación	Barrio(s) que comprende
1	Villa María
2	La Ferrería
3	Antonio José de Sucre Antonio Nariño La Palmita Pio XII
4	Bellavista Centro Tao La Crinolina Simón Bolívar
5	San José Juan Pablo II Santa Elena Kennedy

*Fuente:* Autores.

### 3.2.2. Evolución histórica

Para efectos de esta investigación, se tomó el ortofotomosaico del año 2016 como base para la georreferenciación de las fotografías aéreas de los años 1943, 1984, 1993, 1998 y 2005, porque ante la imposibilidad de realizar la asignación de puntos de apoyo fotogramétrico para las fotografías adquiridas, dado que para llevar a cabo el fotocontrol los costos del levantamiento son muy elevados, al no contar con los instrumentos adecuados y/o necesarios y a su vez, las variaciones o cambios sufridos por el terreno, además de los errores técnicos de las fotografías, generados por la complejidad del equipo utilizado dependiendo la época (entendiendo que la mayoría de las imágenes son muy antiguas y los equipos con los que se contaba en cada año eran poco sofisticados), se dio este método como solución, ya que en este producto fueron aplicadas las debidas correcciones geométricas y posicionales con las que al fijar la variable espacial se puede apreciar el crecimiento que ha experimentado un sitio a través del tiempo, por lo cual, se disminuye el error o desfase en las coordenadas. Por consiguiente, la imagen fue la raíz para los propósitos de análisis de la expansión y temporalidad en las fotografías de años anteriores.

Después de ajustar las fotografías al ortofotomosaico, se procedió a realizar una fotointerpretación de cada una de ellas, con el fin de identificar, analizar y vectorizar los polígonos de los predios que por medio de las imágenes mostraran construcciones, aquí se tomó como ayuda el predial generado por catastro del IGAC (a corte de abril del 2020), para hallar similitudes entre los polígonos que permitieran hacer un ajuste de la manera más adecuada posible, aunque es válido agregar que no se logró aplicar en todos los casos,

dados los cambios que ha sufrido el terreno por la intervención humana, como por ejemplo, las variaciones de las áreas de los predios (parcelaciones, subdivisiones, cesiones o adiciones de terreno).

Por último, a partir de lo generado anteriormente, para cada uno de los años (1943, 1984, 1993, 1998, 2005 y 2016) se logró evidenciar el patrón de crecimiento del área urbana principal del municipio dada las aglomeraciones de los sitios, de igual forma, la zona hacia la cual se ha dirigido su crecimiento y las formas en las que dio su desarrollo.

### 3.2.3. Análisis de la ocupación territorial

El análisis de la ocupación territorial fue una forma de evaluar cualidades del territorio, contemplando para este caso tres (3) propiedades urbanas del área de estudio, que fueron: el patrón de ocupación humana del suelo (evaluado por medio de la densidad de las viviendas dispersas), usos del suelo actuales y volumetría de las construcciones de los predios.

Por lo anterior, en primera instancia se abarcó el patrón de ocupación humana, realizando el análisis de la densidad de las viviendas dispersas, a través del conteo de las construcciones que se observaron esparcidas en cada una de las aerofotografías de los años 1943, 1984, 1993, 1998 y 2005, generando una nube de puntos por cada una de ellas, para así llevar a cabo un geoproceto (Kernel Density), con el fin de conocer el número de viviendas que se encuentran en un área definida, donde se definió como área de interés un (1) Km<sup>2</sup>, ya que la unidad estándar para este tipo de media es un Km<sup>2</sup>/vivienda.

Es importante adicionar que, para el análisis del patrón de ocupación humana, se tuvo en cuenta el área circúndate de la zona urbana principal, en la que se encuentran las veredas de: Pajonales, La Cabrera, Compera, La Primavera, La Esmeralda, Guayabal de Patasia, Llano de la Hacienda, El Hatillo, Negrete, Loma Alta y El Nudillo, que fueron definidas debido al alcance de las imágenes, ya que abarcaban parte de estos territorios y por esta misma razón, no se realizó para el 2016 por el tamaño reducido del ortofotomosaico que sólo cubre el área urbana, donde además, se apreció que para este año las viviendas ya no se encontraban dispersas dentro del perímetro urbano.

Luego, se continuó con los usos del suelo actuales observados en campo, tomando como insumo los archivos shapefile del predial y la división de las manzanas del área urbana principal de la página web del geoportal de datos abiertos de catastro del IGAC. Asimismo, a través del PBOT del municipio (**Decreto Municipal No. 073 del 2000**), se adoptaron y/o establecieron categorías dentro del concepto de uso del suelo, que también, se encuentran acordes a lo descrito por la **Ley 388 de 1997**, sobre uso del suelo; además, cabe aclarar que sólo se realizó un reconocimiento a partir de la función que

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES  
 AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE  
 1990 Y 2016

se observaba cumplía el predio o las construcciones, más no se pretendía definir usos principales, compatibles, condicionados o prohibidos.

Aquí el proceso consistió inicialmente en realizar la descarga de las capas, que luego se tuvieron que filtrar a un nivel más local, en específico, el área de estudio, ya que su origen era a nivel nacional; se continuó con un ajuste de los polígonos gracias al ortofotomosaico, para determinar la categoría del concepto de uso del suelo en la que se encontraba los espacios, de acuerdo con lo observado.

A lo descrito, es preciso agregar que, durante dicha visita, no se recolectó la información necesaria, por lo cual, al hacer falta datos se debió verificar y obtener ayuda de Google Street View, Google Maps, Google Earth y lo desarrollado por la consultoría contratada por el municipio en un convenio con la Gobernación de Cundinamarca para el ajuste y actualización del PBOT, que sirvió para definir la destinación, vocación o actividad actual del suelo que se lleva a cabo en el terreno de cada predio. La *Tabla 3.3*, da a conocer y describe diez (10) categorías o tipos de conceptos de uso del suelo que se identificaron y ajustaron del PBOT para los fines de esta investigación. Dicho proceso se realizó primero para la capa del predial y prosiguió con la de manzanas, haciendo así, una homogeneización de las áreas, basándose en el uso que predominaba por manzana.

*Tabla 3.3. Descripción de las categorías del concepto de uso del suelo.*

No.	Categoría del concepto de uso del suelo	Descripción
1	Comercial	Son todos aquellos predios en los que la actividad económica que predomina es el comercio, allí se realiza la compra y venta de víveres, implementos para el hogar, inmuebles, materiales, entre otros.
2	Equipamientos	Son lugares del municipio donde se ubican zonas verdes, escenarios deportivos y parques diseñados para la recreación, paseo de mascotas, el deporte y el libre esparcimiento.
3	Industrial	Son predios en los que se desarrolla la actividad económica de manufactura a gran escala, transforman la materia prima e insumos en un producto, por lo que, generan empleo, por ello, se consideran industriales.
4	Institucional	Son predios que pertenecen al municipio o que prestan una función institucional, como lo son la alcaldía municipal, las escuelas y los colegios oficiales, la casa de la cultura, etc.

5	Mixto	Hace referencia a los predios donde se da la mezcla de dos o más categorías, teniendo en cuenta que sólo se pueden combinar los que son de tipo comercial, institucional, religioso, residencial y servicios.
6	Patrimonio histórico y cultural	Son aquellas edificaciones que por su estructura, antigüedad e importancia fueron o prestaron un servicio significativo para el municipio en el pasado, por lo que se desarrolló en ellas, llegando a representar un valor histórico y cultural, convirtiéndose en un bien inmueble o patrimonio de importancia e invaluable para el municipio.
7	Religioso	Son construcciones donde se desarrollan cultos o manifestaciones religiosas.
8	Residencial	Son predios en los que se localizan construcciones enfocadas a que las personas residan, siendo así en algunos casos viviendas unifamiliares, bifamiliares y/o multifamiliares.
9	Servicios	Son establecimientos que su economía se ve incentivada por prestar un servicio, como lo son las estaciones de servicio, las entidades bancarias, los talleres automovilísticos, los montallantas, etc.
10	Urbanizable sin urbanizar	Son predios que se ubican dentro de la zona urbana, que no poseen construcciones y al estar ubicados dentro de esta área son potenciales para urbanizarse o realizar cualquier tipo de edificación.

**Fuente:** tomado y adaptado del PBOT del municipio de Pacho – Cundinamarca; Autores.

Finalmente, se examinó la volumetría de las construcciones por medio del número de pisos de la capa del geoportal de catastro del IGAC, donde la información que se usó fue filtrada, obteniendo el archivo Shapefile de construcciones para el área urbana del municipio (a corte de abril del 2020, sin embargo, no cuenta con el registro de todas las edificaciones que realmente existen a la fecha), por el cual, gracias a ArcMap del paquete de ArcGIS se calculó el área de cada uno de los polígonos en m<sup>2</sup>, luego, se exportó la tabla de atributos de la capa a un formato legible por EXCEL, allí se multiplicó el valor del área por el número de pisos de la construcción (dato de la capa del IGAC) y por 2,5 m, este último es un dato promedio que se estableció de la interpretación de las normas urbanísticas adoptadas en el PBOT del municipio, ya que según este, en la zona urbana de Pacho la altura máxima de las construcciones es de tres (3) pisos o 9 m, donde el

mínimo de altura es de 2 m y el máximo de 3 m, esto para el caso de los pisos, por lo que, se toma el promedio de 2,5 m de altura por piso; el resultado de esta operación hace referencia a la volumetría de cada una de las construcciones. Vale agregar que, se asumieron dos cosas, la primera es que cada uno de los pisos de una misma construcción tienen la misma área y la segunda, todas las construcciones poseen la misma altura (2,5 m), dada la limitación en la información.

### **3.3. Tercera fase: Determinación de las implicaciones ambientales**

En esta etapa del proyecto, se elaboró una metodología para la identificación de los Impactos Ambientales, con el objetivo de llegar a determinar las Implicaciones Ambientales más importantes y/o relevantes que se producen o se presentan por el fenómeno de expansión urbana, que es un proceso generado en el planeta netamente por la especie humana.

En consecuencia, se diseñó para fines de esta investigación, una matriz de interacciones causa/efecto, esto quiere decir que, por cada causa provocada y/u originada sobre el ambiente se van a desencadenar uno o más efectos en el mismo (directamente relacionados la causa con el efecto), sin importar la forma o lo que produzca (sí es bueno o no) [27]. Por lo anterior, se tomó como guía el método desarrollado por el doctor estadounidense Luna B. Leopold en el año 1971, dado que no requiere de procesos sofisticados para ser aplicado y, además, a través de este se puede presentar un barrido completo de los impactos ambientales [28].

En adición, cómo el Método de Leopold, la matriz que fue diseñada es un método indirecto, ya que se identifica el impacto ambiental, más no se llega a evaluar, porque su fin principal es definir las consecuencias que este genera sobre el medio ambiente [28], ajustándose adecuadamente a esta investigación, siendo el objetivo deducir las implicaciones ambientales, por lo que, los impactos ambientales no necesitan ser cuantificados (a diferencia de los métodos directos, ya que por medio de estos sí se logra, un ejemplo claro es el método diseñado por Vicente Conesa en 1993 [28]). No obstante, se realiza el debido ajuste y/o adaptación, porque el método de Leopold es muy amplio, siendo aplicado dentro de proyectos de gran escala, generalmente.

#### **3.3.1. Identificación de las actividades**

Partiendo de las fases anteriores de esta metodología de investigación y por trabajo realizado en campo, asimismo, de literatura y/o fuentes indexadas, se identifican las actividades o acciones provocadas por los seres humanos para el desarrollo de la expansión urbana, que son susceptibles a producir un impacto ambiental. Aquí, se dividen en dos tipos de actividades, las

generales que contienen actividades específicas, para así, ser más explícito y generar mayor interpretación.

### 3.3.2. Determinación de los impactos ambientales

Tomando como punto de partida para este apartado las actividades identificadas antes, para iniciar se debió tener presente que, dependiendo de la acción identificada, se pueden llegar a obtener varios aspectos ambientales, entendiéndose estos como la consecuencia, resultado, salida, subproducto, entre otros, que se genera de una acción (actividad) con la capacidad de producir un impacto ambiental (vale agregar que, también, de un aspecto ambiental, se pueden derivar uno o varios impactos ambientales). La *Tabla 3.4* da a conocer los aspectos ambientales que fueron tenidos en cuenta dentro de este proyecto.

**Tabla 3.4.** *Identificación de los Aspectos ambientales.*

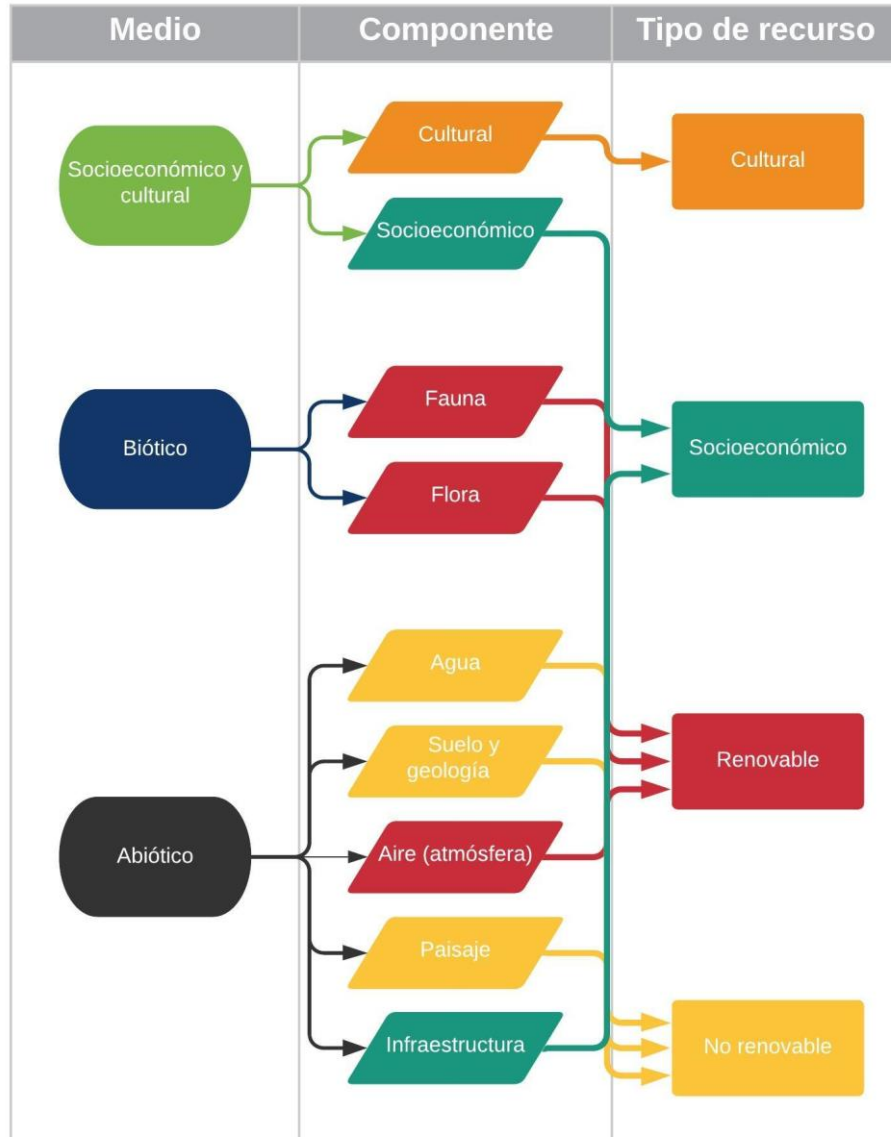
Aspectos ambientales		
Consumo de:	Generación de:	Deterioro de:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua</li> <li>• Energía</li> <li>• Materiales</li> <li>• Sustancias peligrosas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones atmosféricas</li> <li>• Empleo</li> <li>• Residuos especiales</li> <li>• Residuos peligrosos no</li> <li>• Residuos peligrosos</li> <li>• Vertidos</li> <li>• Ruido y vibraciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspecto visual</li> </ul>

*Fuente: Autores.*

A partir de haber reconocido los aspectos ambientales que se generan dada cierta actividad, se interpretan los factores representativos afectados, por lo que, se identifica cual es el medio que se ve perjudicado, seguido a esto, se selecciona el componente y después, el tipo de recurso (cada uno es consecuente al otro), este último, se definió según criterio de los autores, ya que en diferentes estudios o publicaciones pueden llegar a variar según el componente, siendo así los *Recursos Renovables* aquellos que pueden regenerarse casi al ritmo de su consumo y a su vez, se encuentran probablemente de manera ilimitada en la naturaleza; mientras que, los *Recursos No Renovables*, tal como se denominan, son recursos que no se renuevan y con el tiempo pueden desaparecer, por ello, son escasos o

limitados. Por lo descrito, ajustados a las necesidades o problemáticas de este proyecto se tendrán en cuenta los expuestos en el *Gráfico 3.1*.

**Gráfico 3.1.** Relación entre el medio, el componente y el tipo de recurso.



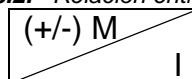
**Fuente:** Autores.

Finalmente, con lo ya obtenido y/o deducido por medio de los anteriores procesos, se conduce a la determinación de los Impactos Ambientales, que como ya se definió, son las alteraciones que se producen en el medio de manera beneficiosa o en su defecto, el contrario “desfavorable”, dadas las actividades que genera el ser humano para que se dé el crecimiento urbano.

### 3.3.3. Definición de las implicaciones ambientales

Como ya se explicó anteriormente, el método por el cual se orienta esta metodología para la identificación de los impactos ambientales generados por la expansión urbana, con el objetivo de determinar sus implicaciones en el ambiente es el de Leopold, por lo cual, se relacionan la Clase (C, +/-), la Magnitud (M) y la Importancia (I) (como se expresa en la *Gráfico 3.2*).

**Gráfico 3.2.** Relación entre C, M e I.



**Fuente:** tomado del Método de Leopold, 1971.

Así que, tomando de partida los resultados obtenidos hasta ahora, se procedió a evaluar por cada impacto ambiental la Clase (C), con el objetivo de examinar el tipo de alteración que producía, ya que pudo haberse dado de dos formas, adversa o beneficiosa determinando así, sí el impacto generado sobre el medio ambiente fue Negativo (-) o Positivo (+).

Luego, se definió la Magnitud (M) del impacto ambiental, interpretando el nivel de la alteración (valor dado por el evaluador, según su criterio), a través de un puntaje que va desde 1 (siendo la mínima alteración) hasta 10 (siendo la máxima alteración). Para hacer más fácil y práctica su evaluación y comprensión, se estableció una categorización de estos valores, que se observa en la *Tabla 3.5*.

**Tabla 3.5.** Categorización de la Magnitud (M).

N.	Rango	Categorización	Descripción
1	1 – 3	Mínima	El impacto ambiental produce una alteración mínima en el ambiente, no es representativa.
2	4 – 6	Moderada	El impacto ambiental origina una alteración moderada sobre el ambiente, que puede llegar a ser representativa.
3	7 – 10	Máxima	El impacto ambiental genera una alteración representativa y/o máxima sobre el ambiente.

**Fuente:** Autores.

A continuación, de igual forma que la Magnitud (M), se evaluó la Importancia (I) de cada impacto ambiental, que como su nombre lo indica, busca reconocer o establecer el grado de significancia, por lo que, se asigna un valor entre 1 y 10, según la importancia que tenga. La *Tabla 3.6* muestra la clasificación de dichos valores.

**Tabla 3.6.** Clasificación de la Importancia (I).

N.	Rango	Clasificación	Descripción
1	1 – 3	Insignificante	El impacto ambiental es

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES  
AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE  
1990 Y 2016

			insignificante, su efecto sobre el ambiente no es importante.
2	4 – 6	Mesurada	El impacto ambiental es medurado, su efecto puede trascender o tiene cierta importancia sobre el ambiente.
3	7 – 10	Significativa	El impacto ambiental es significativo, su efecto sobre el ambiente es muy importante.

*Fuente: Autores.*

Por lo dado a conocer en el *Gráfico 3.2* y con el objetivo de interpretar la relación del impacto ambiental de forma cualitativa, para analizar cuáles de estos son los que afectan de maneras representativos al municipio de Pacho por el fenómeno de expansión urbana, se tomaron cada una de las combinaciones posibles entre la Clase, la Magnitud y la Importancia, para así, asignar un puntaje que se muestra en la *Tabla 3.7*.

**Tabla 3.7.** *Relación de la C, M e I con el puntaje asignado.*

No.	Clase	Magnitud	Importancia	Puntaje
1	Negativo (-)	Mínima	Insignificante	-1
			Mesurada	-2
			Significativa	-3
		Moderada	Insignificante	-4
			Mesurada	-5
			Significativa	-6
		Máxima	Insignificante	-7
			Mesurada	-8
			Significativa	-9
2	Positivo (+)	Mínima	Insignificante	1
			Mesurada	2
			Significativa	3
		Moderada	Insignificante	4
			Mesurada	5
			Significativa	6
		Máxima	Insignificante	7
			Mesurada	8
			Significativa	9

*Fuente: Autores.*

Para la evaluación del puntaje impuesto en cada combinación, se diseñó un sistema de rangos relacionado con colores, para la interpretación del grado de significancia de cada impacto ambiental, esto se expresa más claro en la *Tabla 3.8* que se puede observar a continuación.

**Tabla 3.8.** *Interpretación del grado de significancia del impacto ambiental.*  
a) *Interpretación de la relación por rangos.*

No.	Interpretación de la relación (C*M)/I	Rango +	Rango -
1	Bajo	[1 – 3]	[-1 – -3]

2	Medio	[4 – 6]	[-4 – -6]
3	Alto	[7 – 9]	[-7 – -9]

b) Descripción de las tonalidades.

No.	Color	Descripción
1		No requiere de ninguna acción, a menos de que se desee incrementar, por lo que, se deben idear estrategias.
2		Se pueden tomar medidas y/o acciones para permitir su desarrollo, ya que es positivo, sin embargo, no requiere de un control o seguimiento.
3		Se deben tomar medidas y/o acciones para que se mantengan o aumente sí se puede y con el fin de que no se reduzca, debe conservarse controlado y en seguimiento.
4		No se debe realizar seguimiento y/o monitoreo, pero dado el caso se puede llevar a cabo un control para no permitir que se desarrolle o avance.
5		Debe mantenerse controlado o en seguimiento y se tendrán que elaborar medidas para que no evolucione, para así, no permitir que aumenten las alteraciones e impedir que incremente su importancia.
6		Es de control, seguimiento y monitoreo y, además, se deberán llevar a cabo medidas, acciones o estudios técnicos específicos detallados para mitigar el evento, donde en algunos casos deberá realizarse compensación, según sea la situación o determinen los estudios.

*Fuente: Autores.*

Finalmente, por cada uno de los impactos ambientales identificados, se definió una o varias implicaciones ambientales (dependiendo del caso o actividad), donde se determinaron con mayor claridad las consecuencias producidas sobre el ambiente por el fenómeno de expansión urbana, teniendo en cuenta las más representativas.

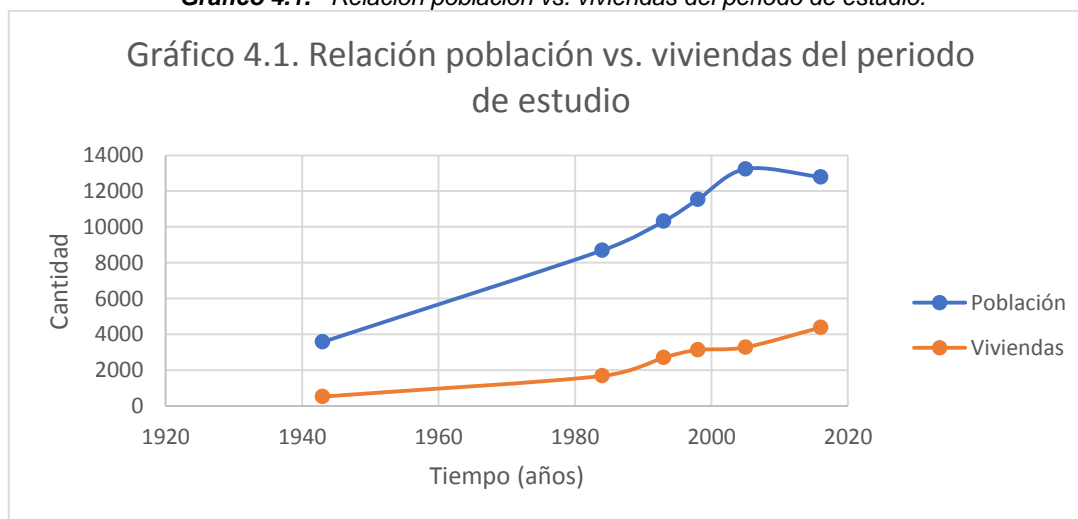
## 4. Desarrollo Central

### 4.1. Demografía

Inicialmente, se obtuvo información de las bases de datos abiertos del DANE sobre los censos y proyecciones de población y viviendas de los años 1938, 1951, 1964, 1973, 1985, 1993, 2005 y 2018 para las áreas urbanas de cada uno de los municipios que conforman la provincia del Rionegro.

En consecuencia, dado que los años de análisis que se contemplan en esta investigación son 1943, 1984, 1993, 1998, 2005 y 2016, se realizó una interpolación (sí fuese el caso) para hallar los datos de interés y así, se obtuvo el número de habitantes y viviendas del área urbana principal para el periodo de estudio. De acuerdo con lo descrito, del *Gráfico 4.1* se puede apreciar que, durante el transcurrir del tiempo la población del área urbana se ha incrementado, al igual que las viviendas, no obstante, del año 2005 al 2016 se aprecia una reducción de habitantes de 442 personas, que no afectó el aumento de las viviendas, sin embargo, la razón o porqué de esta disminución se desconoce.

**Gráfico 4.1.** Relación población vs. viviendas del periodo de estudio.



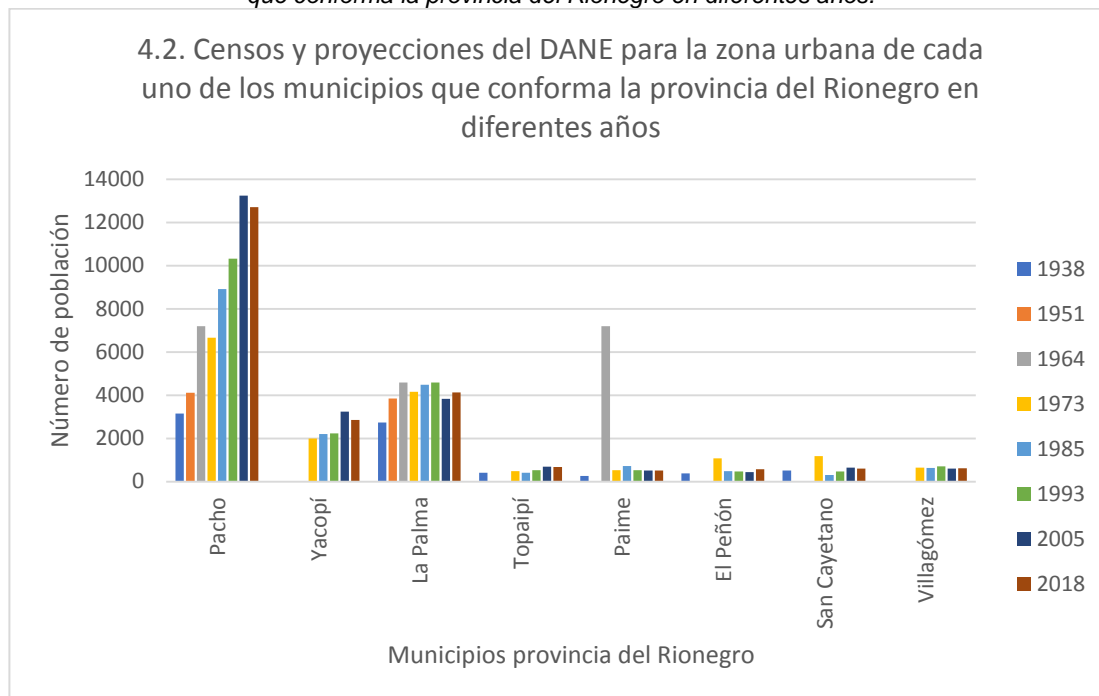
**Fuente:** Autores.

Además, por medio del *Gráfico 4.2*, se resalta que el promedio de habitantes de Pacho siempre ha sido superior al de los demás municipios, a excepción del año 1964, donde Paimé lo igualó; y se añade como dato importante que, para el mismo año, el municipio contaba con una población total de 31.469 habitantes en su territorio (7.192 personas en la zona urbana), ya que su área aparentemente era más grande, porque contenía dentro de su jurisdicción partes de otros entes territoriales, como es el caso de Villagómez, que pasó a ser constituido como municipio en el año 1965, por lo que, al dividirse y definir sus jurisdicciones bajo actos administrativos y sumado, los posibles desplazamientos humanos por diferentes causantes, Pacho pasó a

**ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES  
AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE  
1990 Y 2016**

tener en 1973 una población total de 18.018 personas (6.667 habitantes en el área urbana), que volvería a incrementarse con el pasar del tiempo, aunque no a tal grado.

**Gráfico 4.2.** Censos y proyecciones del DANE para la zona urbana de cada uno de los municipios que conforma la provincia del Rionegro en diferentes años.

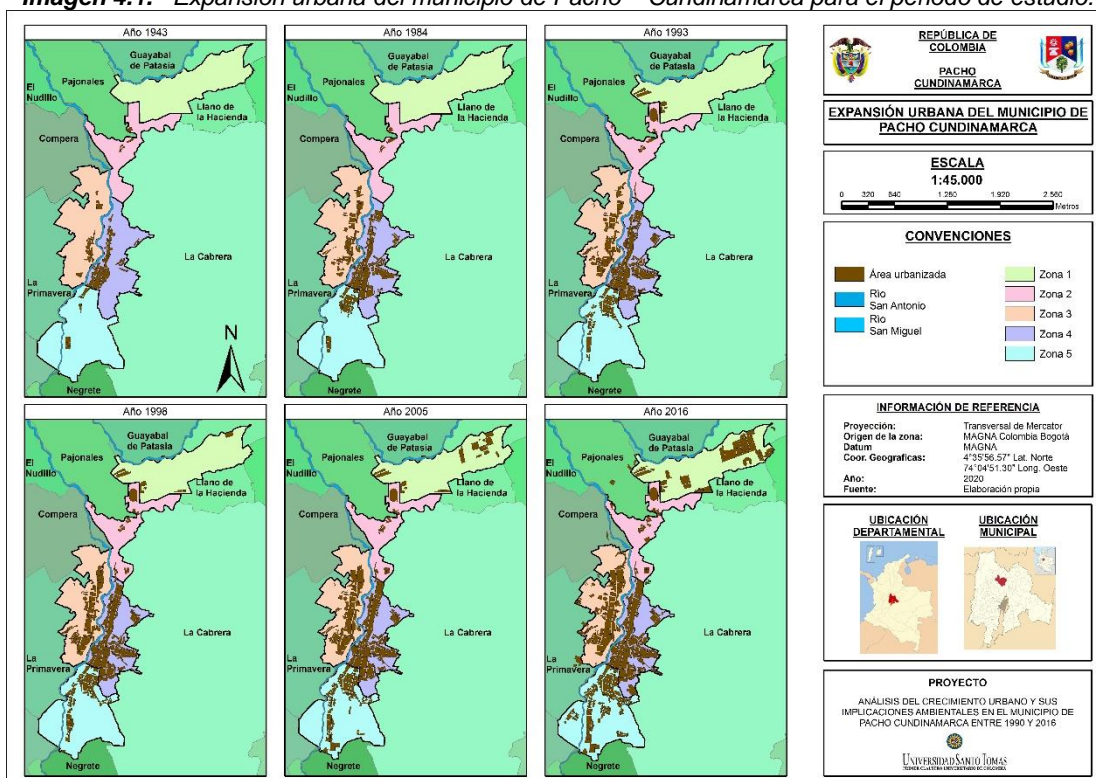


**Fuente:** Autores.

#### 4.2. Expansión urbana

La expansión urbana de Pachó – Cundinamarca se ha visto influenciada por dinámicas socioeconómicas que incentivaban el desarrollo de actividades arraigadas a este tipo de territorios, promoviendo desplazamientos de personas y generando así, la evolución de asentamientos humanos sobre diferentes zonas, produciendo variaciones en la densidad poblacional; este proceso le ha hecho tomar un papel y sobresalir a este municipio en el país, dado su valor arqueológico e/o histórico al contar con el primer horno de tratamiento de hierro en Suramérica y a su vez, el agrícola, siendo denominado la capital naranjera de Colombia, por lo que, se identificaron patrones característicos de medida determinados por periodos de evaluación a nivel espacial en el tiempo. Remitirse a la *Imagen 4.1*, para observar la expansión urbana por diferentes periodos.

**Imagen 4.1.** Expansión urbana del municipio de Pacho – Cundinamarca para el periodo de estudio.



**Fuente:** desarrollado por los Autores, por medio de la información recolectada de IGAC y del Contrato de Consultoría no. 125 del 2017, entre el municipio y Arco C & C Ltda.

De la *Imagen 4.1* se determinan los datos que se expresan en la *Tabla 4.1*, mostrando el área total de todas las viviendas aglomeradas dentro de la zona urbana para cada año de estudio, esto se logró gracias a las imágenes aéreas y el ortofotomosaico.

**Tabla 4.1.** Área total de las viviendas aglomeradas para cada año de estudio.

No.	Año	Número de habitantes	Número de viviendas	Área total de las viviendas aglomeradas (Ha)
1	1943	3.579	531	14,97
2	1984	8.693	1.686	34,36
3	1993	10.318	2.709	47,35
4	1998	11.533	3.134	57,13
5	2005	13.236	3.288	64,93
6	2016	12.794	4.387	78,12

**Fuente:** Autores.

Según lo descrito en la *Tabla 4.1*, como resultado del estudio multitemporal, para el periodo 1943 – 1984 la zona urbana del municipio de Pacho paso de tener 14,97 Ha a 34,36 Ha urbanizadas, respectivamente, dando como resultado un aumento alrededor de 0,47 Ha por año. De acuerdo con el censo realizado en el año de 1938 por el DANE, para 1943 la cabecera municipal contaría con una población de 3.579 habitantes y 531 viviendas, dando como resultado una densidad de 238 habitantes por hectárea y una densidad poblacional de aproximadamente 6 habitantes por vivienda. Por

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES  
AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE  
1990 Y 2016

---

otro lado, con las proyecciones elaboradas a partir del censo del año de 1973 la zona urbana en 1984 tendría un aproximado de 8.693 habitantes y 1.686 viviendas, dando así, una densidad de 252 habitantes por hectáreas y una densidad poblacional de 5 habitantes por vivienda. En la *Imagen 4.2*, se puede observar la zona urbana principal de Pacho, para el año 1984.

*Imagen 4.2. Zona urbana principal de Pacho en 1984.*



*Fuente: elaborada por el IGAC, ajustada por los Autores.*

En adición, para el año de 1943 la mayor cantidad de los asentamientos se ve registrada en la *Zona 4*, en la cual, se tienen 9,93 hectáreas urbanizadas y es allí donde se encuentra gran parte del patrimonio histórico y cultural del municipio. Algunas de las construcciones que se destacan en esta área son el Palacio Municipal (alcaldía), el parque central, la Parroquia de San Antonio de Padua construida en el año de 1714 por el párroco Juan José Forero [23] y la I. E. D. Pio XII, cuyo nombre inicialmente era colegio San Antonio, pero que por iniciativa de Monseñor Misael Gómez Torres en el año de 1940 recibió el nombre de Pio XII en honor al pontífice de esa época.

Por otro lado, una de las industrias más importantes para esta época no solo a nivel local, sino también a nivel nacional, fue la ferrería (trabajo del hierro), siendo pionera en Suramérica, que en la actualidad se mantiene, esta se encuentra ubicada en la *Zona 2*. Este tipo de industria fue desarrollada

gracias al presidente del estado soberano de Cundinamarca, el general Antonio Nariño, quien le pidió al minero alemán Jacobo Wiesner realizar exploración de materiales de metal en este territorio, donde se creía que había yacimientos de cobre, hierro y plomo, ejecutando así, la construcción del horno de fundición en el año de 1837 [29]. Asimismo, se dio lugar a otras industrias, donde se destaca La Polvorería Barragán, que se encuentra funcionando hasta la fecha, desde el año de 1875, la siderúrgica Corradine en el año 1942, que se mantuvo en función hasta 1990 y la empresa Tecno Ingeniería Ltda. cuyo proceso es la fabricación y desarrollo de equipos y herramientas para el mantenimiento automotriz e industrial, creada en el año de 1977 [30]. También, durante este lapso, se creó el Acueducto municipal que abastece la zona urbana principal, el cual según la E. S. P. de Pacho fue fundado en el año de 1965.

Además, para el año de 1984 algunas obras que se destacan son la construcción de Coliseo de Exposiciones Arenas del Rionegro (plaza de toros), la culminación del Estadio Marco A. Morales y la consolidación de la entidad de transportes Expresos Gómez Villa, la cual generó la facilidad en la comunicación vial terrestre en la provincia del Rionegro y otros municipios como Zipaquirá, Cajicá, Chía, Bogotá D. C., etc.

En cambio, siguiendo con la discusión de los resultados obtenidos y expuestos en la *Tabla 4.1*, para el periodo comprendido entre 1984 y 1993, se evidencia un aumento del suelo urbanizado, ya que para el año 1993 el casco urbano de Pacho contaba con un área urbanizada aprox. de 47,35 Ha, es decir, se adicionaron 13 Ha a las ya existentes en el año 1984, de modo que durante este lapso hubo un incremento en promedio de 1,44 Ha por año. En consecuencia, según los datos que fueron registrados por el DANE para el censo del año 1993 la cabecera municipal tenía un total de 10.318 habitantes manifestando así un incremento de 18,99% entre estos años, y una tasa anual de crecimiento del 2,07%.

Y a diferencia, el comportamiento de la densidad presentó una pequeña reducción, pasando de 252,97 a 217,90 habitantes por Ha y de igual forma, se obtuvo una disminución en la densidad poblacional, ya que para el año 1993 se tiene un registro de 2.709 viviendas construidas en el censo, obteniendo una densidad de 4 habitantes por vivienda.

Uno de los proyectos más importantes ejecutados en este periodo fue la construcción de La Capilla del Divino Niño en el año de 1990, esta se encuentra ubicada en la *Zona 1* en la vía que conduce al municipio de Pacho con el de San Cayetano, en específico, frente al Estadio Municipal. Dicha capilla fue construida en homenaje al Divino Niño de la religión católica, por la paz alcanzada en la Región del Rionegro y el Occidente de Boyacá, luego de que cesara el conflicto armado y la violencia, presente en estas zonas durante varios años [31].

De igual forma, para el periodo transcurrido entre 1993 a 1998, se puede deducir que hacia el año 1998 la zona urbana del municipio de Pacho fue

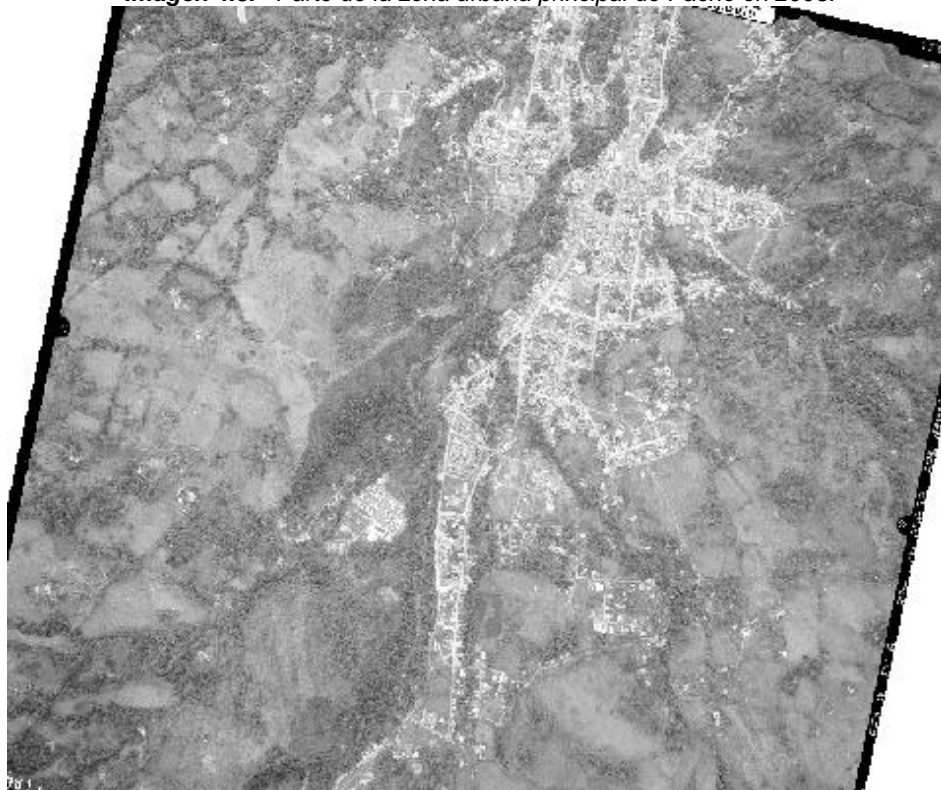
ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES  
AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE  
1990 Y 2016

---

creciendo a razón de 1,96 Ha por año, aumentando así, un total de 9,78 Ha en este periodo. También, teniendo en cuenta el censo realizado en el año de 1993 por el DANE, para 1998 la cabecera municipal contaría con una población de 11.533 habitantes y 3.134 viviendas, dando como resultado una densidad de 201 habitantes por Ha. y una densidad poblacional de aproximadamente 4 habitantes por vivienda.

Mientras que, para el periodo de 1998 a 2005 se registró la menor expansión en la cabecera municipal, ya que para el año 2005 el casco urbano de Pacho contó con un área urbanizada de 64,93 Ha, es decir, se adicionaron solamente 7,8 Ha a las que ya existían en el año 1998, de modo que durante este tiempo se generó un aumento en promedio de aprox. 1,11 Ha por año. Según los datos que fueron registrados en el censo del año 2005 por el DANE, la zona urbana principal tenía un total de 13.236 habitantes, produciendo un incremento de 9,76 % y una tasa anual de crecimiento de 1.99% (ver Imagen 4.3). A su vez, el comportamiento de la densidad presentó un pequeño aumento, pasando de 201,87 a 203,84 habitantes por Ha, pero en cuanto a la densidad poblacional se mantuvo igual de la que se tenía para el año en 1998 a pesar de que para el 2005 se tenían construidas 3288 viviendas (a partir de lo expresado en el censo del 2005). Y de igual forma, se obtuvo una disminución en la densidad poblacional debido a que para 1993 se tenían construidas 2.709 viviendas [32], lo cual indica que durante este año se estimó una densidad de 4 habitantes por vivienda.

**Imagen 4.3.** Parte de la zona urbana principal de Pacho en 2005.



**Fuente:** elaborada por el IGAC, ajustada por los Autores.

Para este último periodo de análisis, que va desde 2005 a 2016, se evidenció la segunda mayor cantidad de suelo urbanizado durante todo el estudio multitemporal realizado, teniendo así una adición de 13,18 Ha respecto al año 2005, donde se agregó en promedio 1,2 Ha por año. Teniendo presente que, el censo realizado en el año de 2005 por el DANE, para el 2016 la cabecera municipal contaría con una población de 12.794 habitantes y 4.387 viviendas [32], dando como resultado una densidad de 163 habitantes por Ha. y una densidad poblacional de aproximadamente 3 habitantes por vivienda, siendo estas densidades las más bajas evidenciadas en todos los periodos descritos. En la *Imagen 4.4*, se observa el ortofotomosaico de la zona urbana principal de Pacho para el año 2016.

**Imagen 4.4.** Ortofotomosaico de la zona urbana principal de Pacho para el año 2016.



**Fuente:** IGAC, Alcaldía Municipal de Pacho – Cundinamarca, Gobernación de Cundinamarca y Arco C & C Ltda.

### 4.3. Percepción de la expansión urbana por parte de la población

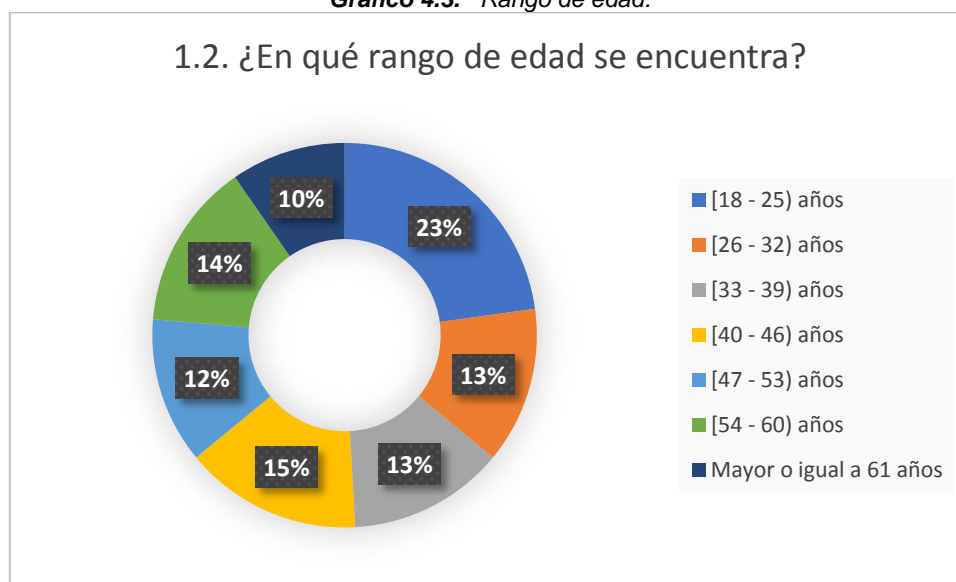
Como ya se mencionó en la metodología, con el objetivo de conocer de primera mano la forma en que las personas asentadas en el municipio perciben u observan el crecimiento urbano de su territorio, se diseñó una encuesta compuesta por 17 preguntas, que luego se aplicó a 114 personas, con dos condicionantes para ser realizada. La primera condición fue que la persona encuestada sólo podría ser mayor de edad y la segunda, el encuestado debía residir en el municipio, a partir de esto, los individuos eran escogidos por muestreo aleatorio simple, donde se abarcó la mayor parte del área urbana principal.

La *Tabla 3.1* muestra las tres (3) secciones de análisis en las que se dividió la encuesta, de igual forma, se expresa cada una de las preguntas que se le formuló al encuestado, con las respectivas opciones de respuesta y, también, en el *Anexo 2* se expone el formato de la encuesta (así mismo, en el *Anexo 3.1* se expone la matriz con las respuestas obtenidas), aunque es de aclarar que por facilidad del tratamiento de los datos para el análisis, responsabilidad con el ambiente y dinámica en su aplicación, se realizó de manera virtual, donde es válido agregar que, para ambos casos se agregó un párrafo de consentimiento, que se leyó al encuestado antes de iniciar, informando los fines del sondeo, para conocer si estaban de acuerdo y otorgaban su permiso para tratar la información recolectada en esta actividad para el desarrollo de la investigación, de acuerdo a la **Ley 1581 del 2012**, “*Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales*”.

#### 4.3.1. Datos generales

Partiendo de lo expresado en la *Tabla 3.1*, se llevaron a cabo dos (2) preguntas con el objetivo de establecer el tipo de población a la cual se estaba sondeando, obteniendo que, de las 114 personas encuestadas, 47 son del género masculino (41%) y 67 del femenino (59%), siendo mayormente la población encuestada mujeres. De igual forma, se concluyó que la población que más se encuestó, se encuentra en el rango de edad de 18 a 25 años y que las personas menos encuestadas fueron los mayores o iguales a los 61 años, como se muestra en el *Gráfico 4.3*.

**Gráfico 4.3.** Rango de edad.



Fuente: Autores.

#### 4.3.2. Datos de la ubicación geográfica

Esta sección de la encuesta se compuso de cuatro (4) preguntas, de las cuales dos eran abiertas. Se realizó para determinar si la ubicación del asentamiento dentro del municipio de una persona daba una perspectiva diferente de la expansión urbana del municipio o no era un determinante.

Por medio de la primera pregunta se dedujo que, de las 114 personas encuestadas, 21 habitan la zona rural y 93 residen en la zona urbana, aplicándose en mayor cantidad a las personas que se asientan sobre el área de estudio de esta investigación, por lo que, se tiene un panorama posiblemente más objetivo ante el fenómeno del crecimiento urbano.

Luego, se establece el tiempo que lleva viviendo el individuo en el municipio, donde se resalta que, de las 114 personas, sólo tres llevan viviendo toda su vida dentro de este territorio, estas residen en la zona rural y se encuentran en rangos de edad entre 18 – 25 (femenino), 33 – 39 (masculino) y 54 – 60 (masculino). Por otro lado, se determina que el mayor porcentaje de personas encuestadas está dentro de la opción de más de 21 años viviendo en el municipio, con una cantidad de 73 personas, lo que resulta ser bueno para el estudio, porque estas personas probablemente han notado los cambios significativos de los últimos años del área urbana, la *Tabla 4.2* muestra los demás datos obtenidos.

**Tabla 4.2.** Tiempo que lleva residiendo en el municipio.

2.2. ¿Cuánto tiempo lleva viviendo en el municipio?		
No.	Opción (tiempo)	Cantidad
1	Menos de un (1) año	3

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES  
 AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE  
 1990 Y 2016

2	[1 – 5) años	14
3	[6 – 10) años	4
4	[11 – 15) años	4
5	[16 – 20) años	13
6	Más de 21 años	73
7	Toda la vida	3
<b>Total</b>		114

*Fuente: Autores.*

Enlazada con la pregunta anterior, se realizó la siguiente: 2.3. *Sí es el caso, ¿de dónde proviene?*, aquí se obtuvo un resultado insatisfactorio, al saber que de 111 personas (dado que tres de ellas son nativas del municipio), 90 no dieron información del lugar de donde proveían, sin embargo, se definió que 12 personas se habían desplazado de Bogotá D. C., una de Zipaquirá (Cundinamarca), una de Medellín (Antioquía), una de Chiquinquirá (Boyacá), una de Topaipí (Cundinamarca), una de Campohermoso (Boyacá), una de Bucaramanga (Santander), una de Paima (Cundinamarca), una de Nemocón (Cundinamarca) y una de Yacopí (Cundinamarca), notando que muchos de estos se desplazaron de sitios relativamente cercanos o a distancias no muy pronunciadas de Pacho.

Con relación al interrogante previo, la pregunta: 2.4. *Sí es el caso y desea, por favor indique la causa de su desplazamiento*, que también, obtuvo un bajo número de respuestas, ya que de 111 posibles, 88 personas no respondieron, por lo que, no se obtuvo mayor información, sólo que 10 de los encuestados se dirigieron al municipio por empleo, dos de ellos por recreación y descanso, tres para mejorar sus oportunidades, un individuo para mejorar su calidad de vida, dos por cuestiones familiares, dos por violencia, uno porque adquirió una vivienda y dos no tienen una razón o porqué de su desplazamiento, resaltando aquí que, en mayor parte fue por las opciones de empleo que ofrece el municipio.

#### 4.3.3. Datos de percepción de la expansión urbana

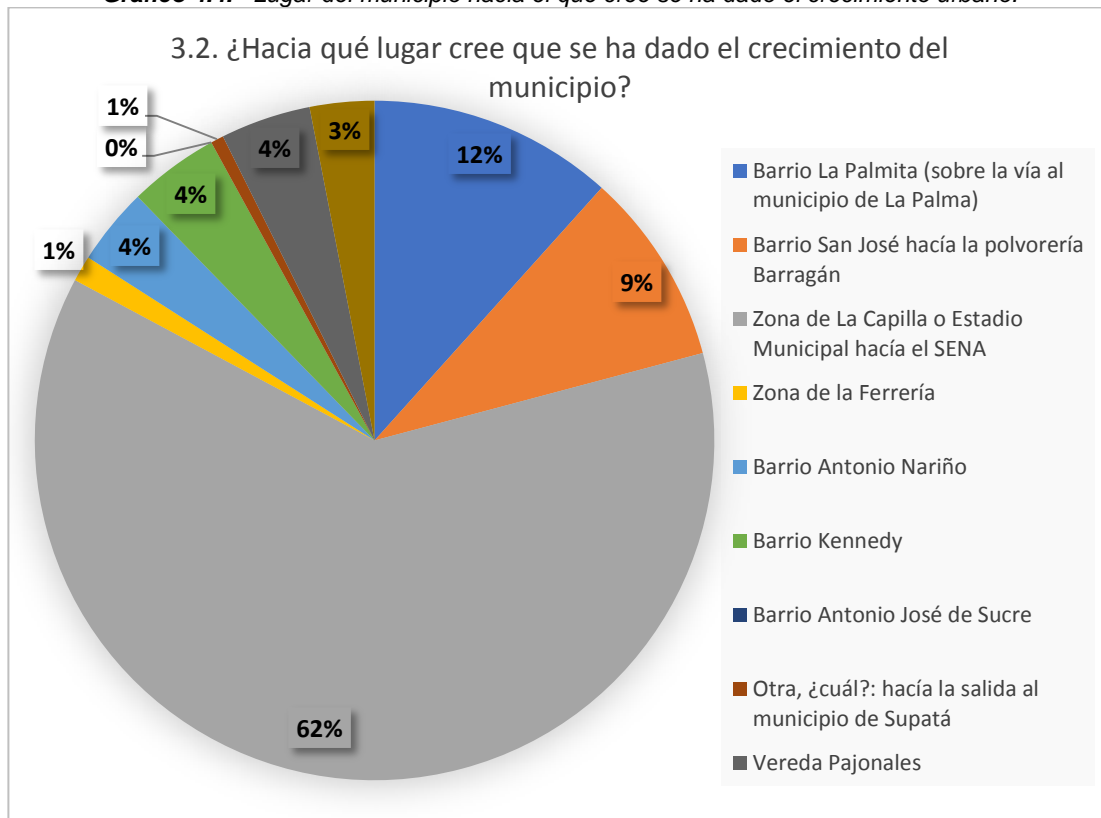
Esta parte de la encuesta fue la de mayor interés para la investigación, dado que aquí se identificó la percepción de la población pachuna respecto a los cambios que han notado en su área urbana y, asimismo, algunas de sus opiniones entorno a dichas variaciones. Este apartado se compuso de 11 preguntas.

En la primera pregunta: 3.1. *Desde su punto de vista, ¿cree usted que se ha expandido la zona urbana del municipio?*; se dieron tres opciones de respuesta, de las que se obtuvo que, de 114 personas encuestas, 110 se inclinaron porque sí se ha expandido la zona urbana y cuatro consideraron que no ocurre este fenómeno, de estas últimas, se pudo apreciar que llevan viviendo dos de ellas más de 21 años, una entre 16 a 20 años y una de 11 a

15 años, no obstante, por la mayoría de respuestas a favor, se establece que las personas sí han observado o han notado que la zona urbana principal se ha expandido.

De la segunda pregunta, se parte con el hecho de que se dieron 11 opciones, de las cuales N/A y No responde no se tienen en cuenta, quedando así nueve (9) alternativas de respuesta, de las cuales el encuestado podía seleccionar tres, sin embargo, aunque para este caso todos respondieron (a excepción de las 4 personas que en la pregunta anterior dijeron NO, a estas se les asignó N/A), no todos escogieron las tres opciones, algunos sólo eligieron una u otros dos de las tres. Sin embargo, de aquí se determina una inclinación notable, ya que el 62% de las respuestas apuntan a que el lugar al que se cree se está expandiendo el municipio es la *Zona de La Capilla o Estadio Municipal hacia el SENA (Zona de estudio 1* de esta investigación), por medio de este resultado se analiza o logra apreciar que, a partir de lo visto en el ortofotomosaico del 2016 y lo encontrado en campo por medio de la visita realizada, es notable el incremento de urbanización en dicha área y en tan pocos años. En el *Gráfico 4.4*, se dan a conocer todas las proporciones de las respuestas obtenidas.

**Gráfico 4.4.** Lugar del municipio hacia el que cree se ha dado el crecimiento urbano.

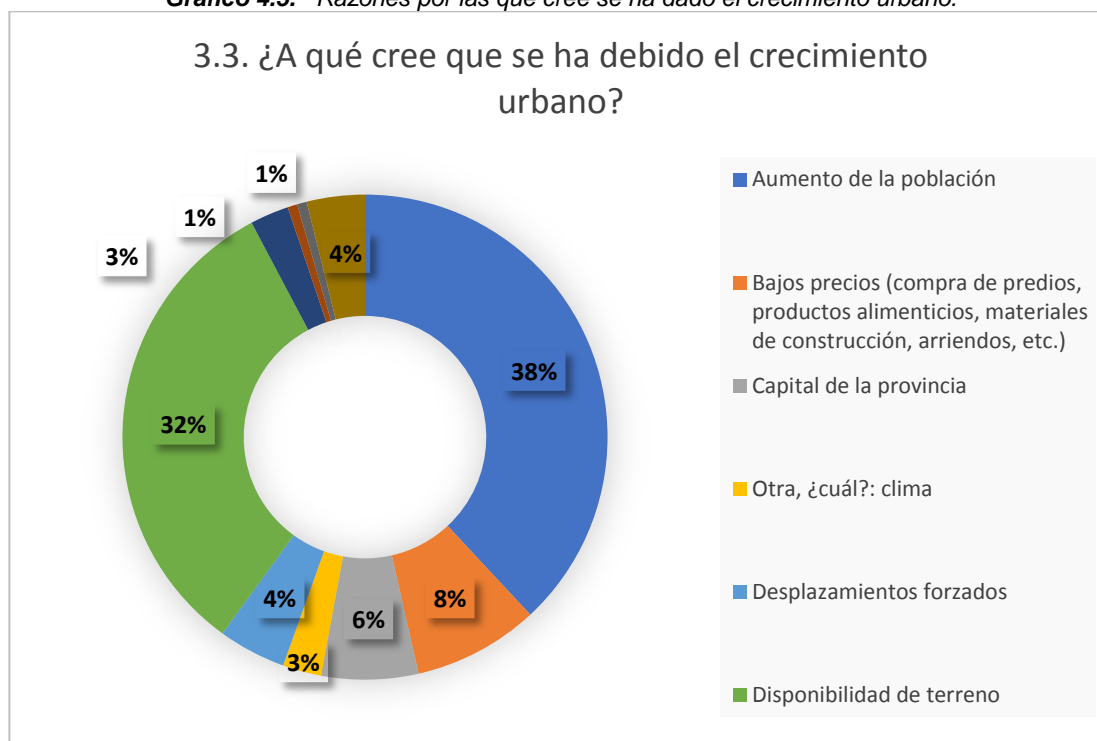


**Fuente:** Autores.

Luego, en la tercera pregunta, al igual que la anterior, los encuestados podían seleccionar tres opciones, donde las personas eligieron la alternativa y el número de respuestas según su criterio, aquí se destaca que, la

población cree en su mayoría que el crecimiento urbano del municipio se da por dos razones importantes, la disponibilidad del terreno y el aumento de la población, con un 32% y 38%, respectivamente, esta creencia puede deberse a que aún se encuentran muchos terrenos sin algún tipo de urbanismo o construcción, lo que en consecuencia, puede generar desplazamientos, por los atractivos del municipio. El *Gráfico 4.5*, muestra la distribución de los porcentajes de todas las respuestas.

**Gráfico 4.5.** Razones por las que cree se ha dado el crecimiento urbano.



**Fuente:** Autores.

En la siguiente pregunta, 3.4. *¿Piensa que tiene algún beneficio la expansión urbana?*, de las 111 personas posibles (dado que a cuatro <4> personas se les había asignado anteriormente N/A, por sus repuestas), 96 encuestados respondieron afirmativo y 14 lo contrario, para estas últimas, se preguntó el porqué de su respuesta, obteniendo lo expuesto en la *Tabla 4.3* (los datos se muestran acompañados con otras respuestas de las mismas personas a interrogante antes ya hechos, con el objetivo de establecer algún tipo de relación, sí la hay).

**Tabla 4.3.** Relación de porque no le parece beneficiosa la expansión urbana con las demás variables.

No.	Género	Rango de edad	Zona en la que reside	Tiempo que lleva viviendo en el municipio	¿Por qué le parece que no es beneficiosa la expansión urbana?
1	Masculino	54 - 60	Urbana	Más de 21 años	Se ve afectado el ambiente
2	Femenino	26 - 32	Rural	Más de 21 años	No hay una PTAR

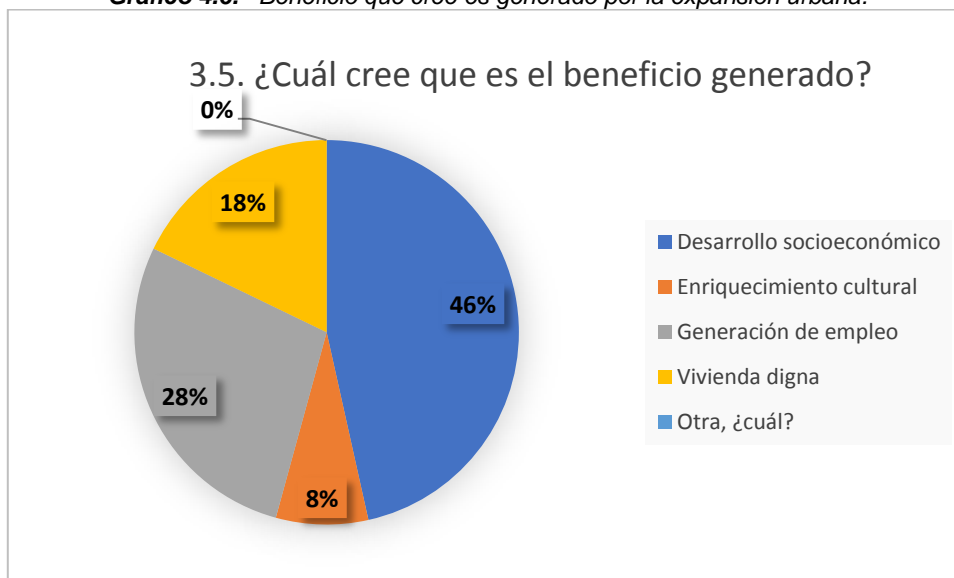
3	Masculino	47 - 53	Urbana	16 a 20 años	Se eleva el precio de la tierra
4	Femenino	26 - 32	Urbana	Más de 21 años	Se ve afectado el ambiente
5	Femenino	47 - 53	Urbana	Más de 21 años	Se ve afectado el ambiente
6	Femenino	26 - 32	Urbana	1 a 5 años	Porque se ve presencia de gente de otros lugares
7	Masculino	47 - 53	Urbana	Más de 21 años	Los materiales se traen de otro lugar
8	Femenino	40 - 46	Urbana	Más de 21 años	Aumentan las viviendas de interés social
9	Femenino	47 - 53	Urbana	1 a 5 años	El municipio no está preparado para el crecimiento, no hay programas de vivienda
10	Femenino	40 - 46	Urbana	Más de 21 años	Porque se ve presencia de gente de otros lugares
11	Femenino	54 - 60	Rural	Más de 21 años	Se ve afectado el ambiente
12	Femenino	54 - 60	Urbana	Más de 21 años	Mal uso del suelo
13	Femenino	40 - 46	Rural	Más de 21 años	Se ve afectado el ambiente
14	Masculino	40 - 46	Urbana	Más de 21 años	Porque se ve presencia de gente de otros lugares

*Fuente: Autores.*

De la *Tabla 4.3*, se puede interpretar que, quienes no encuentran un beneficio en la expansión urbana están entre los 26 a 60 años, donde se resalta que muchas de las razones expuestas tienen relación con el medio ambiente, porque conocen que este proceso lo afecta, aquí se destaca que de las 14 personas tres de ellas son de la zona rural, mostrando su interés por la calidad ambiental y, por otro lado, les molesta la presencia de personas de otros lugares y a excepción de tres, las personas llevan viviendo más de 21 años en el municipio. Además, es importante denotar que una persona mencionó que el municipio no cuenta con una PTAR, identificando una problemática ambiental por la que atraviesa en la actualidad Pacho, al verter sus aguas residuales directamente al principal cuerpo hídrico de la región.

Después, las personas encuestadas que afirmaron creer que la expansión urbana tiene un beneficio, podían seleccionar entre tres (3) opciones de cinco (N/A se aplicó a 18 personas, que se descartaron por respuesta anteriores y No responde, se usó para llenar los vacíos, ya que algunos sólo escogieron una o dos alternativas de las tres), donde la mayoría de las respuestas se inclinó a que el principal beneficio generado por la expansión urbana es el Desarrollo socioeconómico (46%) y seguido a este, la Generación de empleo (28%), que en sí poseen una estrecha relación, estableciendo así, que las personas reconocen que al haber crecimiento urbano, se incentiva la dinamización de la economía del municipio. Verificar por medio del *Gráfico 4.6*, para ver los demás porcentajes.

**Gráfico 4.6.** Beneficio que cree es generado por la expansión urbana.



**Fuente:** Autores.

Ya en la pregunta número seis (6) de este apartado, se interrogó nuevamente a las 114 personas con: 3.6. *¿Ha notado presencia de personas de otras zonas en el municipio?*, a la cual, 107 respondieron Si y 7 en negación dijeron No. En relación o consecuencia se preguntó: 3.7. *Sí es el caso, ¿de qué zonas cree o conoce que provienen dichas personas?*, siendo esta de tipo abierto, teniendo la opción de mencionar tres respuestas (sólo podían contestar 107 personas), los resultados se expresan en la *Tabla 4.4.*

**Tabla 4.4.** Lugares de los que cree se han desplazado personas al municipio.

<b>3.7. Sí es el caso, ¿de qué zonas cree o conoce que provienen dichas personas?</b>		
<b>No.</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Cantidad</b>
1	Antioquía	1
2	Bogotá	20
3	Cali	1
4	Chía	1
5	Ciudades principales del país	2
6	De diferentes lugares del país	2
7	De la provincia del Rionegro	2
8	Diferentes zonas (nacionales e internacionales)	1
9	Ecuador	1
10	Estados Unidos	1
11	Francia	2
12	Italia	1
13	La costa del país	2
14	La Palma	2

15	Medellín	2
16	Municipios aledaños	9
17	San Cayetano	1
18	Santander	2
19	Tocancipá	1
20	Tolima	3
21	Venezuela	65
22	Yacopí	1
23	Zipaquirá	12

*Fuente: Autores.*

A partir de la *Tabla 4.4* se deduce que, para los individuos encuestados, las personas foráneas que han llegado al municipio provienen en su mayoría de Bogotá D. C., Zipaquirá y otros municipios aledaños, lo que puede deberse quizás por su cercanía al territorio de Pacho; de igual forma, se resalta el país de Venezuela, que reporta la mayor cantidad de respuestas a su favor, creyendo que probablemente esto se deba o esté influenciado por la crisis actual que enfrenta este Estado, donde por esta problemática que afrontan sus habitantes se observan movilizaciones de venezolanos a dentro de Colombia y en otros países.

Por otro lado, siguiendo con la encuesta, en la pregunta ocho (8) de esta sección (que fue de tipo abierto, en la cual, se podían decir tres respuestas, teniendo presente que no todos manifestaban las tres), se obtuvo que, la interrogación fue sesgada al considerarse la *Zona del Centro (Zona de estudio 4)* la que alberga las edificaciones más antiguas del municipio, ya que tuvo 92 respuestas a su favor, de la cual se puede distinguir que, esta zona también conocida como "*Centro histórico del municipio*". Sumado a esto, de esta pregunta se destaca que dos (2) personas mencionaron al Colegio de la Inmaculada en sus respuestas, por lo que, se indagó conociendo así que, es una de las edificaciones más antiguas dentro del área urbana (de igual forma, se ubica en la *Zona de estudio 4*), donde aparentemente sólo se conserva su fachada, en un estado parcialmente malo. La *Tabla 4.5* muestra la cantidad de respuestas por opción a la pregunta ocho.

**Tabla 4.5.** *Edificaciones que considera más antiguas en el municipio.*

<b>3.8. ¿Cuáles cree que son las edificaciones (construcciones) más antiguas del municipio?</b>		
<b>No.</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Cantidad</b>
1	Alcaldía	4
2	Almacén MÍO	1
3	Barrio Antonio Nariño	1
4	Barrio La Crinolina	1
5	Colegio de la Inmaculada	2
6	Escuela El Retiro	1
7	E. S. E. Hospital San Rafael de Pacho	1
8	Estadio municipal	1

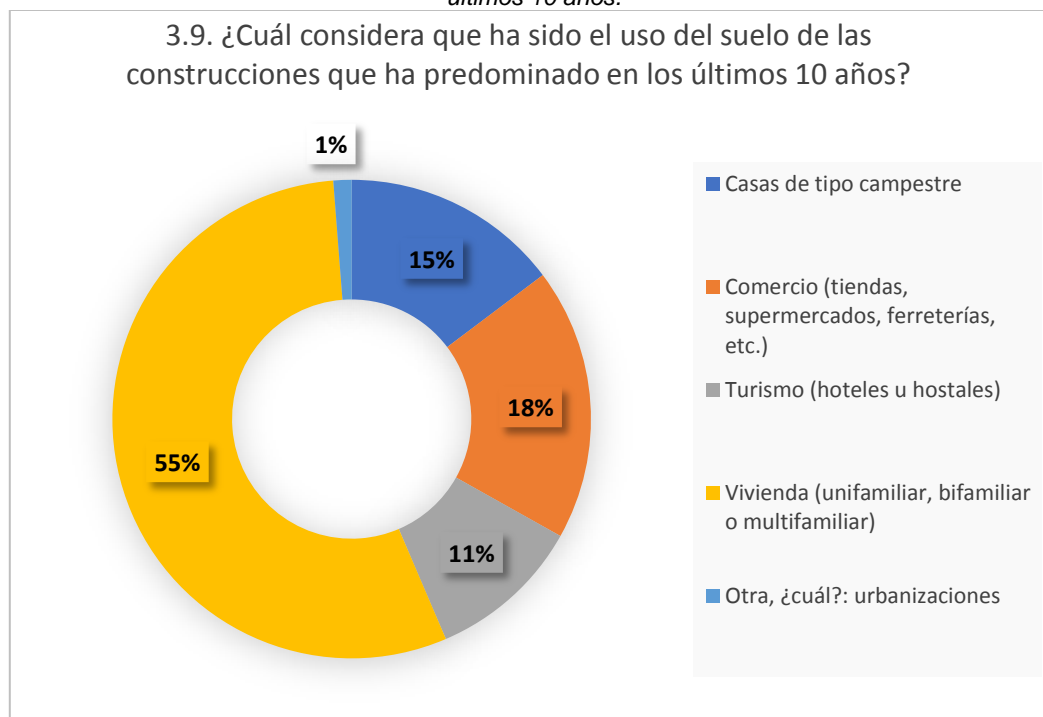
ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES  
 AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE  
 1990 Y 2016

9	Horno de la Ferrería	14
10	La Capilla	1
11	La mayoría de las edificaciones son antiguas	1
12	La polvorería Barragán	4
13	Museo del hierro	1
14	Planta de beneficio animal	1
15	Plaza de mercado	1
16	Primera empresa de energía	1
17	Sector de La Veguita	1
18	Siderúrgica Corradine	4
19	Zona del Centro	92

*Fuente: Autores.*

Continuando con la evolución del sondeo, se realizó el *Gráfico 4.7* para interpretar la información en forma porcentual de la pregunta: 3.9. *¿Cuál considera que ha sido el uso del suelo de las construcciones que ha predominado en los últimos 10 años?*, de la cual se podían escoger dos (2) respuestas de cinco opciones, donde un 55% de los encuestados respondió que, el uso del suelo que mayormente consideran se ha dado a las construcciones en el municipio durante los últimos 10 años es el de vivienda de tipo unifamiliar, bifamiliar o multifamiliar, no obstante, se deduce que para poder afirmar a qué grado es esto cierto, se debe llevar a cabo una revisión exhaustiva en campo.

**Gráfico 4.7.** *Uso del suelo que considera se ha dado en las construcciones mayormente en los últimos 10 años.*



*Fuente: Autores.*

La décima pregunta era abierta, correspondía a: 3.10. *¿Qué lugar o zona del municipio cree que ha cambiado mucho?*, los individuos podían dar dos (2) respuestas, sin embargo, sus respuestas se sesgaron, al tener 98 contestaciones a favor de que el lugar del municipio donde se han notado mayores cambios es la *Zona del Estadio Municipal o La Capilla hacia el SENA (Zona de estudio 1)*, que posiblemente tiene relación directa con la pregunta 3.2 de esta sección y encuesta, dado que un 62% de las personas encuestadas afirmaron que el lugar hacia donde se está dando el crecimiento urbano es esta misma zona. Lo descrito y demás respuestas se exponen en la *Tabla 4.6*.

**Tabla 4.6.** Lugar que cree ha cambiado demasiado en el municipio.

<b>3.10. ¿Qué lugar o zona del municipio cree que ha cambiado mucho en el municipio?</b>		
<b>No.</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Cantidad</b>
1	Barrio Centro	4
2	Barrio Kennedy	1
3	Barrio La Palmita	3
4	Barrio San José	1
5	Corregimiento de Pasuncha	1
6	Desde el Centro hacia el Estadio Municipal o La Capilla	1
7	La zona rural	1
8	Plaza de mercado	1
9	Vereda Compera	2
10	Vereda Cucharal	1
11	Vereda Llano la Hacienda	1
12	Vereda Pajonales	2
13	Zona del Estadio Municipal o La Capilla hacia el SENA	98

*Fuente:* Autores.

Finalmente, en la última pregunta del apartado y encuesta en general: 3.11. *¿Cuál cree que ha sido la actividad económica que ha generado más empleos en el municipio?*, se dieron 10 opciones, de las cuales se podían dar dos respuestas por persona, obteniendo que 45 encuestados creen que la actividad económica que más genera empleo en el municipio es el Comercio, donde se analiza que es la que más predomina en este territorio, al contar con tan poca industria y baja oferta laboral en el sector de servicios; seguido, estuvo el Turismo con 35 respuestas a favor, aquí se apreció que aparentemente es algo que se ha venido dando en los últimos años, al verse incentivado e impulsado por los paisajes, ecosistemas y sitios de interés del municipio (ver demás repuestas en la *Tabla 4.7*).

**Tabla 4.7.** Actividad económica que ha generado mayor empleabilidad en el municipio.

<b>3.11. ¿Cuál cree que ha sido la actividad económica que ha generado más empleos en el municipio?</b>		
<b>No.</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Cantidad</b>
1	Agricultura	11
2	Comercio	45

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES  
 AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE  
 1990 Y 2016

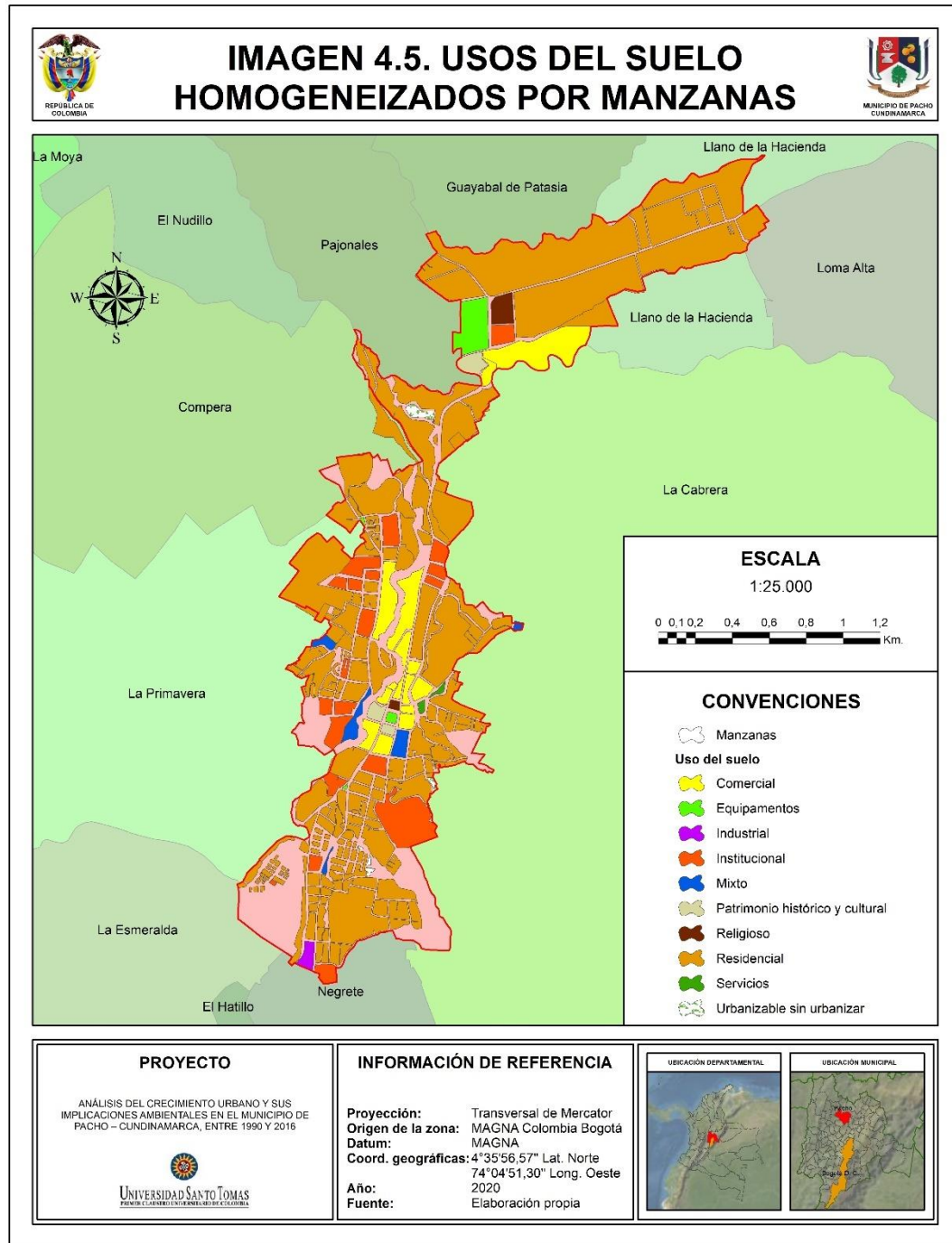
3	Otra, ¿cuál?: construcción	3
4	Otra, ¿cuál?: ferias y fiestas	1
5	Ganadería	11
6	Trabajos informales	3
7	Transporte	2
8	Turismo	35
9	Ninguno	2
10	Todas las anteriores	4

*Fuente: Autores.*

#### 4.4. Análisis de la ocupación humana del suelo

Inicialmente, se abarcaron los usos del suelo, siendo este un concepto sobre la destinación de actividades económicas y/o humanas que se desarrollan o se llevan a cabo dentro de un predio. De acuerdo con lo descrito en la metodología, se elaboró un plano donde se expresan por cada uno de los predios los usos del suelo reconocidos en campo (dirigirse al *Anexo 4.1*), de este se partió para hacer una homogeneización de los usos del suelo por manzana, para obtener una unidad de análisis más clara a la hora de evaluar este criterio, por lo cual, se realizó una representación geográfica que se expresa en la *Imagen 4.5*.

**Imagen 4.5.** Usos del suelo homogeneizados por manzanas.



**Fuente:** tomado, adaptado y gestionado por los Autores a partir de datos desarrollados por el IGAC y Arco C & C Ltda.

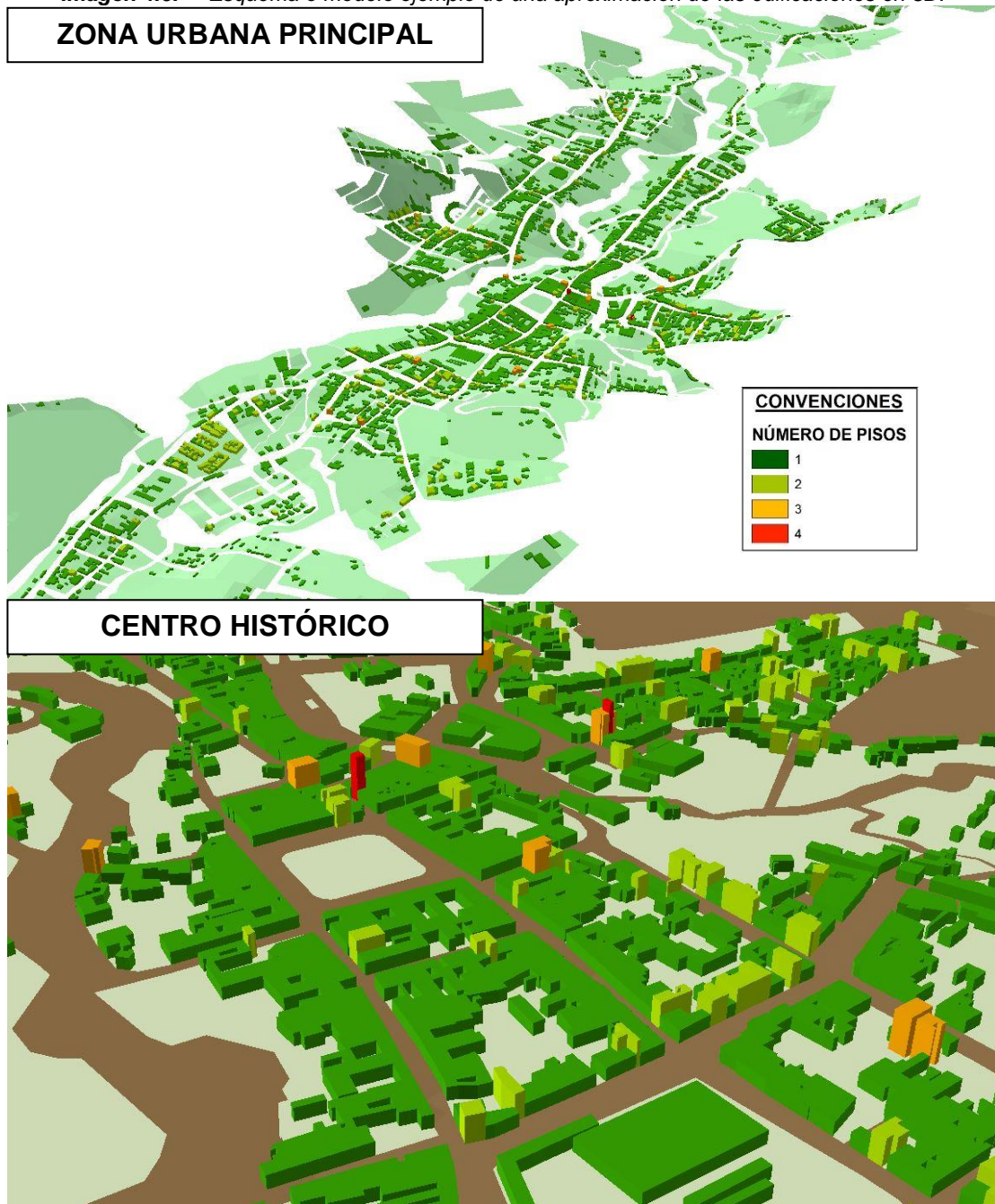
De la *Imagen 4.5*, se puede concluir que en la actualidad el uso del suelo que domina es el residencial, al igual de lo contemplado en la cartografía del PBOT vigente, sin embargo, de la misma ilustración se puede notar, el incumplimiento de dicho documento, ya que algunos predios y en general, ciertas manzanas, no se han regido bajo el concepto de uso del suelo

instaurado, por lo que, no se han acatado las normas urbanísticas adoptadas por el municipio en el **Decreto Municipal No. 073 del 2020**, teniendo en cuenta, que en conformidad con la legislación colombiana, quien hace las veces o en sí, es el curador urbano y/o quien debe hacer el seguimiento a que se rijan las reglamentaciones de ordenamiento territorial son las administraciones municipales con el apoyo de las autoridades de control (**Ley 1801 del 2016** y **Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio 1077 del 2015**).

Además, sumado a lo anterior, se observó que la zona urbana no cuenta con los suficientes equipamientos o los esperados, dada su extensión y población; y que el área de estudio posee muy pocos predios sin urbanizar, aunque es de aclarar que, muchos predios tienen un área pronunciada y albergan sólo una construcción, siendo complejo definir por medio de esta investigación, si la zona urbana principal aún puede ser explotada urbanísticamente o requiere de que el municipio empiece a contemplar o adaptar zonas de expansión o suelos suburbanos, en los que se puedan brindar o satisfacer necesidades en servicios públicos como abastecimiento de agua potable, electricidad, alcantarillado, entre otros.

Continuando, se analizó la volumetría de las construcciones reportadas en la capa del IGAC a abril del 2020, donde hay un total de 3711 edificaciones, de las cuales, 3363 construcciones tienen solamente un (1) piso, 323 poseen dos (2) pisos, 23 tienen tres (3) pisos y 2 poseen cuatro (4) pisos (ambas se ubican en el barrio Centro, *Zona de estudio 4*), esto se puede apreciar mejor por medio de la *Imagen 4.6*.

**Imagen 4.6.** Esquema o modelo ejemplo de una aproximación de las edificaciones en 3D.



*Fuente:* capas descargadas del Geoportal del IGAC para ser tratadas y/o gestionadas por los Autores.

A partir de lo establecido en la metodología, se obtuvieron valores para la volumetría de las construcciones, dadas las variaciones de las áreas y el alto número de predios, de los cuales se puede deducir que, de 3.711 construcciones, 3.496 poseen una volumetría entre 1 m<sup>3</sup> y 566 m<sup>3</sup> y, la mayor volumetría la tiene la sede principal de la E. S. E. Hospital San Rafael de Pacho (ubicado en la Zona 3), con un valor de 7350,584 m<sup>3</sup>. También, se observó que hace falta por parte del IGAC incorporar muchos polígonos de

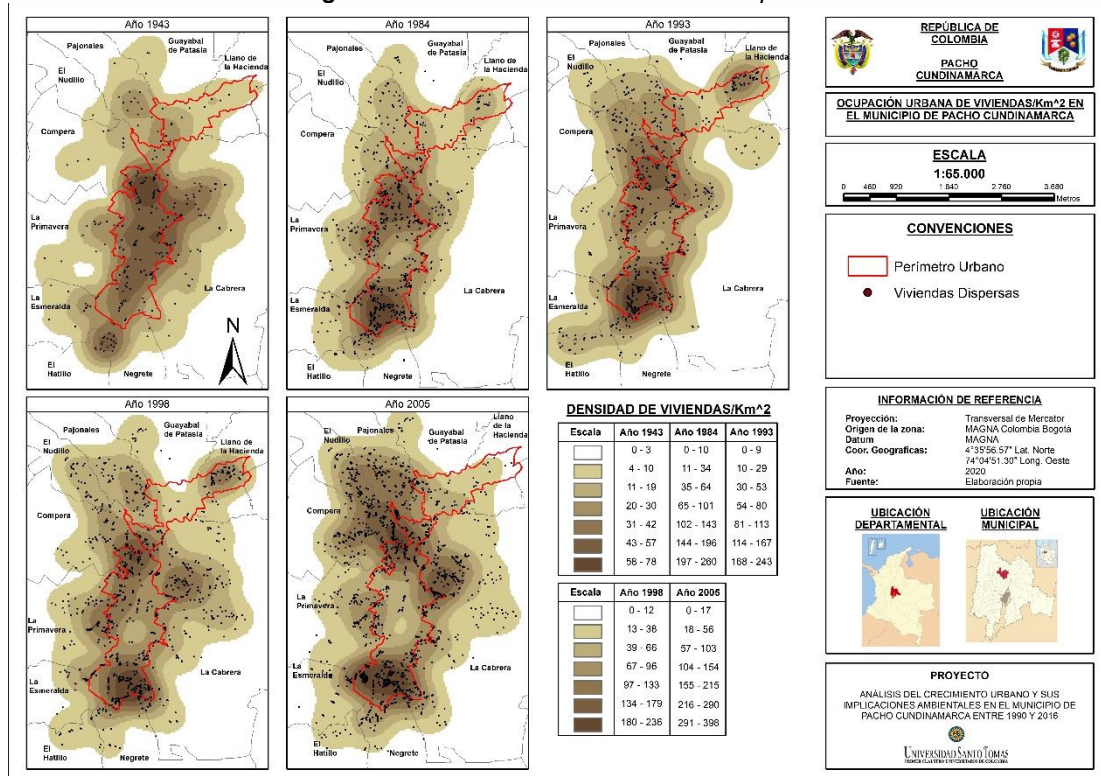
# ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE 1990 Y 2016

construcciones a sus bases de catastro, se desconoce el porqué de esta situación.

Luego, se analizó la densidad que generan las viviendas dispersas, por medio de la fotointerpretación para el conteo de construcciones que no se encontraban aglomeradas en las aerofotografías de los años 1943, 1984, 1993, 1998 y 2005 (el resultado se puede observar en la *Imagen 4.7*), esto con el objetivo de apreciar el patrón de ocupación humano del suelo, generando la hipótesis de que, hacia donde se dan las mayores densidades, se da el crecimiento urbano, dado que con el tiempo se vuelven aglomeraciones fragmentadas que resultaran compactándose con la zona urbana principal, como se registra en la *Zona 1*, donde se observa que en los años 1993 y 1998 había un gran número de viviendas dispersas, pero para el año 2005 se volvieron compactas (por ello, no aparecen en la representación espacial de las densidades de viviendas dispersas).

Adicional al párrafo anterior, se identificó que las veredas de Pajonales, El Nudillo, Compera y La Cabrera son las que se vieron más afectadas por la alta densidad de viviendas dispersas en sus áreas, esto puede deberse al limitar o estar tan cercanas al área de estudio, la conexión vial, el relieve para construir, los costos de la tierra, cualidades ambientales y de paisaje, entre otros, siendo estas veredas candidatas a que posiblemente en el futuro se empiecen a unir o se incluyan (podría ser parcialmente) al área urbana principal del municipio.

**Imagen 4.7. Densidad de las viviendas dispersas.**



**Fuente: Autores.**

#### 4.5. Características del territorio

Este apartado se realiza con el fin de reconocer las características y/o cualidades ambientales, geográficas, de relieve, entre otras, que posee el área de estudio, dado que posiblemente tienen una relación o incentivan el crecimiento urbano del municipio. El territorio de Pacho se encuentra privilegiado por su ubicación, resaltando su clima, que potencializa las prácticas agrícolas y, además, su conexión vial con otros municipios, derivando en beneficios como el enriquecimiento socioeconómico e intercambios culturales (en el *Anexo 4.2*, se ubica espacialmente la malla vial) y, además, facilita las movilizaciones terrestres de las personas dentro y fuera de su territorio.

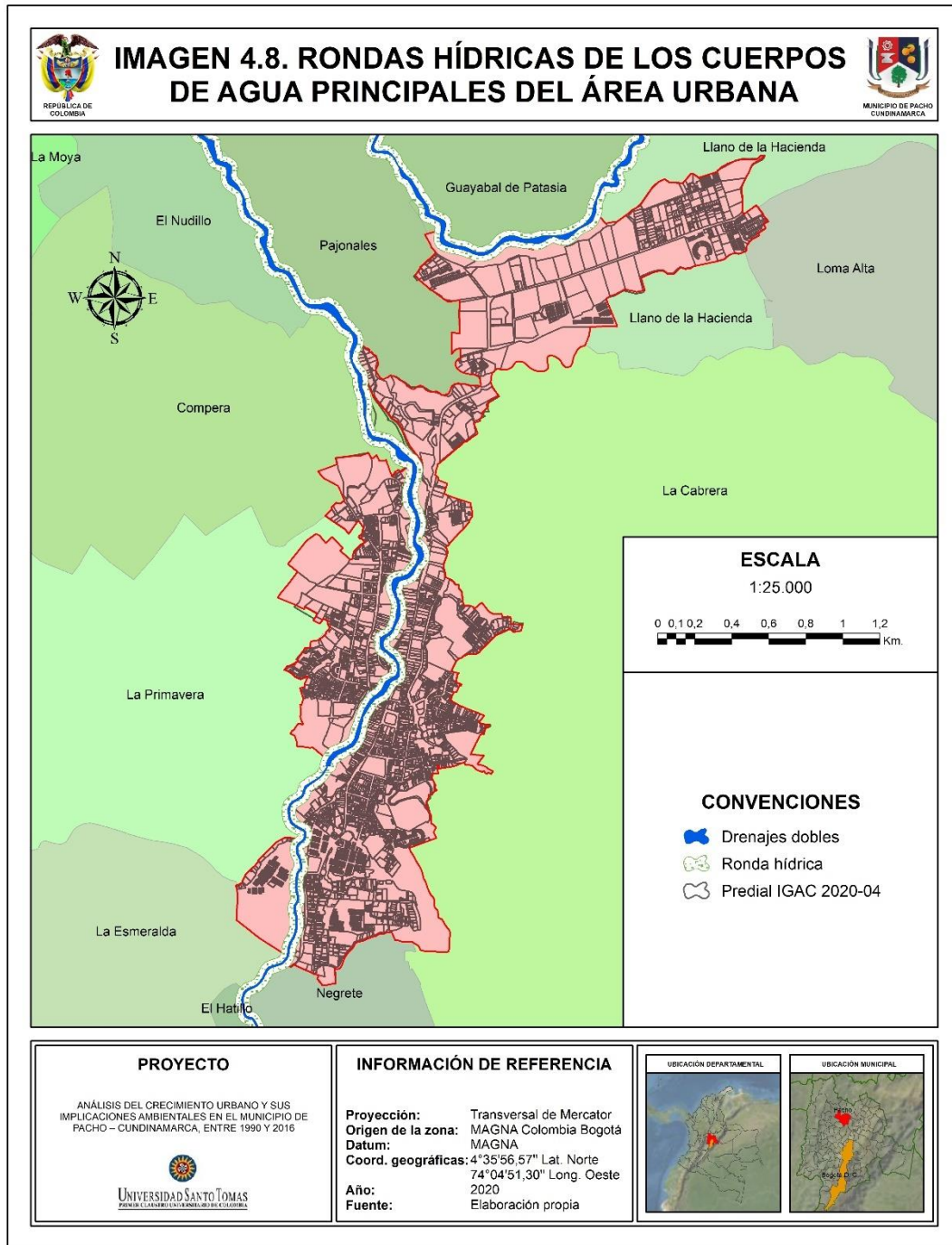
Por otro lado, de la orografía del área urbana se puede apreciar que presenta variaciones en sus altitudes, siendo quizás la más elevada los 1972 m. s. n. m. y la menor los 1618 m. s. n. m. aprox. (verificar por medio del *Anexo 4.3*); asimismo, se observan inclinaciones de pendiente desde 0% hasta 80% (remitirse al *Anexo 4.4*), donde el área de la *Zona de estudio 1*, es la que se encuentra en mayor cantidad entre 0 – 10,96 %, ya que en este sitio aparentemente el terreno se ha depositado de manera uniforme, lo que puede ser quizás uno de los atractivos que ven las personas del municipio a la hora de realizar la compra de predios y/o construir, impulsando así, que se genere el desarrollo del crecimiento urbano en los últimos años hacia este lugar. No obstante, es válido agregar que, la mayor ocupación del suelo por parte de los seres humanos en toda la zona urbana principal se da en lugares de aparente planicie o porcentajes bajos de pendientes.

En adición, las facultades dadas por el relieve de la zona urbana, producen el escurrimiento de múltiples cuerpos hídricos que alimentan al Río San Antonio o Rute (que fluye prácticamente por el medio del área de estudio), siendo este la fuente de la que se extrae agua para el acueducto municipal, que sólo tiene cobertura dentro del perímetro urbano; en esta área también se encuentra el Río Yayatá, que alcanza a tocar la zona por el norte, convirtiéndose así estos dos en los más importantes del área urbana, que aguas abajo (aún en el municipio), se unen a otros, formando el Río Rionegro, que es por quién la provincia lleva su nombre. En el *Anexo 4.5* se muestra geográficamente la red hídrica con la que cuenta el área urbana del municipio. Asimismo, es válido agregar que, del Río Yayatá el acueducto veredal de Pajonales capta parte de sus aguas para tratamiento, con el fin de abastecer un alto porcentaje de la *Zona 1*.

Partiendo de lo anterior, para fines de esta investigación, se analizan las rondas hídricas de los dos cuerpos de agua antes mencionados, de acuerdo al ***Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible número 1076 del 2015***, en el que se expresa textualmente que, *la ronda hídrica comprende la faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de 30 m. de ancho*, siendo

calculadas para los cuerpos hídricos de interés con la misma longitud expuesta, desde su cauce permanente (esto se puede observar por medio *Imagen 4.8*), por ello, se deduce que 208 predios son afectados por el escurrimiento de estas aguas subsuperficiales, aquí 206 son perjudicados por el río San Antonio o Rute (ubicados en las *Zonas de estudio 2, 3, 4 y 5*) y dos (2) por el Río Yayatá (localizados en la *Zona 1*), por lo cual, se pueden generar fenómenos causantes de riesgo al producirse amenazas por inundaciones, socavamiento, remociones en masa, debilitación de taludes, transporte de sedimentos de gran tamaño, entre otros. Sin embargo, es de mencionar que, la *Zona 1* no se ve afectada significativamente, por lo que, sigue siendo el sector con las mejores cualidades para desarrollar asentamientos humanos y/o construcciones.

**Imagen 4.8.** Rondas hídricas de los cuerpos de agua principales del área urbana.



**Fuente:** desarrollado por los Autores, por medio de la información recolectada de IGAC y del Contrato de Consultoría no. 125 del 2017, entre el municipio y Arco C & C Ltda.

#### 4.6. Evaluación de las implicaciones ambientales

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES  
AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE  
1990 Y 2016

Inicialmente, se analizó la encuesta didáctica realizada a 40 personas escogidas al azar de las 114 encuestadas en el sondeo descrito en la *Tabla 3.1* de la metodología y el *Numeral 4.3* de esta sección, expuestos anteriormente; esta se llevó a cabo por medio de la aplicación Aguapp elaborada por EPC S. A. ESP, que permite calcular un aproximado del consumo de agua para un hogar (suscriptor) durante el mes y el año. Las preguntas que se realizan en dicho aplicativo se exponen en la *Tabla 4.8*, mientras que en el *Anexo 5* se muestran algunas capturas de pantalla tomadas de los móviles utilizados para llevar a cabo este sondeo, a través de estas se expresan algunos resultados obtenidos por el aplicativo y la matriz de todos los datos se encuentra en el *Anexo 3.2*.

*Tabla 4.8. Encuesta del aplicativo Aguapp.*

No.	Pregunta
<b>1. Consumo en el baño</b>	
1.1	¿Cuántas veces vacías la cisterna al día?
1.2	¿Tienes instalado algún sistema ahorrador de agua en el baño? (SI/NO)
1.3	¿Cuántas duchas tomas a la semana?
1.4	¿Cuántos minutos pasas bajo la ducha?
1.5	¿Tienes instalado algún sistema economizador de agua en grifos? (SI/NO)
1.6	¿Cuántas veces te lavas los dientes al día?
1.7	¿Cuántas veces te lavas las manos al día?
1.8	¿Usas algún recipiente para optimizar el agua en el lavado de los dientes? (SI/NO)
<b>2. Consumo en la cocina</b>	
2.1	¿Cuántas veces lavas los platos al día?
2.2	¿Usas algún recipiente para el ahorro del agua en el lavado de platos? (SI/NO)
<b>3. Consumo en el lavado de la ropa</b>	
3.1	¿Cuántas veces lavas la ropa a la semana?
3.2	Número de personas en la casa
3.3	¿Qué antigüedad en años tiene tu lavadora?

*Fuente: extraído y adaptado del aplicativo Aguapp elaborado por EPC S. A. ESP.*

Partiendo de lo anterior, con la ayuda de la aplicación se deduce que el sector de la casa en el que probablemente mayor demanda del volumen de agua se genera en los hogares de la zona urbana principal de Pacho es el baño, seguido del lavado de ropa y finalmente, la cocina (ver *Tabla 4.9*), donde es importante agregar que todo este consumo es vertido directamente a una fuente hídrica (Río San Antonio o Rute), dado que el municipio no cuenta con una PTAR, generando una alta y muy importante contaminación del agua.

*Tabla 4.9. Resultados del consumo promedio obtenidos por medio de la aplicación Aguapp.*

No.	Sector/Actividad	Consumo promedio	
		Mes (m3)	Año (m3)

1	Baño	7,75	93
2	Cocina	2,95	35,4
3	Lavado de ropa	6,96	83,55
<b>Total del hogar</b>		<b>17,71</b>	<b>211,95</b>

*Fuente: Autores.*

Asimismo, se logró conocer gracias a información brindada por la Secretaría de Planeación y Obras Públicas y la ESP de Pacho que el sistema de alcantarillado en la mayor parte del municipio no separa las aguas lluvias de las aguas residuales, siendo aún mixto, aunque, desde el año 2011 se ha venido desarrollando el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado por parte de EPC S. A. ESP (este convenio ha presentado múltiples incongruencias contractuales), sin embargo, cuando esta obra culmine, sólo se abarcará un pequeño porcentaje de la zona urbana principal, haciéndose aún más relevante la implementación de una PTAR, donde también se dio a saber que, la administración municipal ha venido adelantando la gestión de recursos para que la construcción e implementación de esta planta sea un hecho.

A su vez, por información expuesta por la ESP de Pacho, se conoció que el acueducto municipal tiene un total de 4.801 suscriptores, ya que sólo abastece el perímetro urbano y, además, el caudal de entrada es de 42 L/s y el de salida de 40,5 L/s (desconocen razón de esta pérdida), sumando a esto que, el consumo promedio mensual por suscriptor en municipios templados de Colombia (asumiendo a Pacho dentro de esta categoría climatológica, dada su historia o variabilidad climática) es de 16,44 m<sup>3</sup> para el año 2010 [33]; siendo mayor que el reportado en la *Tabla 4.9*, analizando que si este dato se sigue comportando de la misma manera con el resto de la población abastecida (o incrementando), posiblemente estén produciendo un exceso en el requerimiento de agua potable, que en el futuro puede verse reflejado en la disminución del caudal del río donde se capta el recurso, si se aumenta la demanda, a medida que se dé la expansión urbana y además, se ve reflejado que posiblemente no se están acatando las políticas públicas de uso eficiente y ahorro del agua.

Por otro lado, de acuerdo con lo contemplado en la tercera fase de la metodología, "*Determinación de las implicaciones ambientales*", al realizar la matriz de causa/efecto diseñada para esta investigación, se interpretó que los aspectos ambientales más significativos generados por el proceso de expansión urbana en el municipio de Pacho son la generación de vertidos, el consumo de energía, el consumo de agua, el consumo de materiales, la generación de emisiones, generación de ruido y vibraciones, la generación de residuos no peligrosos y la generación de residuos especiales, no obstante, también se les atribuye importancia a la generación de empleo, el deterioro del aspecto visual, generación de residuos peligrosos y el consumo de sustancias peligrosas, ya que aunque se generan en pequeñas cantidades, producen cambios relevantes en el ambiente.

Así las cosas, se dedujo que los componentes más afectados son el Suelo y geología, el Agua y el Aire (atmósfera), siendo todos pertenecientes al medio abiótico, además que, los dos primeros recursos son No renovables (por lo que se consideraron de mayor interés) y el último es un recurso Renovable.

Es importante mencionar que, se identificaron 98 impactos ambientales entre positivos y negativos, de estos últimos se resaltan la contaminación del agua, el aumento en la demanda de agua, la pérdida de la ruralidad, la contaminación del aire, pérdida de la cobertura vegetal del suelo, el aumento en la demanda de energía eléctrica, la contaminación del suelo, entre otros. A partir de ello, se establece que las implicaciones ambientales más significativas generadas por el proceso de expansión urbana en el municipio de Pacho son las siguientes (de igual forma, en el *Anexo 3.3* se encuentra toda la matriz evaluada):

- Generación del deterioro del suelo que resulta en la pérdida de la productividad agropecuaria.
- En los límites de la zona urbana con las veredas, muchos de los predios dada la aglomeración comienzan a incorporarse a la zona urbana, provocando la disminución del área rural, generando pérdida de costumbres agrícolas y aumento de la zona urbana.
- El municipio genera un recaudo interno debido a lo estipulado en su Estatuto de Rentas, aumentando así sus ingresos de libre destinación.
- Se ve deteriorado el aspecto visual al incrementarse el paisaje urbano.
- Se ve afectado el recurso hídrico, siendo no renovable, por lo que, se disminuyen sus reservas y también, se perjudican ecosistemas que subsisten por ciertos caudales que son ofertados por estos.
- Al ser generada la energía eléctrica del municipio por una hidroeléctrica, al aumentar su consumo, se pueden ver afectados los caudales ecológicos que mantienen la vida ecosistémica aguas abajo de dicha infraestructura, que se encuentra en otro territorio del país.
- Dinamización del desarrollo socioeconómico del municipio.
- Se ve deteriorada la cobertura del suelo, por consiguiente, los ecosistemas de estas áreas son afectados, perjudicando las interacciones que se dan en estos hábitats.
- Para la adecuación del terreno se afecta en gran magnitud la flora del área urbana, deteriorando el aspecto visual y procesos ecosistémicos que son regulados por estas.
- Generación de desplazamientos de especies hacia otros hábitats, perjudicando así a otros ecosistemas y/o amenazando la existencia de estas.
- Se ven amenazadas las reservas de crudo con las que se cuenta en la actualidad, siendo un recurso no renovable, ya que al haber demanda,

aumenta su explotación, en consecuencia, extracción que trae consigo otras implicaciones ambientales.

- Se produce un deterioro del ambiente, donde se impulsa el incremento de la contaminación del aire, contribuyendo a la generación y propagación de enfermedades respiratorias en los seres humanos.
- La mala gestión de los residuos hace que se vea afectado el suelo y a su vez, el paisaje.
- El municipio dispone sus residuos en un relleno sanitario, que con el tiempo o por un mal funcionamiento perjudicará al suelo, asimismo, se llenará su capacidad, provocando su traslado.
- El aumento del ruido que produce vibraciones afecta de varias formas a todos los seres vivos que se encuentran dentro de su propagación, por ejemplo, está relacionado con enfermedades en el sistema nervioso humano.
- Se ve impulsado el desarrollo socioeconómico y cultural del municipio.
- Se da la impermeabilización del suelo, perjudicando la infiltración y libre escurrimiento de aguas lluvias y subsuperficiales, aumentando la demanda de las redes de alcantarillado, cunetas y otras obras civiles.
- Se genera una mayor disposición de agua potabilizada para el abastecimiento.
- Se genera un aumento de aguas residuales en los cuerpos hídricos, incrementando su carga contaminante, deteriorándolos y perjudicando el desarrollo normal de la vida en ellos.
- La mala implementación del PBOT, el aumento de asentamientos ilegales, entre otros, genera que se desarrollen fenómenos naturales o antrópicos amenazantes.
- Se da una diversificación cultural y se mantiene la tradición arraigada del municipio.
- El municipio está contribuyendo en la aceleración del Cambio Climático, al disponer gases de efecto invernadero en la atmósfera, que incentivan el calentamiento global y que generan una variación climática, siendo estos partes de la crisis ambiental de más importancia en la actualidad.
- La contaminación lumínica puede perjudicar a ciertas especies en diferentes procesos o dinámicas que lleven a cabo y perjudica al entorno dependiendo su intensidad.
- Al aumentar el crecimiento urbano, se impulsa el desarrollo socioeconómico del municipio, siendo un incentivo que produce la generación de empleo.

#### 4.7. Conflictos de lo evaluado con el PBOT del municipio

Con los resultados obtenidos por la investigación, se evidencia que el crecimiento urbano en el municipio no se ha orientado debidamente a lo instaurado en el PBOT de Pacho, adoptado por el **Decreto Municipal No. 073 del 2000** y a su vez, se ha incumplido con lo decretado en la legislación colombiana vigente y demás políticas públicas de ordenamiento y planificación territorial.

En el mismo orden de ideas, se apreció que se ha dado una mala gestión del PBOT en los usos del suelo, aunque para los usos observados en la visita de campo y los establecidos en el plan de ordenamiento, el área urbana continúa siendo en su mayoría de uso residencial, sin embargo, allí se han localizado establecimientos de comercio y de servicios que no están permitidos dentro de los usos principales, compatibles o condicionados descritos en el decreto de dicho plan (*Artículos 35 y 60*). Asimismo, esta problemática se presenta con los demás conceptos de uso del suelo, no siendo tan notorio, pero sí generando un alto impacto, no solamente de tipo ambiental.

En adición, en el *Artículo 60* del **Decreto Municipal No. 073 del 2000** se enuncia que dentro de la zona urbana principal del municipio sólo se podrán construir casas de no más de tres (3) pisos o 9 m, aunque dentro del mismo artículo, se define un único sector en el cual se podrán desarrollar construcciones de hasta cuatro (4) pisos, sin importar esto, se encontraron construcciones de 4 pisos o más, algunos con áticos o terrazas, sobrepasando así la altura máxima urbanística; y sumado a esto, por medio del *Artículo 37*, del mismo decreto, se enuncian las zonas de riesgo, donde se identifica que sin importar esto, se han llevado a cabo construcciones en zonas de alto riesgo como el barrio Tao, ronda hídrica del río San Antonio o Rute, barrio San José, barrio Simón Bolívar, entre otros, estos están en las *Zonas de estudio 2, 3, 4 y 5*.

## 5. Impacto social

Esta investigación brinda a la administración municipal de Pacho una herramienta de consulta, que podrá ser tomada en cuenta dentro de la planeación urbana, ya que gracias al estudio multitemporal realizado se logró identificar la expansión urbana que ha tenido el municipio y una propuesta de la división político – administrativa de los barrios en los que posiblemente se divide la zona urbana principal y además, el patrón de ocupación, las cargas y atributos que el ser humano le ha dado al suelo, evidenciando aquellas zonas que a futuro podrán llegar a ser urbanizadas, permitiendo así una adecuada gestión y disposición de los recursos, además, de unos correctos usos del suelo.

Como bien se pudo apreciar, existe un gran número de predios en los cuales a lo largo del tiempo se ha venido construyendo, sin embargo, dichos terrenos se encuentran probablemente amenazados por inundaciones o remoción en masa al encontrarse cercanos de la ronda hídrica del río San Antonio o Rute, o susceptibles a la materialización de algún otro tipo de fenómeno natural, por lo que, los resultados obtenidos en este estudio permiten a cualquier individuo identificar áreas en las que eventualmente podrá desarrollar su asentamiento, sin llegar a sufrir repercusiones significativas.

Asimismo, por medio de esta investigación se determinan las consecuencias más significativas y/o relevantes que trae consigo el proceso del crecimiento urbano, por lo cual, podrán analizarse a fondo por parte de las autoridades competentes para contrarrestarse en el caso de las implicaciones negativas o incentivarse bajo estrategias que beneficien a toda la comunidad, en el caso de las positivas.

Finalmente, como apreciación se formula que el crecimiento y el desarrollo urbano ambiental planificado podrá llegar a consolidar al municipio a nivel nacional como un gran atractivo turístico y a nivel regional como un centro en el que se lleven a cabo gran parte de las interacciones humanas que incentiven o impulsen a los sectores socioeconómicos y culturales del mismo.

## 6. Conclusiones

Para dar cumplimiento a los objetivos específicos uno y dos, y parcialmente al objetivo general planteado para esta investigación, a partir de lo desarrollado en el estudio se concluye lo siguiente:

- El crecimiento urbanístico del área urbana en los últimos años en su gran mayoría se ha venido dando hacia la *Zona de estudio 1*, en específico el barrio Villa María, ya que este posee cualidades, como bajas pendientes, disponibilidad del terreno, abastecimiento del agua, conectividad vial, entre otros y, aún más importante, todavía se puede o permite explotar su área. Aquí, es válido precisar que sí este proceso sigue el curso como lo ha venido haciendo hasta ahora, las veredas de Pajonales, Guayabal de Patasia y Llano de la Hacienda se verán incluidas a futuro en la zona urbana principal. Por otro lado, los grandes porcentajes de pendientes que presentan ciertos sitios se convierten en un limitante, por el cual, no se ha dado desarrollo urbanístico significativo hacia otros sectores del municipio, como es el caso de la *Zona 4* con la vereda La Cabrera que, aunque presenta un gran número de viviendas dispersas implementadas en los últimos años, no se podrá continuar con su desarrollo urbanístico, a menos de ciertas medidas sobre el terreno.
- La zona que tuvo mayor desarrollo urbanístico, viéndose incrementada su área durante el período de estudio fue la *Zona 4*, específicamente el barrio Centro, esto pudo deberse a que allí se llevan a cabo gran parte de las actividades económicas, generando interacciones humanas de compra y venta, no solamente entre los pachunos, sino también con población exterior al municipio y, además que, este sector es la cuna del municipio, albergando así, su centro histórico.
- A través del análisis de resultados obtenidos del área incrementada por la expansión urbana para los años 1943, 1984, 1993, 1998, 2005 y 2016, se puede concluir que el municipio de Pacho consumió en promedio 12,63 Ha. (aprox.) para su desarrollo urbano durante dicho lapso.
- Para el análisis de la expansión urbana, la implementación de datos para tendencias históricas sobre crecimiento urbano es muy importante, ya que resultan ser útiles para entender los patrones de transformación o desarrollo del área urbana a través del estudio multitemporal de las superficies.

- Se definieron 98 impactos ambientales de los cuales se resaltan las siguientes implicaciones, dado que son las que tienen directamente relación con el proceso de expansión urbana y tienen un grado de significancia alto, estas son:
  - En los límites de la zona urbana con las veredas, muchos de los predios dada la aglomeración comienzan a incorporarse a la zona urbana, provocando la disminución del área rural, generando pérdida de costumbres agrícolas y aumento de la zona urbana.
  - Se ve deteriorado el aspecto visual al incrementarse el paisaje urbano.
  - Dinamización del desarrollo socioeconómico del municipio.
  - Se ve deteriorada la cobertura del suelo, por consiguiente, los ecosistemas de estas áreas son afectados, perjudicando las interacciones que se dan en estos hábitats.
  - Para la adecuación del terreno se afecta en gran magnitud la flora del área urbana, deteriorando el aspecto visual y procesos ecosistémicos que son regulados por estas.
  - Generación de desplazamientos de especies hacia otros hábitats, perjudicando así a otros ecosistemas y/o amenazando la existencia de estas.
  - Se produce un deterioro del ambiente, donde se impulsa el incremento de la contaminación del aire, contribuyendo a la generación y propagación de enfermedades respiratorias en los seres humanos.
  - Se da la impermeabilización del suelo, perjudicando la infiltración y libre escurrimiento de aguas lluvias y subsuperficiales, aumentando la demanda de las redes de alcantarillado, cunetas y otras obras civiles.
  - Se genera una mayor disposición de agua potabilizada para el abastecimiento.
  - Se genera un aumento de aguas residuales en los cuerpos hídricos, incrementando su carga contaminante, deteriorándolos y perjudicando el desarrollo normal de la vida en ellos.
  - Se da una diversificación cultural y se mantiene la tradición arraigada del municipio.
  - El municipio está contribuyendo en la aceleración del Cambio Climático, al disponer gases de efecto invernadero en la atmósfera, que incentivan el calentamiento global y que generan una variación climática, siendo estos partes de la crisis ambiental de más importancia en la actualidad.

- La contaminación lumínica puede perjudicar a ciertas especies en diferentes procesos o dinámicas que lleven a cabo y perjudica al entorno dependiendo su intensidad.
- Al aumentar el crecimiento urbano, se impulsa el desarrollo socioeconómico del municipio, siendo un incentivo que produce la generación de empleo.

Es importante agregar que, la matriz diseñada para la identificación de las implicaciones ambientales no es fiable para ser tomada como única herramienta a la hora de tomar decisiones entorno al ambiente, ya que el método usado es muy subjetivo, por lo que, su análisis estuvo dado netamente por el punto de vista o perspectiva de los evaluadores (autores) a partir de lo contemplado en campo y por medio de la información secundaria sobre expansión urbana y también, dado que el método de identificación de los impactos ambientales es indirecto, siendo más confiable uno directo.

- Con lo obtenido, se pudo apreciar que la gestión del municipio respecto a la adopción de su PBOT es inadecuada, dado que algunos de los asentamientos humanos observados se encuentran en zonas de riesgo, usos del suelo inadecuados y no se han regido a cabalidad bajo las normas urbanísticas de dicho documento, esto puede deberse a que no se ha implementado y/o hecho valer la legislación colombiana vigente entorno al licenciamiento urbanístico, siendo quizás muchas de las edificaciones ilegales, aunque sin importar el caso, es importante el pronunciamiento de las autoridades competentes, que finalmente podrá beneficiar al municipio aumentando el recaudo y también, a modo de hipótesis, sí la expansión urbana se diera de manera adecuada, el medio ambiente no se vería afectado a tal grado.
- El concepto de uso del suelo del PBOT, Suelo Suburbano (*Artículo 26, Decreto Municipal No. 073 del 2000*), establece a las veredas de Pajonales y Cucharal dentro de esta categoría, siendo este último territorio muy lejano a la zona urbana principal y no acorde a las características tenidas en cuenta para determinar una área dentro de este concepto, según lo adoptado por la legislación colombiana vigente y competente para este tema, por lo que, se denota una mala interpretación de las leyes; mientras que, en el caso de Pajonales se evidenció el crecimiento de edificaciones en los años de estudio, notando aglomeraciones de viviendas, tomándose así como una de los candidatos hacia donde posiblemente se genere la expansión urbana, aunque, se deberá ahondar sí la zona es adecuada para este proceso.

- Del PBOT también se evidenció una inadecuada aplicación y adopción de los suelos de expansión urbana, donde se puede concluir que en general, el municipio no los contempló según lo dictado por la **Ley 388 de 1997** y demás legislación que modificó, adicionó, o sustituyó a partir de su expedición, por lo que, el municipio no cuenta con este tipo de concepto de uso del suelo.
- Los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) o Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT), según sea el caso, se encuentran orientados a 12 años (tres períodos de gobierno) [7], no obstante, se aprecia que el PBOT del municipio ya lleva casi 20 años de vigencia, siendo muy anticuado, lo que es preocupante, porque actualmente la legislación y/o normas de las que se componen han sido mejoradas, modificadas o ajustadas a las necesidades y conocimientos de la época, aunque es de aclarar, que esta problemática es aparentemente una constante a nivel nacional, dado que la situación de estos planes en muchos de los municipios que componen el país es similar, estando en su mayoría desactualizados [34].
- El presente documento sirve como base, guía o carta de instrucciones para que otros municipios lo tomen como referencia o ejemplo a seguir, con el objetivo de desarrollar, analizar y comprender los comportamientos de ocupación del suelo, del cual, se obtendrá como resultado la expansión urbana de sus territorios.
- Finalmente, es válido agregar que, dada la emergencia sanitaria generada por la enfermedad respiratoria infecciosa COVID – 19 (pandemia) la información presentada en esta investigación en su mayoría fue tomada de fuentes secundarias, teniendo limitantes, por ejemplo, el municipio no cuenta con información de fuentes confiables sobre su historia u otros aspectos de interés, por lo tanto, en algunos casos los datos se encuentran incompletos, dando así una alternativa para ser tomada como base o punto de partida de otras investigaciones.

## 7. Recomendaciones

Con el fin de dar cumplimiento al tercer objetivo de este estudio y en sí, totalmente al objetivo general, se realizan las siguientes recomendaciones, estas se sugieren o proponen a la administración municipal de Pacho para llevar a cabo, en algunos casos, se podrán imponer como directrices a seguir y/o implementar, para así desarrollar una adecuada gestión del ordenamiento ambiental del territorio de Pacho, estas son:

- No se permitirá ser flexibles entorno al otorgamiento de licencias urbanísticas y aplicación del PBOT, en consecuencia, se deberá realizar un control urbanístico sobre toda el área del municipio. Por ello, se tendrán que implementar nuevas políticas públicas o planes sectoriales entorno a este tema, en conformidad con el **Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio No. 1077 del 2015**, el **Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible No. 1076 del 2015** y la **Ley 1801 del 2016** y, a su vez, que promuevan la conservación del patrimonio histórico, arqueológico y cultural de Pacho, por parte de terceros propietarios de estos y para el mismo.
- El municipio debe hacer una actualización catastral, ya que, por información dada por el IGAC, el catastro con el que cuenta en la actualidad es de los años 2003 para la zona urbana y del 2005 para la rural, de esta manera también podrá aumentar su recaudo anual, lo que podría generar otros beneficios como subir de categoría municipal.
- Se deberá realizar por parte del municipio el reconocimiento y división político – administrativa formal (por acto administrativo) de su área urbana, identificando las áreas y ubicación geográfica de cada uno de los barrios concertando con la comunidad por medio de las JAC, dado que son quienes poseen el conocimiento popular, donde podrá hacer el uso de la propuesta generada en este estudio.
- Entorno a una adecuada planeación del territorio, el municipio tiene que llevar a cabo la definición y correcta implementación de la nomenclatura de sus calles, carreras, transversales y/o diagonales, dado que, se encuentra mal aplicado e incompleto, sumado a esto, se estaría afectando la nomenclatura de las viviendas (mal inventariado). Además, debe construir o generar más equipamientos, haciendo referencia a zonas verdes, escenarios deportivos, parques infantiles, entre otros. Y también, ya que en la actualidad cuenta con muy pocos parqueaderos, deberá empezar a descongestionar sus calles y vías con la implementación de zonas azules, bahías y parqueaderos públicos, así como realizar el mantenimiento, construcción y mejoramiento de la malla vial periódicamente.
- El municipio debe contemplar la idea de reubicar algunos establecimientos como es el caso de la conocida “Zona rosa”, dado el

alto número de viviendas residenciales aledañas a esta área, ya que la generación de ruido puede llegar a producir complicaciones en la salud de los vecinos, siendo el mismo caso para la PBA, dado que, al estar dentro de la zona urbana principal, posee varios asentamientos humanos cerca, por lo que, podría repercutir en la salud de estas personas.

- El municipio debe aumentar y proyectar redes de acueducto y alcantarillado, en general, saneamiento básico, de acuerdo con su crecimiento poblacional y urbanístico, también, deberá contemplar la posible implementación de nuevas PTAP y, el mantenimiento y mejora del que ya tiene. Asimismo, dada la demanda de energía del municipio, este podrá empezar a hacer paulatinamente el cambio de su alumbrado y posteo al uso de energías alternativas, limpias o renovables.
- Aunque se conoce que, a la fecha el municipio tiene en proceso la gestión de recursos para el desarrollo de una PTAR, es imperativo que la construcción de esta se realice cuanto antes, a su vez, se debe generar una para la PBA.
- Dada la poca industria en el municipio, se deberán llevar a cabo campañas o estrategias que incentiven e impulsen el desarrollo industrial sostenible en Pacho.
- El municipio debe empezar a gestionar recursos ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS de la Presidencia de la República), Gobernación de Cundinamarca y CAR de Cundinamarca para recompensar los ecosistemas perdidos o afectados por la expansión urbana.
- El municipio tendrá que generar a futuro un banco de materiales y de tierras, a los cuales poder acudir cuando les sea necesario. De igual forma, tener viveros de plantas endémicas o nativas, para reforestar cuando sea necesario.
- Algo que se pudo apreciar de la emergencia sanitaria, es que el municipio al ser la capital de la provincia del Rionegro debería contar con un horno crematorio, para evitar traslados de cadáveres o en caso de que sus bóvedas no den con la cantidad de pérdidas humanas que puedan llegar a generarse.

---

**Referencias**

- [1] NASA earth observatory (25-08-2019). Three Decades of Urban Expansion in Quito. Available: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/145654/three-decades-of-urban-expansion-in-quito>.
- [2] United Nations (16-05-2018 T15:00:16Z). 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN. Available: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>.
- [3] United Nations (UN), «Goal 11: Sustainable cities and communities» Sustainable Development Goals, 2015. [Online]. Available: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/goal-11/>.
- [4] L. A. León Castillo, "Análisis Económico de la Población. Demografía," 2015. Available: [https://www.openaire.eu/search/publication?articleId=od\\_\\_\\_\\_\\_935::34461b52678beff9bcdeb9a84375f71d](https://www.openaire.eu/search/publication?articleId=od_____935::34461b52678beff9bcdeb9a84375f71d).
- [5] L. A. León Castillo, Análisis Económico de la Población Demográfica, Lambayeque, Perú: Departamento Académico de Economía de la FACEAC de la Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", 2015.
- [6] G. Li and F. Li, "Urban sprawl in China: Differences and socioeconomic drivers," Science of the Total Environment, vol. 673, pp. 367-377, 2019. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719316006>. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.04.080.
- [7] República de Colombia (Ministerio de Minas y Energía), Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y Ecosimple SAS, Guía para la Incorporación de la Dimensión Minero Energética en los Planes de Ordenamiento Municipal, Bogotá D. C.: MinEnergía, 2019.
- [8] Corporación Autónoma Regional de Caldas, «Ordenamiento Ambiental del Territorio,» CorpoCaldas, 02 diciembre 2012. [Online]. Available: [http://www.corpocaldas.gov.co/dynamic\\_page.aspx?p=574](http://www.corpocaldas.gov.co/dynamic_page.aspx?p=574).
- [9] F. De Terán, «Arquitectura y urbanismo,» de HISTORIA DE ESPAÑA, Universidad Politécnica de Madrid, 1992, pp. 584 - 622.
- [10] S. García y A. Veintimilla, Urbanismo y ordenación del territorio: manual de teoría, España: Universidad Politécnica de Cartagena, 2014.
- [11] P. Poumanyong and S. Kaneko, "Does urbanization lead to less energy use and lower CO 2 emissions? A cross-country analysis," Ecological Economics, vol. 70, (2), pp. 434-444, 2010. Available:

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800910003885>.  
DOI: 10.1016/j.ecolecon.2010.09.029.
- [12] T. Elmqvist, C. Alfsen and J. Colding, "Urban Systems," *Encyclopedia of Ecology*, pp. 3665-3672, 2008. Available: <http://www.sciencedirect.com/crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/science/article/pii/B9780080454054003645>. DOI: [//doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/B978-008045405-4.00364-5](https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/B978-008045405-4.00364-5).
- [13] Naciones Unidas Colombia, «Día Mundial de las Ciudades» ONU, [Online]. Available: <https://nacionesunidas.org.co/eventos/dia-mundial-las-ciudades/>.
- [14] B. Bhatta, S. Saraswati and D. Bandyopadhyay, "Urban sprawl measurement from remote sensing data," *Applied Geography*, vol. 30, (4), pp. 731-740, 2010. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622810000226>. DOI: 10.1016/j.apgeog.2010.02.002.
- [15] B. Gao et al, "How does sprawl differ across cities in China? A multi-scale investigation using nighttime light and census data," *Landscape and Urban Planning*, vol. 148, pp. 89-98, 2016. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204615002480>. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2015.12.006.
- [16] G. Li and F. Li, "Urban sprawl in China: Differences and socioeconomic drivers," *Science of the Total Environment*, vol. 673, pp. 367-377, 2019. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719316006>. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.04.080.
- [17] W. Zhou, M. Jiao, W. Yu y J. Wang, «Urban sprawl in a megaregion: A multiple spatial and temporal perspective» *Ecological Indicators*, vol. 96, nº 18, pp. 54-66, 2019. Available: <https://www.sciencedirect.com/journal/ecological-indicators>. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.035>.
- [18] L. Janssen y A. Di Gregorio, «A New Concept for a Land Cover Classification System» *FAO Land and Water Development Division*, pp. 55 - 65, 2000.
- [19] L. Avellaneda y F. Antonio, *Zonificación de las coberturas de la tierra mediante la aplicación de herramientas SIG para la revisión y el ajuste del P. O. T. en el marco del crecimiento urbano y la conurbanización norte: caso municipio de Zipaquirá, Bogotá D. C., Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas y el IGAC, 2017.*
- [20] E. F. Lambin, "Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions," *Progress in Physical Geography*, vol. 21, (3), pp. 375-

- 393, 1997. Available:  
<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/030913339702100303>.  
DOI: 10.1177/030913339702100303.
- [21] H. Romero y A. Vasquez, «Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas del piedemonte andino de Santiago de Chile» *Eure*, vol. 31, n° 94, pp. 97 - 117, 2005.
- [22] C. Henríquez, H. Romero y G. Azócar, «Monitoring and modelling the urban growth of two mid-sized Chilean cities» *Habitat*, n° 30, pp. 945 - 964, 2006.
- [23] Alcaldía Municipal de Pacho - Cundinamarca, «Nuestro municipio» [Online]. Available: <http://www.pacho-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>.
- [24] Departamento Nacional de Planeación por medio de TerriData Sistemas de Estadísticas Territoriales, «Ficha Técnica de Pacho, Cundinamarca» DNP.
- [25] Administración Municipal "Pacho Somos Todos - Experiencia con Visión y Liderazgo 2020 - 2024", Acuerdo No. 13. Plan de Desarrollo Municipal, Pacho, Cundinamarca: Alcaldía Municipal, 2020.
- [26] E. S. E. Hospital San Rafael de Pacho, «Entidad» [Online]. Available: <http://www.hospipacho.gov.co/tema/entidad>.
- [27] M. I. Viloría Villegas, Metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental Aplicada al Ciclo de Vida de Proyectos de Infraestructura en Colombia, Medellín: Universidad Nacional de Colombia (UNAL), 2015.
- [28] J. A. Arboleda González, Manual para la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, Obras o Actividades, Medellín, 2008.
- [29] A. F. Silva del Castillo, Recuperación de la Memoria del Hierro Pacho (Cund.), Bogotá D. C., Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2014.
- [30] Tecno Ingeniería Ltda., «La empresa» [Online]. Available: <http://tecnoingenieria.com/WebTecnoingenieria/empresa.html>.
- [31] Alcaldía Municipal de Pacho - Cundinamarca, «Capilla del Divino Niño» [Online]. Available: <http://www.pacho-cundinamarca.gov.co/turismo/capilla-del-divino-nino>.
- [32] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Biblioteca Virtual» DANE, [Online]. Available: <http://biblioteca.dane.gov.co/biblioteca/allbooks>.
- [33] G. Chacón M., I. Lizcano y Y. Asprilla Lara, «Consumo básico de agua potable en Colombia,» *Tecnogestión*, vol. VIII, n° 1, pp. 14 - 23, 2012.

- [34] Instituto de Estudios Urbanos (sede Bogotá) de la Universidad Nacional de Colombia y el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 20 AÑOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN COLOMBIA: EXPERIENCIAS, DESAFÍOS Y HERRAMIENTAS PARA LOS ACTORES TERRITORIALES, Bogotá D. C., Colombia: UNAL y MinVivienda, 2017.

# ANEXOS

## **Anexo 1. Presentación, solicitud de permisos y aceptación**

(Se encuentran adjuntas al documento, dentro de la carpeta Anexos)

***Anexo 1.1.** Cartas que se le presentaron a la alcaldía municipal de Pacho*

***Anexo 1.2.** Carta de respuesta de la administración municipal*

## **Anexo 2. Encuesta a personas: percepción de la expansión urbana**

(Se encuentran adjuntas al documento, dentro de la carpeta Anexos)

## **Anexo 3. Matrices**

(Se encuentran adjuntas al documento, dentro de la carpeta Anexos)

**Anexo 3.1.** *Respuestas de la encuesta sobre percepción de la población pachuna de la expansión urbana*

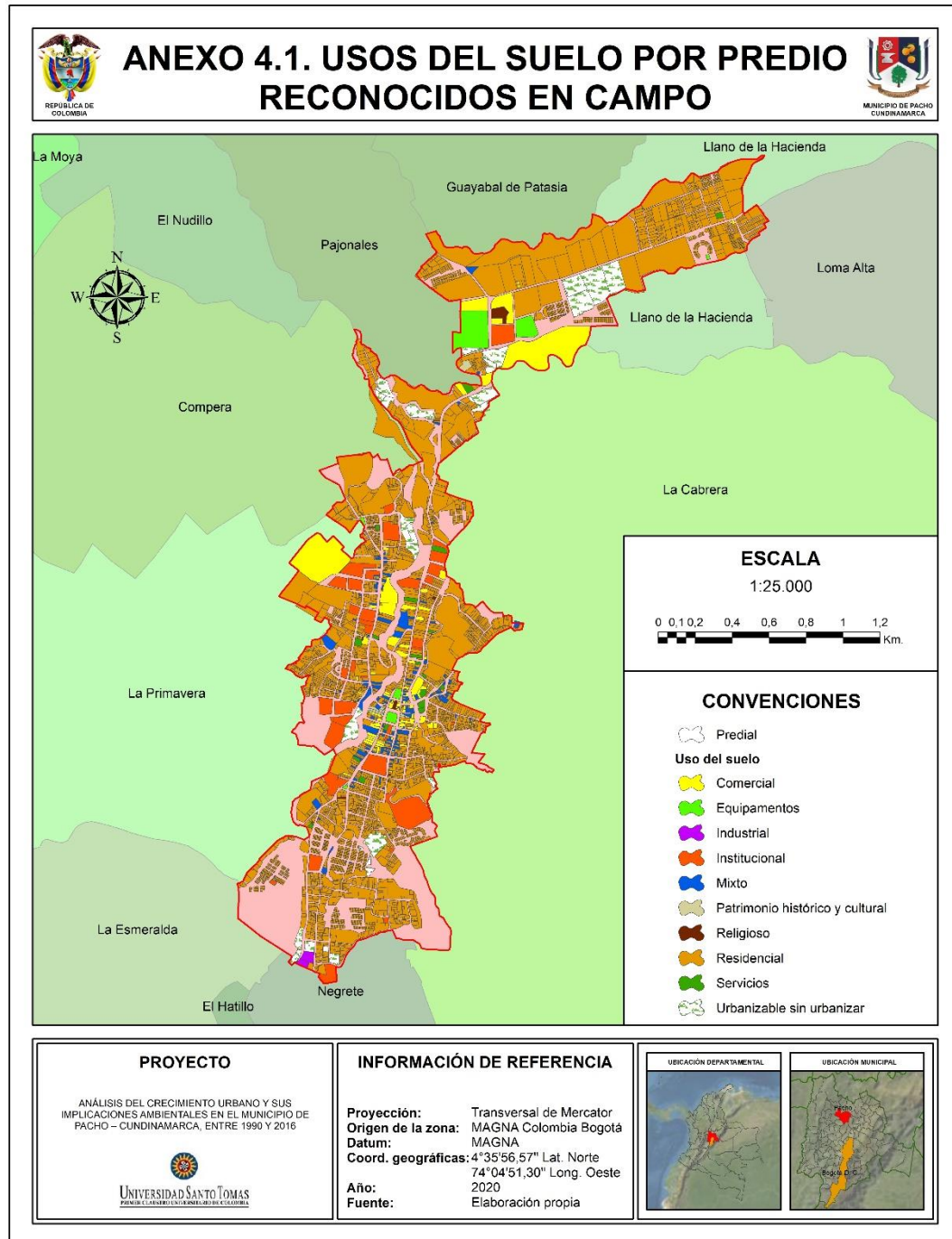
**Anexo 3.2.** *Respuestas de la encuesta del aplicativo Aguapp*

**Anexo 3.3.** *Matriz determinación de implicaciones ambientales*

## **Anexo 4. Cartografía**

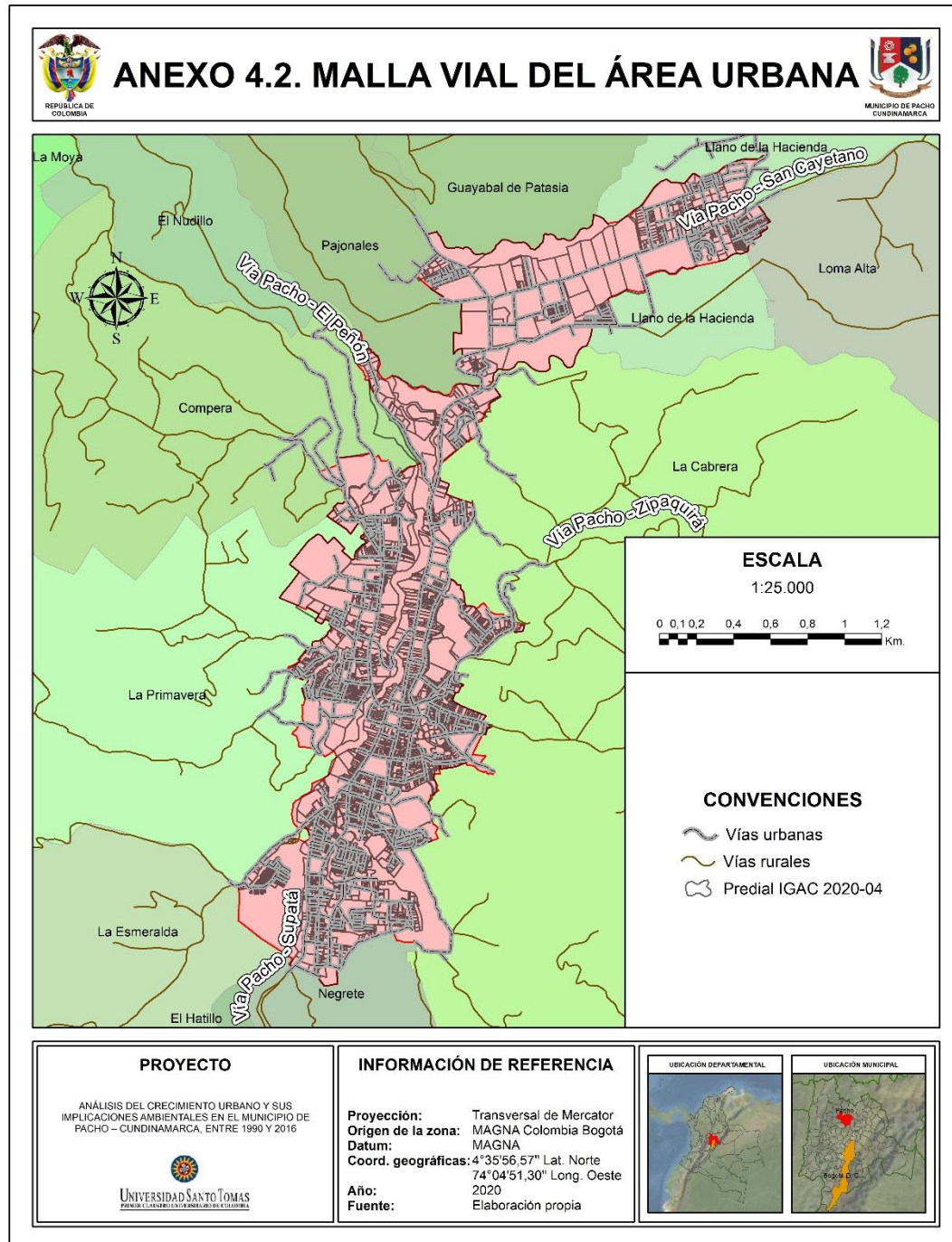
ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE 1990 Y 2016

Anexo 4.1. Usos del suelo por predio reconocidos en campo



**Fuente:** tomado, adaptado y gestionado por los Autores a partir de datos desarrollados por el IGAC y Arco C & C Ltda.

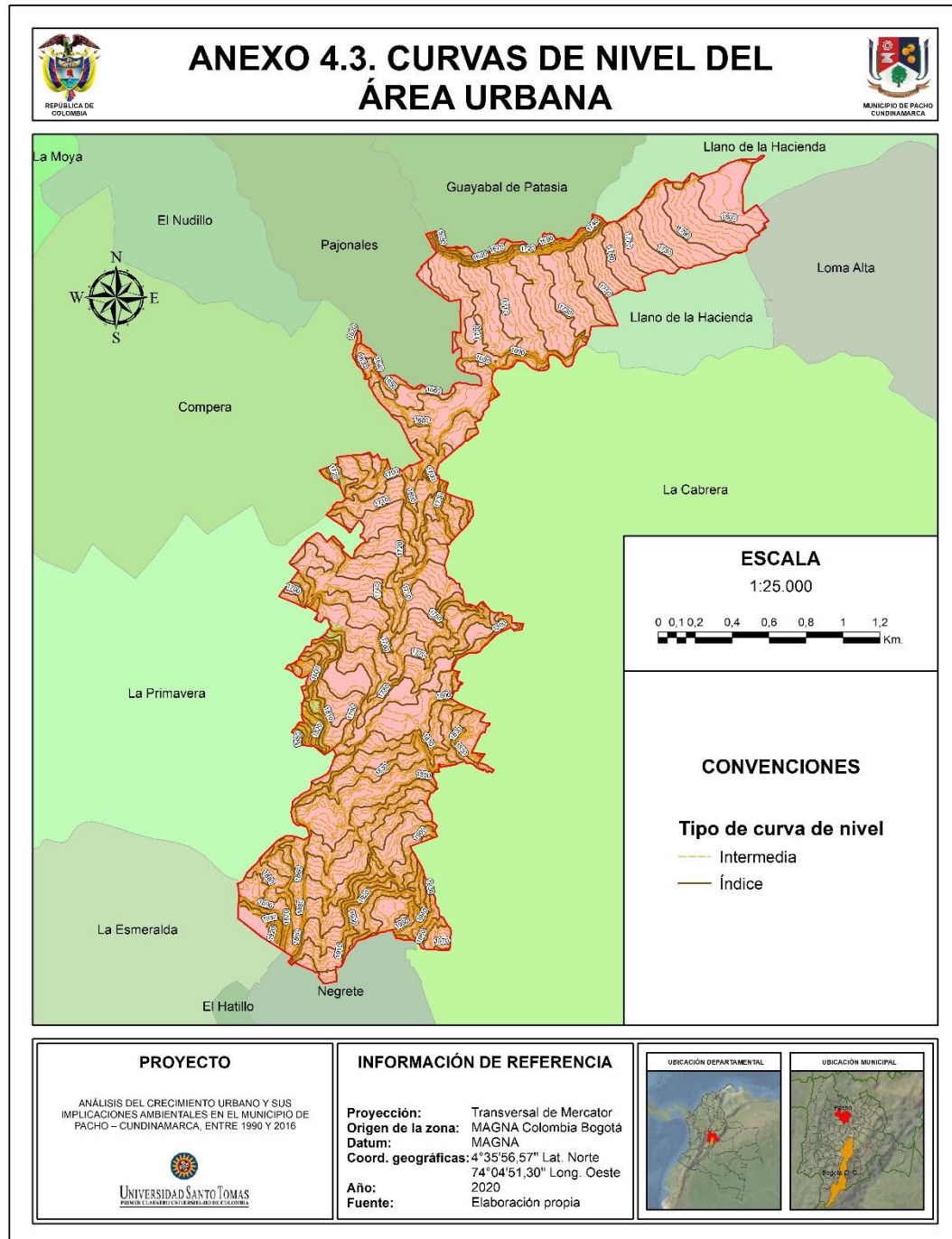
Anexo 4.2. Malla vial del área urbana



**Fuente:** tomado y adaptado de lo elaborado por Arco C & C Ltda. para el municipio de Pacho, del departamento de Cundinamarca, por el contrato de consultoría no. 125 del 2017.

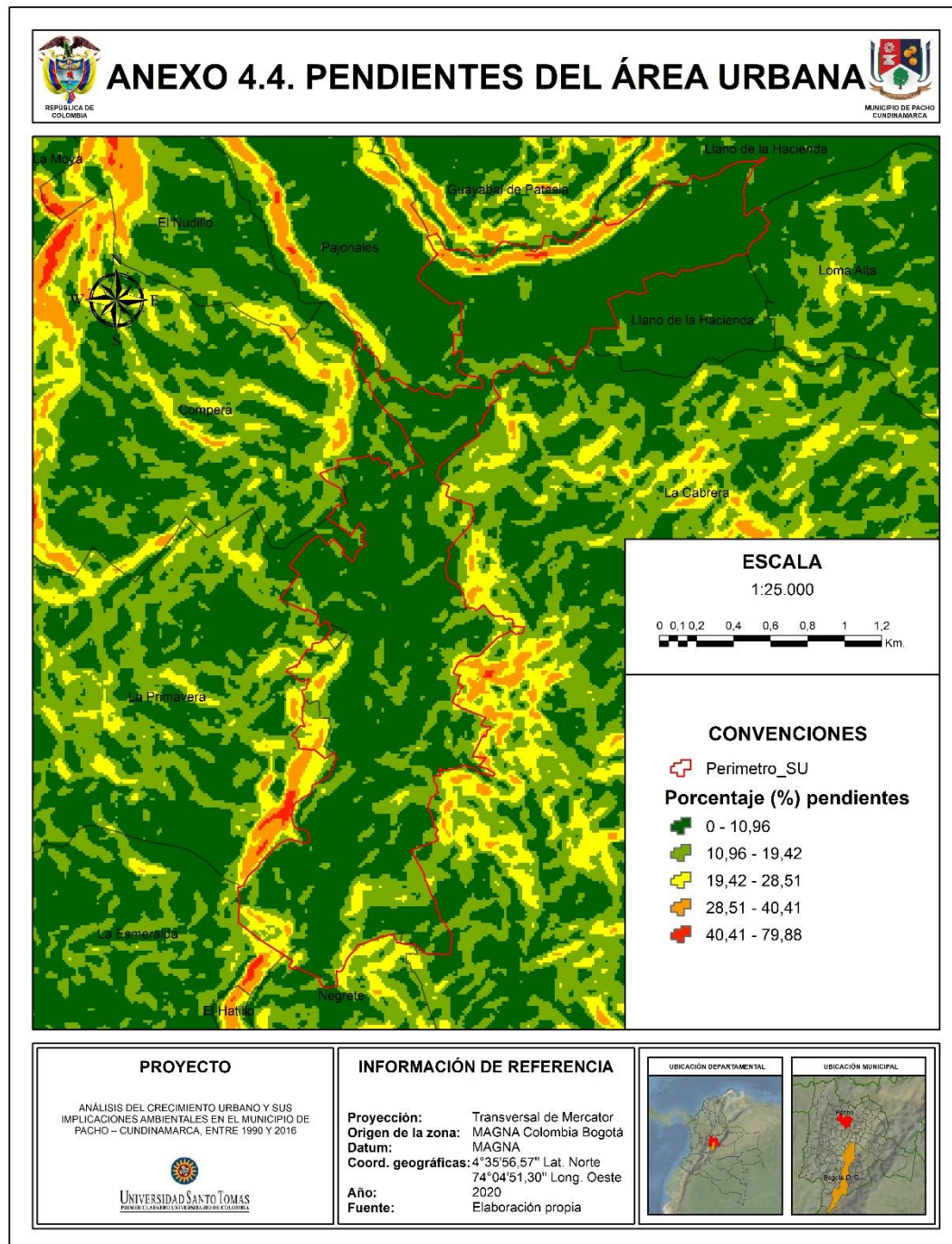
ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE 1990 Y 2016

Anexo 4.3. Curvas de nivel del área urbana



**Fuente:** tomado y adaptado de lo elaborado por Arco C & C Ltda. para el municipio de Pacho, del departamento de Cundinamarca, por el contrato de consultoría no. 125 del 2017.

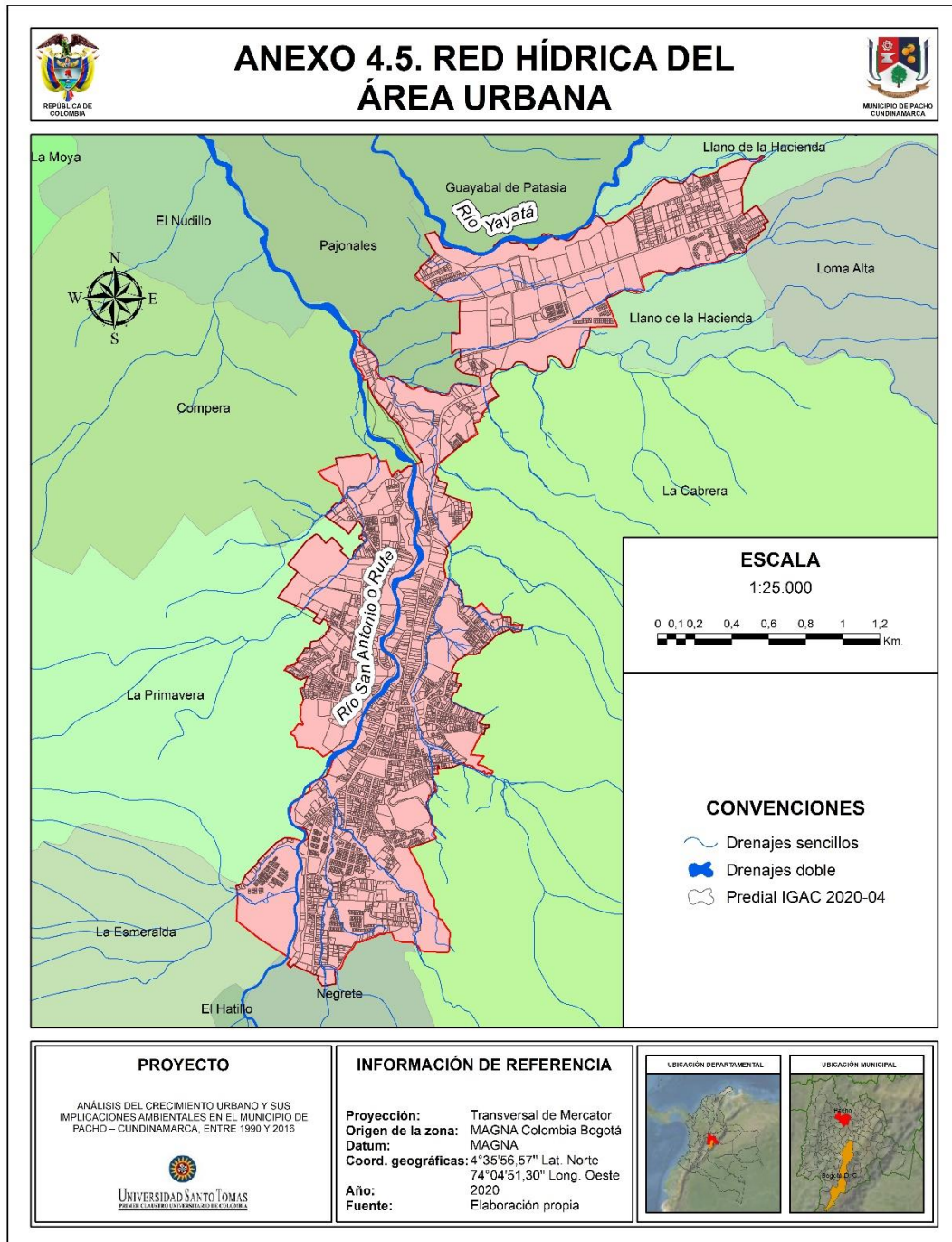
Anexo 4.4. Pendientes del área urbana



**Fuente:** desarrollado por los Autores, por medio de la información generada en el Contrato de Consultoría no. 125 del 2017, entre el municipio y Arco C & C Ltda.

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SUS IMPLICACIONES AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE PACHO – CUNDINAMARCA, ENTRE 1990 Y 2016

**Anexo 4.5. Red hídrica del área urbana**



**Fuente:** desarrollado por los Autores, por medio de la información generada en el Contrato de Consultoría no. 125 del 2017, entre el municipio y Arco C & C Ltda.

## **Anexo 5. Imágenes de resultado del aplicativo Aguapp**

(Se encuentran adjuntas al documento, dentro de la carpeta Anexos)