

**EVALUACIÓN DE LA AFECTACIÓN DE COBERTURAS A CAUSA DEL DESARROLLO DE
LOTEOS EN EL SECTOR DEL OCASO DEL MUNICIPIO DE ZIPACÓN
CUNDINAMARCA**

**DIANA LORENA MILLAN ORDUZ
DANIELA STEFANIA CORREDOR RICO**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
INGENIERÍA AMBIENTAL**

BOGOTÁ

2021

**EVALUACIÓN DE LA AFECTACIÓN DE COBERTURAS A CAUSA DEL DESARROLLO DE
LOTEOS EN EL SECTOR DEL OCASO DEL MUNICIPIO DE ZIPACÓN
CUNDINAMARCA**

Autores

**Diana Lorena Millan Orduz
Código 20152180059**

**Daniela Stefania Corredor Rico
Código 20152180052**

Trabajo de grado para optar el título de Ingenieras Ambientales

Director

**Cesar Augusto García Valbuena
Ingeniero Forestal con Especialización en Evaluación Del Impacto Ambiental de
Proyectos**

SEMILLERO TECNOAPRO

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
INGENIERÍA AMBIENTAL**

BOGOTÁ

2021

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por permitirnos llevar a cabo este trabajo, a nuestras familias por su apoyo constante, a nuestro director de grado el profesor Cesar Augusto García Valbuena por guiarnos en cada etapa de esta investigación y compartir su conocimiento para aplicarlo en el desarrollo del trabajo.

Agradecemos a la señora Claudia Osorio, secretaria de la Alcaldía del Municipio de Zipacón, por su aporte y atención en la información primaria sobre el municipio.

Finalmente, agradecemos también a nuestras compañeras por el apoyo y ánimo que nos brindaron en el desarrollo de la investigación.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
3. OBJETIVOS.....	14
3.1 Objetivo General.....	14
3.2 Objetivos específicos.....	14
4. ESTADO DEL ARTE.....	15
5. MARCO CONCEPTUAL	22
5.1 Desarrollo sostenible.....	22
5.2 Ordenamiento territorial	22
5.3 Patrones de paisajes.....	24
5.4 Modelo FPEIR.....	24
6. METODOLOGÍA.....	25
6.1 Delimitación del polígono de estudio	25
6.2 Análisis del modelo FPEIR.....	27
6.2.1 Análisis demográfico.....	28
6.2.2 Análisis multitemporal Metodología de Google Earth Engine	28
6.3 Formulación de indicadores.....	40
7.RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	40
7.1 Delimitación del polígono de estudio	40
7.2 Análisis del modelo FPEIR.....	42
7.2.1 Fuerzas Motrices.....	42
7.2.2 Presiones.....	53
7.2.3 Estado	58
7.2.4 Impacto	65
7.2.5 Respuesta.....	80
7.3 Formulación de indicadores.....	87
7.4 Cálculo de indicadores	98
7.4.1 Cálculo del indicador proceso de transformación del paisaje (CUSNP-1)	98
7.4.2 Cálculo del indicador estado de vegetación (CUSNP-2).....	98

7.4.3 Cálculo del indicador conflicto de uso del suelo (CUSNP-3).....	98
7.3.4 Cálculo del indicador de estado de uso del agua (CUSNP-4).....	99
7.3.5 Riesgo de la calidad del agua para consumo humano IRCAm (CUSNP-5).....	99
7.3.6 Cálculo del indicador de dinámica poblacional (CUSNP-6).....	100
7.3.7 Cálculo del indicador nivel de cobertura de servicios (CUSNP-7).....	100
7.3.8 Cálculo de la integral municipal (CUSNP-8)	100
7.3.9 Variación en la forma de distribución de la tierra (CUSNP-9)	100
7.5 Resultados cartográficos	101
8. CONCLUSIONES	101
9. RECOMENDACIONES.....	102
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo PER	20
Figura 2. Modelo FPEIR	21
Figura 3. Determinación del rumbo.....	27
Figura 4. Representación del índice NDVI.....	30
Figura 5. Representación visual y cuantitativa del índice NDVI en GEE	31
Figura 6. Cobertura de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	32
Figura 7. Cobertura de Bosque Denso Bajo.....	32
Figura 8. Ejemplo de configuración de los puntos de muestreo y entrenamiento.....	33
Figura 9. Representación de la limitación del índice NDVI a escalas grandes	34
Figura 10. Descarga de imágenes satelitales PLANET.....	35
Figura 11. Ejemplo del cálculo del índice BSI en GEE para Landsat 8	37
Figura 12. Representación visual y cuantitativa de la deforestación identificada por la Universidad de Maryland en GEE.....	38
Figura 13. Árbol de decisión para identificar procesos de transformación que alteran el patrón espacial de los paisajes.....	40
Figura 14. Área de estudio delimitada por puntos arcifinios	41
Figura 15. Prueba de la actualización del esquema de ordenamiento territorial según la alcaldía de Zipacón año 2019.....	47
Figura 16. Exportaciones del sector floricultor Vs. TRM	49
Figura 17. Ingresos del sector floricultor Vs TRM.....	50
Figura 18. Caracterización climática del sector El Ocaso.....	57
Figura . Amenaza y riesgo por movimientos en masa	62
Figura . Amenaza y riesgo por avenidas torrenciales.....	63
Figura . Amenaza y riesgo por incendios forestales	63
Figura 19. Estado de las coberturas del sector del Ocaso año 200.....	64
Figura 20. Espectro de reflectancia típico de una planta sana y estresada.....	69
Figura . Representación gráfica de áreas deforestadas y reforestadas.....	75
Figura 25. Síntesis del modelo FPEIR sector del Ocaso	87

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Fechas disponibles de cada satélite utilizado para el análisis.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 2. Intervalo 1 de clasificación del índice NDVI.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 3. Intervalo 2 de clasificación del índice NDVI coberturas Corine Land Cover.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 4. Intervalo de clasificación del índice NDVI para imágenes Planet.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 5. Intervalo 1 de clasificación del índice NDBI.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 6. Intervalo 2 de clasificación del índice NDBI coberturas Corine Land Cover.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 7. Intervalo de clasificación del índice BSI coberturas Corine Land Cover.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 8. Representación de la tabla elaborada para los límites arcifinios del área de estudio.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 9. Costos globales promedio de los municipios y valores promedio por hectárea.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 10. Resultados del censo nacional de población y vivienda 2018.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 11. Línea base año 2000.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 12. Estado de las coberturas del sector del Ocaso en el año 2000.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 13. Cuantificación del cambio de coberturas del año 2000 al año 2020.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 14. Porcentaje de cobertura vegetal para el año 2000.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla . Cobertura de servicios públicos.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 16. Resultados de los 9 subindicadores.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 17. Indicador GLOBAL de cambio de uso del suelo no planificado CUSNP.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 18. Ficha del indicador Proceso de transformación del paisaje.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 19. Ficha del indicador estado de vegetación.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 20. Ficha del indicador conflicto por uso del suelo.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 21. Ficha del indicador estado del uso de agua.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 22. Ficha del indicador calidad de agua.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 23. Ficha del indicador dinámica de población y vivienda.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 24. Ficha del indicador nivel de cobertura de servicios.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 25. Ficha del indicador desempeño integral municipal.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 26. Ficha del indicador variación en la forma de distribución de la tierra.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 27. Determinación del cambio de paisajes según árbol de decisión.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 28. Cálculo de áreas en conflicto por uso del suelo.....</i>	<i>99</i>

Tabla 29.Resultados de los índices ICA e ICOMO	99
Tabla 30.Variación de número de Lotes según área	100

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.Cambio de la cobertura de bosque denso bajo a partir del índice NDVI (2000-2020).....	69
Gráfico 2.Cambio de la cobertura de bosques fragmentados con vegetación secundaria a partir del índice NDVI (2000-2020)	69
Gráfico 3.Cambio en la cobertura mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales a partir del índice NDVI (2000-2020)	69
Gráfico 4.Cambio de la cobertura de tejido urbano a partir del índice NDVI (2000-2020)	70
Gráfico 6.Cambio de la cobertura de tejido Urbano discontinuo a partir del índice NDVI (2000-2020).....	70
Gráfico 5. Cambio de la cobertura de tejido Urbano discontinuo a partir del índice NDVI (2000-2020).....	70
Gráfico 7.Cambio de la cobertura de bosque denso bajo a partir del índice NDVI -Planet (2000-2020).....	71
Gráfico 10.Cambio en la cobertura mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales a partir del índice NDVI-Planet (2000-2020)	71
Gráfico 8.Cambio de la cobertura de tejido urbano a partir del índice NDVI (2000-2020)	71
Gráfico 9. Cambio de la cobertura de tejido Urbano discontinuo a partir del índice NDVI-Planet (2000-2020)	71
Gráfico 11.Cambio en las coberturas de bosques fragmentados con vegetación secundaria a partir del índice NDVI-Planet (2000-2020).....	71
Gráfico 12.Cambio de la cobertura de bosque denso bajo a partir del índice NDBI (2000-2020)	72
Gráfico 13.Cambios de coberturas de mosaico de cultivos con pastos y espacios naturales-NDBI (2000-2020)	73
Gráfico 14.Cambio de la cobertura de bosques fragmentados con vegetación secundaria-NDBI (2000-2020)	73
Gráfico 15.Cambio de cobertura de tejido urbano discontinuo a partir del índice NDBI (2000-2020).....	73
Gráfico 16.Cambio de cobertura de tejido urbano a partir del índice NDBI (2000-2020)	73
Gráfico 17.Cambio de cobertura de bosque denso bajo a partir del índice BSI (2000-2020).....	73
Gráfico 18.Cambio de cobertura de mosaico de cultivos,pastos y espacios naturales a partir del Índice BSI (2000-2020)	74
Gráfico 19. Cambio de coberturas de bosques fragmentados con vegetación secundaria a partir del Índice BSI (2000-2020)	74
Gráfico 20.Cambio de la cobertura tejido urbano a partir del índice BSI (2000-2020).....	74

<i>Gráfico 21. Cambio de la cobertura de tejido urbano discontinuo a partir del índice BSI (2000-2020).....</i>	<i>74</i>
<i>Gráfico 22. Héctareas de pérdida bruta de cobertura forestal periodo 2001-2020.....</i>	<i>75</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1. Límites arcifinios del área de estudio</i>	
<i>Anexo 2. Población del municipio de Zipacón desde 2000 al 2020</i>	
<i>Anexo 3. Tabla de clasificación de coberturas según estado de vegetación-índice NDVI</i>	
<i>Anexo 4. Clasificación de coberturas según estado de vegetación-índice NDVI</i>	
<i>Anexo 5.. Tabla de clasificación de coberturas según estado de vegetación-índice NDVI Planet</i>	
<i>Anexo 6. Clasificación de coberturas según estado de vegetación-índice NDVI Planet</i>	
<i>Anexo 7. Tabla de clasificación de coberturas según estado de vegetación-índice NDBI</i>	
<i>Anexo 8. Clasificación de coberturas según estado de vegetación-índice NDBI</i>	
<i>Anexo 9. Tabla de clasificación de coberturas según estado de vegetación-índice BSI</i>	
<i>Anexo 10. Clasificación de coberturas según estado de vegetación-índice BSI</i>	
<i>Anexo 11. Muestreos realizados para la clasificación de coberturas</i>	
<i>Anexo 12. Cobertura del servicio de energía en el municipio de Zipacón</i>	
<i>Anexo 13. Cobertura del servicio de acueducto en el municipio de Zipacón</i>	
<i>Anexo 14. Cobertura del servicio de alcantarillado en el municipio de Zipacón</i>	
<i>Anexo 15. Cobertura del servicio de gas en el municipio de Zipacón</i>	
<i>Anexo 16. Cobertura del servicio de recolección de basura en el municipio de Zipacón</i>	
<i>Anexo 17. Cobertura del servicio de internet en el municipio de Zipacón</i>	
<i>Anexo 18. Entrevistas realizadas en el sector del Ocaso</i>	
<i>Anexo 19. Evaluación agropecuaria del municipio de Zipacón, Cundinamarca</i>	
<i>Anexo 20. Tabla resumen del modelo FPEIR sector del Ocaso, Zipacón, Cundinamarca</i>	
<i>Anexo 21. Matriz de identificación de impactos</i>	

RESUMEN

“Los suelos de Colombia son diversos y frágiles, el país cuenta con 11 de los 12 órdenes de suelos existentes en el mundo a excepción de los gelisoles. Se destacan los suelos incipientes, poco evolucionados con un 58.11 % (entisoles e inceptisoles). Los mejores suelos agrícolas (andisoles y molisoles) apenas cubren 8.5 millones de hectáreas, equivalente al 7.5% del territorio nacional” (IGAC, 2012, p. 101)

Sin embargo, estos suelos no son utilizados de manera adecuada y presentan procesos de degradación por la creciente demanda de bienes y servicios, según (SIAC, n.d., para. 4) esto se debe al desconocimiento de las funciones y de las alternativas para su recuperación, restauración y rehabilitación dentro de los procesos de planeación de ordenamiento territorial; puesto que presentan debilidad en los procesos de seguimiento a la calidad de los suelos, desarticulación institucional y carencia de normas e instrumentos para la gestión sostenible del suelo.

Todo esto se presenta a pesar de que existen leyes e instituciones que tienen como fin velar por la gestión y el cumplimiento de las mismas, se encuentra una falencia en la ejecución de las funciones, adicional a ello, la falta de vinculación de los sectores técnicos y científicos con los entes que regulan y realizan estos planes de ordenamiento, ocasionando que haya una carencia de información o que la misma se encuentre desactualizada, generando a su vez la ejecución de medidas incorrectas que afectan de manera irremediable estos recursos.

Uno de los fenómenos que más se ha presentado a raíz de estas falencias en el ordenamiento del territorio es el volteo de tierras, ello puede evidenciarse en los municipios del departamento de Cundinamarca más cercanos a la ciudad de Bogotá, como una consecuencia indirecta del crecimiento poblacional y la demanda de vivienda campestre y recreacional de los habitantes.

Estos acontecimientos hacen resaltar la importancia de plantear un ordenamiento del territorio articulado que evalúe la complejidad del sistema, para esto, se realizó el presente trabajo de grado desarrollando una metodología para evaluar los cambios de uso en el suelo, en este caso la afectación de las coberturas a causa del desarrollo de loteos, de manera que en primer lugar se definió el área de estudio mediante puntos arcifinios para establecer un polígono consistente que pueda ser utilizado en otros análisis libre de errores de ubicación, con solidez en la delimitación técnica y en campo.

Posteriormente para evaluar el desarrollo de loteos mediante el modelo Fuerza Motriz -Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR) se tuvo en cuenta la premisa de que a pesar de que la línea de conducción del sistema indica que las fuerzas impulsoras generan unas respuestas e impactos, el sistema está en constante retroalimentación, cabe mencionar que el estado está ligado siempre a lo que pasa en todo el sistema. Así las cosas, se estudiaron todas las fuerzas motrices impulsoras (Marco normativo, componentes del ordenamiento en el sector del ocaso, y las dinámicas socioeconómicas) que se asociaban con la generación de presiones (cambios en la forma de distribución de la tierra, modificación de la dinámica agrícola, dinámica poblacional y demanda de servicios básicos y generación de residuos sólidos). Al obtener estas presiones, se determinó el año 2000 como línea base, puesto que corresponde al periodo en el que la alcaldía de Zipacón publicó su último Esquema de Ordenamiento Territorial; por otro lado, para obtener el estado de las coberturas y evaluar de manera multitemporal los cambios, se realizó un procesamiento de imágenes satelitales por medio de la elaboración de algoritmos en la plataforma Google Earth Engine (GEE) que permitieron determinar el cambio de coberturas según la clasificación de Corine Land Cover.

Los impactos se determinaron de acuerdo con las presiones identificadas anteriormente, obteniéndose un total de 9 impactos de los cuales se destacan principalmente la alteración de coberturas vegetales y la modificación de actividades económicas de las zonas. De manera que, según estos impactos se procedió a identificar las respuestas de las diferentes entidades (políticas

territoriales), se evaluó de manera multitemporal los cambios en las coberturas de servicios básicos, las coberturas de la tierra, y el sector agropecuario. Adicionalmente, se identificaron las diferentes zonas de amenaza y riesgo que presenta el sector del Ocaso, dando así, la importancia de la gestión del riesgo en la planificación.

Finalmente, con todos elementos que brindó el modelo FPEIR se propuso un indicador global denominado “Cambio de uso del suelo no planificado (desarrollo de loteos)”, el cual está conformado por 9 subindicadores, teniendo como resultado total un valor de 36, lo que indica que el sector del Ocaso presenta un cambio alto de uso del suelo o un cambio no planificado, dado principalmente por el aumento de los lotes menores a 1Ha, que se observa en el proceso de transformación del paisaje pérdida de parches (attrition), y un déficit en la gestión de calidad de agua y cobertura de servicios públicos. De esta manera, se concluyó que las coberturas vegetales de bosques densos bajos y bosques fragmentados con vegetación secundaria presentan una afectación debido a la pérdida de parches, lo cual a su vez representa un desequilibrio en los ecosistemas allí presentes.

ABSTRACT

“The soils of Colombia are diverse and fragile, the country has 11 of the 12 existing orders of soils in the world with the exception of gelisols. The incipient soils stand out, little evolved with 58.11% (entisols and inceptisols). The best agricultural soils (andisols and molisols) barely cover 8.5 million hectares, equivalent to 7.5% of the national territory”(IGAC, 2012, p. 101)

However, these soils are not used properly and present degradation processes due to the growing demand for goods and services, according to (SIAC, nd, para. 4) this is due to ignorance of the functions and alternatives for their recovery , restoration and rehabilitation within the planning processes of land use; since they present weakness in the processes of monitoring the quality of the soils, institutional disarticulation and lack of norms and instruments for sustainable soil management.

All this occurs despite the fact that there are laws and institutions that are intended to ensure the management and compliance with them, there is a flaw in the execution of the functions, in addition to this, the lack of linkage of the technical sectors and scientists with the entities that regulate and carry out these management plans, causing a lack of information or that it is outdated, generating in turn the execution of incorrect measures that irremediably affect these resources.

One of the phenomena that has occurred the most as a result of these shortcomings in the planning of the territory is the turning of lands, this can be evidenced in the municipalities of the department of Cundinamarca closest to the city of Bogotá, as an indirect consequence of population growth and the demand for rural and recreational housing of the inhabitants.

These events highlight the importance of proposing an articulated territorial ordering that evaluates the complexity of the system, for this, the present degree work was carried out developing a methodology to evaluate the changes in land use, in this case the affectation of the coverage due to the development of subdivisions, so that in the first place the study area was defined using arcifine points to establish a consistent polygon that can be used in other analyzes free of location errors, with solid technical and field delimitation. .

Subsequently, to evaluate the development of plots by means of the Motive Force-Pressure-State-Impact-Response (FPEIR) model, the premise was taken into account that despite the fact that the system conduction line indicates that the driving forces generate responses and impacts, the system is in constant feedback, it is worth mentioning that the state is always linked to what happens throughout the system. Thus, all the driving forces were studied (normative framework, components of the order in the sunset sector, and socioeconomic dynamics) that were associated

with the generation of pressures (changes in the form of land distribution, modification of agricultural dynamics, population dynamics and demand for basic services and solid waste generation). Upon obtaining these pressures, the year 2000 was determined as the baseline, since it corresponds to the period in which the mayor of Zipacón published its last Territorial Ordering Scheme; On the other hand, to obtain the status of the coverage and evaluate the changes in a multitemporal way, a processing of satellite images was carried out by means of the development of algorithms in the Google Earth Engine (GEE) platform that allowed determining the change of coverage according to Corine Land Cover's classification.

The impacts were determined in accordance with the pressures identified above, obtaining a total of 9 impacts, of which the alteration of vegetation cover and the modification of economic activities in the zones stand out. Thus, according to these impacts, the responses of the different entities (territorial policies) were identified, the changes in the coverage of basic services, land coverage, and the agricultural sector were evaluated in a multitemporal manner. Additionally, the different threat and risk areas presented by the Ocaso sector were identified, thus giving the importance of risk management in planning.

Finally, with all the elements provided by the FPEIR model, a global indicator called "Unplanned land use change (development of plots)" was proposed, which is made up of 9 sub-indicators, resulting in a total value of 36, which indicates that the Ocaso sector presents a high change in land use or an unplanned change, mainly due to the increase in plots smaller than 1Ha, which is observed in the process of transformation of the landscape, loss of patches (attrition), and a deficit in the management of water quality and coverage of public services. In this way, it was concluded that the plant covers of low dense forests and fragmented forests with secondary vegetation are affected due to the loss of patches, which in turn represents an imbalance in the ecosystems present there.

1. INTRODUCCIÓN

La carencia de información sobre las consecuencias del cambio de uso del suelo en el municipio de Zipacón, Cundinamarca tanto en el medio biótico, abiótico y socioeconómico, conlleva a la elaboración de la evaluación del desarrollo de loteos en el sector El Ocaso. Lo anterior, se fundamenta en que no existen las suficientes herramientas, ni datos precisos para toma decisiones sobre el uso del suelo, ya que estos cambios, fueron unas de las principales causas para que la superficie de los ecosistemas naturales andinos en las últimas décadas tuviera un área total de ecosistemas transformados de 30.097,92 Ha tan solo en el periodo comprendido entre 1985-2005. Dentro de los que tuvieron una reducción mayor al 50% se encuentra el oro bioma azonal andino del altiplano cundiboyacense (Romero, M, Cabrera & Ortiz, 2008, p. 129), en especial por su gran vulnerabilidad al encontrarse en superficies pequeñas tipo isla y la amenaza de la expansión de frontera agrícola y urbana de los municipios con gran influencia de la ciudad de Bogotá (Veloza, 2017, p. 9).

“El ingeniero Cesar García Valbuena declaró recientemente que durante los últimos 15 años se nota en la zona enmarcada por lo que conocemos como Laguna Verde, La Capilla, Cartagena y El Ocaso, cambios de uso del suelo de hecho, debido a múltiples loteos que se vienen presentando en las áreas mencionadas causando pérdidas en coberturas vegetales, como también en cultivos y zonas para pastoreo. Esto es preocupante en el sentido de que el patrimonio natural y productivo de la zona se ha venido deteriorando en los últimos años, es por esto que se hace importante el poder demostrar con instrumentos y tecnologías con bases científicas dicha aseveración” (C. A. García, 2020, n. Comunicación personal 02 de octubre de 2020) .

Por lo tanto, se realizó el análisis de coberturas mediante “Google Earth Engine” ya que es una plataforma creada para el análisis científico de imágenes satelitales, cuya recopilación se ha dado por más de cuarenta años, y se combina con un lenguaje de programación de JavaScript y Python. Esta herramienta permitió el análisis de datos para determinar los cambios en el paisaje causados por los loteos de tierra (como la fragmentación, perforación, agravación, creación o eliminación de los ecosistemas). Los resultados del procesamiento se incorporaron al modelo FPEIR para la formulación de indicadores permitiendo evaluar si se desarrollaron loteos en el área de estudios y si estos ocasionaron afectación.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, las regiones urbanizadas ocupan un área no mayor a 416.800 ha, equivalente a un 0,37 % del territorio nacional, cifra que parece insignificante. Sin embargo, las relaciones que se presentan entre las áreas urbanas generan una dinámica más allá de los límites de los centros urbanos y en consecuencia, una presión sobre las áreas rurales (UPRA, 2018, p. 6). Puesto que el crecimiento y la concentración poblacional se manifiesta en la necesidad de buscar nuevos servicios ambientales de calidad que conllevan generalmente a la mala planificación del uso y ocupación del territorio, la fragmentación y pérdida de la funcionalidad en los ecosistemas, el cambio en el uso del suelo y el desplazamiento o la extinción de la biodiversidad con la subsiguiente distribución inequitativa de los recursos naturales, entre otros fenómenos (IAVH, 2004).

Así mismo, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt en su Informe IPBES Colombia (Forero et al., 2019) afirmó, que uno de los motores directos que más contribuyen a la transformación y pérdida de biodiversidad es la degradación de suelos, la cual es incrementada por causas naturales y antrópicas como la expansión urbana en áreas rurales. Esta expansión urbana, se fundamenta ya que la concentración de la población en las ciudades ha incrementado. Bogotá, por ejemplo, pasó de contar con 86 mil habitantes en el censo de 1907 a más de 7 millones en el de 2018. Por lo tanto, para albergar a la creciente y numerosa población que habita en las ciudades se requieren desarrollos urbanos que ocupan espacio, y que, por lo general, alteran radicalmente el uso del suelo, que pasa de ser natural o rural, para transformarse

en suelo urbano recubierto por edificaciones que fragmentan los ecosistemas, de manera que interrumpen, bloquean y obstaculizan los flujos naturales de materia, energía e información que los surcan; y adicionalmente, la urbanización altera la temperatura ambiente, generando las islas de calor que contribuyen con el cambio climático.

Así, lo anterior ratifica, los conflictos del ordenamiento territorial identificados por la UPRA(2018, p. 18) que son principalmente las decisiones sobre clasificación del suelo (expansión, suburbano y campestre) ya que no responden a una planificación ordenada del territorio urbano y rural, puesto que el desarrollo de programas desde el Gobierno Nacional ha facultado a los municipios para adelantar procesos de expansión urbana sin consideración del impacto sobre áreas rurales para usos agropecuarios. Adicionalmente, la normativa agraria y de desarrollo rural campesino, no se incluye explícitamente la relación agropecuaria y desarrollo rural con ordenamiento territorial, por lo cual las áreas de desarrollo rural no se proyectan como escenarios de ordenamiento territorial y las instancias de articulación han sido poco efectivas.

El procurador delegado nacional para asuntos ambientales y agrarios Diego Trujillo expreso que el fenómeno de volteo de tierras está asociado también con la desactualización también se presentó en el Censo Nacional Agropecuario del año 2014, en el que el DANE no realizo un censo enfocado en conocer que había en los territorios, en qué estado estaba y para que se utilizaba la tierra, sino que hizo un inventario de tierras con el fin de identificar las tierras disponibles para invadir y mal utilizarlos. En este sentido, la procuraduría exigió realizar la encuesta campesina con la cual se obtuvo información real del estado de los suelos (FIDATEC, 2021).

De esta forma, se puede ver con claridad los grandes problemas que se generan por los cambios de uso en el suelo, y la importancia de la investigación, seguimiento y control mediante indicadores de todos los recursos naturales. Ya que como lo menciona el (IPBES, 2018, n. 7) “El manejo sostenible de la tierra y la restauración de la tierra pueden contribuir a la mitigación del cambio climático y a la adaptación a este. Las prácticas de ordenación y restauración de tierras establecidas hace tiempo podrían haber dejado de ser viables ante el cambio climático. No obstante, este riesgo, las medidas de mitigación del cambio climático y de adaptación a este que tienen como base la naturaleza siguen siendo muy promisorias.”

La evidencia de que estas medidas de mitigación son deficientes, es que, al realizar una búsqueda bibliográfica del estado actual de los recursos naturales en municipios como Zipacón, se encuentra gran vacío, acompañado de estudios no actualizados, gracias a la carencia de esta información.

De manera que, esta investigación se enfocó en la resolución de dos preguntas fundamentales: ¿Cómo podemos medir si realmente se realizaron estos cambios?, y ¿Cuáles son las principales afectaciones que se generan sobre las coberturas a partir de los cambios de uso en el suelo?

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Evaluar la afectación de las coberturas a causa del desarrollo de loteos en el sector del Ocaso del municipio de Zipacón Cundinamarca.

3.2 Objetivos específicos

- 3.2.1 Definir el área de estudio con base en los límites políticos y los límites arcifinios.
- 3.2.2 Formular los indicadores de seguimiento y monitoreo bajo el modelo fuerza motriz, presión, estado, impacto y respuesta FMPEIR.
- 3.2.3 Medir los indicadores seleccionados tomando como base un análisis multitemporal enmarcado en una evaluación ex-post.

4. ESTADO DEL ARTE

Teniendo en cuenta que el aumento de población en la ciudad de Bogotá ha ocasionado cambios estructurales en los municipios aledaños, generando cambios en el uso del suelo, modificando las dinámicas socioeconómicas y culturales de estos municipios. De estas modificaciones, surge la necesidad de cuantificar los daños ocasionados en las diferentes dimensiones involucradas.

Para asegurar cumplir con los objetivos propuestos, se realizó un estudio bibliográfico de las metodologías y avances realizados hasta la fecha en los temas seleccionados para el estudio, a grandes rasgos se encontró que la metodología más usada para este fin, es realizar un análisis multitemporal de las coberturas, así mismo, se ha usado la metodología de revisión bibliográfica en la que se comparan los usos del suelo dados por los POT y PBOT anteriores y posteriores.

En el año 2012, Alicia et al., (2013) realizó un estudio de los cambios en el suelo asociados a la expansión urbana en la zona rural del corregimiento de Pasquilla, el estudio lo hicieron mediante un análisis multitemporal en un periodo de 15 años, analizando mapas de uso del suelo generados a partir del procesamiento del software ERDAS 9,1 y ArcGIS teniendo como base la clasificación de Coordination of Information on the Environment Land Cover (CORINE). Los resultados cartográficos, se categorizaron en tres grupos: uso adecuado (sin conflicto), conflicto por subutilización y conflicto por sobreutilización. Finalmente, este cambio de coberturas se le añadió un análisis cualitativo con entrevistas a diferentes actores sociales y mapas mentales. Se obtuvo como resultado que las fincas grandes con actividad agrícola generan cambios violentos para el paisaje alterando el equilibrio ecosistémico, en un periodo de 10 años, bosques y páramos por ser reemplazados por estructuras productivas, resaltan que el aumento de la frontera agrícola es ocasionada por la presión urbana generada por el relleno sanitario Doña Juana, para lo cual se propone una acertada planificación participativa, rigurosa y sistemática que resulte en una ordenación de la capital, una armonización de términos temporales, espaciales y de gestión traducido en los instrumentos de planeación de cada nivel territorial.

Por otro lado, Angarita (2015) estudió los efectos de la transformación del municipio de Chía, en su artículo, determinó las causas del aumento en el crecimiento poblacional del municipio donde se destaca que la población migró de Bogotá a Chía por el bienestar de sus hijos, una mejor calidad de vida, tranquilidad y seguridad; transformado al municipio en un óptimo lugar para ser "Ciudad dormitorio". Estos cambios, generaron una mayor renta en el cambio del suelo rural a suelo urbano lo que indica que se contó con terrenos más atractivos para personas que buscan nuevas oportunidades sociales, laborales y económicas. Forzando a Chía implementar instrumentos de planificación física para organizar, reordenar y planificar el territorio. A pesar de todos los cambios estructurales en el municipio, se resalta un problema generado por la carencia de una buena planificación que es la congestión vehicular por la deficiencia vial en la zona norte, lo que termina en el deterioro de la calidad de vida debido a los largos tiempos de recorrido de los habitantes de Chía por falta de una adecuada infraestructura vial y de la planificación de transporte. Por ende, se hace énfasis en los efectos perjudiciales que trae consigo la congestión vehicular y la no articulación de un sistema de movilidad. Estos impactos negativos están relacionados con el deterioro de la calidad de vida de las personas de Chía que estuvieron forzadas durante el 2002-2012 a soportar mayor tiempo de desplazamientos, incrementos en los gastos de vehículos y un aumento en las horas de movilización.

El municipio de Mosquera, también ha recibido gran población bogotana en busca de acceso a viviendas que de alguna manera cuenten con más espacios verdes, pero que conserven una cercanía a la ciudad de Bogotá puesto que allí desarrollan sus actividades laborales.

En este sentido, es fundamental resaltar el estudio de los procesos de conurbación realizado por Ladino et al., (2013) en el que inicialmente, se planteó mediante bibliografía los antecedentes del municipio de Mosquera, su normatividad y el POT, luego mediante el uso de imágenes satelitales y digitalización de los mapas de entre los años 1992 y 2012 se realizó una aproximación del

comportamiento de la tendencia espacial del crecimiento urbano, este análisis cartográfico se completó con un análisis geoestadístico de datos de precipitación, temperatura, densidad de población; todo esto para terminar en la elaboración de un modelo de expansión de corredores, y áreas de amortiguación.

Concluyendo, que “El cambio en el uso del suelo y la desarticulación de los planes de ordenamiento territorial de los municipios aledaños, han impactado negativamente los flujos de energía de los ecosistemas de la Sabana de Bogotá y, por ende, se ha reducido la oferta de servicios ambientales generados en el límite municipal entre Bogotá y Mosquera. Además se concluyen que es importante redefinir el término “uso del suelo” por “uso del espacio” considerando el suelo urbano como un espacio finito, proponiendo la implementación de un modelo de ciudad compacta especializada, a partir de la creación de unidades de especialización económica zonal (UEEZ), con el objetivo de conservar el suelo rural, delimitar la expansión de las redes de los servicios públicos, reforzar la estructura ecológica principal, minimizar los tiempos de viaje, la fragmentación de los ecosistemas y la disminución de la huella ecológica de la capital; el estudio considera que la planificación de la ciudad no puede ser pensada a partir de una visión aislada y autosuficiente; por el contrario, ésta depende de manera directa del medio circundante, del control de la tasa de crecimiento y la determinación de diferentes articulaciones entre lo urbano, lo local y lo regional.” (Ladino et al., 2013)

Siguiendo con el análisis multitemporal mediante el uso de la herramienta SIG, se encuentra el trabajo de Martínez, (2018) en el que generó un procesamiento de imágenes de 1997 y 2018 por medio de la combinación de las bandas 453 en landsat 5 y 564 en landsat 8 para identificar y analizar las diferentes coberturas y cambios en el suelo, usando los índices de vegetación NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) y el MCARI (Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index). El procesamiento de las imágenes se hizo con la herramienta PCI-Geomática luego se realizó una generación vectorizada del mapa, calculando el cambio de cobertura vegetal de los cerros orientales de la ciudad; el cual pasó de 61,924275 Km² en 1997 a 45,576563 Km² en 2018, debido al desplazamiento, degradación, pérdida y fragmentación de los hábitats producido por el aumento de las ciudades capitalinas como ejes del proceso político, económico y social

Como se observa, los estudios anteriormente mencionados se basan en un análisis cartográfico vinculando en algunos casos a la comunidad, Landinez (2015) se enfocó por su lado, en los cambios presentados en el ambiente natural de los territorios de estudio revisando la perspectiva de los actores de este. Donde destaca un hito histórico importante que se profundizará más adelante, que es el hecho de las presiones por los asentamientos urbanos y la entrada de empresas, “No cabe la menor duda de que impactos producidos por el macro vector “asentamientos humanos” sobre varios recursos, “especialmente por la contaminación debido a las descargas orgánicas y residuos sólidos” según la 71) son preocupantes en términos ambientales. Cuestión que es reafirmada por la comunidad. De otro lado, la proximidad de Bogotá tiene una incidencia grande pues refuerza la función de municipios dormitorio que, con la llegada de empresas, demandan más suelo para vivienda de interés social 62). En este caso, sabana occidente se está viendo más afectada por el impacto de los dos macro vectores: urbanización e industria, así mismo, se destacan los siguientes aspectos:

- Otro aspecto en el que se comienza a tomar conciencia por sus inminentes implicaciones socioambientales, lo constituye la carga ambiental que genera el crecimiento de los municipios sobre el ecosistema. Con base en los supuestos de la economía ecológica (Martínez, 2008; Common & Stagl, 2008; Pengue, 2008) se plantea que un proceso económico (producción, consumo) y en general actividades antrópicas, producen o generan energías negativas que se traducen en desechos que alteran el equilibrio ecológico.

- Las acciones se encaminan a adecuar la infraestructura a estas actividades económicas, pero pasan por alto la generación de estructuras que soporten la carga de desechos, dando como resultado grandes impactos negativos sobre la estructura ambiental, lo que repercute a su vez en el saneamiento básico.
- Los municipios no cuentan con Sistemas de Información Geográfica que les permita tener información de calidad frente al impacto sobre sus ecosistemas de las actividades de carácter antrópico. En 1993, en un importante estudio de Gustavo Montañez sobre la región capital, publicado en la revista Cuadernos de Geografía del Departamento de Geografía de la Universidad Nacional de Colombia (1993), se concluía que era urgente que estos municipios contaran con este instrumento esencial para la toma de decisiones de política pública en materia ambiental. Casi 30 años después, no se ha hecho nada al respecto. Los funcionarios entrevistados, coinciden en afirmar que se trabaja todavía sin las condiciones técnicas necesarias para este ámbito de la política pública.

Para la evaluación del cambio de uso del suelo y análisis del fenómeno de expansión urbana en el municipio de Tenjo, Cundinamarca, Gonzalez & Roman (2011) realizaron un diagnóstico multitemporal mediante la interpretación de imágenes satelitales y la implementación del método de clasificación supervisada para determinar los cambios de cobertura presentados. Además, generaron perfiles de proyectos de ordenamiento del municipio tomando en cuenta las características geográficas y la percepción de la comunidad. Luego se realizó una matriz DOFA en donde se tuvo en cuenta aspectos ambientales, sociales y económicos que facilitan un mejor aprovechamiento del suelo del municipio generando un análisis diferenciado que les permitió determinar estrategias para contribuir con el desarrollo rural y la adecuada gestión sobre el suelo urbano relacionado con el desarrollo e implementación de planes parciales para una buena construcción de las áreas de expansión. La formulación de perfiles de proyectos se enfocó en la importancia de la clasificación del suelo en el POT vigente para que por medio de este se brindara la justificación para la importancia del crecimiento urbano y de esta forma poder planificar como un todo, todos los ámbitos que este crecimiento va a producir y así mismo llegaron a la conclusión de la relevancia que deben tener los proyectos que dan a conocer a la población, cada decisión que se toma. Debido a que en esta investigación también se concluyó que la urbanización de las áreas rurales está en crecimiento y resulta en la afectación de los servicios ecosistémicos presentes en diferentes áreas generando una desconexión ecológica lo que conlleva a la pérdida de especies, contaminación, entre otros.

Esta más que comprobado que la sobre utilización o subutilización del suelo genera grandes impactos muchas veces irreversibles, pero como ya se ha mencionado, estos temas no se pueden evaluar unilateralmente, y por esto surge la pregunta de ¿Cuál es la respuesta de los ecosistemas a las presiones generadas por el cambio de uso en el suelo?

En este sentido Segura (2020) hizo un estudio más completo puesto que evaluó y cuantificó los cambios de suelo a nivel de la microcuenca de la quebrada Las Cañas del páramo de Siscunsi en el departamento de Boyacá mediante un análisis multitemporal entre los años 1971 y 2018 teniendo en cuenta características como la morfología, red hídrica y carreteras cercanas al páramo por medio de procesamiento de imágenes multiespectrales de los satélites Landsat (Descargados de la UCGS) con la clasificación de Corine Land Cover Colombia. Es decir una metodología similar a las descritas anteriormente le añadió un factor fundamental que es el cambio climático mediante el análisis del balance hídrico por medio de las estaciones climáticas del IDEAM y la ayuda del software "Hidroesta 2" para calcular el periodo de retorno de 50 años en función de las curvas intensidad duración y frecuencia (IDF), donde se observó que los cuerpos de agua aumentarán en un 15% con respecto a las predicciones, también se realizó el cálculo de caudales por el método racional y la conversión cálculo de escorrentía a unidades de caudal. Generando todos los elementos para crear un modelo multitemporal de comportamiento hídrico vs uso del suelo con la finalidad de transferir los posibles escenarios de este comportamiento a la

comunidad. Donde se concluye que los cuerpos de agua han perdido alrededor del 30% de su área, y que las actividades agropecuarias han disminuido en 11% del total del área de la microcuenca, los sistemas forestales han presentado una ganancia del 33% de su cobertura, y las áreas de conservación aumentaron 50%. También se concluye que la región no presenta déficit hídrico, lo que indica que no existen pérdidas.

Rey & Solarte (2020) (Rey & Solarte, 2020) establecen que en el municipio de la Calera, no se ha logrado cumplir los objetivos del plan de ordenamiento territorial en el área urbana y rural lo que produce una falta de control en la expansión del casco urbano, generando una desorganización y crecimiento poco moderado y controlado, perdiendo su vocación rural y campesina. Plantea que las causas son los predios inasequibles para personas con recursos económicos promedios o bajos, los lotes suburbanos con servicios públicos limitados y el constante crecimiento poblacional.

Este problema se ha identificado previamente por los organismos de control como lo es el Ministerio de Vivienda (2018) ya que el ministro manifestó que el Congreso de la República debía hacer modificaciones a la ley de desarrollo territorial para que esto permitiese controlar, vigilar y acompañar la implementación de los POT. Esto, lo fundamentaban en que para el 2018 se contaba solo con 30 funcionarios y con un presupuesto de \$3.210 millones de pesos para hacer el seguimiento de los Planes de Ordenamiento Territorial –POT. Finalmente, este funcionario recalca la importancia de la incorporación de la gestión del riesgo, puesto que 353 municipios del país tienen una amenaza alta por riesgo de movimientos en masa.

Entendiendo más el contexto por el cual se generan estos efectos, Rey & Solarte (2020) realizaron un procesamiento de la información disponible, comparando los usos del suelo del POT y el PBOT proyectado para cada predio clasificándolos según su uso y especificando si hay variación entre los dos documentos de referencia. De manera general concluyen que el PBOT proyectado cuenta con más categorías de uso del suelo que permite atender las necesidades de la población en el sector, sin embargo, se evidencia un incremento en el uso de suelo suburbano de servicio y una disminución del suelo de vivienda campestre. Así mismo, se determina que los usos del suelo se van modificando de acuerdo al desarrollo y a las presiones presentes en cada municipio, esto obliga a que se implemente una gestión territorial que cuente con las herramientas necesarias para dar un seguimiento y monitoreo a las dinámicas presentes.

Los planes de ordenamiento territorial son instrumentos fundamentales para un correcto desarrollo de los territorios, puesto que garantizan una buena administración de los recursos disponibles, porque se hace un estudio completo sobre las condiciones de cada territorio, las características especiales con las que cuenta cada ecosistema y dimensión, y esto permite formular hacia futuro, haciendo uso eficiente de los recursos disponibles. Por lo tanto, es de suma importancia elaborarlos con todas las herramientas técnicas y de medición que permitan tener decisiones con bases científicas.

Lo anterior nos muestra que a pesar de que son evidentes las presiones generadas a los municipios de Cundinamarca debido a las dinámicas poblacionales y al déficit de ordenamiento del territorio, los estudios no han sido actualizados y como lo menciona Landinez (2015) se han pasado casi 30 años y no se han hecho esfuerzos por mejorar los recursos cartográficos, que son un elemento primordial, para mejorar el seguimiento y monitoreo de los impactos anteriormente mencionados. Adicionalmente, se debe recalcar que todos los cambios de coberturas que se han estudiado, se han podido cuantificar puesto que son cambios drásticos como ocurre en los municipios de Chía, Cota, Mosquera, Funza, etc. Pero, ¿Qué ocurre cuando la escala de la información disponible no permite cuantificar los cambios de coberturas? O, ¿Cuándo los datos disponibles no son los suficientes para realizar un completo análisis multitemporal?

Todo lo anterior nos lleva a recalcar la importancia del ordenamiento territorial, y la articulación de la evaluación de impacto ambiental con esta formulación de los planes de ordenamiento y demás instrumentos de planificación como el POMCA. Esta articulación va a permitir que se tengan en cuenta los estudios realizados por la academia en la formulación de los nuevos planes.

Además de esta articulación, se considera que es necesaria una actualización periódica, que cumpla con lo señalado en la (Ley 388 de 1997) en la que se establece que los municipios deben proponer planes de ordenamiento territorial con metas de largo plazo establecidas en un tiempo de 12 años, y la última actualización que ha hecho el municipio de Zipacón es del 30 de agosto del año 2013 que es el ajuste del EOT acuerdo 013, en el cual solo se establecen unos cambios en el uso del suelo, más no se reformula ni se actualiza nada. Provocando que los planes de desarrollo se formulen con bases débiles de la proyección del territorio y las verdaderas necesidades de la comunidad.

Lo anterior se confirma en la entrevista realizada por el Instituto de Estudios Urbanos de la Universidad Nacional, a Dorys Patricia Noy Palacios, coordinadora del equipo de asistencia técnica para la revisión de los planes de ordenamiento territorial, en la cual se afirmaba lo siguiente:

“El 88% de los principales instrumentos de planificación en el país se encuentran desactualizados. El panorama no es muy alentador si además se tiene en cuenta que algunos de los instrumentos actualizados están demandados o están siendo cuestionados” (Instituto de Estudios Urbanos, 2020).

Como respuesta a esta problemática la coordinadora menciona que el ministerio brinda asistencia técnica, realiza observaciones y acompaña a los municipios a partir de lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo, y que sabiendo que una de las limitantes para la actualización de los planes es la gestión del riesgo, establecieron un convenio con el Servicio Geológico Colombia (SGC) para brindar apoyo a los entes territoriales.

Está claro que estos estudios se deben realizar evaluando todas las características que componen la complejidad de la estructura, involucrando las dimensiones bióticas, abióticas, sociales, culturales, y económicas. Por lo que se hace necesario recurrir al modelo FPEIR, puesto que es un modelo que nos permitirá evaluar de manera transversal lo que está ocurriendo a raíz de los loteos en el municipio de Zipacón.

El proceso de selección y elaboración de la información contenida en datos requieren modelar fenómenos por conocer y simplificar el problema que se pretende identificar a través de un número limitado de variables posibles a medir e interrelacionar. La selección de indicadores claves para establecer las relaciones funcionales entre las variables urbanas y ambientales es complejo con grandes niveles de incertidumbre, pero es fundamental cuando se busca sostenibilidad (Polanco, 2006).

En los 90's surgen los primeros indicadores ambientales que responden a una lógica de razonamiento en su proceso de generación, se ajustan a un modelo de pensamiento secuencial, lineal, que usa información de tipo vectorial, esto es, origen-dirección-destino, y que intenta establecer una secuencia coherente entre el diagnóstico de una situación sectorial y la manera como éste es enfrentado (la respuesta). Este es el modelo Presión-Estado-Respuesta (PER) desarrollado por primera vez por Friend y Rapport, a finales de los 80's, adoptado y difundido por la OECD (Polanco, 2006).

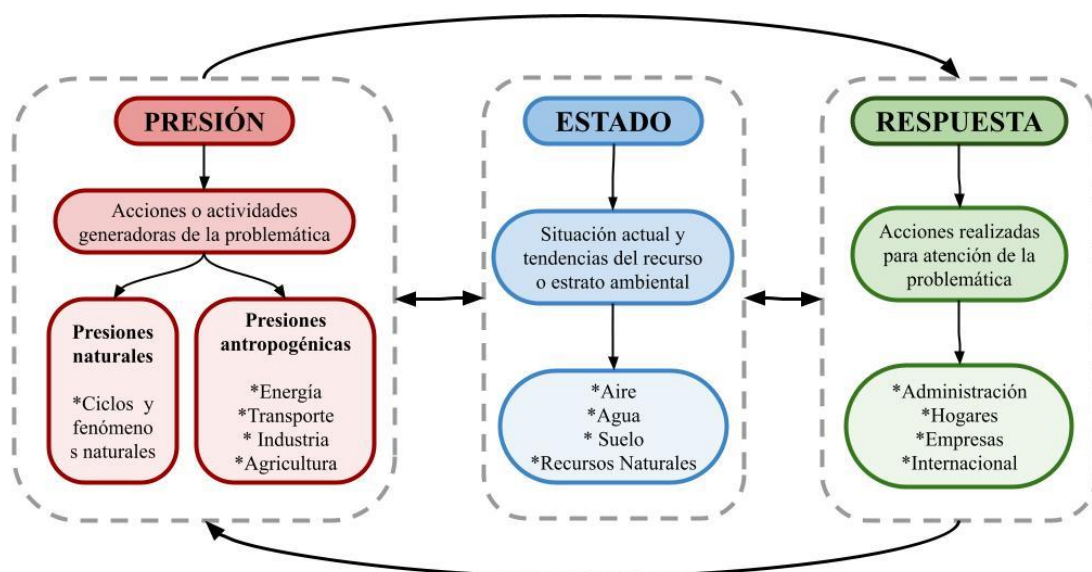
El modelo PER parte del concepto de la causalidad, se basa en que las actividades humanas ejercen de una manera directa e indirecta (presiones) sobre el ambiente, afectando su calidad y cantidad de recursos naturales (estado). La sociedad responde a estas presiones adoptando políticas ambientales, económicas y sectoriales, tomando conciencia de las acciones llevadas a

cabo (respuesta). Este modelo representa una ventaja para evidenciar presiones, estados y respuestas que ayudarán a los tomadores de decisiones o al público en general a pensar que existe una interdependencia entre las acciones ambientales que se tomen y sus impactos, además de otras como las relaciones un poco más complejas en los ecosistemas y entre el ambiente-economía o ambiente-sociedad (OECD, 2002).

En otras palabras, el esquema responde a tres preguntas básicas: la primera; ¿qué está ocurriendo con el ambiente? (estado), segunda, ¿por qué está ocurriendo? (presión), tercera, ¿qué se está haciendo al respecto? (respuesta). Por lo que los indicadores representan un valioso instrumento para cuantificar, simplificar y sistematizar la información relacionada con los distintos aspectos del ambiente y la interacción humana (Vázquez & García, 2018).

Su principal ventaja al momento de aplicarlo es su procedencia, ya que, al ser propuesta por un organismo internacional de gran cobertura y reconocimiento, la información generada mediante la aplicación de este modelo es fácilmente comparable, accesible y comunicable, ello, debido a trabajar fundamentalmente con los síntomas del estado de la situación ambiental (Pino, 2003).

Figura 1. Modelo PER



Fuente: Elaboración propia con base en (Manteiga, 2000; OECD, 1993; Pino, 2003)

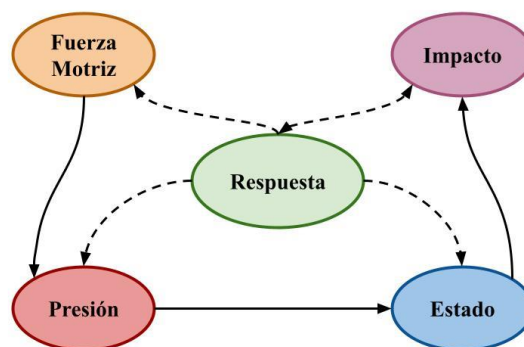
Posteriormente, a partir del marco PER, la Agencia de Medio Ambiente Europea creó un modelo analítico que denominó FPEIR (Fuerza motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta). (European Environment Agency, 1999). En conjunto PER y FPEIR son de utilidad en el análisis de los elementos interactuantes a nivel local en la gestión ambiental para la promoción del desarrollo sostenible.

El modelo F-P-E-I-R (Fuerzas motrices-Presión- Estado- Impacto- Respuesta), está basado en una lógica de causalidad, que asume que las actividades humanas ejercen una presión sobre el ambiente y afectan la calidad de sus elementos y la cantidad de sus recursos (estado); ante lo cual la sociedad responde a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales, así como cambios en la percepción y comportamiento (respuesta social) (Osorno, 2015).

El objetivo del modelo FPEIR es proporcionar una descripción completa de un sistema, que se logra seleccionando indicadores apropiados. Siguiendo las pautas establecidas por la EEA (1999) todos los indicadores FPEIR deben ser descriptivos y tener como objetivo medir directamente características del mundo real, esta identificación de los indicadores clave va seguida de la organización de los datos disponibles, y una eventual sugerencia de procedimientos para recopilar datos faltantes para un análisis futuro, lo que contribuye a facilitar la comunicación entre las partes interesadas y mejorar los procesos de decisión (Martins et al., 2012) .

Inicialmente, los indicadores basados en el modelo FPEIR se crearon para describir problemas ambientales, pero el diseño es tan completo que permite evaluar asuntos sociales, económicos e institucionales. Y esto ocurre puesto que si el análisis del modelo se realiza de manera correcta los indicadores de cada categoría pueden ser relacionados con las dimensiones ecológica, económica, social o de gobernanza, y es posible considerar más de una dimensión en cada categoría (Martins et al., 2012).

Figura 2. Modelo FPEIR



Fuente: Autores (2020). Las líneas continuas representan el proceso de conducción y las líneas discontinuas representan el proceso de retroalimentación.

Los indicadores son parte fundamental de este modelo, puesto que mediante ellos se puede medir con certeza cada uno de los factores identificados en el marco FPEIR. Los indicadores son valores derivados de parámetros que proporcionan información sobre un fenómeno, por lo tanto, la elección de indicadores clave puede marcar una diferencia fundamental en los resultados de una evaluación, así mismo, encontrar indicadores que sean válidos y factibles a menudo es un tema de diseño más desafiante en un sistema de monitoreo o evaluación. Los buenos indicadores son simples, variables, válidos, claramente definidos, medibles, confiables y cuantificables. (Gari et al., 2015, 2018). Adicionalmente, la (OECD, 1993) establece que los indicadores no deben ser demasiado numerosos para evitar saturar el panorama general, ni demasiado pocos para proporcionar suficiente información, y que la selección de indicadores depende de la relevancia de las políticas, cuantificable y la solidez analítica.

Como evidencia de lo anteriormente descrito, (Mosaffaie et al., 2021) en su estudio concluye que los resultados obtenidos mediante el enfoque FPEIR muestran un marco útil para presentar una imagen general de su problema en estudio (la salud de las cuencas) ya que relaciona con éxito las cadenas causa-efecto para los principales problemas de las cuencas hidrográficas. Sin embargo, identificaron dos limitaciones durante el estudio, el primero es el sesgo y el carácter incompleto de los indicadores seleccionados, la incertidumbre de los datos y la falta de disponibilidad de los datos provocarán incertidumbre en los resultados de estudio. El segundo problema es el desacuerdo entre los límites de la cuenca y los límites políticos.

Así las cosas, esta revisión preliminar de los estudios y avances realizados refleja que los análisis de los cambios de uso en el suelo se manejan en un solo sentido, bien sea mediante cambios

multitemporales de coberturas con ayuda de imágenes satelitales, o por otro lado están los análisis que se enfocan en estudiar las dinámicas del territorio y lo que sucede en ellas. Pero no se utilizan modelos completos que involucren todos los elementos que interactúan entre los diferentes medios biótico, abiótico y socioeconómico. Por esta razón en este trabajo con ayuda del modelo FPEIR se vincularon los datos de teledetección con las condiciones reales del terreno, para llegar a las explicaciones de las implicaciones de varios cambios en el uso de la tierra.

5. MARCO CONCEPTUAL

Para desarrollar los objetivos propuestos, se describen en este ítem los conceptos básicos usados a lo largo de la investigación, los cuales se trabajaron bajo 5 conceptos principales.

5.1 Desarrollo sostenible

"El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas." - Nuestro futuro común: Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Informe Brundtland (ONU, 1987).

El desarrollo sostenible, de acuerdo con la ONU (2002) exige que se mejore la calidad de la vida de todas las personas del mundo sin que se incremente la utilización de nuestros recursos naturales más allá de las posibilidades del planeta. Aunque para lograr el desarrollo sostenible tal vez sea necesario adoptar diferentes medidas en cada una de las regiones del mundo, los esfuerzos por construir una forma de vida verdaderamente sostenible exigen la integración de la adopción de medidas en tres esferas fundamentales:

- Crecimiento económico y equidad - La vinculación entre los sistemas económicos del mundo de hoy exige la aplicación de un enfoque integrado con miras a fomentar un crecimiento responsable a largo plazo, velando por que ninguna nación o comunidad se quede rezagada.
- Conservación de los recursos naturales y el medio ambiente - A fin de preservar nuestro patrimonio ambiental y nuestros recursos naturales para las generaciones futuras, hay que elaborar soluciones económicamente viables para reducir el consumo de recursos, detener la contaminación y conservar los hábitats naturales.
- Desarrollo social - En todo el mundo, las personas necesitan empleos, alimentos, energía, atención de la salud, abastecimiento de agua y saneamiento. Al atender a esas necesidades, la comunidad internacional también tiene que velar por que se respete el rico tejido de la diversidad cultural y social y los derechos de los trabajadores y porque se fomente el papel de todos los miembros de la sociedad de manera que desempeñen un papel en la determinación de su futuro.

5.2 Ordenamiento territorial

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. . 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. Teniendo en cuenta los 17 principios rectores : Soberanía y unidad nacional, autonomía,

descentralización, integración, regionalización, sostenibilidad, participación, solidaridad y equidad territorial, diversidad, gradualidad y flexibilidad, prospectiva, paz y convivencia, asociatividad, responsabilidad y transparencia, equidad social y equilibrio territorial, economía y buen gobierno, y multietnicidad (LEY 1454 DE 2011 Junio 28).

Así mismo, entendiendo la cobertura del suelo como la cobertura biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra, en un término amplio no solamente describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, sino que también describen otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua (Documento Técnico, Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Zipacón, 2000). Los instrumentos de planificación permiten determinar diferentes tipos de usos del suelo como lo son:

- Suelo de expansión urbana: Reglamentado parcialmente por el Decreto Nacional 2181 de 2006. Constituido por la porción del territorio municipal destinada a la expansión urbana, que se habilitará para el uso urbano durante la vigencia del plan de ordenamiento, según lo determinen los Programas de Ejecución. La determinación de este suelo se ajustará a las previsiones de crecimiento de la ciudad y a la posibilidad de dotación con infraestructura para el sistema vial, de transporte, de servicios públicos domiciliarios, áreas libres, y parques y equipamiento colectivo de interés público o social. Dentro de la categoría de suelo de expansión podrán incluirse áreas de desarrollo concertado, a través de procesos que definan la conveniencia y las condiciones para su desarrollo mediante su adecuación y habilitación urbanística a cargo de sus propietarios, pero cuyo desarrollo estará condicionado a la adecuación previa de las áreas programadas (LEY 388 DE 1997, 1997).
- Suelo de protección: Constituido por las zonas y áreas de terreno localizados dentro de cualquiera de las anteriores clases, que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse (LEY 388 DE 1997, 1997).
- Suelo rural: Constituyen esta categoría los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas (LEY 388 DE 1997, 1997).
- Suelo suburbano: Constituyen esta categoría las áreas ubicadas dentro del suelo rural, en las que se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la ciudad, diferentes a las clasificadas como áreas de expansión urbana, que pueden ser objeto de desarrollo con restricciones de uso, de intensidad y de densidad, garantizando el autoabastecimiento en servicios públicos domiciliarios, de conformidad con lo establecido en la Ley 99 de 1993 y en la Ley 142 de 1994. Podrán formar parte de esta categoría los suelos correspondientes a los corredores urbanos interregionales. Los municipios y distritos deberán establecer las regulaciones complementarias tendientes a impedir el desarrollo de actividades y usos urbanos en estas áreas, sin que previamente se surta el proceso de incorporación al suelo urbano, para lo cual deberán contar con la infraestructura de espacio público, de infraestructura vial y redes de energía, acueducto y alcantarillado requerida para este tipo de suelo (LEY 388 DE 1997, 1997).

- Suelo urbano: Constituyen el suelo urbano, las áreas del territorio distrital o municipal destinadas a usos urbanos por el plan de ordenamiento, que cuenten con infraestructura vial y redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado, posibilitando su urbanización y edificación, según sea el caso. Podrán pertenecer a esta categoría aquellas zonas con procesos de urbanización incompletos, comprendidos en áreas consolidadas con edificación, que se definan como áreas de mejoramiento integral en los planes de ordenamiento territorial. Las áreas que conforman el suelo urbano serán delimitadas por perímetros y podrán incluir los centros poblados de los corregimientos. En ningún caso el perímetro urbano podrá ser mayor que el denominado perímetro de servicios públicos o sanitario (LEY 388 DE 1997, 1997).

5.3 Patrones de paisajes

- Cambios en patrones del paisaje: Este algoritmo, propuesto por tiene por objeto la identificación de patrones espaciales de transformación del paisaje con base en tres parámetros: número de parches (n), área (a) y perímetro (p); esto para un mapa binario de un tipo de cobertura determinado en dos periodos diferentes (0 y 1). A partir de la variación o persistencia de estos parámetros los autores identifican diez tipos de cambios en los patrones espaciales del paisaje, estos son: Agregación, reducción, creación, deformación, disección, ampliación, fragmentación, perforación, movimiento y contracción. La reducción, disección, fragmentación, perforación y contracción implican degradación de la cobertura. Agregación, creación y agrandamiento implican la aparición de nuevas unidades de cobertura. Deformación y movimiento son procesos neutrales (Bogaert et al., 2004)
- Análisis multitemporal: Los estudios multitemporales son análisis de tipo espacial realizados mediante la comparación de las coberturas interpretadas en imágenes de satélite, fotografías aéreas o mapas de una misma zona para diferentes periodos de tiempo. Permite evaluar los cambios en la situación de coberturas que han sido clasificadas, deduciendo la evaluación del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre ese medio (Chuvienco, 1996).

5.4 Modelo FPEIR

- Fuerza motriz: Los indicadores de fuerza motriz describen las necesidades socioeconómicas y motivaciones que impulsan la existencia de la actividad humana, describen los aspectos sociales, demográficos y desarrollos económicos en la sociedad. (Martins et al., 2012). Así mismo, son los factores capaces de provocar cambios en el sistema y pueden ser sociales, económicos o ecológicos con efectos positivos o negativos sobre las presiones. (M. C. García & Veneziano, 2015)

Visto de otra forma, la fuerza motriz es la categoría donde las condiciones y los riesgos ambientales pueden desarrollarse o evitarse. Desde una perspectiva de determinación social, las fuerzas motrices se derivan de los procesos de producción, distribución y consumo que se definen en una determinada sociedad y que no corresponden con asuntos individuales sino más estructurales. Es decir, son los seres humanos insertos en ciertas condiciones quienes a través de los procesos de producción, distribución y consumo generan las condiciones. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2014)

- Presión: Las presiones (PE) son las manifestaciones concretas de las fuerzas motrices o el cómo se expresan las fuerzas motrices. Por ello, hacen referencia a las fuerzas económicas y sociales que de manera explícita se aplican en un territorio concreto. Se pueden identificar dos tipos de presiones: las antrópicas y las naturales. Es relevante resaltar que las presiones sobre el ambiente no actúan necesariamente en el mismo territorio donde surgen las fuerzas motrices que las determinan. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2014) Las presiones son las acciones humanas que pueden inducir cambio Maxim et al.,

(2009), afirma que los indicadores de presión normalmente están vinculados a los cambios no deseados, generalmente aquellas acciones humanas con potencial para causar daño y degradación.

- **Estado:** El estado (E) es la condición y la calidad del ambiente. Específicamente, se refiere a la situación del capital natural (recursos naturales, atmósfera, tierra y agua) que resulta de las presiones que los procesos de desarrollo imponen sobre los ecosistemas. Para establecer el estado es deseable revisar las condiciones y las tendencias biofísicas del ambiente.(Ministerio de Salud y Protección Social, 2014). Adicionalmente, está conformado por las condiciones del sistema en un momento dado que se caracterizan por un conjunto de atributos afectados por las presiones del mismo(M. C. García & Veneziano, 2015).

Puede referirse al estado de los sistemas naturales, a factores socioeconómicos, o una combinación de ambos, pueden ilustrar los cambios temporales del sistema estudiado. Cuando el estudio enfoca las características de un sistema natural, químico, físico y biológico. Cuando la dimensión socioeconómica es incluida en el estado se pueden medir muchas características diferentes, como las condiciones de vida de los seres humanos o la situación económica de una industria (Martins et al., 2012).

- **Impacto:** Los impactos se definen como los efectos sobre los ecosistemas o la salud humana producidos por una presión.(M. C. García & Veneziano, 2015). Son los efectos negativos causados por las actividades humanas en el ecosistema y la sociedad. Los indicadores de impacto pueden abarcar aspectos tanto ecológicos como socioeconómicos (Martins et al., 2012).
- **Respuesta:** Las respuestas corresponden a los esfuerzos sociales / gubernamentales para mitigar los impactos. (Delgado et al., 2021). Son todas las medidas adoptadas por la sociedad con el objetivo para mejorar el estado del sistema. Estos pueden corresponder a acciones preventivas, adaptativas o curativas, por ejemplo “uso racional del humedal costero”(Martins et al., 2012).

6. METODOLOGÍA

Para evaluar el desarrollo de loteos en el sector del Ocaso en el municipio de Zipacón se realizaron 3 fases, la primera consiste en la delimitación del polígono de estudio, mediante el cruce de información primaria y técnica de los documentos existentes del área de estudio y así mismo las bases teóricas de delimitación de los puntos arcifinios. Posteriormente, se estudió toda la teoría referente al modelo FPEIR y se identificaron y analizaron las relaciones causales para la construcción del mismo. Y finalmente, teniendo en cuenta los resultados de los escenarios asumidos como respuestas, se realizó la medición de esos indicadores propuestos en la segunda fase.

6.1 Delimitación del polígono de estudio

Inicialmente se realizó una revisión de documentos de soporte del área en estudio como lo es el esquema de ordenamiento territorial del municipio de Zipacón del año 2000, el plan de manejo y ordenamiento de la cuenca del río Bogotá, el plan de manejo y ordenamiento de la subcuenca del río Apulo, y otros estudios relacionados. Para ello, se realizaron consultas con las entidades correspondientes como la Alcaldía de Zipacón, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR y otras entidades.

Como segunda medida se obtuvo el polígono de la vereda El Ocaso del municipio de Zipacón, el cual se descargó desde el portal de datos abiertos del IGAC y se corroboró con la geodatabase de Catastro. Una vez obtenido el polígono del área de estudio, se procedió a delimitarlo mediante

puntos arcifinios con el objetivo de tenerlo establecido muy claramente con linderos detallados. Cada punto corresponde a un vértice del polígono, el cual presenta un rumbo determinado, lo que significa que en un plano 2D se le coloca un diagrama cartesiano perpendicular a la norte-sur, de manera que el punto de origen es el punto inicial, para así determinar el rumbo que corresponde al ángulo que se forma con la norte-sur. Luego, es necesario determinar la distancia entre vértices, cabe mencionar que para que coincida con la realidad, las coordenadas deben tener un sistema de proyección cartesiano.

Para determinar la dirección y la distancia, se acudió a la plataforma ArcGis en donde se añadió el polígono en formato .shp y a la tabla de atributos se le añadieron los campos *Direction* y *Distance*, estos campos se establecieron tipo *Text* con una longitud de 15. Luego es necesario convertir el polígono a tipo línea, para ello nos dirigimos a *ArcToolbox > Data Management Tools > Features > Features To Line*, en el campo de *Input Features* añadimos el Shapefile del área de estudio, y en *Output Feature Class* se ubicó el destino a guardar el nuevo archivo y se le dio aceptar. En la tabla de atributos del archivo tipo línea nos fijamos que tuviera los campos de dirección y distancia creados en el archivo tipo polígono. Para calcular los datos de estos campos, se acudió a la herramienta COGO la cual permite determinar la geometría de coordenadas; de manera que se activa la edición para la capa lineal y en la herramienta COGO se le hace clic a *Split into COGO lines* y en el campo *Template* se seleccionó el archivo tipo línea del área de estudio. Posteriormente nos dirigimos a la tabla de atributos y evidenciamos que en el campo de dirección se obtienen datos de grados minutos y segundos de la dirección de cada línea, así mismo se evidencia que en el campo de distancia aparecen los datos en kilómetros.

Es necesario convertir el archivo tipo línea con sus respectivas distancias y direcciones, a un archivo tipo punto para establecer las coordenadas y así poder delimitar el área con puntos arcifinios. Para ello, hicimos clic en *ArcToolbox > Data Management Tools > Features > Feature Vertices To Points*, en el cuadro de diálogo que aparece se añadió el archivo tipo línea en el campo *Input Feature* y en *Output Feature Class* se ubicó el destino a guardar el nuevo archivo, en el campo *Point Type* se seleccionó la opción *End* y se le dio aceptar.

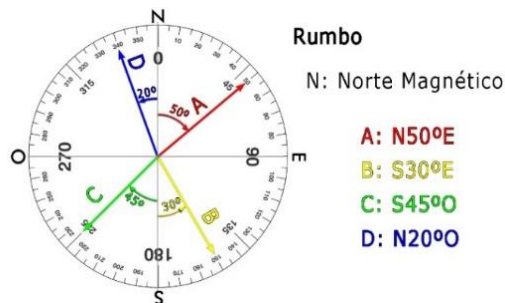
Una vez generado el archivo de los vértices del área de estudio, se verificó en la tabla de atributos que cada punto tenía la información de dirección y distancia, de manera que se procedió a establecer las coordenadas XY, para lo cual nos dirigimos a *ArcToolbox > Data Management Tools > Features > Add XY Coordinates* y en el campo *Input Features* se añadió la capa de vértices y se le dio aceptar, las coordenadas planas generadas corresponden a MAGNA_Colombia_Bogota. Cabe resaltar que al hacer este procedimiento, se genera automáticamente un campo en la tabla de atributos llamado ORIG_FID, el cual asigna el número de punto. Se hizo necesario verificar cada uno de los puntos generados y unir los vértices seguidos que tuviesen la misma dirección, para ello confirmamos punto a punto manualmente y cuando se debían unir seleccionamos los puntos y en *Editor* le dimos clic en *Merge*, verificando que el punto unido tuviera la distancia de ambos puntos.

Una vez obtenidos estos datos, se procedió a exportar la tabla de atributos y abrirla en una hoja de cálculo de excel para realizar las operaciones correspondientes. En primera medida se buscó convertir las coordenadas polares de grados minutos y segundos a coordenadas polares en número decimal, para ello, a los grados le sumamos los minutos divididos entre 60 y los segundos divididos entre 3600. Una vez obtenido el valor decimal, se procedió a convertir las coordenadas polares tomadas desde el eje X a coordenadas tomadas desde el eje Y, para ello a los valores de 5,44 a 180 se les restó 90 y a los valores de 181,28 a 357,06 se les restó 270. Posteriormente, se utilizó este valor para obtener el rumbo de cada punto, de manera que visualizando el área de estudio en ArcGis y tomando como referencia el plano cartesiano, identificamos punto a punto si el vértice tenía como referencia el sur o el norte y la orientación hacia el oeste o el este, de manera que se estableció para cada uno de los 413 puntos el rumbo correspondiente verificando también que fuese correcto el valor decimal obtenido en el paso

anterior. Para mayor comprensión de los cálculos realizados, se muestra la tabla de este procedimiento en el Anexo 1.

Cabe resaltar que, para la determinación del rumbo de cada punto, el eje de referencia corresponde al eje Y, de manera que el rumbo lo que busca es identificar el ángulo que se forma entre la poligonal y la norte-sur, como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 3. Determinación del rumbo



Fuente: (Partal, 2017)

Por el tamaño del área de estudio se hace necesario utilizar un sistema de proyección cartesiano.

Las coordenadas planas se calcularon como se mencionó anteriormente con la herramienta *Add XY Coordinates*. Las coordenadas geográficas se calcularon añadiendo en la tabla de atributos los campos *Latitud* y *Longitud*, los cuales se establecieron tipo texto de 30 caracteres, luego en cada campo se hizo clic derecho y se seleccionó la opción *Calculate geometry*, para la latitud se elige la propiedad “*Y Coordinate of Point*” mientras que para longitud se elige la propiedad “*X Coordinate of Point*”, luego se seleccionan la unidad *Degrees Minutes Seconds (DDD MM' SS.sss)[N/S]*. Vale la pena resaltar que el sistema de coordenadas corresponde a MAGNA_Colombia_Bogota.

En cuanto a los hitos, se establece que corresponde a un referente que puede identificarse en la cartografía, de manera que los hitos se tomaron respecto a las vías y a los drenajes existentes en el territorio. Para ello, se acudió a la cartografía base escala 1:25.000 del geoportal IGAC, en donde se obtuvo el shapefile de las vías y drenajes del área de estudio. Luego, se identificó punto a punto si estaba sobre un hito de referencia. Es importante mencionar que para clarificar cartográficamente el hito se especifica el número PK_CUE, el cual es un código único de entidad del IGAC para cada elemento existente, es de tipo auto numérico, este código es único por entidad geográfica y permite la elaboración de cartografía multi escala.

6.2 Análisis del modelo FPEIR

Para realizar el análisis en el marco del modelo FPEIR se tomó como base las características principales del área de estudio descritas en la tabla 11, teniendo claro el contexto del lugar de estudio delimitado, mediante 5 pasos:

Primero se identificaron los impulsores que generaban presión clasificándolos como fuerzas motrices, en segundo lugar, se determinaron las presiones que provocaron el cambio, luego, se identificó el estado del sistema, y las alteraciones en las que se debía enfatizar la investigación. Y finalmente, se establecieron unas respuestas adecuadas a cada parámetro en el marco del modelo FPEIR para reducir la presión sobre el suelo y los diferentes componentes naturales que se ven afectados a causa del desarrollo de loteos.

Transversalmente, para desarrollar el modelo descrito anteriormente, se realizó una búsqueda de información secundaria, recopilando información bibliográfica relevante desde el contexto histórico, y la normatividad, hasta los casos puntuales que se presentan en el municipio de Zipacón. Adicionalmente, para establecer un análisis más detallado, se realizaron cálculos y

procesos cartográficos que se describen a continuación de manera más detallada.

6.2.1 Análisis demográfico

Para este análisis se usaron las proyecciones de la población realizadas por el DNP, calculadas con base en los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV- 2018, y se representó mediante un gráfico para observar el cambio de la población a través del tiempo. Adicionalmente se complementó este análisis mediante el cálculo del crecimiento poblacional, y debido a que no se tenía el dato exacto de las migraciones municipales, puesto que este dato solo existe a nivel departamental, se usó la metodología propuesta por el Instituto Tecnológico de Monterrey (2018) teniendo en cuenta los dos censos registrados en Colombia, como se observa a continuación:

$$P_t = P_0(1 + r)^t$$

$$r = \left(\frac{P_t}{P_0}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Donde:

P_t = Población total después de t años

P_0 = Población inicial

r = Tasa de crecimiento anual expresada en decimales

t = número de años después del año en que tenemos la población inicial.

$$r = \left(\frac{4211}{4916}\right)^{\frac{1}{13}} - 1 = -0.0118 = -1,18\%$$

r = Tasa de crecimiento anual expresada en porcentaje con los datos de los censos

6.2.2 Análisis multitemporal Metodología de Google Earth Engine

Para el análisis de las coberturas, se contempló que el último plan de ordenamiento territorial se desarrolló en el año 2000, y por lo tanto se definió como rango de estudio el periodo 2000-2020. Debido a que el periodo de estudio es grande, se utilizaron las imágenes de los satélites disponibles para cada una de las fechas establecidas, cómo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Fechas disponibles de cada satélite utilizado para el análisis

AÑO	SATÉLITE	RESOLUCIÓN
1985-2012	USGS Landsat 5 Surface Reflectance Tier 1	30 metros
1999-2012	USGS Landsat 7 Collection 1 Tier 1 TOA Reflectance	30 metros
2013-2020	USGS Landsat 8 Collection 1 Tier 1 TOA Reflectance	30 metros
2015-2020	Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C	10 metros
2015-2020	Planet	3 metros

Fuente: Autores (2020)

Es fundamental resaltar que la resolución espectral para el caso del satélite Sentinel varía de acuerdo a las bandas seleccionadas, ya que las bandas B2, B3, B4, B8 (Blue, Green, Red, NIR) tienen una resolución de 10 metros y 20 metros para las bandas B5, B6, B7, B11 y B12 (Red Edge 1, Red Edge 2, Red Edge 3, SWIR 1 y SWIR 2). Por lo tanto, la resolución estará sometida a los índices y las bandas que se requieran para el cálculo de los mismos.

En el estudio preliminar de la zona de estudio se encontró que a lo largo del año, presentaba gran cantidad de nubes cubriendo más del 50% del área, razón por la cual el primer proceso que se realizó fue determinar imágenes que presentaran menor porcentaje de nubes, sin embargo, se encontraba que las nubes hacían que se presentara error en algunos cálculos. Por lo tanto, se elaboró mediante la herramienta de Google Earth Engine, un algoritmo que selecciona todas las imágenes disponibles en el tiempo que se le indique (en nuestro caso varía en periodos anuales o bianuales), y construye una nueva imagen eliminando de esta forma las zonas de nubes, y sombras; dando como resultado una imagen representativa de un periodo de tiempo libre de factores externos climáticos para evitar que los valores de reflectancia de cada pixel cambiaran y evitar así mismo hacer una interpretación errónea de las coberturas presentes.

Después de realizar el pre procesamiento de las imágenes, se estudiaron los diferentes índices disponibles y sus características, lo que permitió definir 3 índices (NDVI, NDBI, BSI), también se tomó como complemento al análisis "Hansen Global Forest Change v1.8" que representa los resultados del análisis de series de tiempo (2000-2020) de imágenes Landsat para caracterizar la extensión y el cambio global de los bosques. Y finalmente se realizó una clasificación supervisada con un algoritmo de precisión que permitió dar resultados más precisos.

A continuación, se describe puntualmente el motivo por el cual se seleccionaron estos índices y el proceso que se realizó para cada uno de ellos, teniendo en cuenta que a los 3 índices se les realizó el proceso de clasificación supervisada y "Accuracy assessment" pero este solo se describe en el índice NDVI.

6.2.2.1 Índice NDVI

El Índice de Vegetación Diferencial Normalizado, es el más conocido de todos, y es el más utilizado para todo tipo de aplicaciones. La razón fundamental su sencillez de cálculo y disponer de un rango de variación fijo (entre -1 y +1), lo que permite establecer umbrales y comparar imágenes. (Muñoz, 2013, p. 4)

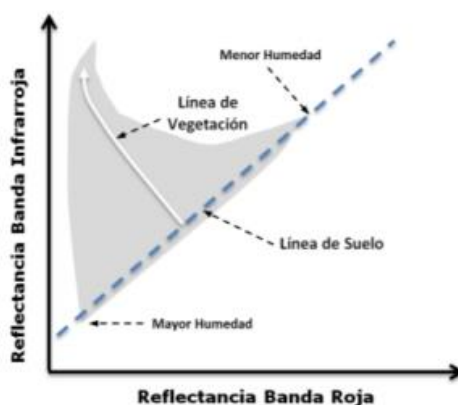
El cálculo del NDVI tiene una fórmula establecida donde se relacionan la banda roja del espectro visible (RED) y la banda del infrarrojo cercano (NIR), pero aquella fórmula depende del satélite con el que se esté trabajando para así mismo realizarla. (Ortíz & Herrera-Pérez, 2019). En el caso del satélite LANDSAT 5 se usaron las bandas B4 (NIR) y B3 (RED), en el satélite LANDSAT 8 la B5 (NIR) y la B4 (RED) y en SENTINEL la B4 (RED) y la B8 (NIR).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Para el cálculo de este índice dentro de GEE se usó el "API reference" denominado "ee.Image.normalizedDifference", el cual calcula la diferencia normalizada entre dos bandas. La diferencia normalizada se calcula como (primero - segundo) / (primero + segundo). Teniendo en cuenta que los valores de entrada negativos se fuerzan a 0 para que el resultado se limite al rango (-1, 1).

Los valores del NDVI están en función de la energía absorbida o reflejada por las plantas en diversas partes del espectro electromagnético. La respuesta espectral que tiene la vegetación sana, muestra un claro contraste entre el espectro del visible, especialmente la banda roja, y el Infrarrojo Cercano (NIR) (Govaerts & Verhulst, 2010).

Figura 4. Representación del índice NDVI



Fuente: (Muñoz, 2013)

Según Muñoz (2013, p. 5) valores muy bajos de NDVI, del orden de 0.1, corresponden a áreas rocosas, arenosas o nevadas. Y valores de 0.2 a 0.3 pueden corresponder a áreas pobres con arbustos o pasturas naturales. A partir de estos valores tendremos los niveles correspondientes a praderas, cultivos, forestaciones etc. dependiendo el valor alcanzado.

No obstante, este valor se debe ajustar a el lugar en el que se está aplicando, en el sector del Ocaso, se encuentra que debido a que el área es pequeña, es necesario delimitar mejor estos rangos, adicionalmente, mediante un muestreo de 100 pixeles se verifico que incluso por encima de 0,3 se veían representadas algunas construcciones correspondientes a los centros poblados. Para corroborar este comportamiento en los resultados obtenidos del índice, se revisaron los estudios realizados en el departamento de Cundinamarca y las zonas que contaban con condiciones, climáticas, topográficas y coberturas similares a las del sector del Ocaso, de acuerdo a los resultados elaborados por (Alarcón & Rozo, 2020, p. 71; Beltran, 2019, p. 58; Dávila, 2018, p. 10; Herrera, 2018, p. 34; Ortíz & Herrera-Pérez, 2019) se evidencia que los rangos de 0,6 a 1 del índice NDVI representaban el mejor estado de las coberturas, es decir vegetación vigorosa; así mismo, determinan que valores de 0.38-0.6 se clasifica la vegetación no muy sana o vigorosa conforme a la reflectancia que presentan; y por último los valores menores a 0.38 se caracterizan por ser cuerpos de agua, construcciones, suelo desnudo y algunos cultivos, así las cosas se definieron los siguientes intervalos de clasificación.

Tabla 2. Intervalo 1 de clasificación del índice NDVI

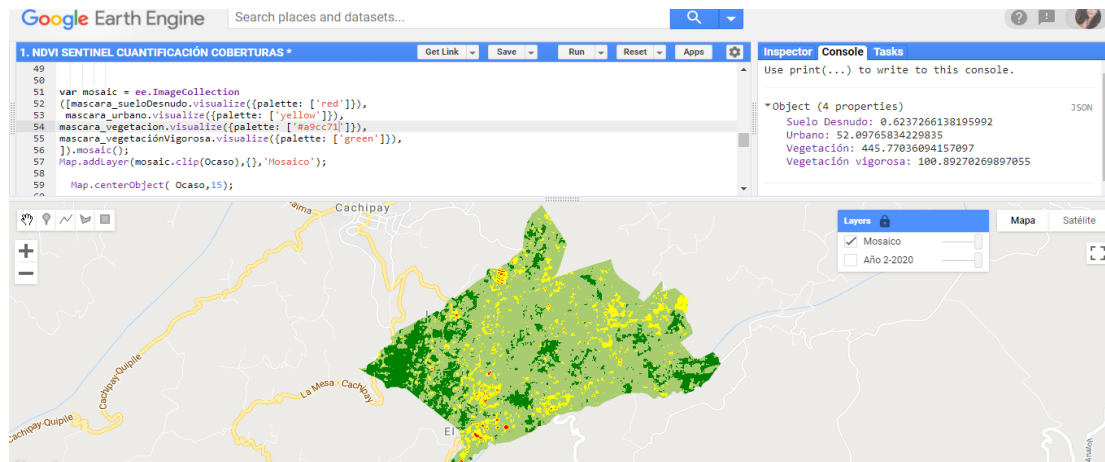
VALOR NDVI	CLASES
0 a 0,2	Suelo desnudo y construcciones
0,2 a 0,4	Urbanización con vegetación
0,4 a 0,6	Vegetación poco vigorosa
0,6 a 1	Vegetación vigorosa

Fuente: Autores (2020)

Como se muestra en la Figura 5 para representar los datos obtenidos para el índice NDVI en los años seleccionados, se estableció mediante el script, una salida gráfica representada por colores según el tipo de coberturas, conformando un mosaico con los diferentes rangos establecidos para el NDVI y así mismo se estableció que en la sección de "console" se visualizaran las Hectáreas

correspondientes a las coberturas, por medio del cálculo de los píxeles de cada cobertura, y su posterior conversión a hectáreas dentro del mismo código. Los resultados completos para todos los años de análisis de esta categorización se presentan en el **Anexo 3**.

Figura 5. Representación visual y cuantitativa del índice NDVI en GEE



Fuente: Autores (2021)

Sin embargo, mediante la clasificación anteriormente presentada, no se podía observar el desarrollo de loteos, ya que la categoría de vegetación vigorosa y no vigorosa es muy poco descriptiva y abarca muchas coberturas difíciles de analizar para cambios de multitemporales. Por lo tanto, se acudió a la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia IDEAM (2010), para esto se identificaron las coberturas presentes en el área de estudio que se describen a continuación:

- **Tejido urbano continuo:** Espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. (IDEAM, 2010)
- **Tejido urbano discontinuo:** Espacios conformados principalmente por zonas con edificaciones, sus respectivas zonas verdes pero que cubren de manera parcial la superficie visualizada, puede llegar a confundirse con el tejido urbano continuo, se incluyen casas individuales con sus predios, la red de carreteras, áreas deportivas y de interés común, cercana al tejido urbano continuo del municipio, es decir es una zona aledaña al centro poblado, donde se encuentra un cantidad significativa de estructuras y viviendas discontinuas edificaciones publicas entre otros.(IDEAM, 2010)
- **Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales:** Son superficies de terreno comprendidas entre pastos, cultivos y espacios naturales, en esta representación las coberturas no pueden ser identificadas por separado; los pastos y cultivos ocuparan entre un 30% y un 70% de la superficie total, los espacios naturales comprenderán por relictos de bosque natural, arbustales, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, estas áreas naturales no deberán exceder un 70% total del polígono seleccionado.(IDEAM, 2010)

Figura 6. Cobertura de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2019a, p. 68)

- **Bosque fragmentado con vegetación secundaria:** Estas áreas comprenden coberturas de bosque abierto o denso de diferentes alturas, cuya continuidad estará afectada por vegetación secundaria o en transición con un tamaño menor a 25ha. (IDEAM, 2010)
- **Bosque denso bajo de tierra firme:** Son áreas de vegetación de tipo arbóreo con un dosel medianamente continuo cuyo porcentaje de cobertura será más del 70%, la altura de los

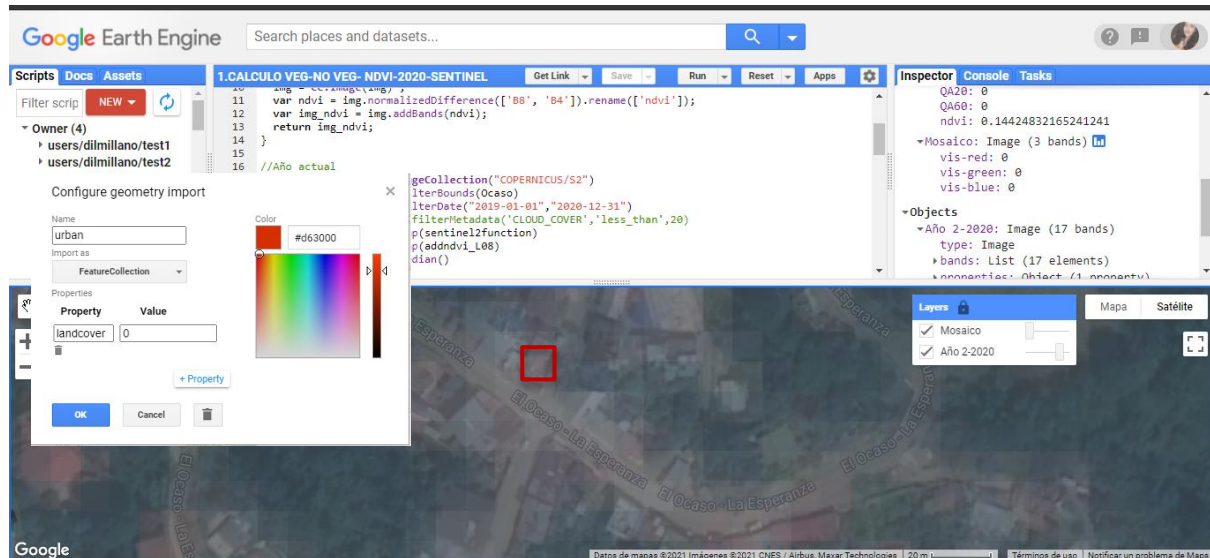
Figura 7. Cobertura de Bosque Denso Bajo



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2019a, p. 97)

Para identificar las coberturas presentes, se tuvieron en cuenta las descripciones anteriormente mencionadas, las características propias del territorio de estudio, y los valores arrojados del índice NDVI, adaptando los resultados de reflectancia con cada una de las categorías identificadas, obteniendo de esta forma los siguientes rangos de clasificación:

Figura 8. Ejemplo de configuración de los puntos de muestreo y entrenamiento



Fuente: Autores (2020)

Tabla 3. Intervalo 2 de clasificación del índice NDVI coberturas Corine Land Cover

VALOR NDVI	CLASES
<0,5	Tejido urbano continuo
0,5 a 0,65	Tejido urbano discontinuo
0,65 a 0,7	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
0,7 a 0,75	Bosque fragmentado con vegetación secundaria
>0,75	Bosque denso bajo

Fuente: Autores (2021)

Para corroborar esta clasificación, se recurrió a la metodología de clasificación supervisada, el paquete Classifier maneja la clasificación supervisada mediante algoritmos tradicionales de aprendizaje automático que se ejecutan en Earth Engine. Estos clasificadores incluyen CART, RandomForest, NaiveBayes y SVM (Google, 2018). El flujo de trabajo general para la clasificación fue el siguiente:

- a) Recopilación de datos de entrenamiento: Consiste en reunir entidades que tienen una propiedad que almacena la etiqueta de clase. Para este caso se usó el método de "Classification-discrete-input/output classes" que utiliza valores discretos como 0,1,2 a los cuales se les asigna para cada valor una clasificación, por ejemplo 0 corresponde a Tejido urbano continuo, y 1 corresponde a Tejido urbano discontinuo registrando estos valores en la propiedad denominada "Landcover" de cada FeatureCollection es decir, de cada cobertura.

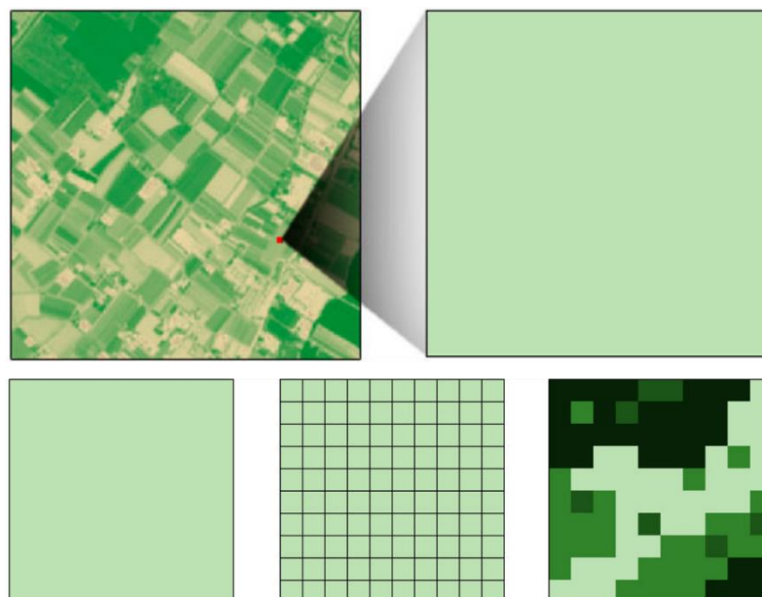
Para la selección de los puntos de muestreo se establecieron rigurosamente contrastando con la imagen satelital del último año. Por ejemplo, para el caso de la cobertura Tejido urbano, se seleccionó el pixel (Figura 8) que se muestra de color café claro, y contrastándolo con la imagen satelital corresponde a una cobertura urbana, teniendo en cuenta esto y el valor que nos arroja al usar la herramienta de "Inspector" en GEE se

muestra un valor de NDVI de 0,144, y este valor se registró como urbano en la tabla de monitoreo. Este mismo procedimiento se realizó con cada una de las coberturas recolectando un total de 1493 puntos de muestreo los cuales se pueden evidenciar en el **Anexo 11**.

- b) Creación de un clasificador: Se creó una variable denominada "training" para hacer uso del algoritmo brindado por GEE.
- c) Entrenamiento del clasificador: Mediante el uso del clasificador y los datos de entrenamiento, se corrió el modelo usando 50 árboles de decisión de random forest, porque se encontró que mediante este número de iteraciones se obtenía un resultado más acertado.
- d) Clasificación de imágenes o características: Resultado de la clasificación de coberturas.
- e) Evaluación de precisión: Para estimar el error de clasificación, se usó el método "Accuracy assessment" que surge de los mapas de cambio de tierras que cuantifican una amplia gama de procesos como incendios forestales, aprovechamiento forestal, perturbación del bosque, presión del uso de la tierra y expansión urbana. En los cuales los usuarios y productores de mapas están muy interesados en comunicar y comprender la calidad de estos mapas. (Olofsson et al., 2014). Para esto, primero se realizó una evaluación visual básica para identificar y eliminar errores obvios haciendo de esta forma un filtro previo, luego se usó una validación por medio de una matriz de errores de validación y a partir de esta matriz se obtuvo la precisión general de validación, teniendo como resultado un valor de 0.83

Es fundamental tener en cuenta que el tamaño del píxel representa un gran limitante en el momento de calcular el índice NDVI, porque si hipotéticamente se pudiera fragmentar el píxel en otros píxeles más pequeños (como se evidencia en la figura 9) para ver con todo detalle qué elementos hay en ese píxel y cómo se distribuyen sería posible ver las masas vegetales con mayor o menor desarrollo, pero el promedio de valores generados por esos elementos territoriales termina formando el píxel disponible con un valor promedio (Matellanes, 2020).

Figura 9. Representación de la limitación del índice NDVI a escalas grandes

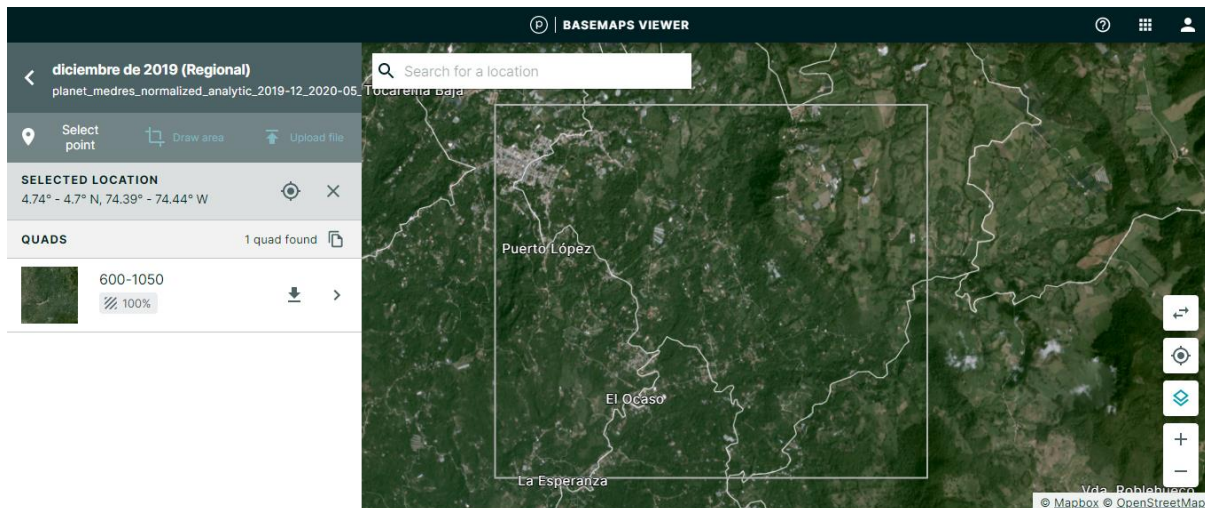


Fuente: (Matellanes, 2020)

En esta búsqueda, de soluciones se encontró la posibilidad de acceder a las imágenes Planet; este, es un programa de monitoreo, basado en suscripción que da a los tomadores de decisiones en

cualquier industria la información oportuna que necesitan para tomar decisiones más inteligentes a través de una plataforma en la nube con acceso ilimitado a imágenes de alta frecuencia y de alta resolución hasta en 24 horas luego de haber sido tomada la imagen. Las imágenes PLANET cuentan con una resolución espacial de 3 metros, 4 bandas espectrales (R-G-B-NIR). (Consult-GEO, 2020)

Figura 10. Descarga de imágenes satelitales PLANET



Fuente: Autores (2020)

Para hacer uso de estas imágenes se accedió a la plataforma de PLANET, descargando el área de estudio en la sección de “BASE MAPS VIEWER”, mensuales como se muestra en la figura 10. Posteriormente, esta imagen descargada en formato .TIFF se importó en GEE. Y finalmente, se calculó el índice NDVI mediante la información suministrada por este satélite, representándolo gráficamente igual como se observa en la figura 5, teniendo en cuenta que a estas imágenes no se les realizó ningún proceso de pre procesamiento para eliminación de nubes y sombras.

Debido a que la resolución de Planet cambia los resultados de la clasificación de coberturas, para este análisis del índice NDVI se usaron los siguientes rangos:

Tabla 4. Intervalo de clasificación del índice NDVI para imágenes Planet

VALOR NDVI	CLASES
0 a 0,2	Suelo desnudo y construcciones
0,2 a 0,6	Urbanización con vegetación
0,6 a 0,6 8	Vegetación poco vigorosa
0,68 a 1	Vegetación vigorosa

Fuente: Autores (2020)

6.2.2.2 Índice NDBI

El índice de diferencia normalizada edificada es un índice que permite estimar zonas con superficies construidas o edificadas y las superficies desnudas. Al igual que el índice NDVI, este índice se expresa en valores de -1,0 a 1,0, indicando presencia de cubiertas vegetales donde los valores son menores de cero (valores negativos) y los mayores de cero (valores positivos) son indicadores de cubiertas edificadas y suelos desnudos. (I. Gómez, 2014, p. 9)

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR}$$

Se obtiene igual que el índice NDVI, este índice se calcula dependiendo del satélite, identificando las bandas de cada uno, en SENTINEL se hace uso de la B11(SWIR) y la B8(NIR), en LANDSAT 5 B5 (SWIR) y la B4(NIR) y para LANDSAT 8 B6(SWIR) y B8(NIR). Así mismo, se utilizó el API reference “ee.Image.normalizedDifference”. En el caso de las imágenes Planet, no se pudieron usar para el cálculo de este índice puesto que estas imágenes no cuentan con la banda SWIR.

Para el cálculo de este índice, como el objetivo es verificar y contrastar la información dada en el índice NDVI se clasificaron las coberturas teniendo un rango de -0.5 a 0.1 este rango se seleccionó debido a que se evidencia que los valores del índice no presentan valores mayores a 0,1 lo que confirma el resultado obtenido en el índice NDVI en el que se observaba que los valores de las áreas en las que se encuentran casas y vegetación registraban valores altos en el índice. Para la primera clasificación se usaron las clases y rangos determinados en la tabla 5 y así mismo, los resultados de esta categorización se muestran en el **Anexo 8**.

Tabla 5. Intervalo 1 de clasificación del índice NDBI

VALOR NDBI	CLASES
-0,5 a -0,35	Vegetación vigorosa
-0,35 a -0,2	Vegetación poco vigorosa
-0,2 a -0,05	Urbanización con vegetación
-0,05 a 0,1	Suelo desnudo y construcciones

Fuente: Autores (2020)

Siguiendo el mismo análisis presentado para el índice NDVI se clasificaron las coberturas según Corine Land Cover mediante los rangos establecidos en la tabla 6 y los resultados son presentados en el ítem 7.2.5.3.2 de respuesta.

Tabla 6. Intervalo 2 de clasificación del índice NDBI coberturas Corine Land Cover

VALOR NDBI	CLASES
<-0,30	Bosque denso o abierto de tierra firme
-0,30 a -0,27	Bosque fragmentado con vegetación secundaria
-0,27 a -0,23	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
-0,23 a -0,15	Tejido urbano discontinuo
>-0,15	Tejido urbano continuo

Fuente: Autores (2020)

6.2.2.3 Índice BSI

El índice de suelo desnudo (BSI) es un indicador numérico que combina bandas espectrales azules, rojas, infrarrojas cercanas e infrarrojas de onda corta para capturar las variaciones del suelo. Estas bandas espectrales se utilizan de forma normalizada. El infrarrojo de onda corta y las bandas espectrales rojas se utilizan para cuantificar la composición mineral del suelo, mientras que las bandas espectrales azul e infrarroja cercana se utilizan para mejorar la presencia de vegetación. BSI se puede utilizar en numerosas aplicaciones de teledetección, como mapeo de suelos, identificación de cultivos (en combinación con NDVI) (Sykas, 2020).

$$NDBI = \frac{(RED + SWIR) - (NIR + BLUE)}{(RED + SWIR) + (NIR + BLUE)}$$

Para el cálculo de este índice, debido a que no está dentro de la API reference de GEE se introdujo el cálculo manual identificando cada una de las bandas, y convirtiéndolas en valores “float” dependiendo del satélite utilizado, como se muestra a continuación:

Figura 11. Ejemplo del cálculo del índice BSI en GEE para Landsat 8

```
//Cálculo de bsi
function addbsi_L08(img) {
  img = ee.Image(img) ;
  var bsi = img.expression('(float(Red+SWIR)-float(NIR+Blue))/(float(Red+SWIR)+float(NIR+Blue))',{
    'Red':img.select('B4'),
    'SWIR':img.select('B6'),
    'NIR':img.select('B5'),
    'Blue':img.select('B2'),
  }).rename(['bsi']);
  var img_bsi = img.addBands(bsi);
  return img_bsi;
}
```

Fuente: Autores (2020)

Los rangos establecidos para la clasificación de coberturas Corine land cover se establecen en la siguiente tabla.

Tabla 7. Intervalo de clasificación del índice BSI coberturas Corine Land Cover

VALOR BSI	CLASES
<-0,25	Bosque denso o abierto de tierra firme
-0,25 a -0,22	Bosque fragmentado con vegetación secundaria
-0,22 a -0,18	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
-0,18 a -0,10	Tejido urbano discontinuo
>-0,10	Tejido urbano continuo

Fuente: Autores (2020)

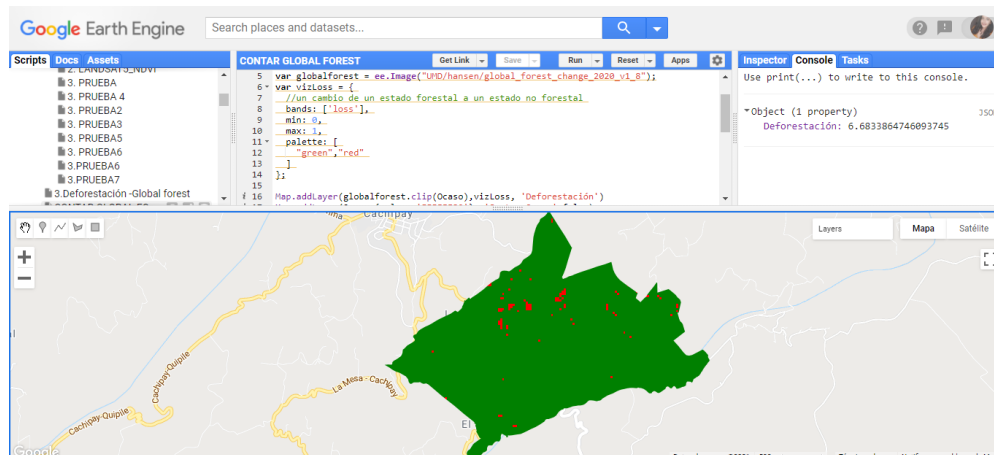
6.2.2.4 Deforestación

Para tener más datos de análisis frente al cambio de coberturas, especialmente la vegetal se usó la herramienta que provee GEE que se llama “Global Forest Change” que consiste en una serie de mapas digitales globales, con resolución de 30 m, que para el periodo 2000-2020 indican las áreas forestales, la proporción de cobertura arbolada y las áreas que presentaron procesos de reforestación (ganancia forestal) y deforestación (pérdida). Recientemente, el periodo de análisis se extendió hasta 2020 para algunos temas (deforestación). Para elaborar la cartografía se analizaron para el año 2018, un total de 654.178 imágenes Landsat 7, las cuales fueron re muestreadas, corregidas radiométricamente y filtradas (presencia de nubes) para generar diferentes métricas de series de tiempo, que sirvieron para clasificar las imágenes con un algoritmo de árbol de decisión. De acuerdo con la evaluación realizada por los autores, la base de datos es confiable. Por ejemplo, la clase “pérdida forestal” presenta errores de omisión y comisión de orden de 13% (Perilla & François, 2020, p. 4)

Para hacer uso de esta información se cargó la colección “Hansen Global Forest Change v1.8 (2000-2020)” en GEE y se identificaron los cambios que ocurrieron desde el año 2000 al 2020 que representaban un cambio de estado forestal a no forestal, representando los cambios de cobertura con color rojo. Adicionalmente, se calculó el área que se clasifica como deforestación, mediante el enmascaramiento de la banda identidad por la USGS como perdida, y convirtiendo el área de los pixeles a hectáreas, para que finalmente, GEE estableciera un resultado gráfico y cuantitativo de la deforestación en la zona de estudio, como se evidencia en la figura 12.

De la misma forma, se calculó el área determinada por Hansen et al., (2013) como aumento de la cobertura forestal, se obtuvo la información de cuantas hectáreas se perdieron cada año desde el 2001 hasta el 2020, y teniendo en cuenta la información brindada por la banda “treecover2000” se obtuvo el área de porcentaje de cobertura arbórea clasificándola en 7 rangos (0 a25%, 25 a 50%, 50 a 75% y 75 a 100%)

Figura 12. Representación visual y cuantitativa de la deforestación identificada por la Universidad de Maryland en GEE



Fuente: Autores (2020)

Se estimó, además, la tasa de deforestación para el periodo de interés mediante una variación a la fórmula referida por (IDEAM, 2004) :

$$Td = \left(\left(\left(\frac{S2}{S1} \right)^{\frac{1}{n}} \right) - 1 \right) * 100$$

Donde:

Td = Tasa de deforestación anual en porcentaje

S1 = Área arbolada del año inicial

S2 = Área arbolada del año final

n = Años del periodo de análisis

Y se analizó para el periodo de 20 años y de 13 años como se observa a continuación:

$$Td(2000 - 2020) = \left(\left(\left(\frac{242,041Ha}{248,272Ha} \right)^{\frac{1}{20}} \right) - 1 \right) * 100$$

$$Td(1985 - 2020) = -0,1270\%$$

$$Td(2015 - 2020) = \left(\left(\left(\frac{334,721Ha}{395,213Ha} \right)^{\frac{1}{5}} \right) - 1 \right) * 100$$

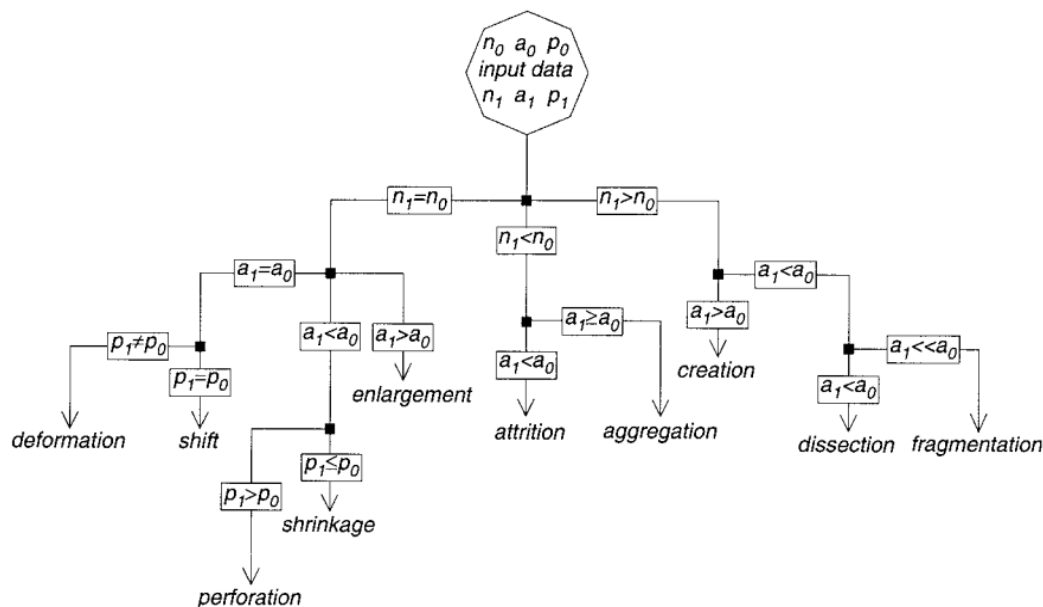
$$Td(2015 - 2020) = -3,268\%$$

6.2.2.5 Identificación de procesos de transformación

Para establecer los procesos de transformación espacial se utilizó el árbol de decisiones de (Bogaert et al., 2004, p. 3) representado en la figura 13, teniendo en cuenta que los parámetros a0, p0 y n0 se refieren al área del hábitat, perímetro y número de parches antes de la transformación, mientras que a1, p1 y n1 son los valores recíprocos después del patrón. Allí se analizaron únicamente las coberturas de Bosque denso bajo y Bosques fragmentados con vegetación secundaria vegetación vigorosa y vegetación calculadas mediante el índice NDVI en el periodo de 2015-2020 (Planet) y el periodo 2000-2020 (Landsat).

Para la obtención de los datos faltantes que corresponden al perímetro y el número de parches, se descargó la información en formato shape de las clasificaciones realizadas en el procesamiento en GEE y se cuantificaron estos valores mediante ArcGis.

Figura 13. Árbol de decisión para identificar procesos de transformación que alteran el patrón espacial de los paisajes



Fuente: (Bogaert et al., 2004)

Finalmente, todos los resultados del modelo FPEIR se registraron en el **Anexo 20** y en la **Figura 25** en las cuales se establece una síntesis del sector del Ocaso, de los resultados que se describen puntualmente en el ítem 7.RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .

6.3 Formulación de indicadores

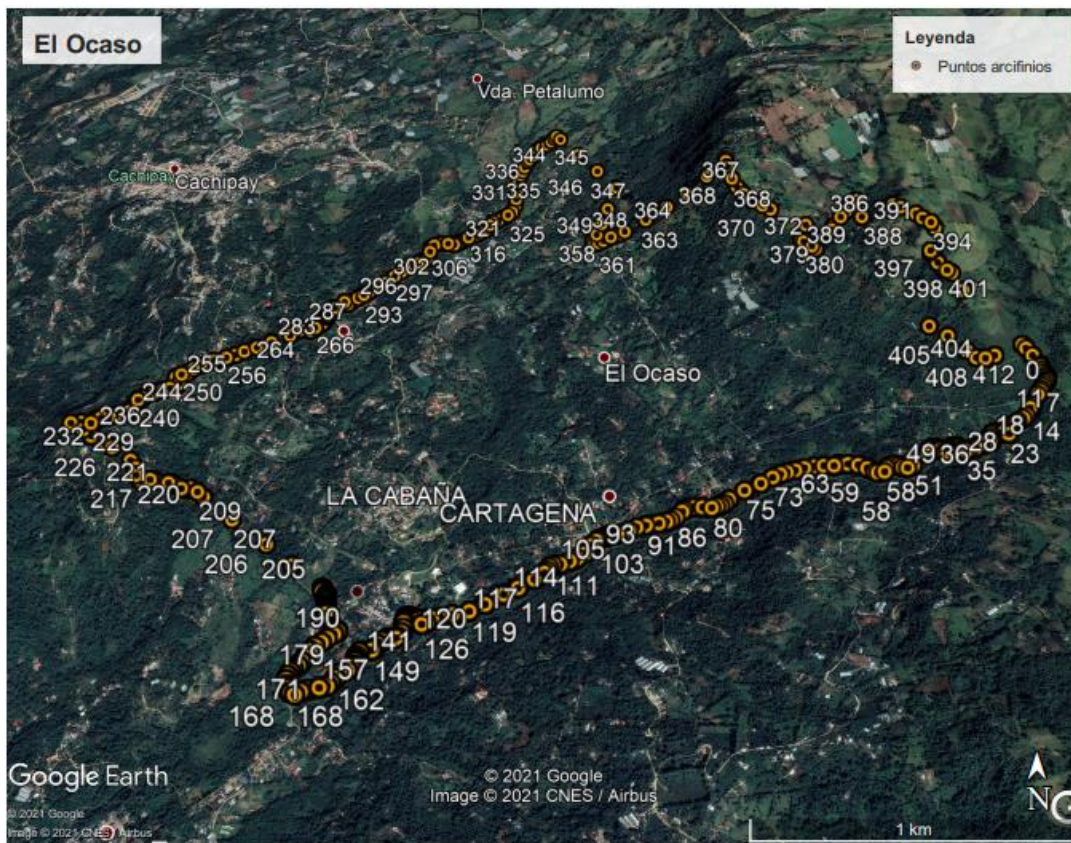
Toda la información recolectada, sintetizada y evaluada en el modelo permitió establecer 9 sub indicadores, estos indicadores se seleccionaron teniendo en cuenta la disponibilidad de la información para el cálculo del mismo, adicionalmente, se tuvo en cuenta la importancia de cada variable en la planificación de ordenamiento territorial para que de esta forma se pueda tener de manera transversal todos los cambios o modificaciones de cambio de uso del suelo.

7.RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1 Delimitación del polígono de estudio

Para iniciar es importante determinar el área de estudio de una forma detallada y real, de manera que se acude a la metodología de puntos arcifinios que permite una delimitación que concuerda con el área en campo gracias a la cantidad de información que se establece para cada punto como se muestra a continuación:

Figura 14. Área de estudio delimitada por puntos arcifinios



Fuente: Google Earth. (2021)

Tabla 8. Representación de la tabla elaborada para los límites arcifinios del área de estudio

PUNTO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS PLANAS		RUMBO	DISTANCIA (Km)	HITO
	LONGITUD	LATITUD	X (m)	Y (m)			
0	74° 23' 59,199" O	4° 42' 50,840" N	964245,472	1013048,232	S 11,31 O	9,854	
1	74° 23' 59,199" O	4° 42' 50,319" N	964245,472	1013032,232	0	1,600	
2	74° 23' 59,026" O	4° 42' 49,867" N	964250,805	1013018,364	S 21,04 E	1,485	
3	74° 23' 58,714" O	4° 42' 49,485" N	964260,406	1013006,631	S 39,29 E	1,516	
4	74° 23' 58,575" O	4° 42' 49,173" N	964264,672	1012997,030	S 23,96 E	1,050	
5	74° 23' 58,575" O	4° 42' 48,791" N	964264,672	1012985,296	0	1,173	
6	74° 23' 58,783" O	4° 42' 48,478" N	964258,272	1012975,696	S 33,69 O	1,153	
7	74° 23' 59,129" O	4° 42' 48,131" N	964247,605	1012965,029	S 45,00 O	1,508	
8	74° 23' 59,440" O	4° 42' 47,679" N	964238,005	1012951,161	S 34,69 O	1,686	
9	74° 23' 59,751" O	4° 42' 47,193" N	964228,404	1012936,227	S 32,74 O	1,775	Sobre el río Apulo. PK CUE 623688

Fuente: Autores, (2021)

Como se observa en la **Tabla 8.** al tener coordenadas geográficas, planas, el rumbo, distancia y sobre todo los hitos que están determinados principalmente el río Apulo, así como también por vías, quebradas y puntos geográficos; de modo que permiten establecer un polígono consistente que puede usarse en otros estudios asegurando que este va tener una ubicación más detallada eliminando distorsiones geométricas. Para visualizar en detalle los 413 puntos ver **Anexo 1.**

Este resultado, se vuelve importante debido a que como lo menciona Mosaffaie et al.,(2021) se presentan muchos problemas en los estudios ambientales y cartográficos puesto que los límites de las cuencas, páramos, áreas protegidas o límites políticos suelen tener errores de posición geográfica, lo cual impide coordinar los usos prohibidos entre las diferentes instituciones de planificación o de licencias ambientales, presentando una posible amenaza para los ecosistemas sensibles.

7.2 Análisis del modelo FPEIR

7.2.1 Fuerzas Motrices

Las fuerzas motrices son todos esos factores que provienen de organismos institucionales, dinámicas socioeconómicas y demás elementos que pueden provocar cambios en el sistema. Por lo tanto, para el sector del Ocaso se estructuraron en 3 grandes grupos (Normatividad generadora de fuerzas impulsoras, Ordenamiento territorial como fuerza impulsora y Dinámicas socioeconómicas y culturales) en los que se hizo una síntesis de los elementos que aplicaban para la zona de estudio y que se consideran fuerzas impulsoras creadoras de presiones.

7.2.1.1 Normatividad generadora de fuerzas impulsoras

Las normas que rigen el ordenamiento territorial son unas de las principales fuerzas impulsoras puesto que estas determinan la forma en que los territorios, realizan su gestión atendiendo a las necesidades de la población. Por lo tanto, en el estudio de este marco normativo, se identificaron 3 leyes que generan cambios al sistema del sector del Ocaso. De estas leyes, se identificaron los artículos más importantes generadores de presiones, los cuales se describen a continuación:

7.2.1.1.1 Ley general ambiental en Colombia – Ley 99 de 1993

La importancia de la articulación entre estas diversas áreas mencionadas anteriormente, es la que conlleva a la creación del Sistema Nacional Ambiental, puesto que, por medio de esta ley, se establecen las funciones del Ministerio del Medio Ambiente, Corporaciones Autónomas Regionales, Departamentos y Distritos o Municipios. Adicionalmente, se crea el Consejo Nacional Ambiental que es el encargado de la coordinación intersectorial a nivel público de las políticas, planes y programas en materia ambiental y de los recursos naturales renovables.

La Ley 99 de 1993, marca un hito histórico importante en la dinámica de la gestión ambiental en Colombia, puesto que, por medio de principios básicos como la armonía regional, la gradación normativa, y el rigor subsidiario, se establecen las funciones de los Departamentos, Municipios y Distritos en materia de planificación. En el caso puntual de los municipios, se establece que se deben colaborar con las CAR en la elaboración de los planes regionales y en la ejecución de todos los programas, proyectos y tareas necesarias para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, adicionalmente, deben dictar dentro de los límites establecidos por la ley, los reglamentos y las disposiciones superiores, las normas de ordenamiento territorial del municipio y las regulaciones sobre usos del suelo.

Para comprender el comportamiento del territorio, es preciso estudiar las leyes que rigen el mismo, y las de todos los componentes que interactúan en la aplicación de las mismas.

7.2.1.1.2 Ordenamiento territorial - Ley 388 de 1997

Los planes de ordenamiento territorial son instrumentos técnicos y normativos que tienen como objetivo ordenar el territorio por medio de directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas, destinadas a orientar administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo. (Cámara de comercio de Bogotá, n.d.)

La ley 388 en su artículo 14 define que el componente rural del plan de ordenamiento debe garantizar la adecuada interacción entre los asentamientos rurales y la cabecera municipal, la conveniente utilización del suelo rural y las actuaciones públicas tendientes al suministro de infraestructuras y equipamientos básicos para el servicio de los pobladores rurales.

Adicionalmente, la Ley 388 de 1997 en su artículo 92 define: “Los Municipios y distritos determinarán sus necesidades en materia de vivienda de interés social, tanto nueva como objeto de mejoramiento integral, y de acuerdo con las mismas, definirán los objetivos de mediano plazo, las estrategias e instrumentos para la ejecución de programas tendientes a la solución del déficit correspondiente. En todo caso al incorporar suelo de expansión urbana, los planes de ordenamiento y los instrumentos que los desarrollen determinarán porcentajes del nuevo suelo que deberán destinarse al desarrollo de programas de vivienda de interés social.” Y esto también: “1. A iniciativa del alcalde municipal o distrital podrán incorporar al perímetro urbano los predios localizados en suelo rural, suelo suburbano y suelo de expansión urbana requeridos para el desarrollo y construcción de vivienda de interés social y vivienda de interés prioritario, mediante el ajuste del Plan de Ordenamiento Territorial, que será sometida a aprobación directa del concejo municipal o distrital, sin la realización previa de los tramites de concertación y consulta previstos en artículo 24 de la Ley 388 de 1997. (Esquema de Ordenamiento Territorial - Documento Resumen, 2000)

Así mismo, el numeral 1 Artículo 99 La Ley 388 de 1997, señala que licencias de construcción, ampliación, modificación y demolición de edificaciones, de urbanización y parcelación en terrenos urbanos, de expansión urbana y rural, se otorgarán con sujeción al Plan de Ordenamiento Territorial, planes parciales y a las normas urbanísticas que los desarrollan y complementan. Igualmente se requerirá licencia para el loteo o subdivisión de predios para urbanizaciones o parcelaciones en toda clase de suelo, así como para la ocupación del espacio público con cualquier clase de amoblamiento.

Se considera relevante recalcar estas definiciones de la ley puesto que en el ejercicio de aplicación de las mismas se vuelve netamente un trámite, o un requisito que se debe cumplir, pero no se analizan las realidades y necesidades locales que presenta la comunidad. Y finalmente, estos planes de ordenamiento son ejecutados satisfaciendo los intereses de unos pocos y olvidando el bienestar común.

Un ejemplo de esto, es que en la ley se establece que el componente rural debe contener “La localización y dimensionamiento de las zonas determinadas como suburbanas, con precisión de las intensidades máximas de ocupación y usos admitidos, las cuales deberán adoptarse teniendo en cuenta su carácter de ocupación en baja densidad, de acuerdo con las posibilidades de suministro de servicios de agua potable y saneamiento, en armonía con las normas de conservación y protección de recursos naturales y medio ambiente.” Y en la realidad, este dimensionamiento de los servicios de agua potable y saneamiento, no se ve actualizado, ya que en Zipacón se siguen elaborando los planes de desarrollo de cada gobierno con base al EOT del año 2000 y en 20 años estos equipamientos, las condiciones cambian sustancialmente.

7.2.1.1.3 Gestión del riesgo – Ley 1523 del 2012

Es importante mencionar el rol que toma la gestión del riesgo en el ordenamiento del territorio, debido a que constituye un factor fundamental en la toma de decisiones de los municipios. De manera que es clave tener en cuenta la Ley 1523 de 2012, gracias a que adopta la política nacional

de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. En este sentido, se resalta la acción que tienen los alcaldes como jefes de la administración local, quienes son los responsables directos de la implementación de los procesos de gestión del riesgo en el municipio como lo establece el Artículo 14 de esta ley; así mismo se establece la necesidad de crear los consejos departamentales, distritales y municipales de gestión del riesgo de desastres como instancia de coordinación con todo lo relacionado al riesgo en el territorio. Cabe resaltar que las asociaciones de los municipios deben adoptar los procesos de la gestión del riesgo en el marco de su desempeño en la planificación del desarrollo, gestión ambiental y ordenamiento territorial, de conformidad con sus competencias.

El Artículo 37 de la Ley 1523 de 2012 indica que las autoridades municipales deben formular y concertar con el consejo de gestión del riesgo, un plan de gestión del riesgo de desastres y una estrategia para la respuesta a emergencias de su respectiva jurisdicción. Es por ello que en el Plan de Desarrollo Municipal Del Zipacón 2020 - 2023 se establece en el Artículo 43 el programa de gestión del riesgo de desastres dentro del eje programa de gobierno “Zipacón gente con corazón ambiental”, el cual está enfocado al objetivo de desarrollo sostenible No. 13 *Acción por el clima*, de manera que se promueven campañas teórico-prácticas de mitigación del riesgo, proyecto de adaptación y mitigación al cambio climático, fortalecimiento del cuerpo de bomberos y de voluntarios de la defensa civil, así como ayudas humanitarias a familias damnificadas.

El factor de la gestión del riesgo constituye una fuerza motriz importante debido a que la situación de desastre puede afectar de manera desfavorable y grave los bienes y habitantes del municipio, por ejemplo en proyectos de desarrollo urbano la ley establece que se definirán las condiciones para la construcción y reubicación de viviendas, el desarrollo de otros usos, la extensión o ampliación de la infraestructura para el sistema vial, y de servicios públicos domiciliarios, y la ejecución de espacios públicos y equipamientos colectivos, ya sea que se trate de predios urbanos, rurales o de expansión urbana (Ley 1523 de 2012, 2012).

En este sentido, es de gran importancia mencionar que la no adecuada planificación territorial puede llegar a constituir un riesgo para el municipio en la medida en que se tomen decisiones contrarias entre el uso, la capacidad, y la vocación del suelo; en este marco se puede resaltar que según el Documento Técnico, Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Zipacón (2000) en la actualidad, el Puesto de Salud del Ocaso se encuentra en una zona de terreno de alto riesgo, por lo cual es necesario pensar en la reubicación y construcción de este puesto de salud en un predio más estable y cercano a la población a beneficiar, para lo cual se propone el predio dentro del centro poblado con cédula catastral No. 006-037 de propiedad del Mayor Lozano. Lo anterior, muestra un claro ejemplo de la relevancia que presenta esta fuerza motriz en la ley 1523 de gestión del riesgo para el ordenamiento del territorio.

Se vuelve un hito histórico porque en la ejecución de estas funciones establecidas, en los territorios que tienen diferentes complejidades, es cuando se encuentran falencias en las disposiciones legales. Un ejemplo de esto, es la articulación y coordinación que deben tener las corporaciones autónomas regionales y los gobiernos municipales, en los planes y proyectos establecidos en el POMCA y en el EOT. En Zipacón por ejemplo, en el año 2018, se empezaron a desarrollar loteos en el sector del Ocaso, a causa de un cambio de uso en el suelo programado por la alcaldía, en el que se planteaba cambiar el uso del suelo de rural a suburbano, sin embargo en esta fecha en la que se estaba presupuestando este cambio, el POMCA del río Bogotá (que es al que pertenece el municipio por ser parte de la cuenca del río Apulo), se encontraba en el régimen de transición, y a pesar de que este régimen entre POMCA y POMCA no niega las licencias urbanísticas, se encuentran los permisivos, que son los permisos de aprovechamiento forestal, permisos de ocupación de cauce, permisos de vertimientos, que no están sujetos al régimen de transición del POMCA, eso es lo que impide que muchas zonas que ya tenían identificadas como para ser desarrollos urbanísticos, no puedan ejecutarlos. Por otro lado, se pueden presentar inconvenientes cuando se evalúa el riesgo, puesto que el riesgo si determina si se puede o no

construir en determinada zona o tienen que hacer una inversión muy grande en medidas de mitigación para ejecutar una obra y para esto si se requieren los estudios de detalle, ocurre con muchos planes parciales para la ejecución de expansión urbana en muchos municipios, hay que revisar el régimen de transición y ver que tan responsables somos con el riesgo. Se tiene un predio y se sabe que está en una zona de amenaza alta por inundación, no se puede construir ahí como lo que paso en el año 2011 con muchos predios que estaban alrededor del río Bogotá, la gestión del riesgo parte de la conciencia de que tan consientes somos del suelo que pisamos (González & Sabogal, 2021).

7.2.1.2 Ordenamiento territorial como fuerza impulsora

La ejecución del ordenamiento territorial se convierte en la segunda fuerza impulsora puesto que este determina los usos del suelo, y el desarrollo de estos usos en cualquier área geográfica; por lo tanto, en este grupo se estudió la ejecución del ordenamiento territorial en el Municipio de Zipacón, identificando dos aspectos relevantes. El primero, es la demanda del suelo urbanizable que es ocasionada principalmente por la cercanía a la ciudad de Bogotá. Y el segundo, los aspectos importantes generados en el sector del Ocaso en la ejecución del EOT 2000, modificación del EOT 2013 y actualización del EOT en el año 2019.

7.2.1.2.1 Demanda de suelo urbanizable

Bogotá tiene todas las demandas propias de una ciudad completa y compleja, y tiene por ello varios temas que debe resolver con respecto al uso del suelo. En Bogotá existe una fuerte presión por la escasez de suelo urbanizable, existen también asentamientos precarios, principalmente en las áreas periféricas, que sufren de problemas de movilidad, equipamientos y servicios, y existe además la necesidad de desarrollar procesos de renovación y de mejorar el espacio público y la infraestructura. (IDEAM, 2007, p. 103)

Esta dinámica socioeconómica generada por la ciudad de Bogotá ocasiona cambios en los diferentes municipios aledaños a la capital, estimulando de esta forma, a los propietarios de la tierra a perseguir un uso particular de la tierra para ver su viabilidad y rentabilidad, algunos factores económicos que se encargan de este cambio son: el comportamiento económico, el limitado acceso a los mercados, el capital, los impuestos, los costos de transporte y producción, las inversiones, los subsidios y la tecnología. (Rasool, 2021, p. 12)

El municipio de Zipacón al encontrarse ubicado a 46 km y 2 horas aproximadamente, de la capital se convierte en el lugar perfecto para solucionar esos problemas que se generan en Bogotá frente a la escasez del suelo urbanizable, ya que sigue teniendo una distancia considerable que permite seguir las actividades económicas dependientes de Bogotá, que era el atractivo principal por el cual los municipios de Chía, Cota, Funza, Mosquera, Madrid y Facatativá se urbanizaron a un gran nivel en los últimos 15 años, pero, municipios como Zipacón, que aún conservan su suelo rural, y gran vegetación los hacen atractivos para desarrollar otro tipo de actividades.

Un factor que facilita que esta fuerza motriz se desarrolle es la falta de actualización de los planes de ordenamiento territorial, puesto que se formulan planes y proyectos sobre un estado falso y desactualizado de los recursos y el uso del suelo. “El 88% de los principales instrumentos de planificación en el país se encuentran desactualizados. El panorama no es muy alentador si además se tiene en cuenta que algunos de los instrumentos actualizados están demandados o están siendo cuestionados.” (Instituto de Estudios Urbanos, 2020)

7.2.1.2.2 Plan de Ordenamiento Territorial Municipal de Zipacón

Dentro de los documentos de ordenamiento territorial presentes en el municipio de Zipacón se presentan principalmente dos: el Acuerdo 005 de 2000 *“Por medio del cual se adopta el Esquema de Ordenamiento del Municipio de Zipacón”* y el Acuerdo 013 de 2013 *“Por el cual se incorpora un predio localizado en suelo rural al perímetro urbano y se ajusta el esquema de ordenamiento territorial del municipio de Zipacón y se dictan otras disposiciones”*.

Así mismo, en el Esquema de Ordenamiento Territorial - Documento Resumen (2000) se establece que, debido a la gran densidad de predios del suelo rural, en la parte sur del municipio y sobre las vías que conducen hacia la zona urbana, se determinó manejar como **zonas Suburbanas**, adyacentes a los centros poblados en los sectores conocidos como la Capilla, Cartagena, El Ocaso, La Cabaña y parte del Tolú. En el EOT se clasifica el área en estudio como una de las seis veredas en la parte rural establecidas a nivel catastral. Asimismo, se establece que la sobrevaloración de la tierra en el área de El Ocaso y La Capilla, es producida por la afluencia de compradores de Bogotá, en busca de fincas de recreo, y por la penetración de cultivadores de flores.

A nivel ambiental, el EOT establece un proyecto de recuperación del Río Apulo y otras fuentes y nacimiento, el cual fue diseñado por la CAR y en el 2000 se preveía para los próximos 9 años como un programa de apoyo técnico al Esquema de Ordenamiento Territorial en sus elementos ambientales.

La modificación del EOT descrita en el Acuerdo No. 013 de 2013 consiste principalmente en que el predio con registro catastral No. 000000060578000, matrícula inmobiliaria número 156-102371 denominado LOTE B queda incorporado a la clasificación de **suelo urbano** de la Inspección El Ocaso y cuenta con 10.781 m², el uso principal en esta modificación corresponde a VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL PRIORITARIA. Cabe mencionar que se presentan dos opciones de tipo de vivienda que pueden desarrollarse, la vivienda unifamiliar y la bifamiliar, para las cuales la altura máxima según el acuerdo corresponde a 2 pisos.

En este sentido, es importante mencionar que el instrumento del EOT constituye una fuerza motriz en cuanto a que es el documento base para ordenar el territorio, siendo un factor capaz de provocar cambios correspondiendo a un asunto estructural, de manera que la actualización de esta herramienta es fundamental para el correcto desarrollo del municipio, sin embargo, se ha encontrado que el EOT vigente en Zipacón ha tenido una duración de 21 años, con una única modificación en 2013, lo que representa un sesgo en la toma de decisiones en el municipio, ya que en dos décadas la dinámica territorial presenta grandes cambios en su estado. De hecho, según el Ministerio de Vivienda se considera que los planes de ordenamiento territorial deberán definir la vigencia de sus diferentes contenidos y las condiciones que ameritan su revisión, de manera que el contenido urbano y rural a corto plazo debería darse en un periodo constitucional, y a mediano plazo en dos periodos constitucionales, mientras que el contenido estructural debería tener una vigencia de tres periodos constitucionales, en donde cada periodo constitucional está conformado por 4 años contados a partir del inicio de la administración municipal.

Finalmente, una fuerza motriz importante para el tema estudiado es el hecho de que según Alcaldía Municipal de Zipacón Cundinamarca (2019a) se realizó la actualización de Esquema de Ordenamiento Territorial en la alcaldía del señor Gustavo Cortés Camacho, sin embargo, este documento no se encuentra disponible para el público en ninguna de las páginas oficiales, ni tampoco fue posible acceder a este debido a que dentro de la misma alcaldía muchos funcionarios desconocen el mismo.

Figura 15. Prueba de la actualización del esquema de ordenamiento territorial según la alcaldía de Zipacón año 2019



Fuente: Alcaldía Municipal de Zipacón Cundinamarca (2019)

7.2.1.3 Dinámicas socioeconómicas en el sector del Ocaso

La tercera fuerza impulsora se compone de todas las dinámicas socioeconómicas por qué estas determinan ciertos comportamientos y efectos en el sistema. Así mismo, en un ejercicio de planificación es fundamental reconocer la historia del territorio, puesto que brinda herramientas que permiten determinar las estrategias que funcionan en el área de estudio y cuáles no. Así mismo, en el caso de las condiciones de los ecosistemas y de los suelos nos ayuda a elaborar estrategias que den solución real a la recuperación y no invertir gastos en proyectos que probablemente no solucionen estos problemas porque no atacan el problema real.

En el sector El Ocaso predomina el Bosque Húmedo Premontano, pertenece a la zona marginal cafetera siendo su fisiografía de ondulada a fuertemente ondulada con pendientes 12-25%. La vegetación natural del área se caracteriza por estar presente en los estratos arbóreos que funcionan como sombríos del café, y algunos cultivos de pancoger, la presencia de bosques naturales es escasa, localizándose en la protección de fuentes de agua en la zona baja del río Apulo, en el sector del Ocaso. Y en menor proporción se encuentra el Bosque Muy Húmedo Premontano la fisiografía es de quebrada a fuertemente quebrada, con pendientes superiores al 25% se encuentra en sectores de la quebrada el arzobispo y veredas aledañas. Los bosques nativos de esta zona son casi inexistentes. (Documento Técnico, Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Zipacón, 2000)

Estas características, permiten que los principales cultivos para el municipio de Zipacón sean: zanahoria, calabaza, arveja, papa, papa criolla, maíz, caducifolios, flores y follajes, fresa, mora y café. (Plan de Desarrollo Municipal de Zipacón 2016-2019)

7.2.1.3.1 Bonanza y crisis cafetera

Para que se puedan entender estas dinámicas socioeconómicas presentes en el municipio actualmente, es preciso tener presente la crisis cafetera que se presentó en Colombia en 1989, teniendo en cuenta que el municipio en estudio tiene una alta influencia en cultivos de café.

A finales de la década de los años ochenta y principios de los noventa, se evidenció la crisis por la que atravesaba el modelo productivo del café agenciado por la Federación Nacional de Cafeteros (FNC) durante más de medio siglo. A los problemas estructurales se les sumaron las dificultades ambientales y la ruptura del Pacto Internacional del Café en 1989, con la consecuente caída del sistema de cuotas que hasta la fecha mantenía estables los precios del grano (Acero Vargas, 2016).

Durante el siglo XIX, la producción del café se concentraba principalmente en el oriente colombiano. Departamentos como Boyacá, Cundinamarca, Santander y Magdalena poseían grandes haciendas cuyas extensas zonas de cultivo dedicadas al grano hacían que produjeran en promedio 195.000 sacos anualmente (Arango, 1997).

No obstante, la crisis del mercado mundial no encontró a Colombia desprovista de instrumentos de regulación ni de capacidad competitiva a nivel internacional para responder al reto del mercado libre. El país ganó participación en el mercado mundial, no solo en los volúmenes exportados sino en el valor de las exportaciones. Puesto que paso de un 14,5 % en el año de 1988 a un 20,5 % en 1992 y en valor del 17,2 % al 25 %. Sin embargo, estos no eran los resultados óptimos porque era mejor vender menos café a precios más remunerativos y estables, pero el deterioro constante de los precios obligó a los países productores a exportar volúmenes sin precedentes para tratar de compensar el menor ingreso por la caída de los precios (Cárdenas, 2014).

El fin del mercado regulado se encontró con una euforia sin restricciones que llevó a mayores volúmenes de producción asociados a menores ingresos por exportaciones, para suplir esta gran magnitud de volúmenes, se requiere una alta demanda de los suelos, provocando problemas a causa de la intensificación agrícola aporta sus propios problemas. Según la (FAO, n.d.-a) los plaguicidas y herbicidas destruyen directamente muchos insectos y plantas no deseadas, y reducen la disponibilidad de alimentos para animales más grandes. Algunas de las formas de vida afectadas pueden ser importantes recicladores de nutrientes del suelo, polinizadores de cultivos y predadores de insectos dañinos. Otras son potencialmente una fuente importante de material genético para mejorar cultivos y ganados domesticados.

Por lo tanto, se evidencia que para encontrar un equilibrio y que se puedan desarrollar todas las actividades económicas del municipio, se deben formular planes y proyectos orientados a la evaluación del estado actual de los diferentes medios, y de la misma forma, que tengan como objetivo establecer metodologías que aseguren que los ecosistemas de los cuales dependen el sector agropecuario, pecuario, y el turismo estén en condiciones adecuadas para proporcionar una productividad adecuada para los habitantes del municipio.

Así mismo, es fundamental crear ventajas competitivas en los instrumentos de las instituciones de ahorro colectivo dentro de las economías rurales (Silva, 2005).

Esta crisis dejó varias lecciones, la primera fue la importancia de encontrar un equilibrio puesto que los dos modelos totalmente contrapuestos colapsaron, que era por un lado el modelo que limitaba las libertades para exportar y fomentaba distorsiones en los mercados y por otro lado estaba el modelo que no tenía restricciones que no fue capaz de suministrar el nivel de ingreso requerido para sostener a los productores. Así mismo, se llega a la importancia de la creación de ventajas competitivas en los instrumentos instituciones de ahorro colectivo dentro de las economías rurales (Silva, 2005).

Tras finalizar el “Pacto de cuotas” en 1989, el control del mercado del café volvió a caer en manos de los grandes comerciantes. Generando un mercado especulativo responsable de una situación de crisis del café permanente que se agudiza cada vez más (S. Gómez, 2019).

7.2.1.3.2 Bonanza y crisis de la cadena de flores y follajes

Las actividades florícolas en Colombia se inician a mediados de la década de los 60s, cuando los costos y condiciones de producción del sector permitieron encontrar elementos altamente competitivos respecto a otros actores del comercio mundial. Las principales áreas de cultivo como la sabana de Bogotá y la zona de Rionegro en Antioquia, representaban tierras fértiles con temperatura adecuada (de 13 °C a 21°C), uniformidad entre las horas de luz y sombra y ausencia de estaciones, que permitían obtener hasta 3.2 cosechas por año. Adicionalmente la relación de costos de la tierra por hectárea alrededor de Bogotá, respecto a zonas floricultoras de Estados Unidos, era de 1 a 9 y el valor de envío de flores a Miami era bajo (el costo de envío de un paquete de claveles de Bogotá a Miami en 1969 era de US \$0.08 en tanto que el precio final de venta era de US \$1,05 por paquete) (Cámara de comercio de Bogotá, 2015a).

La floricultura en Colombia se empezó a destacar dentro de las actividades agropecuarias, de manera que se caracterizó por aprovechar la tecnología y optimizar el espacio, adicionalmente, la mano de obra de este sector se amplificó de gran manera, influyendo significativamente en la sociedad.

Es de gran importancia mencionar que según la Cámara de comercio de Bogotá (2015) en el año 1994 fue creado *Ecoflor* como un programa para contribuir a satisfacer las necesidades de los nuevos mercados, a través de procesos de mejoramiento productivo, y también con el fin de que llevara a obtener una certificación de las flores colombianas para consolidarse en mercados diferentes al norteamericano. Después, en 1996 la Asociación Colombiana de Flores (Asocolflores) creó *Florverde*, como el proyecto bandera para la floricultura, promoviendo el mejoramiento del desempeño social y ambiental de las sociedades involucradas en el programa, a partir de la asesoría empresarial y la promoción de la sana competencia entre ellas.

Para el caso de las exportaciones de flores se tiene que el principal destino era Estados Unidos con un 80%, después están Reino Unido y Rusia con un 4%. A partir del año 2006 se presenta una devaluación del dólar frente al peso, llegando al punto más bajo en el mes de junio del 2008, y a partir de este momento el dólar presenta una revaluación hasta inicios del año 2009, pero es a partir de marzo de este mismo año empieza una nueva caída del dólar, lo cual ha sido un factor trascendente en el sector floricultor (Garcia Mestizo, 2011).

Figura 16. Exportaciones del sector floricultor Vs. TRM



Fuente: (Garcia Mestizo, 2011, p.40)

En la anterior grafica se puede analizar un factor que ha sido determinante en el sector floricultor y es el tipo de cambio real, el hecho de haber pasado de un TRM de alrededor de los \$2.300 en el año 2006 para luego llegar a una TRM de \$1.922 con lo cual en este y haciendo una comparación en estos dos puntos los floricultores estarían dejando de recibir alrededor de trescientos setenta y ocho (\$378) pesos por dólar.

Figura 17. Ingresos del sector floricultor Vs TRM.



Fuente: (García Mestizo, 2011, p.43)

Estas pérdidas se ven reflejadas en el estado de resultados del sector floricultor el cual presenta desde el año 2006 una disminución en sus ingresos hasta el año 2008, en el año 2009 se presente un incremento en los ingresos del sector en un 13% pero a pesar de este incremento en los ingresos el sector floricultor ha presentado pérdidas consecutivas en este periodo de tiempo. Adicionalmente, se puede observar que existe una correlación entre la tasa de cambio y los ingresos del sector floricultor ya que a medida que disminuye la tasa de cambio los ingresos del sector floricultor también presentan disminuciones, es por esta razón el sector floricultor dejó de recibir alrededor de \$ 219.615,753 por año tomando como base la TRM del año 2006. (García Mestizo, 2011)

Según Castellanos et al. (2009) entre mediados del año 2008 e inicios del 2009 se ha visto una leve reducción en cuanto a las áreas destinadas a la producción de clavel pasando de 946 Has (incluyendo las áreas destinadas a la propagación del material vegetal) a 923 Has, observándose una reducción de cerca del 3% en menos de un año. Esta situación se atribuye en gran medida a la crisis económica que ha tocado a las principales economías del mundo, afectando en forma significativa no solo la demanda del clavel, ya que al ser considerado un bien suntuario no se encuentra dentro de las prioridades del consumidor en épocas coyunturales, sino a la oferta, ya que el costo de producción se incrementa cada vez más tras pasar el tiempo.

Según Calderón & Nuñez (p.144. 2012) en las últimas décadas para el caso que nos concierne del sector floricultor y más aún la exportación de rosas, los mayores volúmenes de exportación están destinados a Estados Unidos, haciendo que en épocas de crisis política siempre estemos supeditados a dicho país.

Posteriormente, en el año 2013 el DANE y el Ministerio de Agricultura vislumbraron que Cundinamarca tenía dos tipos de producción relevantes, entre los principales se encontraban las flores y los follajes con una participación del 61,9%. Lo cual es representativo para el enfoque con el cual contará el departamento, puesto que al analizar cuál de los departamentos se encuentra detrás, tenemos a Antioquia con tan solo, una participación del 19,2% de producción. (Aragón Orjuela, 2017a, p. 17)

Las características del territorio en cuestión permiten que dentro de los principales cultivos se destaquen las flores y follajes, tanto así que, dentro de los aspectos culturales del plan de

desarrollo de Zipacón, se encuentra el festival de flores y frutas. Lo cual se evidencia en el análisis realizado por Aragón Orjuela (2017a, p. 17) en el cual se menciona que Zipacón cuenta con una diversidad de climas, las cuales hace posible que su productividad agrícola cuente con una variedad de productos para ofrecer a los diferentes mercados. Teniendo en cuenta la estadística realizada para Cundinamarca durante los años 2011-2013, se cuenta con datos de cultivos transitorios y permanentes.

La bonanza de flores y follajes constituye un factor muy importante para el área de estudio, pues según (Martínez Celis, Palau Rivas, & Pardo Durana, 2011, p. 37) las pausas geográficas (zonas planas) que se encuentran alrededor de la cota 2.600 a 2.400 msnm y alrededor de la cota 1.400 msnm han sido las áreas donde se ha dado el mayor asentamiento humano, siendo las de casco urbano de Zipacón y la vereda El Ocaso las de mayor densidad y ésta la de mayor crecimiento especialmente a partir de mediados del siglo XX, justamente en estas zonas planas el uso del suelo corresponde a agropecuario semi intensivo en donde se establece el cultivo de flores, follajes y frutales, así como ganadería. En este sentido, cabe resaltar que en el municipio tanto en la parte alta como en la baja se destaca el cultivo masivo de la mora, las flores (astromelias) y el follaje (helecho cuero), con el propósito de comercializar estos dos últimos productos para su exportación.

7.2.1.3.3 Pandemia COVID-19

La pandemia generada por el coronavirus (COVID-19) durante el año 2020 y lo transcurrido del 2021, es un hito que ha modificado las dinámicas socioeconómicas y culturales en todo el mundo, y es relevante incluir este tema puesto que la necesidad de mantener un aislamiento, aumentó el teletrabajo en muchos sectores económicos lo cual facilitaba que las personas pudieran trabajar desde cualquier lugar que tuviese conexión a internet.

Los confinamientos obligaron a replantear la forma de trabajar, e indirectamente como lo analiza Solarte (2020) está mostrando la necesidad de replantear, en buena medida, las políticas y las normas, de tal forma que se puedan generar nuevos aprovechamientos del suelo en espacios no necesariamente catalogados como urbanos, con usos compatibles con el medioambiente y bajo el control de las autoridades competentes. De esta forma, los usos del suelo que se vieron afectados son los de las oficinas, los consultorios, los servicios financieros y similares, lo que lleva a replantear muchos proyectos por parte de los constructores y, en consecuencia, a tener que modificar luego los POT para asignar nuevos usos que resulten atractivos en el desarrollo urbano y satisfagan las novedosas necesidades. Esta búsqueda de sitios distintos a los tradicionales para vivir, estudiar y trabajar aumenta la demanda del suelo rural, sobre todo en lugares donde tradicionalmente la vivienda se usaba solo para descansar, como las casas de campo.

El atractivo del sector rural es porque en este lugar se dispone de más espacio, hay un terreno libre alrededor con menos vecinos cercanos, se presenta una calidad del aire mejor, la cercanía en términos de desplazamientos y la calma que rodea la vida rural. En resumen, los pueblos ofrecen una mayor calidad de vida. Sin embargo, la conectividad presenta un limitante en el desarrollo de estas actividades, los últimos datos del INE indican que el 91,4 % de los hogares tiene acceso a internet, una cifra que disminuye hasta el 86,8 % en municipios de menos de 10.000 habitantes. A pesar de que desde el 2013 el programa de ayudas del Gobierno para ampliar la cobertura de redes de alta velocidad ha contribuido a reducir la brecha digital entre el entorno rural y urbano, todavía existen zonas desconectadas o con conexiones deficientes.(Academia Nacional de Medicina de Colombia, 2020)

Esto lleva a plantear un renacimiento rural basado en la nube, que implica alentar a las comunidades y economías locales fuertes y autosuficientes en las zonas rurales, generando a su vez una tendencia tecno económica que implica que la producción de banda ancha y cobertura a menor escala es muy factible. Adicionalmente, la expansión y retención rural también podría

ayudar a impulsar la agricultura, una industria que ha sido duramente afectada en la última década.(Vembu, 2020)

Así mismo, a raíz de la pandemia se genera una presión que se ve reflejada mediante el Ministerio de Vivienda, el cual el 12 de enero de 2021 aumentó el cupo para acceder a la vivienda rural nueva incrementando el 40% del presupuesto del programa de vivienda social para el campo. En el que estima que la construcción de las 5.800 viviendas nuevas apalancará inversiones por un total de \$375.411 millones, de los cuales el 72% será aportado por el Ministerio y el 28% por los entes territoriales. Específicamente en el departamento de Cundinamarca se construirán 200 viviendas nuevas distribuidas en un grupo conformado por cuatro municipios, los cuales recibirán cofinanciación del Ministerio por el 50% del valor de los proyectos, que corresponde a \$12.717 millones (Portafolio, 2021).

7.2.1.3.4 Grupos y movimientos locales

Los paisajes son esencialmente construcciones multidimensionales, resultado de la interacción de estructuras históricamente determinadas y de procesos contingentes. Como marco de la actividad humana y escenario de su vida social, el paisaje agrario, y los paisajes humanos en general, son una construcción histórica resultante de la interacción entre los factores bióticos y abióticos del medio natural. Cualquier interpretación histórica debe partir de la comprensión de esta dinámica (Buxó, 2006). Por tanto, se realizaron entrevistas a los residentes del sector, con el fin de conocer los grupos y movimientos locales representativos que generaban fuerzas motrices en el territorio, en este ejercicio se identificaron principalmente dos grupos, que se describen a continuación:

- **Fundación para vivir el Zen:**
La fundación tiene como propósito difundir y facilitar la práctica del Zen, basada en la meditación Zen, zazen. Fue creada por el monje Reitai Lemort, discípulo de Taisen Deshimaru Roshi, en la línea Zen Soto.(Fundación Zen, 2020)

Esta fundación inicia sus actividades en el año 1995 con la adquisición de un predio en la vereda San Cayetano, posteriormente en el año 2018 se realiza la venta de este para comprar otro predio en la vereda Laguna Verde. La razón principal de ubicarse en este sector es porque ellos desarrollan los ejercicios de meditación que requieren silencio, y un ambiente de aislamiento el cual es brindado por el paisaje característico del Bosque de este sector. Generalmente, en la finca no se realizan actividades distintas a las jornadas de meditación (que van desde 3 a 8 días), y a las actividades propias de mantenimiento de una finca normal, como podada de pastos y demás. Así mismo, se resalta que esta fundación tiene una relación muy limitada con las comunidades del sector, solo se limitan a acordar mecanismos de seguridad colectiva. (Ortiz, 2021 n. Comunicación personal 14 de junio de 2021).

Inicialmente, se realizó la entrevista al director de la fundación para vivir el Zen puesto que las entrevistas iniciales realizadas a personas que han vivido siempre en este sector, se mencionaba este movimiento en el municipio, el cual era conocido como los “Japoneses”, este grupo generaba un flujo recurrente de personas. Sin embargo gracias a la entrevista con el director fue posible evidenciar que a nivel general solo se generan flujos de población flotante cuando se realizan los retiros de meditación, ya que la interacción con la comunidad es limitada a lo estrictamente necesario.

- **Fundación Etika verde:**
Debido a que el objetivo principal de la fundación es la protección del bosque de niebla Andino, está fundación inicia sus actividades en el año 2008 en la finca Albergue, vereda el San Cayetano caracterizada por ser un gran corredor de montes escarpados y bosques

nublados, ricos fauna y de vital importancia por su capacidad de captar, retener, y distribuir agua para la viabilidad de los territorios.

Desde el 2010 se desarrollan actividades educativas dirigidas a productores de café de Zipacón y Cachipay. También actividades educativas y de sensibilización ambiental, como cursos institucionales de producción agroecológica con niños, jóvenes y mujeres de la región. Estas actividades tienen una gran acogida dentro de la población del sector lo que los hace crecer y ampliarse comprando en 2020 la finca el Algibe con el objetivo de complementar las actividades educativas de conservación y de sostenibilidad de la Fundación Étikaverde.

Como se observa, a diferencia de la fundación Zen, Étika verde si ha generado dinámicas entorno a la educación y protección del bosque de niebla, lo cual como mencionaron las personas residentes del sector produce un cambio en las dinámicas de los habitantes permitiendo expandir prácticas agro ecológicas y aumentando el turismo sostenible, desde personas interesadas en estos movimientos, hasta instituciones educativas como públicas.

7.2.2 Presiones

Teniendo en cuenta las fuerzas motrices, se establece que a partir de ellas se identifican cuatro presiones principales. La forma de distribución de la tierra debido a su relación directa con el desarrollo de loteos, la modificación de la dinámica agrícola por su influencia en el uso del suelo, la dinámica poblacional en cuanto a la tendencia de urbanización y finalmente, la demanda de servicios básicos y generación de residuos sólidos como componente fundamental sobre el territorio.

7.2.2.1 Forma de distribución de la tierra (loteos)

La forma de distribución de la tierra, está vinculada con la parcelación de la tierra que genera la proliferación de minifundios, los cuales hacen que la producción agrícola sea improductiva, puesto que los minifundios no le dan la posibilidad al campesinado de obtener excedentes capitalizables que le permitan mejorar sus condiciones de vida. Por lo que se deben implementar estrategias que permitan reducir las subdivisiones o parcelación de los predios, en este sentido, según el esquema de ordenamiento territorial del año 2000, según el cual para el mantenimiento de las Unidades Agrícolas Familiares que para el municipio de Zipacón comprenden la pequeña propiedad a predios entre 1/2 y 2 UAF (2- 6 ha). De otro lado se deben aumentar las áreas de cafetales, mediante el apoyo con subsidios, asistencia técnica e incentivos que motiven al productor a mantener sus cultivos y mejorar la calidad de sus productos (Aragón Orjuela, 2017).

Una de las variables que más influye en la forma de distribución de la tierra y el desarrollo de loteos es la financiera, puesto que los habitantes optan por vender o parcelar su lote si esto resulta en una ganancia económica para su familia. Para puntualizar esta dinámica económica se recurrió al estudio de vulnerabilidad socioeconómico realizado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-(CAR., 2019c, p. 263) en el cual se analiza el índice de pérdida o daño en el que se evalúan los precios unitarios (IVE) en el cual se calculan los precios unitarios en las zonas rurales en las que se destacan las coberturas de cultivos permanentes arbóreos (9.709.999) arbustivos (12.750.365), herbáceos (6.631.167) hortalizas (11.922.166), mosaico de cultivos o pastos con espacios naturales (8.327.034) y pastos arbolados, enmalezados y limpios (2.754.978).

Para la estimación del índice de precios unitarios de las zonas urbanas, la corporación indagó en entidades gubernamentales como el DANE (índice de precios de vivienda nueva 2016), el visor estadístico de la Gobernación de Cundinamarca (2010), la Secretaría de Hacienda Distrital de Bogotá, la Secretaría de Planeación y oficinas de Análisis Estadístico SISBEN (2014) y el IGAC (Estadísticas Globales por Departamento – Departamento de Cundinamarca, 2016)(Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR., 2019c, p. 266).

Otra variable económica que determina el uso del suelo es el avalúo urbano, en el municipio de Zipacón para el 2015 se tenía un total de 2858 predios IGAC, de los cuales 380 eran de tipo urbano y 2478 de tipo rural, cabe mencionar que el avalúo en 2009 para los predios urbanos correspondía a \$17.013.600.000 mientras que para predios rurales era de \$46.329.596.500. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR., 2019 p 270)

Así mismo, se deben tener en cuenta los costos globales promedios por hectárea, puesto como se muestra en la tabla 9 el avalúo rural es de 3.348 US\$/Ha mientras que el avalúo urbano es de 195.835US\$/Ha, lo que representa una diferencia de 192.487 US\$/Ha, lo cual representa un motivo por el cual es más rentable generar loteos e ir cambiando paulatinamente el uso del suelo de rural a suburbano y posteriormente a urbano.

Tabla 9. Costos globales promedio de los municipios y valores promedio por hectárea

Área rural (Ha)	Área urbana (Ha)	Avalúo rural US\$	Avalúo urbano US\$	Avalúo total US\$	US\$ /ha Rural	US\$ /ha Urbano
5.234	37	\$ 52.567.316.800	\$ 21.777.811.000	\$ 74.345.127.800	\$ 3.348	\$ 195.835

Fuente: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR (2019, p. 273)

Finalmente, estos análisis muestran que el municipio de Zipacón tiene una fragilidad socio-cultural de 0,25 reflejada en un índice de condiciones de vida -ICV de 69,8. Por otro lado se establece que la resiliencia que es la capacidad de recuperarse de un impacto si se llega a presentar algún tipo de evento, las coberturas asociadas con tejidos urbanos, y zonas verdes urbanas tienen valores de resiliencia más alta que los cultivos o cobertura vegetal boscosa. Lo que puede representar otro motivo en el momento en el cual los propietarios de los predios deciden que genera más confianza financieramente invertir en un desarrollo de loteos que desarrollar prácticas agropecuarias o netamente rurales y de conservación.

Otro aspecto que se debe contemplar en el desarrollo de loteos es el tipo de tenencia de vivienda, según la CAR (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR., 2019^a,p100) en la cuenca baja del río Bogotá, prevalecen las viviendas en arriendo, seguidas de las que se encuentran en otras condiciones, a excepción de municipios como; Quipile, San Antonio del Tequendama, Tocaima y Zipacón donde son comunes las viviendas propias pagas.

Adicionalmente, se encuentra en el POMCA del río Bogotá (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR., 2019b) que en el estudio de la variación de la distribución de la tierra, los loteos de menos de 1 Ha predominan en la vereda el Ocaso, con un valor de 693 predios en 143 Ha.

Esta dinámica de tenencia de viviendas también se puede ver impulsada por esa necesidad de vivienda campestre o rural, sobre todo a municipios comunicados o cercanos a las grandes urbes como ocurre con el municipio de Zipacón. Una vez perdido el miedo por parte de las empresas de permitir a sus empleados trabajar el remoto, los profesionales del sector inmobiliario ya están percibiendo un aumento de búsquedas en estas ubicaciones alejadas del ruido y la masificación por la posibilidad que ofrecen de poder adquirir una vivienda unifamiliar que cumpla todas las preferencias habitacionales surgidas a raíz de la COVID- 19 (zonas espaciosas, espacios exteriores, varias habitaciones, luminosidad, tranquilidad, etc.), a precios muy asequibles. (Cediel et al., 2020)

7.2.2.2 Dinámica agrícola

La intensificación y extensificación de la agricultura tiene una relación muy intrincada con otras fuerzas impulsoras, como la presión demográfica. El reducido tamaño de la tierra también ha obligado a la gente a intensificar demasiado la tierra para obtener beneficios económicos. La intensificación de la tierra está asociada con la disponibilidad de tierra y de capital. Con el

aumento de la población, la tierra se vuelve difícil de acceder, lo que resulta en la intensificación de la tierra y el aumento de la población se convierte en un factor importante en la expansión del área urbana (Turner et al., 1977; Tiwari, 2008; Qasim et al., 2013), con una disminución en el fácil acceso a la tierra para el cultivo también disminuye el tamaño medio de las explotaciones agrícolas.

De manera que el desarrollo agrícola toma un papel muy importante en la sociedad, debido a que es un motor relevante de la expansión del suelo urbano, ya que facilita el desarrollo económico regional y mejora los ingresos y el nivel de vida de los residentes rurales. (Liu et al., 2019).

Por lo anterior, se considera que las dinámicas agrícolas constituyen una presión significativa en el territorio, debido a que constituyen una actividad económica fundamental en la dinámica social del municipio así como en la relación directa que presenta la dinámica agrícola respecto al desarrollo de loteos. En este sentido, según Aragón Orjuela (2017) en Zipacón, la mayoría de predios cuentan con una área menor a 1 fanegada, situación ocasionada por factores, como la parcelación de predios grandes para el establecimiento de fincas de descanso. Esto ha ocasionado el aumento de costos de arrendamiento y que los productores hayan alternado sus actividades agrícolas con la producción de flores exóticas o follajes verdes.

Es por ello que se evidencia la forma en que la fuerza motriz de la bonanza flores y follajes presenta un factor importante en el desarrollo de loteos, debido a sus ventajas de rentabilidad que a su vez generan un desplazamiento de cultivos tradicionales. Esta dinámica agropecuaria se soporta en el aumento del área sembrada de flores y follajes en el municipio, la cual está dada por la base histórica de los años 2007 a 2018, relacionada con la producción agrícola nacional elaborada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2019), a partir del año 2016 se observa un comportamiento ascendente para este tipo de cultivos, especialmente para la palma robelina.

En términos generales, dentro de la categoría de flores y follajes, se destaca que la mayor área sembrada en el municipio fue en el año 2014, en donde se sembraron 60 y se cosecharon 51 ha de flores y follajes en el año 2015. Asimismo, en cuanto a la producción se establece que las flores y follajes en general presenta las mayores toneladas producidas, en donde se destaca el año 2015 con 612 t. En el último año de registros correspondiente al 2018, se establece que los cultivos presentes en orden de mayor rendimiento corresponden a: helecho cuero, astromelia, eucalipto baby blue, follaje fitosporum y palma robelina. Es importante recalcar que según estos resultados de la producción agrícola en el municipio para el año 2018 los 5 cultivos con mayor área sembrada corresponden a papa, papa criolla, calabaza, café y flores y follajes.

Para detallar la visualización de esta base histórica de producción agrícola en el municipio se puede acudir a la dashboard generada para análisis agropecuario en el siguiente link <https://datastudio.google.com/reporting/083f42c4-08c5-475f-bd58-5cfcfd2b1b3c>.

7.2.2.3 Dinámica poblacional

Una de las principales fuerzas impulsoras del cambio de uso de la tierra es la presión demográfica, que puede cuantificarse fácilmente con los datos disponibles adecuadamente. (Rasool, 2021)

En el caso del municipio de Zipacón vemos que los cambios demográficos se han realizado de la siguiente manera (Para ver los datos detallados ver **Anexo 2**):

Tabla 10. Resultados del censo nacional de población y vivienda 2018

Entidad territorial	Clase Geográfica	Total personas censadas		Total de Hogares particulares		Personas por hogar (promedio)	
		CNPV 2018	CG 2005	CNPV 2018	CG 2005	CNPV 2018	CG 2005
Cundinamarca	Cabecera	2.042.247	1.442.011	686.604	389.164	3,0	3,7
	Centro poblado y rural disperso	750.630	786.671	258.982	212.720	2,8	3,6
	Total	2.792.877	2.228.682	945.586	601.884	2,9	3,7
Zipacón	Cabecera	1.193	1.682	412	394	2,9	4,2
	Centro poblado y rural disperso	3.018	3.234	1.148	980	2,6	3,3
	Total	4.211	4.916	1.560	1.374	2,8	3,8

Fuente: (DANE, 2019)

Para estudiar de manera correcta la dinámica poblacional del municipio se requiere un análisis de los dos censos que se han tenido en los últimos años que son los del año 2005 y el 2018. Para este análisis se parte de la base conceptual de (Lora & Prada, 2016, p. 7) en la que se describe que los cambios en el tamaño de cualquier población son el resultado de tres fenómenos que ocurren a través del tiempo: los nacimientos, las defunciones y la migración. Estos cambios se ven representados en la tabla 10 en la que se evidencia la disminución de población en los periodos intercensales.

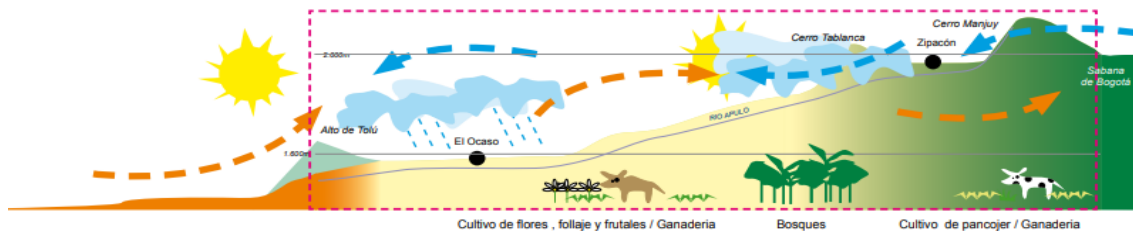
Para comprobar esta disminución se calculó el crecimiento poblacional compuesto como se describe anteriormente en la metodología en el ítem 6.2.1 propuesto por el Instituto Tecnológico de Monterrey (2018). De esta forma, se destaca el hecho de que el aumento o disminución de la población resulta de su expansión vegetativa, representada por los nacimientos y defunciones, y de los fenómenos migratorio (Lora & Prada, 2016). Aunque la tasa de crecimiento decenal ha disminuido puesto que tiene un resultado de -1,18% se puede observar en los datos presentados que la adición neta a la población total fue de 84 personas, entre 2000 y 2005 y de 705 personas, entre 2005 y 2018. Este análisis se realiza en el periodo de 2005 al 2018 puesto que estos datos dan mayor confiabilidad al ser resultado de los censos realizados.

Adicionalmente, cabe resaltar que la dinámica poblacional también tiene un comportamiento de disminución de cantidad de personas por familia, es decir, como lo menciona (Rasool, 2021) se presenta un aumento en la fragmentación de las familias lo que resulta en una alta demanda de terrenos para uso residencial. Lo cual a nivel estadístico se ve reflejado en que los hogares particulares aumentaron 18 en la cabecera municipal, y 168 en los centros poblados y rural disperso. Y se ve un cambio también notorio en la cantidad de personas que residen por hogar puesto que la cabecera municipal pasó de tener 4,2 personas por hogar, a 2,9; y en los centros poblados pasaron de vivir 3,3 personas por hogar a 2,6 personas por hogar, es decir que los centros poblados y rural disperso, asimilan el comportamiento de la cabecera municipal.

En este sentido, encontramos una limitante para hacer un análisis más específico, puesto que los datos poblacionales solo se encuentran a nivel municipal y no a nivel veredal, y esto se debe a que las veredas no son polígonos reconocidos por la Registraduría Nacional del Estado Civil, los polígonos veredales son usados para complementar las direcciones y ubicaciones de los procesos pero no se cuenta con una diferenciación de estos en el momento de realizar los censos.

Sin embargo, hay factores que nos pueden ayudar a entender de manera más clara la distribución poblacional dentro del municipio, uno de estos es la interrelación entre el clima, el relieve y los accesos a infraestructura. (Martínez Celis et al., 2011, p. 38) en su taller de escalas de análisis territorial de la cuenca alta del río Apulo identificaron que las zonas planas que se encuentran alrededor de la cota 2.600 a 2.400 msnm y alrededor de la cota 1.400 msnm han sido las áreas donde se ha dado el mayor asentamiento humano, siendo las de casco urbano de Zipacón y la vereda El Ocaso las de mayor densidad y ésta la de mayor crecimiento especialmente a partir de mediados del siglo XX.

Figura 18. Caracterización climática del sector El Ocaso



Fuente: (Martínez Celis et al., 2011)

Adicionalmente, en las entrevistas realizadas se evidenció el aumento de las personas de nacionalidad venezolana, lo que ha generado un aumento en la percepción de inseguridad en el municipio, así como el aumento de la población flotante debido a la búsqueda de fincas de descanso **Anexo18.**

7.2.2.4 Demanda de servicios básicos y generación de residuos sólidos

Es inminente que no se genere una presión sobre los equipamientos de servicios básicos, puesto que este es un elemento básico para el desarrollo de una población.

Como se observó anteriormente, el total de hogares particulares en el municipio ha aumentado, y de acuerdo a esto, se aumenta la demanda de agua dulce, y servicios adecuados de aguas residuales y pluviales (Kaur et al., 2020). Se prevé que la demanda de agua aumente un 55% en 2050 debido al crecimiento uso del agua para diversos fines, incluidos domésticos, de fabricación, y electricidad debida principalmente a la urbanización (OECD, 2012). La tasa promedio de consumo de agua doméstica varía en gran medida en las zonas urbanas de los países desarrollados. La demanda de agua es muy dependiente del desarrollo y geografía de los países. El consumo de agua varía típicamente de 150 a 600 L / per cápita / día. en promedio para uso doméstico.(McHee & Steel, 1991)

Así las cosas, el crecimiento de la población, la urbanización y el desarrollo aumentan el uso de agua per cápita pero también se incrementa, la generación de volumen de aguas residuales,(Kaur et al., 2020) que finalmente ejerce una presión sobre el infraestructura existente en el municipio de Zipacón.

Un claro ejemplo de esta presión, es el conflicto generado por los vertimientos de aguas residuales de los distintos asentamientos humanos que bordean el Río Apulo, según la (CAR, n.d.) el conflicto se encuentra ubicado en la zona Provincial Tequendama- Los Municipios La Mesa, Inspección La Esperanza, y se destaca que los puntos principalmente afectados se encuentran entre los municipios Zipacón (Pueblo Viejo, El Chircal, El Ocaso); y otros. Principalmente se establece que Los vertimientos de aguas residuales de los distintos asentamientos humanos que bordean el Río Apulo no tienen ningún tratamiento, y llegan a la fuente hídrica directamente causando una gran contaminación que es un riesgo inminente para las comunidades que utilizan el agua del Río para

suplir sus necesidades en materia de salud y de acceso al agua potable.

Un cambio en los patrones climáticos, fuertes lluvias, y la nieve derretida también se convierten en escorrentías de tormenta, que contaminan los cuerpos de agua cercanos y provoca inundaciones urbanas. Y finalmente, un factor asociado a esta dinámica poblacional es la generación de residuos sólidos y la importancia de tener una disposición adecuada de los mismos. Los residuos sólidos ordinarios y los residuos sólidos peligrosos son causa de problemas ambientales en las áreas urbanas, rurales y especialmente en las zonas industrializadas de los municipios, ya que generan impacto ambiental negativo por el inadecuado manejo de los mismos y amenazan la sostenibilidad y la sustentabilidad ambiental. (Ministerio de Medio Ambiente Perú, 2018)

7.2.3 Estado

El estado es la condición de los medios biótico, abiótico y socioeconómico en el año de referencia. Este, constituye una línea base que permite tener un punto de referencia para monitorear las diferentes variables que intervienen en el sistema. Así mismo, el estado dentro del modelo FPEIR compone un elemento muy importante puesto que determina la base o el año cero para la medición de los indicadores establecidos. Por lo tanto, se determinó el año 2000 para el estado, debido a que en este año se elaboró el Esquema de Ordenamiento Territorial, y todos los elementos allí registrados nos permitieron tener datos iniciales para evaluar posteriormente los cambios que cada uno presento en el ítem de respuestas.

7.2.3.1 Línea base año 2000

Es importante conocer los elementos del medio ambiente para de esta forma establecer las condiciones ambientales de los ecosistemas, hábitats, recursos naturales y demás elementos que conforman el área de interés. Por lo tanto, para construir nuestra línea base, se elaboró una tabla sintética del EOT del año 2000, en la que se identificaron las condiciones generales que presentaba el sector del Ocaso en este año. Esta tabla se usó como insumo para monitorear los cambios en los diferentes componentes del sistema.

Tabla 11. Línea base año 2000

COMPONENTE	INFORMACIÓN	FUENTE
MEDIO ABIÓTICO		
Topografía	Topografía ligeramente ondulada, quebrada y fuertemente quebrada. Las formas generales de su relieve son formas aluviales, de colina y de montaña	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.13.
División política	Se subdivide administrativamente según Catastro en seis (6) veredas, de las cuales tres (3), Pueblo Viejo, El Chuscal y Rincón Santo, se ubican en la parte superior y central o zona fría del municipio. Las restantes tres (3), Paloquemao, Chircal y El Ocaso, componen la parte inferior o zona templada del municipio	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.14.
Hidrografía	Zipacón pertenece a la hoya hidrográfica del río Bogotá y a la cuenca del río Apulo, denominada como 2120-01. La jurisdicción municipal la recorren entre otras las siguientes quebradas y ríos, siguiendo una dirección Norte – sur: Quebrada Manjui, Quebrada Monte Verde, Quebrada el Salitre, Quebrada Agua Regada, Quebrada Arzobispo, Quebrada Agua Fría, Quebrada la Salada y el río Apulo, el cual nace en el cerro Manjui, a una altura sobre el nivel del mar de 3000 m	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.22.
Geología	En el municipio de Zipacón se encontraron cuatro (4) formaciones geológicas: Formación de la sabana, formación tilatá, formación guadalupe, formación guaduas. En la vereda el Ocaso predomina la formación Guadalupe (Kg) compuesto de areniscas y plaeners, y el Inferior, que es esquistoso - arcillosos con intercalación de horizontes y bancos de arenisca cuarcítica.	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.45. Mapa de geología del municipio de Zipacón - Ecogestar. Año 2000.

Pendientes	La mayor área presenta pendientes de 12 a 25 % , seguido de una parte de la vereda con pendiente de 25 a 50% y una pequeña área de 50 a 75%	Mapa de pendientes del municipio Zipacón - Ecogestar. Año 2000
Suelos	En el sector el Ocaso predomina la asociación Pilaca Santa Inés con laderas con influencia coluvial. Contiene un material parental compuesto de lutitas y cenizas volcánicas. Las características de las formas son quebradas a fuertemente quebradas con sectores ligera a fuertemente ondulados y pedregosos, el proceso geomorfológico actual presenta coladas de barro, procesos de soliflucción y golpes de cuchara. Las propiedades de estos suelos son: profundos, texturas moderadamente finas a finas, bien drenados, muy ácidos a extremadamente ácidos, fertilidad baja.	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.50. Mapa de suelos del Municipio de Zipacón - Ecogestar. Año 2000
Aptitud del suelo	Toda el área del sector El Ocaso presenta clase M-IVs que son suelos de clima medio, colinas y laderas de montaña, relieve ondulado fuertemente quebrado y escarpado, con restricciones para la mecanización; presenta limitaciones por su baja disponibilidad de fósforo y una profundidad efectiva con ligera limitación. Su aptitud principal es moderada para la agricultura y ganadería; se recomiendan los cultivos de café, maíz, tomate, frutales, praderas y pastos de corte. Las prácticas de manejo sugeridas son, fertilización, conservación de suelos y mantenimiento de cultivos permanentes.	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.53. Mapa de aptitud de uso y manejo de tierras del municipio de Zipacón - Ecogestar. Año 2000
Usos (Año 2000)	El Café con cultivos Misceláneos (M4) se presentan en la parte baja del municipio, cerca de la inspección del Ocaso, destacándose el café, con cultivos de caña panelera, plátano, cacao, yuca, frutales maíz, pastos y rastrojos. Los Cultivos Misceláneos con predominio de Bosques (M11) bosque natural secundario con cultivos como café, frutales, caña panelera, plátano, cacao rastrojo y pastos, se presenta al suroeste del municipio en las veredas la Capilla y la Cabaña. Los cultivos Semipermanentes y Permanentes: Predominan cultivos de Café (CC), Caña panelera (Cñp) y Plátano (Pl) se localizan zonas con Frutales (F) y Café (CC) junto con los pastos manejados, hacia la parte baja del municipio, veredas Cartagena, la Capilla y la Cabaña.	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.55.
Procesos erosivos (Año 2000)	Los principales procesos que en forma general se presentan en el municipio de Zipacón son pluviales, escurrimientos superficial y remoción en masa. En el Ocaso se presenta el proceso erosivo pluvial, generado por el impacto de las gotas de lluvia en los suelos sin vegetación protectora; se presenta específicamente en épocas de invierno, las zonas más afectadas son: las veredas de San Cayetano, Cartagena y El Ocaso, esto debido a las crecientes del río Apulo y quebradas aledañas. Por este motivo también se presentan escurrimientos y deslizamientos de tierra en las veredas de la parte baja.	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.56.
Uso de suelo (Año 2000)	En la inspección El Ocaso estableció como uso principal unifamiliar y bifamiliar, mientras que como uso complementario establece el comercio tipo 1 (complementario con el uso residencial (expedidos al detal y de consumo diario, tiendas, cafeterías, y similares), Recreación (En zonas de desarrollo se permite recreación pasiva y activa), Recreación Pasiva (Es aquella que se realiza en espacios libres destinados a esparcimientos no organizados (parques, plazoletas, circulaciones peatonales etc.)) y Recreación Activa y Deportiva (Es la realizada en espacios libres destinados a actividades de esparcimiento organizado y deportivo (campos y clubes deportivos, parques infantiles))	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000.
Zonificación	La mayor área se encontraba clasificada como zona urbana de vivienda, seguido de dos zonas de protección en donde se localiza el Río Apulo y la Quebrada el Zurrón. Hacia el centro de El Ocaso se encuentra un parche clasificado como Zona Urbana Institucional	Mapa de zonificación Zona el Ocaso - Ecogestar. Año 2000

Hidrogeología	Los pocos pozos que existen en la zona se localizan en la vereda El Chuscal. Se ha detectado la existencia de un coluvión hasta 5 - 6 mts. De profundidad, seguido de la formación Guaduas hasta 70 m de profundidad aproximadamente y de arenisca con shales y Limolitas silíceas de la formación Guadalupe. Las aguas se utilizan básicamente para consumo humano y actividades agropecuarias.	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.XX. Mapa de geología del municipio de Zipacón - Ecogestar. Año 2000
Climatología	En la vereda el Ocaso predominaba el bosque muy húmedo premontano bajo y el bosque húmedo premontano. Rango de temperatura 18 a 24 °C , templado. Y una pequeña parte de la vereda hacia el norte presenta temperatura de 12 a 18°C , frío. Rango de humedad de 60 a 100 se clasifica como semihúmedo.	Mapa de zonas de vida - Ecogestar. Año 2000
MEDIO BIÓTICO		
Fauna	De los mamíferos solo quedan el conejo de monte (<i>Silvillagus brasiliensis</i>) y pequeños vertebrados roedores como los ratones de campo. La avifauna es el grupo más común de fauna silvestre, se destacan las mirlas (<i>Turdus fusca</i> ter, <i>Catharus</i> sp.), copetón (<i>Zonotrichia capensis</i>), frinjinillo (<i>Pheucticus aureoventris</i> , <i>Catamenia</i> sp., <i>Spinus</i> sp.), golondrinas (<i>Hirundo rústica</i> , <i>Pterochelidon pyrhoneota</i>), atrapamoscas (<i>Mionectes olivaceus</i> , <i>Tyrannus melancholicus</i> , <i>Muscivora tyrannus</i> , <i>Mecocerculus lencophrys</i> , <i>Nuttallornis borealis</i>), jilguero (<i>Dentroica fusca</i>), reinita (<i>Vermivora peregrina</i>), troglodita (<i>Troglodytes aedon</i>), palomas (<i>Columbina talpaconi</i> , <i>Zenaida auriculata</i>), colibrís (<i>Colibri coruscans</i> , <i>Coeligena torcuata</i> , <i>Lesbia</i> sp., <i>Ramphomicron microrhynchum</i>)	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.31.
Zonas de vida	En el sector El Ocaso predomina el Bosque Húmedo Premontano pertenece a la zona marginal cafetera siendo su fisiografía de ondulada a fuertemente ondulada con pendientes 12-25%. La vegetación natural del área se caracteriza por estar presente en los estratos arbóreos que funcionan como sombríos del café, y algunos cultivos de pancoger, la presencia de bosques naturales es escasa, localizándose en la protección de fuentes de agua en la zona baja del río Apulo, en el sector del Ocaso. Y en menor proporción se encuentra el Bosque Muy Húmedo Premontano la fisiografía es de quebrada a fuertemente quebrada, con pendientes superiores al 25% se encuentra en sectores de la quebrada el arzobispo y veredas aledañas. Los bosques nativos de esta zona son casi inexistentes	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.33. Mapa de zonas de vida - Ecogestar.
Zonas de riesgo	Falla geotécnica acentuada por la escorrentía de aguas superficiales de considerable proporción en el sector de nominado Tablanca localizado en los límites con el municipio de Cachipay, el cual se presenta gradualmente hacia el sector del Ocaso y la Esperanza.	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.38.
MEDIO SOCIOECONÓMICO		
Demografía	Según la información suministrada por las comunidades, en el proceso de diagnóstico comunitario, llevado a cabo durante los meses de febrero y marzo, los datos poblacionales del Municipio de Zipacón en el año 2000 eran una población total de 5072. Distribuida en 1790 en población urbana (841 Mujeres y 949 Hombres) y 3282 en población rural (1668 Hombres y 1614 Mujeres)	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.65.
Salud	En Zipacón los niveles de eran para el año 2000 relativamente buenos, aunque en el sector del Tequendama (El Ocaso y La Capilla), se presentan parasitismo que ocasiona enfermedad diarreica aguda y desnutrición. Igualmente hay altos índices de dermatosis en todas las edades como consecuencia de la contaminación del agua, pues no existe una planta de tratamiento del agua potable. En El Ocaso funciona un puesto de salud con cobertura para la población del SISBEN estratos 1, 2 y 3, y pacientes particulares de la vereda (es un lugar turístico) y zonas aledañas, depende del Hospital Santa Matilde	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.66.

Economía	El sector agropecuario era en el año 2000 el principal generador de empleo y la principal fuente de ingresos del municipio de Zipacón. Los tres principales productos agrícolas eran la papa, arveja, Haba y maíz y se cultivaban frutales como la mora, tomate de árbol y calabaza principalmente en las veredas de El Chuscal, Rincón Santo, Puerto Rico, El Chircal, Pueblo Viejo, Paloquemao y Goteras (200 Has., Aproximadamente), y el café, se sembraba en las veredas San Cayetano, Laguna Verde, El Ocaso La Capilla, Cartagena y El Tolú (150 hectáreas aproximadamente). De esta manera, se daban modelos económicos diferentes, especialmente el minifundio y el de predios productivos. Esta razón llevo al progresivo abandono de la actividad agropecuaria y, en las zonas de El Ocaso y La Capilla el uso del suelo paso a ser de fincas de descanso.	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.75.
Turismo	El Turismo tiene gran potencial en el municipio gracias a su cercanía a la capital, la variedad de su clima frio, sus actividades culturales y sus productos como dulces, frutas y artesanías, y la tranquilidad del mismo.	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.78.
Dimensión física espacial	El suelo suburbano está contemplado para el área rural y es definida por las áreas donde se mezclan los usos del suelo rural y urbano y las formas de vida del campo y la ciudad, pero diferentes a las clasificadas como áreas de expansión urbana y que pueden ser desarrolladas, pero con restricciones de uso, intensidad y densidad, garantizando el autoabastecimiento en servicios públicos. Su localización y delimitación se encuentra en los alrededores de las veredas la Capilla, La Cabaña, el Ocaso y Cartagena.	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.80.
Sociocultural	Lleva el nombre de “Villa Cultural”, estando vinculados con el municipio profesionales en el arte de la Tauromaquia, quienes comenzaron a formar de Zipacón una nueva época de grandes espectáculos taurinos e involucraron a todas sus gentes. También se crearon pequeñas industrias de artesanías y pirograbado. El municipio inauguro el festival de música clásica en el año 1976. Anualmente, se presenta la exposición en la Ermita del Arte. La potencialidad cultural del Municipio se ha convertido en uno de los atractivos más importantes para el turismo a nivel regional, nacional e inclusive internacional. El Consejo de Cultura, encabezada por el Señor Carlos Pinzón muy conocido en los medios de la farándula y la televisión, y punto de referencia de otras personalidades, es una de las fortalezas con las que cuenta el Municipio. Mediante Acuerdo de marzo 6 de 1976 se oficializa la bandera y el escudo representativo del municipio.” 75 Con Acuerdo N° 10 de 1979, se establece el eslogan oficial de Zipacón, quedando denominado como: “Zipacón Villa Cultural de Cundinamarca”.	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.73.
Servicios	En los poblados de La Capilla y La Cabaña, en el barrio La Estación, y en parte del sector urbano del sector del Ocaso no se contaba con el servicio de alcantarillado. El servicio de energía era prestado en el Municipio por CODENSA S.A. en el sector rural y contaba con un cubrimiento del 70%. Y el sector urbano recibía el fluido eléctrico de la subcentral de Facatativá de CELGAG S.A. El servicio telefónico de larga distancia era prestado a través de TELECOM. Finalmente, el sector urbano contaba con tres canales y dos cabinas. En Pueblo Viejo, El Ocaso, La Capilla un teléfono público en cada lugar.	Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Zipacón. Año 2000, p.80.

Fuente: Elaboración propia con base en Ecogestar (2000). EOT del municipio de Zipacón (2000).

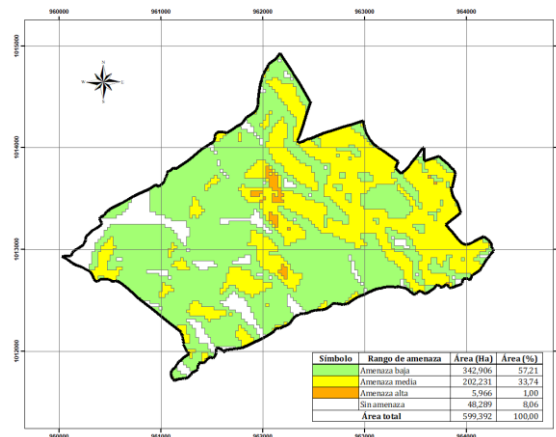
Por otro lado, es importante identificar el estado de amenaza y riesgo del municipio, debido a que presenta dificultades por riesgo de inundación en zonas pobladas como La Estación en el centro del municipio, las veredas Cartagena, La Cabaña y El Ocaso en el sur, por la ocupación de zonas pobladas cerca de las aguas del río Apulo. El riesgo en medio-alto en el municipio donde las vías de comunicación serían los puntos críticos de afectación. Ya que el municipio no cuenta con un servicio de alcantarillado adecuado aumenta el riesgo de afectación en caso de una inundación,

así mismo la deforestación en algunas partes del municipio aumenta el riesgo. (Cepeda & Fernández, 2018b)

Teniendo en cuenta la actualización del POMCA del río Bogotá (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR., 2019c), en el municipio de Zipacón se registran 14 eventos de inundación ocurridos en los últimos 15 años desde 2001 a 2016, en este mismo periodo se han presentado 11 eventos de incendios forestales y 13 eventos de deslizamientos, cabe mencionar que en esta última categoría se tienen reportan 4 heridos por tal causa.

En cuanto a los movimientos en masa las áreas de riesgo en el entorno rural del municipio se tienen que 3891,61 Ha (73,83%) se encuentran en riesgo bajo, 437,85 Ha en riesgo medio (8,3%) y 101,68 Ha (1,92%) en riesgo alto, es decir que el 84,96% del municipio presenta algún nivel de riesgo por movimientos en masa. En este sentido, se establece que 2603 (46,2%) habitantes se encuentran en condiciones de riesgo bajo, 293 (5,2%) en riesgo medio y 68 (1,2%) en riesgo alto. Es decir, que en el municipio el 52,64% de la población se encuentra en alguna categoría de riesgo por movimientos en masa. En el área de estudio específica se presenta que la mayor extensión se encuentra en amenaza baja con un 57,21%, seguido de amenaza media en un 33,74% y un 1% en amenaza alta, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 19. Amenaza y riesgo por movimientos en masa

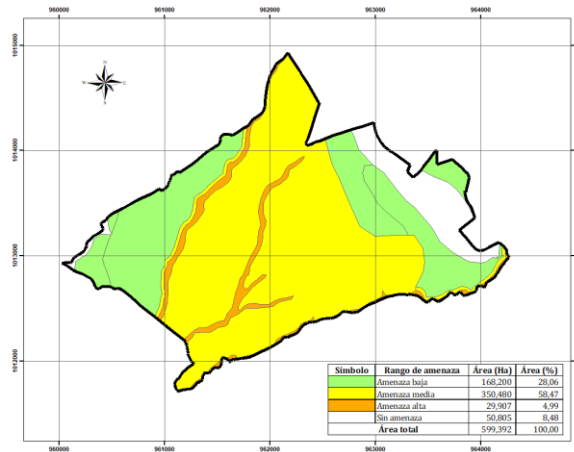


Fuente: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR., 2019)

En cuanto a las inundaciones, no se registran datos de áreas rurales en riesgo por inundación ni de habitantes en condiciones de riesgo.

Para las avenidas torrenciales se presenta que las áreas de riesgo en el entorno rural del municipio son 4194,30 Ha (79,6%) se encuentran en riesgo bajo, 335,57 Ha (6,4%) en riesgo medio y 310,9 Ha (5,9%) en riesgo alto, es decir que el 91,8% del municipio presenta alguna categoría de riesgo por avenidas torrenciales. De manera que 2806 (49,82%) habitantes se encuentran en condiciones de riesgo bajo, 224 (3,98%) en riesgo medio y 208 (3,69%) en riesgo alto, de modo que en términos generales un 57,5 % de los habitantes del municipio se encuentran en alguna categoría de riesgo por avenidas torrenciales. El área de El Ocaso, específicamente se encuentra en un 28,06% en amenaza baja, un 58,47% en amenaza media y un 4,99% en amenaza alta, como se muestra en la siguiente figura:

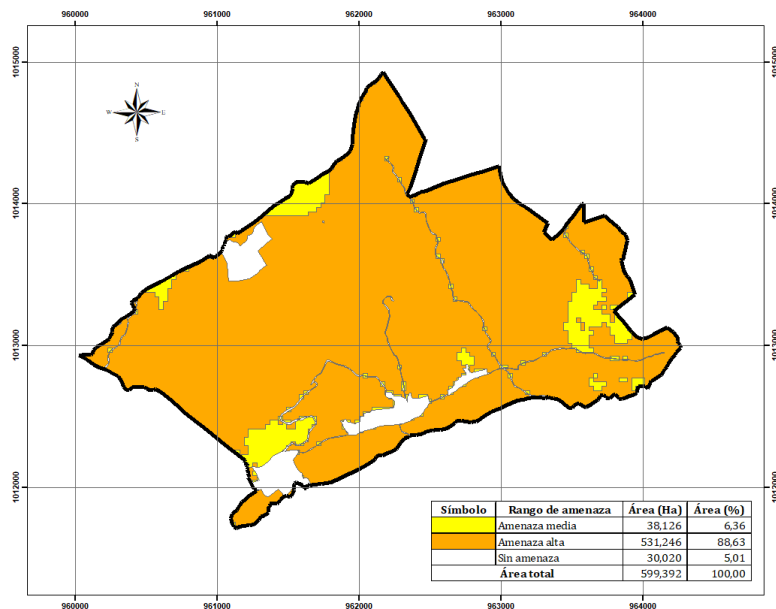
Figura 20. Amenaza y riesgo por avenidas torrenciales



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2019)

Los incendios forestales se presentan 22,04 Ha (0,42%) en riesgo bajo, 80,24 Ha (1,52%) en riesgo medio y 5131,5 Ha (97,36%) en riesgo alto, es decir que el 99,3% del municipio presenta algún nivel de riesgo por incendios forestales. Por otro lado, se evidencia que 280 (4,97%) habitantes se encuentran en condiciones de riesgo bajo, 93 (1,65%) en riesgo medio y 1997 (35,45%) en riesgo alto, de manera que en términos generales un 42,08% de los habitantes del municipio se encuentran en algún nivel de riesgo por incendios forestales. El sector en estudio presenta un 6,36% en amenaza media y un 88,63% en amenaza alta, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 21. Amenaza y riesgo por incendios forestales



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2019)

7.2.3.2 Fotointerpretación de imágenes satelitales año 2000

Teniendo en cuenta el procesamiento satelital de las imágenes mencionado en el ítem **6.2.2** mediante la herramienta de Google Earth Engine para el sector el Ocaso se identificaron y clasificaron 5 coberturas. De acuerdo a esto, para el año 2000, la cobertura que predominaba era

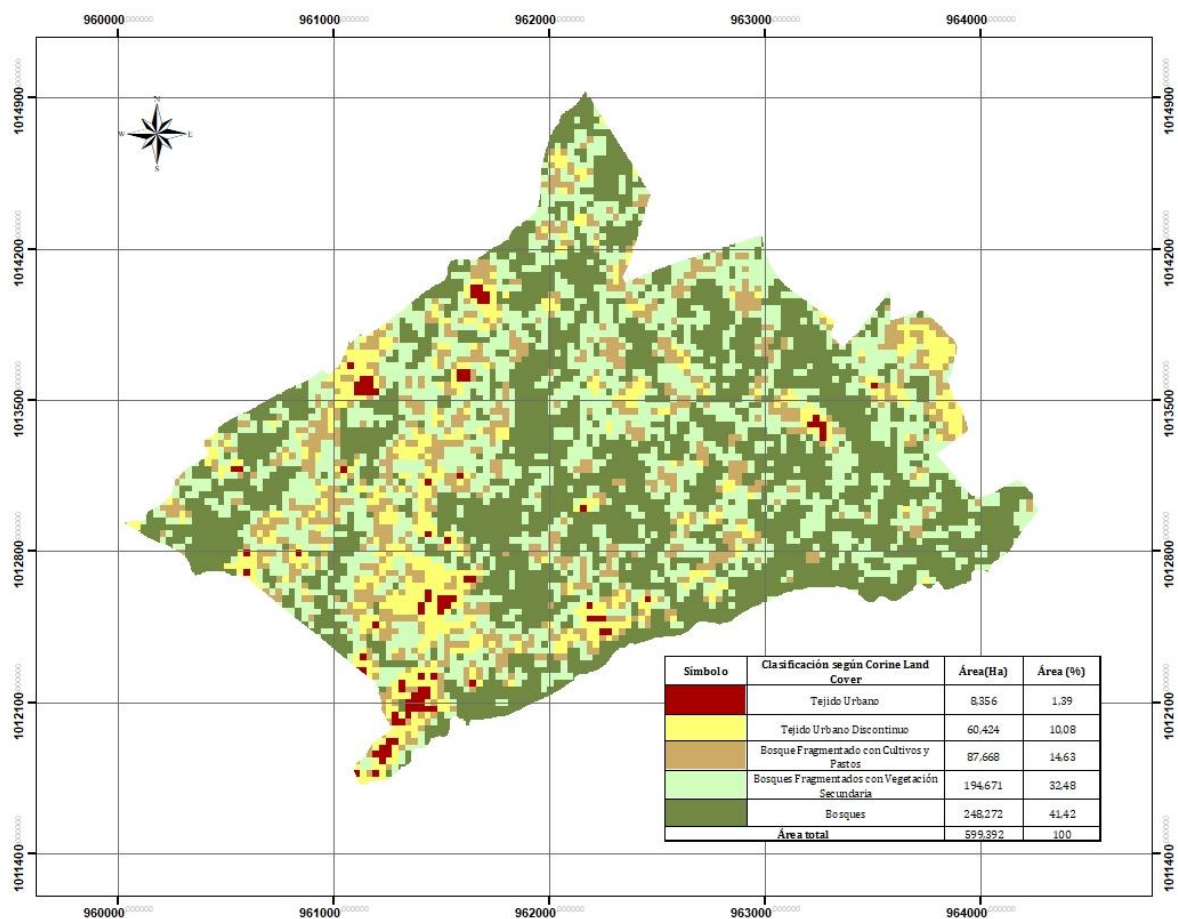
la cobertura de bosques con 41,42% (248,272 Ha) compuesta por 88 parches, seguido del bosque fragmentado con vegetación secundaria con 32,48% (194,67Ha) sumando entre estas dos coberturas 74% es decir que predominaba en uso rural en este año como se indica que en EOT del año 2000. Así mismo, como se observa en la **tabla 12** la cobertura que contaba con mayor número de parches eran los bosques fragmentados con cultivos y pastos con un total de 253.

Tabla 12.Estado de las coberturas del sector del Ocaso en el año 2000

Clasificación según Corine Land Cover	Área(Ha)	Área (%)	Número de parches	Perímetro (Km)
Tejido Urbano	8,356	1,39	34	7,065
Tejido Urbano Discontinuo	60,424	10,08	124	46,679
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	87,668	14,63	253	78,539
Bosques Fragmentados con Vegetación Secundaria	194,671	32,48	182	139,161
Bosques Densos Bajos	248,272	41,42	88	101,437
Área total	599,392	100		

Fuente: Autores (2020)

Figura 22. Estado de las coberturas del sector del Ocaso año 200



Fuente: Autores (2020)

Tabla 13. Cuantificación del cambio de coberturas del año 2000 al año 2020

AÑO CLASE	Tejido Urbano (Ha)	Tejido Urbano Discontinuo (Ha)	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (Ha)	Bosques Fragmentados con Vegetación Secundaria (Ha)	Bosques Densos Bajos (Ha)	SATÉLITE
2000	8,356	60,424	87,668	194,671	248,272	LANDSAT 5
2020	11,1379	84,1551	97,5164	166,8615	239,7135	LANDSAT 8
ÁREA DE CAMBIO	2,7815	23,7310	9,8482	-27,8097	-8,5587	
TIPO DE CAMBIO	Aumento	Aumento	Aumento	Disminución	Disminución	

Fuente: Autores (2020)

Para comprender de manera general los cambios presentados en las coberturas en el área de estudio, se observa en la tabla 13, las comparaciones de las áreas identificadas para el año inicial (2000) y para el año final (2020), en la que se evidencia que las coberturas de tejido urbano, tejido urbano discontinuo y mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, presentaron un aumento de área siendo mayor en el tejido urbano discontinuo que se puede asociar con el desarrollo de loteos. Así mismo, se observa una disminución de los bosques fragmentados con vegetación secundaria y los bosques. Estos cambios, generan una serie de impactos que se identifican y se describen a continuación en el ítem 7.2.4

7.2.4 Impacto

La identificación de impactos se realizó teniendo en cuenta todos los elementos descritos anteriormente, utilizando la matriz de Leopold (*Ver Anexo 21*). A continuación se describen puntualmente los impactos de acuerdo al medio en el que se encuentran.

7.2.4.1. Medio Abiótico

7.2.4.1.1 Generación de olores - Componente Atmosférico

Se contempló el impacto de *emisión de olores a amoníaco (NH₃), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O)*, como un impacto potencial debido a que como se mostró en la tabla 11 de estado nivel municipal, 8 viviendas en la cabecera municipal, 51 en los centros poblados y 700 en el área rural dispersa no cuentan con servicio de recolección de basura, resaltando que a nivel porcentual solo se cubre un 10,94% del área rural lo que se convierte en un factor que si no se planifica adecuadamente y no se establecen los mecanismos apropiados, puede generar conflictos sanitarios para la comunidad, puesto que la disposición final se realiza en cada hogar, arrojando los residuos en los caminos o a las corrientes hídricas.

Según la Resolución 1541 de 2013 los niveles permisibles de olores ofensivos para la actividad de gestión de residuos orgánicos (compostaje) tienen un valor límite de 3 OUE/m³. Estos deben ser controlados puesto que el problema sanitario por la mala disposición de residuos, incide en el riesgo epidemiológico que representa la acumulación y vertimiento incontrolado de excrementos, tienen como resultado de sus características de inflamabilidad (por su contenido pueden favorecer o causar fácilmente un incendio); proliferación de moscas, roedores, bacterias y otros animales y microorganismos causantes de enfermedad. (Escalona, 2014)

7.2.4.1.2 Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial - Componente Hidrológico

La alteración en la calidad del recurso hídrico puede presentarse en primera instancia por el mal manejo de los cultivos de café, esto lo confirma la Acción Nacionalmente Apropiada de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés) en Colombia debido a que proporciona un valor de 202 kg DQO

por tonelada de mucílago, lo que equivale a 147,5 kg DQO por tonelada de CPS. Una explicación para esto es que las aguas residuales también contienen parte de la pulpa. La pulpa representa alrededor del 74% del total del contenido DQO de los granos de café; esto puede aumentar sustancialmente al contenido total de DQO de las aguas residuales (ANDI, 2020).

En el sector agrícola, estos ***cambios en las características físicas de las aguas superficiales*** también se presentan por la contaminación hídrica ocasionada en los cultivos de flores que debe principalmente a los residuos de plaguicidas y a la fumigación, que a su vez contaminan el agua subterránea de los terrenos utilizados. Todo lo anterior genera un importante pasivo ambiental en el país, teniendo en cuenta que el producto resultante es exportado casi en su totalidad (Villalobos I & Villalobos M, 2018, p. 29).

De acuerdo con la información reportada por el DANE citado en Villalobos I & Villalobos M (2018, p. 30), los departamentos con mayor producción florícola, no son los que tienen mayor disponibilidad de agua, pero sí son los que presentan mayor presión sobre el recurso. El agua también se afecta, con la cantidad que utilizan, para regar las plantas, preparar y mezclar agroquímicos, para fumigaciones (...) o para lavar herramientas utilizadas, esta gran cantidad de agua que consumen las flores, reduce demasiado el agua de ríos, lagos, etc. y como todo, esas aguas residuales llegan a parar a fuentes hídricas demasiado contaminadas, por los productos hidratantes, productos químicos en los que sumergen antes de maquillar y otros casos (Montoya, L Tobón, 2016, p. 84) . En este sentido, es importante mencionar que al existir una alteración en la calidad del recurso hídrico, no solamente se altera el recurso propiamente sino también los organismos y microorganismos que habitan en él, por lo que se establece una estrecha relación con la alteración de la hidro-biota de este medio.

En este sentido cabe aclarar que económicamente es un cultivo de grandes riesgos porque está vinculado a la dinámica de Estados Unidos y al precio del dólar, si por ejemplo, el valor del dólar se desplomara como en mayo 3 de 2016, febrero 16 de 2017 o mayo 19 de 2018, se recibirían menos ingresos económicos por las flores con el mismo gasto de recurso. Por otro lado, apreciando el dólar como ahora, se incrementaría la demanda de flores y la presión sobre el recurso sería más fuerte. En ambos escenarios, no existe ningún parámetro real de equidad hídrica sobre el territorio y, por el contrario, sí se genera un conflicto frente a este mercado (Villalobos I & Villalobos M, 2018, p. 32).

Adicionalmente, se contempló este impacto por el conflicto generado por los vertimientos de aguas residuales de los distintos asentamientos humanos que bordean el Río Apulo, según la CAR (n.d.), en el cual se resalta la importancia de la planificación como cuenca hidrográfica y no mediante los límites municipales.

7.2.4.1.3 Alteración en la disponibilidad del recurso hídrico superficial- Componente Hidrológico

Este impacto refiere principalmente al cambio de los caudales y/o volúmenes en un cuerpo de agua superficial que causan una modificación de la oferta hídrica como consecuencia de determinadas actividades, que en este caso particular corresponden principalmente a la modificación de la dinámica agrícola.

En primer lugar esta alteración puede generarse por actividades agrícolas, por ejemplo en el municipio de Zipacón en los cultivos de café los granos se recogen manualmente - la recolección exige especial cuidado y atención de parte de los agricultores y muy especialmente de los trabajadores agrícolas que cosechan el grano -, seleccionando los maduros con el fin de obtener la calidad excelsa del café colombiano, estos granos son llevados por el pequeño caficultor a la despulpadora donde le separan la corteza, estos granos se dejan reposar un periodo corto de tiempo y se procede a lavarlos con agua muy limpia, después se pasa al proceso de secado al sol,

tradicionalmente esto se hace en carros secadores o casillas, con el fin de exponer los granos a la radiación solar y el viento (Moreno Niño, 2019a).

Según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC, 2007), el agua para el correcto lavado del café, debe disponerse en cantidad suficiente y limpia. Las malas prácticas de lavado y la baja calidad del agua (sucio) hacen que los granos de buena calidad pasen a convertirse en cafés de calidad inferior (olor a podrido, avinagrado, pergamino manchado), causando pérdidas cuantiosas.

Es importante aclarar que el proceso de despulpado que consiste en retirar la pulpa del grano de café, también se desarrolla en ausencia de agua debido a que la humedad que trae la cereza ayuda y permite que por acción mecánica o por efectos de presión y fricción se retire la pulpa dejando solo el mucilago en el grano, encontrando que cuando no se usa agua en el despulpado se evita el 72% de la contaminación potencial de las aguas por beneficio húmedo de café (Oliveros Tascona & Sanz Uribe, 2011).

Sin embargo, se identifica un impacto de **disminución de la oferta hídrica para usos agropecuarios** debido a que no se tiene certeza de los procesos internos de cada cosecha de café, por lo tanto, este consumo de agua puede ocasionar una disminución esa oferta hídrica si no se utiliza el recurso adecuadamente.

Por lo mencionado anteriormente, es importante que el caficultor conozca la ventaja que trae implementar prácticas de desarrollo sostenible por medio de los agroecosistemas, y así poder obtener los beneficios otorgados por la naturaleza y su conservación logrando un desarrollo sustentable. (Fernández et al., 2020)

Adicionalmente, la oferta hídrica se va ver afectada por los cultivos de flores y follajes ya que estos utilizan mucha agua en su proceso de producción, siendo un bien netamente suitario y que no produce más que un beneficio económico, sacrificando el patrimonio hídrico del país. Para mantener estos niveles de exportación que se mencionaron en la bonanza y crisis de flores y follajes, de acuerdo con los reportes de ASOCOLFLORES, se requiere un aproximado de 37 m³ de agua al día para la producción de una hectárea de flores, lo que equivale a 13 505 m³ por hectárea al año. Aunque el 54 % de esta agua proviene de la lluvia y el 46 % restante se obtiene del agua subterránea y de agua superficial, este valor de requerimiento de agua para producción de flores resulta alarmante, teniendo en cuenta que hay poblaciones enteras en el mundo que sobreviven con menos de 1000 m³ de agua al año y otras que viven en escasez absoluta. (Villalobos I & Villalobos M, 2018, p. 29)

En este sentido, también vale la pena mencionar que uno de los cultivos que más se destacan en el municipio es el cultivo de papa, el cual presenta la mayor área sembrada en el año 2018, es por ello que la oferta hídrica también se ve alterada debido a que las necesidades hídricas del cultivo de papa oscilan entre los 500 a 650mm de agua por ciclo del cultivo lo cual es equivalente a un volumen de 5.000 a 6.500 m³/ ha (Cámara de comercio de Bogotá, 2015c)

7.2.4.1.4 Alteración a la calidad del suelo – Componente suelo

En cuanto al recurso suelo, se presenta una degradación ambiental producida por la intensidad en los cultivos de café, la cual está muy relacionada con la **Pérdida de suelo – Erosión** por las inadecuadas prácticas agrícolas (Vera & Solano, 2015). Adicionalmente, las áreas montañosas constituyen entornos particularmente frágiles. El monocultivo de café puede causar un significativo deterioro de la calidad del suelo y una creciente erosión. Se ha documentado que en áreas de alta precipitación pluvial se pierde cerca de tres veces más de nitrógeno del suelo en plantaciones sin sombra 54 comparativamente a aquellas áreas bajo sombra, disminuyendo considerablemente el rendimiento y la productividad de los cafetales (Rámirez, 2016). Así mismo,

Uribe en CENICAFE (2000) encontró que las pérdidas de suelo por erosión eran muy altas cuando se usan los herbicidas como método de desyerba, dejando el suelo completamente limpio.

Otro impacto asociado a las malas prácticas de cultivos de café es la contaminación del suelo por fertilizantes químicos, insecticidas y fungicidas. En los que se encuentra en primera medida, un **incremento de la concentración de nitrógeno (N)** que según la ANDI (2020, p. 34) y las RCHAP v6.3, las emisiones de fertilizantes (y abono) generan contenidos de NO₃ en el agua y suelo por lixiviación de la aplicación de N-fertilizante.

En este sentido, juegan un papel importante los fertilizantes nitrogenados, pues su aplicación genera un excedente de H, que gradualmente reemplaza a las bases, que son lavadas y transportadas a los horizontes subyacentes, acompañadas de aniones en las aguas de percolación. En casos severos, la acidificación resultante está asociada al incremento de elementos como el Fe y el Mn, hasta llegar a niveles que son tóxicos para las plantas. En investigaciones desarrolladas en centro y Suramérica, se logró corroborar el efecto de las fuentes nitrogenadas sobre la acidificación y la pérdida de las bases intercambiables a mediano plazo en suelos cultivados con café, ya que se registraron aumentos crecientes, en los valores de P y K conforme a la cantidad de fertilizante suministrado (Sadeghian, 2003, p. 10). Teniendo como resultado un **incremento del pH (acidificación)**

Por otro lado, en el cultivo de flores y follajes, el drenaje natural del suelo es impactado por el cambio en sus características físicas y químicas y las modificaciones en su estructura por la realización de obras de nivelación del terrero y remoción de cobertura vegetal. Adicionalmente, la continua fertilización con químicos saliniza (**incremento de la salinización.**), disminuye la biota microbiana (**cambio en las características microbiológicas del suelo**) y esteriliza en suelo. Además que la preparación del suelo se afecta mediante la escorrentía, pues todos los químicos que echan al suelo se los lleva la escorrentía y termina en quebradas, ríos, lagos, etc (Montoya, L Tobón, 2016, p. 82).

Por otro lado, los químicos potencialmente volátiles perjudican los componentes del área de influencia directa: plantas, árboles, fauna y la biodiversidad en general. También genera un efecto negativo en las personas que trabajan en los cultivos, pues la influencia que tiene el aire está determinada por el viento, la temperatura, la presión y la humedad, favoreciendo en algunos casos, una mayor distribución del contaminante (Villalobos & Villalobos, 2018, p. 24).

7.2.4.2. Medio Biótico

7.2.4.2.1 Alteración a cobertura vegetal o Cambio en la cobertura vegetal – Flora y cobertura

- Diferencia de coberturas a partir del índice NDVI

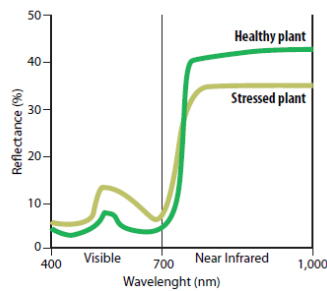
Para determinar la magnitud del desarrollo de loteos en el sector del Ocaso se usaron 4 análisis diferentes, la diferencia de coberturas partiendo desde el año 2000 hasta el 2020, mediante el uso del índice NDVI, el índice NDBI, el índice BSI y finalmente se complementó esta información procesada con el índice de “Global Forest Change” que muestra la pérdida neta de cobertura forestal como resultado de los cambios de uso del suelo.

Los valores del NDVI están en función de la energía absorbida o reflejada por las plantas en diversas partes del espectro electromagnético. La respuesta espectral que tiene la vegetación sana muestra un claro contraste entre el espectro del visible, especialmente la banda roja, y el Infrarrojo Cercano (NIR). (Govaerts & Verhulst, 2010, p. 4)

El NDVI mide la relación entre la energía absorbida y emitida por los objetos terrestres. Aplicado a las comunidades de plantas, el índice arroja valores de intensidad del verdor de la zona, y da cuenta de la cantidad de vegetación presente en una superficie y su estado de salud o vigor

vegetativo. Como se observa en el siguiente gráfico:

Figura 23. Espectro de reflectancia típico de una planta sana y estresada



Fuente: (Govaerts & Verhulst, 2010, p. 4)

Teniendo en cuenta este concepto teórico, se calculó por medio de la metodología mencionada en la sección **6.2 Análisis del modelo FPEIR** las hectáreas de cada clasificación, los resultados que se muestran a continuación, se clasificaron en dos principalmente, el primero es el resultado del cambio de coberturas para el periodo completo de 2000 hasta 2020, para este periodo de tiempo se utilizó solo los satélites Landsat 5, 7, y 8 puesto que al tener la misma resolución es posible establecer un análisis directo sin necesidad de hacer un “resample” e igualar la escala con las imágenes de sentinel; y el segundo representan los resultados del cambio de coberturas del periodo 2015 al 2021, estos se decidieron mantener separados para aprovechar la escala detallada del satélite PLANET y verificar más específicamente los cambios de coberturas.

Gráfico 1. Cambio de la cobertura de bosque denso bajo a partir del índice NDVI (2000-2020)

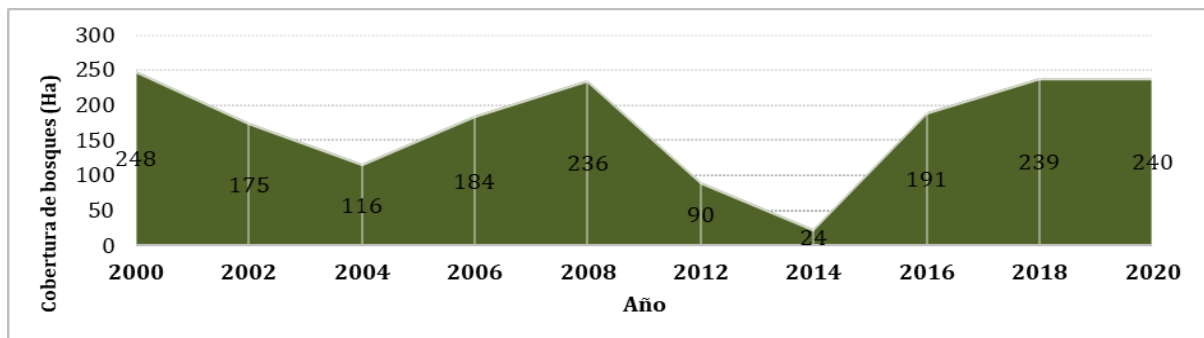


Gráfico 2. Cambio de la cobertura de bosques fragmentados con vegetación secundaria a partir del índice NDVI (2000-2020)

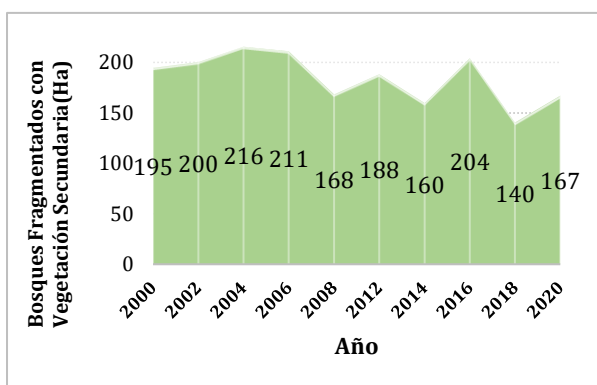


Gráfico 3. Cambio en la cobertura mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales a partir del índice NDVI (2000-2020)

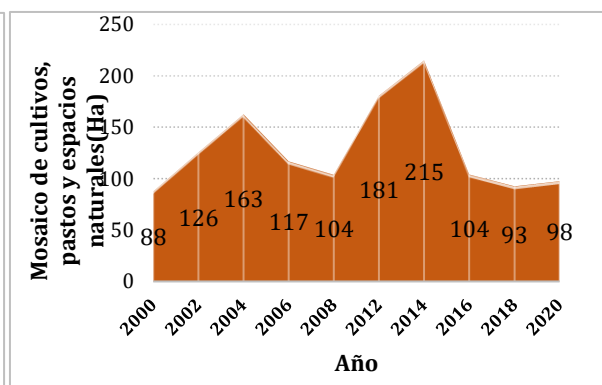


Gráfico 5. Cambio de la cobertura de tejido Urbano discontinuo a partir del índice NDVI (2000-2020)

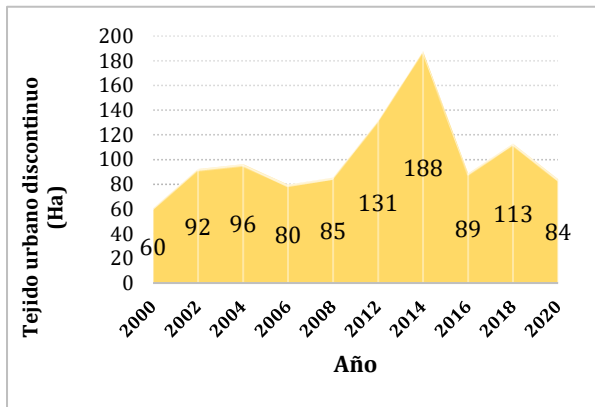
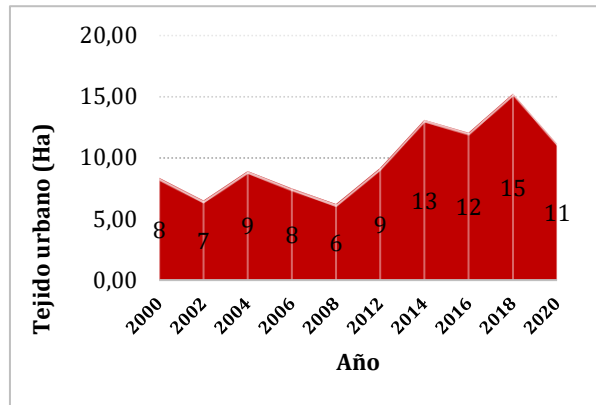


Gráfico 4. Cambio de la cobertura de tejido urbano a partir del índice NDVI (2000-2020)



Fuente: Autores (2021)

El primer análisis que es fundamental aclarar, es que los valores de NDVI de los años siempre tendrán un cambio y nunca serán los mismos, por razones atmosféricas y climáticas en el día de toma, así como por cambios leves en la superficie y su vegetación (Ortíz & Herrera-Pérez, 2019, p. 67). Estos cambios leves de superficie, se observan en las gráficas, puesto que a pesar de que las coberturas presentan cambios estos se mantienen dentro del mismo rango, lo que indica que no han ocurrido cambios drásticos de uso del suelo en el área de estudio.

Sin embargo, es preciso contemplar que estos cambios se pueden presentar porque en el área de estudio predominan las actividades económicas agropecuarias, agrosilvopastoriles, cultivos permanentes, cultivos transitorios y muy poco destinado a bosque húmedo tropical, y los cultivos tienen gran variabilidad en la energía que reciben y que reflejan.

Adicionalmente, fue posible observar en el resultado del **Anexo 4** que las dinámicas socioeconómicas representadas anteriormente como fuerzas motrices y presiones reflejan cambios en las coberturas, debido a que las hectáreas de vegetación vigorosa, disminuyeron 8 Ha entre 1985 y 1997, periodo en el cual se presentó la crisis cafetera. Después de estos acontecimientos, se presenta el estado inicial descrito anteriormente en el cual predominaba la cobertura de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, Posteriormente, en el periodo de 2002 al 2004 en la gráfica cobertura de bosques fragmentados por vegetación secundaria representada por color verde claro, se observa una disminución de 132 Ha que se ven reflejadas en el aumento de la cobertura de cultivos y pastos. Siguiendo con el análisis cronológico de las coberturas, se observa una disminución de 212 Ha de Bosques de 2008 al 2014, el cual se asocia con el periodo en el cual se empezó a evidenciar la bonanza de los cultivos de flores y follajes en el departamento de Cundinamarca ya que en la gráfica representada con color café se observa un pico de aumento en este mismo periodo de tiempo.

Es fundamental resaltar que los cambios en las coberturas se deben a la interrelación de múltiples actores, por lo tanto, las dinámicas socioeconómicas mencionadas anteriormente, representan solo una parte de estos cambios identificados. Prueba de esto, es el comportamiento de la cobertura de tejido urbano discontinuo, ya que se muestra un aumento de 102 Ha de 2008 al 2014, cobertura que representa nuestro punto focal de estudio que es el desarrollo de loteos, y que presenta una disminución para los últimos años de análisis. Y por último se observa que las coberturas de tejido urbano presentan un aumento paulatino a partir del año 2012 dejando como resultado una cobertura al año 2020 de 11,13 Ha.

Gráfico 7. Cambio de la cobertura de bosque denso bajo a partir del índice NDVI -Planet (2000-2020)

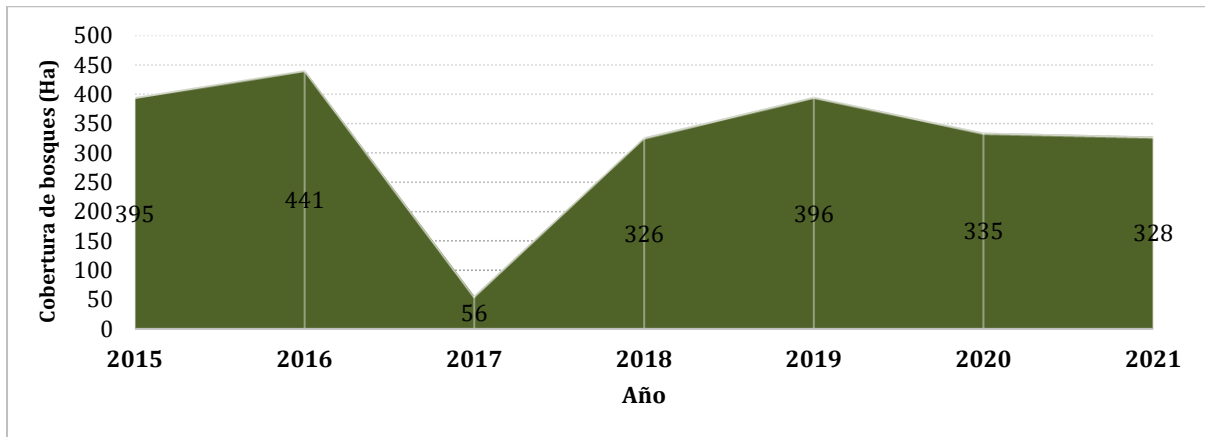


Gráfico 11. Cambio en las coberturas de bosques fragmentados con vegetación secundaria a partir del índice NDVI-Planet (2000-2020)

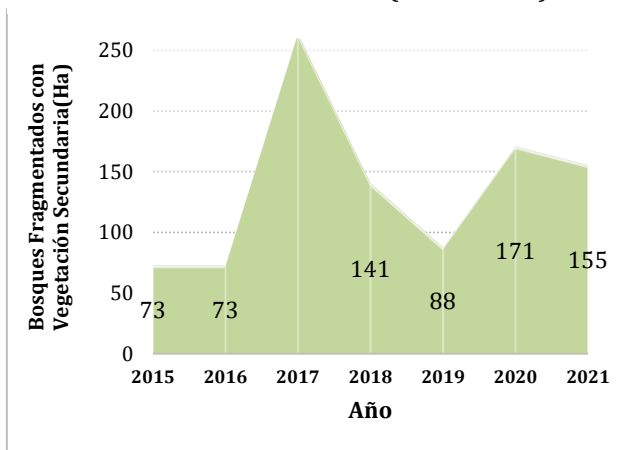


Gráfico 8. Cambio en la cobertura mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales a partir del índice NDVI-Planet (2000-2020)

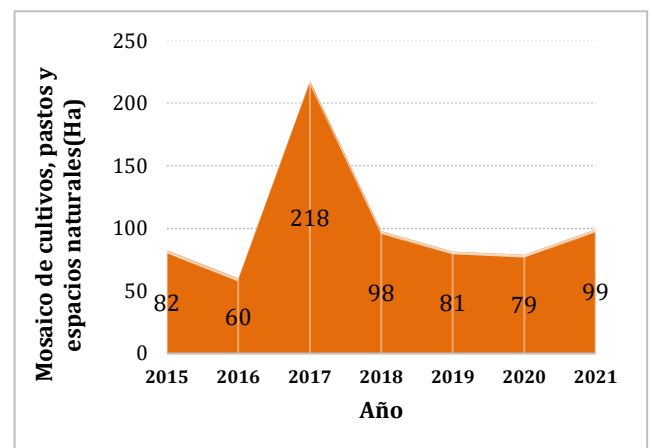


Gráfico 10. Cambio de la cobertura de tejido Urbano discontinuo a partir del índice NDVI-Planet (2000-2020)

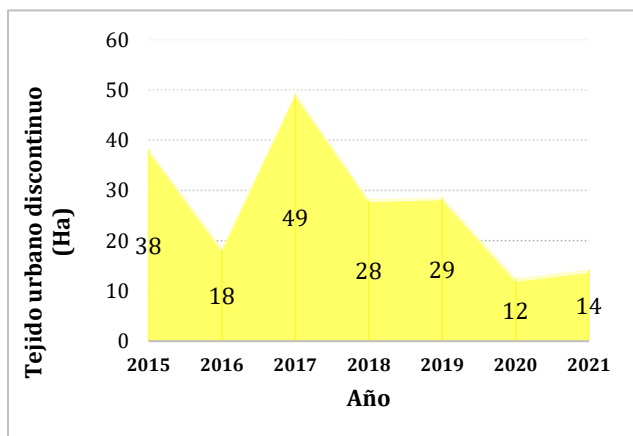
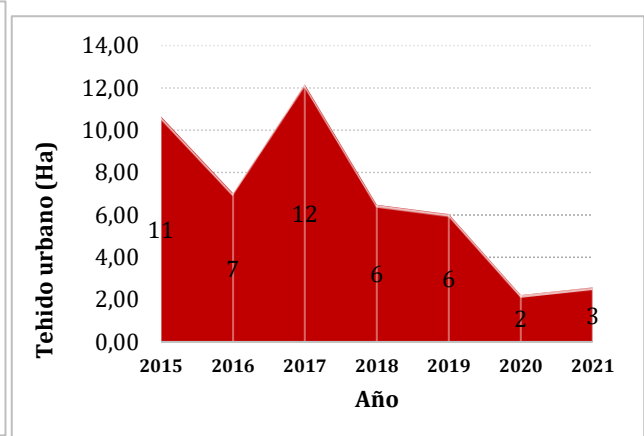


Gráfico 9. Cambio de la cobertura de tejido urbano a partir del índice NDVI (2000-2020)



Fuente: Autores (2021)

Por otro lado, se observan las gráficas que son el resultado de una imagen con una resolución de 9m2 en la cual se evidencia la presencia constante de urbanización desde el año 2015. El tejido urbano muestra un aumento de 5Ha para el 2017, y la cobertura de tejido urbano discontinuo presenta un aumento de 30 Ha para el mismo año, cambios que se ven relacionados con la disminución de 358,04 Ha en la cobertura de Bosques densos bajos.

Adicionalmente, cabe resaltar el aumento de la cobertura de bosques densos bajos a partir del año 2017, en este caso se encuentra que puede tener relación con la gestión realizada por la Secretaria de Desarrollo Económico Agropecuario y Ambiente Sostenible, en la que según la Alcaldía Municipal de Zipacón (2018) durante los años 2016,2017 y 2018 se realizaron acciones de re forestación y reducción en los niveles de CO2, contribuyendo con la reducción en la huella de carbono, gestión con la cual recibieron un reconocimiento del mejor municipio en el programa “Cundinamarca más verde” por la labor de medir, reducir y compensar la huella de carbono en Cundinamarca.

En otras palabras, los cambios representados anteriormente, se explican conceptualmente, porque mientras que en el visible los pigmentos de la hoja absorben la mayor parte de la energía que reciben, en el NIR, las paredes de las células de las hojas, que se encuentran llenas de agua, reflejan la mayor cantidad de energía. En contraste, cuando la vegetación sufre algún tipo de estrés, ya sea por presencia de plagas o por sequía, la cantidad de agua disminuye en las paredes celulares por lo que la reflectividad disminuye el NIR y aumenta paralelamente en el rojo al tener menor absorción clorofílica.”(Herrera, 2018, p. 16)

De acuerdo con lo anterior, para los índices aplicados en el periodo de estudio las tonalidades verdes oscuras indican el mejor estado de la vegetación, por esto se denominaron como vegetación vigorosa, tienen las mejores características por factores como la absorción de clorofila, y otros pigmentos fotosintéticos, entre otros elementos vitales para esta cobertura como el contenido relativo de agua, la calidad de la misma, entre otros (Herrera, 2018, p. 36) y corresponden a resultados del índice NDVI entre 0.68-1 Luego, se observan verdes claros que corresponden a la vegetación que aún tiene ciertas propiedades de absorción de clorofila, pero que probablemente no se encuentre muy sana o vigorosa y estos se encuentran entre 0.6-0.68. Así mismo, vemos tonalidades amarillas, que se clasificaron para identificar aquellas zonas que el índice NDVI arrojaba valores altos, es decir que indicaban presencia de vegetación, pero que tenían alta presencia de urbanización. Y por último se observa de color rojo aquellos lugares en los que el NDVI arroja presencia de suelo desnudo.

- Diferencia de coberturas a partir del índice NDBI

El índice NDBI, proporciona otra forma de monitorear los cambios en la tierra relacionados con la pérdida de cobertura vegetal, centrándose en la comparación de la evolución de las urbes a través del tiempo. Sin embargo, merece la pena subrayar que debido al tamaño de pixel que corresponde a 900m2 este índice no es tan preciso en zonas rurales como es el caso del sector de Zipacón, puesto que así en las coberturas se presente unas construcciones o una pérdida de vegetación este no se va ver disminuido sustancialmente en el momento de medir el índice, porque el promedio del pixel va tender a lo que predomine en el área. Teniendo en cuenta lo anterior, se midieron los cambios de coberturas diferenciándolos con las mismas clasificaciones anteriormente presentadas del índice NDVI, para de esta forma contrastar los resultados obtenidos por cada uno.

Gráfico 12.Cambio de la cobertura de bosque denso bajo a partir del índice NDBI (2000-2020)

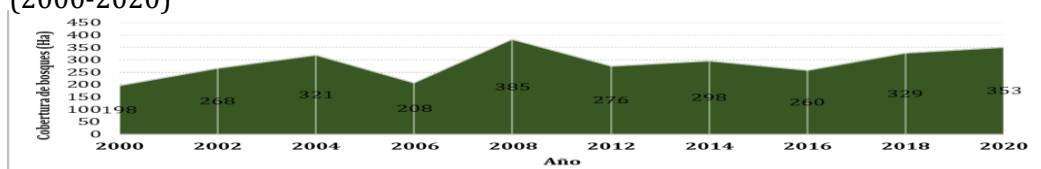


Gráfico 15.Cambio de la cobertura de bosques fragmentados con vegetación secundaria-NDBI (2000-2020)

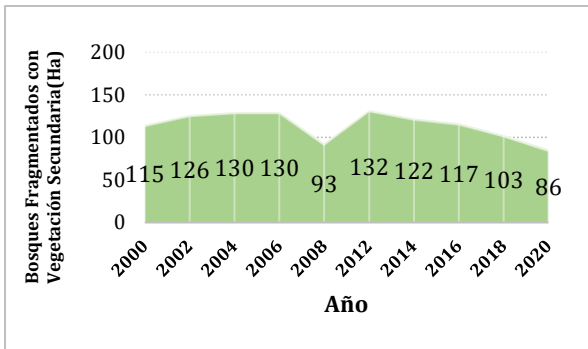


Gráfico 14.Cambios de coberturas de mosaico de cultivos con pastos y espacios naturales-NDBI (2000-2020)

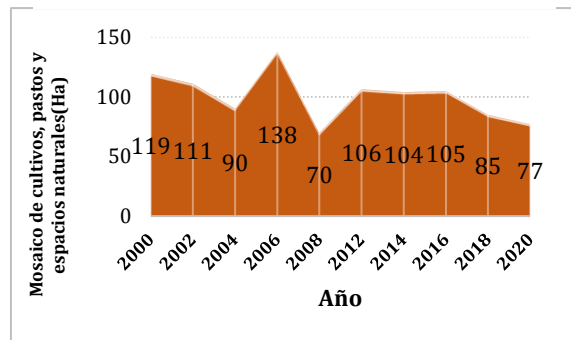


Gráfico 16.Cambio de cobertura de tejido urbano discontinuo a partir del índice NDBI (2000-2020)

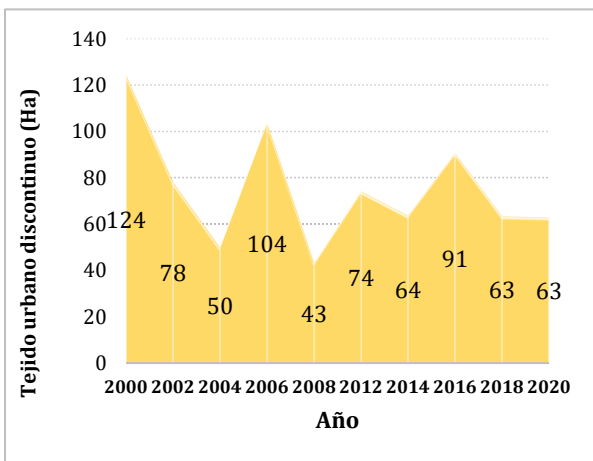
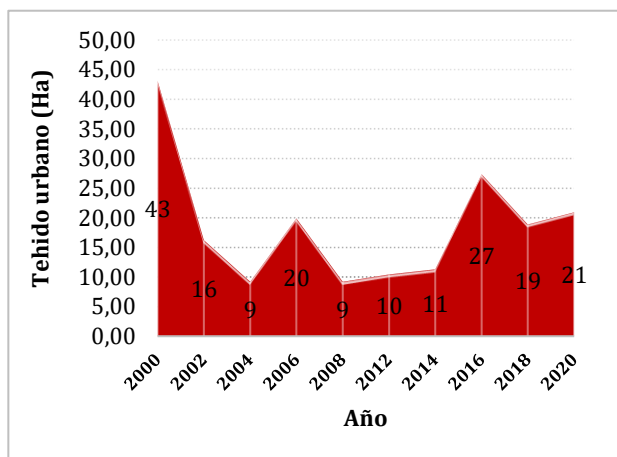


Gráfico 13.Cambio de cobertura de tejido urbano a partir del índice NDBI (2000-2020)



- Diferencia de coberturas a partir del índice BSI

Para tener más datos de verificación se presenta a continuación la clasificación de las coberturas mediante el cálculo del índice BSI que tiene la capacidad de identificar con una mayor facilidad los suelos y los cultivos debido a que el incluye el infrarrojo de onda corta que cuantifica la composición mineral del suelo, y la banda azul con la infrarroja cerca identifica la presencia de vegetación.

Gráfico 17.Cambio de cobertura de bosque denso bajo a partir del índice BSI (2000-2020)

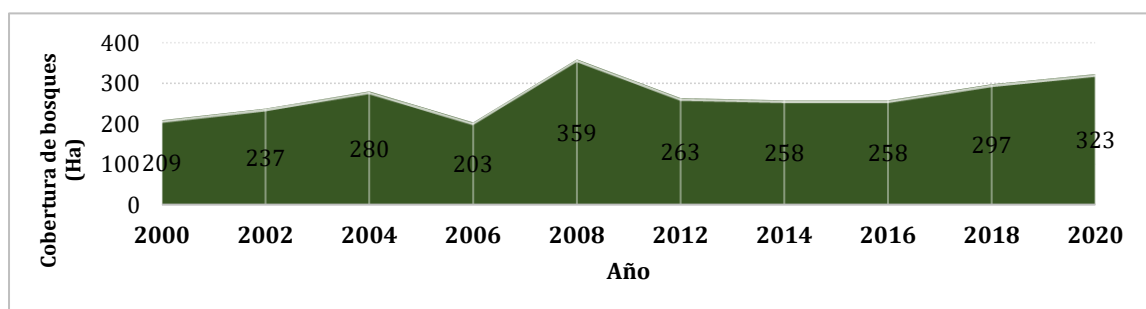


Gráfico 21. Cambio de coberturas de bosques fragmentados con vegetación secundaria a partir del Índice BSI (2000-2020)

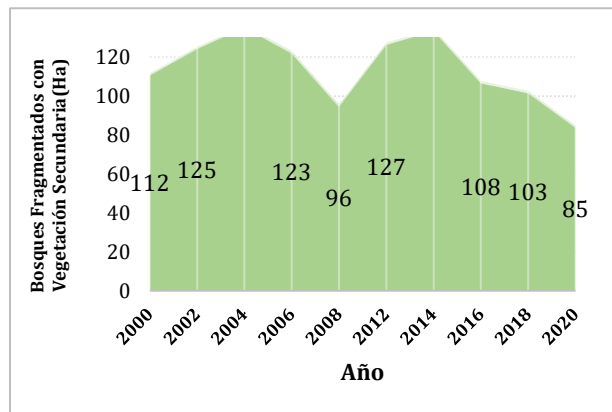


Gráfico 20. Cambio de cobertura de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales a partir del Índice BSI (2000-2020)

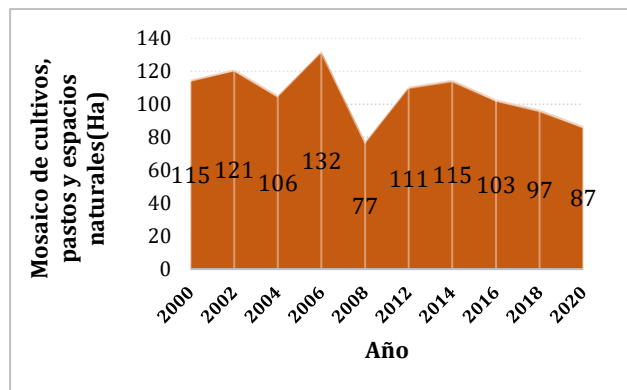


Gráfico 18. Cambio de la cobertura de tejido urbano discontinuo a partir del índice BSI

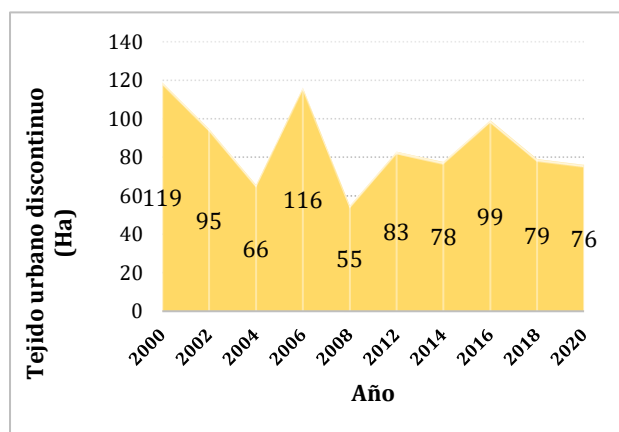
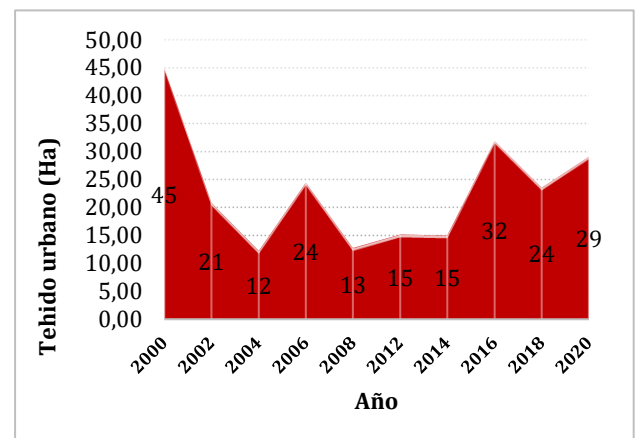


Gráfico 19. Cambio de la cobertura tejido urbano a partir del índice BSI (2000-2020)



Fuente: Autores (2020)

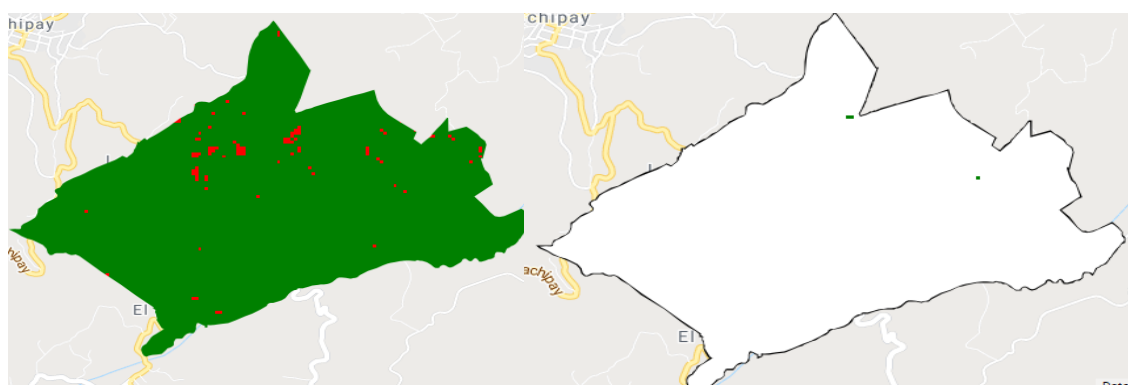
Tomando los resultados de los índices NDBI y BSI es posible afirmar que estos tienen la capacidad de representar de manera más clara los cambios realizados en el suelo desnudo, o construcciones que se definen finalmente como un área urbana. A pesar de que el área de estudio es rural, y es difícil representar los cambios a nivel de construcciones, es posible evidenciar que los dos índices muestran la misma pérdida de cobertura de bosques en el año 2006, y la pérdida de cobertura de bosques fragmentados con vegetación secundaria en el año 2008. En cuanto a la cobertura de tejido urbano discontinuo se ve que en estos análisis los aumentos de esta cobertura se presentan en el año 2006 y 2016 y no en el año 2014 como se presentaba en el índice NDVI, y el aumento del tejido urbano si tiene el mismo comportamiento para los últimos años a partir del año 2014.

- Análisis de deforestación:

Los árboles se definen como vegetación de más de 5 m de altura y se expresan como un porcentaje por celda de cuadrícula de salida como "2000% de cobertura de árboles". Por lo tanto, el área de 6,683 Ha representa el resultado del análisis de la Universidad de Maryland elaborado por (Hansen et al., 2013) en el cual, la "pérdida de cobertura forestal" se define como una alteración de reemplazo de rodal, o un cambio de un estado forestal a no forestal, durante el período 2000-

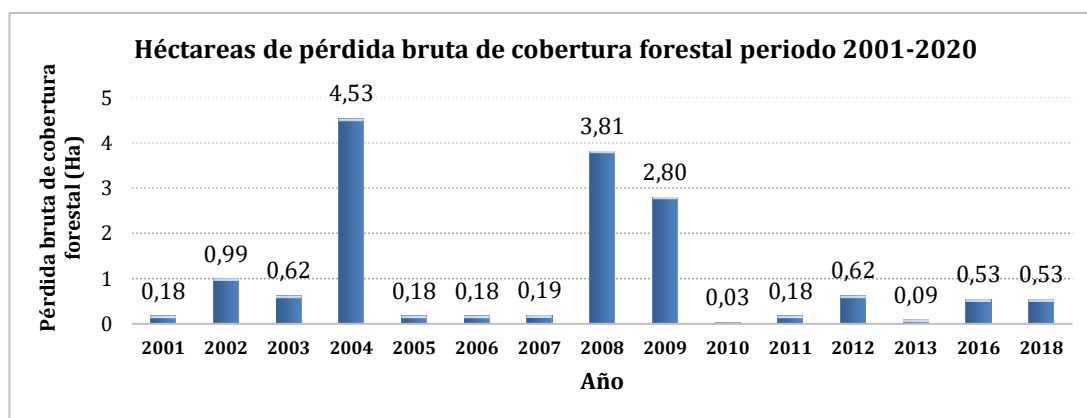
2020. En las que las imágenes de referencia 2000 y 2019 son observaciones medianas de un conjunto de observaciones de la temporada de crecimiento aprobadas por la evaluación de calidad. Bajo este mismo análisis, el área de ganancia de bosque durante el periodo de 2000-2012 definida como la inversa de la pérdida (un cambio de no bosque a bosque por completo dentro del periodo de estudio) fue de 0,267 Ha.

Figura 24. Representación gráfica de áreas deforestadas y reforestadas



Fuente: Procesamiento de información con base a Hansen et al., (2013)

Gráfico 22. Héctareas de pérdida bruta de cobertura forestal periodo 2001-2020



Fuente: Procesamiento de información con base a Hansen et al., (2013)

Tabla 14. Porcentaje de cobertura vegetal para el año 2000

Porcentaje de cobertura vegetal	Área (Ha)
0-20%	33,054
20-40%	21,976
40-60%	54,789
60-8%	136,405
80-100%	353,175

Fuente: Procesamiento de información con base a Hansen et al., (2013)

Adicionalmente, de este procesamiento se puede analizar el porcentaje de cobertura de árboles, que corresponde a la cobertura del dosel de árboles para el año 2000, definida como el cierre del dosel para toda la vegetación de más de 5 m de altura. Esta clasificación se presenta en porcentajes de cobertura forestal de 0 a 100% en el que se observa una correlación con las clasificaciones del suelo que se presentaron en los resultados de los índices NDVI, BSI y NDBI lo cual evidencia la validez de los resultados, puesto que se observa que 353,175 Ha pertenecen a

un rango de 80-100% que corresponde a la clasificaciones de Bosques, en un rango de 60-80% se encuentran representados los bosques fragmentados con vegetación secundaria, así mismo, la cobertura de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales se encuentra en el rango de 40-60% con 54.789 Ha; y las coberturas de tejido urbano, y tejido urbano discontinuo se verían reflejadas en los porcentajes de cobertura vegetal menores a el 40%.

Finalmente, de todo el proceso cartográfico se evidencia claramente la presión que se ha ejercido sobre el uso del suelo existente. La demanda de terrenos para uso recreativo, residencial o agropecuario dio como resultado la conversión de terrenos de una clase a otra.

Las tendencias de cambio de cobertura y uso de suelo (CCUS) son procesos espaciales que siguen un comportamiento estocástico y son el resultado de interacciones complejas entre elementos físicos, biológicos y sociales (Chu et al., 2010; M. Mendoza et al., 2010). Además, son un producto derivado de la acción sinérgica de múltiples factores endógenos y exógenos que interactúan desde diferentes niveles de organización y se encuentran relacionados con cambios tecnológicos y ambientales, desarrollo económico, crecimiento poblacional y políticas públicas, que inducen cambios debido a programas de subsidio para actividades agropecuarias (Berlanga-Robles et al., 2011; Lambin et al., 2003; Peña-Cortés et al., 2011).

Los cambios a nivel de coberturas vegetales en la región de estudio han sido aunque sea por muy poco, negativos tomando en cuenta el tiempo de estudio total de 20 años, en el que la cobertura de bosques paso de ser el 41,42% al 40,38% de la cobertura del sector el Ocaso es decir 6,2 Ha representarían la pérdida total de la cobertura de bosques. No obstante, el cambio se ve un poco mayor en la pérdida de 22,9 Ha de los bosques fragmentados con vegetación secundaria.

Adicionalmente, esto se ve apoyado en las tasas de deforestación calculadas en el ítem 6.2.3.4 en el que se observa que para el periodo de 2000 al 2020 con un valor negativo de -0,1270% se concluye que aunque sea un porcentaje bajo si se presentó en el área una deforestación, y esto se confirma en el resultado del Td (2015-2020)= -3,268% con lo cual, según el (IDEAM, 2004, p. 3) los valores menores a cero señalan pérdidas de superficie cubierta por bosque natural. Estas deforestaciones implican un impacto de **“Incremento de la deforestación”**.

Pero para establecer los tipos de impactos generados en la cobertura del área de estudio se debe entender que los patrones característicos de los paisajes presumiblemente son el resultado de la operación de procesos ecológicos, es decir, los procesos ecológicos generan patrones, y al analizar estos patrones se pueden hacer inferencias útiles sobre el proceso subyacente (Coulson, R. N., H. Saarenmaa, W. C. Daugherty & Rykiel, M. C. Saunders, 1999). Esta proposición se conoce como el paradigma patrón / proceso, y forma una hipótesis central de la ecología del paisaje (Bogaert, J., P. Van Hecke, D. Salvador-Van Eysenrode & Impens., 2000) una rama de la ciencia desarrollada para estudiar los procesos ecológicos en su contexto espacial (Antrop, 2001).

Para determinarla se usó el árbol de decisiones para identificar los procesos de transformación que alteran el patrón espacial de los paisajes creado por (Bogaert et al., 2004) descrito en la **Figura 13**, en el que se establece que en el periodo de 2015-2020 los Bosques tuvieron un cambio denominado **disección o fragmentación sensu stricto**, es el tipo de patrón que resultaría tras el progreso de la construcción de vías o carreteras, pasando unas incisiones iniciales que no causan fragmentación completa y que posteriormente puede convertirse en una disección de varias partes del hábitat original en parches físicamente separadas unas de otras (Bogaert et al., 2004). Por otro lado, se evidencia que si se analiza el cambio neto de 20 años desde 2000 el sector del Ocaso tuvo un cambio de la **atrición o pérdida de parches completas**, es la reducción o disminución del número de parches; desaparición de parches (Bogaert et al., 2004); este tipo de cambio se presenta en los últimos estadios de pérdida y fragmentación del hábitat cuando el

hábitat quedado reducido a parches de pequeño tamaño salpicados por el territorio, si continúa produciéndose pérdida de hábitat está suele traducirse en la desaparición por completo de alguno de esos parches remanentes. Se pierden parches completos (Saura, 2019) .

De la misma forma, se analizaron los cambios en cobertura de bosques fragmentados con vegetación secundaria, allí se observó que en el periodo de 2015 a 2020 se visibilizaba una **agregación**, la cual es producida por la extensión de un hábitat de la superficie que este ocupa, lo cual puede ocurrir de forma espontánea o a causa de una intervención humana como reforestación o restauración lo que significa disminución en el número de parches sin que se presente disminución del área. Por otro lado, se evidencia que si se analiza el cambio neto de 35 años desde 1985 el sector del Ocaso tuvo un cambio de **creación**, es la formación de nuevos parches, lo cual resulta en el incremento del número de parches y del área total que suman los mismos.(Bogaert et al., 2004) que es el resultado de una reforestación o restauración del hábitat en un punto determinado del territorio a cierta distancia de las zonas previamente ocupadas por dicho hábitat, esto no indica que el hábitat este más fragmentado, es el mismo, simplemente se crean nuevos parches de hábitat en lugares que antes no estaban ocupados por dicho hábitat. (Saura, 2019). Y un cambio total de 2000- 2020 de **atricción**, que se describió anteriormente.

Por lo tanto, vemos dos tipos de impactos uno positivo correspondiente al área de vegetación vigorosa, esto con la salvedad de que no se verifica en un 100% que estas agregaciones o creaciones de parches de cobertura vegetal vigorosa correspondan al bosque húmedo premontano caracterizado como el ecosistema nativo del sector el Ocaso. Asumiendo que estos parches adicionales hacen parte de los bosques húmedos, se destaca cómo un impacto positivo dado que los bosques húmedos pueden ofrecer muchos productos y funciones, como: alimentación, trabajo, materia prima, ingresos, energía, desarrollo, abastecimiento de agua, transporte, protección, fomento, recreación, defensa, clima, reserva energética y función científica. No obstante, no se han buscado las formas para que esas funciones se concreten en mercados, sistemas de comercialización, que tengan un valor y un precio, o que se expresen en impuestos y compensaciones para las personas y grupos que los producen y los disfrutan. (Camino, 1993)

El otro impacto, es el negativo representado por la pérdida de parches completos en la vegetación poco vigorosa, que puede haberse transformado tanto en vigorosa, como en vegetación con urbanización. Debido a que este cambio es representado por la desaparición de parches, se debe recalcar la importancia a que estos parches sean convertidos a vegetación vigorosa, puesto que el perímetro de estos parches, han aumentado y este aumento, es directamente proporcional al efecto borde, puesto que hay mayor cantidad de superficie próxima al borde que parches con formas compactas y esto genera una vulnerabilidad en el ecosistema.

Así las cosas, estos 4 tipos de cambios generan los siguientes impactos ambientales específicos:

- Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal
- Cambio en la forma (geometría) de la cobertura vegetal
- Incremento del efecto de borde

Así mismo, la **expansión de la frontera agropecuaria representa un impacto (flora)** y está vinculado con **la disminución de ejemplares(flora)**, en las que se reemplaza cobertura vegetal nativa o de gran vigor, por cultivos de diferente índole que les representen mayores ingresos económicos. La (FAO, n.d.-b) establece que se estima que más de la mitad de las zonas originalmente boscosas han cambiado de uso de la tierra para dedicarla a la agricultura y ganadería, y en este proceso de ocupación y cambio de uso forestal por agrícola y ganadero no se consideran pendientes, productividad del suelo y cercanía a fuentes de agua. Esto ocurre cuando

no hay políticas fuertes que articulen los sectores productivos con la protección de las coberturas vegetales.

7.2.4.2.2 Alteración a comunidades de fauna terrestre – Componente Fauna

Los cultivos de café generan un impacto positivo ya que se presenta una elevada diversidad de especies y cantidad de pájaros y de territorios para pájaros en las granjas orgánicas, como consecuencia de contar con mejores hábitats de reproducción y mejores condiciones de alimentación. Entre otros motivos se pueden mencionar la ausencia de plaguicidas sintéticos, la existencia de más hábitats seminaturales (cercos vivos, bordes de campo) y una diversidad mayor de cultivos en las granjas orgánicas (FAO, 2012). Lo cual está asociado con la **Modificación de la dinámica poblacional de aves**.

Adicionalmente, se encuentra una relación que puede generar un impacto tanto como positivo como negativo que es, la densidad de café por metro cuadrado puesto que es un indicador del grado de intensificación agrícola y se ha documentado que una alta densidad de plantas de café afecta la riqueza de los distintos tipos de abejas de forma negativa, esta tendencia también se ha encontrado en hormigas, lo cual puede transformar la funcionalidad ecológica de los cafetales. Asociados a la **modificación de la dinámica poblacional de especies polinizadoras**. Debido a que las abejas nativas de cafetales que crecen bajo la sombra de árboles ayudan a mejorar la fecundidad y preservar la diversidad genética de los bosques tropicales cercanos, los agricultores en América Latina cambiaron el uso de cafetales de sombra, por plantaciones bajo el sol. Esto mejora la productividad, pero reduce la biodiversidad. Además, usan menos pesticidas y fertilizantes, porque aprovechan la descomposición de las hojas de los árboles que las cubren. (IICA, 2018)

7.2.4.3. Medio Socioeconómico

7.2.4.3.1 Cambio en las variables demográficas – Componente Demográfico

Este impacto hace referencia al cambio en la estructura demográfica y en la distribución espacial de la población y sus efectos en la dinámica de la población como consecuencia de la actividad, el cual se evidencia en dos impactos específicos: el cambio en la distribución espacial de la población y variación de la población flotante.

Por un lado, se establece la forma de distribución de la tierra genera un impacto negativo en el **cambio en la distribución espacial de la población**, debido a que según lo descrito en la presión de forma de distribución de la tierra se evidencia que la población ha optado por dar un paso a una vocación de uso del suelo residencial promoviendo el loteo de los terrenos, esto dado principalmente por la rentabilidad que genera el avalúo rural (Ver ítem 7.2.2.1 Forma de distribución de la tierra (loteos)). En este sentido, la población ha fortalecido una distribución espacial en donde predominan áreas mucho más pequeñas que las tradicionales, como se evidencia en el área de estudio en donde los predios de menos de 1 Ha tienen una dominancia notable, de manera que eso conlleva a que se vea afectada la forma en que se distribuye la población en el espacio. A esto se le suma un dato muy relevante establecido en la presión de dinámica poblacional referido principalmente a que en la actualidad viven menos personas en promedio por hogar, lo que evidencia que hay mayor demanda de hogares con menos cantidad de personas según el censo 2005 y 2018, y por tanto es alterada la distribución de la población.

Por otro lado, es importante mencionar, que la forma de distribución de la tierra también genera un impacto en la **variación de la población flotante**, puesto que promover los loteos en el área de estudio genera una alteración directa en el turismo, especialmente en El Ocaso, debido a que según la Alcaldía de Zipacón (2016) el objetivo de los proyectos de crecimiento poblacional es traer al municipio turismo y comercialización de productos propios de la región, buscando como resultado una mejora económica que beneficie a los habitantes del municipio. En Zipacón, los lugares en los que se podrían adelantar estos proyectos, ya que cuentan con la infraestructura

necesaria, corresponden a la cabecera municipal (Centro y Barrio La Estación), La Capilla y El Ocaso.

7.2.4.3.2 Cambio en el uso del suelo – Componente Cultural

El cambio en el uso del suelo refiere principalmente a la modificación en el uso, aptitud, acceso y disfrute del suelo como consecuencia de la forma de distribución de la tierra y de la modificación de la dinámica agrícola. Según Hernández et al. (2013) los cambios en la cobertura y los usos asociados con esta son importantes, gracias a que estas transformaciones están relacionadas con varios factores, entre los que se cuentan la tenencia de la tierra, las modalidades de la práctica agrícola, la comercialización de los productos y las presiones generadas por la expansión urbana

En primer lugar, el incremento de las áreas destinadas a la producción agrícola, se ve influenciado directamente por la modificación en la dinámica agrícola del área de estudio; los usos agrícolas pueden ser de tipo temporal o de tipo nómada (maíz, frijol y hortalizas), así como los cultivos permanentes o semipermanentes (plantaciones forestales y agroforestales) (Galicia et al., 2007), de forma que teniendo en cuenta el desarrollo amplio de diferentes tipos de cultivos propios de la zona y el cambio de coberturas que ha presentado a lo largo del tiempo, se ha optado por expandir la frontera agrícola promoviendo el cambio en el uso del suelo por uno más productivo económicamente, ello se evidencia en la fotointerpretación realizada en el estado del año 2000 en comparación con el estado del año 2020, en donde se evidencia que la dinámica agrícola dada por la cobertura de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales ha tenido una amplitud de extensión significativa, debido a que se presentó un aumento en la cobertura de aproximadamente 10 Ha, lo que evidencia el cambio de uso en el suelo específicamente por el ***incremento de las áreas destinadas a la producción agrícola.***

Por otro lado, ***incremento de las áreas destinadas a la urbanización*** se relaciona principalmente con la forma de distribución de la tierra, gracias a que el aumento de loteos promueve a su vez un aumento en la cobertura de tejido urbano discontinuo, especialmente consolidando zonas de suelo suburbano, el cual en los último 20 años ha presentado un aumento aún más considerable, debido a que según la tabla de cambio de coberturas de suelo mostrada en el ítem de estado, se evidencia que esta cobertura pasó de 60 Ha 84 Ha, lo que muestra que se dio un aumento de ese tipo de tejido urbano de 24 Ha aproximadamente, lo que evidencia el cambio de uso en el suelo dado por el ***incremento de las áreas destinadas a la urbanización.***

7.2.4.3.3 Modificación de las actividades económicas de la zona – Componente Económico

La modificación de las actividades económicas de la zona considera el cambio en los incentivos, estímulos y/o condiciones para el desarrollo de las actividades económicas como consecuencia de un proyecto, obra o actividad, que generan: i) Modificación en la estructura de la propiedad, dependencia y formas de tenencia, ii) Cambio en actividades productivas de los sectores primario, secundario y terciario, iii) Cambio en las actividades económicas tradicionales y/o el turismo y/o la recreación, iv) Modificación de programas y proyectos productivos privados, públicos y/o comunitarios existentes, v) Cambio en las características del mercado laboral actual en cuanto al tipo de mano de obra que se encuentra en el área y su condición laboral, vi) Cambio en la tendencias del empleo en el corto y mediano plazo, vii) Afectación de recursos naturales necesarios para las actividades de subsistencia, entre otros.

Este impacto se establece de tipo negativo debido al cambio de actividades económicas para la población. En primer lugar, el ***cambio en el turismo y tenencia de la tierra*** está dado principalmente por el ecoturismo gracias a las condiciones del área de estudio, pues uno de los mayores atractivos de la zona es el camino real Bojacá-Ocaso, en donde se destaca el antiguo puente colgante sobre el Río Apulo; a partir de este punto, el empedrado desaparece dejando paso a un camino de cemento, que permite el ingreso de vehículos a las haciendas del Ocaso, corregimiento de clima cálido, perteneciente a Zipacón, lugar de veraneo durante la primera

mitad del siglo XX, de muchas familias adineradas de la ciudad que tenían sus fincas (Tourism Consulting S.A.S & Fundación Universitaria Cafam, 2012), promoviendo la generación de loteos.

Por otro lado, se genera el ***cambio en las actividades económicas tradicionales*** junto con el ***incremento de la producción agrícola***, en este sentido, las consecuencias de la degradación de la tierra son muchas, y la disminución de la seguridad alimentaria es una de las más destacadas, existe una relación inigualable entre la cantidad de tierra agrícola y la seguridad alimentaria, que surge del supuesto de que con el control sobre las tierras agrícolas se puede mantener un control sobre los alimentos (Petrescu-Mag et al., 2019). Es por ello que se presenta un impacto negativo en cuanto a que, tanto la dinámica agrícola como la forma de distribución de la tierra promueven una mayor explotación del suelo con el objetivo de un fortalecimiento de la seguridad alimentaria, ello se evidencia en el incremento de áreas sembradas de varios cultivos dados en la zona.

Finalmente, como se mencionó anteriormente, en el municipio de Zipacón se ha presentado un aumento en el número de loteos de predios menores a 1Ha, lo que genera un ***Incremento de la parcelación*** el cual a su vez establece una modificación en las variables económicas presentes en el municipio, puesto que según la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR (2019, p. 273, p270) el avalúo de los predios rurales tuvo un aumento de \$6.237.720.300 desde el 2009 al 2019 y un aumento de \$ 4.764.211.000 en los predios urbanos en el mismo periodo de tiempo. Esto, teniendo en cuenta que, como las áreas urbanas representan menos áreas el avalúo por hectárea de la parte urbana representa un valor mayor (\$195.835) comparado con el precio por hectárea del sector rural que es de \$3.348.

7.2.5 Respuesta

Las respuestas suelen ser retroalimentaciones o acciones tomadas por la sociedad, las personas y las organizaciones gubernamentales para encontrar ciertas medidas correctivas para contrarrestar los cambios no planificados en el uso de la tierra. A nivel de la gente, los administradores de la tierra pueden adoptar ciertas prácticas que pueden ayudar a minimizar los impactos que surgieron del estado de la tierra debido a las presiones que ejercen sobre ella ciertos impulsores. Sin embargo, el alcance de tales acciones se limita al área particular de tierra propiedad del individuo. Por lo tanto, las respuestas deben provenir del nivel superior de toma de decisiones, que tienen el potencial de no solo abordar las necesidades de las personas, sino también poner un límite a los cambios no planificados en el uso de la tierra. (Rasool, 2021)

Es por ello que, las respuestas se evaluaron en 4 grandes grupos, primero se identificaron las acciones encaminadas a la gestión del desarrollo por las diferentes entidades. En el segundo aspecto, se evaluó el resultado de la gestión e implementación de las medidas en relación a la cobertura de servicios públicos. Para el tercer ítem se realizó una revisión de la investigación académica en el municipio que representa las respuestas de las instituciones educativas y acciones locales. Y por último se identificaron los sub programas ejecutados por la alcaldía municipal en el marco de la gestión de riesgo.

7.2.5.1 Acciones encaminadas a la gestión del desarrollo

Inicialmente, se encuentran las respuestas identificadas en la implementación de los instrumentos de gestión de las diferentes instituciones.

7.2.5.1.1 Alcaldía Municipal de Zipacón

En el año 2017, la dirección técnica de desarrollo ambiental y agropecuario del municipio de Zipacón desarrolló actividades de asistencia técnica agrícola y apoyo a las cadenas productivas, en el cual se abordaron temas de manejo agronómico de hortalizas, manejo agronómico de aromáticas y establecimiento y manejo de la lombriz roja californiana (Aragón Orjuela, 2017). Esto, permitió que los agricultores del sector mejoraran algunas prácticas en sus cultivos aumentando su rendimiento y producción.

Posteriormente, en el año 2018 la Gobernación de Cundinamarca a través de la Secretaría de Ambiente, exaltó la labor que se adelanta desde la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente de "Unidos Por Zipacón", por las acciones de re forestación y reducción en los niveles de CO₂, que contribuyen con la reducción en la huella de carbono durante los años 2016, 2017 y 2018 (Alcaldía Municipal de Zipacón, 2018).

En ese mismo año, la secretaria de desarrollo económico, agropecuario y ambiente sostenible realizó un programa preventivo de "Silo de caña", el cual era de carácter preventivo para capacitar y brindar a los ganaderos suplemento alimenticio mitigando el posible efecto de la sequía y el verano, de este modo poder brindar continuidad al buen rendimiento económico de nuestros ganaderos para que tengan alternativas para enfrentar las condiciones difíciles con los elementos que garanticen su sustentabilidad y ritmo económico (Alcaldía Municipal de Zipacón Cundinamarca, 2018).

La Alcaldía de Zipacón (2016-2019) realizó diversas gestiones durante el periodo de gobierno, de estas gestiones se obtienen en modo de respuestas la construcción de infraestructura para el municipio (Centro de Integración Ciudadana CIC, polideportivo El Ocaso, centro administrativo municipal, parque principal, biblioteca municipal, plaza de mercado, casa de la mujer), la adecuación de infraestructura ya existente que permite atender a las necesidades de la población (escuelas, vías y placa huella), y mediante la adopción del estatuto de cultura y la política de turismo, se demostró que Zipacón es verdaderamente la "Villa Cultural" lo que ayuda a aumentar el flujo de turismo en el sector.

Otras respuestas que se ven reflejadas en el territorio son las inversiones en alumbrados públicos de energía solar LED, construcción del interceptor de aguas residuales, vehículo compactador y recolector de residuos sólidos, y mejoramiento del sistema sanitario.

7.2.5.1.2 Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)

En el POMCA de la subcuenca del Río Apulo se establecía que el municipio de Zipacón se comprometía en su EOT en establecer un proyecto de recuperación del Río Apulo mediante el apoyo de programas de recuperación de la cuenca del río Bogotá, el municipio participaría en la protección y descontaminación de la subcuenca del río Apulo, adelantando acciones de reforestación y la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales. (Ecoforest Ltda., 2005, p. 20)

La Corporación ha llevado a cabo controles de calidad de agua como se evidencia en el informe de "Problemático Río Apulo/ Recuperación Apulo" en el cual se establece que los vertimientos de aguas residuales de los distintos asentamientos humanos que bordean el Río Apulo no tienen ningún tratamiento, y llegan a la fuente hídrica directamente causando una gran contaminación que es un riesgo inminente para las comunidades que utilizan el agua del Río para suplir sus necesidades en materia de salud y de acceso al agua potable. Todas las comunidades deben tener acceso a una infraestructura de servicios que garantice la salubridad pública, lo que implica la implementación de plantas de tratamiento de agua, y la búsqueda de procesos de recuperación de las fuentes hídricas. La población se ve afectada una vez el río Apulo no alcanza los niveles óptimos de potabilidad, el deterioro fuentes hídricas cada vez es más evidente y con ello la época de sequías. Lo cual ha sido ocasionado A través del tiempo los asentamientos humanos que bordean el Río Apulo han ido aumentando, haciendo caso omiso a la reglamentación. Las aguas residuales que estos asentamientos generan son vertidas directamente a la fuente hídrica sin ningún tipo de tratamiento, generando una gran contaminación. (CAR, n.d.)

Adicionalmente, la corporación realiza el seguimiento del plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) establecido en el decreto No 040 de junio 30 de 2016. Allí se establece que el municipio genera en promedio 39 ton/mes en el 2019 los cuales tienen llegan al relleno sanitario Nuevo Mondoñedo recorriendo una distancia de 40 Km, con una frecuencia de 2 viajes por

semana al relleno sanitario. Adicionalmente, registra que Zipacón no cuenta con recicladores formales y solo cuenta con dos recicladores informales (CAR & Contraloría de Cundinamarca, 2019, p. 102) Y en el año 2017 la CAR realizó cursos de “Microorganismos nativos, compostaje, y restauración ecológica” a 100 juntas de Acción Comunal de Cundinamarca (Etika verde, 2020).

7.2.5.1.3 Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)

El Instituto Colombiano Agropecuario ICA (2017) ayudó a que se potencializara la producción en el sector agrícola del municipio de Zipacón, puesto que mediante las jornadas de educomunicación, los agricultores pudieron identificar el tipo de producción que realizaban en cada predio. Dándoles de esta forma, herramientas prácticas y legales para incorporarse en el mercado con mayor facilidad.

7.2.5.2 Cobertura de servicios públicos

La cobertura de servicios públicos se estableció como la segunda respuesta dada por los organismos gubernamentales debido a que es importante dar seguimiento a la forma a la cual se han manejado las presiones de la dinámica poblacional y dinámicas agrícolas en el territorio.

Para ello, es importante evidenciar una comparación del estado de cobertura de servicios públicos desde el año de referencia, para ello se acudió al Documento Técnico, Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Zipacón (2000) del Concejo Municipal con el fin de obtener los porcentajes de cobertura de los servicios públicos para el año 2000, asimismo se acudió al diagnóstico, prospectiva y formulación de la cuenca del río Bogotá para la subcuenca del río Apulo, en donde se suministran datos de las estadísticas básicas del SISBÉN para el año 2005 (Ecoforest Ltda., 2005) y finalmente se identificaron las condiciones más actualizadas de los servicios públicos teniendo en cuenta el último Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV realizado por el DANE (2018).

Tabla 15. Cobertura de servicios públicos

Servicio	Sector	Porcentaje de cobertura		
		2000	2005	2018
Energía	Urbano	*	95,80	96,74
	Rural	70,00	89,90	97,34
Acueducto	Urbano	87,06	95,50	99,72
	Rural	60,00	63,40	86,72
Alcantarillado	Urbano	79,00	82,70	99,18
	Rural	*	14,70	33,70
Gas natural	Urbano	0,00	0,00	79,40
	Rural	0,00	0,00	13,54
Recolección de basuras	Urbano	90,00	90,30	97,83
	Rural	*	12,20	46,33
Internet	Urbano	*	*	17,07
	Rural	*	*	6,58

* No hay información suministrada

Fuente: Elaboración propia con base en (Documento Técnico, Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Zipacón, 2000), (Estadísticas SISBEN 2005 citado en Ecoforest Ltda., 2020 p. 264)

Según la Alcaldía de Zipacón (2016-2019) mediante el programa “Unidos por servicios públicos, agua potable y saneamiento”, se buscó la optimización del servicio de Acueducto; para efectos de mejorar considerablemente la calidad de vida de los ciudadanos, este programa logró el incremento en la cobertura del servicio de acueducto, a través de la ampliación de redes de distribución en algunos sectores rurales con déficit para el abastecimiento de agua. Asimismo, en cuanto al servicio de alcantarillado, se logró aumentar en un 2% el índice de cobertura del servicio de alcantarillado en el municipio, y a cierre de vigencia de 2018 se cumplió con esta meta.

Sin embargo, a pesar de que en la tabla 14 se observe que todos los servicios básicos aumentaron,

en el sector rural que es al que pertenece el sector del Ocaso, se siguen presentando déficit de cobertura lo que refleja una respuesta insuficiente por parte de la alcaldía.

Esto se puede ver detalladamente en la información presentada en el Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV realizado por el DANE (2018), en donde se evidencia la cobertura en términos de viviendas y de los sectores cabecera municipal, centros poblados y área rural dispersa, como se muestra a continuación:

Se reporta que se cuenta con servicio de energía en 357 viviendas en la cabecera municipal, 278 en los centros poblados y 747 en el área rural dispersa; mientras que no cuentan con servicio de energía 12 viviendas en la cabecera municipal, 1 en los centros poblados y 39 en el área rural dispersa. De modo que, en términos generales, Zipacón presenta una cobertura del 96,37% en el servicio de energía, en donde la cabecera tiene una cobertura del 96,74%, los centros poblados del 99,64% y el área rural dispersa del 95,03% **(Ver Anexo 12)**.

En cuanto al servicio de acueducto, se establece que, si cuentan con este servicio 368 viviendas en la cabecera municipal, 272 en los centros poblados y 597 en el área rural dispersa; mientras que no cuentan con servicio de acueducto 1 vivienda en la cabecera municipal, 7 en los centros poblados y 189 en el área rural dispersa. De manera que, en términos generales, Zipacón presenta una cobertura del 86,26% en el servicio de acueducto, en donde la cabecera tiene una cobertura del 99,72 %, los centros poblados del 97,49% y el área rural dispersa del 75,95% **(Ver Anexo 13)**.

Se reporta que se cuenta con servicio de alcantarillado en 366 viviendas en la cabecera municipal, 176 en los centros poblados y 34 en el área rural dispersa; mientras que no cuentan con servicio de energía 3 viviendas en la cabecera municipal, 103 en los centros poblados y 752 en el área rural dispersa. De manera que, en términos generales, Zipacón presenta una cobertura del 40,16% en el servicio de alcantarillado, en donde la cabecera tiene una cobertura del 99,18%, los centros poblados del 63,08% y el área rural dispersa del 4,32% **(Ver Anexo 14)**.

Por otro lado, se establece que, si cuentan con el servicio de gas natural conectado a red pública 293 viviendas en la cabecera municipal, 72 en los centros poblados y 10 en el área rural dispersa; mientras que no cuentan con servicio de gas natural 72 viviendas en la cabecera municipal, 207 en los centros poblados y 776 en el área rural dispersa. Cabe resaltar que en la cabecera municipal se reportan 4 viviendas sin información de servicio de gas natural conectado a red pública. A partir de lo anterior, se evidencia que Zipacón presenta una cobertura general del 26,15%, en donde la cabecera tiene una cobertura del 79,40%, los centros poblados del 25,80% y el área rural dispersa del 1,27% **(Ver Anexo 15)**.

El municipio de Zipacón según la Contraloría de Cundinamarca (2019, p21) presenta una cobertura del servicio de aseo para el año 2019 de 100% en la zona urbana y de 13% en la zona rural, el prestador de este servicio es Empresa de Acueducto, Alcantarillado, Aseo y Servicio Complementarios de Zipacón ZIPAGUAS S.A. E.S.P.

En el DANE se reporta que se cuenta con servicio de recolección de basura en 361 viviendas en la cabecera municipal, 228 en los centros poblados y 86 en el área rural dispersa; mientras que no cuentan con servicio de recolección de basura 8 viviendas en la cabecera municipal, 51 en los centros poblados y 700 en el área rural dispersa. En este sentido, Zipacón presenta una cobertura del 47,07% en el servicio de recolección de basura, en donde la cabecera tiene una cobertura del 97,83%, los centros poblados del 81,72% y el área rural dispersa del 10,94% **(Ver Anexo 16)**.

Por otro lado, es importante establecer la cobertura de internet como un servicio público que ha tomado mayor relevancia en los últimos años. Se reporta que, si cuentan con el servicio de internet 63 viviendas en la cabecera municipal, 25 en los centros poblados y 33 en el área rural dispersa; mientras que no cuentan con servicio de internet 302 viviendas en la cabecera municipal, 254 en los centros poblados y 753 en el área rural dispersa. Cabe resaltar que en la

cabecera municipal se reportan 4 viviendas sin información del servicio. A partir de lo anterior, se evidencia que Zipacón presenta una cobertura general del 8,43%, en donde la cabecera presenta una cobertura del 17,07%, los centros poblados del 8,96% y el área rural dispersa del 4,19% **(Ver Anexo 16)**.

Finalmente, se encontró que para dar respuesta a esta presión de la demanda urbana y la necesidad de servicios básicos por las diferentes actividades económicas la Alcaldía de Zipacón (2020) ejecutó el programa de infraestructura social en el cual se realizó la construcción de 90 unidades sanitarias de la zona rural, también se realizaron estudios y diseños para la adecuación y remodelación de la piscina municipal que se encuentra localizada en la inspección de El Ocaso. Es importante mencionar que, en cuanto al programa de fortalecimiento institucional, se amplió la cobertura de internet gracias a la instalación de la zona Wi-Fi gratuita en el parque principal, con un ancho de banda de 30Mbps, con una cobertura de 100 metros cuadrados, el número máximo de usuarios conectados es de 1.022. Asimismo, se realizó el mantenimiento de 80 luminarias y se llevó a cabo el mantenimiento del sistema de alumbrado público del municipio con CODENSA S.A.

7.2.5.3 Iniciativas académicas y locales

Anteriormente se presentaron las respuestas a nivel institucional y de los recursos naturales que se han generado en el sector del Ocaso, adicionalmente se consideró oportuno identificar las iniciativas, estudios y desarrollos locales los cuales se describen en los siguientes ítems:

7.2.5.3.1 Fundación Étika Verde:

En el 2015 realiza el proyecto “Educación Ambiental para el turismo” con la CAR Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Como parte de las actividades de gestión y participación en la región del Tequendama, pensando en sensibilizar al territorio en la protección del Bosque y el Agua. Estas actividades de educación se continúan con el tiempo y en el 2017 en Alianza con la CAR (Corporación Autónoma Regional), se realizan cursos a 100 juntas de acción comunal de Cundinamarca, alrededor del tema del agua. Se abre la posibilidad de educar en la aplicación de la tecnología MN en procesos de restauración ecológica y conservación de cuencas hídricas. Todo este crecimiento y aceptabilidad por parte de todas las comunidades aledañas, impulsa a que en el año 2019 se realice la reconstrucción de la casa de la Fundación, que permite mejorar las condiciones laborales, la atención al público y la educación como Centro de formación Agroecológica (Etika verde, 2020).

7.2.5.3.2 Biohotel de la ruta:

Emprendimiento rural de glamping en Cundinamarca que busca generar un sentido de pertenencia a algo más grande, con personas interesadas en llenar su vida de experiencias inolvidables en medio de un bosque subtropical, donde la comodidad, el bienestar y la cultura andina colombiana se reúnen (Bioexperimental, 2020).

7.2.5.3.3 Proyectos establecidos en la finca la libertad:

- Diseño y evaluación de la aceptabilidad social, la sostenibilidad ambiental, la factibilidad técnica y viabilidad financiera de una vivienda fabricada a partir de materiales de la zona en el municipio de Zipacón, Cundinamarca

Estudio que pretendía dar una solución a las problemática de déficit habitacional rural, uso irracional de los recursos naturales y deterioro ambiental, por medio del diseño y evaluación de una vivienda pensada en las necesidades habitacionales de una familia cafetera promedio, en la cual se interrelacionan las tradiciones culturales propias de estas familias con la arquitectura bioclimática, uso de materiales y mano de obra de la zona e implementación de tecnologías ambientalmente apropiadas, para lograr un tipo de vivienda que eleve la calidad de vida de las personas sin generar un impacto negativo en el medio ambiente, adicionalmente en este estudio se realizará una comparación de esta vivienda con una convencional y una prefabricada con el fin

de obtener la aceptabilidad social (a partir del concepto de diferentes personas involucradas en el medio de la construcción sostenible), la sostenibilidad ambiental (a partir de la huella de carbono, criterios de bioarquitectura y el impacto ambiental generado), la factibilidad técnica (según la funcionalidad del diseño y la facilidad de construcción y mantenimiento) y la viabilidad financiera (a partir del costo de fabricación por metro cuadrado) (Montoya Cruz & Garcia Hernandez, 2019).

- Diseño de las tecnologías ambientalmente apropiadas para la finca "La Libertad", en la vereda laguna verde del municipio de Zipacón

Diseño de tecnologías apropiadas orientadas a optimizar procesos económicos que desarrolla el grupo familiar, tales como tecnologías de recirculación de agua, manejo de residuos orgánicos, diseños sostenibles, manejo de aguas residuales domésticas e industriales, optimización de la calidad de agua procedente del acueducto y reducción del consumo hídrico, no sin antes haber realizado la caracterización ambiental del territorio, la identificación y el diagnóstico de dichas actividades económicas y los impactos ambientales derivados de las mismas (Romero Rodríguez & Cortés Molina, 2016).

- Implementación de una tecnología de ariete hidráulico para el manejo eficiente del agua en la Finca La Libertad - Municipio de Zipacón, Cundinamarca

Una tecnología de ariete hidráulico se presenta como un proyecto de alta eficiencia desde el enfoque de sostenibilidad en la Finca La Libertad, debido a que su construcción permite la disminución del uso de energía eléctrica y se acopla a procesos en áreas productivas agrícolas con técnicas de permacultura. El objetivo general es implementar el sistema de ariete hidráulico para el manejo eficiente del agua, conduciéndola a un Domo geodésico para el riego de plántulas en invernadero; la fuente de agua es una red de niebla con captación de lluvia horizontal. Desde la metodología se presenta el diseño hidráulico, los insumos y equipos necesarios para la instalación y la conducción del agua y una evaluación de la eficiencia del proceso. El sistema que se beneficia de la conducción de agua del ariete hasta el domo es un invernadero que tiene una instalación de un riego presurizado de alta frecuencia, tipo nebulización (Ávila Gamba & Rojas Pérez, 2020).

- Medición de la condensación de lluvia horizontal con tres estructuras: el caso del municipio de Zipacón (Cundinamarca, Colombia)

Estudio de medición de captación de lluvia horizontal representada en l/m²-día de dos estructuras con formas naturales (árbol simulando la copa de un pino y un domo geodésico de frecuencia 4v); frente al modelo convencional (pantalla). En el cual se determinó que las estructuras que presentan diseños basados en formas naturales poseen una mayor eficiencia de captación de la lluvia horizontal (Cárdenas Vargas & García Valbuena, 2019)

7.2.5.3.4 Investigación académica en el municipio

- Formulación del plan de manejo ambiental para el camino real Bojaca el ocaso, municipios de Bojaca y Zipacon, Cundinamarca

Investigación realizada con el fin de mostrar la importancia histórica y cultural de este empedrado, utilizado durante muchos años para el intercambio de mercancía y el tránsito de personas y que también hacía parte de una extensa red de caminos reales entre los diferentes poblados de la región del Tequendama. Además de lo anterior se quiso hacer énfasis en su atractivo turístico, por lo cual y bajo el marco del turismo sostenible, se plantearon medidas de prevención, mitigación, corrección y/o compensación de los posibles impactos que se generen en esta actividad, para potenciar un turismo responsable y a su vez conservar y proteger este patrimonio (CAR et al., 2013).

- Restauración ecológica en la Vereda Laguna Verde:

El biólogo con maestría en Ecología de la Universidad Nacional de Colombia. Profesor del Departamento de Biología desde 1996. Líneas de investigación y docencia en Ecología principalmente en Ecología de la Restauración, Ecosistemas de Colombia, plantas invasoras y ecología de páramos lleva un proceso de 6 años de restauración en Laguna Verde, Zipacón, Cundinamarca (UN, 2021).

- Propuesta para la formulación del plan de gestión del riesgo del municipio de Zipacón (Cundinamarca), siguiendo la metodología propuesta por la UNGRD.

Trabajo elaborado por la importancia identificada en conta con un plan de gestión del riesgo que oriente a las autoridades municipales sobre la manera en que puede hacerse frente a los posibles impactos que sufriría la población en caso de materializarse. Por ello con este proyecto se busca proponer la formulación del plan municipal de gestión del riesgo, siguiendo la guía formulada por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD como instrumento mediante el cual se van a formular programas de acuerdo a los escenarios de riesgo identificados, estableciendo las acciones que concretan los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y de manejo de desastres (Cepeda & Fernández, 2018a).

- Plan integral de manejo del Itinerario Cultural de la cuenca alta del río Apulo (Zipacón): Territorio de tránsitos y pausas.

Propuesta de recursos culturales, interpretados a través de la caracterizada dinámica de tránsitos y pausas del territorio y enmarcadas en el “espíritu del lugar”(paz y tranquilidad) y bajo la figura del Itinerario Cultural, se considere como elemento potencializador para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, no solo desde el aprovechamiento económico mediante su explotación turística o como infraestructura, sino también desde lo cultural como referente identitario y cohesionador social con base en un desarrollo sostenible (Martínez Celis et al., 2011).

- La producción del café de la vereda el ocaso como mediador de experiencias para los turistas.

Trabajo que surge ante la necesidad de ofrecer un reconocimiento a los pequeños productores de café (de ahora en adelante denominados como caficultores) de la vereda El Ocaso del Municipio de Zipacón, lugar con mucho potencial turístico por sus paisajes con belleza natural, la variedad de cultivos tanto frutales como el pan coger, lo que le da a la vereda un atractivo para que sea visitada por turistas y de esta forma aprovechar la producción de café con alta calidad, para generar mayores ingresos para las familias que la habitan (Moreno Niño, 2019b).

- Evaluación del sistema de acueducto en la cabecera municipal de Zipacón Cundinamarca

Para el acueducto de la cabecera municipal de Zipacón Cundinamarca, se identifica la necesidad de evaluar técnico, operativo y ambientalmente las acciones de la Empresa de Acueducto Alcantarillado, Aseo y Servicios Complementarios de Zipacón Zipaguas S.A. -ESP, teniendo en cuenta que actualmente se presenta ineficiencia en el proceso de potabilización del agua tanto en el tratamiento, instalaciones, personal y fuentes abastecedoras, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento técnico del sector del agua potable y saneamiento básico RAS. Resolviendo de esta forma el ¿Por qué se ve afectada la calidad del agua que proporciona el acueducto de Zipacón, desde el punto de vista técnico, operativo y ambiental? (H. Mendoza & Montaña, 2016)

- Recuperando prácticas agrícolas: una propuesta para aportar a una cultura de Soberanía Alimentaria con niños y niñas de la Escuela Rural General Santander de Zipacón

Elaboración de una contextualización del planteamiento del problema, el cual se fundamentó a partir de la investigación de los Movimientos Sociales Campesinos que se han organizado en toda América Latina en defensa de sus territorios y prácticas agrícolas; para esto, se hizo necesario

rastrear los mecanismos que se han implementado desde el sistema capitalista para industrializar el sector rural, a través de políticas neoliberales como la reforma agraria que ha modificado las dinámicas del campo, la relación del hombre con la tierra, las cuales trae consigo otras maneras de ser agricultor, en donde, esas políticas terminan siendo un genocidio para la madre tierra y para la autonomía de las y los campesinos, es desde allí, que creemos pertinente agenciar acciones pedagógicas que aporten hacia una Cultura de la Soberanía Alimentaria (Ibañez et al., 2017).

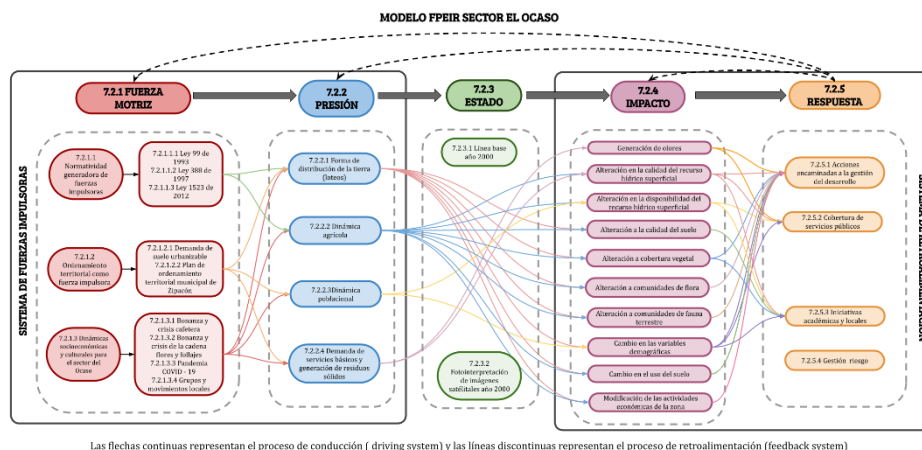
7.2.4.5 Gestión del riesgo

Es importante considerar las amenazas y los riesgos naturales presentes en el área de estudio puesto que como se identificó en el CAF (2019) las amenazas del pasado eran estacionales y bastante predecibles como era el caso de los periodos de sequías y lluvias, pero las acciones humanas han generado presiones e impactos que modifican estas amenazas volviéndolas cada vez más impredecibles, esto se explica en las consecuencias del cambio climático estudiadas en los diferentes informes del IPCC. Por lo tanto se vuelve indispensable diseñar estrategias integrales que permitan realizar una intervención oportuna en la gestión de riesgos desde los múltiples niveles de los gobiernos.

En este marco, se establecen las respuestas dadas por la alcaldía del periodo 2016-2019, la cual desarrolló un programa denominado "Unidos por la gestión del riesgo", en el cual se proponía el diseño de estrategias para fortalecer los comités locales para la atención y prevención de desastres, de manera que como respuesta a esta presión se promovió el desarrollo de actividades tales como capacitaciones y campañas que permitieran sensibilizar a la comunidad con el objetivo de optimizar el conocimiento sobre la amenaza, vulnerabilidad y riesgo en el municipio en pro de alcanzar la resiliencia de la población frente a tales eventos. Es por ello que se establecieron dos subprogramas, por un lado la atención de desastres que tiene como metas entregar ayudas humanitarias en situaciones declaradas en zonas de desastres y construir obras biomecánicas en los ríos, caños, y otros para la prevención y atención de desastres. El segundo subprograma establecido corresponde a la prevención de desastres, que tenía como metas implementar capacitaciones, formular e implementar el PLEC (Plan de Gestión Integral del Riesgo) y elaborar estudios detallados de amenazas en las zonas en condición de riesgo del municipio.

7.3 Formulación de indicadores

Figura 25. Síntesis del modelo FPEIR sector del Ocaso



Las flechas continuas representan el proceso de conducción (driving system) y las líneas discontinuas representan el proceso de retroalimentación (feedback system)

Fuente: Autores (2021)

Como se observó en la descripción y el desarrollo del modelo FPEIR que se sintetiza en la figura 26, y en el **Anexo 20** las dinámicas e interrelaciones que el ser humano tiene con los diferentes medios generan una complejidad de cambios y factores que se deben tener en cuenta en la planificación y el ordenamiento del territorio. Debido a que, la ejecución de estas leyes que se ven

reflejados en los instrumentos básicos de planificación y todas las dinámicas socioeconómicas generan diversas presiones que de alguna u otra forma están vinculadas unas con otras pues provienen de una o más fuerzas impulsoras, así mismo, estas presiones generan una serie de impactos que implican respuestas tanto de las comunidades como de diferentes órganos institucionales. Como se observa en la figura, el estado del ecosistema o área de estudio va a estar en constante cambio dependiendo de las respuestas que se generen en el territorio.

Lo anterior confirma el hecho de que el modelo FPEIR es un sistema complejo en donde hay muchos componentes que van interrelacionados en las dinámicas de uso del suelo en un territorio y en este caso, en el desarrollo de loteos. Para atender a esta complejidad es fundamental evaluar los cambios como un “todo” y no como factores aislados, ya que por ejemplo si evaluamos solo el cambio de coberturas, se asumen muchos factores que pueden llegar a generar falsos instrumentos de planificación.

Así las cosas, para cuantificar y monitorear este tipo de cambios, se plantearon unos indicadores que conforman un indicador global denominado “Indicador de cambio de uso del suelo no planificado (CUSNP)”, para esto, es pertinente aclarar la diferencia entre mediciones e indicadores. Las mediciones permiten identificar principalmente, el comportamiento general de variables en un tiempo determinado; como, por ejemplo, el consumo de agua, de energía, generación de residuos, generación de CO₂, entre otros. Por su parte, los indicadores relacionan dichas mediciones con algún tipo de unidad de comparación, por ejemplo, unidades de producción (ton, m, m², m³, Galones, litros, barriles, etc), personas, servicios, entre otros. (Duque, 2021)

Para el cálculo del indicador global “Indicador de cambio de uso del suelo no planificado (CUSNP)” se establecieron 9 indicadores que fueron el resultado de las variables identificadas en el modelo FPEIR. El procedimiento para el cálculo de estos se establece en cada una de las fichas que se presentan a continuación, en las que se especifican las variables necesarias para el cálculo de cada uno y dependiendo del resultado, se le asigna un valor; este valor posteriormente se pondera en la tabla 16 en la que se suman los valores de cada uno de los 9 indicadores y de acuerdo a este resultado, se determina el tipo de cambio que se ha presentado en el área de estudio, teniendo como base los rangos establecidos en la tabla 17.

Tabla 16. Resultados de los 9 subindicadores

CÓDIGO	NOMBRE DEL INDICADOR	RESULTADO DEL SECTOR DEL OCASO
CUSNP-1	Proceso de transformación del paisaje	8
CUSNP-2	Estado de vegetación	1
CUSNP-3	Conflicto por uso del suelo	1
CUSNP-4	Estado de uso del agua	4
CUSNP-5	Calidad del agua	4
CUSNP-6	Dinámica poblacional	2
CUSNP-7	Nivel de cobertura de servicios	3
CUSNP-8	Índice de desempeño integral municipal	2
CUSNP-9	Variación en la forma de distribución de la tierra	11
		36

Fuente: Autores (2021)

Tabla 17. Indicador GLOBAL de cambio de uso del suelo no planificado CUSNP

ÍNDICADOR DE CAMBIO DE USO DEL SUELO NO PLANIFICADO (CUSNP)	
VALOR	RANGO
0-14	Sin cambio de uso del suelo o cambios planificados
14,1-28	Cambio moderado de uso del suelo o cambios planificados
28,1-42	Cambio alto de uso del suelo o cambios no planificados
42,1-65	Cambio muy alto de uso del suelo o cambios no planificados

Fuente: Autores (2021)

Tabla 18. Ficha del indicador Proceso de transformación del paisaje

Nombre del indicador	Proceso de transformación del paisaje	COMPONENTE	Biótico
Definición	El indicador de proceso de transformación se calcula por medio del árbol de decisión creado por Bogaert, este algoritmo conduce a la identificación del proceso espacial en el que se implican las comparaciones de los valores de a_0, p_0 y n_0 con respectivamente a_1, p_1, n_1 , por lo tanto, se basa en la igualdad, el aumento o la disminución del área de cobertura terrestre, la longitud del perímetro y el número de parcelas, se tienen estos 3 parámetros puesto que son inequívocos y fáciles de determinar.		
Formula o Forma de cálculo	<pre> graph TD Input([input data n0, a0, p0 n1, a1, p1]) --> N1n0{n1 > n0} Input --> N1n0Eq{n1 = n0} Input --> N1n0L{n1 < n0} N1n0Eq --> A1a0Eq{a1 = a0} N1n0Eq --> A1a0L{a1 < a0} N1n0Eq --> A1a0R{a1 > a0} A1a0Eq --> P1p0Eq{p1 = p0} A1a0Eq --> P1p0L{p1 < p0} A1a0Eq --> P1p0R{p1 > p0} P1p0Eq --> Deformation[deformation] P1p0L --> Shift[shift] P1p0R --> Perforation[perforation] A1a0L --> Shrinkage[shrinkage] A1a0R --> Enlargement[enlargement] N1n0L --> A1a0Eq2{a1 = a0} N1n0L --> A1a0L2{a1 < a0} N1n0L --> A1a0R2{a1 > a0} A1a0L2 --> Attrition[attrition] A1a0R2 --> Aggregation[aggregation] N1n0R --> A1a0Eq3{a1 = a0} N1n0R --> A1a0L3{a1 < a0} N1n0R --> A1a0R3{a1 > a0} A1a0Eq3 --> Creation[creation] A1a0L3 --> Dissection[dissection] A1a0R3 --> Fragmentation[fragmentation] </pre>		
Explicación/proceso de cálculo	Para establecer el proceso de transformación se realiza el cálculo de las 3 variables como se muestra a continuación y se evalúan en el árbol de decisión asignando a cada una un tipo según corresponda		
	Área	El área se establece mediante los métodos existentes de clasificación de coberturas como lo son clasificación supervisada mediante herramientas de GIS.0 mediante procesamiento cartográfico con Google Earth Engine como el que se realizó en el presente estudio sección 6.2 Análisis del modelo FPEIR	
	Número de parches	Se cuentan por medio de cualquier plataforma de procesamiento GIS el número de polígonos establecidos por cada cobertura, teniendo en cuenta la conectividad de los píxeles, puesto que los píxeles diagonales, también son considerados píxeles vecinos ya que están conectados y pertenecen al mismo parche	
Perímetro	El perímetro de parche se basa en la presencia de vecinos más cercanos en un parche y se calcula		
Clasificación			Valor CUSNP

Clasificación y valor	Creación (Creation)	Formación de nuevos parches, lo que da como resultado un aumento del número total de parches	1	
	Aggregation (Agregación)	Reune unidades o partes en un todo, en este caso se presenta una reunión de parches de cobertura que antes estaban separados, formando menos parches con mayor área	2	
	Desplazamiento (Shift)	Reposicionamiento del parche o translocación del mismo	3	
	Deformación (Deformation)	Cambio de forma del parche, sin cambio de tamaño o conservando el área	4	
	Reducción (Shrinkage)	Disminución o reducción del tamaño de los parches, es una reducción progresiva del parche de cobertura terrestre inicial que va manteniendo su forma original, pero con menos área.	5	
	Perforación (Perforation)	El proceso de hacer agujeros, huecos en un área o parche. Generando una interrupción de la continuidad de la cobertura terrestre	6	
	Ampliación o expansión (Enlargment)	Aumento o incremento del tamaño de los parches que están separados	7	
	Perdida de parches (Attrition)	Reducción o disminución del número de parches; desaparición de parches	8	
	Diseción (Dessection)	Corte o subdivisión de un área o parche usando líneas de igual ancho; seccionamiento de un área o parche; división de área o parche	9	
	Fragmentación (Fragmentation)	División de un área en parcelas más pequeñas, dando como resultado parches separados de manera desigual;	10	
Periodicidad	Anual		Código	CUSNP-1
			Tipo	Impacto

Fuente: Elaboración propia con base a (Bogaert et al., 2004)

Tabla 19. Ficha del indicador estado de vegetación

Nombre del indicador	Estado de vegetación		COMPONENTE	Biótico
Definición	Este indicador se contempla con el fin de contrarrestar o validar la clasificación de coberturas usadas para el estudio de análisis multitemporal, debido a que muchas veces se usan clasificaciones de uso del suelo sin verificar el resultado de coberturas. El indicador de estado de vegetación se basa en los resultados del índice NDVI, puesto que este índice interpreta el peculiar comportamiento radiométrico de la vegetación, relacionado con la actividad fotosintética y la estructura foliar de las plantas, permitiendo determinar la vigorosidad de la planta. La respuesta espectral que tiene la vegetación sana, muestra un claro contraste entre el espectro del visible, especialmente la banda roja, y el Infrarrojo Cercano (NIR).			
Formula o Forma de cálculo	$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$			
Explicación/proceso de cálculo	Cálculo del índice NDVI	Se establece para el área de estudio los valores del índice NDVI mediante el cálculo de las bandas Near infrared (NIR) y RED. En el caso de usar la plataforma Google Earth Engine se debe seguir el procedimiento del ítem 6,2,3		
	Identificación	Se seleccionan las coberturas del área de estudio que corresponden a Bosques, áreas protegidas, o cualquier área de interés que quiera ser estudiada que posiblemente este sufriendo cambios debido a las presiones socioeconómicas.		

	Verificación del rango	Se debe clasificar si las coberturas de interés o las identificadas como vegetación, efectivamente corresponden a una vegetación vigorosa o sana, por lo tanto, se le debe asignar a cada cobertura una clasificación correspondiente al vigor. Para esto, es fundamental identificar el tipo de área de estudio y adecuar estos rangos a las características propias del lugar		
Clasificación y valor	Clasificación			Valor CUSNP
	Clasificación para áreas rurales			
	VALOR NDVI	TIPO		
	<0	Cuerpos de agua o suelo desnudo		5
	0-0,2	Áreas rocosas, arenosas o nevadas		4
	0,21 - 0,4	Urbanización con vegetación		3
	0,41 - 0,6	Arbustos o pasturas naturales (vegetación poco vigorosa)		2
	>0,61	Bosques (vegetación vigorosa)		1
Periodicidad	Anual		Código	CUSNP-2
			Tipo	Impacto

Fuente: Elaboración propia con base a (Muñoz, 2013)

Tabla 20. Ficha del indicador conflicto por uso del suelo

Nombre del indicador	Conflicto por uso del suelo	COMPONENTE	Biótico
Definición	Los conflictos de uso de suelo se determinan por la necesidad de saber si una actividad que se realice sobre un tipo o unidad de suelo, genera degradación o no en él, o si por el contrario la actividad genera un desaprovechamiento en su uso.		
Formula o Forma de cálculo	$\% \text{ De áreas en conflicto} = \% \text{ De área conflicto por sobreutilización} + \% \text{ De área conflicto por subutilización}$		
Explicación/proceso de cálculo	Para el cálculo de las áreas en conflicto por uso del suelo se deben seguir los siguientes pasos:		
	Capacidad de la tierra	Hacer un estudio de la capacidad de la tierra, en este caso se recurre al estudio elaborado en el POMCA del río Bogotá en el año 2019	
	Zonificación ambiental	Hacer un estudio de zonificación ambiental, en este caso se recurre a el estudio elaborado en el POMCA del río Bogotá en el año 2019	
	Usos actuales	El uso actual se establece mediante los métodos existentes de clasificación de coberturas como lo son clasificación supervisada mediante herramientas de GIS.O mediante procesamiento cartográfico con Google Earth Engine como el que se realizó en el presente estudio sección 6,2,3	
	Determinación del conflicto	Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	Para establecer el tipo de conflicto se contrastaron las capas de capacidad de la tierra y los usos actuales, cuantificando las áreas según el tipo identificado teniendo en cuenta los siguientes conceptos Hace referencia a las tierras en que los usos actuales guardan total concordancia respecto de la capacidad de uso de las tierras, sin que el recurso suelo presente deterioro de significancia, permitiendo mantener las actividades productivas o desarrollar nuevas, sin deteriorar la base natural de los recursos. Adicionalmente se incluyen las tierras definidas como subutilizadas en las cuales los suelos permiten una mayor explotación.

	Tierras en conflicto por sobreutilización ligera	Corresponde a las tierras en las que el uso actual, están próximas a la capacidad de uso de tierras, manifestando una ligera inconsistencia, evidenciando un nivel de explotación del recurso por encima del recomendado, con el consiguiente deterioro progresivo por el incremento de procesos erosivos, la disminución de la fertilidad natural y/o el deterioro de la flora y la fauna asociada; aspectos que de no ser atendidos promoverán alteraciones mayores en el largo plazo
	Tierras en conflicto por sobreutilización moderada	Se establece en las tierras en las cuales el uso actual se encuentra de forma moderada por encima de la capacidad de uso de las tierras, afectando medianamente sin producción sustentable, disminuyendo la productividad y la capacidad de regeneración de los suelos; adicionalmente, este conflicto se refleja en la pérdida de la flora nativa y por consiguiente en la disminución de los hábitats de fauna, promoviendo en un mediano plazo alteraciones mayores
	Tierras en conflicto por sobreutilización severa	Identifica las tierras que presentan usos actuales inadecuados totalmente contrarios a la capacidad de uso de las tierras, sobrepasando la capacidad de soporte del medio natural en un grado severo; presentan graves riesgos de tipo ecológico y social, que evidencian en algunos sectores la degradación avanzada no solo de los suelos sino de los recursos naturales asociados, como son el agua, la flora y la fauna, afectando el balance natural y la estabilidad de los ecosistemas
	Tierras en conflicto por subutilización ligera	Corresponde a las tierras en las que el uso actual, están próximas a la capacidad de uso de tierras, manifestando una ligera inconsistencia, evidenciando un nivel de explotación del recurso por debajo del recomendado, con el consiguiente, baja utilización del recurso suelo, teniendo productividad diferente a la potencial de los suelos.
	Tierras en conflicto por subutilización moderada	Se establece en las tierras en las cuales el uso actual se encuentran de forma moderada por debajo de la capacidad de uso de las tierras, afectando los niveles de productividad de los suelos medianamente un uso inadecuado del recurso; aunque no hay pérdida del recurso como tal, si se evidencian factores de uso inadecuado del recurso y se desaprovechan las propiedades potenciales de producción del suelo
	Tierras en conflicto por subutilización severa	Identifica las tierras que presentan usos actuales inadecuados totalmente contrarios a la capacidad de uso de las tierras, subutilizando el recurso natural en un grado severo; los suelos no son utilizados correctamente según su uso potencial; no hay deterioro del recurso, pero puede presentar conflictos de carácter social muy graves
	Finalmente, se realiza una suma de los porcentajes obtenidos de sobreutilización y subutilización y se clasifican en los rangos	
Clasificación y valor	Clasificación de áreas en conflicto	Valor CUSNP

	% De áreas	Descripción		
	0-20	Tierras sin conflicto o uso adecuado	1	
	21-40	Tierras en conflicto de uso de suelo ligero	2	
	41-60	Tierras en conflicto de uso del suelo moderado	3	
	61-80	Tierras en conflicto de uso del suelo alto	4	
	81-100	Tierras en conflicto de uso del suelo severo	5	
Periodicidad	Mensual o anual		Código	CUSNP-3
			Tipo	Impacto

Fuente: Elaboración propia con base a (Guerra, 2014)

Tabla 21. Ficha del indicador estado del uso de agua

Nombre del indicador	Índice del uso de agua		Componente	Abiótico
Definición	Corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un período determinado (anual, mensual) y por unidad espacial de análisis (área, zona, subzona, etc) en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espacio. Se define a partir de cinco rangos: muy alta, alta, media, baja y muy baja. Cuando la relación de la demanda sobre la oferta, en condiciones hidrológicas de año medio, sobrepasa el 20%, deben iniciarse programas de ordenamiento y de conservación de cuencas (IDEAM, 2013).			
Formula o Forma de cálculo	$IUA = (Dh/Oh) * 100$			
Explicación/proceso de cálculo	Variable	Descripción		
	Dh	Demanda hídrica sectorial en m ³		
	Oh	Oferta hídrica regional disponibles. Se realiza para condiciones hidrológicas medias y secas con base en las series de caudales medios mensuales y anuales. Las condiciones secas corresponden al año típico seco, construido a partir de los caudales mínimos de las series de los caudales medios mensuales.		
Clasificación y valor	Clasificación			Valor CUSNP
	Rango IUA	Tipo		
	>50	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible	5
	20,01-50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible	4
	10,01-20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible	3
	1-10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible	2
	< 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible	1
Periodicidad	Mensual o anual		Código	CUSNP-4
			Tipo	Impacto

Fuente: Elaboración propia con base a (ORARBO, 2020a)

Tabla 22. Ficha del indicador calidad de agua

Nombre del indicador	Calidad de agua		Componente	Abiótico	
Definición	Establece la calidad del agua teniendo en cuenta el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA), el Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) y el Índice de Calidad del Agua (ICA) para tener un valor más acertado de la relación de las dinámicas socioeconómicas y el estado del recurso hídrico.				
Formula o Forma de cálculo	CALIDAD DEL AGUA = IRCA-CUNSP +ICOMO-CUNSP+ ICA-CUNSP				
Explicación /proceso de cálculo	Para realizar el cálculo de la calidad de agua se debe realizar el cálculo por separado de los 3 indicadores y de acuerdo a los resultados obtenidos se le asigna el valor CUNSP como se describe en cada caso, posteriormente se suma y se clasifica en los rangos establecidos para la calidad del agua.				
	IRCAm	Para su cálculo, se usan las variables establecidas en la resolución 2115.22 /2007. El valor del IRCA es cero (0) puntos cuando cumple con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas contempladas en la presente Resolución y cien puntos (100) para el más alto riesgo cuando no cumple ninguno de ellos. En este caso se usaron los valores determinados para el municipio de Zipacón realizado por ORARBRO. Si IRCAm <5% , entonces IRCA-CUNSP = 1 Si 5,1% ≤ IRCAm ≤ 14%, entonces IRCA-CUNSP = 2 Si 14,1% ≤ IRCAm ≤ 35%, entonces IRCA-CUNSP = 3 Si 35,1% ≤ IRCAm ≤ 80%, entonces IRCA-CUNSP = 4 Si IRCAm > 80,1%, IRCA-CUNSP = 5			
	ICOMO	Se obtiene a través de la demanda bioquímica de Oxígeno (DBO5), Coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno[3,5,15,20] Se define entre un rango de 0 a 1 donde el aumento desde el valor más bajo se relaciona con el aumento de contaminación en el cuerpo del agua. Para obtener el resultado de este, se recurrió a los estudios realizados por el POMCA del río Bogotá del 2019 y el POMCA del río Apulo en 2005 Si ICOMO <0,25 , entonces ICOMO-CUNSP = 1 Si 0,25 ≤ ICOMO ≤ 0,5, entonces ICOMO-CUNSP = 2 Si 0,5 ≤ ICOMO ≤ 0,9, entonces ICOMO-CUNSP = 3 Si 0,9 ≤ ICOMO ≤ 1, entonces ICOMO-CUNSP = 4 Si ICOMO > 1, ICOMO-CUNSP = 5			
	ICA	Es un número que señala el grado de calidad de un cuerpo de agua, en términos del bienestar humano independiente de su uso. Este número es una agregación de las condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicas del cuerpo de agua, el cual da indicios de los problemas de contaminación. Para obtener el resultado de este, se recurrió a los estudios realizados por el POMCA del río Bogotá del 2019 y el POMCA del río Apulo en 2005 Si ICA <25 , entonces ICA-CUNSP = 5 Si 26 ≤ ICA ≤ 50, entonces ICA-CUNSP = 4 Si 51 ≤ ICA ≤ 70, entonces ICA-CUNSP = 3 Si 71 ≤ ICA ≤ 90, entonces ICA-CUNSP = 2 Si ICA > 91, ICA-CUNSP = 1			
	Clasificación				Valor CUNSP
	RANGO	TIPO			
Clasificación y valor	>12,5	Agua no apta para consumo humano que no permite el desarrollo de vida acuática por lo que requiere gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.		5	
	9,1-12	Agua no apta para consumo humano que dificulta el desarrollo de vida acuática por lo que requiere gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.		4	
	6,1-9	Agua no apta para consumo humano que limita desarrollo de vida acuática, por lo que requiere gestión directa de la persona prestadora		3	

	3,1-6	Agua no apta para consumo humano que permite el desarrollo de vida acuática, es susceptible de mejoramiento.	2
	< 3	Agua apta para consumo humano que permite desarrollo de vida acuática	1
Periodicidad	Anual	Código	CUSNP-5
		Tipo	Impacto

Fuente: Elaboración propia con base a (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2019, p. 656; Ecoforest Ltda., 2005, p. 352)

Tabla 23. Ficha del indicador dinámica de población y vivienda

Nombre del indicador	Dinámica de población y vivienda	Componente	Socioeconómico
Definición	Determina el cambio poblacional que se ha presentado a través del tiempo de estudio, y así mismo, contempla los cambios de las dinámicas presentadas en las formas de vivienda de la población objetivo, teniendo un resultado más detallado del comportamiento demográfico.		
Formula o Forma de cálculo	DINÁMICA DE POBLACIÓN Y VIVIENDA = CP-CUNSP +P/H-CUNSP+ NH-CUNSP		
Explicación/proceso de cálculo	Para realizar el cálculo de la dinámica de población y vivienda se debe realizar el cálculo por separado de los 3 indicadores y de acuerdo a los resultados obtenidos se le asigna el valor CUNSP como se describe en cada caso, posteriormente se suman y se clasifican según el rango establecido para la dinámica de población y vivienda.		
	Crecimiento poblacional (CP)	Los cambios en el tamaño de cualquier población son el resultado de tres fenómenos que ocurren a través del tiempo: los nacimientos, las defunciones y la migración. Para obtener el resultado del crecimiento poblacional se usaron los resultados del censo nacional de población y la fórmula de crecimiento poblacional. Donde P1 =Población final, P0= Población inicial, t=número de años de estudio	$r = \left(\frac{P_1}{P_0}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$
		Si CP<0 , entonces CP-CUNSP = 1 Si CP=0, entonces CP-CUNSP = 2 Si CP > 0, entonces CP-CUNSP = 3	
	Personas que viven por hogar (P/H)	Establece la forma de distribución de las personas censadas en los hogares o viviendas presentes en el territorio. Se toman los datos del censo nacional de población y vivienda del 2005 y el 2018 y se determina si el número de personas que viven por hogar aumento, disminuyo o se mantuvo y de acuerdo a esto se le asigna el valor P/H-CUNSP que se muestra a continuación.	
		Si P/H<0 , entonces P/H-CUNSP = 3 Si P/H=0, entonces P/H-CUNSP = 1 Si P/H > 0,entonces P/H-CUNSP = 2	
	NH	Identifica el número de hogares presentes en el territorio censado.Se toman los datos del censo nacional de población y vivienda del 2005 y el 2018 y se determina si el número de hogares aumento, disminuyo o se mantuvo y de acuerdo a esto se le asigna el valor NH-CUNSP }que se muestra a continuación.	
Si NH<0 , entonces NH-CUNSP = 2 Si NH=0, entonces NH-CUNSP = 1 Si NH > 0,entonces NH-CUNSP = 3			
Clasificación y valor	Clasificación		Valor CUSNP
	RANGO	TIPO	
	>7	La población presenta un crecimiento con tendencia a la disminución de personas que viven por hogar	3
	3,1-7	La población presenta una disminución con tendencia al aumento de personas que viven por hogar	2

	< 3	La población ha mantenido su comportamiento demográfico y de vivienda	1
Periodicidad	Anual	Código	CUSNP-6
		Tipo	Presión

Fuente: Elaboración propia con base a (DANE, 2020)

Tabla 24. Ficha del indicador nivel de cobertura de servicios

Nombre del indicador	Nivel de cobertura de servicios	Componente	Socioeconómico
Definición	Una adecuada planificación implica la cobertura adecuada de servicios públicos de acuerdo con las demandas socioeconómicas y culturales de la población, por lo tanto, el nivel de cobertura de servicios indica las condiciones con las que cuenta la población en servicios sanitarios básicos y conectividad.		
Formula o Forma de cálculo	NIVEL COBERTURA TOTAL = (% Cobertura Energía + % Cobertura Acueducto + % Cobertura Alcantarillado + % Cobertura Gas Natural % Cobertura Recolección de Basuras % Cobertura Internet) /6		
Explicación/proceso de cálculo	Para calcular la cobertura de cada uno de los servicios públicos se toman los datos de manera presencial o se toman de los estudios realizados por el DANE, POMCA o la Alcaldía correspondiente		
Clasificación y valor	Clasificación		Valor CUSNP
	% De cobertura de servicios públicos	Tipo	
	0-20	Cobertura muy deficiente	1
	21-40	Cobertura deficiente	2
	41-60	Cobertura media	3
	61-80	Cobertura alta	4
81-100	Cobertura muy alta	5	
Periodicidad	Anual	Código	CUSNP-7
		Tipo	Respuesta

Fuente: Autores (2021)

Tabla 25. Ficha del indicador desempeño integral municipal

Nombre del indicador	Índice de desempeño integral municipal	Componente	Socioeconómico
Definición	Evaluar el desempeño de las entidades territoriales en cuanto a la eficacia en el cumplimiento de las metas de sus planes de desarrollo, la eficiencia en la provisión de los servicios básicos de educación, salud y agua potable, el cumplimiento de los requisitos de ejecución presupuestal definidos por Ley y la gestión administrativa y fiscal a través de la revisión de la información suministrada y la aplicación de los criterios establecidos para producir el documento de Evaluación de Desempeño Integral de los municipios.		
Formula o Forma de cálculo	Es la sumatoria de los cuatro componentes i) eficacia, ii) eficiencia, iii) cumplimiento de requisitos legales, y iv) gestión, los cuales tienen un peso cada uno del 25%. Las calificaciones cercanas a 100 corresponden a los municipios de mejor desempeño, por ser los municipios que cumplen lo establecido en sus planes de desarrollo, consiguen la mayor cantidad de bienes y servicios en relación con los insumos que utilizan, cumplen a cabalidad lo estipulado en la Ley 715 de 2001 en cuanto a la ejecución de los recursos del Sistema General de Participaciones y tienen una alta capacidad de gestión administrativa y fiscal.		
Explicación/proceso de cálculo	Los datos del indicador se toman del observatorio regional ambiental de desarrollo sostenible del río Bogotá (ORARBO) realizados por el Departamento Nacional de Planeación DNP		
Clasificación y valor	Clasificación		Valor CUSNP
	0-20	Muy bajo desempeño de entidades territoriales	
	20-40	Bajo desempeño de entidades territoriales	
40-60	Medio desempeño de entidades territoriales	3	

	60-80	Alto desempeño de entidades territoriales	2	
	80-100	Muy alto desempeño de entidades territoriales	1	
Periodicidad	Anual		Código	CUSNP-8
			Tipo	Respuesta

Fuente: Elaboración propia con base a (ORARBO, 2020c)

Tabla 26. Ficha del indicador variación en la forma de distribución de la tierra

Nombre del indicador	Variación en la forma de distribución de la tierra	Componente	Socioeconómico	
Definición	La presión demográfica sobre la propiedad rural es un elemento de alta importancia para comprender los conflictos ambientales que se presentan en un territorio. El suelo-tierra brinda servicios ecosistémicos que son vitales para la supervivencia y desarrollo de los seres humanos. A parte de ofrecer alimentos, abrigo y seguridad, el suelo como morada, es el lugar donde el ser humano construye su identidad social, política, ambiental y familiar. Por lo tanto, este indicador analiza la distribución porcentual de la propiedad rural, por área y predios.			
Formula o Forma de cálculo	Variación en la forma de distribución de la tierra= Número de predios del año final - Número de predios del año inicial			
Explicación/proceso de cálculo	Para calcular el tipo de variación que se ha presentado en la distribución de la tierra, se hace una diferencia entre el número de predios de cada clasificación de hectáreas, y se evalúa si ha tenido un aumento esta categoría, en este sentido, se hizo énfasis en el aumento de número de predios puesto que esto indica que se presentó un cambio en la distribución porcentual de la propiedad rural. Los datos de este estudio, se tomaron del POMCA del río Bogotá del 2019 y el POMCA del río Apulo de 2006 como año inicial.			
Clasificación y valor	Clasificación		Valor CUSNP	
	Tipo			
	Aumento de predios de 0 a 1 Ha		11	
	Aumento de predios de 1 a 5 Ha		9	
	Aumento de predios de 5 a 20 Ha		7	
	Aumento de predios de 20 a 50 Ha		5	
	Aumento de predios de 50 a 100 Ha		3	
Aumento de predios de 100 o más Ha		1		
Periodicidad	Anual		Código	CUSNP-9
			Tipo	Respuesta

Fuente: Elaboración propia con base a (Burbano, 2016)

7.4 Cálculo de indicadores

7.4.1 Cálculo del indicador proceso de transformación del paisaje (CUSNP-1)

Teniendo en cuenta los resultados que se presentan en la **Tabla 25**, se determina que el proceso de transformación del paisaje corresponde a “Atricción o pérdida de parches completos” en las coberturas de interés que son Bosque denso bajo y Bosques fragmentados con vegetación durante todo el periodo de estudio (2000-2020) ya que las dos disminuyeron su área y su número de parches. Por lo tanto se toma para este indicador un valor CUSNP-1= 8 .

Tabla 27. Determinación del cambio de paisajes según árbol de decisión

CAMBIOS ESPACIALES DE BOSQUE DENSO BAJO					CAMBIOS ESPACIALES DE BOSQUES FRAGMENTADOS CON VEGETACIÓN				
Satélite Planet					Satélite Planet				
Año	Área (Ha)	Perímetro (Km)	Número de parches	Cambio	Año	Área (Ha)	Perímetro (Km)	Número de parches	Cambio
2015	395,213	203,784	306	dissection	2015	72,732	285,883	3218	aggregation
2020	334,721	275,575	642		2020	171,018	401,783	1474	
Satélite Landsat					Satélite Landsat				
Año	Área (Ha)	Perímetro (Km)	Número de parches	Cambio	Año	Área (Ha)	Perímetro (Km)	Número de parches	Cambio
2000	248,272	101,437126	88	attrition	2000	194,671	139,160961	182	attrition
2020	242,042	122,38779	82		2020	171,753	183,48107	168	

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados cartográficos

7.4.2 Cálculo del indicador estado de vegetación (CUSNP-2)

Este indicador se crea básicamente para verificar si las coberturas clasificadas como bosques o vegetación realmente se encuentran en buen estado relacionándolo con la actividad fotosintética y la estructura foliar de las plantas. En el sector del Ocaso como se describió en **6.2 Análisis del modelo FPEIR** la clasificación de coberturas fue resultado de clasificación supervisada y los resultados del índice NDVI, por lo tanto, se tiene como resultado de este indicador un valor CUSNP-2= 1., ya que se da la efectividad de la vigorosidad que presentan las coberturas denominadas como bosques.

7.4.3 Cálculo del indicador conflicto de uso del suelo (CUSNP-3)

Los datos de este cálculo se obtuvieron de sobreponer el uso actual de coberturas del sector del Ocaso, y la zonificación ambiental establecida en el POMCA del río Bogotá del año 2019, el resultado cartográfico puede ser observado en el link de la aplicación especificado en **7.5 Resultados cartográficos**. Así mismo, se comprobó este resultado con el estudio realizado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2020) en su sistema de estadísticas territoriales TerriData en el que se tiene como resultado que 4045,59Ha están en uso adecuado, 741,93 Ha están en sobreutilización , 468,07 Ha en subutilización, 286,55Ha conflicto de áreas pantanosas, y 26,20 Ha en conflicto por obras civiles y urbanas. Como se puede evidenciar, predominan en ambos análisis las zonas de uso adecuado, sin embargo, es fundamental aclarar que en los dos procesos se evidencia una cantidad considerada que presenta conflicto debido a las obras civiles y urbanas (ver tabla 16), en este caso se encuentran 17,2 Ha consideradas en sobreutilización ligera, y 16 Ha en sobreutilización severa ambas a causa del uso de la tierra de tejidos urbanos y tejidos urbanos discontinuos. Siguiendo los pasos propuestos para el cálculo del índice, se suma el porcentaje de áreas en subutilización y sobreutilización obteniendo un valor de 8,80% del área

total en conflicto, lo cual clasifica el sector del Ocaso en un valor CUSNP-3= 1 puesto que está en el rango de 0-20% de subutilización+ sobreutilización.

Tabla 28.Cálculo de áreas en conflicto por uso del suelo

Cobertura	Tejido Urbano (Ha)	Tejido Urbano Discontinuo (Ha)	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales(Ha)	Bosques Fragmentados con Vegetación Secundaria (Ha)	Bosque Denso Bajo (Ha)	Total, de área de conflicto de uso del suelo (Ha)	% De área de conflicto de uso del suelo (Ha)
Tierras en conflicto por sobreutilización ligera	1,960	15,239	0,000	0,000	0,000	17,1987	2,8694
Tierras en conflicto por sobreutilización severa	2,540	9,381	4,047	0,000	0,000	15,9684	2,6641
Tierras en conflicto por subutilización moderada	0,000	0,000	19,556	0,000	0,000	19,5557	3,2626
Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	6,905	54,877	71,086	171,753	242,042	546,6616	91,2038

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados cartográficos

7.3.4 Cálculo del indicador de estado de uso del agua (CUSNP-4)

Este indicador se establece solo para el año final debido a que las presiones en la demanda del recurso hídrico son resultado de los cambios establecidos en el área de estudio, así mismo, se toman los valores identificados en la cuenca del río Apulo, en primera medida se recurrió a la información ambiental para la gestión integral de la cuenca hídrica del río Bogotá (ORARBO, 2020a) que establece que para el río Apulo se presentó un valor de IUA= 18% para el 2018. Por otro lado, en la caracterización del POMCA realizado por la CAR (2019, p. 458) presenta un análisis más específico de la microcuenca a la que pertenece el sector el Ocaso (2120-1603) y establece un IUA= 29,85%. Dados estos resultados, se le asigna un valor alto en el que la presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible al cual le corresponde un CUSNP-4= 4.

7.3.5 Riesgo de la calidad del agua para consumo humano IRCaM (CUSNP-5)

Para establecer la calidad del agua primero se utilizó el valor del IRCA (ORARBO, 2020b) que para el año 2019 tenía un valor de 25.92 para el municipio de Zipacón. Al estar en el rango medio con un valor IRCA-CUSNP= 3 que establece un agua no apta para consumo humano. Posteriormente, se estudiaron los valores registrados en la Tabla 29, de manera multitemporal en la que se observa que el resultado del ICA aumento 20,85 determinando una clasificación de mala la cual dificulta el desarrollo de vida acuática (ICA-CUSNP= 4), y para el caso del ICOMO se mantiene en una clasificación media que representa un valor ICOMO-CUSNP= 3.

Tabla 29.Resultados de los índices ICA e ICOMO

Año	Resultado ICA	Clasificación	Resultado ICOMO	Clasificación
2004	66,35	Media (3)	0,63	Media (3)
2019	45,5	Mala (4)	0,75	Media (3)

Fuente: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2019, p. 656; Ecoforest Ltda., 2005, p. 352)

Realizando la suma de los indicadores (IRCA-CUNSP +ICOMO-CUNSP+ ICA-CUNSP) se obtiene un resultado de 10, que indica un agua no apta para consumo humano que dificulta el desarrollo de vida acuática por lo que requiere gestión directa de acuerdo con su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos. Determinando un CUNSP-5= 4.

7.3.6 Cálculo del indicador de dinámica poblacional (CUSNP-6)

Mediante los datos calculados en el ítem **6.2.1 Análisis demográfico** se obtuvo que la tasa de crecimiento era -1.18% esto indica que la población en el periodo de estudio tuvo una disminución, lo que genera un CP-CUNSP= 1. Así mismo en la **Tabla 10** se evidencia que el número de personas por hogar disminuyó puesto que paso de 3,8 a 2,8 generando un P/H-CUNSP=3, y finalmente se observa que el número de hogares particulares aumentó, ya que paso de ser 1.374 a 1.560, es decir un NH-CUNSP=3. Estos 3 resultados sumados establecen un valor de 7 que indican una población que presenta una disminución con tendencia al aumento de personas que viven por hogar CUSNP-6= 2.

7.3.7 Cálculo del indicador nivel de cobertura de servicios (CUSNP-7)

En cualquier nivel, la cobertura de los servicios básicos es fundamental para asegurar un buen desarrollo de la comunidad, por lo tanto, se usaron los datos recopilados en la **Tabla 15. Cobertura de servicios** públicos en la que se evidencia un aumento en todos los servicios públicos lo que indica una buena respuesta de la alcaldía del municipio, no obstante como nuestra área de estudio se encuentra establecida como un sector rural, el resultado del índice se delimitó netamente por este sector en el que se observa que las coberturas de alcantarillado, gas natural, recolección de basuras e internet, no superan un 50% de cobertura en el sector rural, representando un aumento de impactos a nivel sanitario. Por lo tanto, dado que el promedio de la cobertura da un valor de 47.37% el CUNSP-7= 3.

7.3.8 Cálculo de la integral municipal (CUSNP-8)

Como se ha mencionado a lo largo de todo el estudio realizado, los instrumentos de planificación y la ejecución de los planes y proyectos determinados en éste determinan el uso correcto del suelo. Por lo tanto se toman los valores del desempeño de las entidades territoriales en cuanto a la eficiencia en el cumplimiento de las metas, la eficiencia y la ejecución presupuestal en la que según (ORARBO, 2020c) el municipio se encuentra con un valor del 60,28% que indica un CUNSP-8= 2 con alto desempeño en las entidades territoriales, se le asigna un valor bajo debido a que entre más alto es de desempeño de las entidades territoriales menos probabilidad hay de que los cambios de uso en el suelo se desarrollen de manera inequívoca o que estos puedan generar conflictos de uso e impactos.

7.3.9 Variación en la forma de distribución de la tierra (CUSNP-9)

Determinar el cambio en el número de predios establece un indicador muy preciso del desarrollo de loteos en el área de estudio, por lo tanto, para medirlo se acudieron a los datos de los planes de ordenación y manejo de las cuencas del río Bogotá y el río Apulo, se sintetizaron los datos en la tabla 18 y se observó un aumento de 1014 predios menores a 1 Ha, lo que establece un valor CUSNP-9=11.

Tabla 30. Variación de número de Lotes según área

AÑO	0 A 1 Ha	1 A 5 Ha	5 A 20 Ha	20 A 50 Ha	50 A 100 Ha	100 0 MAS Ha
2006	998	616	155	28	9	4
2019	2012	605	149	23	8	4
Cambio	1014	-11	-6	-5	-1	0

Fuente: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR., 2019b, p. 184; Ecoforest Ltda., 2005, p. 228)

7.5 Resultados cartográficos

Una de las ventajas potenciales que tiene la plataforma de “Google Earth Engine” es la creación de aplicaciones para uso del público, por lo tanto, todos los resultados cartográficos se consignaron en la aplicación creada para el sector del Ocaso, para acceder a ella se debe ingresar al siguiente link (<https://dilmillano.users.earthengine.app/>). Aquí cualquier usuario podrá visualizar, hacer uso de los códigos generados para el procesamiento de las imágenes, interactuar con el mapa, y descargar los archivos siguientes:

1. Delimitación del sector del Ocaso
2. Cambio multitemporal de los años 2000 al 2020 del satélite Landsat
3. Cambio multitemporal de los años 2015 al 2020 del satélite Planet
4. Cambio multitemporal del índice NDVI de los años 1985 al 2020
5. Cobertura forestal del sector y pérdidas neta desde el año 2000 al 2020
6. Tierras en sobreutilización y subutilización para el año 2020
7. Áreas de amenazas y riesgos altos identificados

8. CONCLUSIONES

- Se definió el área de estudio conformada por las veredas El Ocaso, La Cabaña, La Capilla, Cartagena, Laguna Verde, y San Cayetano; con un área total de 599,40Ha conformando de esta forma el sector del Ocaso. Mediante el ejercicio de delimitación con base en los límites políticos y los límites arcifinios, y el estudio riguroso de 413 puntos se evidencio la importancia del buen manejo de las herramientas cartográficas, puesto que al tener en cuenta en cada punto las coordenadas geográficas, coordenadas planas, rumbo, distancia e hitos (conformados por ríos, quebradas, vías y accidentes geográficos) se observaron muchos errores usando diferentes fuentes de delimitación(IGAC, CAR, SIAC,etc), en las que a pesar de que se usaba la misma escala y las mismas coordenadas geográficas, se presentaban muchos cambios en la ubicación, lo que representa un problema en el momento de establecer zonas de protección o de importancia agroecológica.
- En la aplicación del modelo FPEIR se evidencia la importancia de trabajar el ordenamiento territorial transversalmente para abordar la complejidad de la relación de los componentes biótico, abiótico y socioeconómico. Esta complejidad implica que las leyes se deben conocer, y entender para saber aplicarlas tanto a nivel institucional y gubernamental como para la sociedad, ya que esto permite ejercer un control en los planes y proyectos establecidos en los planes de desarrollo; adicionalmente, se recalca la importancia de la articulación de los diferentes organismos institucionales como las alcaldías, corporaciones regionales y diferentes ministerios puesto que esto evita que ocurran conflictos entre los usos dados por el POMCA y los dados en el EOT; garantizando así una armonía entre las necesidades de la población y la conservación de los recursos naturales. Así mismo, el modelo facilita la evaluación impactos puesto que brinda todos los elementos que interactúan en ese medio o impacto; generando

así, documentos sólidos, con mayor certeza de los impactos y de las soluciones para el mismo.

- Se identificaron dos fuerzas impulsoras principales que son las leyes y las dinámicas socioeconómicas, estas dos grandes fuerzas generan presiones en la forma de distribución en la tierra reflejados en los cambios de uso del suelo, cambios en la dinámica poblacional y en actividades económicas como el sector agropecuario. Y las principales respuestas corresponden a las gestiones realizadas por las entidades gubernamentales, así como las iniciativas académicas y locales desarrolladas.
- A partir del análisis multitemporal enmarcado en una evaluación ex-post se establece que el indicador con mayor valoración en la medición corresponde al CUSNP-9 Variación en la forma de distribución de la tierra, cuya influencia es muy alta gracias a la tendencia de loteos que representa su medición. Es importante mencionar que la cuantificación de indicadores es fundamental para determinar una evaluación ex-post mucho más precisa y puntual, lo que permite establecer herramientas para los tomadores de decisiones, con el fin de evitar la generación de errores en la interpretación para la formulación de instrumentos de ordenamiento.
- Mediante el cálculo del indicador global propuesto: “Cambio de uso del suelo no planificado”; se obtuvo un resultado de cambio alto de uso del suelo o cambio no planificado, lo que quiere decir que se obtuvo un desarrollo de loteos el cual está dado principalmente por la variación en la forma de distribución en la tierra al aumentar 1.014 predios de 0 a 1 Ha en el periodo 2005 al 2020. Y por la pérdida de parches de las coberturas de bosque denso bajo y bosque fragmentado con vegetación secundaria. Lo que permite concluir que el desarrollo de loteos por las diferentes dinámicas socioeconómicas que intervienen en el sector del Ocaso ha generado que estas coberturas de bosques se vean afectados puesto que estos hábitats quedan reducidos a parches pequeños distribuidos en el territorio, impidiendo el desarrollo normal contribuyendo a obstaculizar los corredores, y de no tratarse de una manera correcta puede traducirse en una desaparición por completo de alguna de estas coberturas naturales.

9. RECOMENDACIONES

- Se considera pertinente aplicar la metodología de delimitación de áreas de estudio de los límites arcifinios en la delimitación de páramos y áreas protegidas para garantizar su protección y conservación. Este ejercicio permite dar más relevancia a la delimitación de cualquier área de estudio, y más si este involucra un proceso de licenciamiento ambiental o se encuentran vinculadas las áreas de especial importancia ecosistémica ya que esto permitirá que los servicios que brindan estos ecosistemas como regulación, cultural, soporte, hábitat, se mantengan en un equilibrio y de esta forma se pueda realmente satisfacer las necesidades de la población actual sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones.
- Para generar un mayor grado de confianza en los resultados se plantea importante la verificación del resultado de coberturas satelitales en campo, ejecutando una metodología rigurosa de recolección de datos
- De la misma forma los indicadores se vuelven más valiosos entre más datos se tengan para su análisis, por lo tanto, el contar con una verificación en campo de todas las variables utilizadas como los datos de calidad de agua, coberturas de servicios públicos, y condiciones generales de vivienda se pueden tener resultados aún más confiables que brindan herramientas valiosas.

- Los estudios cartográficos requieren la adquisición de imágenes satelitales disponibles bajo ningún costo directo, puesto que esto facilita que se pueda avanzar con mayor rapidez, estableciendo comunidades que trabajen en pro de la investigación e innovación mediante herramientas que puedan llegar a ser instrumentos certificados para la planificación del ordenamiento territorial. Esto se comprueba ya que al ser Google Earth Engine una herramienta de acceso libre que no requiere más que el acceso a internet y unos conocimientos previos sobre lenguajes de programación y SIG, se pueden elaborar procesamientos cartográficos que no solo sirven para el área de estudio, sino que son una base para replicar a otras áreas de interés, permitiendo de esta forma la caracterización de manera eficiente de conjuntos de datos de series de tiempo grandes, y actuales para cuantificar el cambio territorial.
- Los indicadores deben ser medibles, precisos, oportunos, pertinentes y de fácil ejecución, Por esto se recalca la importancia de ejecutar procesos como el árbol de decisión para procesos de transformación del paisaje creado por Bogaert, en el que se genera un resultado confiable y libre de una mala interpretación humana, lo cual se sustenta también que en el procesamiento de imágenes satelitales, no se emitió ningún resultado de manera perceptual, sino que todo fue basado en procesamientos matemáticos.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academia Nacional de Medicina de Colombia. (2020). *¿Nos iremos a vivir al campo en la pandemia? ¿Nos Iremos a Vivir Al Campo En La Pandemia?* <https://anmdecolombia.org.co/nos-iremos-a-vivir-al-campo-en-la-pandemia/>
- Acero Vargas, C. (2016). Crisis cafetera, conflicto armado y cultivos ilícitos en el oriente caldense: el caso de Samaná. *Revista de Sociología y Antropología Virajes*, 18(1), 47–85. <https://doi.org/10.17151/rasv.2016.18.1.4>
- Alarcón, A., & Rozo, M. (2020). *Análisis multitemporal de la transformación del bosque seco tropical que influye en la desertificación del municipio de Agua de Dios* [Universidad de la Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2866&context=ing_ambiental_senitaria
- Alcaldía de Zipacón 2016-2019. (2019a). *Empalme Efectivo y Transparente - Informe de Empalme Secretaría de Desarrollo Económico Agropecuario y Ambiente Sostenible - Ambiente 2016-2019. Unidos por Zipacon*, 1–67. https://zipaconcundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/zipaconcundinamarca/content/files/000333/16635_empalme-secretaria-de-ambiente-sostenible-20162019.pdf
- Alcaldía de Zipacón 2016-2019. (2019b). *Informe de rendición pública de cuentas municipal sobre la garantía de los derechos de los niños, niñas, adolescentes y jóvenes del municipio de Zipacón, Cundinamarca*. 1–98. https://zipaconcundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/zipaconcundinamarca/content/files/000310/15497_informe-rendicion-de-cuentas-ninos-ninas-adolescentes-y-jovenes.pdf
- Alcaldía de Zipacón 2020-2023. (2020). *Informe de rendición de cuentas 2020*. 2020(2), 1–95. https://zipaconcundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/zipaconcundinamarca/content/files/000465/23241_raul-2.pdf
- Alcaldía Municipal de Zipacón. (2018). *Reconocimiento Cundinamarca Más Verde*. Medio Ambiente. <http://www.zipacon-cundinamarca.gov.co/noticias/reconocimiento-cundinamarca-mas-verde>

- Alcaldía Municipal de Zipacón Cundinamarca. (2018). *Programa Silo de Caña*. Medio Ambiente. <http://www.zipacon-cundinamarca.gov.co/noticias/programa-silo-de-cana>
- Alcaldía Municipal de Zipacón Cundinamarca. (2019). *¡¡¡ #UnidosPorElMedioAmbiente Le Estamos Cumpliendo a Zipacón !!!* Planeación e Infraestructura.
- ANDI. (2020). Huella ambiental del café en Colombia. *Centro Nacional Para La Producción Más Limpia / Federación Nacional de Cafeteros de Colombia*, 88. <http://www.andi.com.co/Uploads/HUELLA AMBIENTAL DEL CAFÉ EN COLOMBIA.pdf>
- Angarita, T. (2015). Procesos de expansión urbana en la ciudad colombiana. Efectos de la transformación del municipio de Chía (2002-2012) [Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario]. In *Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario* (Issue 1). <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/11687/1.019.034.788-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Antrop, M. (2001). The language of landscape ecologists and planners—a comparative content analysis of concepts used in landscape ecology. *Landscape and Urban Planning*, 55, 163–173.
- Aragón Orjuela, N. A. (2017a). *Apoyo a la gestión agrícola realizada por la dirección técnica de desarrollo ambiental y agropecuario del municipio de Zipacón* [Universidad de Cundinamarca]. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/628/APOYO A LA GESTIÓN AGRÍCOLA REALIZADA POR LA DIRECCIÓN TÉCNICA DE DESARROLLO AMBIENTAL .pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aragón Orjuela, N. A. (2017b). *Apoyo a la gestión agrícola realizada por la dirección técnica de desarrollo ambiental y agropecuario del municipio de Zipacón*. Universidad de Cundinamarca.
- Arango, M. (1997). *Café e industria 1850-1930*. Carlos Valencia Editores.
- Ávila Gamba, Y. A., & Rojas Pérez, A. F. (2020). *Implementación de una tecnología de ariete hidráulico para el manejo eficiente del agua en la Finca La Libertad - Municipio de Zipacón, Cundinamarca* [Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repositorio.udistrital.edu.co/handle/11349/26100?show=full>
- Beltran, L. C. (2019). Elaboracion de un Inventario de Movimientos en Masa Mediante Tecnicas Geomaticas en el Municipio de Villeta Cundinamarca [UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES]. In *Repository.udca* (Vol. 8, Issue Mayo). https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/2729/1/TRABAJO DE GRADO_CAMILA BELTRAN RINCON.pdf
- Berlanga-Robles, C. A., Ruiz-Luna, A., Covarrubias-Legaspi, R., & Hernández-Guzmán, R. (2011). Ecurrimiento en la Cuenca Lechuguilla-Ohuira-Navachiste, Sinaloa, asociados a cambios de uso del suelo: Una aproximación con el modelo del número de curva. *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana*, 63(1), 39–52. <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-33222011000100004>
- Bioexperimental. (2020). *De la Ruta*. De La Ruta. <https://www.bioexperimental.com/>
- Bogaert, J., P. Van Hecke, D. Salvador-Van Eysenrode, and I., & Impens. (2000). Landscape fragmentation assessment using a single measure. *Wildlife Society Bulletin*, 25, 857–881.
- Bogaert, J., Ceulemans, R., & Salvador, D. (2004). Decision tree algorithm for detection of spatial processes in landscape transformation. *Environ Manage.*, 33(1), 62–73. <https://doi.org/10.1007/s00267-003-0027-0>

- Bonham, G. (1994). *Geographic information systems for geoscientist: modelling with GIS*. (C. Geosciences (ed.); 13th ed.). https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=FkKeBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=gis+geographic+information+systems&ots=NdFPq841Iu&sig=HzT9HfVvVgOlnGc2SllcqzQ5rRs&redir_esc=y#v=onepage&q=gis+geographic+information+systems&f=false
- Burbano, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *REVISTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS*, 33(2). <https://doi.org/10.22267/rcia.163302.58>
- Buxó, R. (2006). Paisajes culturales y reconstrucción histórica de la vegetación. *Ecosistemas*, 15(1), 1-6. <https://core.ac.uk/download/pdf/16361202.pdf>
- CAF. (2019). *9 lecciones para reducir el efecto de desastres naturales en las ciudades latinoamericanas*. Banco de Desarrollo de América Latina y The New School Resiliencia Urbana. <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2019/04/9-lecciones-para-reducir-el-efecto-de-desastres-naturales-en-las-ciudades-latinoamericanas/>
- Calderón, P., & Nuñez, O. (2012). *Informe Final De Investigacion Formativa*. Universidad EAN.
- Cámara de comercio de Bogotá. (n.d.). *Plan de Ordenamiento Territorial*. El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) Es Un Instrumento Técnico y Normativo Para Ordenar El Territorio Municipal o Distrital. <https://www.ccb.org.co/Transformar-Bogota/Gestion-Urbana/Ordenamiento-territorial/Plan-de-Ordenamiento-Territorial#:~:text=El POT sirve para orientar,oficinas%2C los comercios e industrias.>
- Cámara de comercio de Bogotá. (2015a). Manual flores & follajes. *Cámara de Comercio de Bogotá*, 1-42. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14311/FloreFollajes.pdf?sequence=1%0Ahttps://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/14311>
- Cámara de comercio de Bogotá. (2015b). Manual flores & follajes. *Cámara de Comercio de Bogotá*, 1-42.
- Cámara de comercio de Bogotá. (2015c). Programa de apoyo agrícola y agroindustrial. *Núcleo Ambiental SAS*, 1-54.
- Camino, R. (1993). El papel del bosque húmedo tropical en el desarrollo sostenible de América Central: desafíos y posibles soluciones. *Revista Forestal Centroamericana*, 6(2), 1-10. <http://bco.catie.ac.cr:8087/portal-revistas/index.php/RRNA/article/view/1323>
- CAR. (n.d.). *Problemática Río Apulo*. Observatorio de Agendas Interinstitucionales de Conflictos Ambientales. <http://oaica.car.gov.co/vercaso2.php?id=9>
- CAR. (2001). *Plan de gestión ambiental regional CAR 2001-2010 Plan de acción trianual 2001-2003*. <http://sie.car.gov.co/handle/20.500.11786/35914#page=1>
- CAR, Alejandra, A., & Jennifer, G. (2013). *Formulación del plan de manejo ambiental para el camino real Bojaca el ocaso, municipios de Bojaca y Zipacon, Cundinamarca* [Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <http://sie.car.gov.co/handle/11349/1388?show=full>
- CAR, & Contraloría de Cundinamarca. (2019). *Gestión integral de los residuos sólidos en el departamento de Cundinamarca*. <http://www.car.gov.co/uploads/files/5e29f9d0e2cda.pdf>
- Cárdenas, J. (2014). *Colombia y la crisis cafetera internacional* (Issue crisis cafetera internacional, p. 4). Federación de Cafeteros. <https://federaciondefcafeteros.org/static/files/Cardenas - Colombia y la crisis cafetera internacional.pdf>

- Cárdenas Vargas, M. C., & García Valbuena, C. A. (2019). Medición de la condensación de lluvia horizontal con tres estructuras: el caso del municipio de Zipacón (Cundinamarca, Colombia). *Ingeniería Ambiental - Tesis y Disertaciones Académicas*. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/22192?show=full>
- Cardona, A. M., & Parada, A. L. (2018). DIAGNÓSTICO BASE PARA EL ANÁLISIS HISTÓRICO AMBIENTAL EN EL MUNICIPIO MOSQUERA, CUNDINAMARCA [Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. In *Journal of Chemical Information and Modeling*. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13067/CardonaFar%EDas?sequence=1>
- Castellanos, O., Fonseca, S., & Buriticá, S. (2009). Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de flores y follajes con énfasis en clavel. *BioGestión*, 206.
- Cediél, N. M., Sánchez, M. J., Sánchez, K. D., & Castro, P. M. (2020). Pandemia de la covid-19: un obstáculo para el logro de la equidad de género y el cierre de la brecha entre lo urbano y lo rural en Colombia. *Revista Universidad de La Salle*, 1(84), 123-144. <https://doi.org/10.19052/ruls.vol1.iss84.9>
- CENICAFE. (2000). *Manejo integrado de malezas en el cultivo de café y la erosión de los suelos*. Alvaro Gomez Aristizabal.
- Cepeda, L. N., & Fernández, Á. T. (2018a). *Propuesta para la formulación del plan de gestión del riesgo del municipio de Zipacón (Cundinamarca), siguiendo la metodología propuesta por la UNGRD*. Universidad de la Salle.
- Cepeda, L. N., & Fernández, Á. T. (2018b). *Propuesta para la formulación del plan de gestión del riesgo del municipio de Zipacón (Cundinamarca), siguiendo la metodología propuesta por la UNGRD* [Universidad de la Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1788&context=ing_ambiental_sañitaria
- Chu, H., Lin, Y.-P., Huang, C.-W., Cheng, Y., & Horng-Yng, C. (2010). Modelling the hydrologic effects of dynamic land-use change using a distributed hydrologic model and a spatial land-use allocation model. *Hydrological Processes*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/hyp.7667>
- Chuvieco, E. (1996). *Fundamentos de Teledetección* (S. Ediciones RIALP (ed.); Segunda Ed). <http://pdfhumanidades.com/sites/default/files/apuntes/FUNDAMENTOS-DE-TELEDETECCION-EMILIO-CHUVIECO.pdf>
- Ley 99 de 1993, (1993). <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>
- LEY 1454 DE 2011 (junio 28), 2011 19 (2011). www.biblioteca juridica.com.co/LEY_1454_DE_2011.pdf
- Documento técnico, Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Zipacón, 1 (2000). https://zipaconcundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/zipaconcundinamarca/content/files/000392/19594_zipacon-documento-tecnico.pdf
- Esquema de Ordenamiento Territorial - Documento Resumen, 1 (2000). https://zipaconcundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/zipaconcundinamarca/content/files/000392/19590_zipacon-documento-resumen.pdf
- Acuerdo No. 013 de 2013, 1 (2013).

- https://zipaconcundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/zipaconcundinamarca/content/files/000392/19593_ajuste-eot-2013.pdf
- Plan de Desarrollo Municipal de Zipacón 2016-2019, Pub. L. No. NIT: 80094778-6, La experiencia al servicio de la comunidad 69 (2016). https://zipaconcundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/zipaconcundinamarca/content/files/000248/12363_plan-de-desarrollo-20162019-acuerdo-009-de-2016.pdf
- Plan de Desarrollo Municipal del Zipacón 2020 - 2023, 1 (2020). https://zipaconcundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/zipaconcundinamarca/content/files/000375/18744_acuerdo-03-de-2020--plan-de-desarrollo.pdf
- Ley 388 de 1997, (1997). http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0388_1997.html
- LEY 388 DE 1997, Pub. L. No. Ley 388 de 1997, Reglamentada por los Decretos Nacionales 150 y 507 de 1999; 932 y 1337 de 2002; 975 y 1788 de 2004; 973 de 2005; 3600 de 2007; 4065 de 2008; 2190 de 2009; Reglamentada parcialmente por el Decreto Nacional 1160 de 2010 Por la cual se modifica la Ley 9 de 19 1 (1997). <http://recursos.ccb.orgamiga.co/ccb/pot/PC/files/ley388.html#:~:text=En el año 1997 el,respectivos Planes de Ordenamiento Territorial.>
- Consult-GEO. (2020). *PLANET*. Blog / Noticias - ConsultGeo. <https://www.consult-geo.com/item/planet-2.html>
- Contraloría de Cundinamarca. (2019). *Gestión integral de los residuos sólidos en el departamento de Cundinamarca* (pp. 1–117). <http://www.car.gov.co/uploads/files/5e29f9d0e2cda.pdf>
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR. (2019a). VOLUMEN II CARACTERIZACIÓN BIÓTICA. *Actualización POMCA Río Bogotá, Volumen VII*.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR. (2019b). Volumen III-Characterización Socioeconomica. *Actualización POMCA Río Bogotá, 1(1), 1–13*.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR. (2019c). Volumen V – Gestión del Riesgo. *Actualización POMCA Río Bogotá, 5(Código 2120)*.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2019). VOLUMEN I – CARACTERIZACIÓN FÍSICA PARTE 1. *Actualización POMCA Río Bogotá, 1(Código 2120), 298*.
- Coulson, R. N., H. Saarenmaa, W. C. Daugherty, E. J. J., & Rykiel, M. C. Saunders, and J. W. F. (1999). A knowledge system environment for ecosystem management. *Landscape Ecological Analysis—Issues and Applications*. Springer-Verlag, New York, 57–59.
- DANE. (2018). *Geovisor de consulta detallada del CNPV 2018*. Geoportal - Temática: Servicios Públicos. <https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/sociedad/cnpv2018-detallado/>
- DANE. (2019). *Censo nacional de población y vivienda 2018*. Explorador de Datos. https://sitios.dane.gov.co/cnpv/#!/cua_som
- DANE. (2020). *PROYECCIONES DE POBLACIÓN*. Proyecciones y Retroproyecciones de Población Municipal Para El Periodo 1985-2017 y 2018-2035 Con Base En El CNPV 2018. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- Dávila, M. (2018). Análisis del territorio de Cundinamarca con cultivos de Guadua. *Parque*

- Científico de Innovación Social Corporación Universitaria Minuto de Dios*, 1, 17. <https://intranet.uniminuto.edu/documents/16129/0/Analisis+del+Territorio+de+Cundinamarca+con+cultivos+de+Guadua.pdf/9e51669e-e27e-4805-9919-93fe4bbee7c4>
- Delgado, L. E., Zúñiga, C. C., Asún, R. A., Castro-Díaz, R., Natenzon, C. E., Paredes, L. D., Pérez-Orellana, D., Quiñones, D., Sepúlveda, H. H., Rojas, P. M., Olivares, G. R., & Marín, V. H. (2021). Toward social-ecological coastal zone governance of Chiloé Island (Chile) based on the DPSIR framework. *Science of the Total Environment*, 758, 143999. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143999>
- DNP. (2015). *Diccionario DNP. Definición de Evaluación EX-ANTE*. <https://www.dnp.gov.co/Lists/GlosarioMGA/DispForm.aspx?ID=29&ContentTypeId=0x0100151E7F1AB6A6844AB26F236DA71F8B59004E8EFB3F76CC0F459A95408E355BFE27>
- DNP. (2020). *TerriData Sistema de estadísticas territoriales*. Ordenamiento Territorial. <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/comparaciones>
- Duque, A. (2021). *INDICADORES-El timón de la sostenibilidad*. Camacol Antioquia. https://www.camacolantioquia.org.co/indicadores_el-timon-de-la-sostenibilidad/
- Ecoforest Ltda. (2005). Elaboración del diagnóstico, prospectiva y formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá Subcuenca del río Apulo. *Corporación Autónoma Regional de Cundimarca*, 1, 520. <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac254af33ad3.pdf>
- Escalona, E. (2014). Daños a la salud por mala disposición de residuos sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(2), 270–277. <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v52n2/hig11214.pdf>
- Etika verde. (2020). *Etika Verde. Todo Sobre La Función Etika Verde*. <https://etikaverde.org/inicio-andina/>
- FAO. (n.d.-a). *Perspectivas para el medio ambiente. Agricultura y medio ambiente*. <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm>
- FAO. (n.d.-b). *Principales causas del cambio de cobertura forestal. Conclusiones generales. Agricultura Migratoria y Expansión de Ganadería*. <http://www.fao.org/3/ac768s/AC768S03.htm>
- FAO. (2012). *Agricultura orgánica y biodiversidad. Agricultura y Biodiversidad*. <http://www.fao.org/3/y4137s/y4137s06.htm>
- Fernández, Y. C., Sotto, K. D. R., & Vargas, L. A. M. (2020). Environmental impacts from coffee production and to the sustainable use of the waste generated. *Produccion y Limpia*, 15(1), 93–110. <https://doi.org/10.22507/PML.V15N1A7>
- FIDATEC. (2021). *Cambio OT summit*. FIDATEC. <https://www.fidatec.org.co/colombiapots summit2021>
- FNC. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. In *Federación nacional de cafeteros de Colombia* (Vol. 50, Issue 4). <https://doi.org/10.1007/s10553-014-0531-3>
- Forero, C. G., Pinel, N., Clerici, A. N., López, S., Molina, L. F., Pinilla, M. C., Ríos, F., Sánchez, A., Villegas, C. I., & Villegas, J. C. (2019). *Capítulo 4. Motores directos de transformación y pérdida de biodiversidad*.

- Fundación Zen. (2020). *La práctica del Zen*. Fundación Para Vivir El Zen. <https://www.fundacionzen.org/>
- Galicia, L., García, A., Gómez, L., & Ramírez, I. (2007). *La degradación de los recursos forestales en México*. Ciencia- Comunicaciones Libres. <https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/index.php/82-vol-58-num-4-octubre-diciembre-2007/comunicaciones-libres/135-cambio-de-uso-del-suelo-y-degradacion-ambiental>
- García, C. A. (2020). *Entrevista sobre el desarrollo de loteos en Zipacón, Cundinamarca*.
- García, M. C., & Veneziano, M. F. (2015). Analisis FPEIR sobre rompeolas y playas regeneradas en el sur de Gral. Pueyrredon, R. Argentina. *Contribuciones Científicas*, 27(27), 93–108. <http://nulan.mdp.edu.ar/2655/1/garcia-veneziano-2015.pdf>
- García Mestizo, P. (2011). *Los efectos de la crisis financiera del 2008 en el sector floricultor colombiano*. Universidad San Buenaventura.
- Gari, S. R., Newton, A., & Icely, J. D. (2015). A review of the application and evolution of the DPSIR framework with an emphasis on coastal social-ecological systems. *Ocean and Coastal Management*, 103, 63–77. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.11.013>
- Gari, S. R., Ortiz Guerrero, C. E., A-Urbe, B., Icely, J. D., & Newton, A. (2018). A DPSIR-analysis of water uses and related water quality issues in the Colombian Alto and Medio Dagua Community Council. *Water Science*, 32(2), 318–337. <https://doi.org/10.1016/j.wsj.2018.06.001>
- Gómez, I. (2014). *Análisis de sellado de suelos en varios municipios de la Comunidad de Madrid* [UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID]. [https://eprints.ucm.es/id/eprint/29167/1/Análisis de sellado de suelos en varios municipios de la Comunidad de Madrid_IreneGomezVicario.pdf](https://eprints.ucm.es/id/eprint/29167/1/Análisis%20de%20sellado%20de%20suelos%20en%20varios%20municipios%20de%20la%20Comunidad%20de%20Madrid_IreneGomezVicario.pdf)
- Gómez, S. (2019). *Qué Café*. Historia de La Crisis Cafetera: De La Primera Bonanza de 1870 a La Crisis Del Café de 2019. [https://quecafe.info/historia-tesis-cafetera/#:~:text=A finales de 1978 los,conocida como la Bonanza cafetera.](https://quecafe.info/historia-tesis-cafetera/#:~:text=A%20finales%20de%201978%20los,conocida%20como%20la%20Bonanza%20cafetera.)
- González, D. Y., & Sabogal, L. M. (2021). *Ciclo de conferencias del proyecto curricular de ingeniería ambiental, evaluación ambiental I*.
- Gonzalez, J. R., & Roman, N. L. (2011). *Evaluación del cambio de uso del suelo y análisis del fenómeno de expansión urbana en el municipio de tenjo cundinamarca* (Vol. 44, Issue 8) [Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- Google. (2018). *Supervised Classification*. Supervised Classification. <https://developers.google.com/earth-engine/guides/classification>
- Govaerts, B., & Verhulst, N. (2010). *The normalized difference vegetation index (NDVI) GreenSeeker(TM) handheld sensor: toward the integrated evaluation of crop management part A: concepts and case studies* (CIMMYT (ed.); 1st ed.). GreenSeeker. <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/550>
- Guerra, S. A. (2014). DETERMINACIÓN DEL CONFLICTO DE USO DE SUELO PARA LAS VEREDAS LAS PETACAS Y LA CORREA DEL MUNICIPIO DE PUERTO RONDÓN DENTRO DE LA CUENCA DEL RÍO CRAVO NORTE EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA. *Universidad Militar Nueva Granada*, Bogotá. [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11729/Guerra Rodriguez Sergio_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Los conflictos de uso de,un](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11729/Guerra%20Rodriguez%20Sergio_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Los%20conflictos%20de%20uso%20de,un)

desaprovechamiento en su uso.

- Guhl Nannetti, E. (2017). ¿Qué territorio queremos? El reto de los nuevos planes de ordenamiento territorial en Colombia. *Revista Ciudades, Estados y Política*, 4(2), 71–79. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revcep/article/view/68880>
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S. V., Goetz, S. J., Loveland, T. R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C. O., & Townshend, J. R. G. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 342(6160), 850–853. <https://doi.org/10.1126/science.1244693>
- Hernández, A., Rojas Robles, R., & Sánchez Calderón, F. (2013). Cambios en el uso del suelo asociados a la expansión urbana y la planeación en el corregimiento de Pasquilla, zona rural de Bogotá (Colombia) / Changes in Land Use Associated with Urban Expansion and Territorial Planning in Pasquilla, A Rural Area to the. *Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía VO - 22, 22(2), 257*. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcdg/v22n2/v22n2a14.pdf>
- Herrera, N. (2018). *Análisis Multitemporal Del Estado De La Vegetación En Los Municipios Cota, Chia Y Cajica En El Tramo De Puente Vargas Hasta Puente De La Virgen Sobre El Area De Influencia Del Río Bogotá a Partir De Imágenes Satelitales*. [UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS]. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/14706>
- IAVH. (2004). *Informe Nacional sobre el avance en el conocimiento y la información de la Biodiversidad 1998-2004*. <http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=9343>
- Ibañez, B., Lagos, Y., & Mojica, G. (2017). *Recuperando prácticas agrícolas: una propuesta para aportar a una cultura de Soberanía Alimentaria con niños y niñas de la Escuela Rural General Santander de Zipacón* [Universidad Distrital Francisco José de Caldas.]. [https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/16186/Recuperando practicas agricolas una propuesta para aportar a una cultura de soberania alimentaria con niños y niñas de la ERGSZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/16186/Recuperando_practicas_agricolas_una_propuesta_para_aportar_a_una_cultura_de_soberania_alimentaria_con_ninos_y_ninas_de_la_ERGSZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- IDEAM. (2004). *Formato Común Hoja Metodológica República de Colombia Tasa anual de deforestación (TD) Formato Común Hoja Metodológica (Issue 96)*. http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/50-4.08_HM_Tasa_de_deforestacion_3_FI.pdf/6c4d67b8-31b2-4dae-a686-e9b191a4eaa4#:~:text=Los datos de superficie deforestada,de la cobertura de bosque.
- IDEAM. (2007). El uso del suelo: Un gran desafío para Bogotá. In *Cuadernos del Informe de Desarrollo Humano para Bogotá* (Vol. 4, Issue 3). [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021187/Elusodelsueloungrande safioparaBogota.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021187/Elusodelsueloungrande_safioparaBogota.pdf)
- IDEAM. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra : metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000* (M. y E. A. I. Instituto de Hidrología (ed.); 1st ed.). Minambiente. http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=10707&shelfbrowse_itemnumber=11247#holdings
- IGAC. (2012). *Estudio de los conflictos de uso del territorio colombiano escala 1:100.000*. Imprenta Nacional de Colombia.
- IICA. (2018). *LA APICULTURA Y EL CAFÉ, UNA COMBINACIÓN ESTRATÉGICA PARA REDUCIR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN*. Notas Sobre La Importancia de La

Utilización de Las Abejas Para Reducir El Impacto Del Cambio Climático En El Cultivo Del Café. <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/la-apicultura-y-el-cafe-una-combinacion-estrategica-para-reducir-los-efectos-del>

Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (2017). *Productores agropecuarios de Zipacón optimizan la producción en sus predios*. <https://www.ica.gov.co/noticias/todas/productores-agropecuarios-de-zipacon-optimizan-la>

Instituto de Estudios Urbanos. (2020). El 88 % de los municipios de Colombia tienen el POT desactualizado: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. *Noticias Universidad Nacional*. <http://ieu.unal.edu.co/medios/noticias-del-ieu/item/el-88-de-los-municipios-de-colombia-tienen-el-pot-desactualizado-ministerio-de-vivienda-ciudad-y-territorio>

IPBES. (2018). *Plataforma intergubernamental científico-normativa sobre diversidad biológica y servicios de los ecosistemas (IPBES) Cinco nuevos importantes informes de evaluación de IPBES: Manual general*. 1–4.

Kaur, M., Hewage, K., & Sadiq, R. (2020). Investigating the impacts of urban densification on buried water infrastructure through DPSIR framework. *Journal of Cleaner Production*, 259, 120897. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120897>

Ladino, E. O., Arévalo, C., & Bulla, L. A. (2013). Afectación de los procesos de conurbación en la planificación territorial y en la oferta de servicios ambientales. Estudio de caso: Bogotá D.C. – Mosquera. *Revista Academia y Virtualidad*, 6(1), 53–61. <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/ravi/article/view/421/216>

Lambin, E., Geist, H., & Lepers, E. (2003). Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 205–241. <https://doi.org/http://doi:10.1146/annurev.energy.28.050302.105459>

Ley 1523 de 2012, (2012). <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47141>

Liu, Y., Song, W., & Deng, X. (2019). Understanding the spatiotemporal variation of urban land expansion in oasis cities by integrating remote sensing and multi-dimensional DPSIR-based indicators. *Ecological Indicators*, 96(11), 23–37. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.01.029>

Lora, E., & Prada, S. (2016). Técnicas de Medición Económica. In *Censos y Censos de Población y Vivienda* (Quinta Edi). Universidad ICESI.

Manteiga, L. (2000). Los indicadores ambientales como instrumento para el desarrollo de la política ambiental y su integración de otras políticas. *Estadística y Medio Ambiente*, 75–85. <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/1177.pdf>

Martínez Celis, D., Palau Rivas, F., & Pardo Durana, A. (2011). Plan integral de manejo del Itinerario Cultural de la cuenca alta del río Apulo (Zipacón): Territorio de tránsitos y pausas. *Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS)*. http://openarchive.icomos.org/id/eprint/1342/1/Itinerario_cultural_zipacon.pdf

Martínez, M. F. (2018). *APLICACIÓN DE ÍNDICES DE VEGETACIÓN EN LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ POR MEDIO DE IMÁGENES LANDSAT DE 1997 Y 2018* [Universidad Militar Nueva Granada]. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17655/MartinezCarrilloMiguelFelipe2018.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- Martins, J. H., Camanho, A. S., & Gaspar, M. B. (2012). A review of the application of driving forces - Pressure - State - Impact - Response framework to fisheries management. *Ocean and Coastal Management*, 69, 273–281. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.07.029>
- Matellanes, R. (2020). *Limitaciones del índice de vegetación NDVI*. GIS&BEERS. <http://www.gisandbeers.com/limitaciones-del-indice-vegetacion-ndvi/>
- Maxim, L., Spangenberg, J. H., & O'Connor, M. (2009). An analysis of risks for biodiversity under the DPSIR framework. *Ecological Economics*, 69(1), 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.03.017>
- McHee, T., & Steel, E. (1991). *Water Supply and Sewerage*. McGhee-Hill. <http://webapps.unitn.it/Biblioteca/it/Web/EngibankFile/380314.pdf>
- Mendoza, H., & Montaña, M. (2016). *EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE ZIPACÓN CUNDINAMARCA* [UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS]. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4845/MontañaPichimataMariasabel2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mendoza, M., Bocco, G., López-Granados, E., & Bravo, M. (2010). Hydrological implications of land use and land cover change: Spatial analytical approach at regional scale in the closed basin of the Cuitzeo Lake, Michoacan. *Mexico. Singapore Journal of Tropical Geography*, 31(2), 197–214. <https://doi.org/http://doi.org/10.1111/j.1467-9493.2010.00400.x>
- Meza, J. E. (2019). El 'volteo de tierras': modificaciones irregulares a los planes de ordenamiento territorial en Cundinamarca, Colombia. *Revista Ciudades, Estados y Política, Instituto de Estudios Urbanos*, XX, 1–15. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revcep/article/download/83984/73240/448828#:~:text=Las modificaciones irregulares de los, Madrid%2C Chía%2C Funza%2C entre>
- Resolución 1541 de 2013, Alcaldía de Bogotá D.C. (2013). <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=71917>
- Ministerio de Medio Ambiente Perú. (2018). *ANEXO 4 Contaminación ambiental causada por los residuos sólidos Conocimientos científicos básicos*. 1–6. https://www.minam.gob.pe/proyecologios/Curso/cursos-virtual/Modulos/modulo2/2Primaria/m2_primaria_sesion_aprendizaje/Sesion_5_Primary_Grado_6_RESIDUOS_SOLIDOS_ANEXO4.pdf
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2014). *Modelo de Fuerzas Motrices en el marco de la Dimensión de Salud Ambiental del Plan Decenal de Salud Pública*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/modelo-de-fuerzas-motrices-en-el-marco-de-la-dimension-de-salud-ambiental-del-plan-decenal-de-salud-publica-2012-2021.pdf>
- Montoya, L Tobón, G. (2016). *LA ACTIVIDAD FLORICULTORA Y SUS IMPACTOS AMBIENTALES: Una propuesta para enseñar Ciencias Naturales y Educación Ambiental desde problemas ambientales locales* [UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA]. http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/2412/1/JG01061_merymontoya_gustavotobon.pdf
- Montoya Cruz, A. M., & Garcia Hernandez, X. (2019). *Diseño y evaluación de la aceptabilidad social, la sostenibilidad ambiental, la factibilidad técnica y viabilidad financiera de una vivienda fabricada a partir de materiales de la zona en el Municipio de Zipacón, Cundinamarca*.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

- Moreno Niño, P. A. (2019a). *La producción del café de la vereda El Ocaso como mediador de experiencias para los turistas*. Universidad Piloto de Colombia.
- Moreno Niño, P. A. (2019b). *La producción del café de la vereda El Ocaso como mediador de experiencias para los turistas* [Universidad Piloto de Colombia]. [http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5452/La vereda El Ocaso trabajo.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5452/La%20vereda%20El%20Ocaso%20trabajo.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Mosaffaie, J., Salehpour Jam, A., Tabatabaei, M. R., & Kousari, M. R. (2021). Trend assessment of the watershed health based on DPSIR framework. *Land Use Policy*, 100. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104911>
- Muñoz, P. (2013). Apuntes de Teledetección: Índices de vegetación. *Centro de Información de Recursos Naturales*, 15. [http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26389/Tema Indices de vegetación%2C Pedro Muñoz A.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26389/Tema%20Indice%20de%20vegetacion%2C%20Pedro%20Mu%C3%B1oz%20A.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- OECD. (1993). *OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews Organization for Economic Cooperation and Development*.
- OECD. (2002). Rumo a um desenvolvimento sustentável. In *Série cadernos de referência ambiental*. <https://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/2345364.pdf>
- OECD. (2012). *Environmental Outlook to 2050: the Consequences of Inaction, OECD Environmental Outlook*. [https://doi.org/https://doi.org/10.1787/9789264122246-en](https://doi.org/10.1787/9789264122246-en)
- Oliveros Tascona, C. E., & Sanz Uribe, J. R. (2011). *Ingeniería y café en Colombia*.
- Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S. V., Woodcock, C. E., & Wulder, M. A. (2014). Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148, 42–57. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.015>
- ONU. (1987). *DESARROLLO Y COOPERACION ECONOMICA INTERNACIONA~: MEDIO AMBIENTE Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo Nota del Secretario General*. [http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD- Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf](http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf)
- ONU. (2002). *Cumbre de Johannesburgo. ¿Qué Es El Desarrollo Sostenible?* [https://www.un.org/spanish/conferences/wssd/desarrollo.htm#:~:text=%22El desarrollo sostenible es el,\(Informe Brundtland\)%2C 1987.](https://www.un.org/spanish/conferences/wssd/desarrollo.htm#:~:text=%22El%20desarrollo%20sostenible%20es%20el%2C%20Informe%20Brundtland%2C%201987.)
- ORARBO. (2020a). *Información ambiental para la gestión integral de la cuenca hídrica del río Bogotá. Índice de Uso Del Agua-IUA*. <https://www.orarbo.gov.co/es/indicadores?id=1329&v=1>
- ORARBO. (2020b). *Información ambiental para la gestión integral de la cuenca hídrica del río Bogotá. Índice de Riesgo de Calidad Del Agua Para Consumo Humano -IRCAM*. <https://www.orarbo.gov.co/es/indicadores?id=973&v=1>
- ORARBO. (2020c). *Información ambiental para la gestión integral de la cuenca hídrica del Río Bogotá. Índice Del Desempeño Integral Municipal -IDIM*. <https://www.orarbo.gov.co/es/indicadores?id=927&v=1>

- Ortiz, J. (2021). *Entrevista con el director de la fundación para vivir el Zen*.
- Ortiz, J., & Herrera-Pérez, I. L. (2019). Aplicabilidad del NDVI para la elaboración de un inventario de deslizamientos en el municipio de Albán, Cundinamarca [UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES]. In *PROGRAMA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y AMBIENTAL*. https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/1388/1/OrtizAgudelo_TrabajoInvestigación.pdf
- Osorno, M. M. (2015). Minería en Colombia: un asunto a analizar desde el modelo de fuerzas motrices. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1, 531–538. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263139243072>
- Partal, P. (2017). *Rumbo*. Rumbo. <https://encorda2.com/2013/10/06/orientacion-basica-norte/rumbo-2/>
- Peña-Cortés, F., Pincheira-Ulbrich, J., Escalona-Ulloa, M., & Rebolledo, G. (2011). Cambio de uso del suelo en los geosistemas de la cuenca costera del río Boroa (Chile) entre 1994 y 2004. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 43(2), 1–20. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?edit.scft=1>
- Perilla, G., & François, J. (2020). Google Earth Engine (GEE): una poderosa herramienta que vincula el potencial de los datos masivos y la eficacia del procesamiento en la nube Google Earth Engine - GEE : A Powerful Tool Linking the Potential of Massive Data and the Efficiency of Cloud Pr. *Investigaciones Geográficas • Instituto de Geografía*, 101(42), 0–2. <https://doi.org/dx.doi.org/10.14350/rig.59929>
- Pino, M. E. (2003). *Análisis de indicadores de sostenibilidad ambiental y urbana en las agendas 21 local y ecoauditorias municipales. El caso de las regiones urbanas europeas* [Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques]. <https://doi.org/8468829072>
- Polanco, C. (2006). Indicadores ambientales y modelos internacionales para toma de decisiones. *Gestión y Ambiente*, 9(2), 27–41. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/52056>
- Portafolio. (2021). *PORTAFOLIO*. Minvivienda Aumenta Cupo Para Acceder a Vivienda Rural Nueva. <https://www.portafolio.co/economia/minvivienda-aumenta-cupo-para-acceder-a-vivienda-rural-nueva-548179>
- Rámirez, C. T. (2016). *LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ DE ALTA CALIDAD Y LOS IMPACTOS GENERADOS EN EL ÁMBITO SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO EN COLOMBIA* [UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17517/12279824.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rasool. (2021). Land use land cover change in Kashmir Himalaya: Linking remote sensing with an indicator based DPSIR approach. *Ecological Indicators-Elsevier Ltd*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107447>
- Rey, I. X., & Solarte, S. R. (2020). *ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO DE LOS PREDIOS PERTENECIENTES AL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO VIAL “PERIMETRAL DE ORIENTE DE CUNDINAMARCA” EN LA UNIDAD FUNCIONAL 3ª, MUNICIPIO DE LA CALERA-CUNDINAMARCA* [UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS]. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- Romero, M, Cabrera, E., & Ortiz, N. (2008). *Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia*

(U. de S. de I. Geográfica (ed.)). Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt.
<http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/34293/146.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Romero Rodríguez, N. H., & Cortés Molina, N. (2016). *Diseño y evaluación de la aceptabilidad social, la sostenibilidad ambiental, la factibilidad técnica y viabilidad financiera de una vivienda fabricada a partir de materiales de la zona en el Municipio de Zipacón, Cundinamarca* [Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/5074?show=full>

Sadeghian, S. (2003). Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio sobre las propiedades químicas de suelos cultivados en café. *Cenicafé*, 54(3), 257.
[https://www.cenicafe.org/es/publications/arc054\(03\)242-257.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc054(03)242-257.pdf)

Saura, S. (2019). *Qué es y qué no es fragmentación del hábitat: Segunda parte*. Universidad Politécnica de Madrid.
https://www.youtube.com/watch?v=rrmd3KCYPdY&ab_channel=Cursosobrelaconectividaddecolóaticadelpaisaje

Segura, J. D. (2020). *EVALUACIÓN EN EL CAMBIO DEL USO DE SUELO Y SU RELACIÓN CON LA OFERTA HÍDRICA, EN LA MICROCUENCA LAS CAÑAS DEL PÁRAMO SISCUNSI*. 1–238.
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/32010>

SIAC. (n.d.). *Sistema de información ambiental de Colombia*. Suelos En Colombia.
<http://www.siac.gov.co/sueloscolombia>

Silva, G. (2005). ¿Qué nos dejó la crisis cafetera? *Ensayos Sobre Economía Cafetera-Federación de Cafeteros*, 21, 7–12. [https://federaciondefcafeteros.org/static/files/1.Que nos dejo la crisis cafetera.pdf](https://federaciondefcafeteros.org/static/files/1.Que%20nos%20dejo%20la%20crisis%20cafetera.pdf)

Solarte, P. (2020). *LEGIS-Ambito Juridico*. Los Cambios de Usos Del Suelo Por Causa de La Pandemia. <https://www.ambitojuridico.com/noticias/especiales/administrativo-y-contratacion/los-cambios-de-usos-del-suelo-por-causa-de-la>

Sykas, D. (2020). *Spectral Indices with multispectral satellite data*. Earth Observation. [https://www.geo.university/pages/blog?p=spectral-indices-with-multispectral-satellite-data#:~:text=Bare Soil Index \(BSI\) is,used in a normalized manner.](https://www.geo.university/pages/blog?p=spectral-indices-with-multispectral-satellite-data#:~:text=Bare%20Soil%20Index%20(BSI)%20is,used%20in%20a%20normalized%20manner.)

Tecnológico de Monterrey. (2018). *Calcular la tasa de crecimiento de la población total utilizando la fórmula de Crecimiento Poblacional Compuesto*. [http://www.cca.org.mx/cca/cursos/matematicas/cerrada/caislados/c1caltas.htm#:~:text=Para encontrar la tasa de,\(1 %2B r \)t.](http://www.cca.org.mx/cca/cursos/matematicas/cerrada/caislados/c1caltas.htm#:~:text=Para%20encontrar%20la%20tasa%20de,%20(1%20%2B%20r)%20t.)

Tourism Consulting S.A.S, & Fundación Universitaria Cafam. (2012). Plan de desarrollo turístico de Cundinamarca. *Educación - Fondo de Promoción Turística Colombia*, 1, 740. https://plandesarrollo.antioquia.gov.co/archivo/PlanDesarrolloUNIDOS_VF-comprimido-min.pdf

UN. (2021). *BioNotas UN*. Restauración En Progreso: Laguna Verde, Zipacón, Cundinamarca, Colombia. <https://www.facebook.com/BioNotasUN/photos/a.243157746033959/1408107482872307>

UPRA. (2018). *Análisis de los conflictos del ordenamiento territorial y productivo que afectan el uso eficiente del suelo rural*.

https://www.upra.gov.co/documents/10184/13821/Conflictos_ordenamiento

- Vázquez, R. A., & García, R. A. (2018). Indicadores PER y FPEIR para el análisis de la sustentabilidad en el municipio de Cihuatlán, Jalisco, México. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 27(53-1), 1-26. <https://doi.org/https://doi.org/10.20983/noesis.2018.3.1>
- Veloza, J. P. (2017). *Análisis multitemporal de las coberturas y uso del suelo de la reserva forestal protectora-productora "casa blanca" en Madrid Cundinamarca entre los años 1961 y 2015: aportes para el ordenamiento territorial municipal*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Vembu, S. (2020). *PORTAFOLIO. ¿Se Iniciará Un Renacimiento Rural, Basado En La Nube?* <https://www.portafolio.co/economia/noticias-coronavirus-se-iniciara-un-renacimiento-rural-basado-en-la-nube-con-el-aumento-de-trabajo-remoto-de-hoy-543470>
- Vera, J., & Solano, J. A. V. (2015). Evaluación de los factores de riesgo producidos por la degradación de los suelos por cultivos de café en la Vereda El Cascajo ,Municipio de Concordia (Antioquia). *Cuaderno Activa*, 85-97. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.9937340.v1>
- Villalobos, I., & Villalobos, M. (2018). Analisis del Impacto Ambiental de los Floricultivos en Cundinamarca: Una perspectiva económica [UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO]. In *Ingeniería y Sociedad* (Vol. 13). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingeso/article/view/338140>