

**CALIDAD Y PRECISIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOESPACIAL SOBRE LAS
INSTITUCIONES EDUCATIVAS Y LOS COMEDORES OFICIALES DEL VALLE DEL
CAUCA**

**INFORME FINAL DE PASANTÍA REALIZADA EN LA OFICINA DE PLANEACIÓN
DEPARTAMENTAL**

GOBERNACIÓN DEL VALLE DEL CAUCA

Santiago Cardona Angulo

Universidad del Valle

Facultad de Humanidades

Pregrado en Geografía

Cali, 2025

**CALIDAD Y PRECISIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOESPACIAL SOBRE LAS
INSTITUCIONES EDUCATIVAS Y LOS COMEDORES OFICIALES DEL VALLE DEL
CAUCA**

**INFORME FINAL DE PASANTÍA REALIZADA EN LA OFICINA DE PLANEACIÓN
DEPARTAMENTAL**

GOBERNACIÓN DEL VALLE DEL CAUCA

Informe de pasantía presentado como requisito parcial para optar por el título de Geógrafo.

Director(a): Javier Enrique Thomas Bohórquez

Universidad del Valle

Facultad de Humanidades

Pregrado en Geografía

Cali, 2025

RESUMEN

La siguiente pasantía se desarrolló en la Gobernación del Valle del Cauca con el propósito de evaluar las condiciones espaciales que inciden en el acceso a la educación y la alimentación en el departamento para los niveles primaria y bachillerato. Como parte del proceso, se abordó inicialmente la mejora en la calidad de los datos espaciales de los colegios oficiales, mediante la corrección de su georeferenciación y crear una nueva base de datos de los comedores comunitarios por el departamento. Este ajuste permitió desarrollar un análisis más confiable de su distribución y accesibilidad, utilizando herramientas como polígonos de Voronoi-Thiessen, triangulación de Delaunay y densidad Kernel.

Asimismo, se identificaron instituciones educativas en zonas de difícil acceso, lo cual tiene implicaciones administrativas conforme al Artículo **2.4.4.1.5 del Concepto 044741 de 2023** del Departamento Administrativo de la Función Pública, que establece bonificaciones especiales para docentes en dichas áreas. Paralelamente, se georeferenciaron 60 comedores comunitarios con el fin de analizar su capacidad de cobertura. Los resultados contribuyen a una mejor comprensión de las dinámicas territoriales relacionadas con el acceso equitativo a servicios educativos y alimentarios en el Valle del Cauca.

Palabras clave. Instituciones educativas, Georeferenciación, Accesibilidad, Comedores Urbanos, Distribución, Análisis Espacial.

ÍNDICE

DESCRIPCIÓN DE LA PASANTÍA	5
OBJETIVOS	6
Objetivo General:	6
Objetivos Específicos:	6
REFERENTE CONTEXTUAL	7
REFERENTE NORMATIVO Y LEGAL	9
MARCO TEÓRICO	12
Educación rural en Colombia: contexto y pertinencia para el análisis espacial	12
MARCO REFERENCIAL	13
Análisis espacial.....	15
METODOLOGÍA.....	18
Metodología general.....	19
Procesamiento y corrección de datos geográficos	19
Depuración de datos e identificación de inconsistencias	20
Evaluación de la distribución de los comedores comunitarios	21
ANÁLISIS ESPACIAL	22
Triangulación Delaunay.....	22
Polígonos Voronoi.....	25
Densidad Kernel.....	27
DIAGNÓSTICO.....	28
Análisis densidad poblacional por interconexión	29
Cobertura de la oferta en respuesta de la densidad poblacional (Demanda).....	30
ANÁLISIS COMEDORES COMUNITARIOS	31
Análisis de cobertura con polígonos Voronoi.....	32
Análisis de interconexión triangulación Delaunay	33
RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	36
LISTA DE ANEXOS.....	38
BIBLIOGRAFÍA	39

DESCRIPCIÓN DE LA PASANTÍA

El acceso a la educación primaria y secundaria en el Valle del Cauca enfrenta desafíos significativos debido a la distribución de su infraestructura educativa. La cobertura de los colegios oficiales no siempre responde de manera óptima a las necesidades de la población, lo que puede generar dificultades en el acceso de los estudiantes a una educación de calidad.

En esa dirección, la Oficina de Planeación Departamental está interesada en un análisis de las instituciones educativas oficiales del departamento, partiendo de una base de datos nacional que contiene información de colegios en todo el país. Esta base fue filtrada para enfocarse exclusivamente en los más de 1.260 colegios oficiales del Valle del Cauca, con el fin de corregir su georreferenciación y, posteriormente, realizar un análisis espacial que permitiera evaluar su distribución y accesibilidad.

Una de las principales dificultades encontradas fue la falta de precisión en la información con la que cuenta la Gobernación del Valle, por la inexactitud en la ubicación de los colegios lo cual dificulta el levantamiento confiable sobre cobertura educativa. Esta situación evidenció la necesidad de contar con datos georreferenciados precisos, que permitieran un análisis territorial más certero y una mejor planificación de la educación en la región.

Esta pasantía no sólo permitió optimizar la información existente, sino que también sentó bases para futuras estrategias que permitan una mejor distribución y accesibilidad de las instituciones educativas en el Valle del Cauca; así como estudios que quieran profundizar en otros aspectos, pero que la metodología usada en los SIGs sea viable.

En Colombia, la información sobre estas instituciones se encuentra en bases de datos nacionales como el **SISE** (Sistema de Información Sectorial de Educación), administrado por el DANE y alimentado con datos del Ministerio de Educación Nacional (MEN). A nivel departamental, el Valle del Cauca, cuenta con bases de datos adicionales sobre municipios, veredas y comedores comunitarios oficiales, que en este caso ascienden a un total de **60 comedores**.

Para abordar el proceso, se implementaron técnicas de depuración y estructuración de bases de datos, geocodificación y análisis espacial, con el propósito de garantizar la calidad de la información geográfica. Estas herramientas permitieron evaluar de manera más precisa la distribución de las instituciones y su accesibilidad, facilitando la toma de decisiones en relación con la planificación del sistema educativo en el departamento.

La identificación de los colegios con dificultades de acceso es de gran importancia, ya que tiene implicaciones directas en la asignación de recursos y beneficios para los docentes que laboran en estas instituciones. Asimismo, el análisis espacial desarrollado en este estudio permite detectar posibles problemas de cobertura educativa y generar insumos clave para el diseño de estrategias que contribuyan a mejorar la equidad y eficiencia del sistema educativo en el Valle del Cauca.

El trabajo realizado en la pasantía fue valioso porque permite mejorar la calidad de la información geográfica sobre las instituciones educativas oficiales del Valle del Cauca. Se analizaron más de **1.260 colegios**, corrigiendo su georreferenciación y aplicando métodos de análisis espacial (Voronoi-Thiessen, triangulación Delaunay y densidad Kernel). Esto no solo facilita la toma de decisiones para la administración departamental, sino que también brinda insumos clave para evaluar la cobertura educativa, identificar instituciones de difícil acceso y mejorar la planificación de recursos en el sector educativo y social; así como georeferenciar e identificar la distribución de comedores comunitarios en el departamento.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Optimizar la calidad y precisión de la información geoespacial sobre las instituciones educativas y los comedores oficiales del Valle del Cauca.

Objetivos Específicos:

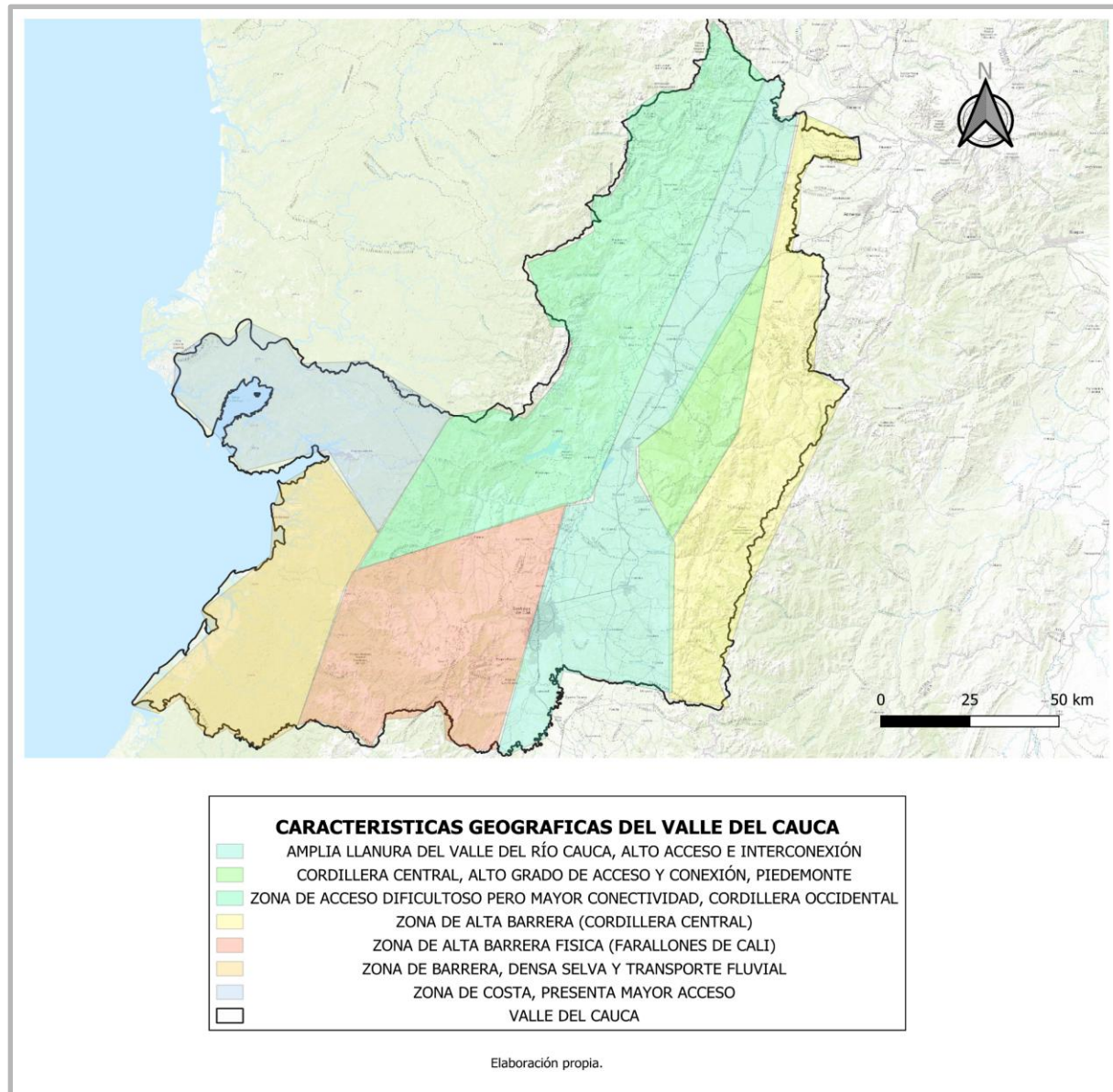
1. Depurar y corregir la base de datos geográfica de las instituciones educativas y comedores oficiales del Valle del Cauca asegurando su precisión mediante técnicas de georreferenciación.
2. Generar un análisis sobre la cobertura de las instituciones educativas en el Valle del Cauca.

REFERENTE CONTEXTUAL

El Departamento del Valle del Cauca, ubicado en el suroccidente de Colombia, se caracteriza por una diversidad geográfica que incluye zonas de llanura, montañas y costa, lo que influye en la distribución de su infraestructura educativa y en el acceso a comedores comunitarios. Su territorio está dividido en 42 municipios, con una amplia variabilidad en términos de desarrollo urbano y rural, lo que genera desafíos en la cobertura y accesibilidad. En términos de vulnerabilidad educativa y alimentaria, existen regiones con dificultades significativas para la prestación de estos servicios. En la zona montañosa de la Cordillera Central y Occidental, varias veredas se encuentran a gran altitud, con vías de difícil acceso y limitaciones en infraestructura, lo que dificulta la llegada de estudiantes y docentes a las instituciones educativas. Estos territorios, donde predominan comunidades campesinas e indígenas, requieren estrategias diferenciadas para garantizar la accesibilidad y permanencia de los estudiantes en el sistema educativo.

Por otro lado, en la zona costera de Buenaventura y en el suroccidente del departamento, especialmente en áreas como la cuenca del río Naya, se presentan condiciones de alta vulnerabilidad en términos de conflicto armado y ausencia de presencia del Estado que dificultan el acceso a una calidad de vida óptima. Allí, las comunidades afrodescendientes e indígenas enfrentan barreras físicas y sociales como entornos geográficos de difícil acceso, la limitada presencia gubernamental y escasa gobernabilidad. Esto genera problemas para acceder a la educación debido a la dispersión geográfica de los asentamientos, la falta de infraestructura escolar adecuada y, en muchos casos, la presencia de problemáticas de orden público. Además, la inseguridad alimentaria es un problema latente, ya que el acceso a comedores comunitarios es limitado y muchos hogares dependen de la pesca y la agricultura de subsistencia.

Anexo #1: Características geográficas del Valle del Cauca



La situación descrita resalta la importancia de contar con información georreferenciada precisa sobre las instituciones educativas y los comedores comunitarios. Esto permite identificar brechas en la cobertura y mejorar la planificación de políticas públicas que garanticen el acceso equitativo a la educación y la alimentación en todo el departamento.

REFERENTE NORMATIVO Y LEGAL

En este punto, se presentarán las siguientes leyes sobre las cuales descansa la normativa de la pasantía realizada en la Gobernación del Valle del Cauca y sustentaron el análisis espacial de las condiciones que afectan el acceso a la educación y a la alimentación en el departamento ello en el marco de la planificación territorial y la gestión pública de datos. Este ejercicio se fundamentó en diversas disposiciones normativas que orientan tanto la distribución de los servicios educativos y alimentarios como la responsabilidad estatal en garantizar su cobertura.

La **Ley 1077 de 2015** y la **Ley 715 de 2001** fueron referentes clave al considerar que la localización de los colegios y su accesibilidad no es solo una cuestión técnica, sino una obligación legal asociada al ordenamiento del territorio y a la equidad en la provisión de servicios públicos. Sin embargo, se evidencian vacíos en la articulación efectiva entre la planificación territorial y la asignación presupuestal, lo que se refleja en la dispersión o inaccesibilidad de algunas instituciones.

Desde la perspectiva educativa, la **Ley 115 de 1994** y el **Decreto 1075 de 2015** permiten identificar el marco administrativo que rige la prestación del servicio educativo, pero en la práctica se constata que los lineamientos sobre cobertura y calidad no siempre se ajustan a las realidades geográficas del territorio. Por ello, se aplicaron herramientas como polígonos de Voronoi, isócronas y densidad kernel, para evaluar la distribución espacial de los colegios y su relación con la población estudiantil.

La calidad y actualización de los datos utilizados fue otro eje fundamental. A pesar de los lineamientos del **Decreto 3043 de 2008** y la **Ley 1712 de 2014**, que promueven el acceso y calidad de la información pública, se encontraron inconsistencias en la georreferenciación original de los colegios. Esto exigió un proceso de depuración y ajuste de la base de datos. Además, el **Decreto**

846 de 2021, que reorganiza al IGAC, resalta la importancia de contar con entidades fuertes para la producción de cartografía oficial, aunque en la práctica, se depende todavía de bases dispersas y en muchos casos desactualizadas.

Una ley especialmente vinculativa al análisis de comedores comunitarios desde una perspectiva territorial y de accesibilidad es la **Ley 1176 de 2007**, la cual reglamenta el **Sistema General de Participaciones (SGP)**. Esta ley establece la forma en que la Nación transfiere recursos a los entes territoriales para financiar servicios sociales básicos, entre ellos el **saneamiento básico, agua potable, salud y alimentación**, siendo este último aspecto clave para el funcionamiento de programas como los comedores comunitarios. La ley determina que la financiación para estos servicios debe garantizar cobertura, calidad y eficiencia, y que los municipios deben priorizar poblaciones vulnerables y zonas rurales dispersas.

Por ello se georreferenció y analizó la ubicación de 60 comedores comunitarios, para analizar su cobertura. Esta experiencia permitió no solo aplicar herramientas geográficas, sino también evidenciar la necesidad de una mayor integración entre la normativa, los datos y las decisiones territoriales. A continuación, en la siguiente tabla #1 se resumen todas las leyes anteriormente explicadas:

Tabla #1: Resumen normativo del soporte legal al análisis espacial.

NORMA	DESCRIPCIÓN	ENLACE
Ley 1077 de 2015	Establece disposiciones sobre ordenamiento territorial, incluyendo la planificación urbana y rural, y el acceso a servicios básicos, lo que impacta la ubicación y accesibilidad de instituciones educativas. Así como en el acceso a la información pública de estas disposiciones.	https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77963
Ley 715 de 2001	Regula la distribución de competencias y recursos para la educación, incluyendo la financiación y cobertura de instituciones educativas oficiales.	https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6344
Ley 115 de 1994	Conocida como la Ley General de Educación, establece la estructura del sistema educativo en Colombia, definiendo criterios de acceso y cobertura.	https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=292
Ley 1712 de 2014	Regula el acceso a la información pública, fundamental para la gestión y difusión de datos sobre las instituciones educativas.	https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56882
Decreto 1075 de 2015	Compila la normativa del sector educativo en Colombia, estableciendo directrices para la administración de instituciones educativas.	https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77857
Decreto 3043 de 2008	Regula la gestión de la información pública, asegurando calidad, accesibilidad y confiabilidad en bases de datos gubernamentales.	https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=32124
Decreto 846 de 2021	Modifica la estructura del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), entidad clave en la georreferenciación y análisis espacial de instituciones educativas.	https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=167626

MARCO TEÓRICO

Educación rural en Colombia: contexto y pertinencia para el análisis espacial

En este punto, es importante contextualizar el estado de la educación rural en Colombia como justificación para el uso del análisis de cobertura en esta pasantía. Tener conocimiento del contexto de la educación rural sirve para tener una visión amplia de la problemática y entender los análisis de cobertura que se realizaron para fomentar el interés en realizar este tipo de estudios.

La educación rural en Colombia evidencia profundas desigualdades estructurales que afectan el acceso, la calidad y la permanencia escolar. A pesar de la implementación de modelos educativos adaptados a las condiciones del campo, como *Escuela Nueva*, adoptado oficialmente en 1990, que “busca contrarrestar la baja cobertura, los altos índices de desescolarización, la repetición, la deserción y la presencia de estudiantes de avanzada edad” persisten barreras significativas en términos de cobertura, infraestructura, disponibilidad de recursos y permanencia docente. La falta de conectividad, materiales pedagógicos y condiciones mínimas de habitabilidad para los maestros ha limitado la efectividad de estos modelos en muchas regiones rurales del país.

Un estudio reciente del Laboratorio de Economía de la Educación (LEE) de la Universidad Javeriana demuestra que “de las 55.889 sedes educativas del país, un 67% se localiza en áreas rurales, concentrando su oferta educativa en la mañana (76%) y en los niveles de preescolar (38%) y primaria (46%)¹”. En cuanto a la cobertura se presentan desafíos sobre todo a nivel preescolar donde “solo el 47%, y en el nivel media, solo 46% de los estudiantes están cubiertos por el sistema. En básica primaria y secundaria la cobertura ya es del 64%”. Agregando también los problemas que se presentan en el acceso ya que menos de la mitad de los estudiantes que ingresan a la primaria no llegan a grado once.

Este panorama se agrava con cifras como las reportadas por el DANE en la que: “el 20% de los niños entre 5 y 16 años no accede al sistema educativo, el 72% de los jóvenes entre 17 y 24 años no ha continuado su proceso formativo, y el 11.5% de la población campesina mayor de 15 años

¹ Laboratorio de Economía de la Educación (LEE) de la Pontificia Universidad Javeriana. (2024) Informe No. 98. Calidad Educativa en Zonas Rurales de Colombia: Un Camino por Recorrer. Universidad Javeriana. p. 1

no sabe leer ni escribir²”. Estas cifras no solo reflejan una crisis educativa, sino una deuda histórica del Estado con los territorios rurales.

En el marco de la pasantía realizada en la Gobernación del Valle del Cauca, este contexto adquiere especial relevancia, ya que el análisis espacial de las instituciones educativas permite identificar los vacíos de cobertura y las zonas de difícil acceso, muchas de ellas rurales, donde se concentran las brechas más pronunciadas. Esta información es clave para orientar intervenciones territoriales más equitativas, que garanticen no solo la presencia física de colegios, sino también su funcionalidad y accesibilidad efectiva. Por ello, el estudio trasciende lo técnico y se convierte en una herramienta para apoyar la formulación de políticas públicas más ajustadas a las realidades rurales del departamento.

MARCO REFERENCIAL

Se han realizado estudios sobre análisis de coberturas y georreferenciación en diversas áreas como por ejemplo, la salud pública, donde se ha pretendido “crear mejores sociedades, colaborando en el mejoramiento de la planificación socio espacial, a través del acceso físico a servicios de salud que no depende únicamente de la cercanía y lejanía a los servicios, sino de las posibilidades reales de conexión.³” El estudio titulado **“Herramientas geoespaciales y técnicas de optimización para mejorar el acceso geográfico a servicios de salud en el departamento de Cusco - Perú”**, desarrollado por Elisa Yoan Solano Villarreal en el marco de una maestría conjunta entre la Universidad Nacional de Córdoba y el Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich" (CONAE), ofrece una metodología integral para evaluar y optimizar el acceso a servicios de salud en regiones con alta dispersión poblacional y geografía compleja, como es el caso del departamento de Cusco.

La investigación se enfoca en la atención de emergencias obstétricas, neonatales y la salud de la mujer, áreas críticas en una región donde la razón de mortalidad materna supera los 150 por

² ÁVILA, Blanca. Rosa. Aportes a la calidad de la educación rural en Colombia, Brasil y México: experiencias pedagógicas significativas. Bogotá. Universidad de La Salle. 2017. p. 131

³ SOLANO Elisa. HERRAMIENTAS GEOESPACIALES Y TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN PARA MEJORAR EL ACCESO GEOGRÁFICO A SERVICIOS DE SALUD EN EL DEPARTAMENTO DE CUSCO-PERÚ. Universidad de Córdoba; p. 16.

100,000 nacidos vivos, con diferencias provinciales significativas. Para abordar estos desafíos, el estudio se divide en dos partes principales:

1. **Modelado de la Superficie de Costo:** Se construye una superficie de costo utilizando cinco capas temáticas rasterizadas, que incluyen variables como topografía, red vial, cobertura del suelo y otros factores que afectan la velocidad de desplazamiento. Esta superficie permite estimar el tiempo de viaje desde diversas localidades hasta los establecimientos de salud más cercanos, considerando la ruta de menor costo.
2. **Optimización de la Cobertura mediante Algoritmos de Localización-Asociación:** Se aplica el algoritmo conocido como Maximum Covering Location Problem (MCLP) para seleccionar un subconjunto óptimo de establecimientos de salud existentes que maximicen la cobertura poblacional dentro de un tiempo de viaje aceptable. Este enfoque busca mejorar la equidad en el acceso a servicios de salud, especialmente en áreas rurales y de difícil acceso.

La relevancia de este estudio para la pasantía en la Gobernación del Valle del Cauca radica en la aplicabilidad de sus métodos para evaluar y mejorar el acceso a servicios esenciales en contextos geográficos similares. La implementación de herramientas geoespaciales y técnicas de optimización puede ser adaptada para analizar la distribución y accesibilidad de instituciones educativas y comedores comunitarios en el Valle del Cauca, permitiendo una planificación más eficiente y equitativa de estos servicios.

En resumen, el estudio proporciona una base metodológica sólida que puede ser replicada y adaptada en otros contextos regionales para abordar desafíos relacionados con la accesibilidad a servicios básicos, contribuyendo así a la formulación de políticas públicas más informadas y efectivas. De hecho, la metodología de este estudio se adecua aproximadamente a las técnicas que se implementarán más adelante.

El uso de los Sistemas de información Geográficas (SIG) en los análisis de cobertura.

En el marco de la pasantía realizada en la Gobernación del Valle del Cauca, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se consolidaron como una herramienta fundamental para el análisis

territorial y la toma de decisiones informadas. Su importancia radica en la capacidad que ofrecen para integrar, manipular y analizar grandes volúmenes de datos espaciales —como puntos georreferenciados, imágenes satelitales o fotografías aéreas— en áreas geográficas extensas y heterogéneas. Estas funciones permiten no solo representar visualmente fenómenos geográficos, sino también establecer relaciones espaciales clave para identificar patrones de distribución, concentración y accesibilidad de equipamientos sociales como colegios y comedores comunitarios.

El uso de SIG en esta pasantía facilitó la creación de bases de datos espaciales confiables, así como el desarrollo de análisis técnicos a través de herramientas como polígonos de Voronoi, isócronas e interpolaciones de densidad. Todo esto contribuyó significativamente a evaluar la equidad territorial y a evidenciar zonas críticas de difícil acceso. Por tanto, se muestra con ello la importancia de los SIG en procesos de planificación pública territorial, ya que permiten transformar datos complejos en información útil para el diseño de políticas orientadas al mejoramiento del acceso a la educación y a la alimentación en el departamento.

La importancia y uso en general en este tipo de trabajos de los sistemas de información geográficos (SIG) va desde:

La manipulación de fuentes espaciales como puntos georreferenciados, imágenes satelitales y fotografías aéreas que puedan ser almacenados y recuperados y que se puedan manipular en áreas geográficas que resultan ser extensas. A partir de estos, crear bases de datos para su análisis, y así como arrojar sus resultados. Los SIG ejecutan otras operaciones que son de gran valor para el análisis y la toma de decisiones y también tienen la capacidad de procesar imágenes, como en el caso de las fotografías aéreas o las imágenes de satélite, lo que implica que se pueden cubrir de manera continua y sistemática grandes extensiones geográficas con diferentes tipos de información.⁴

Análisis espacial

El análisis espacial es, en palabras de Gustavo Buzai: “La realización de procedimientos orientados al estudio de la distribución espacial de puntos centrales (centros de servicio en escala nacional y

⁴ Ibid. p. 16.

regional) y sus alcances espaciales.”⁵. Para complementar lo anterior, Eliza Solano afirma que: Se usan variedad de técnicas, muchas todavía en su desarrollo temprano, usando diferentes enfoques analíticos y aplicados en campos tan diversos como la astronomía, geología, transporte, sociología, economía entre otros⁶.

Para el caso de este estudio se empleó una serie de 3 tipos de análisis centrales para realizar el diagnóstico en la distribución espacial de Instituciones Educativas Oficiales en el departamento del Valle del Cauca. Estos son:

-Análisis Voronoi-Thiessen.

-Triangulación Delaunay.

-Densidad de puntos Kernel.

El análisis de tipo “Voronoi-Thiessen” tiene un enfoque basado en la Interacción Espacial, al respecto Gustavo Buzai⁷ nos dice que, los puntos de oferta de servicios, la distribución espacial de demanda y sus respectivas distancias, son componentes básicos de toda línea de aplicación en el nivel de análisis espacial en que se aborda el territorio como “sistema complejo”. Y agrega:

“Las posibilidades que surgen ante las tareas de análisis espacial que llevan a la definición de áreas de influencia contemplan la existencia teórica de un mosaico regular realizado a partir de puntos equidistantes (Teoría del lugar central de Christaller), la existencia ideal de un mosaico irregular a partir de la localización real de los puntos (Construcción de polígonos Voronoi-Thiessen) incorporan valores de ponderación en los puntos con lo cual se produce un ajuste ante el desplazamiento de los límites del polígono (Cálculo por forma gravitatoria de Reilly y Huff) y la posibilidad de considerar restricciones de distancia para descubrir aquellos espacios y poblaciones más alejados del servicio”⁸.

La Triangulación Delaunay, es un método el cual también tiene un enfoque basado en la Interacción Espacial. Se encuentra una definición genérica del análisis espacial vinculada a este tipo de metodología analítica: “los conceptos centrales de la estructura locacional están referidos al movimiento, redes, nodos, jerarquía y superficies. Cada uno de ellos se encuentra contemplado

⁵ BUZAI, Gustavo. Áreas de influencia de los centros de atención primaria de salud (CAPS) en la ciudad de Luján mediante polígonos de Voronoi-Thiessen. Argentina, Investigaciones y ensayos geográficos: 2016. Universidad Nacional de Formosa. p.13.

⁶ Solano, Elisa. Op. Cit. p. 16

⁷ BUZAI, Gustavo. Op Cit p. 13

⁸ Ibid.

en los procedimientos de análisis espacial con SIG”⁹. En el caso específico del análisis de redes Peter Haggett citado por Gustavo Buzai¹⁰, expresa que su desarrollo está vinculado a la teoría de Grafos en los cuales se puede llegar a calcular índices de conectividad, encontrar caminos óptimos por distancias, tiempos, fricciones y análisis globales a partir del uso de matrices de origen y destino. Especifica que estos cálculos se vinculan a una serie de lugares centrales (los nodos) al ubicarse como vértices. Señala que entre los temas de análisis de nodos se encuentran sus agrupamientos, formas y tamaños, a los cuales se pueden vincular métodos de cartografía, análisis del vecino más próximo y la autocorrelación espacial. Dentro de estos campos de la geometría espacial de redes y nodos, este método es empleado en este trabajo para entender el grado de interconexión entre los puntos, en este caso específico, colegios o comedores públicos.

Finalmente, en el caso de la Densidad Kernel, se trata de un tipo de análisis con un enfoque centrado en la Distribución Espacial, Gustavo Buzai relata: “conocer la localización y distribución de los elementos naturales y humanos sobre la superficie terrestre permite al ser humano establecer relaciones básicas en función a la distancia y el área: proximidad, vecindad, extensión, densidad, frontera, entre otros”¹¹. Los Kernel son funciones utilizadas en la estimación de densidad, que generan una estimación suave de la distribución de puntos en el espacio. Se basan en la concentración de puntos sobre una superficie y en el comportamiento de sus vecinos cercanos, ponderando la proximidad y contribuyendo a la estimación de la densidad local:

“Propuestos por primera vez por Rosenblatt (1956), la singularidad de estos estimadores radica en que adoptan un enfoque no paramétrico para la formulación de funciones de densidad. Con ello no se imponen asunciones tan rígidas a los datos como sucede en el planteamiento paramétrico. Según señala Silverman (1986, p. 1), asumiendo que la distribución de datos posee una densidad de probabilidad f , se les posibilita «hablar» más por sí mismos al determinar dicha función f , que si se exigiera su adecuación a una determinada familia de funciones paramétricas. Desde el punto de vista matemático estos estimadores poseen un cierto número de propiedades interesantes:

- a) Son funciones simétricas centradas en cero y su integral vale la unidad.
- b) Puesto que el Kernel es una función de densidad, el estimador f también lo es*.

⁹ BUZAI, Gustavo & GALBÁN MONTES, Eloy. Pensando los Sistemas de Información Geográfica desde Iberoamérica. Buenos Aires, Instituto de Investigaciones Geográficas: 2022. Universidad Nacional de Luján. p: 383.

¹⁰ Ibid., pp: 383-384.

¹¹ Ibid., p: 236

e) En la mayoría de los casos (dependiendo del Kernel) se trata también de funciones continuas y diferenciables.

d) Los Kernels, en la definición que aquí usaremos, son positivos”¹²

METODOLOGÍA

La pasantía inició antes del 1 de noviembre de 2024, previo a la vinculación formal, con la definición de los parámetros de trabajo y la identificación de las metas esperadas. En esta fase inicial se establecieron los lineamientos metodológicos y los objetivos específicos que guiaron el desarrollo del proyecto.

Las tres metas principales por consolidar fueron:

1. Georreferenciar y precisar la información: Se realizó la depuración y corrección de datos tanto de los colegios oficiales como de los comedores comunitarios, asegurando su ubicación exacta dentro del territorio.
2. Evaluar la accesibilidad y cobertura de los colegios: A través del análisis espacial, se identificaron las instituciones con mayores dificultades de acceso, aplicando herramientas de geoprocésamiento para evaluar patrones de distribución.
3. Evaluar la accesibilidad y distribución de los comedores comunitarios: Se analizó la localización de los comedores en relación con su función misional, verificando si su distribución responde a criterios de equidad y cobertura en las áreas más necesitadas.

Adicionalmente, se entregó y estudió la información normativa relevante, con especial énfasis en la Ley 1077 de 2015, la cual promueve el acceso a bases de datos del Estado y la estandarización de información cartográfica. En este sentido, se buscó contribuir a la consolidación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) que permitiera integrar la información geográfica de

¹² ROSENBLATT, M. & SILVERMAN, B.W., citado por, MORENO JIMÉNEZ, Antonio. Modelización cartográfica de densidades mediante estimadores Kernel. Madrid, Universidad Autónoma de Madrid: 1991. p: 156.

* (Se refiere a una función matemática que cumple con ciertas propiedades propias de las funciones de densidad de probabilidad: es no negativa y su integral en todo el dominio es igual a 1; En resumen, como se parte de una función que ya tiene las propiedades de una función de densidad (el Kernel), el resultado del estimador f conserva esas propiedades).

diferentes entidades bajo un formato de visualización homogéneo, facilitando la toma de decisiones y la planificación territorial en el ámbito educativo y social.

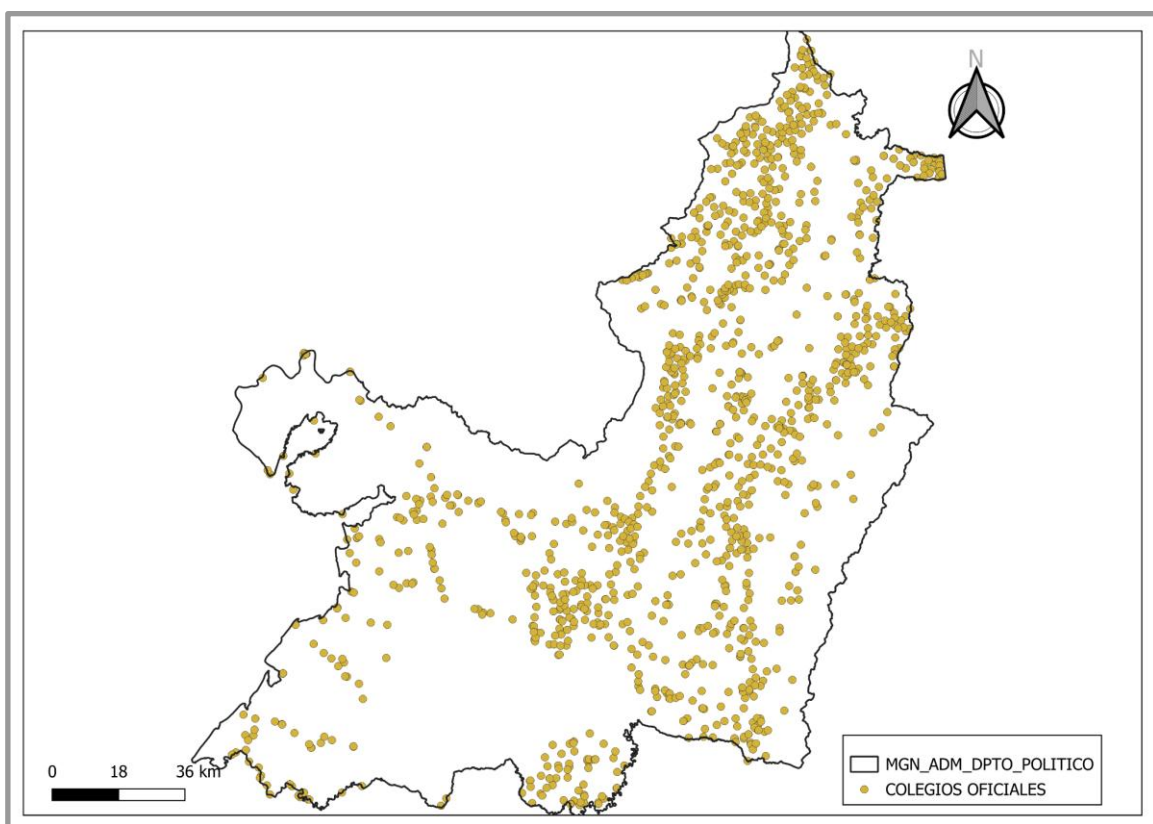
Metodología general

La metodología de este estudio se centró en la georreferenciación de las instituciones educativas y comedores comunitarios en el Valle del Cauca. Para ello, se emplearon diversas herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), como QGIS, Google Earth, Google Maps y Bing Maps, con el fin de verificar, corregir y mejorar la precisión de la información espacial disponible.

Procesamiento y corrección de datos geográficos

Inicialmente, se revisaron las bases de datos nacionales existentes, las cuales presentaban inconsistencias en la localización de algunas instituciones y en los comedores comunitarios en el departamento. Fundamentalmente se emplearon varias herramientas de SIG para corregir la información geográfica mejorando su georeferenciación, la esencial fue QGIS pero también se empleó Google Maps y su sistema de direcciones, Bing Maps, Google Earth, entre otros.

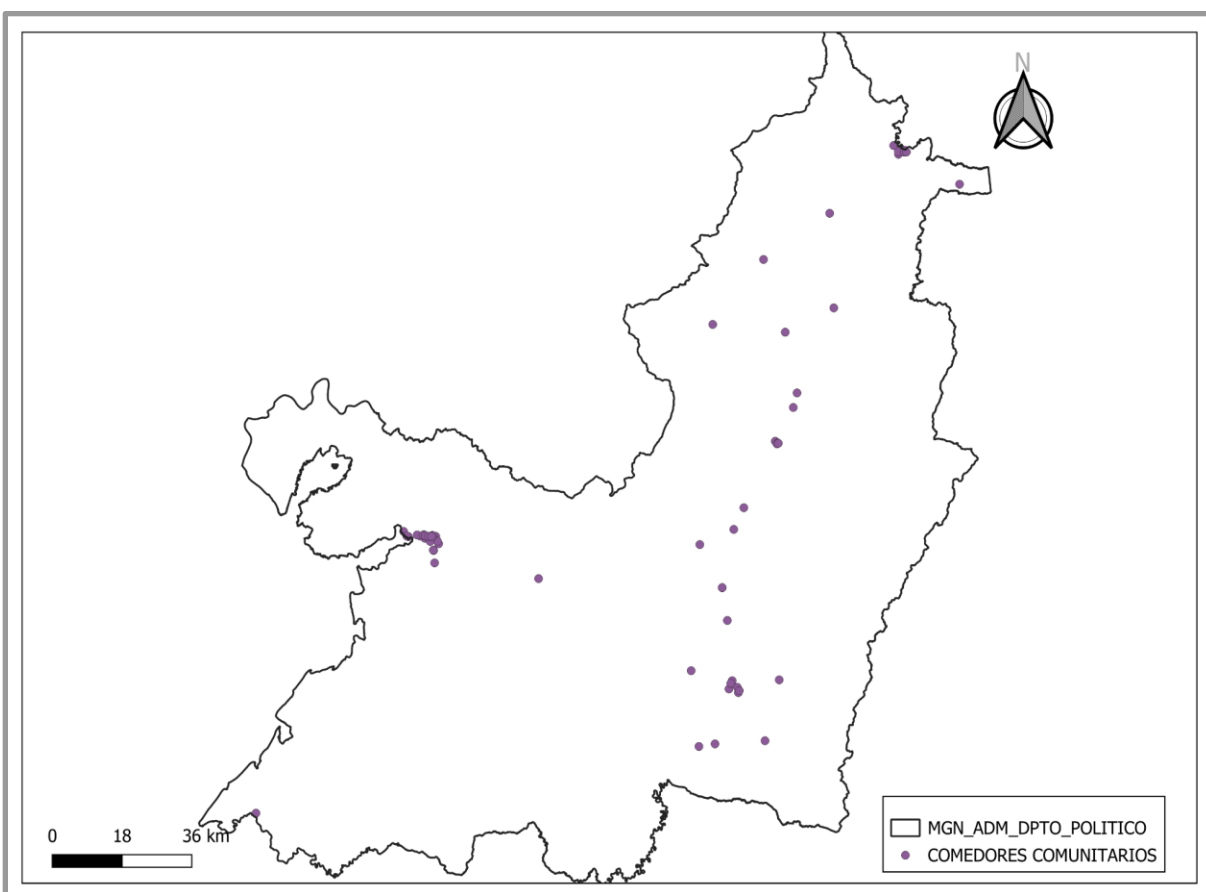
Para corregir los puntos que no correspondían geográficamente dentro de la capa de la vereda, en esa misma capa se generó un centroide que corresponde al punto céntrico de cada polígono; y tomando en cuenta el centroide, se ubica la institución educativa en el centro poblado más cercano al centroide. Esto se hace para no tener que excluir a un número considerable de puntos y poder usarlos para el análisis espacial.



***Mapa #1:** Todos los colegios rurales oficiales georeferenciados y corregidos en el departamento del Valle del Cauca*

Cuando la información SIG y cartografía previa no era útil, se recurrió a la capa de veredas de Colombia¹³, filtrándose para los municipios del Valle del Cauca. Posteriormente, se estableció la ubicación de cada colegio y comedor comunitario a partir de su vereda específica, la cual estaba referenciada en la base de datos SISE de los colegios de carácter oficial localizados en zonas rurales del departamento. Esta estrategia permite ubicar en el shape de veredas tanto los colegios como los comedores permitiendo ajustar su posición con técnicas combinadas de georreferenciación (ver Mapas 1 y 2)

¹³ [DANE: VEREDAS](#)



Mapa #2: *Geocodificación de los comedores comunitarios en el Valle del Cauca*

Depuración de datos e identificación de inconsistencias

Durante este proceso, se logró identificar a través de las herramientas SIG de Google Maps y Bing Maps, instituciones educativas que se encontraban cerradas o no pudieron ser localizadas debido a la inconsistencia de la dirección que nos dieron al ser estos colegios rurales. Estas incidencias fueron marcadas en la base de datos y posteriormente depuradas para el análisis espacial. Como resultado, se obtuvo una base final de 712 instituciones educativas oficiales con información geográfica precisa, la cual sirvió de insumo para los análisis posteriores. Aunque otros datos de las instituciones educativas también fueron corregidos y localizados, se excluyeron de los análisis posteriores debido a la ausencia de información complementaria. Sin embargo, fueron considerados en estudios de distribución espacial, densidad de Instituciones Educativas y relación con factores geográficos.

Evaluación de la distribución de los comedores comunitarios

Para el caso de los comedores comunitarios, se aplicó un enfoque similar, utilizando herramientas de análisis espacial para evaluar su distribución y relación con variables como acceso, deficiencias en cobertura y necesidades de alimentación y salud alimentaria. A través de este proceso, se determinó si los 60 comedores comunitarios actuales realmente cumplen su función misional, permitiendo identificar posibles áreas de mejora en la cobertura del servicio.

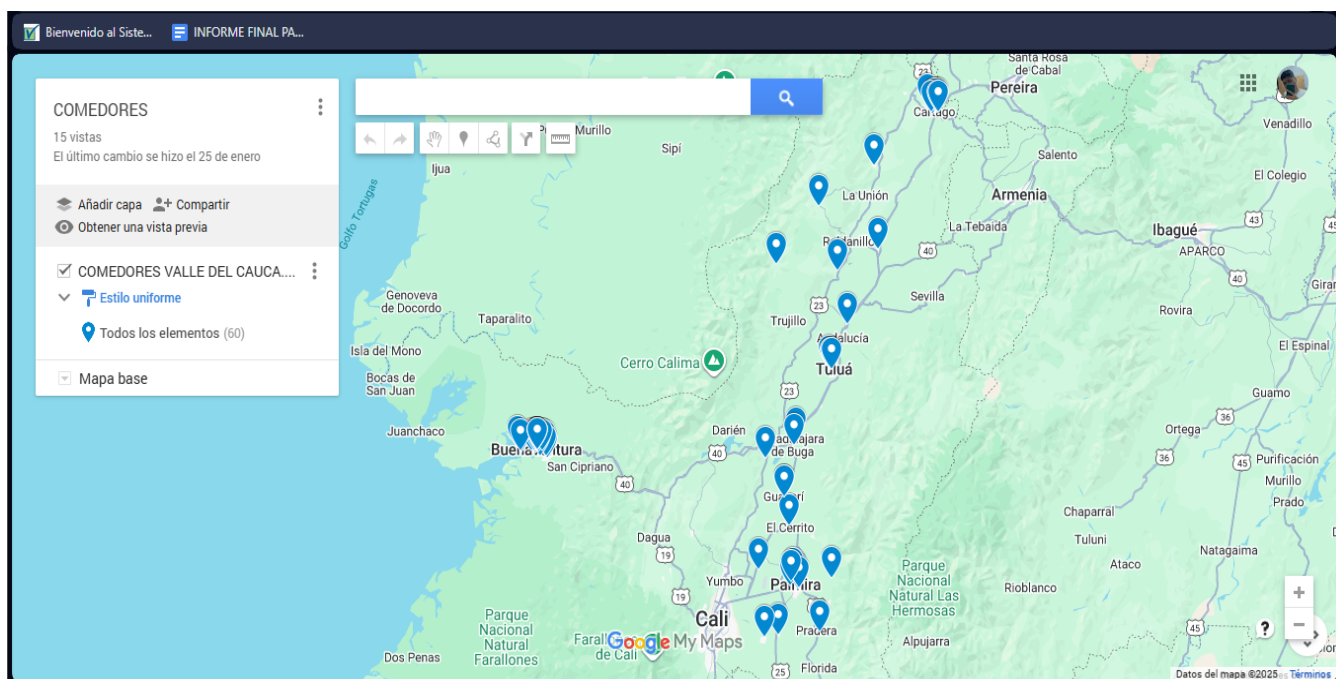


Imagen #1: Muestra de la ubicación de los comedores comunitarios a través de geocodificación de Google Maps.

Este enfoque metodológico permitió construir una base de datos confiable y geográficamente precisa, facilitando el análisis de accesibilidad educativa y alimentaria en el departamento y proporcionando insumos para futuras intervenciones y políticas públicas en estas áreas.

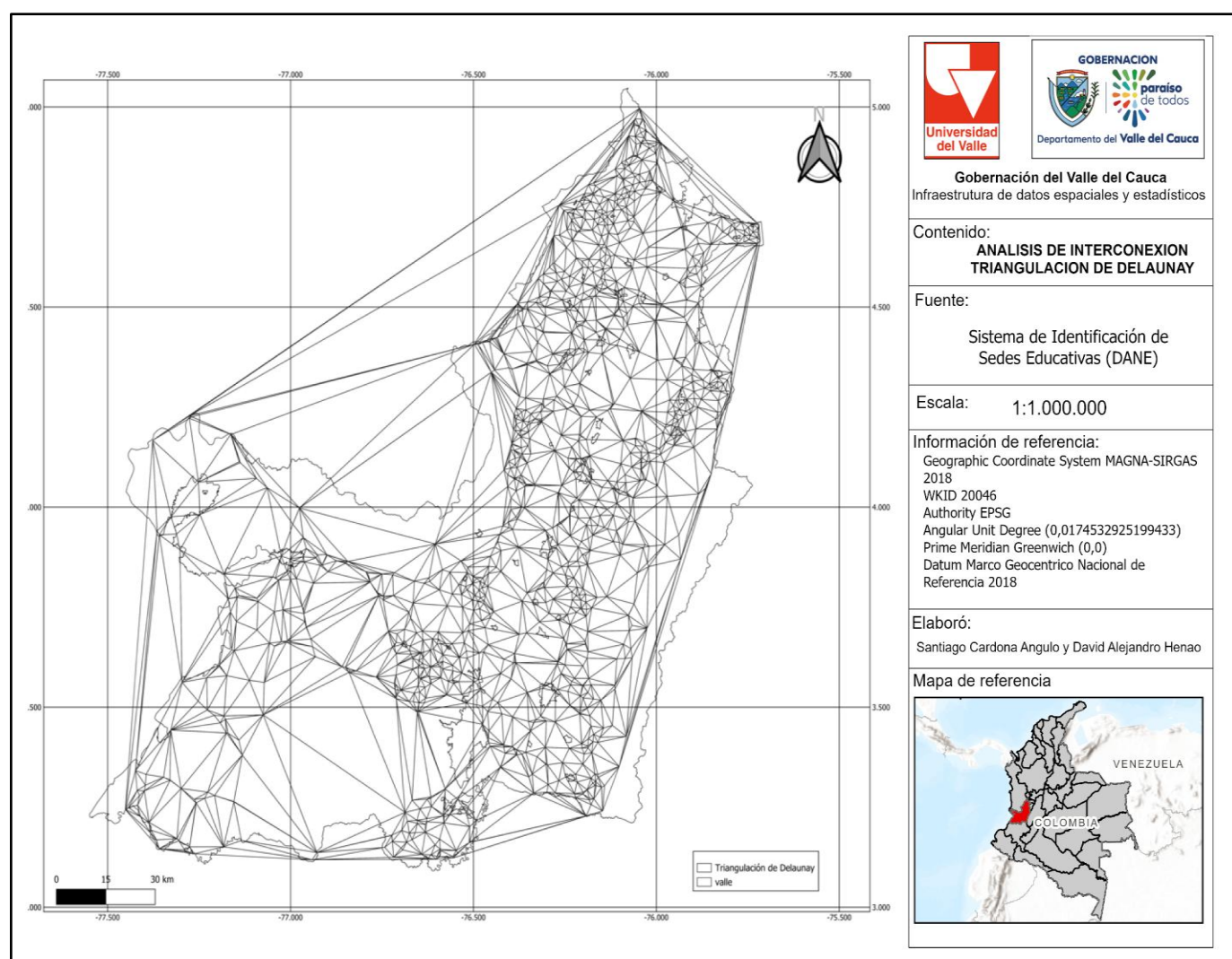
ANÁLISIS ESPACIAL

El estudio contempla la evaluación de variables ubicación geográfica, densidad de población, densidad de instituciones por zona, accesibilidad a la educación superior, entorno socioeconómico y conectividad. Además, se analizará la relación entre estos factores y el rendimiento académico

de los estudiantes. usando técnicas de modelado espacial y correlaciones estadísticas. A partir de este punto, mostraremos y analizaremos la cartografía resultante del geoprocesamiento de los puntos de las instituciones educativas rurales ya corregidas.

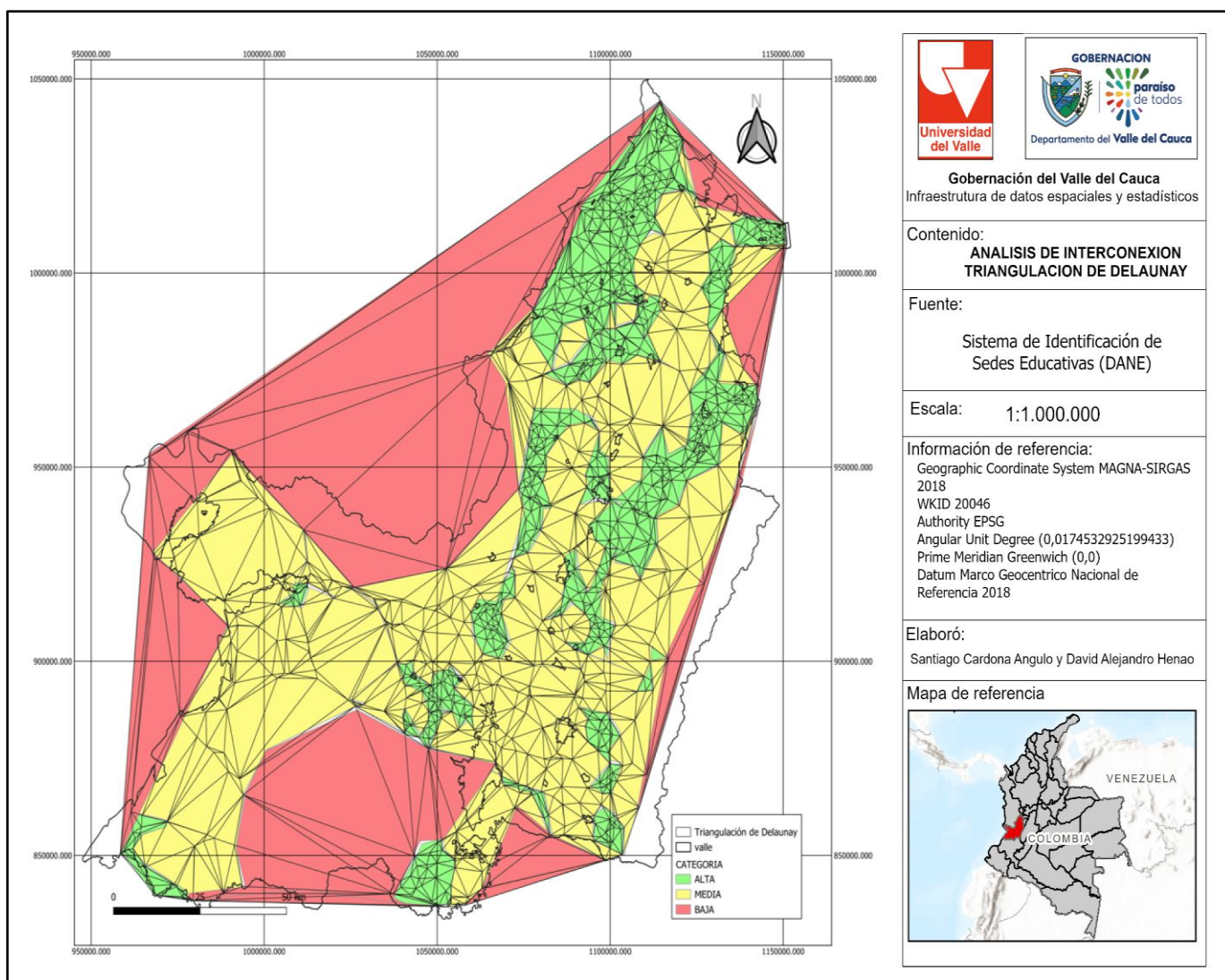
Triangulación Delaunay

En la triangulación Delaunay se podría decir que la conectividad de los colegios es mayor cuando se encuentran ubicados cerca de una cabecera municipal, o en otros casos, cuando la accesibilidad por medios terrestres es mayor.



Mapa #3: Triangulación Delaunay, resultado inicial generado por el SIG.

En cuanto a los colegios que se encuentren al piedemonte de la Cordillera Central: si nos fijamos en los distintos colegios georeferenciados presentan una distribución que genera unos triángulos más amorfos o de mayor tamaño lo cual habla del grado de conectividad y acceso de los colegios. La triangulación de Delaunay facilita la construcción de una red que simula relaciones espaciales naturales, lo cual es especialmente útil en contextos donde se requiere evaluar la accesibilidad relativa o posibles relaciones de complementariedad entre servicios. En este caso, permitió observar también la existencia de clústeres funcionales entre los comedores comunitarios.

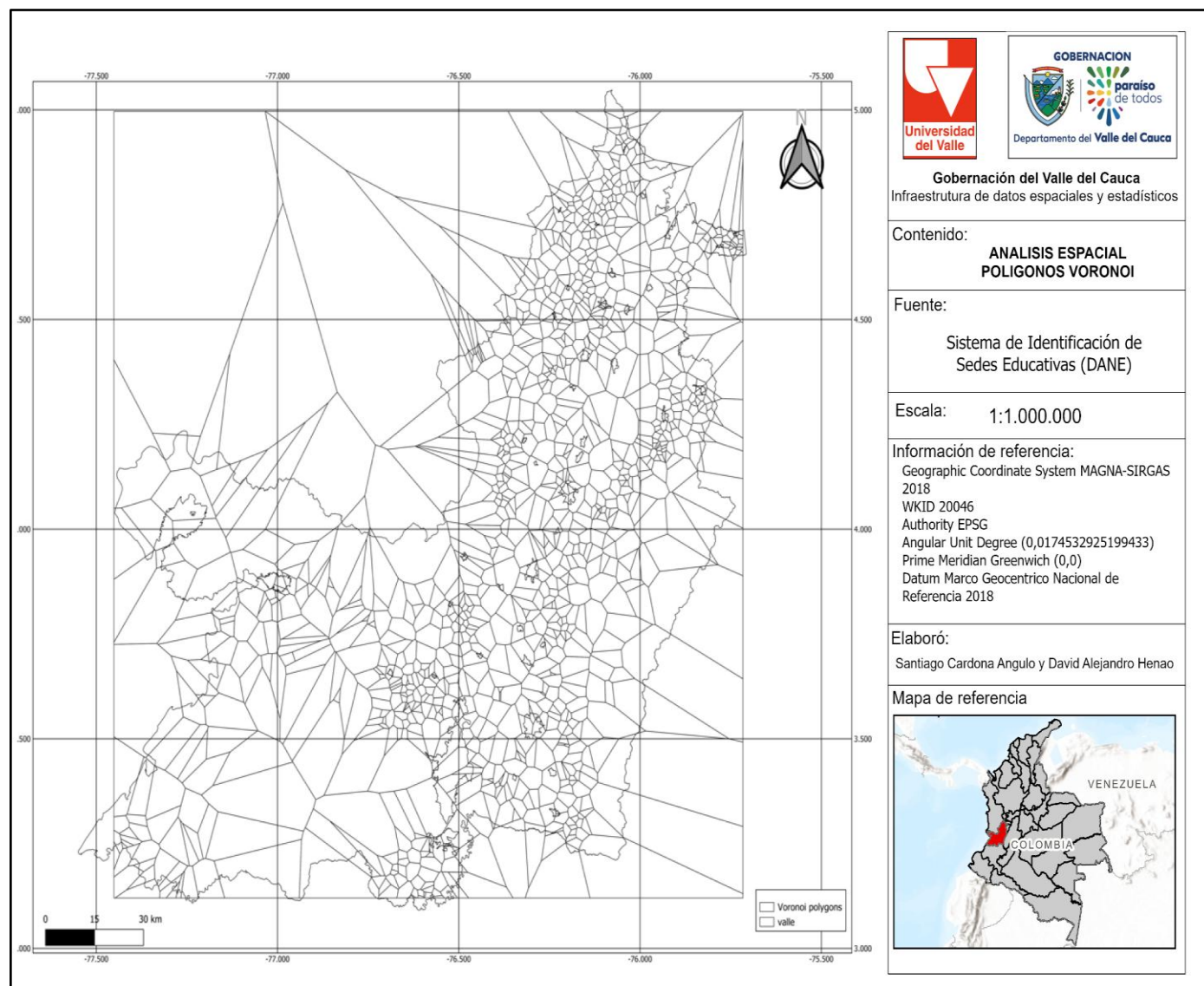


Mapa #4: Triangulación Delaunay, Elaboración propia.

El **mapa #4** se diferencia del anterior en la clasificación de las instituciones educativas rurales con mejor integración educativa y otras con posibles brechas de oferta. Lo anterior otorga la posibilidad de detectar áreas donde la dispersión espacial podría estar generando vacíos en la cobertura brindando deficiencias en la atención en algunas zonas, mientras que en otras se ve sobresaturada la oferta de servicios frente a la demanda real del lugar, desperdiciando inversión que podría ser redirigida a otros lugares en el departamento que demandan el servicio.

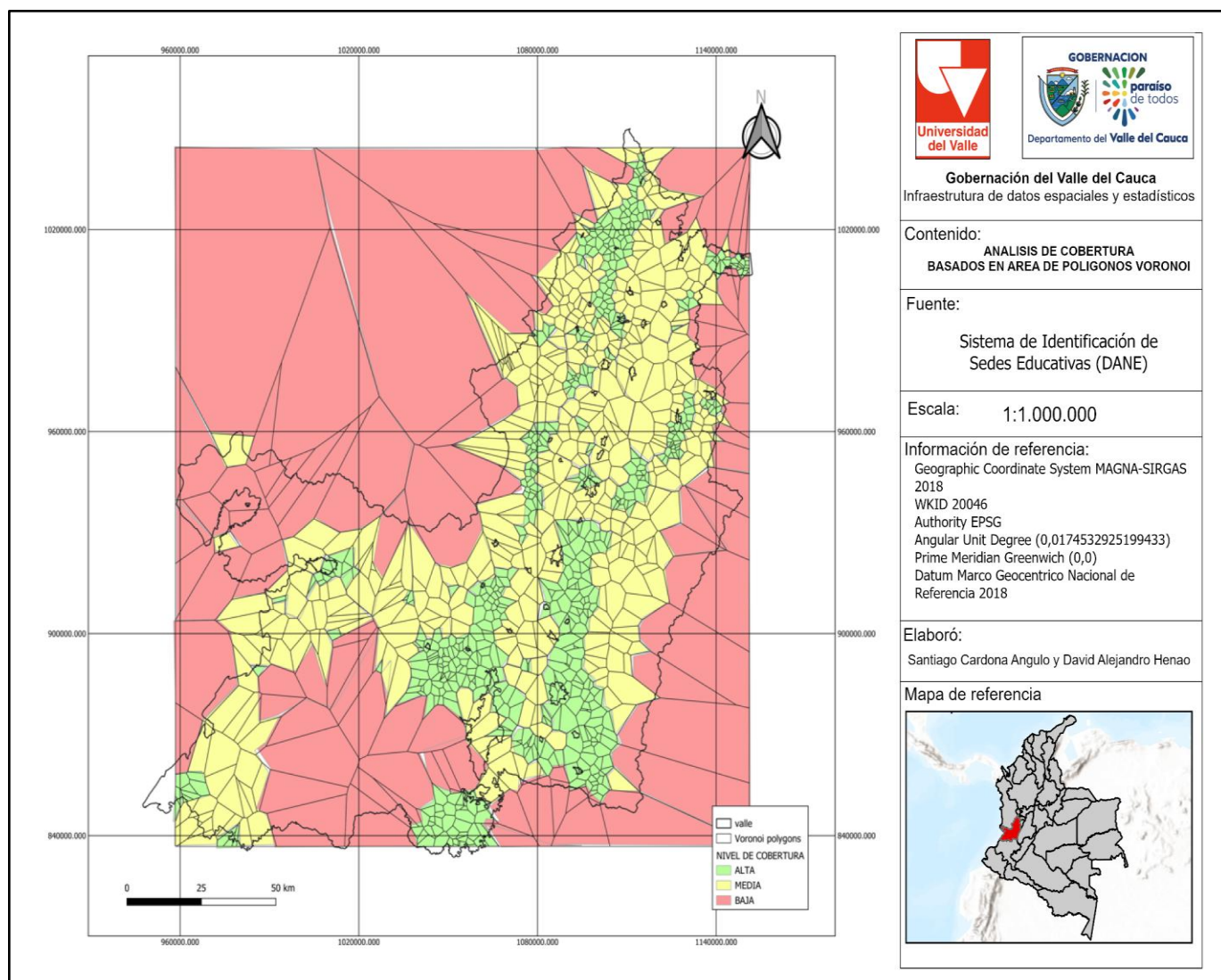
Cabe aclarar que las distancias resultantes de la triangulación Delaunay como del **mapa #3** y **mapa #4**, que relacionan municipios del norte del valle y Buenaventura y sobrepasan el departamento del Chocó, son líneas que se generaron como resultado del geoproceso anterior, por lo tanto, no serán tenidas en cuenta en el análisis espacial por la vacía información de las líneas restantes.

Polígonos Voronoi



Mapa #5: Análisis Voronoi generado por el SIG con la base de datos.

En el caso de los polígonos Voronoi-Thiessen, aunque muy similares, presentan un claro contraste con la triangulación Delaunay. En ellos se analiza el área de cobertura de los colegios generando límites entre los puntos los cuales generan polígonos con líneas equidistantes que permiten observar el área de cobertura real de los colegios. Si las líneas del polígono presentan distancias considerables, mayores a 10 km, por ejemplo, entonces podríamos decir que hay deficiencia en la cobertura de la oferta frente a la demanda de las Instituciones Educativas.



Mapa #6: Categorización propia del grado de cobertura según dimensión de polígonos.

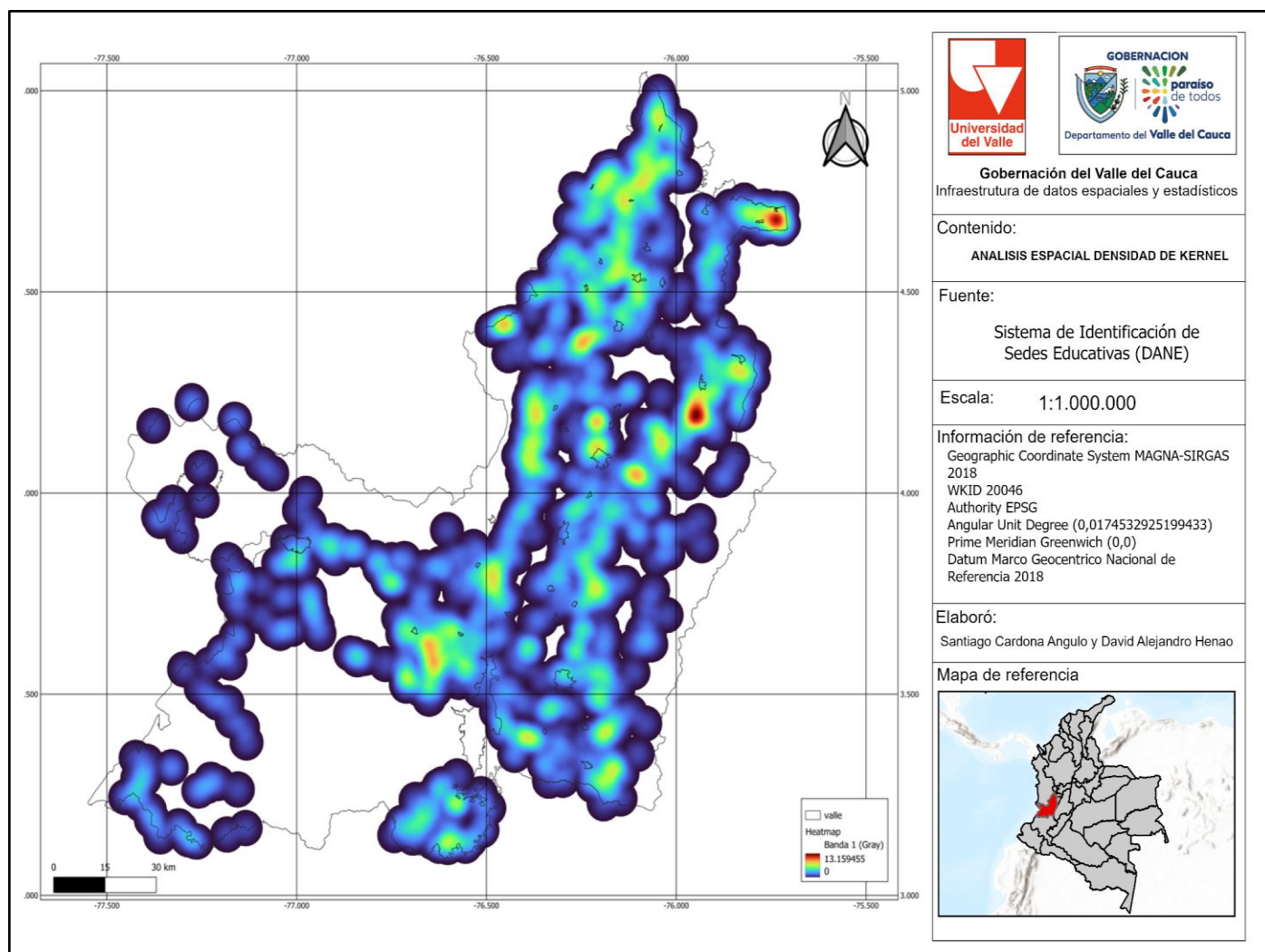
Este mapa presenta la clasificación de cobertura de las instituciones educativas rurales oficiales en el valle del cauca utilizando únicamente los polígonos de Voronoi que simplifica la visualización de los datos. Al centrarse exclusivamente en la segmentación por Voronoi, el **mapa #6** facilita la interpretación espacial de la cobertura educativa sin superposiciones adicionales, permitiendo identificar patrones de accesibilidad y posibles zonas con baja oferta escolar.

Para el **mapa #5 y #6**, al igual que la triangulación Delaunay, los polígonos Voronoi que se relacionan municipios del norte del Valle y Buenaventura y aquellos polígonos que generaron fuera del departamento del Valle del Cauca, que se generaron como resultado del geoproceso

anterior, tampoco serán tenidas en cuenta en el análisis espacial por el vacío de información que generan estos polígonos restantes.

Densidad Kernel

En el **mapa #7**, la “densidad de Kernel” nos permite tener una idea de la concentración de las instituciones educativas en el departamento. Se puede apreciar que la cantidad de colegios es media-alta a lo largo del centro del Departamento del Valle del Cauca por donde discurre su afluente principal y se da la mayor cantidad de actividades tanto productivas como residenciales. Dos zonas hacia el nororiente parecen presentar mayor temperatura lo cual nos habla de una concentración mayor de colegios, es decir, presentan mayor densidad. Estas zonas son dos corredores estratégicos de conectividad tanto entre Pereira (más al norte), como de Armenia (un poco más al sur del anterior). Generalmente este tipo de mapas brinda más información al ser cruzado con otros como grupos etarios, densidad poblacional, etc. Este procesamiento permite producir una zonificación jerárquica según sus densidades.



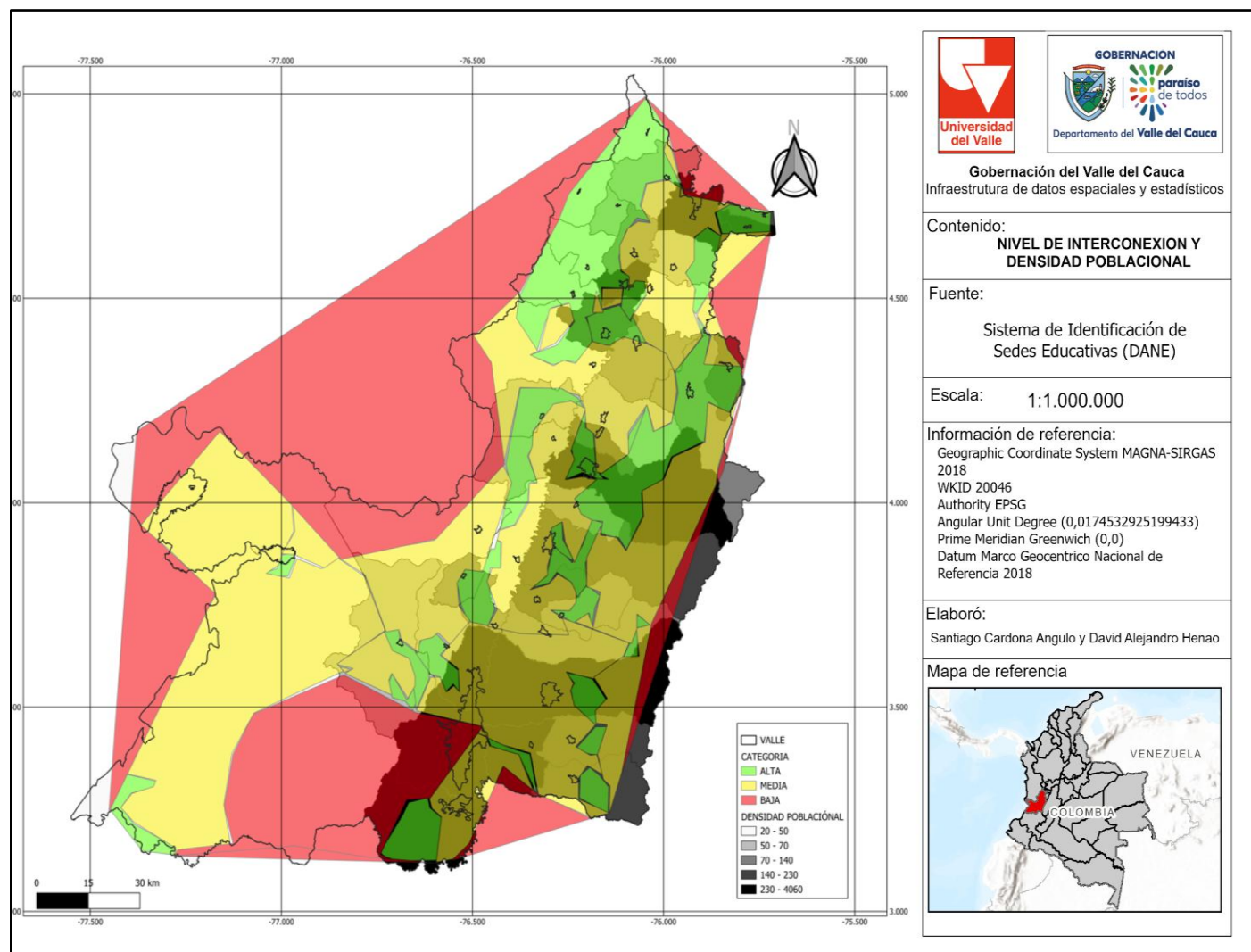
Mapa #7: Mapa de calor, Densidad Kernel. Densidad en la distribución de colegios oficiales.

DIAGNÓSTICO

Para entender si la oferta educativa del departamento es efectiva frente a la demanda es propicio emplear las anteriores capas producto del geoprocesamiento de la información de la base de datos SISE depurada en un principio como objetivo central de esta pasantía. Dichas capas al ser superpuestas con la densidad poblacional¹⁴ permite ver el grado de oferta y demanda de las instituciones públicas.

¹⁴ DANE

Análisis densidad poblacional por interconexión



Mapa #8: *Nivel de interconexión y Densidad poblacional*

El **Mapa #8** superpone la interconexión producto del análisis de la triangulación de Delaunay con la capa densidad poblacional de los municipios del departamento¹⁵. La interconexión se mide en tres categorías: baja, media y alta, utilizando la clasificación basada en el tamaño y la agrupación de los triángulos generados mediante la triangulación de Delaunay. Este enfoque permite identificar patrones espaciales de conexión entre colegios y evaluar la cohesión del sistema educativo en la región. Por otro lado, la densidad poblacional se mide en cuartiles, abarcando la población general del Valle del Cauca. Esta segmentación facilita el análisis de la distribución

¹⁵ Ibid., [DANE](#)

demográfica y su relación con la ubicación de los colegios oficiales, permitiendo identificar áreas con alta demanda potencial de infraestructura educativa.

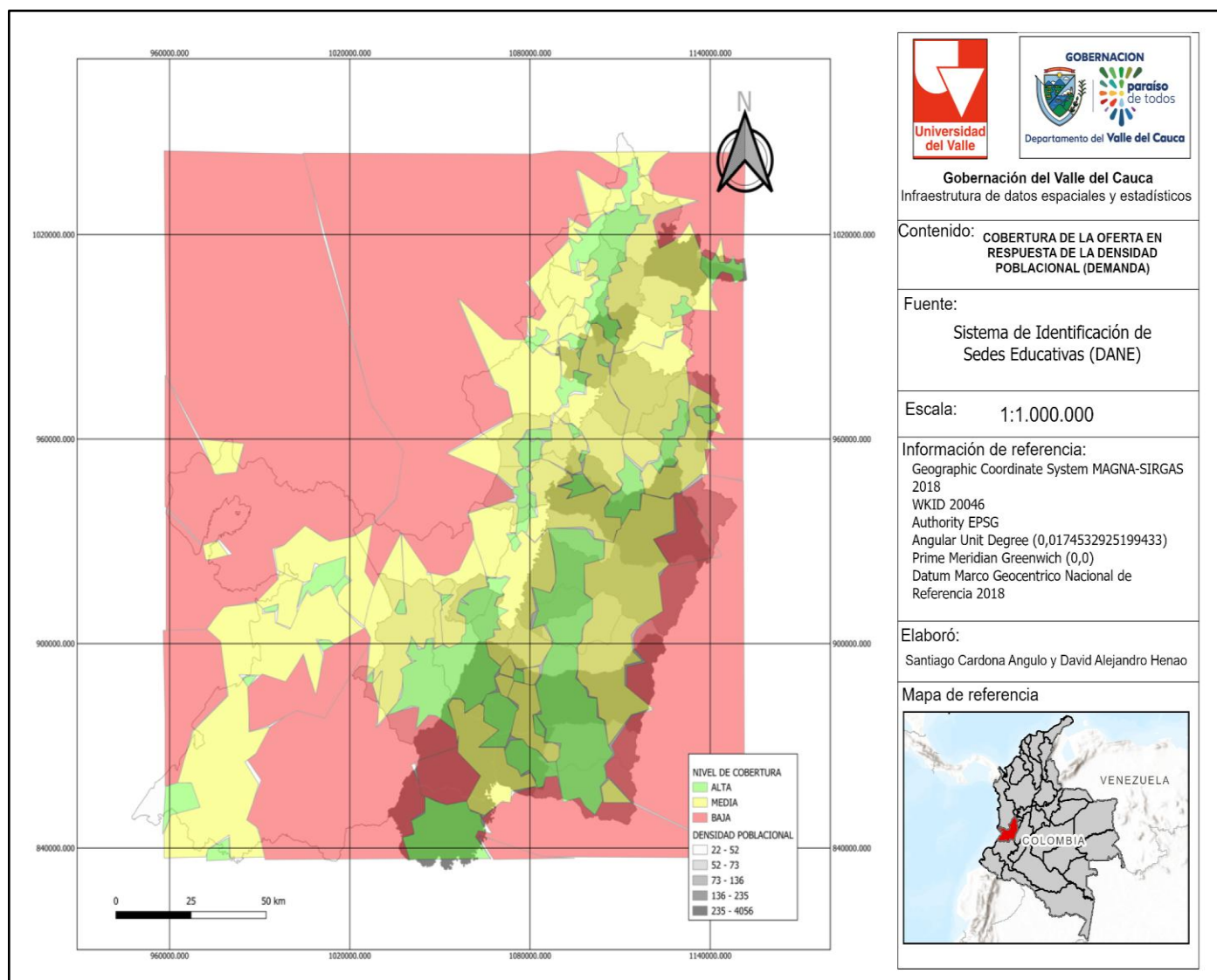
La mayor interconexión entre instituciones educativas y oferta de dicho servicio se da en las zonas cercanas a las cabeceras municipales del centro del departamento, en tanto que hacia las periferias tanto de la Cordillera Central como en las zonas de las inmediaciones a los Farallones de Cali.

El Naya y otras regiones de Buenaventura presentan mayor ausencia de interconexión y oferta generando desplazamientos más largos, falta de acceso, vulnerabilidad ante el conflicto armado, entre otras problemáticas.

Cobertura de la oferta en respuesta de la densidad poblacional (Demanda)

El **Mapa #9** permite observar a través de una clasificación tipo semáforo el grado de cobertura real de la oferta frente a la demanda que estaría representada en la densidad poblacional de los municipios. La cobertura se clasifica en: Alta (≤ 6 km²), media (7-15 km²) y baja (> 15 km²). Además, se evalúa la relación entre los polígonos vecinos para identificar posibles brechas o superposiciones en la cobertura. Esta información se superpone a una capa de densidad poblacional, lo que permite identificar la demanda potencial en cada zona.

Las zonas al sur del departamento presentan la mayor cobertura de instituciones educativas, estando en la periferia de Santiago de Cali. Sin embargo, el norte también presenta una concentración inusual que no necesariamente responde a la demanda. Caso contrario a lo que ocurre hacia la cordillera Central y la Costa Pacífica. Es decir, hay una distribución desigual de la oferta y no responde a los sectores más vulnerables que además presentan altísima demanda por sus densidades poblacionales.



Mapa #9: Cobertura de la oferta en respuesta a la densidad poblacional.

ANÁLISIS COMEDORES COMUNITARIOS

A continuación, se presentan los comedores urbanos geocodificados y el análisis espacial aplicado a estos. Se espera identificar si la ubicación de estos comedores cubre un área óptima para que las personas más necesitadas tengan facilidad de acceso a estos y no tengan que recorrer grandes distancias para acceder a dicho servicio del estado. Para ello se emplearon las herramientas de análisis espacial usados previamente con las Instituciones Educativas, como lo son: Triangulación Delaunay y Polígonos Voronoi-Thiessen. Estos mapas fueron superpuestos con la densidad poblacional para medir la relación entre oferta y demanda, la cual de por sí es escasa teniendo en

cuenta que tan solo hay 60 comedores oficiales. En todo caso no ahondaremos mucho puesto que la pasantía centró sus mayores esfuerzos en la dinámica de georeferenciación y reconocimiento de cobertura de las Instituciones Educativas. El análisis ayuda a optimizar la ubicación de futuros comedores para garantizar una cobertura más equitativa.

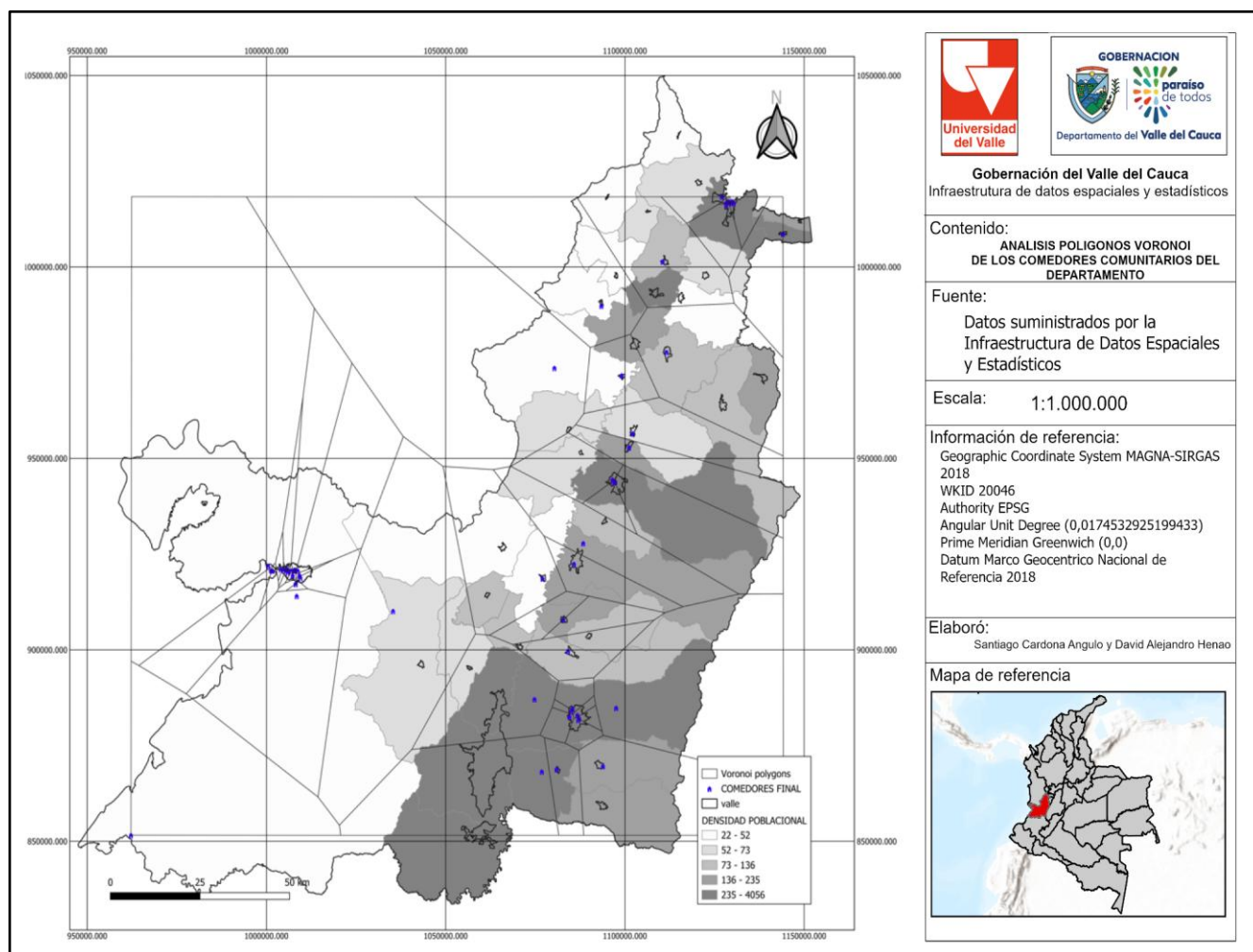
Al igual que las instituciones educativas rurales, las líneas y polígonos que relacionen y entrecruzan el norte del valle y Buenaventura, tampoco serán tenidos en cuenta en para el análisis de los comedores humanitarios por la misma razón explicada anteriormente en los mapas del análisis de las instituciones. *

Análisis de cobertura con polígonos Voronoi

A través de los polígonos Voronoi en relación con la distribución de los comedores comunitarios podemos observar en el **Mapa #10** que: la distribución de los comedores comunitarios no es uniforme, con mayor concentración en áreas urbanas o de alta densidad poblacional. También se identificaron zonas rurales o periféricas con menor acceso a comedores, lo que podría requerir la implementación de nuevos puntos de servicio. Varios municipios presentan sobredemanda de comedores públicos como en Buga, Buenaventura y Cartago. En el caso de Buenaventura, se superponen varios en la cabecera municipal a pesar de su baja densidad poblacional, y muy pocos comedores en zona rural. También se debería observar los municipios del norte del Valle donde predomina la población indígena, la cual está fragmentada territorialmente y sus cabildos están lejos de la cabecera y periferias. Este problema posiblemente agrava la situación alimentaria de los grupos indígenas de la zona, la cual “se encontró el 68,33% de los menores, con desnutrición aguda moderada y severa en el 10% de los niños.”¹⁶

¹⁶ CORTAZAR, Paola Amanda, et al. Relación entre seguridad alimentaria y estado nutricional: abordaje de los niños indígenas del norte del Valle del Cauca, Colombia. Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. p. 56

*p. 24

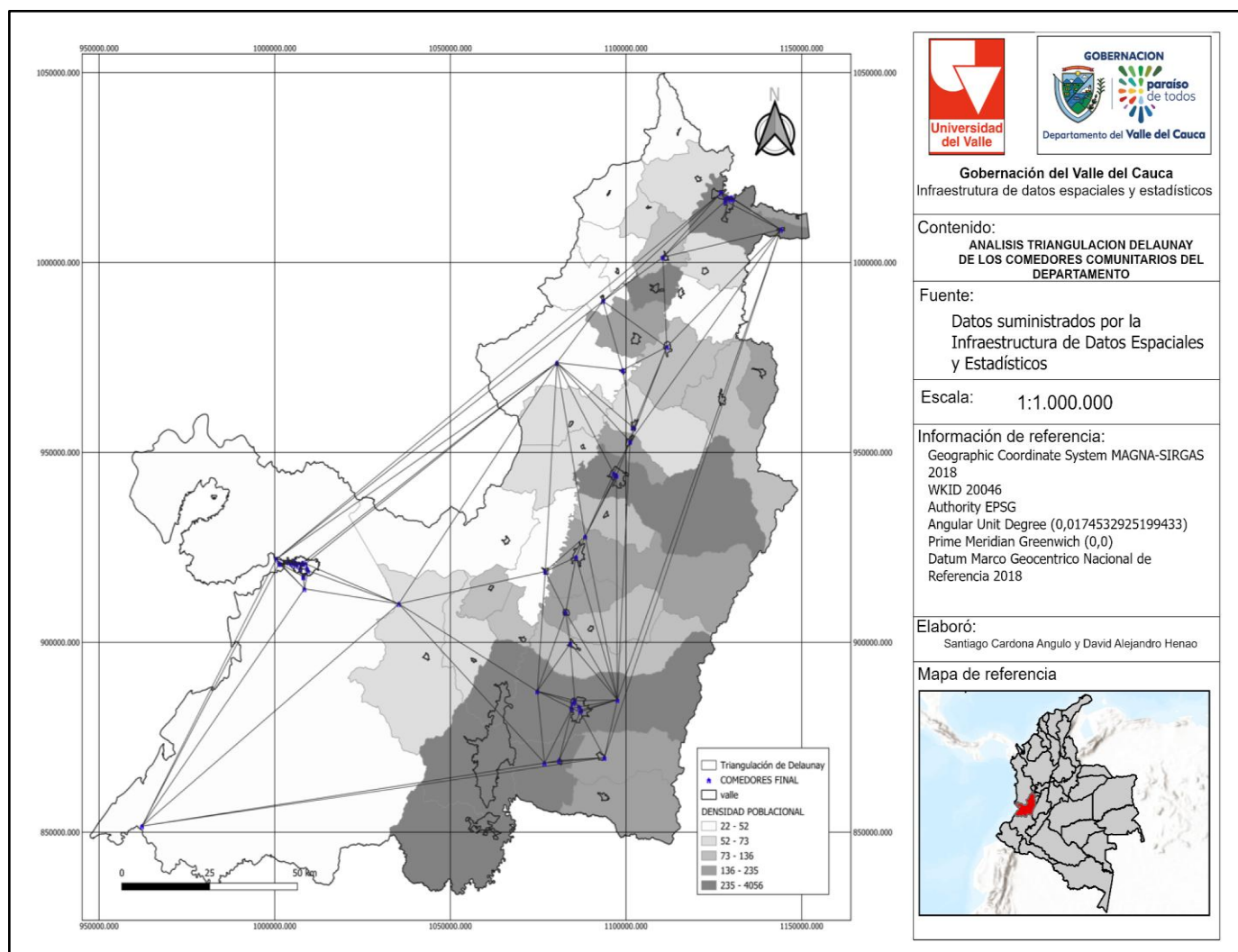


Mapa #10: *Polígonos Voronoi de los comedores comunitarios.*

Análisis de interconexión triangulación Delaunay

En el **Mapa #11** las mayores distancias entre las líneas de los polígonos triangulares generadas a partir del centroide o nodo de los comedores, significa que tienen una menor cobertura. Se reveló que estos tienden a agruparse en áreas urbanas o de alta densidad poblacional formando clusters, mientras que en zonas rurales o periféricas la distancia entre comedores es mayor indicando una menor cobertura. En los municipios del norte del valle, y Buenaventura su cobertura es desigual y no uniforme, lo que acarrea problemas para el transporte de suministros a estos. Algunos grupos como los indígenas y afros, son afectados por esta desigualdad en la cobertura de estos comedores; de hecho, en la población indígena se han registrado graves casos de seguridad alimentaria en el grupo indígena Embera, como lo explican los siguientes datos: “que de los 60 menores evaluados

el 10 % se encuentra en algún nivel de desnutrición aguda, el 61,7 % se encuentra en peso adecuado para la talla y el 16,73 % presenta algún tipo de exceso de peso ya sea riesgo de sobrepeso, sobrepeso u obesidad.¹⁷ En Buenaventura también se presentan estos casos en los asentamientos ubicados a orillas del río Naya, cuyo comedor georreferenciado en el mapa, posiblemente no cubre las necesidades de la población asentada por el río.



Mapa #11: Triangulación Delaunay de los comedores comunitarios.

¹⁷ CORTAZAR, Paola Amanda, et al. Opt Cit. p. 60

EXPERIENCIA EN LA PASANTÍA

El trabajo realizado tiene un impacto significativo en distintos sectores. En el ámbito académico, proporciona una base de datos confiable para estudios sobre distribución educativa y acceso a servicios públicos. En la administración, permite mejorar la toma de decisiones en materia de políticas educativas y asignación de recursos. Para la población, contribuye a la identificación de brechas en la cobertura y acceso a la educación, lo que a su vez puede favorecer la implementación de estrategias para mejorar la equidad en el sistema educativo del departamento.

Como proceso de aprendizaje, se refuerzan habilidades técnicas en sistemas de información geográfica (SIG) como la georeferenciación para la corrección de la ubicación de las instituciones educativas rurales y comedores urbanos; la triangulación de Delaunay, Polígonos Voronoi y Densidad de Kernel, como base en el análisis espacial en lo anteriormente mencionado. Sentimos que con estos procesos técnicos nos ha servido mucho para mostrar y evidenciar el problema de la accesibilidad en la educación rural en el Valle del Cauca y la distribución desigual de los comedores urbanos con los productos generados durante la pasantía.

Durante la pasantía con la Gobernación Departamental, en nuestra opinión, faltó más acompañamiento de parte los tutores más que todo en la parte del análisis de cobertura de las instituciones educativas rurales; y también nos faltó más aclaración en cuanto al fin de la geolocalización de los comedores comunitarios que; si bien se realizó la tarea de geocodificarlos, nunca se nos dijo al final que se hacía con el resultado. Además, para el análisis de cobertura, no se alcanzó a realizarlo y presentarlo con ellos porque la pasantía finalizó.

En cuanto al desarrollo de la pasantía, no hubo ningún inconveniente que afecte el desarrollo de esta. Se entregó y cumplió con las metas establecidas con la Infraestructura de datos espaciales en la gobernación del Valle del Cauca.

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

Como recomendaciones para la gobernación del Valle del Cauca, es necesario realizar políticas públicas en zonas rurales, montañosas y costeras que presentan mayores problemas en cobertura educativa. Se debe de enfocar en territorios con alta dispersión poblacional y problemas de accesibilidad como Buenaventura y las instituciones en el norte del Valle y piedemonte de las cordilleras central y oriental. También se sugiere que se haga un seguimiento a los productos generados durante la pasantía para que los datos y mapas realizados sean utilizados en proyectos, programas y políticas públicas.

Para el Departamento de Geografía de la Universidad del Valle, que se haga énfasis en el aprendizaje de los sistemas de información geográficos avanzados; herramientas de programación como Python y RStudios actualmente se están volviendo indispensables para el desarrollo de técnicas de análisis geográficos en los SIGs y en el ámbito profesional. Con un buen dominio de estas y de herramientas automatizadas, mejores geógrafos y tendrán más posibilidades de defenderse en el mercado laboral.

Para la Universidad del Valle, se debe impulsar la carrera de geografía, su área de trabajo y su propósito al servicio de la sociedad, para que futuros estudiantes tengan la iniciativa de matricularse a la carrera, y no solo entren para saltar a otras carreras, como ha sucedido habitualmente. Impulsar y apoyar la carrera, ya sea desde la educación primaria y bachillerato, no solo fomentará el estudio, objetivos y misión, sino que también evitará que los estudiantes matriculados deserten continuamente a otros programas.

Y para los estudiantes de geografía que opten por la pasantía, que se preparen habilidades en sistemas de información geográficas, estas herramientas son muy demandadas por instituciones públicas locales y nacionales; además, sirven para obtener resultados en análisis espaciales de manera rápida y eficiente en diferentes ámbitos de la carrera.

A modo de conclusión, se corrigió la georreferenciación de 1270 instituciones educativas rurales y se georreferencia 60 comedores comunitarios para su uso como disponibilidad en bases de datos.

Estas correcciones permitieron mejorar la precisión del análisis espacial realizado sobre la cobertura y accesibilidad del departamento del Valle del Cauca. Se aplicó las herramientas de software como los sistemas de información geográficas para el uso de los procesos de triangulación de Delaunay, Polígonos Voronoi-Thiessen y densidad de Kernel para identificar deficiencias en la distribución de las instituciones educativas rurales. De esta forma, se evidenció una distribución desigual de los colegios rurales que en algunas regiones del departamento carecen de cobertura y accesibilidad adecuada; y lo mismo con los comedores comunitarios que no logran cubrir a la población rural del departamento. Se espera que este informe contribuya a elementos clave para el desarrollo de políticas públicas más equitativas e integrales y una muestra del uso del análisis espacial como herramienta de planificación.

LISTA DE ANEXOS

Tabla #1: Resumen normativo del soporte legal al análisis espacial.

Mapa #1: Todos los colegios rurales oficiales georeferenciados y corregidos en el departamento del Valle del Cauca

Mapa #2: Geocodificación de los comedores comunitarios en el Valle del Cauca

Imagen #1: [Muestra de la ubicación de los comedores comunitarios a través de geocodificación de Google Maps.](#)

Mapa #3: Triangulación Delaunay, resultado inicial generado por el SIG.

Mapa #4: Triangulación Delaunay, Elaboración propia.

Mapa #5: Análisis Voronoi generado por el SIG con la base de datos.

Mapa #6: Categorización propia del grado de cobertura según dimensión de polígonos.

Mapa #7: Mapa de calor, Densidad Kernel. Densidad en la distribución de colegios oficiales.

Mapa #8: Nivel de interconexión y densidad poblacional.

Mapa #9: Cobertura de la oferta en respuesta a la densidad poblacional.

Mapa #10: Polígonos Voronoi de los comedores comunitarios.

Mapa #11: Triangulación Delaunay de los comedores comunitarios.

BIBLIOGRAFÍA

ÁVILA, Blanca Rosa. Aportes a la calidad de la educación rural en Colombia, Brasil y México: experiencias pedagógicas significativas. [En línea]. Bogotá: Universidad de La Salle; 2017. Tesis Doctoral. [Consultado: 21 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14625/31842>

BUZAI, Gustavo. Áreas de influencia de los centros de atención primaria de salud (CAPS) en la ciudad de Luján mediante polígonos de Voronoi-Thiessen. [En línea]. Argentina: Universidad Nacional de Formosa; 2016. *Investigaciones y ensayos geográficos*. [Consultado: 8 de enero de 2025]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11336/118055>

BUZAI, Gustavo; GALBÁN MONTES, Eloy. Pensando los Sistemas de Información Geográfica desde Iberoamérica. [En línea]. Buenos Aires: Instituto de Investigaciones Geográficas, Universidad Nacional de Luján; 2022. [Consultado: 21 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/364154118_Pensando_los_Sistemas_de_Informacion_Geografica_desde_Iberoamerica. ISBN: 978-987-48369-6-0.

CALIXTO LIÑÁN, Felipe. Tensiones en las funciones rectorales y su impacto en la calidad educativa de las instituciones de educación básica y media. [En línea]. Santa Marta: Universidad del Magdalena; 2018. [Consultado: 3 de marzo de 2025]. Disponible en: <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/1304>

CORTAZAR, Paola Amanda; et al. Relación entre seguridad alimentaria y estado nutricional: abordaje de los niños indígenas del norte del Valle del Cauca, Colombia. [En línea]. Cali: Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte; 2020. *Revista Nutrición*. [Consultado: 17 de abril de 2025]. Disponible en: <https://revista.nutricion.org/PDF/PICO.pdf> DOI: 10.12873/401pico.

LABORATORIO DE ECONOMÍA DE LA EDUCACIÓN – LEE, Pontificia Universidad Javeriana. Informe No. 98. *Calidad educativa en zonas rurales de Colombia: un camino por recorrer*. [En línea]. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2024. [Consultado: 8 de enero de 2025]. Disponible en: <https://lee.javeriana.edu.co/w/lee-informe-98>

SOLANO, Elisa. Herramientas geoespaciales y técnicas de optimización para mejorar el acceso geográfico a servicios de salud en el departamento de Cusco-Perú. [En línea]. Córdoba: Universidad de Córdoba; 2016. [Consultado: 14 de febrero de 2025]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11086/3752>