

**DETERMINACIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA CENTROS DE SALUD EN  
DEPARTAMENTO DE GUAINÍA POR MEDIO DE HERRAMIENTAS SIG  
(SUPERPOSICIÓN PONDERADA)**

**Jenifer Alexandra Huertas López**

**Jersson Rolando Montañez Monroy**

**Sergio Nevardo Fuentes López**

Informe final de trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Titulación de Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Director (a):

M.Sc. CATALINA GUEVARA GIRALDO

Línea de Investigación

Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática y Telecomunicaciones

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Manizales, 2025

## Resumen

La situación de acceso a la salud en el departamento de Guainía, Colombia, presenta múltiples desafíos que afectan gravemente a su población. Este departamento, ubicado en la región amazónica, se caracteriza por su geografía compleja, con vastas áreas de selva y un acceso vial limitado. Esta situación dificulta la movilidad, especialmente en comunidades rurales e indígenas, que enfrentan barreras significativas para acceder a servicios de salud.

La infraestructura sanitaria en Guainía es insuficiente, con centros de salud y hospitales que, aunque existen en la capital, Inírida, son escasos y muchas veces están en condiciones precarias. La falta de equipamiento y personal capacitado agrava la situación, y los servicios especializados son limitados, obligando a los pacientes a trasladarse a otras regiones para recibir atención adecuada.

Además, las condiciones socioeconómicas de la población son desfavorables. Muchos habitantes viven en la pobreza, lo que limita su capacidad para afrontar los gastos relacionados con la atención médica, como el transporte. Esto se ve intensificado por la significativa presencia de comunidades indígenas, que enfrentan barreras culturales y desconfianza hacia los servicios de salud convencionales.

La pandemia de COVID-19 ha exacerbado estos problemas, aumentando la presión sobre un sistema de salud ya frágil y revelando las brechas en la atención. El acceso a pruebas, vacunas y atención médica se vio comprometido, afectando aún más a las comunidades vulnerables.

Mejorar el acceso a la salud en Guainía es un desafío urgente que requiere enfoques innovadores, como el uso de herramientas de análisis espacial. Proyectos que identifiquen necesidades y planifiquen la ubicación de nuevas instalaciones de salud pueden ser fundamentales para abordar las disparidades existentes y mejorar la calidad de vida de la población.

**Palabras clave: (Accesibilidad, Salud Pública, Geografía, Población Indígena, Infraestructura Sanitaria, SIG, Condiciones Socioeconómicas).**

## **Abstract**

The situation of access to health care in the Guainía department, Colombia, presents multiple challenges that severely affect its population. This department, located in the Amazon region, is characterized by its complex geography, with vast areas of jungle and limited road access. This situation hampers mobility, especially in rural and indigenous communities, which face significant barriers to accessing health services.

The health infrastructure in Guainía is insufficient, with health centers and hospitals that, although present in the capital, Inírida, are scarce and often in precarious conditions. The lack of equipment and trained personnel exacerbates the situation, and specialized services are limited, forcing patients to travel to other regions for adequate care.

Furthermore, the socioeconomic conditions of the population are unfavorable. Many residents live in poverty, limiting their ability to cover expenses related to medical care, such as transportation. This is intensified by the significant presence of indigenous communities, who face cultural barriers and distrust towards conventional health services.

The COVID-19 pandemic has exacerbated these problems, increasing pressure on an already fragile health system and revealing gaps in care. Access to testing, vaccines, and medical attention has been compromised, further affecting vulnerable communities.

Improving access to health care in Guainía is an urgent challenge that requires innovative approaches, such as the use of spatial analysis tools. Projects that identify needs and plan the location of new health facilities can be crucial for addressing existing disparities and improving the quality of life for the population.

**Keywords: (Accessibility, Public Health, Geography, Indigenous Population, Health Infrastructure, GIS, Socioeconomic Conditions).**

# Contenido

	<b>Pág.</b>
<b>1.</b> 122	
1.1 12	
1.2 JUSTIFICACIÓN	15
1.3 15	
<b>2.</b> 18	
2.1 18	
2.2 18	
<b>3.</b> 19	
<b>4.</b> 25	
<b>5.</b> 28	
<b>6.</b> 34	
<b>7.</b> 42	
7.1 42	
7.2 43	
7.3 44	
7.4 44	
7.5 46	
7.6 46	
<b>8.</b> 48	
<b>9.</b> 50	
<b>10.</b> 52	

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b>	17
<b>Figura 2</b>	35
<b>Figura 3</b>	36
<b>Figura 4</b>	42

## Lista de símbolos y abreviaturas

### Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
$A$	Área	$m^2$	$\iint dx dy$
$A_{BET}$	Área interna del sólido	$\frac{m^2}{g}$	ver DIN ISO 9277
$A_g$	Área transversal de la fase gaseosa	$m^2$	Ec. 3.2
$A_s$	Área transversal de la carga a granel	$m^2$	Ec. 3.6
$a$	Coefficiente	1	Tabla 3-1

### Símbolos con letras griegas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
$\square_{\square\square\square}$	Factor de superficie	$\frac{m^2}{g}$	$(W_{F,waf})(A_{BET})$
$\square_{\square}$	Grado de formación del componente i	1	$\frac{m_j}{m_{bm} \varrho}$
$\square$	Wandhafbawinkel (Stahlblech)	1	Sección 3.2
$\square$	Porosidad de la partícula	1	$1 - \frac{\rho_s}{\rho_w}$
$\square$	mittlere Bettneigungswinkel (Stürzen)	1	Figura 3-1

## Subíndices

Subíndice	Término
-----------	---------

---

bm	Materia orgánica
----	------------------

DR	Dubinin-Radushkevich
----	----------------------

E	Experimental
---	--------------

## Superíndices

Superíndice	Término
-------------	---------

---

n	Exponente, potencia
---	---------------------

## Abreviaturas

Abreviatura	Término
-------------	---------

---

1.LT	Primera ley de la termodinámica
------	---------------------------------

DF	Dimension fundamental
----	-----------------------

RFF	Racimos de fruta fresca
-----	-------------------------

## Introducción

En Colombia, el acceso a la salud es un derecho fundamental, aun así, en regiones apartadas como el departamento de Guainía, ese derecho se convierte en un desafío cotidiano. Guainía, situado en la selva amazónica colombiana, enfrenta dificultades enormes: su territorio es extenso y de difícil acceso, la población está dispersa y las vías de acceso terrestre son escasas. Para las comunidades, especialmente indígenas y rurales, llegar a un centro de salud no es tan simple como tomar un transporte; a menudo, implica recorrer largas distancias en canoas o por caminos intransitables, lo que puede marcar la diferencia entre recibir atención a tiempo o no recibirla en absoluto.

Actualmente, la infraestructura de salud en Guainía es limitada y desigual. Aunque Inírida, la capital, cuenta con algunos centros médicos, estos no son suficientes para atender a toda la población, y mucho menos a quienes viven en zonas más alejadas, obligando a los habitantes a realizar largos desplazamientos en condiciones adversas para recibir atención. Además, la precariedad en equipamiento, la falta de personal especializado y la ausencia de servicios médicos de alta complejidad agravan la crisis sanitaria en la región. Esta situación se ve agravada por factores socioeconómicos, como la pobreza y la falta de medios de transporte, lo que limita aún más el acceso a los servicios esenciales.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo determinar zonas potenciales para la ubicación de nuevos centros de salud en el departamento de Guainía mediante la aplicación de herramientas de análisis espacial en Sistemas de Información Geográfica (SIG). A través del uso

de técnicas avanzadas como la superposición ponderada, se integran diversas variables geográficas, demográficas y socioeconómicas para identificar ubicaciones estratégicas que optimicen la cobertura y la eficiencia del sistema de salud. Este enfoque permite un análisis basado en evidencia que contribuye a la planificación territorial y a la toma de decisiones informadas por parte de las autoridades y entidades responsables de la prestación de servicios de salud.

El estudio no solo busca generar soluciones concretas para mejorar la distribución de la infraestructura sanitaria en Guainía, sino que también pretende desarrollar una metodología replicable que pueda ser aplicada en otras regiones con condiciones geográficas y sociales similares. Al mejorar la planificación y localización de los centros de salud, se espera reducir las desigualdades en el acceso a la atención médica, fortalecer la calidad de vida de la población y contribuir a la reducción de brechas en salud en el país.

## **1. Planteamiento del problema de investigación**

### **1.1 Descripción del área problemática**

Se destaca la importancia de abordar la sostenibilidad y el flujo de recursos en el sistema de salud colombiano como elementos críticos para garantizar su funcionamiento efectivo a largo plazo. A pesar de los avances en cobertura y acceso a servicios de salud, persisten preocupaciones sobre la capacidad del sistema para mantenerse financieramente viable y para asegurar una distribución ágil y oportuna de los recursos necesarios. Estos desafíos requieren la implementación de mecanismos que promuevan una gestión eficiente de los recursos y una planificación estratégica que garantice la sostenibilidad financiera del sistema de salud en Colombia.

La atención sanitaria es un derecho fundamental, y su accesibilidad es un determinante clave de la salud pública. En Guainía se ha observado una creciente necesidad de servicios de salud debido a accesibilidad, vías, corrupción, etc.

Guainía es un departamento de la región amazónica de Colombia, caracterizado por su geografía compleja, con extensas áreas de selva y pocos accesos viales. Esto dificulta la movilidad y el acceso a servicios de salud, especialmente en comunidades rurales e indígenas.

La infraestructura de salud en Guainía es limitada. Aunque hay centros de salud y hospitales en la capital, Inírida, muchas zonas rurales carecen de instalaciones adecuadas. Los servicios suelen ser escasos y en mal estado, con falta de equipamiento y personal capacitado.

En cuanto a la cobertura de servicios de salud en Guainía es desigual. A menudo, las comunidades más alejadas enfrentan barreras significativas para acceder a atención médica. Además, los servicios especializados son limitados, y los pacientes a menudo deben desplazarse a otras regiones para recibir atención adecuada.

Las condiciones socioeconómicas en Guainía son un factor crítico que afecta el acceso a la salud. La población tiene un bajo nivel de ingresos, lo que limita su capacidad para costear tratamientos médicos, transporte y otros gastos asociados a la atención en salud; así mismo una parte significativa de la población en Guainía es indígena, lo que presenta retos adicionales en términos de acceso a la salud. Las barreras culturales, la falta de información en lenguas nativas y la desconfianza en los servicios de salud convencionales complican aún más la situación.

El uso de GIS en la planificación sanitaria permite una toma de decisiones más informada y basada en datos. La capacidad de mapear y analizar datos geoespaciales proporciona a los responsables de políticas herramientas efectivas para identificar áreas con mayor necesidad de servicios. La técnica de superposición ponderada permite integrar múltiples factores en un solo análisis, facilitando la identificación de ubicaciones óptimas que podrían no ser evidentes a través de métodos tradicionales.

La localización adecuada de un nuevo hospital puede tener un impacto significativo en la salud pública de la comunidad. Se espera que la identificación de áreas estratégicas no solo mejore el acceso a la atención médica, sino que también contribuya a la reducción de tasas de morbilidad

y mortalidad, mejorando en última instancia la calidad de vida de la población. Además, un nuevo hospital puede generar oportunidades económicas, creando empleos y estimulando el desarrollo local.

## 1.2 Justificación

La justificación para la identificación de zonas potenciales para nuevos centros de salud en Guainía se fundamenta en la urgente necesidad de garantizar el acceso a la salud como un derecho fundamental, especialmente en regiones donde las barreras geográficas y socioeconómicas limitan su ejercicio. La situación crítica en Guainía, caracterizada por una infraestructura sanitaria insuficiente y desigual, demanda un análisis espacial que permita localizar estratégicamente nuevos centros de salud, beneficiando a las comunidades más vulnerables, en particular las poblaciones rurales e indígenas.

Además, el estudio se apoya en el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y un enfoque basado en evidencia, lo que permitirá desarrollar metodologías replicables para otras regiones de Colombia con desafíos similares. La correcta localización de estos centros no solo busca mejorar el acceso a servicios de salud, sino que también tiene el potencial de impactar positivamente en la salud pública, reduciendo tasas de morbilidad y mortalidad, y fomentando un desarrollo social y económico más equitativo en la región. En resumen, este trabajo no solo aborda necesidades inmediatas de atención médica, sino que también contribuye a políticas de salud más amplias y a la equidad en el acceso a servicios en Colombia.

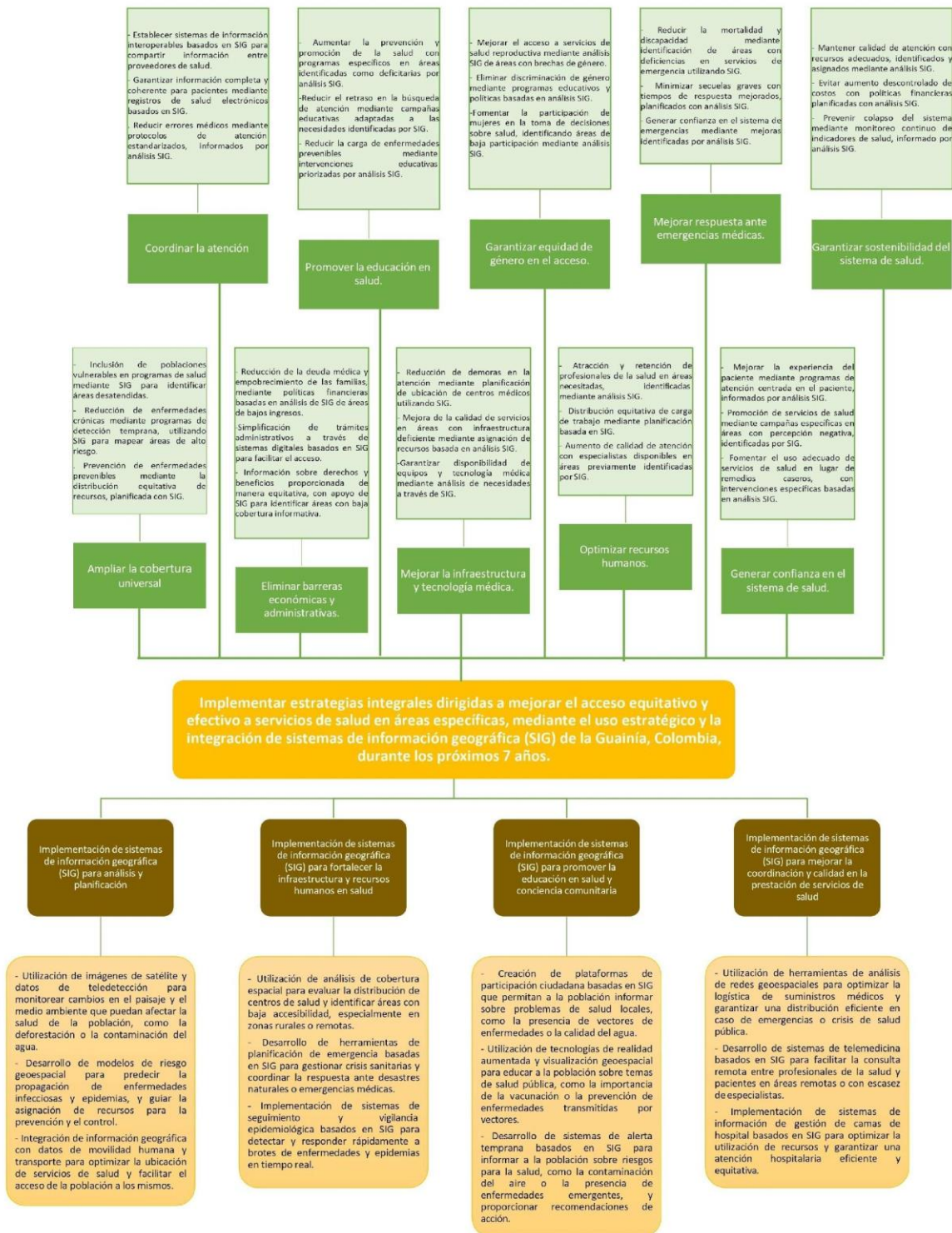
### **1.3 Formulación del problema**

En la actualidad, la mejora del bienestar social y la calidad de vida es una prioridad para muchos líderes, especialmente en países en desarrollo, lo que ha impulsado una mayor investigación en el área. Estos avances han proporcionado a los encargados de formular políticas las herramientas necesarias para ejecutar de manera eficaz los planes de desarrollo (Pérez, 2005).

Es así como la necesidad de abordar las dificultades en la implementación del Modelo de Salud actual en el departamento de Guainía es crucial por varias razones. En primer lugar, es fundamental garantizar un acceso equitativo a los servicios de salud básicos y especializados, especialmente para aquellos ubicados en zonas remotas o de difícil acceso en la región. En segundo lugar, mejorar la calidad de la atención médica es esencial para asegurar un nivel óptimo de cuidado para todos los habitantes de Guainía. En tercer lugar, es importante reducir las disparidades en salud dentro del departamento, garantizando que todos los ciudadanos tengan acceso a servicios de salud de calidad, independientemente de su ubicación geográfica o su situación socioeconómica. Finalmente, resolver estas dificultades también es crucial para alcanzar los objetivos de desarrollo relacionados con la salud en Guainía y avanzar hacia la cobertura universal de salud, así como otros objetivos de desarrollo sostenible en el país.

Lo que nos lleva a la pregunta de investigación ¿Qué herramienta SIG pueden hallar zonas potenciales para ubicar un servicio de salud en el departamento de Guainía respondiendo a las particularidades geográficas y logrando una mayor cobertura?

Figura 1 *Árbol de problemas planteado*



## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Identificar las áreas potenciales para la prestación de servicios de salud en el departamento de Guainía, integrando información de diferentes fuentes disponibles mediante el uso de Sistema de Información Geográfica (SIG)

### **2.2 Objetivos específicos**

- Integrar datos geográficos y alfanuméricos provenientes de diversas fuentes para identificar zonas con alto potencial para la prestación de servicios de salud en áreas de difícil acceso como el Departamento de Guainía
- Utilizar métodos y herramientas de los sistemas de información geográfica para identificar áreas donde potencialmente se pueda incluir un centro de salud.
- Generar Elaborar un mapa geoespacial que identifique de manera estratégica las zonas potenciales para la implementación de centros de salud en el Departamento de Guainía

### **3. Antecedentes**

El departamento de Guainía, al igual que otras regiones de Colombia, enfrenta desafíos significativos en la implementación de un sistema de salud efectivo y equitativo. La falta de acceso a servicios de salud de calidad, las dificultades financieras y las condiciones geográficas adversas son solo algunas de las barreras que enfrentan los habitantes de esta zona remota y de difícil acceso. La cobertura de salud en el departamento es limitada y muchos ciudadanos carecen de acceso a servicios médicos básicos y especializados, lo que repercute directamente en su bienestar y calidad de vida.

Para abordar estas dificultades y garantizar una atención médica de calidad para todos los habitantes del departamento de Guainía, es fundamental fortalecer el sistema de salud diferencial para este y adaptarlo a las particularidades geográficas de la región. Esto implica implementar estrategias y políticas específicas que permitan superar las barreras existentes y garantizar una cobertura del 100% en servicios de salud para toda la población. El desarrollo de un sistema de salud diferencial y adaptada a las necesidades de Guainía es crucial para promover la equidad en el acceso a la atención médica y reducir las disparidades en salud dentro del departamento. Además, fortalecer el sistema de salud contribuirá a mejorar la calidad de vida de los habitantes de Guainía, asegurando un nivel óptimo de cuidado para todos, independientemente de su ubicación geográfica o situación socioeconómica

Para el fortalecimiento del sistema de salud en Guainía, es importante considerar diversos términos y componentes clave que influyen en la implementación de políticas y estrategias efectivas. Algunos de estos términos relevantes incluyen:

**Modelo de Datos Espaciales:** El modelo de datos espaciales es fundamental para la planificación y gestión de servicios de salud en áreas geográficamente dispersas como Guainía. Permite visualizar y analizar información geográfica, facilitando la identificación de áreas con mayor necesidad de servicios de salud y el diseño de rutas de acceso eficientes para garantizar una cobertura equitativa. (Vitturini M, Fillottrani P & Castro S. 2015).

**Sistema de Información Geográfica (SIG):** El SIG es una herramienta poderosa para la gestión de la información espacial en el sector de la salud. Permite integrar datos geográficos con información de salud, facilitando la toma de decisiones basada en evidencia y la planificación de servicios de salud eficientes y efectivos. (Vitturini M & Castro S. 2015)

**Planeación y Ordenamiento Territorial:** La planeación y ordenamiento territorial son esenciales para garantizar un desarrollo sostenible y equitativo en Guainía. La integración de la planificación territorial con la planificación de servicios de salud permitirá identificar las necesidades específicas de la población y diseñar estrategias que se adapten a las particularidades geográficas de la región.

---

Estos conceptos y componentes proporcionan un diseño e implementación de intervenciones para fortalecer el sistema de salud en Guainía. Al integrar modelos de datos espaciales, sistemas de información geográfica y planificación territorial, será posible desarrollar soluciones innovadoras y adaptadas a las necesidades específicas de la región, garantizando una cobertura del 100% en servicios de salud y promoviendo el bienestar de todos los habitantes del departamento.

#### Desigualdades en la Cobertura Universal:

A pesar de los esfuerzos dedicados y las políticas implementadas, Colombia no ha alcanzado plenamente la cobertura universal en salud. Aunque se han realizado avances notables en la expansión de la cobertura de salud a lo largo de los años, aún persisten brechas significativas que dejan a un segmento considerable de la población sin acceso adecuado a servicios médicos esenciales.

Estudio relevante: "Cobertura universal y acceso efectivo a los servicios de salud: ¿Qué ha pasado en Colombia después de diez años de la Sentencia T-760?"

El estudio examina cómo han evolucionado la cobertura y el acceso a los servicios de salud en Colombia en la última década, en particular en lo que respecta a la reducción de las desigualdades en la cobertura universal. Se analizan indicadores clave como la afiliación al sistema de salud, la utilización de servicios de salud, la equidad en el acceso a servicios de calidad y la satisfacción de los usuarios. (Restrepo-Zea, J. H., Casas-Bustamante, L. P., & Espinal-Piedrahita, J. J. 2018).

Barreras Económicas y Administrativas:

En Colombia, las barreras económicas y administrativas representan un desafío significativo para el acceso efectivo a la salud, particularmente en lo que respecta a las demoras en la reclamación y dispensación de medicamentos. Muchas personas, especialmente aquellas de bajos ingresos o que viven en áreas rurales, enfrentan dificultades para obtener los medicamentos recetados debido a los procesos burocráticos prolongados y a la falta de disponibilidad en las instituciones de salud.

Estudio relevante: “Barreras de acceso del sistema de salud colombiano en zonas rurales: percepciones de usuarios del régimen subsidiado”.

Este estudio ofrece una visión integral de las dificultades que experimentan los habitantes de zonas rurales al intentar utilizar el sistema de salud colombiano, proporcionando información valiosa para la formulación de políticas y la mejora de la prestación de servicios de salud en estas comunidades.

La infraestructura insuficiente en el sistema de salud se manifiesta especialmente en la falta de centros de atención médica en áreas necesitadas. Muchas comunidades, especialmente aquellas ubicadas en zonas rurales o marginales, carecen de acceso adecuado a instalaciones médicas cercanas que puedan brindar servicios de atención primaria y especializada. Esta falta de centros

---

de salud no solo dificulta el acceso a la atención médica para los residentes locales, sino que también contribuye a la exacerbación de problemas de salud prevenibles y a una mayor disparidad en el acceso a servicios de salud de calidad. (Bermúdez, J. A., & Restrepo, J. 2018)

Estudio relevante: “Acceso a servicios de salud: análisis de barreras y estrategias en el caso de Medellín, Colombia”.

El estudio proporciona información valiosa sobre las deficiencias en la infraestructura de salud y las necesidades no cubiertas en Medellín y, por extensión, en otras regiones de Colombia, ofreciendo una base para la formulación de políticas y la implementación de estrategias dirigidas a mejorar el acceso a la atención médica en áreas necesitadas.

#### Recursos Humanos Limitados:

La falta de profesionales de la salud no solo dificulta el acceso a la atención médica para la población que vive en regiones apartadas, sino que también sobrecarga a los pocos profesionales disponibles, lo que puede resultar en una atención deficiente y una mayor carga laboral. Esta escasez de recursos humanos en el sector de la salud representa un desafío significativo para el sistema de salud colombiano y requiere medidas urgentes para reclutar, capacitar y retener a más profesionales de la salud en todas las áreas del país. (Bermúdez, J. A., & Restrepo, J. 2018)

Estudio relevante: “Acceso a servicios de salud: análisis de barreras y estrategias en el caso de Medellín, Colombia”.

Examina la problemática de recursos humanos limitados en el ámbito de la salud en Colombia, específicamente en la ciudad de Medellín. Se destaca la escasez de médicos, enfermeras y otros profesionales de la salud como una de las principales barreras para el acceso a servicios médicos de calidad en la región. Esta limitación afecta la capacidad de los centros de salud para atender adecuadamente a la población, especialmente en áreas vulnerables y marginadas. (Bermúdez, J. A., & Restrepo, J. 2018)

## 4. Referente normativo y legal

En Colombia, la medición de la pobreza se ha llevado a cabo utilizando la metodología del Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), que es un método directo para identificar las carencias críticas en una población a través de indicadores simples. Este índice es parte integral de la estimación de la línea de pobreza, que se define como el costo mínimo de una canasta de bienes y servicios necesarios para cubrir necesidades básicas como alimentación, vivienda, vestimenta, educación y salud (DANE, 2021).

De acuerdo con el último censo de población realizado por el DANE (2018) los departamentos de La Guajira, Vaupés, Vichada, Córdoba, Chocó y Guainía presentan los niveles más altos de NBI, por encima del 75,0 %. Siendo este último el departamento en el que el 59.21% de la población enfrenta NBI, mientras que el 35.3% se encuentra por debajo de la línea de miseria. Estas cifras revelan que el departamento supera la media nacional en términos de pobreza, indicando que la capacidad de los hogares para obtener de manera relativamente estable los recursos necesarios para cubrir las necesidades básicas como la salud de sus miembros es precaria.

Dentro del NBI en Colombia, el acceso a la salud es uno de los componentes más relevantes y se mide a través de indicadores específicos relacionados con las condiciones de salud y el acceso a servicios médicos básicos. Estos indicadores suelen incluir aspectos como la disponibilidad de servicios de salud en la comunidad, la cobertura de seguro médico, la accesibilidad a centros de atención médica y la disponibilidad de medicamentos básicos (Feres & Mancero, 2001).

Así pues, el Decreto 2561, emitido por el Ministerio de Salud y Protección Social en diciembre de 2014, estableció el Modelo Integral de Atención en Salud (MIAS) para el Departamento del Guainía. Este modelo se fundamenta en la legislación contemplada en el artículo 14 de la Ley 1122 de 2007, el artículo 30 de la Ley 1438 de 2011, así como en el Plan Nacional de Desarrollo y otras normativas pertinentes, incluyendo la Resolución 4827 de 2015 y las Leyes 1751 y 1753 de 2015. La Política de Atención Integral en Salud (PAIS), adoptada mediante la Resolución 429 de 2016 y modificada por la Resolución 489 de 2019, es también parte integral de este modelo.

El objetivo principal del Modelo de Salud es mejorar los indicadores de salud, incrementar el acceso a los servicios de salud y generar un impacto positivo en el perfil epidemiológico de la población. Este modelo fortalece tanto la prestación de servicios de salud como el aseguramiento, y facilita la coordinación de todos los actores involucrados en el sistema de salud. Su implementación se llevará a cabo de manera gradual durante un periodo proyectado de cinco años.

No obstante, la implementación del Modelo Integral de Atención en Salud (MIAS) enfrenta dificultades financieras debido a la insuficiencia de los recursos asignados por la Unidad de Pago (UPC) para el Departamento. Esta situación obstaculiza la operación eficiente y de calidad del sistema de salud, especialmente para brindar acceso a la atención médica a toda la población del Departamento, sobre todo a aquella ubicada en zonas de difícil acceso y alta dispersión geográfica (1 habitante por cada 4 kilómetros cuadrados).

Específicamente, el MIAS enfrenta diversas dificultades para su operación en la red de prestación de servicios de salud, entre las cuales se incluyen:

- Condiciones geográficas adversas y alta dispersión de la población, que dificultan la prestación de servicios y generan costos elevados en el transporte aéreo y fluvial.
- El único hospital, categorizado como de mediana complejidad, cuenta con ocho especialidades, pero sus equipos biomédicos carecen de calibración y algunos han superado su vida útil.
- Los insumos y dispositivos médicos son insuficientes, lo que afecta la prestación de servicios, y no se garantiza la entrega oportuna de medicamentos básicos y medicamentos no disponibles.
- La falta de equipos especializados para realizar intervenciones quirúrgicas obliga en ocasiones a remitir a los pacientes del departamento a instituciones en otras regiones del país que ofrecen una mayor complejidad de atención.

## 5. Referente teórico

La planificación y ubicación estratégica de servicios de salud son cruciales para garantizar el acceso equitativo a la atención médica. La falta de instalaciones adecuadas puede resultar en disparidades significativas en la salud de la población. Este estudio tiene como objetivo identificar áreas óptimas para la ubicación de un nuevo hospital en Guainía utilizando un Sistema de Información Geográfica (GIS) y la técnica de superposición ponderada. Este enfoque permitirá a los responsables de la toma de decisiones mejorar el acceso a la atención médica, optimizando recursos y abordando las necesidades específicas de la comunidad.

A continuación se desglosan diferentes conceptos clave para abordar el problema planteado:

### **Teoría de Localización de Servicios**

La teoría de localización de servicios aborda cómo se deben ubicar las instalaciones para maximizar el acceso y la eficiencia. Los modelos de localización consideran factores como la demanda de servicios, la oferta disponible y la infraestructura existente. Esta teoría es especialmente relevante en el ámbito de la salud, donde la ubicación puede influir directamente en la utilización de servicios y en los resultados de salud de la población. Buzai, Gustavo D; Baxendale, Claudia A. (2008)

## **Geografía y Análisis Espacial**

“Los GIS son herramientas poderosas que permiten el análisis y la visualización de datos geoespaciales. Los GIS no solo facilitan la representación gráfica de datos, sino que también permiten realizar análisis complejos que ayudan a identificar patrones y tendencias. En el contexto de la salud” (Pérez-Guerra. G.A; Sosa-Franco, I; Machado-García, N & Ruiz-Pérez, M.E, 2023), estas herramientas pueden ser utilizadas para mapear la distribución de enfermedades, la demografía y la accesibilidad a servicios de salud, lo que es fundamental para la toma de decisiones informadas.

### **Método de Superposición Ponderada**

La superposición ponderada es una técnica que permite combinar diferentes capas de información geográfica, asignando pesos a cada criterio según su importancia. Este método es esencial en la toma de decisiones espaciales, ya que permite integrar factores como la proximidad a la población, la infraestructura de transporte y las condiciones socioeconómicas. Este enfoque será utilizado en este estudio para evaluar las áreas potenciales para la ubicación del hospital, asegurando que se consideren múltiples dimensiones en la decisión final.

La superposición ponderada es una técnica de análisis espacial ampliamente utilizada en Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permite combinar múltiples capas de información geográfica, asignando a cada una un peso relativo según su importancia. Este proceso resulta en un mapa que muestra la aptitud o idoneidad de cada área para un propósito específico, en este caso, la ubicación de un hospital. (Bermúdez, J. A., & Restrepo, J.2018)

### **¿Cómo funciona la superposición ponderada en este proyecto?**

Identificación de criterios: Se seleccionan los factores o criterios que influyen en la ubicación del hospital, como:

Accesibilidad: Distancia a vías, centros poblados, etc.

Demografía: Densidad poblacional, grupos vulnerables.

Riesgos naturales: Zonas de inundación, sismicidad.

Servicios básicos: Disponibilidad de agua, energía, etc.

Costos: Valor del terreno, costos de construcción.

- Creación de capas: Cada criterio se representa en una capa geográfica (raster o vectorial) en el SIG.
- Asignación de pesos: Se asigna un peso a cada capa, reflejando su importancia relativa en la decisión final. Criterios como la accesibilidad o la densidad poblacional suelen tener pesos más altos.
- Normalización de datos: Los valores de cada capa se normalizan para que estén en una escala común, facilitando la comparación.
- Superposición: Las capas se superponen, combinando los valores de cada celda según los pesos asignados.
- Generación del mapa de aptitud: El resultado es un mapa que muestra las zonas más aptas para la ubicación del hospital, donde los valores más altos indican una mayor idoneidad.

### **¿Cómo puede ayudar la superposición ponderada a este proyecto?**

- Evaluación multicriterio: Permite considerar múltiples factores de manera simultánea, lo que proporciona una visión más completa y objetiva.
- Visualización espacial: Genera mapas que facilitan la comprensión de los resultados y la comunicación de las conclusiones.
- Toma de decisiones: Ayuda a identificar las mejores ubicaciones potenciales, respaldando la toma de decisiones basadas en evidencia.
- Justificación: Permite justificar la elección de una ubicación específica, mostrando de manera clara los criterios considerados y su importancia relativa.

### **Accesibilidad a Servicios de Salud**

La accesibilidad es un concepto multidimensional que abarca tanto la proximidad geográfica como factores socioeconómicos. “La accesibilidad a los servicios de salud está determinada por una combinación de factores físicos, económicos y sociales. Por ejemplo, la distancia a los servicios de salud, la calidad de las vías de acceso y los costos asociados son elementos que impactan la utilización de los servicios” (Bermúdez, J. A., & Restrepo, J. 2018). Este estudio evaluará la accesibilidad como un criterio clave en la selección de ubicaciones.

### **Impacto de Nuevas Instalaciones de Salud**

La evaluación del impacto de nuevas instalaciones de salud es crucial para comprender su efecto en la comunidad. Según Arias, C. (2020), la implementación de un nuevo hospital puede no solo mejorar el acceso a servicios de salud, sino también generar beneficios económicos y sociales. Se espera que un nuevo hospital contribuya a la reducción de tasas de morbilidad y mortalidad, mejorando en última instancia la salud general de la población. Este estudio considerará estas dimensiones al evaluar los resultados esperados.

### **Sistema de salud diferencial**

Un sistema de salud con enfoque diferencial constituye tanto un marco jurídico como un principio orientador de las políticas públicas y del Modelo de Atención en Salud. Se entiende como una herramienta analítica y metodológica para identificar, evaluar y comprender las particularidades sociales, geográficas y económicas, así como las interrelaciones entre estas, de individuos y grupos que históricamente han experimentado situación de vulnerabilidad social (SDS, 2020).

### **Modelo de Datos Espaciales**

Es un enfoque para la planificación y gestión del territorio en el que se organiza, almacena y gestiona información geográfica y espacial. Este tipo de modelos representan características y relaciones espaciales entre diferentes objetos y fenómenos geográficos y permite almacenar datos geoespaciales, como coordenadas geográficas, límites de áreas, características topográficas, entre

---

otros, de manera que puedan ser manipulados y analizados de manera eficiente (Rigol-Sánchez et al., 2011).

### **Sistema de Información Geográfica (SIG)**

Es una herramienta que permite crear, analizar y representar cartográficamente diferentes datos. Un SIG puede conectar datos integrándolos en una representación, lo cual permite a los tomadores de decisiones comprender patrones y relaciones con el contexto geográfico de una manera más fácil y eficiente. (Esri, 2024)

### **Plan de ordenamiento territorial**

Es un instrumento básico para un desarrollo apropiado de un municipio o departamento, debido a que establece políticas, directrices, estrategias, programas y actuaciones para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y el uso adecuado del suelo, este tiene en cuenta la protección del medio ambiente, los recursos naturales existentes, la prevención de amenazas y riesgos naturales. (Ley 388, 1997, art.9)

## 6. Metodología

Para realizar una integración de modelos de datos espaciales, sistemas de información geográfica y planificación territorial para mejorar la gestión de servicios de salud en áreas geográficamente dispersas como Guainía, se utilizará un enfoque de investigación mixto.

Este enfoque permitirá combinar la recopilación y análisis de datos cuantitativos (por ejemplo, estadísticas de salud, datos demográficos, accesibilidad a servicios de salud) con el análisis cualitativo (entrevistas y observación participante) para comprender mejor el contexto local, las necesidades de la población y las barreras para acceder a los servicios de salud.

Además, el enfoque mixto facilitará la creación de modelos espaciales y la planificación territorial basada en datos con una comprensión profunda de las realidades locales y las perspectivas de los actores clave en la gestión de la salud en Guainía.

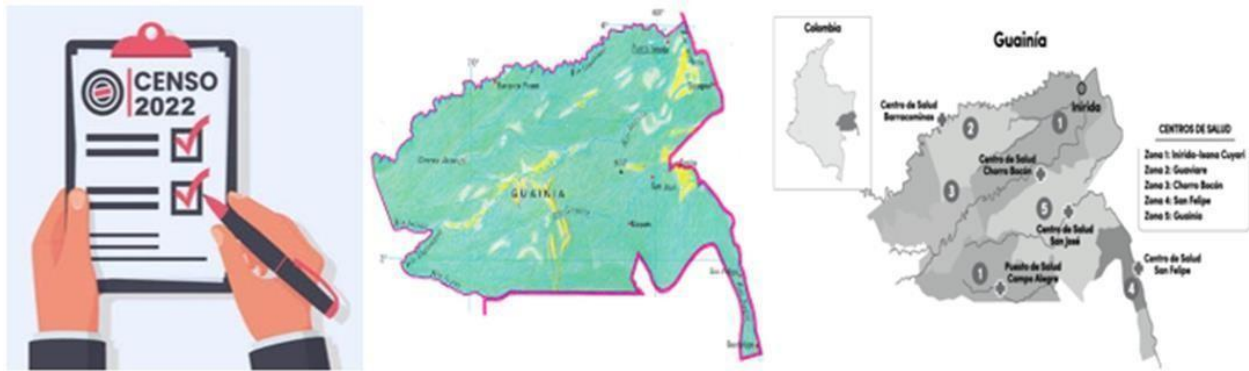
### **Instrumentos para recolección de información**

Se utilizará una variedad de instrumentos para la recolección de información.

Algunos de estos instrumentos incluyen encuestas, fuentes secundarias de información y análisis de documentos.

**Fuentes secundarias:** Datos demográficos (Censos), registros de salud, mapas existentes, informes gubernamentales y estudios previos pueden ser utilizados como fuentes secundarias para complementar la información recopilada mediante otros métodos. *Información secundaria*

**Figura 2. Información Secundaría**



**Fuente:** DANE, 2022.

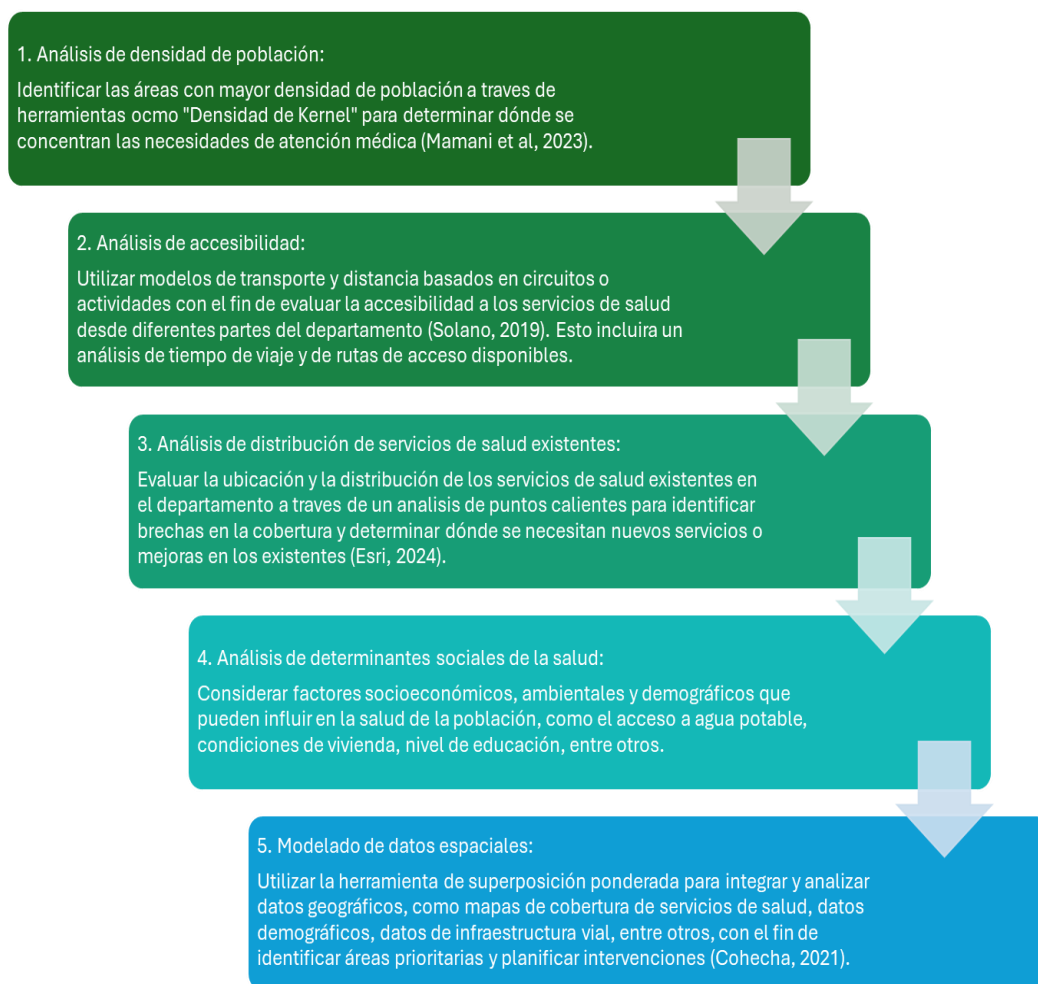
1. **Análisis de documentos:** Revisión de políticas de salud, planes de desarrollo territorial, y otros documentos relevantes para comprender el marco normativo y las estrategias de planificación existentes.

Al combinar estos instrumentos, se podrá obtener una perspectiva integral de la situación de la salud en Guainía y diseñar intervenciones efectivas para mejorar la gestión de servicios de salud en áreas dispersas.

Con el fin de identificar las áreas con mayor necesidad de servicios de salud en el

departamento de Guainía y diseñar rutas de acceso eficientes, se plantean las siguientes técnicas y métodos de análisis geográfico. Como se observa en la siguiente figura.

**Figura 3. Métodos de Análisis**



Fuente: Autores, 2024.

Al integrar estos métodos y técnicas de análisis geográficos con la planeación territorial, se buscará brindar una herramienta para el departamento de Guainía, que busque identificar zonas potenciales de ubicación para servicios de salud, mejorando ostensiblemente la cobertura.

La elaboración de mapas de zonas potenciales para servicios de salud en Guainía, utilizando técnicas de análisis espacial y geoprocésamiento, es un proceso que requiere un enfoque técnico bien estructurado, basado en la integración de diversas fuentes de datos geoespaciales. A continuación, se explica el paso a paso de la metodología para la creación del mapa.

#### **Selección de las capas de información geoespacial:**

Para el análisis espacial, se deben seleccionar y preparar capas de información relevantes. En este caso, fueron fundamentales para determinar las zonas óptimas para el desarrollo de servicios de salud. Las siguientes capas:

- Cercanía a zonas protegidas - Ley Segunda: Las zonas protegidas pueden ser áreas de difícil acceso, pero también pueden tener recursos naturales, que son clave para la sostenibilidad de los proyectos. Esta capa evalúa la proximidad a áreas que podrían restringir el desarrollo de nuevos proyectos debido a regulaciones o limitaciones de uso del suelo.

- Acceso a vías fluviales: Dado que Guainía está en una región amazónica, las vías fluviales son esenciales para el transporte y la accesibilidad de las zonas. La cercanía a ríos y puertos fluviales puede facilitar la llegada de suministros médicos, personal de salud, y el transporte de pacientes.
- Cobertura de servicios públicos: La disponibilidad de servicios básicos como agua potable, electricidad y telecomunicaciones es crucial para el desarrollo de proyectos de salud. Esta capa evalúa si las zonas tienen acceso a estos servicios, lo cual es fundamental para la viabilidad de un centro de salud.
- Presencia de grupos armados: La presencia de estos grupos y sus actividades ilícitas han generado múltiples afectaciones humanitarias, como desplazamientos forzados, restricciones a la movilidad, amenazas, reclutamiento forzado de menores y violencias basadas en género. La limitada presencia estatal y la dispersión de la población en un territorio extenso dificultan la denuncia, el registro y la atención de las víctimas. Además, la llegada de población desplazada desde Venezuela y Brasil, debido al cierre de minas en esos países, ha incrementado la presión sobre las comunidades locales y los ya limitados servicios públicos en áreas como Inírida, la capital departamental
- Componente Biofísico: En esta capa se realiza un compendio de información del clima y relieve del departamento de Guainía, prefiriendo zonas con poca pendiente y con un clima confortable para la operación del centro de salud
- Ocupación: Esta capa es el producto de la información del DANE, y las encuestas definidas anualmente como:

1. Estadísticas Vitales (EEVV) 2023: Nacimientos: En 2023, se registraron 1,059 nacimientos en Guainía, representando el 0.2% del total nacional, defunciones: En el mismo año, se reportaron 14 defunciones en el departamento, lo que equivale al 0% del total nacional.
2. Encuesta Nacional de Hogares (GEIH) 2024: El DANE ha implementado encuestas de hogares para recopilar información sobre aspectos socioeconómicos de la población. Aunque los datos específicos para Guainía en 2024 no están detallados en las fuentes consultadas, estas encuestas generalmente incluyen información sobre empleo, ingresos y condiciones de vida.
3. Información Demográfica: Según el censo de 2018, Guainía tenía una población total de 48,114 habitantes. La densidad poblacional es baja debido a la vasta extensión territorial del departamento.

Es importante tener en cuenta que, debido a la dinámica poblacional y a la disponibilidad de datos, las cifras pueden variar con el tiempo, sin embargo esta información fue útil para georreferenciar y realizar geoprocesamientos.

### **Aplicación de la Superposición Ponderada (Weighted Overlay)**

Una vez que se tienen las capas de información, el siguiente paso es aplicar una metodología de superposición ponderada, que consiste en asignar pesos a cada una de las capas de acuerdo con su relevancia para el proyecto. En este caso, el proceso siguió los siguientes pasos:

- **Asignación de valores:** Cada capa es representada numéricamente. Por ejemplo, la cercanía a las zonas protegidas podría asignar un valor más bajo (menos óptima) a las áreas cercanas a las zonas de alta protección, mientras que las zonas más alejadas pueden recibir un valor más alto (más óptima). Lo mismo ocurre con la proximidad a vías fluviales, la cobertura de servicios públicos y otras variables.
- **Ponderación:** Las capas pueden tener diferentes grados de importancia dependiendo del contexto y los objetivos del proyecto. Por ejemplo, si el acceso a servicios públicos es más crítico que la proximidad a zonas protegidas, se le asignaría un mayor peso a la capa de cobertura de servicios públicos.
- **Combinación de capas:** A través de un software de SIG (Sistema de Información Geográfica), se realiza la superposición ponderada, combinando las diferentes capas con sus respectivos pesos. Esto genera un índice de idoneidad para cada área del municipio, que posteriormente se traduce en un mapa de calor o coroplético, donde las zonas óptimas para la implementación de servicios de salud serán las que tengan una mayor puntuación.

### **Generación del mapa de calor o coroplético**

El resultado final del proceso de superposición ponderada es un mapa de calor (heat map) o mapa coroplético, en el que las áreas del municipio están coloreadas en diferentes tonos según su idoneidad para el desarrollo de proyectos de salud.

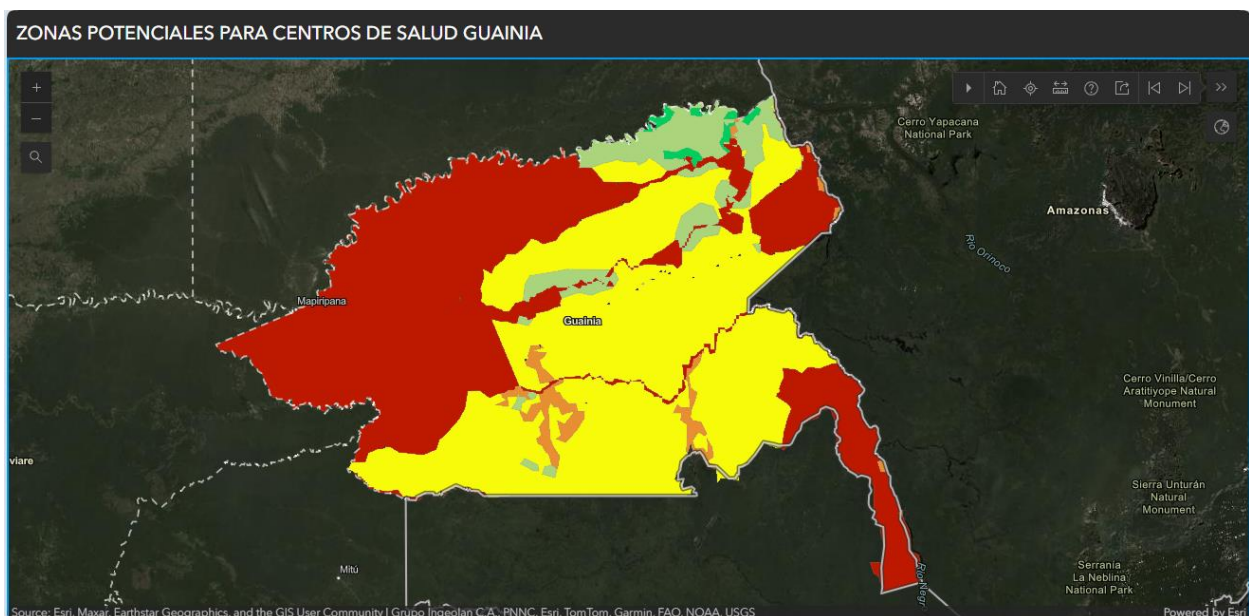
- Zonas óptimas: Las áreas con colores que indican una mayor idoneidad (verde) representan las mejores ubicaciones para la implementación de nuevos servicios de salud.
- Zonas poco aceptables: Las áreas con colores (amarillo o rojo) representan zonas donde las condiciones no son tan favorables debido a restricciones geográficas, culturales, o logísticas.

## 7. Resultados

### 7.1 Zonas potenciales de salud en el departamento de Guainía.

Se realizó la superposición ponderada y con el resultado se generó el mapa de calor en el cual se observa las zonas óptimas de color verde para colocar un centro de salud.

**Figura 4.** Zonas Potenciales para centros de salud en el departamento de Guainía.



<https://umanizales.maps.arcgis.com/apps/instant/exhibit/index.html?appid=51cbc7dac4af4ce1ba4ea01e5b30062a&locale=es>

En el enlace anterior es posible realizar la revisión del mapa presentado en la figura 6. Zonas Potenciales para centros de salud en el departamento de Guainía con el uso de un dashboard arcgis pro online.

## 7.2 Clasificación de zonas

### **Áreas de muy alto y alto potencial:**

- Se concentran en pequeños sectores bien definidos, principalmente al centro y noreste del área de estudio.
- Representan el 8% del total del territorio analizado.
- Estas áreas tienen características favorables, como acceso cercano a infraestructuras existentes y riesgo reducido.

### **Áreas de potencial moderado:**

- Cubren aproximadamente el 5% del área total.
- Estas zonas tienen limitaciones menores que podrían mitigarse con intervenciones estratégicas.

### **Áreas de bajo y muy bajo potencial:**

- Dominan el análisis, representando cerca del 87% del territorio.
- Se encuentran dispersas y predominan en el borde oeste y sur del mapa, áreas caracterizadas por riesgos ambientales o falta de infraestructura adecuada.

### **7.3 Análisis espacial**

**Proximidad al río:** Las áreas verdes están generalmente lejos del río, lo que podría reducir riesgos de inundación; Las zonas naranjas y rojas, más cercanas al río, podrían estar afectadas por riesgos ambientales como erosión o inundación.

**Concentración de infraestructura:** Los puntos verdes dentro de las áreas con potencial moderado o bajo podrían indicar la presencia de edificaciones existentes que se beneficiarían de mejoras en infraestructura.

### **7.4 Interpretación de la Distribución Espacial de las Zonas**

El análisis de zonas potenciales en el área de estudio muestra una distribución heterogénea de las clasificaciones de potencial sanitario. Aunque se identifican áreas óptimas especificadas en color verde, estas representan una proporción limitada del territorio total. Sugiriendo un desequilibrio espacial en las condiciones necesarias para la instalación o mejora de infraestructura sanitaria.

#### **Zonas de alto potencial (verde oscuro y claro):**

Estas áreas, que se concentran en sectores reducidos, destacan por sus características favorables, como la accesibilidad, la relativa lejanía a zonas de riesgo (cercanas al río) y posiblemente la existencia de infraestructura base o terrenos aptos y representan oportunidades

---

inmediatas para optimizar la atención sanitaria, ya que requieren menores inversiones iniciales para su desarrollo.

**Zonas de potencial moderado (amarillo):**

Las zonas clasificadas con color amarillo están distribuidas en áreas intermedias, lo que indica que tienen características mixtas. Estas podrían incluir limitaciones como accesibilidad restringida, proximidad a zonas de riesgo o deficiencias en infraestructura existente; estas áreas representan un nivel intermedio en cuanto a intervención necesaria: no son ideales, pero con esfuerzos estratégicos (como mejoras viales, reducción de riesgos ambientales y ampliación de servicios básicos) podrían alcanzar un potencial mayor.

**Zonas de bajo y muy bajo potencial (naranja y rojo):**

Estas áreas abarcan la mayor parte del territorio analizado y presentan las mayores limitaciones para el desarrollo de infraestructura sanitaria. Su proximidad al río podría indicar un riesgo significativo de inundaciones, erosión o contaminación, factores que dificultan la viabilidad de proyectos a largo plazo. Sin embargo, es importante considerar que, aunque estas zonas no sean óptimas, podrían albergar comunidades vulnerables que requieren atención prioritaria. En este caso, los esfuerzos deberían enfocarse en mitigar riesgos ambientales e implementar soluciones temporales o móviles, como clínicas itinerantes.

## **7.5 Impacto de los Factores Geográficos**

El río Inírida el cual atraviesa la región es un elemento geográfico clave que influye significativamente en la clasificación de las zonas. Si bien proporciona recursos esenciales, como agua, también puede representar un riesgo en términos de inundaciones y acceso limitado durante temporadas de lluvia. Este factor geográfico condiciona tanto las posibilidades de expansión como la sostenibilidad de los servicios sanitarios en las áreas cercanas.

## **7.6 Relevancia para la Planificación Territorial**

Los resultados del análisis son cruciales para la planificación sanitaria y territorial, ya que destacan:

- La necesidad de una priorización estratégica: Las áreas de alto potencial deben aprovecharse para consolidar servicios clave y garantizar su sostenibilidad a largo plazo.
- La importancia de las intervenciones mitigadoras: Las zonas de bajo y muy bajo potencial, aunque menos favorables, pueden requerir acciones inmediatas si albergan poblaciones vulnerables.
- La conveniencia de adoptar enfoques basados en riesgos: Esto incluye identificar áreas críticas cerca del río y planificar medidas preventivas, como muros de contención o sistemas de drenaje.
- Las áreas de alto potencial pueden garantizar servicios accesibles con menos intervención inicial, lo que favorece proyectos sostenibles a largo plazo.

- Las áreas de bajo potencial requieren inversiones significativas que podrían no ser sostenibles si no se gestionan adecuadamente los riesgos.
- La falta de coincidencia entre las áreas de alto potencial y la posible ubicación de comunidades puede generar desigualdades en el acceso a servicios de salud.

## 8. Conclusiones

- La predominancia de áreas de bajo y muy bajo potencial en el territorio del departamento de Guainía evidencia limitaciones significativas, como la proximidad a ríos y la falta de infraestructura adecuada. Estas condiciones no solo dificultan el desarrollo de centros de salud permanentes, sino que también exigen enfoques que combinen infraestructura física con soluciones flexibles y adaptables para superar las barreras naturales y culturales.
- La integración de modelos de datos espaciales ha sido clave para identificar ubicaciones óptimas para futuros centros de salud. Este enfoque permite considerar factores abióticos, bióticos y culturales específicos de la región, asegurando que la ubicación seleccionada sea funcional, estratégica y alineada con las necesidades de la comunidad.
- El río Inírida, si bien representa un recurso clave para la conectividad y el transporte en la región, actúa también como un factor de riesgo que impacta negativamente la viabilidad de instalaciones permanentes. Su influencia debe ser gestionada cuidadosamente, aprovechando sus ventajas logísticas mientras se mitigan los riesgos asociados, como inundaciones y erosión.
- El uso de la superposición ponderada como técnica de análisis ha proporcionado un enfoque cuantitativo e integrador. Este método facilita la priorización de los factores clave según su relevancia, apoyando la toma de decisiones basada en datos y permitiendo la validación y replicabilidad de los resultados.
- Las áreas identificadas como de alto y muy alto potencial representan solo el 8% del territorio analizado, lo que indica una disparidad considerable en las condiciones necesarias para la implementación de servicios de salud. Este desequilibrio espacial sugiere la

---

necesidad de una intervención estratégica que priorice la equidad en el acceso a la atención médica.

- Las áreas de alto potencial, por sus condiciones favorables, requieren menores inversiones iniciales y menores costos de operación, lo que las convierte en puntos clave para garantizar la sostenibilidad financiera de los servicios sanitarios. Estas zonas deben ser priorizadas para maximizar el impacto del presupuesto disponible.
- El enfoque utilizado, basado en técnicas de análisis espacial y superposición ponderada, demuestra un alto grado de replicabilidad. Su aplicación no solo es útil para la planificación sanitaria, sino también para otros servicios básicos en regiones remotas con características similares.
- La ubicación seleccionada garantiza un acceso equitativo al servicio de salud, enfocándose en áreas de alta densidad poblacional y minimizando la exposición a riesgos naturales y antrópicos. Lo que contribuye significativamente a la reducción de desigualdades en la atención médica.

## 9. Recomendaciones

- Se debe priorizar la construcción de centros de salud en las zonas clasificadas como de "alto y muy alto potencial", asegurando que estas instalaciones cuenten con el equipamiento y personal necesario. Además, es clave implementar estrategias de transporte sanitario para aquellas comunidades que, por su ubicación, no pueden acceder fácilmente a los servicios de salud.
- La participación activa de los diferentes actores comunitarios en el proceso de planificaciones y toma de decisiones es crucial para comprender sus costumbres, prioridades y necesidades específicas, lo que permitirá diseñar un proyecto alineado con su contexto y garantizar su aceptación.
- Es fundamental implementar un modelo de salud diferencial que respete las prácticas tradicionales y contemple la formación de personal de salud bilingüe y culturalmente sensible. Además, se recomienda fortalecer la red de salud itinerante con brigadas móviles que lleguen a las comunidades más apartadas.
- Involucrar activamente a las comunidades locales en todo el proceso de planificación y toma de decisiones, desde la selección de ubicaciones hasta el diseño y operación de los servicios. Este enfoque no solo asegura la aceptación del proyecto, sino que también refuerza su sostenibilidad a largo plazo.
- Se recomienda la creación de un sistema de monitoreo continuo que permita actualizar regularmente la información sanitaria y geoespacial de Guainía. Esto facilitará la identificación de cambios en las necesidades de la población y permitirá ajustes oportunos en la planificación y distribución de los servicios de salud.

- Se debe institucionalizar el uso de SIG en la planificación sanitaria del departamento de Guainía y replicar esta metodología en otras regiones con características similares. Capacitar a los tomadores de decisiones en el uso de estas herramientas permitirá mejorar la eficiencia en la distribución de los servicios de salud.
- Esta metodología puede adaptarse a la planificación de otros servicios esenciales, como educación y servicios de emergencia, especialmente en regiones remotas que comparten características geográficas y culturales similares.

## 10. Referencias

- Bermúdez, J. A., & Restrepo, J. (2018). Aplicación de la superposición ponderada en el análisis de accesibilidad a servicios de salud en áreas rurales de Colombia. *Revista de Salud Pública*, 20(1), 45-53. <https://doi.org/10.15446/rsap.v20n1.63257>
- Bhatta, B., & Singha, A. (2021). Spatial analysis of urban health services using weighted overlay method: A case study from India. *Journal of Urban Health*, 98(3), 411-426. <https://doi.org/10.1007/s11524-021-00500-7>
- Bojanowski, J., & Auer, D. (2017). A weighted overlay analysis for evaluating public health accessibility in urban environments. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(7), 750. <https://doi.org/10.3390/ijerph14070750>
- Bran, L., Valencia, A., Palacios, L., Gómez, S., Acevedo, Y., & Arias, C. (2020). Barreras de acceso del sistema de salud colombiano en zonas rurales: percepciones de usuarios del régimen subsidiado. Colombia, 2013-2017. *Hacia Promoción de la Salud*, 25(2), 29-38. [http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-75772020000200029](http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-75772020000200029)
- Buzai, Gustavo D; Baxendale, Claudia A. (2008). Modelos de localización-asignación aplicados a servicios públicos urbanos: Análisis espacial de escuelas EGB en la ciudad de Luján, 235-238, <https://www.redalyc.org/pdf/3832/383239098009.pdf>
- Cohecha, S. (2021). Metodología Espacial para la Determinación de Rutas Óptimas con Enfoque Predial en la Transmisión de Energía Eléctrica. Repositorio Institucional Universidad Distrital.
- Congreso de la República de Colombia. (18 de julio de 1997). Ley 388 de 1997. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones.
- Creswell, J. (2009). *Research designs: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE Publications Ltd.
- DANE. (2019). Documento Metodológico Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. Dirección de Censos y Demografía. Colombia. <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/DSO-CNPV-FME-01-v2.pdf>
- Eastman, J. R. (2016). *IDRISI Selva: Guide to GIS and Image Processing*. Clark Labs.
- Esri. (2024). Cómo funciona el Análisis de puntos calientes optimizado—ArcGIS Pro | Documentación. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial->

[statistics/how-optimized-hot-spot-analysis-works.htm](https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/da8d48c5-0807-4bd1-b330-c0a9e1566e02/content)

Feres, J., & Mancero, X. (2001). El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina. Cepal.org. Santiago de Chile, Chile.

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/da8d48c5-0807-4bd1-b330-c0a9e1566e02/content>

Fernández, L. A., & Pacheco, J. (2017). Using GIS and weighted overlay analysis to evaluate health service accessibility in rural areas. *Journal of Health Management*, 19(3), 392-405. <https://doi.org/10.1177/0972063417711854>

Gonzalez, E. R., & Karp, A. (2020). Integrating GIS and multi-criteria decision analysis for the evaluation of healthcare service accessibility. *International Journal of Health Geographics*, 19(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s12942-020-00230-5>

Gutiérrez, J. O. B. (2018). Cantidad y distribución de ambulancias para responder con oportunidad y eficacia a los incidentes médicos y de atención pre hospitalaria que se suscitan en la ciudad de Bogotá durante el año 2018. Pontificia Universidad Javeriana. (Bogotá, Colombia).

Jiang, B., & Thill, J. C. (2016). Spatial analysis in geographic information science: Some methodological developments. *Spatial Information Research*, 24(1), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s41324-016-0001-3>

Khan, A., & Majeed, T. (2021). Assessing healthcare access using weighted overlay analysis in GIS: A case study from Pakistan. *Applied Geography*, 135, 102525. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102525>

Malczewski, J. (1999). *GIS and multicriteria decision analysis*. John Wiley & Sons.

Malczewski, J. (2000). Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: A generalization of the weighted average. *International Journal of Geographical Information Science*, 14(4), 391-405. <https://doi.org/10.1080/136588100240565>

Mamani, G. M., Huichi-Atamari, E., Calsin-Apaza, F., Mamani, V. E., Suaquita, J. R. H., & Aquize-García, C. M. (2023). Análisis de densidad kernel en la zonificación de la percepción de miedo al delito. *Revista Científica de la UCSA*, 10(1), 69-81.

[http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-87522023000100069](http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-87522023000100069)

Mindiola, L. M., & Ortega-Bolaños, J. A. (2022). Factores de riesgo asociados a diabetes mellitus en comunidades indígenas de cuatro países (Argentina, Brasil, Colombia y Chile) en el periodo 2010-2020. *Revista de salud publica (Bogotá, Colombia)*, 24(3),

1–6. <https://doi.org/10.15446/rsap.v24n3.102112>

Ortiz Flórez, Y. Y., Mateus Torrado, A. F., & Pérez Fernández, B. J. (2022). Evaluación del Síndrome de burnout en la Secretaría de Educación Departamental de Norte de Santander (Colombia). *Revista de salud publica (Bogotá, Colombia)*, 24(3), 1–7.

<https://doi.org/10.15446/rsap.v24n3.93349>

Perez, J. (2005). Dimensión espacial de la pobreza en Colombia. Documentos de trabajo sobre Economía Regional y Urbana. ISSN 1692 - 3715. No. 54. Cartagena, Colombia.

[https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/3155/dtser\\_54.pdf](https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/3155/dtser_54.pdf)

Perez-Guerra. G.A; Sosa-Franco, I; Machado-Garcia, N & Ruiz-Perez, M.E (2023)

Herramientas SIG, revisión de sus fundamentos, tipos y relación con las bases de

datos espaciales. [http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v32n3/es\\_2071-0054-rcta-32-03-e10.pdf](http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v32n3/es_2071-0054-rcta-32-03-e10.pdf)

Rao, K. R., & Srinivas, K. (2019). Weighted overlay analysis for sustainable land use planning in urban areas. *Sustainable Cities and Society*, 44, 223-232.

<https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.022>

Restrepo-Zea, J. H., Casas-Bustamante, L. P., & Espinal-Piedrahita, J. J. (2018). Cobertura universal y acceso efectivo a los servicios de salud: ¿Qué ha pasado en Colombia después de diez años de la Sentencia T-760? *Revista de salud publica (Bogotá, Colombia)*, 20(6), 670–676. <<https://doi.org>> .

Saar, M., & Järv, L. (2018). Multi-criteria decision analysis and GIS: The case of urban green space accessibility. *Urban Forestry & Urban Greening*, 32, 144-154.

<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.012>

Vitturini M & Castro S. (2015). Modelo de datos espaciales, 1-3.

[https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21186/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21186/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vitturini M, Fillottrani P & Castro S. (2015). Modelos de Datos para Datos Espaciales, 2-4.

[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21569/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21569/Documento_completo.pdf?sequence=1)

Zhang, X., & Chen, Y. (2018). A review of spatial analysis methods for assessing accessibility to health services. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(10), 2107. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102107>