

**Diseño de una Guía para Optimizar el Costo de Transporte de Materiales Pétreos Granulares, para la Ejecución de Vías Terciarias en la Provincia del Gualivá Departamento de Cundinamarca por Medio de un Modelo de Transporte**

**Yenny Liseth Pérez Olaya**

**Universidad Católica de Colombia**



**Notas del Autor**

**Este trabajo de Grado Dirigido se realizó por la estudiante con código: 550731, para cumplir con los requerimientos Académicos pertinentes de la Especialización en Gerencia de Obras, habiendo sido su Tutor de Proyecto el Ingeniero Sigifredo Arce de la Facultad de Ingeniería.**

**Bogotá, Junio De 2017**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

**Usted es libre de:**



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

hacer obras derivadas

**Bajo las condiciones siguientes:**



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Bogotá D.C., junio de 2017.

## **Agradecimientos**

Expreso mi agradecimiento a:

El Ingeniero Sigifredo Arce, quien con sus conocimientos orientó el rumbo de esta investigación.

Los directivos y empleados de la empresa Ingeniería Civil y Geodesia S.A.S., quienes muy amablemente abrieron sus puertas, permitiendo el desarrollo del presente estudio.

Y quienes de una u otras formas colaboraron para que esta investigación fuera un éxito.

**YENNY LISETH PÉREZ OLAYA**

## Contenido

Introducción	14
Generalidades	16
Campo Estratégico Seleccionado	16
Línea de Investigación	16
Planteamiento del Problema	16
Antecedentes del Problema a Resolver	16
Descripción del problema	17
Justificación	19
Objetivos	20
Objetivo general	20
Objetivos específicos	20
Marcos de Referencia	22
Marco Teórico	23
Modelos de transporte y actividades de modelización	23
Tipos de transporte	25
Aspectos relativos a materiales pétreos	27
Densidad	27
Durabilidad	28
Dureza	28
Resistencias mecánicas	28
Propiedades térmicas	28
Propiedades eléctricas	29
Impermeabilidad	29
Elasticidad	29
Combustibilidad	29
Marco Legal y Normativo	30
Marco Geográfico	31
Caracterización general	33
Caracterización vial	36

Estado del Arte	39
Fuentes nacionales	39
Fuentes internacionales	40
Metodología	43
Enfoque	43
Tipo de Investigación	43
Técnicas e Instrumentos	43
Fases de Investigación	44
Análisis de Resultados	45
Inventario de Canteras Certificadas en la Región del Gualivá	45
Tabla 2. <i>Inventario de Canteras Certificadas en la Región del Gualivá</i>	46
Inventario de Canteras Certificadas más Próximas a la Región del Gualivá	47
Posibles Rutas entre los Municipios que Integran la Región del Gualivá y cada una de las Canteras de los Inventarios	50
Tabla 4. <i>Rutas entre los Municipios que Integran la Región del Gualivá y cada una de las Canteras de los Inventarios</i>	51
Distancia de las Rutas Arrojadadas por la Plataforma Google Maps entre cada uno los Municipios que Integran la Región del Gualivá y las Cantareras de los Inventarios	53
Definición del Tipo Vehículo de Carga	56
Costo de transporte por Kilómetro (Km).	61
Definición del modelo	62
Resultado: Guía para Optimizar el Costo de Transporte de Materiales Pétreos Granulares para la ejecución de vías terciarias en la región del Gualivá.	63
Resumen	63
Introducción	64
Pasos a Seguir	65
Aplicación de la guía para Optimizar Gastos de Transporte para Materiales Pétreos Granulares, en Propuestas de Ejecución Vial: Gualivá Provincia de Cundinamarca en el Contrato de obra No. S.A. 003 de 2017 Celebrado entre Ingeniería Civil y Geodesia S.A.S. – INCIGE S.A.S. y el Municipio de Nimaima Cundinamarca	73
Distancia Entre el Casco Urbano y el Sitio de las Obras	74

Tipo de Vehículo	75
Costo de Transporte	76
Unidades Transportadas	76
Mejoramiento de la Vía Terciaria que Comunica el Casco Urbano con la Vereda Resguardo Bajo Sector LA y Municipio de Nimaima	79
Recebo Común	79
Rajón	81
Arena	83
Triturado $\frac{3}{4}$ "	85
Mejoramiento de la Vía Terciaria que Comunica el Casco Urbano con la Vereda Pinzaima Sector Candami	87
Recebo Común	87
Rajón	89
Arena	91
Triturado $\frac{3}{4}$ "	93
Conclusiones y recomendaciones	95
Referencias Bibliográficas	98
Anexos	105

### **Lista de Tablas**

- Tabla 1. *Marco Legal y Normativo*, 30
- Tabla 2. *Inventario de Canteras Certificadas en la Región del Gualivá*, 46
- Tabla 3. *Canteras más Cercanas a la Región del Gualivá*, 48
- Tabla 4. *Rutas entre los Municipios que Integran la Región del Gualivá y cada una de las Canteras de los Inventarios*, 51
- Tabla 5. *Distancias de las Rutas entre los Municipios que Integran la Región del Gualivá y las Cantareras de los Inventarios*, 54
- Tabla 6. *Dimensiones de los Vehículos*, 57
- Tabla 7. *Características de Carga de los Camiones*, 59
- Tabla 8. *Pesos por Eje de los Camiones*, 60
- Tabla 9. *Resultados Tolerancia de los Camiones*, 60
- Tabla 10. *Promedio de los Pesos Reportados en las Fichas Técnicas*, 61
- Tabla 11. *Peso Máximo de los Vehículos*, 61
- Tabla 12. *Convenciones de la Guía*, 65
- Tabla 13. *Selección de Municipio de Ejecución de la Obra*, 66
- Tabla 14. *Distancia de Casco Urbano y la Obra*, 66
- Tabla 15. *Selección del Tipo de Material*, 67
- Tabla 16. *Cantidad de Material*, 67
- Tabla 17. *Selección de Tipo de Vehículo*, 68
- Tabla 18. *Listado de las 9 canteras*, 69
- Tabla 19. *Disponibilidad de Material*, 69
- Tabla 20. *Costo Unitario por Material Requerido*, 70
- Tabla 21. *Determinación de Costos Totales*, 71
- Tabla 22. *Información Requerida para la Utilización de la Guía*, 73
- Tabla 23. *Cantidades de Obra a Ejecutar*, 76
- Tabla 24. *Materiales Pétreos Granulares Requeridos*, 78
- Tabla 25. *Cálculo de Material Requerido*, 78
- Tabla 26. *Información para Determinar la Opción más Económica para el Transporte de Material al Sitio de la Obra Vereda Resguardo Bajo Sector LA*, 79



Tabla 27. *Selección Proveedor de Recebo Común Obra Vereda Resguardo Bajo Sector LA, 80*

Tabla 28. *Selección Proveedor de Rajón Obra Vereda Resguardo Bajo Sector LA, 82*

Tabla 29. *Selección Proveedor de Arena Obra Vereda Resguardo Bajo Sector LA, 84*

Tabla 30. *Selección Proveedor de Triturado  $\frac{3}{4}$ " Obra Vereda Resguardo Bajo Sector LA, 86*

Tabla 31. *Información para Determinar la Opción más Económica para el Transporte de Material al Sitio de la Obra Vereda Pinzaima, 87*

Tabla 32. *Selección Proveedor Recebo Común Obra Vereda Pinzaima, 88*

Tabla 33. *Selección Proveedor Rajón Obra Vereda Pinzaima, 90*

Tabla 34. *Selección Proveedor Arena Obra Vereda Pinzaima 92*

Tabla 35. *Selección Proveedor Triturado  $\frac{3}{4}$ " Obra Vereda Pinzaima 94*

## **Lista de Figuras**

*Figura 1.* Marco de Referencia, 22

*Figura 2.* Localización Provincia del Gualivá, 32

*Figura 3.* Número de Habitantes de cada Municipio y la Proporción del Total de la Provincia, 35

*Figura 4.* Dinámicas Productivas de la Provincia del Gualivá, 36

*Figura 5.* Estructura Vial Región del Gualiva, 38

*Figura 6.* Fases de la Investigación, 44

*Figura 7.* Tipos de Vehículo de Carga, 56

*Figura 8.* Descripción de los Camiones tipo C3 y C2, 59

*Figura 9.* Diseño de Rutas, 74

*Figura 10.* Cálculo de Distancia de la Obra y el Nimaima, 75

### **Lista de Anexos**

Anexo A. Ubicación de la Provincia, 106

Anexo B. Contrato de Obra No. SA 003 DE 2017 Celebrado entre el Municipio de Nimaima e Ingeniería Civil y Geodesia S.A.S., 107

## Resumen

Los proyectos de ejecución de vías se deben soportar en diseños que llevan incluidos presupuestos de transporte, materiales y otras actividades que deben ser controladas presupuestalmente. Dentro de la provincia de Gualivá (Cundinamarca) las determinaciones presupuestales de transporte para dichos proyectos, presentan múltiples variables que dificultan su determinación y generan, especialmente cuando se desconocen las condiciones de la región, gastos que deben ser evitados por el ejecutor del proyecto. El presente trabajo de investigación propone una solución para optimizar y mejorar las proyecciones presupuestales de los proyectos de ejecución de vías, mediante una guía que se soporta en un modelo de transporte que busca minimizar los costos del transporte de material pétreo teniendo en cuenta las condiciones específicas en la región del Gualivá.

Metodológicamente, se desarrollará investigación de tipo documental y de campo que se dividirá en seis etapas en las cuales se trabajará con materiales pétreos para la ejecución de carreteras terciarias, obtenidos en canteras certificadas, y precios de transporte que serán usados para el diseño del modelo de transporte que permita minimizar los costos de transporte.

El resultado presentado, es una guía de uso práctico, junto con el modelo de transporte que fue diseñado mediante la aplicación Excel lo que permite ser usado por cualquier profesional sin necesidad de tener conocimientos adicionales de programas específicos; este modelo le permitirá realizar la búsqueda de los materiales pétreos granulados requeridos en su proyecto mostrando las opciones que se tienen y entre estas la opción más económica.

**Palabras clave:** Transporte de materiales de cantera; Materiales pétreos granulados; Provincia de Gualivá (Cundinamarca); Modelo de transporte.

## **Abstract**

Roadway projects must be supported in designs that include transport budgets, materials and other activities that must be controlled budget. Within the province of Gualivá (Cundinamarca) the budgetary determinations of transport for these projects, present multiple variables that make difficult their determination and generate, especially when the conditions of the region are unknown, expenses that must be avoided by the project executor. The present research proposes a solution to optimize and improve the budget projections of highway projects, through a guide that is supported in a transport model that seeks to minimize the costs of transporting stone material taking into account the specific conditions In the Gualivá region.

Methodologically, documentary and field research will be developed, which will be divided into six stages in which stone materials will be used for the execution of tertiary roads, obtained in certified quarries, and transportation prices that will be used for the design of the model Transportation that minimizes transportation costs.

The result presented is a practical guide, along with the transport model that was designed by the Excel application which allows it to be used by any professional without needing to have additional knowledge of specific programs; This model will allow you to search for the granular stone materials required in your project showing the options you have and among these the most economical option.

**Keywords:** mining, materials, roads, provincial construction, transport model.

## Introducción

El presente trabajo expone un diseño de una guía y un modelo de transporte que busca minimizar los costos de transporte en la ejecución de carreteras terciarias dentro de la provincia de Gualivá (Cundinamarca). El trabajo responde a una problemática originada en el hecho que los contratistas que desarrollan obras de mejoramiento de la red vial terciaria en la provincia del Gualivá incurren en sobrecostos de transporte debido a que los precios de referencia con los que se diseñan los presupuestos no están teniendo en cuenta las distancias reales que existen entre las canteras certificadas de las cuales se puede suministrar el material pétreo granular a las obras. Por lo tanto, se plantea la realización de una guía que ayude a los contratistas en la elección de la cantera de donde se va a proveer el material a la obra mediante un modelo de transporte que busca minimizar costos de transporte teniendo en cuenta las siguientes variables: distancias de las canteras a los cascos urbanos de los municipios que componen la región del Gualivá, valor de transporte de metro cubico por km, tipo de vehículo, rutas de canteras a cascos urbanos de los municipios, clase de material disponible por cantera y valor del material.

Para el desarrollo de esta propuesta, el trabajo se dividido en tres partes, la primera consta principalmente de un marco teórico que como su nombre lo indica contiene las bases de discurso académico para responder a la problemática que planea resolver este proyecto; igualmente, se realiza un planteamiento de objetivos y antecedentes de investigación. La segunda parte del proyecto comprende el diseño metodológico que se empleó para el desarrollo del modelo a crear, a partir de la total descripción, organización y tabulación de las diferentes variables de dificultad que se presentan en la ejecución de los proyectos de obras civiles en la provincia del Gualivá.

Finalmente, se muestra la guía para el uso del modelo de transporte a partir de la cual los distintos interesados en la ejecución de proyectos viales de orden terciario, y sobre todo los nuevos ejecutores designados al trabajo dentro de la provincia de Gualivá,

podrán establecer con mayor certeza los costos de transporte de materiales pétreos granulares, sin generar gastos no establecidos en los planes de ejecución.

## **Generalidades**

### **Campo Estratégico Seleccionado**

La presente investigación está orientada a los costos directos de los proyectos, específicamente a los costos de transporte de los materiales pétreos.

### **Modalidad de Trabajo de Grado**

Trabajo de grado de investigación.

### **Línea de Investigación**

La línea de investigación del presente trabajo es: Gestión integral y dinámica de las organizaciones empresariales.

### **Planteamiento del Problema**

¿La minimización de los costos de transporte de materiales pétreos puede llevarse a cabo mediante un modelo de transporte que tenga en cuenta las siguientes variables: distancia de las canteras al sitio de la obra, valor de transporte del metro cubico de material pétreo por kilómetro, tipo de vehículo y rutas de las canteras al sitio de las obras?.

### **Antecedentes del Problema a Resolver**

Han existido diferentes documentos con los cuales las empresas de ingeniería se han apoyado para obtener los costos de sus proyectos como son: la revista Construdata, listado de precios de las entidades que realizan inversión en este tipo de obras como el Instituto Nacional de Vías y el Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca; sin embargo estos valores son generales, y no tienen en cuenta las



distancias reales que existen de las canteras certificadas a los sitios donde se van a realizar las obras por lo cual los contratistas incurren en sobre costo durante la ejecución del proyecto. Así también por experiencias propias de las empresas y procedimientos generados por los proyectos manejados por estas mismas sin importar los factores variables y específicos que pueden hacer cambiar el entorno de la adquisición de los materiales, la otra forma de tener esta información es en base a cotizaciones solicitadas las cuales pueden dejar ofertantes por fuera de la información.

### **Descripción del problema**

Los materiales utilizados para los mejoramientos de carreteras terciarias son agregados pétreos granulares, material de arrastre tales como arenas, gravas y las piedras yacentes al cauce y orillas de las corrientes de agua, arenas, rocas, caliza, arcilla, limos.

Los costos reales para la compra de los materiales utilizados en la ejecución de proyectos de mejoramiento de carreteras terciarias en la provincia de Gualivá departamento de Cundinamarca pueden aparecer en revistas, manuales o guías, pero al no tener en cuenta la ubicación geográfica de donde se realizará la obra y la ubicación de las canteras certificadas de las cuales puede proveerse el material, no son precisos, los datos de revistas no son confiables para la toma de decisiones -aunque pueden servir para desarrollar parámetros de costos.

Diferentes variables deben tenerse en cuenta para establecer costos de transporte: en primera instancia se mencionan los mejoramientos viales realizados en los municipios con el fin de beneficiar a las poblaciones más alejadas, sin embargo, con estos los proyectos y el desplazamiento de los materiales hacen que se incurra en costos adicionales que generalmente no se encuentran previstos en la planeación inicial y afecta directamente la ejecución de la obra en su etapa de construcción que pueden influenciar en los valores de los materiales.

También, debe tenerse muy en cuenta la ubicación de la mina, y el precio por metro cubico. Las alzas o caídas de las monedas extranjeras inciden también en los precios, especialmente, cuando en la mina hay inversión extranjera o maquinaria importada, pues se presentan debido la distancia de las minas donde se extrae el material, que puede elevar el costo de transporte del mismo. Igualmente, se tiene que verificar que las minas con las cuales se cuente para el estudio tienen que tener todos los permisos y autorizaciones aprobadas para la explotación de las minas por las entidades correspondientes, solamente se puede hacer el estudio con empresas que cumplan la normatividad para cumplir con todos los parámetros legales.

Finalmente, la estimación del costo de transporte, depende de forma importante del valor por kilómetro estimable en cada caso, dado que el gasto de combustible, el costo marginal de mantenimiento de los automotores empleados para transportar los materiales y la labor del personal transportador deben ser involucrados: a mayor distancia transportada mayor valor del servicio de carga. Por último, debe tenerse en cuenta que, si alguno de los materiales requeridos no se encontrara en la zona, se debe calcular valores para adquirirlo fuera de la jurisdicción de Gualivá.

Por lo tanto, como es probable que sigan presentándose errores en el cálculo de gastos, la empresa debe basarse en su experiencia para la adquisición de dichos materiales, lo cual no resulta confiable dentro de la gestión de una empresa dedicada a la ejecución de obras civiles.

Se propone entonces la creación de una guía que establezca los elementos a tener en cuenta para la optimización de costos de transporte de materiales pétreos en la región de Gualivá (conformada por los municipios de Albán, La Peña, La Vega, Nimaima, Nocaima, Quebradanegra, San Francisco, Sasaima, Supatá, Útica, Vergara y Villeta).

## **Justificación**

Este proyecto tiene como fin brindar una nueva y mejor herramienta a la dirección y gerencia de proyectos, donde se obtenga información veraz y a tiempo para la planeación y ejecución de proyectos viales de red terciaria, para que dicha información pueda ser analizada y revisada con el objetivo de minimizar los costos de transporte de materiales pétreos granulares para la ejecución de mejoramientos de carreteras terciarias en la región del Gualivá, y de esta forma obtener mejores controles en los costos de los proyectos que se realizan en la zona.

La idea central consiste adquirir información real de la provincia de Gualivá con el fin de enlazar esta información en una guía y un modelo de transporte de materiales pétreos para el mejoramiento de carreteras terciarias y que pueda ilustrar a los interesados sobre los valores reales de los materiales pétreos teniendo en cuenta variables como: costo del transporte de material por km, distancia de las canteras al sitio de las obras, rutas, tipo de vehículo en el cual se trasportara él material. Dicho estudio debe indicar los costos con los cuales se deben trabajar para realizar un cálculo exacto y sin pérdidas en esta provincia con el fin de estimar posibles sobrecostos que se puedan generar la realización de una carretera terciaria.

Al entregar los presupuestos de materiales pétreos granulares para la construcción de una vía por parte del contratante se asumen riesgos económicos los cuales pueden afectar la construcción ya que estos costos son variables dependiendo de varios factores los cuales son capacidad de producción de las minas, distancias de entrega y afectaciones en el mercado de la demanda por lo cual no siempre puede ser precisos esos costos ya que a medida que transcurre el tiempo pueden subir o bajar de precio los materiales pétreos granulares necesarios para tales proyectos -construcción de vías-.

La información de diferentes fuentes suele ser actualizada semestralmente, como por ejemplo las guías de precios del Instituto Nacional de Vías INVIAS, la revista Construdata y el Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca ICCU,

pero estos precios que encontramos en esas guías no nos pueden asegurar que estos valores sean específicos para los lugares donde se va a realizar el trabajo ya que en todas las áreas del país se pueden encontrar minas productoras de materiales pétreos granulares con diferentes producciones y diferentes precios, sin tener en cuenta las variables relacionadas a los valores indicados. Es necesario minimizar los posibles errores en los cálculos económicos para no llegar a tener sobrecostos en la realización de un proyecto.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar una guía para optimizar el costo de transporte de materiales pétreos granulares para la ejecución de vías terciarias en la provincia de Gualivá departamento de Cundinamarca, por medio de un diseño de transporte.

### **Objetivos específicos**

Identificar las canteras en la provincia con producción de material pétreo para construcción de vías.

Identificar cuales minas cumplen con los permisos para poder explotar.

Estimar el valor del transporte del material por Km.

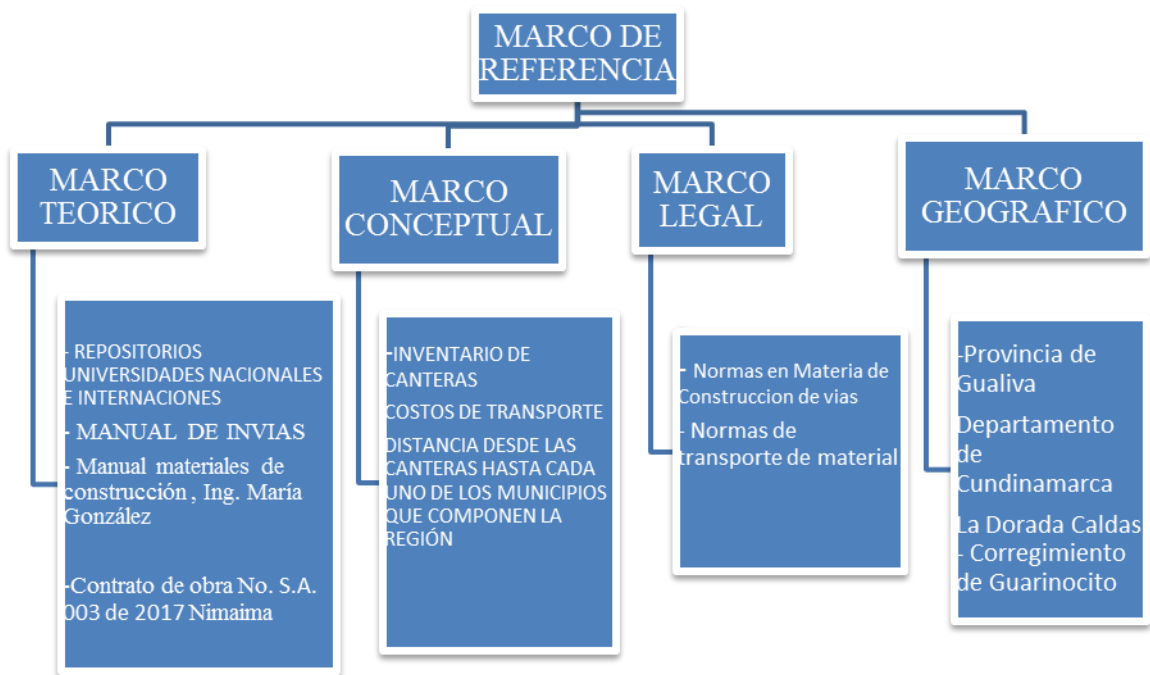
Identificar las variables que influyen en el transporte de material pétreo.

Elaborar un modelo de transporte que permita minimizar los gastos de transporte de materiales pétreos para la región del Gualivá.

Aplicar la guía al contrato de obra No. SA 003 de 2017 celebrado entre el municipio de Nimaima y la empresa Ingeniería Civil y Geodesia S.A.S.

### Marcos de Referencia

Se plantea un estudio de la problemática de la minimización de costos de transporte de materiales para la ejecución de vías terciarias en la provincia de Gualivá en el Departamento de Cundinamarca donde se tienen en cuenta los diferentes aspectos que deben contemplarse al momento de desarrollar la presente investigación abordando los diferentes escenarios que hacen referencia al problema (véase la Figura 1).



Fuente: La Autora

**Figura 1. Marco de Referencia**

La zona de estudio se delimito para la provincia de Gualivá departamento de Cundinamarca, la cual está conformada por los siguientes municipios Albán, La Peña, La Vega, Nimaima, Nocaima, Quebradanegra, San Francisco, Sasaima, Supatá, Útica, Vergara y Villeta con un total de 110.381 habitantes (Secretaría de Planeación de Cundinamarca, 2016, p. 3), esta provincia tiene el mayor número de ingreso económico por la agricultura. La figura de provincia surge como una propuesta para asociar

diferentes municipios que compartieran características comunes en pos de un desarrollo armónico de estos a través de la cooperación intermunicipal.

Según las normatividades existente manuales para el diseño de una vía en Colombia donde nos acogemos a la investigación a la normatividad del Instituto Nacional de Vías INVIAS, también se establece los valores necesarios por m<sup>3</sup> en los materiales de construcción como el valor del transporte por Km.

## **Marco Teórico**

### **Modelos de transporte y actividades de modelización**

La complejidad de las posibilidades y contraste de variables dentro de un esquema específico de transportes, ha creado la necesidad de construcción de modelos y ejercicios de modelización dentro de los mismos. Para Ríos (2015) los modelos permiten establecer puntos críticos y problemáticas dentro de los componentes necesarios para transportar mercancías y /o personas, así como “para dar una idea de cómo está funcionando un sistema de transporte en particular” (Ríos, 2015, p. 14); mejor aún, los modelos permiten establecer volúmenes de transporte, congestiones, necesidades de mantenimiento, entre muchas otras cosas. Por su parte, una definición de modelo sería:

Un modelo es una representación, más o menos simplificada, de la realidad. El grado de simplificación dependerá de tres elementos fundamentales: datos disponibles, características del sistema que se quieran recoger y para qué va a ser empleado, es decir el alcance de análisis que se va a realizar con él (Ríos, 2015, p. 18).

Teniendo en cuenta que el transporte es la actividad de movimiento de personas y cosas de un lugar a otro, para Ríos (2015) un sistema de transporte permite expresar de

“manera sencilla. De forma general (...) una idea de las situaciones futuras” (p. 1-2); según esta autora, éste tipo de modelos permite establecer:

- Cantidades de viajes generados o atraídos en diferentes zonas
- La manera en la que estos viajes se reparten por las distintas zonas
- Los modos elegidos para cada viaje
- Así como los volúmenes, tanto de pasajeros como de mercancías
- Los flujos de vehículos (Ríos, 2015, p. 2).

Dentro de los modelos de transporte, resulta importante la creación de nodos de transporte, es decir, puntos desde los cuales se conectan de forma repetida múltiples puntos de destino dentro de los diversos viajes. Igualmente, según Ríos (2015), resulta fundamental en un modelo de transporte, la elección de áreas de estudio geográfico, las cuales tengan elementos homogéneos, así como diferencias entre ellas.

Esto debe permitir diferenciarlas y poder establecer unos valores comunes a todas las zonas de la misma. Dichas variables pueden ser de tipo socioeconómicas, de uso del suelo o accesibilidad a los diferentes medios de transporte. Esto lleva a estudios previos que permiten conocer en profundidad las zonas y los medios de transporte existente o futuro. La recopilación de datos puede informar o proporcionar conocimiento sobre elementos que no se habían considerado importantes pero sí pueden llegar a serlo. Estos modelos serán más o menos desagregados en función de esas áreas consideradas. Cuando los modelos tienen información de las zonas lo más desagregada posible, es decir con el mayor nivel de detalle (por ejemplo, hogares), serán modelos de tipo desagregado, mientras que los modelos agregados establecen zonas mayores donde las características no serán tan uniformes, aunque a cambio reducen el coste computacional y las dificultades para la recopilación de datos.



## **Tipos de transporte**

En los sistemas de transporte existe una gran segmentación, en especial dentro del transporte orientado a la infraestructura o la carga y aquellos tipos que manejan gran cantidad de material; por lo tanto, es importante diferenciar los diferentes tipos de transporte destinado a la distribución de carga, según lo establecido por Ballou (2004):

El Transporte por carretera para envíos entre ciudades suele estar constituido por camiones-remolques, aunque también es frecuente encontrar vehículos especializados para el transporte de mercancías específicamente como los productos químicos, otros para alimentos, los destinados para la infraestructura que son los que transporta material para construcción de vías. (Ballou, 2004, p. 200)

Igualmente, resulta importante clasificar entre aquellos tipos de transporte donde los recursos empleados son de uno, varios o tipos mixtos: siguiendo a López (2015), la logística y distribución son esenciales como herramienta a nivel municipal, nacional, regional y de gran impacto a nivel global, debido a que establecen las herramientas necesarias para la distribución, competitividad en el mercado, y los costos (ya sean en factores de producción, y logísticos, de capacidad de inversión). Es por esto que las la Organización de Naciones Unidas ONU (2000) plantean un tipo de transporte que es multimodal, definido como aquel relacionado con la circulación de mercancías bajo dos o más modos de transportar; mientras tanto, otras instituciones de nivel internacional definen este tipo de transporte como “el movimiento de mercancías usando como mínimo dos modos diferentes de transporte sobre las bases de un contrato multimodal de transporte, desde el país de origen para la entrega en el otro país” (Organización de Naciones Unidas ONU, 2000, p. 5).

Por lo tanto, para el diseño de cualquier tipo de transporte a gran escala y para finalidades múltiples (multimodal) se debe realizar una lectura correcta de las condiciones internas y externas que determinan la actividad adecuadamente por ende el sistema ejemplar el multimodal es reconocido por su eficiencia, transparencia y

soluciones más efectivas, al concentrar los diversos nodos para la distribución adecuada de manera simultánea ya sea (vehículos, materiales de infraestructura, semirremolques) pasan de un lado a otro sin la necesidad de maniobrar la carga de operación. (López, 2015).

Según Naciones Unidas (2000), los sistemas de transporte **no multimodales** tienen una capacidad de menor recurrencia, pues aplican a los trayectos de vía nacional, o local donde su funcionamiento dentro de una cadena de transporte puede efectuarse “puerta a puerta” el trayecto es utilizado para materiales de cualquier tipo **pero su recorrido es corto**, y su distribución es más flexible; también, generalmente se despliegan exclusivamente por carretera. Debe mencionarse que a propósito de los objetivos del presente trabajo, en Colombia, existe un plan maestro de transporte intermodal, según el Ministerio de Transporte (2015):

Es una apuesta del Estado colombiano para organizar en forma eficiente y estratégica el crecimiento del país, a través de una red de infraestructura que logre conectar a las ciudades, las regiones, las fronteras y los puertos, priorizando los proyectos que mayor impacto tendrán para la economía nacional. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2015, p. 6).

Por lo tanto, en el crecimiento del sector de obra civil de Colombia, que permite incrementar la infraestructura vial a nivel nacional, es importante realizar una conexión efectiva entre departamentos, municipios y localidades que permiten establecer claramente un crecimiento socioeconómico, político, cultural, lo anterior permite establecer una productividad y competitividad ya sea en capital humano, material, inversión pública y privada. Es así como el plan PMTI del ministerio de transporte, determina qué instituciones participan del diseño de sistemas de transporte a nivel local, tales como Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), Instituto Nacional de Vías (INVIAS), la Unidad de Planeación de Infraestructura de Transporte (UPIT), otros ministerios como el de hacienda y crédito público, entre otros.

### **Aspectos relativos a materiales pétreos**

El Instituto Nacional de Vías INVIAS (2014), en sus Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras establece en su numeral 105.13.1 sobre aspectos generales de materiales, así como en el numeral 105.13.2 sobre fuentes de material.

En cuanto a los aspectos técnicos para la distribución de las canteras, el tipo de transporte de carga debe ser eficiente para el proceso productivo, el material y los equipos, definiendo así:

El transporte de material como el acarreo del mismo desde los frentes de banco o de material apilado hasta la tolva de alimentación. Este proceso lo llevan a cabo, por lo general, camiones de gran tamaño denominados dúmperes. Los datos fundamentales para la carga de estos vehículos son la altura y la capacidad de su carga. (Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2014, p. 20).

Para Crespo (2010), los materiales pétreos, se pueden clasificar determinando su naturaleza, la elasticidad del material, el propósito del uso (dependiendo el tipo de suelo en que se vaya a emplear) entre otros. Por lo tanto, “es importante determinar su clasificación de acuerdo a la resistencia determinado naturaleza o derivación de acuerdo a las siguientes dimensiones; si el territorio es muy alta 2.250 kg/cm<sup>2</sup>., mediana 560 a 1125 kg/cm<sup>2</sup>, baja, muy baja 70 a 280 kg/cm<sup>2</sup>. (Crespo, 2010, p. 20).

#### ***Densidad***

Suele estar comprendida entre 2-3 g/cm<sup>3</sup>. En la densidad van a influir los minerales integrantes del material así como el % del volumen de huecos.

### ***Durabilidad***

Es el período de uso sin deteriorarse y perder sus propiedades. La durabilidad es alta y pueden durar inalterables durante cientos de años. La estructura del material no se altera por la acción de los agentes exteriores (lluvia, viento, heladas, CO<sub>2</sub>), solo se modifica la capa más superficial.

### ***Dureza***

Es la resistencia al rozamiento, rayadura, penetración. La dureza de los materiales pétreos depende de la dureza de los minerales que tengan y de la cohesión de la masa de dichos materiales. Para determinar la dureza de los materiales se utiliza la escala de Mohs, ordenándolos del más blando al más duro; los materiales más característicos son el talco, yeso, calcita, fluorita, apatito, feldespato, cuarzo, topacio, corindón y el diamante.

### ***Resistencias mecánicas***

Tienen muy buena resistencia a compresión (contracción). Se cree que a mayor densidad mayor resistencia a compresión. En cambio, tienen baja resistencia a tracción (estiramiento) y baja resistencia a flexión (tracción y compresión simultáneas).

### ***Propiedades térmicas***

Bajo coeficiente de conductividad térmica. Baja conducción del calor o el frío. Sin embargo, cuando los materiales pétreos tienen humedad, su conductibilidad aumenta ligeramente. Las dilataciones o contracciones térmicas solo afectan a la capa superficial, mientras que la masa interna apenas sufre deformación por efecto de la temperatura. (Crespo, 2010, p. 19).

### ***Propiedades eléctricas***

Los materiales pétreos conducen mal la electricidad, el coeficiente de conductividad eléctrica es muy bajo, aunque en presencia de humedad suele aumentar considerablemente.

### ***Impermeabilidad***

Dependiendo del tipo de material pétreo la permeabilidad al agua variará. A mayor cantidad de poros en el material mayor será la permeabilidad. Además, la circulación del agua a través de los poros va aumentando el tamaño de éstos al desgastarlos por erosión. A veces el agua lleva partículas en suspensión o disueltas y pueden contribuir a cerrar parte de los poros y disminuir la permeabilidad. Si el material no tiene poros será impermeable.

### ***Elasticidad***

En general, los materiales pétreos no son elásticos, aunque según sean granos o rocas, se pueden presentar ciertas deformaciones elásticas. Las piedras son muy poco elásticas, es decir, no se deforman, sino que directamente se rompen. Las muestras granulares sí pueden tener cierta deformación sobre todo en grandes agrupaciones.

### ***Combustibilidad***

La resistencia al fuego es variable, pero en general se puede considerar de tipo medio-bajo y menor si el material tiene cierta humedad. Por ello en caso de incendio el material aguantará cierto tiempo sin romper, y pasado ese tiempo se crearán tensiones elevadas en el material, sobre todo por la diferencia de temperatura entre la superficie y la masa interna. (Crespo, 2010, p. 19).

Para Granados & Pérez (2014) el manejo de transporte de los materiales anteriormente mencionados, que resultan importantes para la elaboración del proyecto vial, es fundamental establecer condiciones de almacenamiento y manejo físico, y otras necesidades de transportación de materiales, sobre todo aquello que es necesario para su recolección. Entonces, el buen manejo de los suministros, permite planificar los cuidados corrientes de los materiales, sus instrumentos, equipos, maquinaria. Sobre estas estimaciones, es posible maximizar la eficiencia, hacer mejor uso de los espacios disponibles, de acuerdo a las dimensiones y dificultades que se encuentra la zona, esto permitirá que el proceso de transporte de material (ya sea cantera u otro tipo la carga, su manejo y métodos para aplicación) sean realizados con mayor rapidez, utilidad y capacidad.

### Marco Legal y Normativo

En la actualidad en el país existen normas que reglamentan el transporte y la explotación minera. La siguiente tabla constituye el marco legal (véase la Tabla 1).

**Tabla 1. Marco Legal y Normativo**

MARCO LEGAL REFERENTE A DISEÑO DE VIAS			
CÓDIGO	TÍTULO	FECHA DE RATIFICACIÓN	INFORMACIÓN GENERAL
MANUAL INVIAS 2008	Manual de diseño geométrico de carreteras	2008	En este manual se indica los tipos de vías y los parámetros para su diseño
INVIAS	Normas y especificaciones 2013 INVIAS	2013	En esta norma se definen los tipos de material que se debe usar para la construcción de las vías
MARCO LEGAL MINERO AMBIENTAL			
CÓDIGO	TÍTULO	FECHA DE RATIFICACIÓN	INFORMACIÓN GENERAL
Congreso de Colombia	LEY 685 DE 2001	15 de agosto de 2011	Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones
Presidencia de la Republica	Decreto 501 de 1995	24 de marzo de 1995	Inscripción de títulos mineros en el Registro minero
Ministerio del Medio Ambiente	Ley 99 de 1993	22 de diciembre de 1993	se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Presidencia de la Republica	Decreto 2820 de 2010	5 de agosto de 2010	Reglamentación la licencia ambiental.

**Tabla 1. (Continuación)**

CÓDIGO	TÍTULO	FECHA DE RATIFICACIÓN	INFORMACIÓN GENERAL
<b>MARCO LEGAL TRANSPORTE DE CARGA</b>			
CÓDIGO	TÍTULO	FECHA DE RATIFICACIÓN	INFORMACIÓN GENERAL
Ministerio de Transporte	Resolución No. 004100	28 de diciembre de 2004	Por la cual se adoptan los límites de pesos y dimensiones en los vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera, para su operación normal en la red vial a nivel nacional.
Municipio de Nimaima	Decreto 012 de 2014	22 de febrero de 2014	Por medio del cual se estringe la circulación de vehículos de carga pesada en la jurisdicción del municipio de Nimaima Cundinamarca
Municipio de Sasaima	Decreto 118 de 2016	17 de diciembre de 2016	Por medio del cual se estringe la circulación de vehículos de carga pesada en la jurisdicción del municipio de Sasaima Cundinamarca
Municipio de Nocaima	Decreto 100-22-0-064-2015	27 de julio de 2015	Por medio del cual se establecen condiciones para el tránsito de vehículos de carga en el municipio de Nocaima Cundinamarca.

Fuente: El Autor

### Marco Geográfico

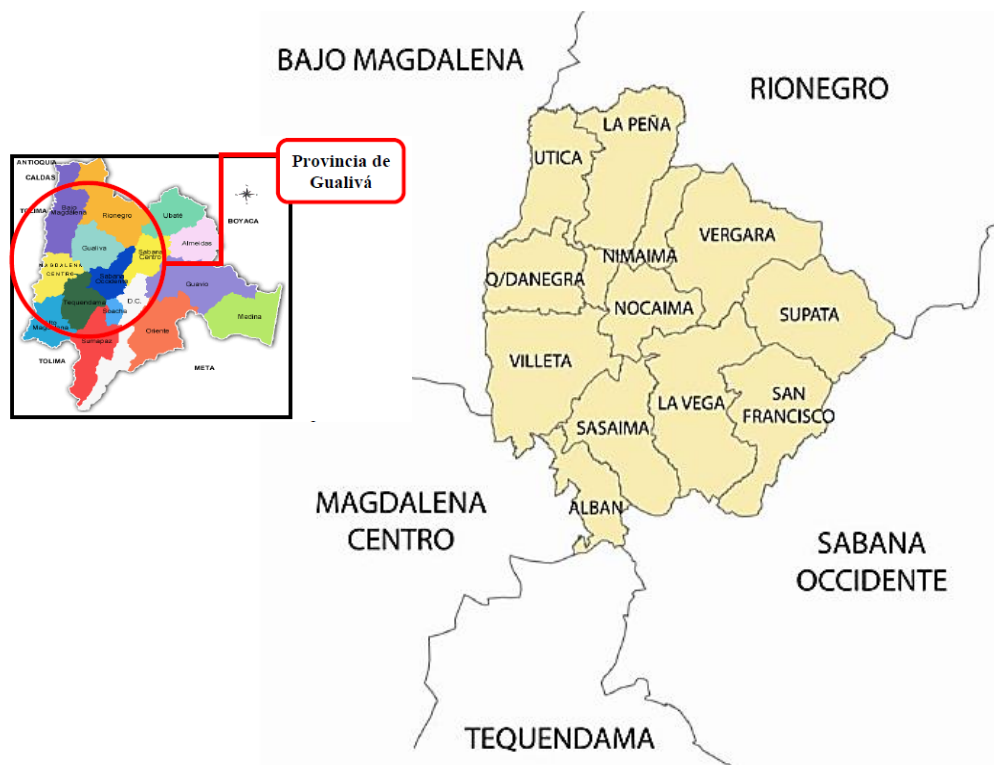
La región cual está conformada por los municipios de Albán, La Peña, La Vega, Nimaima, Nocaima, Quebradanegra, San Francisco, Sasaima, Supatá, Útica, Vergara y Villeta. Al generar la Guía se hará el ejercicio con el contrato de obra pública No. S.A. 003 de 2017 celebrado entre INCIGE S.A.S. y el municipio de Nimaima.

La provincia de Gualivá está ubicada al Noroccidente de Cundinamarca; su territorio abarca una extensión de 1.272 km<sup>2</sup> ubicación, por lo que sería la octava provincia de mayor tamaño dentro del departamento; Espinel (2014) señala como sus principales cuencas hidrográficas las de los ríos Tabacal, Gualivá, Perucho e Ilá. Según la Universidad del Rosario y la Gobernación de Cundinamarca (GC&UR) es:

Se encuentra localizada al noroccidente del departamento de Cundinamarca, limita por el norte con la Provincia de Rionegro, por el sur con las provincias de Sabana Occidente, Tequendama y Magdalena Centro, por el occidente con la provincia de

Bajo Magdalena, y por el oriente con la Provincia de Sabana Occidente. (Universidad del Rosario, 2011, p. 15).

En la Figura 2 se muestra la ubicación de la provincia, sus provincias vecinas y los municipios que la conforman. Igualmente, al extremo derecho de la figura, aparece la posición general de la provincia dentro del departamento de Cundinamarca (véase la Figura 2).



Fuentes: Gobernación de Cundinamarca y Universidad del Rosario, 2011. Plan de competitividad y desarrollo económico de la provincia de Gualivá. Espinel (2014). Aspectos Generales.

**Figura 2. Localización Provincia del Gualivá**

En la presente caracterización geográfica de la provincia de Gualivá se tomarán descripciones geomorfológicas básicas del lugar y se caracterizarán los municipios que componen la provincia en los aspectos relevantes para el presente trabajo. La principal fuente de la cual se tomó información para la caracterización, fue el Plan de



competitividad y desarrollo económico de la provincia. (Gobernación de Cundinamarca y Universidad del Rosario, 2011).

### **Caracterización general**

Siguiendo a la Gobernación de Cundinamarca y la Universidad del Rosario (2011), la provincia de Gualivá se puede caracterizar dentro de sus actividades socio económicas, como parte de la región conformada por el territorio de la Ciudad de Bogotá, gracias al poder central del Estado Colombiano y el impacto de las actividades económicas originadas en la capital de la república; este es un aspecto que dentro del presente trabajo no debe olvidarse, pues central de la administración pública y muchas de los determinantes presupuestales y logísticos dentro de la cadena de transporte debe ser realizado en la ciudad de Bogotá, como ocurre en el caso de la consecución de repuestos. Por su parte, la fuente mencionada, muestra cómo dentro del tema de infraestructura, la relación de la provincia con la ciudad de Bogotá, comprende planes y proyectos a corto y mediano plazo que impactan considerablemente los sistemas de transporte de la región; entre dichos programas, la Universidad del Rosario y la Gobernación de Cundinamarca (2011) cuentan: “la operación estratégica del Aeropuerto el Dorado, con el macroproyecto MURA, el cual impacta directamente en la economía de la provincia, y obras de infraestructura y conectividad”(p. 11) tales como:

El plan maestro de movilidad regional, que ha sido planteado especialmente por “Cal y Mayor y Asociados & Consultora DG” en el año 2008.

El seguimiento a obras de salida y acceso a la región Bogotá.

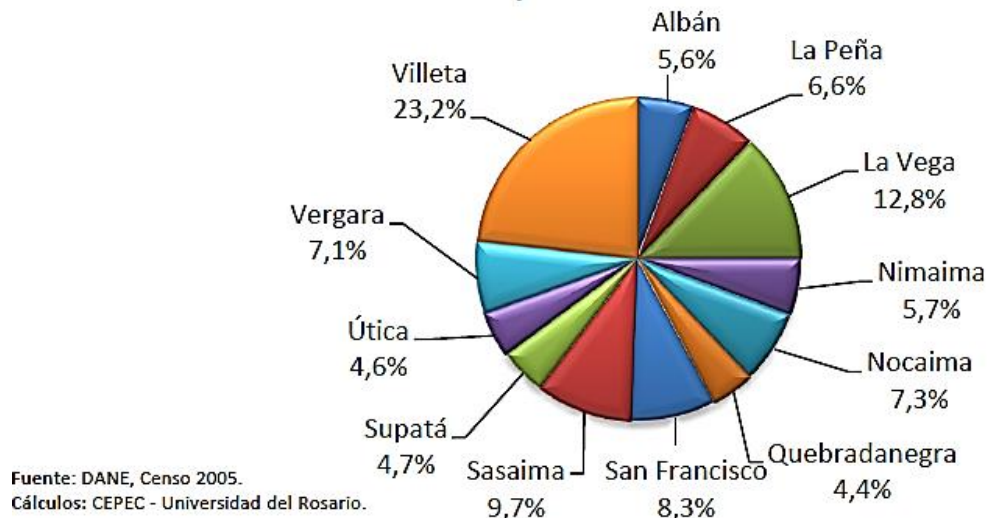
Las obras de ampliación, como la que comunica Bogotá con Briceño y Sogamoso

La ejecución de obras de doble calzada, especialmente la que comunica Bogotá y Girardot

Deben tenerse en cuenta otras obras de infraestructura que benefician a la provincia y que tienen como epicentro la ciudad de Bogotá: la autopista Ruta del Sol y la construcción del aeropuerto de Carga Santiago Vila de Flandes (Gobernación de Cundinamarca y Universidad del Rosario, 2011, p. 12 - 13).

En relación con las demás provincias del departamento, la importancia de sus obras viales se encuentra relacionada con su extensión, volumen de población y actividad económica. Según la Gobernación de Cundinamarca y la Universidad del Rosario (2011), Gualivá “se consolidó como el octavo mercado (107.265 habitantes) más importante de Cundinamarca según el tamaño de su población: concentró el 4,3% del total de los habitantes del departamento, posicionándose por encima de provincias de condiciones socioeconómicas similares como Magdalena Centro” (p. 17). En esta caracterización, la fuente mencionada insiste en mostrar cómo, pese al tamaño del mercado y población de la provincia, su contacto con la Sabana de Bogotá es fundamental, en tanto la sabana centro resulta poseer un mercado cuatro veces más grande que el de Gualivá.

A nivel poblacional, resulta importante mencionar que la provincia posee una de las más altas tasas de población, la cual según la Gobernación de Cundinamarca y la Universidad del Rosario (2011) es del 62,4%, ubicada especialmente en la zona rural, aspecto que genera la necesidad de ejecución de obras entre zonas rurales y urbanas y de éstas con destino a los mercados más grandes del departamento. A nivel habitacional, “cerca de la cuarta parte (24.913 habitantes) de la población se concentra en Villeta, lo que corrobora su primacía como cabecera de la región” (Gobernación de Cundinamarca y la Universidad del Rosario, 2011, p. 20); mientras tanto, dentro de la provincia sobresalen las poblaciones de la Vega y Sasaima con aproximadamente 13 mil y 10 mil habitantes respectivamente. Para mejorar la caracterización realizada, en el gráfico 2 se muestra el número de habitantes de cada municipio y la proporción del total de la provincia (véase la Figura 3).



Fuente: Gobernación de Cundinamarca y Universidad del Rosario, 2011. Plan de competitividad y desarrollo económico de la provincia de Gualivá.

**Figura 3. Número de Habitantes de cada Municipio y la Proporción del Total de la Provincia**

En relación con los sistemas de transporte, resulta también importante mencionar, siguiendo a GC&UR (2011), que las pautas de migración dentro de la provincia, determinan gran importancia para la proyección vial de Gualivá, en tanto:

Se debe mencionar el caso de Villeta, municipio que además de concentrar la mayor parte de la población de la región, recibe personas que emigran desde otros municipios de la Provincia, lo que se ha visto reflejado en un mayor porcentaje de población localizada en la cabecera municipal. En la mayor parte de los 11 municipios restantes, la población continúa siendo mayoritariamente rural vinculada al desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias. (Gobernación de Cundinamarca y la Universidad del Rosario, 2011, p. 20).

Otro aspecto a tener en cuenta, resulta del análisis de las dinámicas productivas de la Provincia: el gráfico 4 muestra la importancia que poseen dentro de la región, las actividades industriales y comerciales (aunque es muy visible el impacto de la actividad de la administración pública) especialmente dentro de los centros económicos

provinciales, tales como Villeta, La Vega y San Francisco. En la provincia, las actividades Ganadera y de comercio, al igual que la asociada al transporte, se constituyen como las principales en la Provincia, al tiempo que resultan ser las más relevantes dentro de la ejecución de proyectos viales (véase la Figura 4).



Fuente: Gobernación de Cundinamarca y Universidad del Rosario, 2011. Plan de competitividad y desarrollo económico de la provincia de Gualivá.

**Figura 4. Dinámicas Productivas de la Provincia del Gualivá**

### Caracterización vial

En relación con la estructura vial, la Gobernación de Cundinamarca y la Universidad del Rosario (2011) establecen el tema de la infraestructura vial de la provincia, dentro de los tres aspectos de infraestructura que necesitan mayor desarrollo en Gualivá –entre las cuales se cuenta la educación y la cobertura de servicios públicos básicos-; una de las razones para tal apreciación, consiste en que la calidad de la infraestructura según la fuente mencionada, resulta “fundamental para toda estrategia competitiva o de desarrollo local” (Gobernación de Cundinamarca y la Universidad del Rosario, 2011, p. 45). Al respecto, la provincia de Gualivá registra un alto número de empresas prestadoras de transporte, concretamente “12 empresas en total, 6 de

transporte de pasajeros y otras 6 de movimiento de carga” (Gobernación de Cundinamarca y la Universidad del Rosario, 2011, p. 47). Igualmente, la interconexión dentro de las zonas habitadas de la provincia es relevante y la infraestructura que la sostiene de gran importancia, ya que:

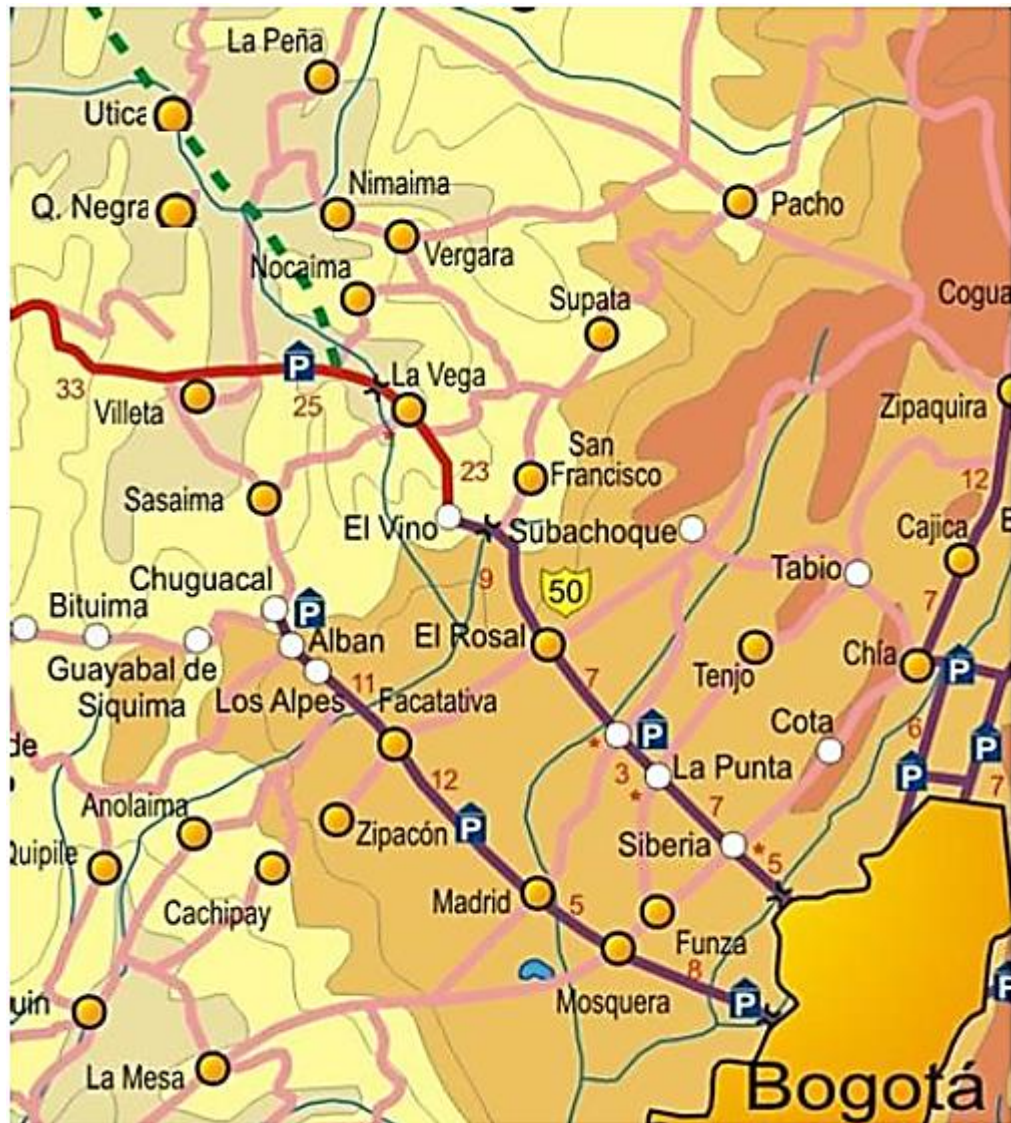
Todos los municipios tienen acceso a corredores estratégicos del orden nacional para el movimiento de carga y pasajeros, específicamente al que conecta a Bogotá con los puertos del Caribe en el Norte del país, así como con los departamentos de Caldas, Antioquia, Santander y Tolima (Gobernación de Cundinamarca y la Universidad del Rosario, 2011, p. 47).

Sin embargo, el mantenimiento y ejecución vial dentro de la provincia presentan problemas, los cuales, además de ser visibles para las personas que gestionan y ejecutan obras en Gualivá: por esto, como lo señalan la Gobernación de Cundinamarca y la Universidad del Rosario (2011) “se debe resaltar la evidente debilidad asociada al mal estado de las vías de acceso a municipios como Útica, Quebradanegra, La Peña y Nocaima, así como de la red secundaria que los comunica” (p. 47). Es por esta razón, que dentro del medio, el megaproyecto Ruta del sol, ha generado gran expectativa, no solo porque su inicio se da en territorio de Gualivá, sino porque se confía en que logre consumar.

Dinámicas productivas vinculadas a los crecientes volúmenes de tránsito de carga que se dará en la región, así como reducir los costos asociados al transporte de la producción regional hacia los centros de consumo en Bogotá y del norte del país, como consecuencia de una eventual articulación de los municipios de la región al proyecto. (Gobernación de Cundinamarca y la Universidad del Rosario, 2011, p. 47).

Por lo tanto, la ejecución de proyectos viales resulta fundamental dentro de la coyuntura de infraestructura de la Provincia. Para terminar el que ha sido un recuento centrado en aspectos generales y viales de la provincia de Gualivá, a partir de la

caracterización hecha por la Gobernación de Cundinamarca y la Universidad del Rosario, (2011), se mostrará una representación de su estructura vial (véase la Figura 5).



Fuente: Gobernación de Cundinamarca y Universidad del Rosario, 2011. Plan de competitividad y desarrollo económico de la provincia de Gualivá.

**Figura 5. Estructura Vial Región del Gualivá**

## **Estado del Arte**

En el presente trabajo los antecedentes serán descritos en dos grupos de trabajos: los de carácter nacional y los internacionales.

### **Fuentes nacionales**

Arango (2011), realiza una investigación sobre la caracterización del proceso de distribución de las empresas proveedoras de cemento y materiales agregados en Pereira , de acuerdo a los diferentes tipos y materiales que permiten establecer una competitividad para la modernización de la ciudad, minimizando costos, riesgos, y el tiempo empleado, en cuanto al material la cantera, en la zona analizada, no se obtiene mucha distribución de los productos, no todos son llevados con un sistema adecuado para el transporte, en generar el comerciante o personal debe llevar el producto directamente a la planta considerando así el periodo de tiempo y como tal las productoras y distribuidoras no tienen un claro conducto de información, y como resultado finales proveedores y distribución de cemento definir las dimensiones necesarias para una organización efectiva.

Por otra parte, Ferreira & Torres (2014), realizan un de implementación, acerca de la física de agregados pétreos, determinación para concretos, en municipios como Mosquera y Apulo, Se propusieron determinar las diferencias de resistencia entre el concreto y materiales propios heterogéneos conseguidos en ambos municipios. Desarrollaron un análisis de petrografía en los diversos materiales, de acuerdo a las dimensiones como elasticidad, dureza, altura, calidad, lo anterior les permitió comparar las propiedades físicas, como conclusión se obtiene de acuerdo a las zonas analizadas mantener un agregado grueso que presenta una graduación que permite una manejabilidad adecuada.

Entre las diversas investigaciones sobre los sistemas de transporte de materiales para obras civiles, se cuenta el estudio de López (2015), quien realiza un diseño óptimo para

el sistema de transporte de petróleo a nivel nacional, con el propósito de minimizar costos de distribución y producción, en zonas de tipo férreo, carretera, y fluvial. La metodología utilizada en su investigación es la observación de procesos financieros de oferta y demanda del material. El autor analiza la implementación del sistema de transporte utilizado en la región de la Altillanura con destino a Cartagena. Como resultado de su trabajo genera un modelo de costos mínimos en transporte con el uso de un sistema intermodal. El autor considera su modelo de gran eficiencia, porque disminuye los precios con un porcentaje del (35% y 42%), además permite establecer unas ventajas en cuanto a los costos unitarios, se obtiene una mayor seguridad, puntualidad. (López, 2015, p. 114).

En cuanto al trabajo de Figueroa & Mendoza (2012), su estudio tuvo como propósito principal el análisis de materiales como Granitoides y rocas afines para la cantera de Manuel Pertuz con su debido proceso petrográfico, mineralógico, petrofísico y mecanismo, donde se analizó de manera microscópica cada propiedad para determinar el tejido del material, para finalizar el análisis óptico de su investigación de acuerdo a las propiedades físicas no dificulta ningún riesgo al momento de aplicarlo en las mezclas de concreto en las obras civiles.

### **Fuentes internacionales**

Un antecedente concreto de realización de modelos de transporte es el elaborado por Ríos (2015), quien resulta explicar de forma completa los elementos de modelado de un sistema de transporte multimodal que se basa en cuatro etapas para la elaboración de un sistema más eficiente. En el trabajo de Vargas, se realiza un importante aporte para sistematizar la labor de cálculo del rendimiento de maquinaria de la que dispone la PYME; además del mencionado aporte, el autor mencionado, trata el tema del movimiento de tierras y sus pasos, lo cual será de gran importancia al momento de realizar el diagnóstico dentro de la empresa. Por otra parte, el trabajo de Casallas se desarrolla dentro del sector de mercadeo, pero es muy útil dentro del presente trabajo, pues brinda una caracterización -con énfasis en mercadeo- de todas las áreas de una



empresa de alquiler de maquinaria. Por otra parte, Ríos (2015) muestra uno de los más importantes diseños de modelo de transporte realizados en América Latina.

El modelo de transporte de Bolivia para la evaluación del Corredor Ferroviario Bioceánico Central. Esta infraestructura conectará la costa Atlántica de Sudamérica desde el puerto de Santos en Brasil con la Pacífica a través de los puertos de Perú. Parte de la inversión está relacionada con la mejora de la red, pero en Bolivia incluye la construcción de un importante tramo de ferrocarril que conecte los dos tramos de red existentes en el país a través de los Andes. El objetivo de dicho trabajo era establecer las condiciones bajo las que el corredor sería capaz de absorber flujos suficientes de mercancías y pasajeros que hiciesen del sistema una infraestructura viable en el largo plazo. (Ríos, 2015, p. 27).

Las autoras Granados & Pérez (2014) realizan un análisis sobre la distribución de logística para las obras de construcción y los materiales empleados, utilizando el software “Arena”. Dicho Software permite a las autoras obtener mejores determinaciones sobre los elementos y condicionantes del sistema de transporte. En el desarrollo de su estudio de investigación, las autoras realizaron una metodología compuesta por tres fases. Como resultado, obtuvieron una revisión sistematizada de la investigación, “las variables para identificar los flujos informativos, la estabilización para la validación de los modelos y crear las oportunas mejoras”. (Granados & Pérez, 2014, p. 26).

La metodología empleada les permite establecer las actividades para la logística de almacenamiento y transporte de materiales para la edificación, permitirá crear de forma organizada una simulación del modelo a construir para su adecuada distribución, donde se puede realizar un análisis de evolución de costos, para los equipos que se utilicen y obtener una ventaja, como resultado para el sistema de transporte de materiales excavación y concreto, según lo mostrado en los escenarios analizados para este caso zonas urbanas, del modelo de construcción de caisson para la implementación de la edificación, la implementación de la pluma grúa y la bomba, genera mejoras que se

evidencian con una reducción cercana al 33% y 16% en costo y tiempo respectivamente. (Granados & Pérez, 2014, p. 26).

En relación con el transporte de materiales pétreos, a nivel nacional, dentro del sector oficial, el INVIAS ha creado unas Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras (Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2014), el cual ha servido dentro del país, para la ejecución de obras en materia de infraestructura vial.

## **Metodología**

### **Enfoque**

El enfoque de este trabajo es de carácter cuantitativo, debido a que se realizará una verificación de los valores de los materiales pétreos granulares los cuales nos indicaran los costos de los mismo definiéndonos de esta forma si esos valores coinciden con los proyectados de esta forma generando un modelo de indicador con el fin de mejorar los controles de costos de los proyectos y brindar a la empresa una herramienta más eficiente de evaluación y control en la ejecución de los diferentes proyectos.

### **Tipo de Investigación**

Este proyecto tiene un tipo de investigación exploratoria, ya que despues de realizar una extensa busqueda en investigaciones que se hubiesen realizado con anterioridad referentes a modelos de transporte de material petreo no se encontro ningun resultado; se han realizado investigaciones cuyo fin esla elaboracion de modelos que buscan la optimización de transporte de mercancías pero ninguno referente al tema de esta investigacion, que son los materiales petreos granulares para la ejecución de vías terciarias lo que demuestra que este tema ha sido poco explorado.

Tambien es de tipo descriptiva puesto que al realizar la investigacion exploratoria y con miras a cumplir los objetivos propuestos en la investigacion se realizó la obtención de datos que fueron procesados mediante un modelo de transporte. A partir de este modelo se diseño y elaboro la guía para optimizar los costos de transporte de material pétreo granular para la ejecución de vías terciarias en la región del Gualivá.

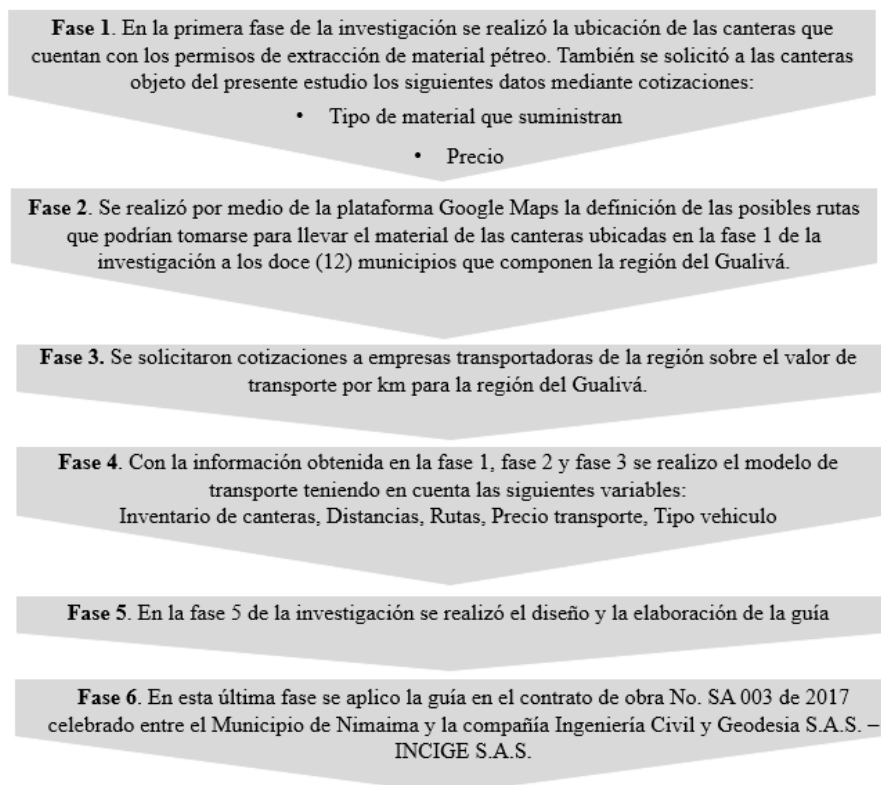
### **Técnicas e Instrumentos**

Las técnicas e Instrumentos que se utilizarán para alcanzar las metas propuestas en este proyecto son el análisis de documentos, listas de varialbes y análisis comparativo, ya que se requiere realizar una revisión y análisis de los datos y valores recolectados

para que mediante la aplicación Excel se pueda realizar el análisis del modelo de transporte y así brindar una guía a los contratistas. También se realizará uso del servidor de aplicaciones Google Maps y el programa Google Earth para definir las distancias y rutas de las canteras a los cascos urbanos de los municipios que componen la región y para calcular la distancia entre el casco urbano y la obra a desarrollar respectivamente.

### Fases de Investigación

De acuerdo al análisis realizado en el proyecto de la empresa y todos los indicadores ya antes enunciados. Podemos establecer que se realizara inicialmente la recopilación de información tanto primaria como secundaria consiguiente a esto se realiza la parte de investigación, análisis e implementación del ejercicio dándonos los resultados finales con la comparación de los valores del proyecto de Ingeniería Civil y Geodesia S.A.S. como los valores de la guía (véase la Figura 6).



Fuente: El Autor.

**Figura 6. Fases de la Investigación**

## **Análisis de Resultados**

Este documento proporciona una guía para los contratistas de obra que buscan optimizar los gastos de transporte de material pétreo durante la planeación y ejecución de las obras.

En el documento se proporcionan las siguientes variables:

Inventario de canteras certificadas dentro de la región del Gualivá

Inventario de canteras certificadas más próximas a la región del Gualivá.

Posibles rutas entre los municipios que integran la región del Gualivá y cada una de las canteras de los inventarios.

Distancias entre los municipios que integran la región del Gualivá y cada una de las canteras de los inventarios.

Definición del tipo vehículo de carga.

Costo de transporte por Km.

Definición del modelo de transporte.

### **Inventario de Canteras Certificadas en la Región del Gualivá**

En la investigación realizada se pudo encontrar que en la región del Gualivá solo existe una cantera con los permisos para realizar explotación de material Pétreo; esta cantera responde al nombre o razón social de Aguilar Construcciones S.A. y está ubicada en el Municipio de Villeta en el Km. 6 vía Villeta – Utica (véase la Tabla 2).

**Tabla 2. Inventario de Canteras Certificadas en la Región del Gualivá**

No.	NOMBRE O RAZON SOCIAL	MUNICIPIO	UBICACIÓN	TIPO DE MATERIAL	UNIDAD	VALOR	CONTATO
1	AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.	VILLETA CUNDINAMARCA	Km 6 Via Villeta - Utica	ARENA DE TRITURACIÓN TIPO 1	m3	37514	
				BASE GRANULAR	m3	78445	Miguel Rodriguez
				GRAVA COMÚN	m3	69020	3124496268
				GRAVA PASA 1" (3/4)	m3	70031	<a href="mailto:mrodriguez@grupo-aguilar.com">mrodriguez@grupo-aguilar.com</a>
				GRAVA PASA 3/4 (1/2)	m3	70031	
				GRAVA PASA 1/2	m3	66341	
				GRAVA PASA 3/8	m3	64261	
				PIEDRA FILTRO	m3	68048	
				PIEDRA RAJON	m3	47600	
				RECEBO COMUN	m3	13480	
				RECEBO SELECCIONADO	m3	22220	
				SUBBASE GRANULAR	m3	63375	

Fuente: El Autor

### **Inventario de Canteras Certificadas más Próximas a la Región del Gualivá**

Como dentro de la región solamente se encontró una fuente de material para dar opción a los contratistas se decidió realizar un estudio de las canteras que se encontraran en zonas aledañas.

Teniendo en cuenta la información recopilada, las canteras más cercanas a la región del Gualivá que podrían ayudar a minimizar los costos de transporte de material son las siguientes (véase la Tabla 3).

**Tabla 3. Canteras más Cercanas a la Región del Gualivá**

No.	NOMBRE O RAZON SOCIAL	MUNICIPIO	UBICACIÓN	TIPO DE MATERIAL	UNIDAD	VALOR	CONTACTO
1	GRAVAS FILAURE S.A.	SUBACHOQUE CUNDINAMARCA	Km 5,5 via Puente piedra - Subachoque	ARENA DE RIO	m3	73000	3506643466 - 8844083
				TRITURADO DE 1/2"	m3	73000	<a href="mailto:despacho_gravas@yahoo.com">despacho_gravas@yahoo.com</a>
				TRITURADO DE 3/4"	m3	73000	Fernando Rodriguez
2	TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA	SUBACHOQUE CUNDINAMARCA	Km 7.5 via Pte Piedra - Subachoque	ARENA	m3	69600	3124199312 / 3213028157
				GRAVILLA 12,5 mm	m3	69600	<a href="mailto:tritradadosdeltolimaltda@hotmail.com">tritradadosdeltolimaltda@hotmail.com</a>
				GRAVILLA 25 mm	m3	69600	
				GRAVILLA 3/4	m3	69600	
				TRITURADO	m3	69600	
3	ASFALTOS Y TRITURADOS DE LA SABANA ATS	MADRID CUNDINAMARCA	Autopista Bogotá - Medellin, Km 15 recebera El Cajón	ARENA DE TRITURACIÓN	Ton	29500	3163230063
				ARENA DE TRITURACIÓN LAVADA	Ton	49000	
				TRITURADO DE 1" NP-040	Ton	42000	<a href="mailto:administrativa@atssa.co">administrativa@atssa.co</a>
				TRITURADO DE 1/2" NP-040	Ton	42000	
				TRITURADO DE 3/4" NP-040	Ton	42000	
				TRITURADO DE 1 1/8" NP-040	Ton	42000	
				BASE NORMA INVIAS 2012	Ton	34000	
				SUBBASE TIPO INVIAS	Ton	29500	
4	MATERIALES Y LOGISTICAS S.A.S.	MADRID CUNDINAMARCA	Cantera Las Peñas, Vereda La Punta	ARENA DE TRITURACION	m3	20500	Carlos Alberto Tamayo Londoño
				B200	m3	20500	3015531410
				B400	m3	26000	<a href="mailto:jmendez@mylsa.com">jmendez@mylsa.com</a>
				B600	m3	30000	
				BASE INVIAS	m3	54000	
				PIEDRA FILTRO	m3	48720	
				RAJON	m3	37000	
				RECEBO	m3	18000	
				SBG TIPO 1	m3	54000	
				SBG TIPO 2	m3	50800	
				GRAVA 1/2	m3	58000	
				GRAVA DE 1 1/2	m3	58000	
				GRAVA 3/4	m3	58000	
				GRABA 1	m3	58000	
				5	DOBLE A INGENIERIA S.A.	MOSQUERA CUNDINAMARCA	Sector Mondoñedo - km 2.2 Zona industrial Balsillas
GB INVIAS 2007	m3	65000	3208996486				
RECEBO COMUN	m3	5000	<a href="mailto:cpinilla@da-ing.com">cpinilla@da-ing.com</a>				
RECEBO COMUN MEDIA	m3	12000					
GRAVA DE 1 1/2"	m3	50000					
GRAVA DE 1"	m3	55000					
GRAVA DE 3/4"	m3	55000					
GRAVA DE 1/2"	m3	55000					
RAJON	m3	25000					



**Tabla 3. (Continuación)**

No.	NOMBRE O RAZON SOCIAL	MUNICIPIO	UBICACIÓN	TIPO DE MATERIAL	UNIDAD	VALOR	CONTACTO
6	DROMOS PAVIMENTOS	MOSQUERA CUNDINAMARCA	Sector Mondoñedo - km 3.8 Zona industrial Balsillas	GRAVA DE 1 1/2"	m3	53000	571) 742 53 76 Ext 1208 - 1209 Cel.: 315 - 2199639 info@dromos.co
				GRAVA DE 1/2"	m3	57000	
				GRAVA DE 1"	m3	57000	
				GRAVA DE 3/4"	m3	57000	
				ARENA DE TRITURACION 3/8"	m3	44500	
				BASE GRANULAR INVIAS 2007	m3	49000	
				SUBBASE GRANULAR INVIAS 2007	m3	43500	
				RAJON SIN CLASIFICAR < 30 cm	m3	27000	
				RAJON CLASIFICADO 30-50 cm	m3	33000	
				RECEBO COMUN	m3	3500	
				B-200	m3	7500	
				B-400	m3	11000	
B-600	m3	25000					
7	INCOMINERIA S.A.S.	MOSQUERA CUNDINAMARCA	KILOMETRO 3.8, MOSQUERA, CUNDINAMARCA	RECEBO	m3	5000	abelardootalora@yahoo.com (1)7425644
				SUB-BASE GRANULAR INV NT1 SB	m3	55000	
				SUB-BASE GRANULAR INV NT2 SB	m3	55000	
				SUB-BASE GRANULAR INV NT3 SB	m3	60000	
				BASE GRANULAR INV NT1 BG-2	m3	60000	
				BASE GRANULAR INV NT2 BG-2	m3	60000	
				BASE GRANULAR INV NT3 BG-2	m3	63000	
				RAJON SIN CLASIFICAR	m3	31000	
				RAJON 30-50	m3	36000	
				RAJON 20- 30 cm	m3	49000	
				TRITURADO DE 1/2" (filtro)	m3	65000	
				TRITURADO DE 3/2" (filtro)	m3	65000	
				TRITURADO DE 1" (filtro)	m3	63000	
TRITURADO DE 1 1/2" (filtro)	m3	62000					
ARENA DE TRITURACION COMUN	m3	40000					
8	GAICO INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES S.A.S.	LA DORADA CALDAS	Km 3 via la bocana, correguimiento Guarinocito - Municipio de la Dorada Caldas	SUBBASE GRANULAR CLASE B-SBG	m3	28000	Ing. Jesus Alberto Jaramillo Cel: (314) 237 6681 Calle 110 # 9 - 25 Oficina: 1712 jjaramillo@gaico.co
				BASE GRANULAR CLASE B-BG40 - B	m3	42750	
				TRITURADO 3/8"	m3	63000	
				TRITURADO 3/4"	m3	63000	
				TRITURADO 1"	m3	63000	
				TRITURADO 1 1/2"	m3	63000	
				ARENA NATURAL LAVADA	m3	23000	

Fuente: El Autor

### **Posibles Rutas entre los Municipios que Integran la Región del Gualivá y cada una de las Canteras de los Inventarios**

Las rutas fueron tomadas de la plataforma Google Maps que nos permitió a través del uso de satélite introducir un punto de partida, para este caso cada una de las nueve (9) canteras objeto de estudio y un punto de llegada, que para el trabajo se tomaron los cascos urbanos de los doce (12) municipios que componen la región del Gualivá y con esta información la plataforma genera una o varias rutas.

La plataforma Google Maps arrojó los siguientes resultados (véase la Tabla 4).

**Tabla 4. Rutas entre los Municipios que Integran la Región del Gualivá y cada una de las Canteras de los Inventarios**

RUTAS	REGIÓN DEL GUALIVÁ											
	ALBAN	SASAIMA	VILLETA	UTICA	QUEBRADANEGRA	LA PEÑA	NIMAIMA	NOCAIMA	VERGARA	SUPATA	SAN FRANCISCO	LA VEGA
GRAVAS FILAURE S.A.	Puente Piedra - Facatativa - Alban	Puente Piedra - El Rosal - Facatativa - Alban - Sasaima	Puente Piedra - El Vino - La Vega - Villeta	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Utica	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebrada Negra	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima - Vergara	Puente Piedra - El Rosal - San Francisco - La Magola - Supata	Puente Piedra - El Rosal - El Vino - San Francisco	Vereda La Cuesta - El Rosal - El Vino - La Vega
	Puente Piedra - El Riachuelo - Facatativa - Alban	Puente Piedra - El Riachuelo - Facatativa - Alban - Sasaima									El Hato (Subachoque) - El Rosal - El Vino - San Francisco	Puente Piedra - El Rosal - El Vino - La Vega
	El Hato (Subachoque) - Santa Rosa - Facatativa - Alban	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - Sasaima										
TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA	Puente Piedra - El Rosal - Facatativa - Alban	Puente Piedra - El Rosal - Facatativa - Alban - Sasaima	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Utica	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima - Vergara	Puente Piedra - El Rosal - San Francisco - La Magola - Supata	Puente Piedra - El Rosal - El Vino - San Francisco	Puente Piedra - El Rosal - El Vino - La Vega
	Puente Piedra - El Riachuelo - Facatativa - Alban	Puente Piedra - El Riachuelo - Facatativa - Alban - Sasaima										
		Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - Sasaima										
ASFALTOS Y TRITURADOS DE LA SABANA ATS	Puente Piedra - El Rosal - Facatativa - Alban	Puente Piedra - El Rosal - Facatativa - Alban - Sasaima	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Utica	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	El Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima - Vergara	Puente Piedra - El Rosal - San Francisco - La Magola - Supata	Puente Piedra - El Rosal - El Vino - San Francisco	Puente Piedra - El Rosal - El Vino - La Vega
	Siberia - Funza - Mosquera - Facatativa - Alban	Siberia - Funza - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima										
		Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - Sasaima										
MATERIALES Y LOGISTICAS S.A.S.	El Rosal - Facatativa - Alban	Rosal - Facatativa - Alban - Sasaima	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta	La Vega - Villeta - La Magdalena - Utica	La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebrada Negra	La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	La Vega - Nocaima - Nimaima	Rosal - La Vega - Nocaima	La Vega - Nocaima - Vergara	San Francisco - La Magola - Supata	El Rosal - El Vino - San Francisco	El Rosal - El Vino - La Vega
		El Riachuelo - Madrid - Facatativa - Alban - Sasaima										
		El Rosal - La Vega - Villeta - Sasaima										
DOBLE A INGENIERIA S.A.	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta - La Magdalena - Utica	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima - Vergara	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - San Francisco - La Magola - Supata	Mondoñedo - Mosquera - El Riachuelo - El Rosal - El Vino - San Francisco	Mondoñedo - Mosquera - El Riachuelo - El Rosal - El Vino - La Vega
		Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - Facatativa - Alban - Sasaima	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Villeta	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Utica	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Nocaima	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - San Francisco - La Magola - Supata	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - San Francisco	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega	

Tabla 4. (Continuación)

RUTAS	REGIÓN DEL GUALIVÁ											
	ALBAN	SASAIMA	VILLETA	UTICA	QUEBRADANEGRA	LA PEÑA	NIMAIMA	NOCAIMA	VERGARA	SUPATA	SAN FRANCISCO	LA VEGA
			Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Villeta		Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña					Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - El Vino - San Francisco	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - El Vino - La Vega
DROMOS PAVIMENTOS	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta	Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta - La Magdalena - Utica	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima - Vergara	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - San Francisco - La Magola - Supata	Mondoñedo - Mosquera - El Riachuelo - El Rosal - El Vino - San Francisco	Mondoñedo - Mosquera - El Riachuelo - El Rosal - El Vino - La Vega
			Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Villeta	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Utica	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña		Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Nocaima			Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - San Francisco	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega
					Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña					Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - El Vino - San Francisco	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - El Vino - La Vega
INCOMINERIA S.A.S.	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta	Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta - La Magdalena - Utica	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima - Vergara	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - San Francisco - La Magola - Supata	Mondoñedo - Mosquera - El Riachuelo - El Rosal - El Vino - San Francisco	Mondoñedo - Mosquera - El Riachuelo - El Rosal - El Vino - La Vega
			Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Villeta	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Utica	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña		Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Nocaima			Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - San Francisco	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega
					Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña					Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - El Vino - San Francisco	Mondoñedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - El Vino - La Vega
GAICO INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES S.A.S.	Honda - Guaduas - Villeta - Sasaima - Alban	Honda - Guaduas - Villeta - Sasaima	Honda - Guaduas - Villeta	Honda - Guaduas - via Guaduas - caparrapi - Utica	Honda - Guaduas - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	Honda - Guaduas - Villeta - Tobia - La Peña	Honda - Guaduas - Villeta - Tobia - Nimaima	Honda - Guaduas - Villeta - Nocaima	Honda - Guaduas - Villeta - Nocaima - Vergara	Honda - Guaduas - Villeta - La Vega - San Francisco - La Magola - Supata	Honda - Guaduas - Villeta - La Vega - San Francisco	Honda - Guaduas - Villeta - La Vega
	Cambao - Viani - Alban			La Dorada- Ruta del Sol hacia Guaduas - Utica								
AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.	Villeta - Sasaima - Alban	Villeta - Sasaima	Via Utica hacia Villeta	Via Villeta Utica hasta el Casco Urban	Villeta - Tobia - La Peña	Villeta - Tobia - La Peña	Villeta - Tobia - Nimaima	Villeta - La Vega - Nocaima - Nimaima	Villeta - Tobia - Nimaima - Vergara	Villeta - La Vega - San Francisco - La Magola - Supata	Villeta - La Vega - San Francisco	Villeta - La Vega
						Utica - La Peña		Villeta - Tobia - Nimaima - Nocaima	Villeta - La Vega - Nocaima - Vergara			

Fuente: El Autor

**Distancia de las Rutas Arrojadadas por la Plataforma Google Maps entre cada uno los Municipios que Integran la Región del Gualivá y las Cantareras de los Inventarios**

En la Tabla 5 se pueden observar las Distancias de las rutas arrojadas por la plataforma Google Maps entre cada uno los municipios que integran la región del Gualivá y las cantareras de los inventarios.

Como en este estudio se están dando longitudes en km desde las canteras a los cascos urbanos de los municipios que componen la región del Gualivá, el contratista o usuario de la guía debe calcular la longitud que hay entre el casco urbano y el sitio de la obra que será analizada para realizar su estudio de costos con precisión (véase la Tabla 5).

**Tabla 5. Distancias de las Rutas entre los Municipios que Integran la Región del Gualivá y las Cantareras de los Inventarios**

DISTANCIAS DE LAS RUTAS PROPUESTAS		REGIÓN DEL GUALIVÁ																							
		ALBAN		SASAIMA		VILLETA		UTICA		QUEBRADANEGRA		LA PEÑA		NIMAIMA		NOCAIMA		VERGARA		SUPATA		SAN FRANCISCO		LA VEGA	
		(km/h)	Ruta	(km/h)	Ruta	(km/h)	Ruta	(km/h)	Ruta	(km/h)	Ruta	(km/h)	Ruta	(km/h)	Ruta	(km/h)	Ruta	(km/h)	Ruta	(km/h)	Ruta	(km/h)	Ruta	(km/h)	Ruta
GRAVAS FILAURE S.A.	42.3	Puente Piedra - Facatativa - Alban	59.9	Puente Piedra - El Rosal - Facatativa - Alban - Sasaima	71.5	Puente Piedra - El Vino - La Vega - Villeta	94.3	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Ulica	84	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebrada Negra	88.2	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	66.1	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	56.9	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima	69.6	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima - Vergara	60	Puente Piedra - El Rosal - San Francisco - La Magola - Supata	41.5	Puente Piedra - El Rosal - El Vino - San Francisco	45.2	Vereda La Cuesta - El Rosal - El Vino - La Vega	
	47.3	Puente Piedra - El Riachuelo - Facatativa - Alban	68.9	Puente Piedra - El Riachuelo - Facatativa - Alban - Sasaima																	52.5	El Hato (Subachoque) - El Rosal - El Vino - San Francisco	46.2	Puente Piedra - El Rosal - El Vino - La Vega	
	52.7	El Hato (Subachoque) - Santa Rosa - Facatativa - Alban	83.9	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - Sasaima																					
TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA	44.4	Puente Piedra - El Rosal - Facatativa - Alban	62.1	Puente Piedra - El Rosal - Facatativa - Alban - Sasaima	73.6	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta	96.4	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Ulica	86.1	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebrada Negra	90.6	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	68.2	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	59	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima	71.7	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima - Vergara	62.1	Puente Piedra - El Rosal - San Francisco - La Magola - Supata	43.6	Puente Piedra - El Rosal - El Vino - San Francisco	48.3	Puente Piedra - El Rosal - El Vino - La Vega	
	53.3	Puente Piedra - El Riachuelo - Facatativa - Alban	71.1	Puente Piedra - El Riachuelo - Facatativa - Alban - Sasaima																					
ASFALTOS Y TRITURADOS DE LA SABANA ATS	44.6	Puente Piedra - El Rosal - Facatativa - Alban	62.3	Puente Piedra - El Rosal - Facatativa - Alban - Sasaima	73.7	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta	96.6	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Ulica	86.3	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebrada Negra	90.8	El Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	68.4	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	59.2	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima	71.9	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima - Vergara	62.3	Puente Piedra - El Rosal - San Francisco - La Magola - Supata	43.8	Puente Piedra - El Rosal - El Vino - San Francisco	48.5	Puente Piedra - El Rosal - El Vino - La Vega	
	56.5	Siberia - Funza - Mosquera - Facatativa - Alban	74.2	Siberia - Funza - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima																					
MATERIALES Y LOGISTICAS S.A.S.	39.6	El Rosal - Facatativa - Alban	57.4	Rosal - Facatativa - Alban - Sasaima	68.8	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Villeta	91.6	La Vega - Villeta - La Magdalena - Ulica	81.4	La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebrada Negra	85.6	La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	63.5	La Vega - Nocaima - Nimaima	54.3	Rosal - La Vega - Nocaima	67	La Vega - Nocaima - Vergara	57.4	San Francisco - La Magola - Supata	38.9	El Rosal - El Vino - San Francisco	43.6	El Rosal - El Vino - La Vega	
			66.3	El Riachuelo - Madrid - Facatativa - Alban - Sasaima																					
CANTERAS DOBLE A INGENIERIA S.A.	43	Mondotiedo - Mosquera - Facatativa - Alban	60.8	Mondotiedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima	72.8	Mondotiedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta	99.7	Mondotiedo - Mosquera - Siberia - Villeta - La Magdalena - Ulica	89.4	Mondotiedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta - La Magdalena - Quebrada Negra	109	Mondotiedo - Mosquera - Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	87.5	Mondotiedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	78.3	Mondotiedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima	91	Mondotiedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima - Vergara	81.4	Mondotiedo - Mosquera - Siberia - Rosal - San Francisco - La Magola - Supata	55.8	Mondotiedo - Mosquera - El Riachuelo - El Rosal - El Vino - San Francisco	60.5	Mondotiedo - Mosquera - El Riachuelo - El Rosal - El Vino - La Vega	
			81.4	Mondotiedo - Mosquera - Siberia - Rosal - Facatativa - Alban - Sasaima	92.8	Mondotiedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Villeta	116	Mondotiedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Ulica	105	Mondotiedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebrada Negra	110	Mondotiedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	91.4	Mondotiedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	82.2	Mondotiedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Nocaima			85.3	Mondotiedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - San Francisco - La Magola - Supata	62.9	Mondotiedo - Mosquera - Siberia - Rosal - San Francisco	67.6	Mondotiedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega	
					92.8	Mondotiedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Villeta			109	Mondotiedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebrada Negra	114	Mondotiedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña									64.8	Mondotiedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - El Vino - San Francisco	71.5	Mondotiedo - Mosquera - Facatativa - El Rosal - El Vino - La Vega	

Tabla 5. (Continuación)

DISTANCIAS DE LAS RUTAS PROPUESTAS		REGIÓN DEL GUALIVÍ																							
		ALBAN	SASAIMA	VILLETA	UTICA	QUEBRADANEGRA	LA PEÑA	NIMAIMA	NOCAIMA	VERGARA	SUPATA	SAN FRANCISCO	LA VEGA												
CANTERAS	DOBLE A INGENIERIA S.A.		Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - Facatativa - Alban - Sasaima	92.8	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Villeta	116	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Utica	105	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	110	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	91.4	Mondóideo - Mosquera Facatativa - El Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	82.2	Mondóideo - Mosquera Facatativa - El Rosal - La Vega - Nocaima	85.3	Mondóideo - Mosquera Facatativa - El Rosal - San Francisco - La Magola - Supata	62.9	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - San Francisco	67.6	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega				
				92.8	Mondóideo - Mosquera Facatativa - El Rosal - La Vega - Villeta			109	Mondóideo - Mosquera Facatativa - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	114	Mondóideo - Mosquera Facatativa - El Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña							64.8	Mondóideo - Mosquera El Riachuelo - El Rosal - El Vino - San Francisco	71.5	Mondóideo - Mosquera Facatativa - El Rosal - El Vino - La Vega				
	DROMOS PAVIMENTOS	44.2	Mondóideo - Mosquera Facatativa - Alban	62	Mondóideo - Mosquera Facatativa - Alban - Sasaima	74	Mondóideo - Mosquera Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta	101	Mosquera - Facatativa - Villeta - La Magdalena - Utica	90.6	Mondóideo - Mosquera Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	110	Mondóideo - Mosquera Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	88.6	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	79.4	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima	92.1	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima - Vergara	82.5	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - San Francisco - La Magola - Supata	57	Mondóideo - Mosquera El Riachuelo - El Rosal - El Vino - San Francisco	61.7	Mondóideo - Mosquera El Riachuelo - El Rosal - El Vino - La Vega
						94	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Villeta	117	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Utica	107	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	111	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña			83.4	Mondóideo - Mosquera Facatativa - El Rosal - La Vega - Nocaima					64	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - San Francisco	68.7	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega
									110	Mondóideo - Mosquera Facatativa - El Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	115	Mondóideo - Mosquera Facatativa - El Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña										68	Mondóideo - Mosquera Facatativa - El Rosal - El Vino - San Francisco	72.7	Mondóideo - Mosquera Facatativa - El Rosal - El Vino - La Vega
	INCOMINERIA S.A.S.	44.2	Mondóideo - Mosquera Facatativa - Alban	62	Mondóideo - Mosquera Facatativa - Alban - Sasaima	74	Mondóideo - Mosquera Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta	101	Mosquera - Facatativa - Villeta - La Magdalena - Utica	90.6	Mondóideo - Mosquera Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	110	Mondóideo - Mosquera Facatativa - Alban - Sasaima - Villeta - Tobia - Paso del Rejo - La Peña	88.6	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	79.4	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima	92.1	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Nocaima - Vergara	82.5	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - San Francisco - La Magola - Supata	57	Mondóideo - Mosquera El Riachuelo - El Rosal - El Vino - San Francisco	61.7	Mondóideo - Mosquera El Riachuelo - El Rosal - El Vino - La Vega
						94	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Villeta	117	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Utica	107	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	111	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega - Tobia - Paso del Rejo - La Peña			83.4	Mondóideo - Mosquera Facatativa - El Rosal - La Vega - Nocaima					64	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - San Francisco	68.7	Mondóideo - Mosquera Siberia - Rosal - La Vega
	GAICO INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES S.A.S.	115	Honda - Gaudas - Villeta - Sasaima - Alban	96.9	Honda - Gaudas - Villeta - Sasaima	88.2	Honda - Gaudas - Villeta	79.3	Honda - Gaudas - via Gaudas - caparrapi - Utica	103	Honda - Gaudas - Villeta - La Magdalena - Quebradanegra	122	Honda - Gaudas - Villeta - Tobia - La Peña	113	Honda - Gaudas - Villeta - Tobia - Nimaima	122	Honda - Gaudas - Villeta - Nocaima	135	Honda - Gaudas - Villeta - Nocaima - Vergara	150	Honda - Gaudas - Villeta - La Vega - San Francisco - La Magola - Supata	131	Honda - Gaudas - Villeta - La Vega - San Francisco	111	Honda - Gaudas - Villeta - La Vega
		166	Cambao - Viani - Alban					98	La Dorado - Ruta del Sol hacia Gaudas - Utica																
	AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.	36.6	Villeta - Sasaima - Alban	18.3	Villeta - Sasaima	6	Via Utica hacia Villeta	21.4	Via Villeta Utica hasta el Casco Urban	38.1	Villeta - Tobia - La Peña	38.4	Villeta - Tobia - La Peña	29.4	Villeta - Tobia - Nimaima	37.7	Villeta - La Vega - Nocaima - Nimaima	38.5	Villeta - Tobia - Vergara	65.4	Villeta - La Vega - San Francisco - La Magola - Supata	46.9	Villeta - La Vega - San Francisco	27.3	Villeta - La Vega
												39.8	Utica - La Peña			39.2	Villeta - Tobia - Nimaima - Nocaima	50.4	Villeta - La Vega - Nocaima - Vergara						

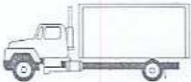

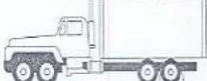
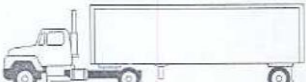
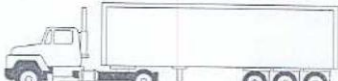
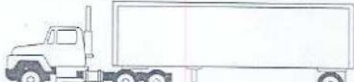

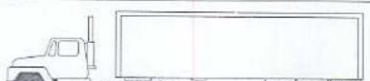
Fuente: El Autor

### Definición del Tipo Vehículo de Carga

Para definir el tipo de vehículo o vehículos que se utilizarían para la construcción del modelo de transporte se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

Tipos de vehículos de carga (véase la Figura 7)

Condiciones de las vías en la región del Gualivá

Designación	Configuración	Descripción
2		Camión de dos ejes Camión Sencillo
3		Camión de tres ejes Dobletroque
4		Camión de cuatro ejes
2S1		Tractocamión de dos ejes con semirremolque de un eje
Designación	Configuración	Descripción
2S3		Tractocamión de dos ejes con semirremolque de tres ejes
3S1		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de un eje
3S2		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de dos ejes
3S3		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de tres ejes

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2004). Resolución No. 004100.

**Figura 7. Tipos de Vehículo de Carga**



Según la clasificación de los vehículos de carga dada por el Ministerio de Transporte se decide usar el tipo de vehículo el C2 y C3 ya que son los dos vehículos que tienen más facilidad de acceso a los puntos donde se desarrollaran los proyectos de carreteras terciarias teniendo en cuenta sus dimensiones (véase la Tabla 6).

**Tabla 6. Dimensiones de los Vehículos**

Designación	Dimensiones		
	Ancho máximo, m	Altura máxima, m	Longitud máxima, m
2	2,60	4,40	10,80
3	2,60	4,40	12,20
4	2,60	4,40	12,20
2S1	2,60	4,40	18,50
2S2	2,60	4,40	18,50
2S3	2,60	4,40	18,50
3S1	2,60	4,40	18,50
3S2	2,60	4,40	18,50
3S3	2,60	4,40	18,50
2R2	2,60	4,40	18,50
3R2	2,60	4,40	18,50
4R2	2,60	4,40	18,50
2R3	2,60	4,40	18,50
3R3	2,60	4,40	18,50
4R3	2,60	4,40	18,50
4R4	2,60	4,40	18,50
2B1	2,60	4,40	18,50

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2004). Resolución No. 004100.

Como se puede observar un vehículo de mayores dimensiones tendría dificultades para transitar por carreteras terciarias debido a la geometría de las mismas.

#### Condiciones de las vías en la región del Gualivá

El siguiente aspecto trata de las condiciones de las vías ya existentes en la región puesto que por estos municipios estar clasificados en categoría 6a según la Secretaria de Planeación de la Gobernación de Cundinamarca su presupuesto de libre destinación es menor o igual a 15.000 S.M.M.L.V., lo que genera que la inversión en infraestructura vial sea muy escasa; por las anteriores consideraciones a las vías de la región no se les realiza un mantenimiento adecuado y la mayoría de ellas están en mal estado. A causa

de ello los municipios han optado por decretar la prohibición de vehículos de carga C3 por los cascos urbanos lo que implicaría que el vehículo a usar debería ser el C2, como es el caso del municipio de Nocaima quien a través del decreto No. 100-22-0-064-2015 en su artículo primero:

Restrínjase el paso de vehículos articulados o de carga (dobletroques, tractocamiones) cuya capacidad de carga supere los dos (2) ejes desde el sector Cascajal, ubicado sobre la autopista La Vega – Villeta, vías urbanas del municipio de Nocaima y paso por la vía Vereda Tobia Alta – Alto de las piedras – Cementerio del municipio de Nocaima Cundinamarca.

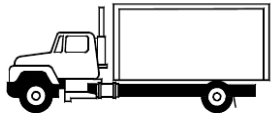
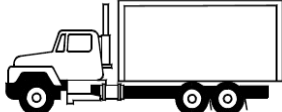
Este caso también se presenta en los municipios de Villeta y Sasaima.

Para el estudio vamos a trabajar los dos vehículos C2 y C3 teniendo en cuenta que se pueden presentar dos casos:

Que la ruta o rutas propuestas que se deberían tomarse para llevar el material pétreo de la fuente al sitio de la obra no pase por el casco urbano o por las zonas restringidas por los municipios por tanto se podría evaluar el uso de los dos vehículos C2 y C3.

Que la ruta o rutas propuestas que deberían tomarse para llevar el material pétreo de la fuente al sitio de la obra pase por el casco urbano o zonas restringidas por los municipios por lo que el vehículo que deberá usarse sería el C2.

Se debe agregar que un vehículo de dimensiones mayores tiene una mayor afectación a las vías ya construidas los municipios prohíben el paso de camiones de tres ejes doble troques (C3) por los cascos urbanos por lo que según este parámetro lo más recomendable es el uso del camión de dos ejes Camión Sencillo C2 para el transporte de material dentro de la región del Gualivá (véase la Figura 8). Cabe aclarar que un vehículo con mayores dimensiones también genera problemas de movilidad y acceso.

Designación	Configuración	Descripción
2		Camión de dos ejes Camión Sencillo
3		Camión de tres ejes Dobletrouque

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2004). Resolución No. 004100.

**Figura 8. Descripción de los Camiones tipo C3 y C2**

También es importante tener en cuenta el peso bruto de los vehículos que se van a usar puesto que de esto depende que tanto material van a poder cargar sin incurrir en insubordinación de las normas de tránsito (véase la Tabla 7).

**Tabla 7. Características de Carga de los Camiones**

Vehículos	Designación	Máximo PBV, kg	Tolerancia positiva de medición kg.	
Camiones	2	16 000	+	400
	3	28 000	+	700
	4	31 000 (1)	+	775
	4	36 000 (2)	+	900
	4	32 000 (3)	+	800

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2004). Resolución No. 004100.

Con la información de la tabla anterior se infiere que el peso bruto máximo de un C2 es de 16400 kg.

En la resolución No. 004100 del 28 de diciembre de 2004 Ministerio de Transporte en el artículo 9 se dan los pesos por eje que es como se manejan en los controles en las basculas por lo tanto con ellos trabajaremos para el desarrollo de este trabajo (véase la Tabla 8).

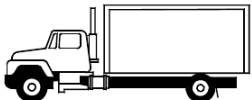
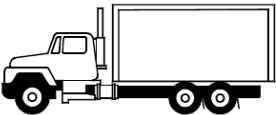
**Tabla 8. Pesos por Eje de los Camiones**

Tipo de eje	Peso máximo por eje, kg
<i>Eje sencillo</i>	
Dos llantas	6.000
Cuatro llantas	11.000
<i>Eje tandem</i>	
Cuatro llantas	11.000
Seis llantas	17.000
Ocho llantas	22.000
<i>Eje trídem</i>	
6 llantas	16.500
8 llantas	19.000
10 llantas	21.500
12 llantas	24.000

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2004). Resolución No. 004100.

Haciendo el cálculo se obtienen los siguientes resultados (véase la Tabla 9).

**Tabla 9. Resultados Tolerancia de los Camiones**

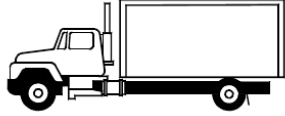
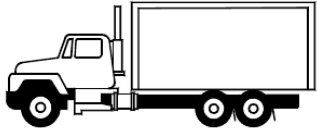
DESIGNACIÓN	CONFIGURACIÓN	DESCRIPCIÓN	Peso máximo (T)			tolerancia positiva de medición (T)
			TOTAL	POR EJE		
2		Camión de dos ejes simples, seis llantas. Camion sencillo	17,4	6	11	0,4
3		Camión de tres ejes, un eje simple, un eje tandem, diez llantas. Dobletrouque	28,7	6	22	0,7

Fuente: El Autor.

En este aspecto del tipo de vehículo también se debe tener en cuenta el peso promedio de los dos tipos de vehículos que se están trabajando para así tener un cálculo estimado del peso libre del vehículo destinado para carga.

Se realizó promedio de los pesos reportados en las fichas técnicas de camiones sencillos y de doble troques obteniendo los siguientes resultados (véase la Tabla 10):

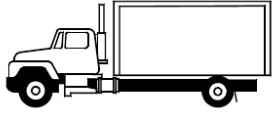
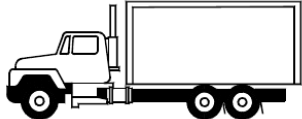
**Tabla 10. Promedio de los Pesos Reportados en las Fichas Técnicas**

DESIGNACIÓN	CONFIGURACIÓN	PESO VEHICULO	
		kg	T
2		7500	7,5
3		10500	10,5

Fuente: El Autor.

De modo que el peso máximo de la carga a transportar para cada uno de los vehículos es la siguiente (véase la Tabla 11).

**Tabla 11. Peso Máximo de los Vehículos**

DESIGNACIÓN	CONFIGURACIÓN	PESO MÁXIMO (T)	PESO VEHICULO (T)	DISPONIBLE CARGA (T)
2		17,4	7,5	9,9
3		28,7	10,5	18,2

Fuente: El Autor.

### Costo de transporte por Kilómetro (Km).

Para determinar los costos de transporte se hicieron cotizaciones a empresas transportadoras solicitando el valor por km en volqueta sencilla que es equivalente al C2 y en doble troque que es equivalente a C3.

De los valores entregados en las cotizaciones se realizó un promedio para el presente estudio.

C2 - Volqueta Sencilla \$1.200 m<sup>3</sup> por Km.

C3 – Dobletroque \$1.000 m<sup>3</sup> por Km.

### **Definición del modelo**

Para el presente estudio se realizará un modelo de transporte en Excel basado en programación lineal de optimización que busca minimizar los costos de transporte de material pétreo para la ejecución de proyectos viales de la red terciaria en la región del Gualivá.

El modelo buscara minimizar los gastos de transporte teniendo en cuenta las siguientes variables:

Distancia entre la fuente y el sitio de disposición final del material transportado.

Tipo de vehículo en el que se va a transportar el material.

Posibles rutas entre los municipios (sitio de disposición final) que integran la región del Gualivá y cada una de las canteras de los inventarios (fuente).

Costo de transporte según vehículo de carga.

Costo del material.

Como la plataforma Google Maps para algunos recorridos dio varias opciones de rutas se utilizó el método de restricciones que según Zabala, 2009. Consiste en optimizar el objetivo que se considere más importante sobre otros que hacen parte del modelo.

**Resultado: Guía para Optimizar el Costo de Transporte de Materiales Pétreos Granulares para la ejecución de vías terciarias en la región del Gualivá.**

Como resultado de este ejercicio se tendrá la siguiente guía:

**Guía para Optimizar el Costo de Transporte de Materiales Pétreos Granulares, para la Ejecución de Vías Terciarias en la Provincia del Gualivá Departamento de Cundinamarca por Medio de un Modelo de Transporte**

Guide to Optimize the Cost of Transportation of Granular Pétreos Materials, for the Execution of Tertiary Ways in the Province of Gualivá Cundinamarca Department by a Model of Transportation

Autor: Yenny Liseth Pérez Olaya - Especialista en Gerencia de Obras – Universidad Católica de Colombia

Fecha: junio de 2017

**Resumen**

En la presente guía usted podrá encontrar información de precios, distancias y contacto sobre fuentes de material pétreo en la región del Gualivá y cercanas a la región de las cuales usted como contratista podrá elegir la mejor opción para suministrar material pétreo a su obra.

En la guía encontrara un listado de 9 canteras; una ubicada dentro de la región del Gualivá y otras 8 que son las más próximas a la región de las cuales usted podrá encontrar información de disponibilidad del material pétreo que su obra requiera, costos del material y cuál es la ruta que se debe tomar para minimizar gastos de transporte.

Para el desarrollo de esta guía se tuvieron en cuenta las cotizaciones del valor del material disponible en cada una de las nueve canteras, distancia entre las canteras y el sitio de la obra, rutas, tipo de vehículo de carga y costo del transporte.

### **Abstract**

In this guide you will find information on prices, distances and contact about sources of stone material in the region of Gualivá and near the region from which you as a contractor can choose the best option to supply stone material to your work.

In the guide you will find a list of 9 quarries; One located within the region of Gualivá and another 8 that are the closest to the region from which you can find material availability information that your work requires, material costs and what is the route to be taken to minimize costs Of transport.

For the development of this guide, the contributions of the value of the material available in each of the nine quarries, distance between the quarries and the site of the work, routes, type of vehicle and cost of transportation were taken into account.

### **Introducción**

La guía que se muestra a continuación está basada en un modelo de transporte diseñado en Excel que busca dar una herramienta útil y fácil de usar a los contratistas para minimizar los costos de transporte de material pétreo en la ejecución de proyectos de mejoramiento de vías terciarias.

En la guía usted deberá dar algunos datos básicos de su obra como Municipio donde está localizada, distancia del casco urbano al sitio de la obra, tipo de material requerido, cantidad de material y tipo de vehículo para por medio del modelo de transporte se pueda ofrecer varias opciones de las cuales el usuario escogerá cual es la que mejor se adapta a sus necesidades.



La guía consta de tres tipos de campos:

**Campos de selección:** En los cuales de una lista desplegable usted podrá tomar la opción que requiera.

**Campos de digitación:** En estos campos el usuario debe digitar los valores solicitados.

**Campos de cálculo automático:** Estos son los campos que el modelo usa para realizar los cálculos con los cuales finalmente mostrara la mejor opción, por tal motivo no podrán ser modificados (véase la Tabla 12).

**Tabla 12. Convenciones de la Guía**

CONVENCIONES DE LA GUÍA	
	Campos de Selección
	Campos de Digitación
	Campos de cálculo automático

Fuente: El Autor

La presente guía fue desarrollada teniendo en cuenta la normatividad nacional referente a permisos ambientales y mineros, regulación de transporte de carga y normas en cuanto a construcción de vías.

### **Pasos a Seguir**

Para iniciar debe ubicarse en el modelo de transporte de Excel que esta adjunto a la presente guía “Guía para el Pedido de Materiales Pétreos Granulares en la Región del Gualivá” y en la opción municipio usted deberá escoger el municipio donde se ejecutará su obra como se muestra a continuación (véase la Tabla 13).

**Tabla 13. Selección de Municipio de Ejecución de la Obra**

DATOS DE ENTRADA:	
MUNICIPIO:	Seleccione una opción
DISTANCIA ENTRE EL CASCO URBANO Y LA OBRA (Km)	Seleccione una opción
TIPO DE MATERIAL	ALBAN
CANTIDAD DE MATERIAL REQUERIDO (m3)	LA PEÑA
PESO DEL MATERIAL (Ton)	LA VEGA
TIPO DE VEHÍCULO	NIMAIMA
CAPACIDAD DEL VEHÍCULO (Ton)	NOCAIMA
CANTIDAD DE VEHÍCULOS A UTILIZAR	QUEBRADANEGRA
COSTO DE TRANSPORTE m3/km	SAN FRANCISCO
COSTO DE TRANSPORTE Km/Ton	\$ -
	\$ -

Fuente: El Autor

Luego se debe digitar la distancia en km en la casilla “Distancia de casco urbano y la obra”, ya que las distancias de las rutas mostradas por el modelo de transporte son distancias calculadas a los cascos urbanos de cada uno de los municipios. A continuación, se tomará un valor de 2,5 km como ejemplo (véase la Tabla 14).

**Tabla 14. Distancia de Casco Urbano y la Obra**

DATOS DE ENTRADA:	
MUNICIPIO:	SAN FRANCISCO
DISTANCIA ENTRE EL CASCO URBANO Y LA OBRA (Km)	2,5
TIPO DE MATERIAL	Seleccione una opción
CANTIDAD DE MATERIAL REQUERIDO (m3)	
PESO DEL MATERIAL (Ton)	0,00
TIPO DE VEHÍCULO	Seleccione una opción
CAPACIDAD DEL VEHÍCULO (Ton)	0
CANTIDAD DE VEHÍCULOS A UTILIZAR	\$ 1
COSTO DE TRANSPORTE m3/km	\$ -
COSTO DE TRANSPORTE Km/Ton	\$ -

Fuente: El Autor

Nota: se aconseja usar el programa Google Earth para el cálculo de la distancia del casco urbano al sitio de la obra; herramienta Regla – Ruta. Teniendo en cuenta que Google Maps que fue la plataforma de aplicaciones usada para obtener la información para el desarrollo del modelo de transporte no tiene información de todas las vías en especial las vías terciarias de las cuales se necesita obtener la distancia.

Luego deberá escoger el tipo de material que está buscando del menú desplegable como se muestra a continuación (véase la Tabla 15).

**Tabla 15. Selección del Tipo de Material**

DATOS DE ENTRADA:	
MUNICIPIO:	SAN FRANCISCO
DISTANCIA ENTRE EL CASCO URBANO Y LA OBRA (Km)	2,5
TIPO DE MATERIAL	Seleccione una opción
CANTIDAD DE MATERIAL REQUERIDO (m3)	Seleccione una opción
PESO DEL MATERIAL (Ton)	ARENA
TIPO DE VEHÍCULO	ARENA TRITURACION LAVADA
CAPACIDAD DEL VEHÍCULO (Ton)	BASE GRANULAR
CANTIDAD DE VEHÍCULOS A UTILIZAR	BASE GRANULAR
COSTO DE TRANSPORTE m3/km	BASE GRANULAR INV NT1BG-2
COSTO DE TRANSPORTE Km/Ton	BASE GRANULAR INV NT2 BG-2
	BASE GRANULAR INV NT3 BG-2

Fuente: El Autor

Ahora se debe digitar la cantidad de material que se necesita transportar según los requerimientos de su proyecto; esta cantidad debe ser dada en metros cúbicos (m3). Para ilustrarlo mejor se tomará un valor de 20 m3 como ejemplo (véase la Tabla 16).

**Tabla 16. Cantidad de Material**

DATOS DE ENTRADA:	
MUNICIPIO:	SAN FRANCISCO
DISTANCIA ENTRE EL CASCO URBANO Y LA OBRA (Km)	2,5
TIPO DE MATERIAL	ARENA
CANTIDAD DE MATERIAL REQUERIDO (m3)	20
PESO DEL MATERIAL (Ton)	1,47
TIPO DE VEHÍCULO	Seleccione una opción
CAPACIDAD DEL VEHÍCULO (Ton)	0
CANTIDAD DE VEHÍCULOS A UTILIZAR	\$ -
COSTO DE TRANSPORTE m3/km	\$ -
COSTO DE TRANSPORTE Km/Ton	\$ -

Fuente: El Autor

Como se puede observar al introducir el tipo de material y la cantidad de material en el modelo, el campo peso del material (Ton) muestra un valor que corresponde al peso del metro cubico (m3) del material requerido.

A continuación, se debe escoger del menú desplegable el tipo de vehículo en el que se transportara el material, para este caso tienen dos opciones en volqueta sencilla o doble troque (véase la Tabla 17).

**Tabla 17. Selección de Tipo de Vehículo**

DATOS DE ENTRADA:	
MUNICIPIO:	SAN FRANCISCO
DISTANCIA ENTRE EL CASCO URBANO Y LA OBRA (Km)	2,5
TIPO DE MATERIAL	ARENA
CANTIDAD DE MATERIAL REQUERIDO (m3)	20
PESO DEL MATERIAL (Ton)	1,47
TIPO DE VEHÍCULO	VOLQUETA SENCILLA
CAPACIDAD DEL VEHÍCULO (Ton)	Seleccione una opción
CANTIDAD DE VEHÍCULOS A UTILIZAR	DOBLE TROQUE
COSTO DE TRANSPORTE m3/km	VOLQUETA SENCILLA
COSTO DE TRANSPORTE Km/Ton	\$ 816,88

Fuente: El Autor

Notas:

Según la clasificación de los vehículos de carga dada por el Ministerio de Transporte se decide usar el tipo de vehículo el C2 que equivale a volqueta sencilla y C3 Dobletroque ya que son los dos vehículos que tienen más facilidad de acceso a los puntos donde se desarrollaran los proyectos de carreteras terciarias.

Es importante que antes de escoger el tipo de vehículo confirme la normatividad del municipio donde va a ejecutar la obra puesto que algunos no tienen permitido el paso de vehículos pesados por su jurisdicción.

Luego de escoger el tipo de vehículo el modelo mostrará:

La capacidad de carga del vehículo que será tomada en cuenta para realizar los cálculos respetando la normatividad colombiana respecto a los límites de peso de los vehículos de carga dados por el Ministerio de Transporte.

La cantidad de vehículos que se deben utilizar para transportar el material requerido.

Costo de transporte del metro cubico por km.

Costo de transporte de la tonelada por km. El modelo realiza este cálculo debido a que la capacidad de carga de los vehículos está dada en toneladas lo que condiciona el modelo.

Al introducir los datos de la parte superior del modelo “Datos de entrada” se puede observar que en la parte inferior aparecen los siguientes datos (véase la Tabla 18).

**Tabla 18. Listado de las 9 canteras**

	NOMBRE CANTERA
15	
16	AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.
17	GRAVAS FILAURE S.A.
18	TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA
19	ASFALTOS Y TRITURADOS DE LA SABANA ATS
20	MATERIALES Y LOGISTICAS S.A.S.
21	DOBLE A INGENIERIA S.A.
22	DROMOS PAVIMENTOS
23	INCOMINERIA S.A.S.
24	GAICO INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES S.A.S.

Fuente: El Autor

Seguido por la casilla de disponibilidad de material que mostrara si en esa cantera se encuentra o no disponible el material requerido (véase la Tabla 19).

**Tabla 19. Disponibilidad de Material**

	NOMBRE CANTERA	DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL
15		
16	AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.	Disponible
17	GRAVAS FILAURE S.A.	Disponible
18	TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA	Disponible
19	ASFALTOS Y TRITURADOS DE LA SABANA ATS	Disponible
20	MATERIALES Y LOGISTICAS S.A.S.	Disponible
21	DOBLE A INGENIERIA S.A.	No disponible
22	DROMOS PAVIMENTOS	Disponible
23	INCOMINERIA S.A.S.	Disponible
24	GAICO INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES S.A.S.	Disponible

Fuente: El Autor

Costo unitario de material requerido y costo del material de las unidades requeridas (véase la Tabla 20).

**Tabla 20. Costo Unitario por Material Requerido**

	NOMBRE CANTERA	DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL	COSTO UNITARIO DEL MATERIAL	COSTO DEL MATERIAL DE LAS UNIDADES REQUERIDAS
15				
16	AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.	Disponible	\$ 25.537,10	\$ 750.280,00
17	GRAVAS FILAURE S.A.	Disponible	\$ 49.693,67	\$ 1.460.000,00
18	TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA	Disponible	\$ 47.379,17	\$ 1.392.000,00
19	ASFALTOS Y TRITURADOS DE LA SABANA ATS	Disponible	\$ 29.520,08	\$ 867.300,00
20	MATERIALES Y LOGISTICAS S.A.S.	Disponible	\$ 13.955,07	\$ 410.000,00
21	DOBLE A INGENIERIA S.A.	No disponible	\$ -	\$ -
22	DROMOS PAVIMENTOS	Disponible	\$ 30.292,72	\$ 890.000,00
23	INCOMINERIA S.A.S.	Disponible	\$ 27.229,41	\$ 800.000,00
24	GAICO INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES S.A.S.	Disponible	\$ 15.656,91	\$ 460.000,00

Fuente: El Autor

Rutas sugeridas y distancia de esas rutas; mejor ruta.

Costo de transporte de las unidades requeridas.

Costo total del pedido.

Contacto de la cantera (véase la Tabla 21).

**Tabla 21. Determinación de Costos Totales**

GUÍA PARA EL PEDIDO DE MATERIALES PETREOS GRANULARES EN LA REGIÓN DEL GUALIVÁ				CONVENCIONES DE LA GUÍA									
DATOS DE ENTRADA:				Campos de Selección									
MUNICIPIO: SAN FRANCISCO				Campos de Digitación									
DISTANCIA ENTRE EL CASCO URBANO Y LA OBRA (Km) 2,5				Campos de cálculo automático									
TIPO DE MATERIAL ARENA													
CANTIDAD DE MATERIAL REQUERIDO (m3) 20													
PESO DEL MATERIAL (Ton) 1,47													
TIPO DE VEHÍCULO VOLQUETA SENCILLA													
CAPACIDAD DEL VEHÍCULO (Ton) 9,9													
CANTIDAD DE VEHÍCULOS A UTILIZAR 3													
COSTO DE TRANSPORTE m3/km \$ 1.200,00													
COSTO DE TRANSPORTE Km/Ton \$ 816,88													
NOMBRE CANTERA	DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL	COSTO UNITARIO DEL MATERIAL	COSTO DEL MATERIAL DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	DISTANCIA A RUTA1 (km)	RUTA 1	DISTANCIA A RUTA2 (km)	RUTA 2	DISTANCIA A RUTA3 (km)	RUTA 3	MEJOR RUTA	COSTO DE TRANSPORTE DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	COSTO TOTAL	CONTACTO EN LA CANTERA
AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.	Disponible	\$ 25.537,10	\$ 750.280,00	46,9	Villeta - La Vega - San Francisco	0		0		0 Ruta 1	\$ 1.198.513,27	\$ 1.948.793,27	Miguel Rodriguez,3124496268, mrodriguez@grupo-aguilars.com
GRAVAS FILAURE S.A.	Disponible	\$ 49.693,67	\$ 1.460.000,00	41,5	Puente Piedra - El Rosal - El Vino - San Francisco	52,5	El Hato (Subachoque) - El Rosal - El Vino - San Francisco	0		0 Ruta 1	\$ 1.067.501,70	\$ 2.527.501,70	Fernando Rodriguez,3506643466 - 8844083, despacho_gravas@yahoo.com
TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA	Disponible	\$ 47.379,17	\$ 1.392.000,00	43,6	Puente Piedra - El Rosal - El Vino - San Francisco	0		0		0 Ruta 1	\$ 1.118.450,65	\$ 2.510.450,65	tritRADOSdelTolimaLTDa@hotmail.com,3124199312 / 3213028157,
ASFALTOS Y TRITURADOS DE LA SABANA ATS	Disponible	\$ 29.520,08	\$ 867.300,00	43,8	Puente Piedra - El Rosal - El Vino - San Francisco	0		0		0 Ruta 1	\$ 1.123.302,93	\$ 1.990.602,93	administrativa@atssa.co,3163230063,
MATERIALES Y LOGISTICAS S.A.S.	Disponible	\$ 13.955,07	\$ 410.000,00	38,9	El Rosal - El Vino - San Francisco	0		0		0 Ruta 1	\$ 1.004.422,06	\$ 1.414.422,06	Carlos Alberto Tamayo Londoño,3015531410, jmendez@mysla.com
DOBLE A INGENIERIA S.A.	No disponible	\$ -	\$ -	55,8	Mondoñedo - Mosquera - El Riachuelo - El Rosal - El Vino -	62,9	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - San Francisco	64,8	Mondoñedo - Mosquera - Facatativá - El Rosal - El Vino -	-	\$ -	\$ -	
DROMOS PAVIMENTOS	Disponible	\$ 30.292,72	\$ 890.000,00	57	Mondoñedo - Mosquera - El Riachuelo - El Rosal - El Vino -	64	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - San Francisco	68	Mondoñedo - Mosquera - Facatativá - El Rosal - El Vino -	Ruta 1	\$ 1.443.553,44	\$ 2.333.553,44	info@dromos.co,571) 742 53 76 Ext 1208 - 1209 , Cel.: 315 - 2199639
INCOMINERIA S.A.S.	Disponible	\$ 27.229,41	\$ 800.000,00	57	Mondoñedo - Mosquera - El Riachuelo - El Rosal - El Vino -	64	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - San Francisco	68	Mondoñedo - Mosquera - Facatativá - El Rosal - El Vino -	Ruta 1	\$ 1.443.553,44	\$ 2.243.553,44	abelardootalora@yahoo.com,(1)7425644,
GAICO INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES S.A.S.	Disponible	\$ 15.656,91	\$ 460.000,00	131	Honda - Guaduas - Villeta - La Vega - San Francisco	0		0		0 Ruta 1	\$ 3.238.897,21	\$ 3.698.897,21	Ing. Jesus Alberto Jaramillo,Cel: (314) 237 6681, Calle 110 #9 - 25 Oficina: 1712,

Fuente: El Autor

## Recomendaciones

Con base a la información obtenida al seguir los pasos de esta guía el contratista puede tomar la opción que más satisfaga sus necesidades.

El modelo mostrara en una gama de colores degrade las opciones, siendo el color verde más oscuro la opción optima y en color amarillo claro la opción más desfavorable.

Debe tener en cuenta que el valor del transporte será modelado para la capacidad total del vehículo que se escogió, por lo tanto, si la cantidad de material solicitado es inferior a la capacidad de la volqueta se cobrara el valor del transporte con la capacidad total del vehículo.

A partir de la información obtenida el contratista podrá analizar si aumenta o disminuye su pedido con el fin de minimizar los costos de transporte en los que incurre si la cantidad del material solicitado es inferior a la capacidad de carga del vehículo seleccionado.

También se podrá analizar en el caso de los municipios en los cuales no existe restricción vehicular si es más económico transportar el material requerido en volqueta sencilla o en doble troque.

Si la cantidad de su pedido no se ajusta a la capacidad de los vehículos, también podrá modelar su pedido por separado, combinando el total de su pedido en los dos tipos de vehículos realizando la modelación de cada vehículo por separado.

Si en su obra va a necesitar más de un tipo de material pétreo deberá repetir las instrucciones de esta guía cada vez que quiera evaluar un material distinto.



**Aplicación de la guía para Optimizar Gastos de Transporte para Materiales Pétreos Granulares, en Propuestas de Ejecución Vial: Gualivá Provincia de Cundinamarca en el Contrato de obra No. S.A. 003 de 2017 Celebrado entre Ingeniería Civil y Geodesia S.A.S. – INCIGE S.A.S. y el Municipio de Nimaima Cundinamarca**

La compañía INCIGE S.A.S. celebro con el municipio de Nimaima el contrato de obra No. S.A. 003 de 2017 su objeto “Mejoramiento de la vía terciaria que comunica el casco urbano con la Vereda Resguardo bajo sector y al mejoramiento de la vía terciaria que comunica el casco urbano con la Vereda Pinzaima sector Candami”.

El objeto del contrato tiene como fin el mejoramiento de dos tramos de vías terciarias situados en diferentes lugares del municipio, por lo cual se realizara el cálculo para cada uno de los sitios.

Como se mencionó anteriormente en la guía es necesario tener la siguiente información para su utilización (véase la Tabla 22).

**Tabla 22. Información Requerida para la Utilización de la Guía**

Municipio	<b>Nimaima</b>	
Distancia entre el casco urbano y la obra		km
Tipo de material		
Cantidad de material requerido		m3
Tipo de vehículo		

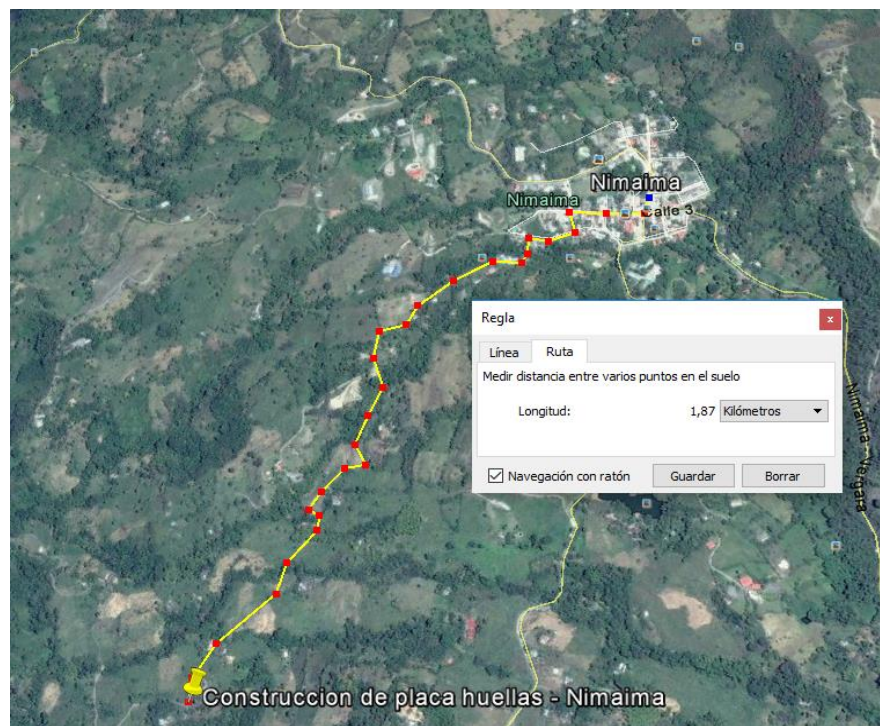
Fuente: El Autor

Por lo tanto, el primer paso será hallar la distancia entre el casco urbano y para este caso específico el sitio de las obras.

## Distancia Entre el Casco Urbano y el Sitio de las Obras

Se localizó mediante la aplicación Google Earth cada una de las obras y se tomó la distancia entre el casco urbano al sitio de cada una de las obras objeto del contrato.

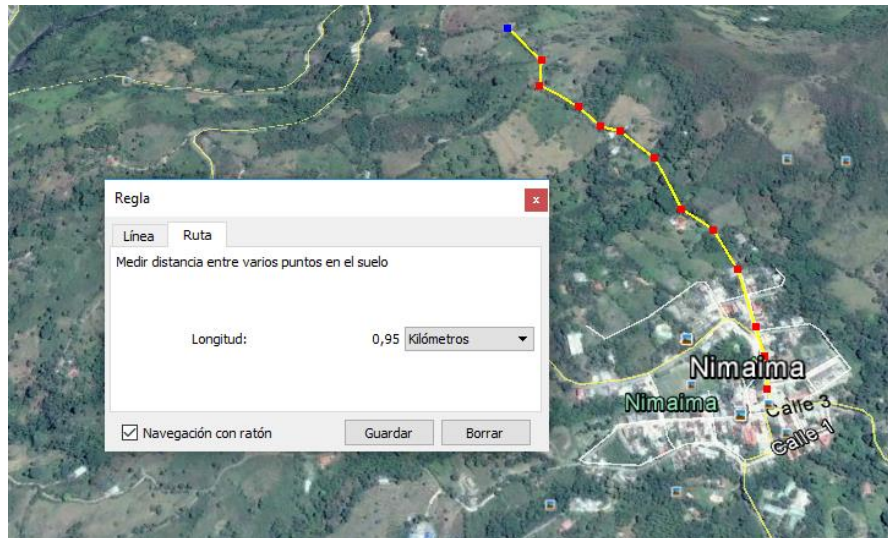
A pesar de que durante el desarrollo del presente trabajo se había utilizado la aplicación Google Maps para determinar las distancias de un punto a otro, pero en este caso no fue posible hallar la distancia del sitio de las obras ya que Google Maps no tiene información de todas las vías existentes (véase la Figura 9).



Fuente: Google Earth (2017). Diseño de Rutas

### **Figura 9. Diseño de Rutas**

Según la información obtenida de Google Earth la distancia que hay del casco urbano a la obra Mejoramiento de la vía terciaria que comunica el casco urbano con la vereda resguardo bajo sector la y municipio de Nimaima es de 1.87 km (véase la Figura 10).



Fuente: Google Earth (2017). Diseño de Rutas

**Figura 10. Cálculo de Distancia de la Obra y el Nimaima**

Para la obra Mejoramiento de la vía terciaria que comunica el casco urbano con la vereda Pinzaima sector Candami municipio de Nimaima la distancia obtenida mediante el programa Google Earth es de 0.95 km.

**Tipo de Vehículo**

Como se mencionó en la guía es importante que antes de escoger el tipo de vehículo confirme la normatividad del municipio donde va a ejecutar la obra puesto que algunos no tienen permitido el paso de vehículos pesados por su jurisdicción.

El municipio de Nimaima mediante DECRETO No.012 de 2014, “Por medio del cual se restringe la circulación de vehículos de carga pesada en la jurisdicción del municipio de Nimaima Cundinamarca” en su artículo primero, restringe el tráfico de vehículos pesados que transiten por las vías urbanas del Municipio.

Por la tanto el vehículo que se debe realizar para estimar el cálculo es el C2 – Volqueta Sencilla.

### Costo de Transporte

Para este ejercicio se realizará el cálculo con los valores tomados para la guía ya que fueron los promedios de las cotizaciones realizadas.

C2 - Volqueta Sencilla \$1.200 m3 por Km.

### Unidades Transportadas

Según el balance de obra realizado por el contratista teniendo en cuenta el diseño entregado por la entidad las cantidades de obra a ejecutar serán las siguientes (véase la Tabla 23).

**Tabla 23. Cantidades de Obra a Ejecutar**

BALANCE DE OBRA								
PROCESO DE CONTRATACION		: CONTRATO DE OBRA PÚBLICA No SA-003 DE 2017 MEJORAMIENTO DE LA VIA Terciaria que comunica el casco urbano con la vereda Resguardo bajo sector LA Y Y MEJORAMIENTO DE LA VIA Terciaria que comunica el casco urbano con la vereda Pinzaima sector Candami.						
MEJORAMIENTO DE LA VIA Terciaria que comunica el casco urbano con la vereda Resguardo bajo sector LA Y NUMICPIO DE NIMAIMA								
ITEM DE PAGO	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	CANTIDADES ACTUALIZADAS	
							CANTIDAD	VALOR TOTAL
2,13	600.4 P	CONFORMACIÓN DE LA CALZADA EXISTENTE	M2	562,00	\$ 752,00	\$ 422.624,00	408,5	\$ 307.192,00
2,10	600.2	AFIRMADO	M3	84,30	\$ 72.614,00	\$ 6.121.360,20	17,1	\$ 1.241.699,40
4,23	610.1	EXCAVACIONES VARIAS EN MATERIAL COMÚN SECO A MANO (INCLUYE RETIRO DE SOBANTES A UNA DISTANCIA MENOR DE 5 KM)	M3	11,70	\$ 35.708,00	\$ 417.783,60	102,13	\$ 3.646.679,50
4,52	640.1	CONCRETOS CLASE D, f <sub>c</sub> =3000 psi (bases)	M3	42,10	\$ 542.395,00	\$ 22.834.829,50	27,65	\$ 14.999.798,13
4,80	630.4	CONCRETO CICLÓPEO CLASE G, 2000 PSI 40% RAJÓN PARA BASES	M3	18,00	\$ 352.840,00	\$ 6.351.120,00	50,87825	\$ 17.951.881,73
4,21	671.1	CUNETAS DE CONCRETO CLASE E, 2500 PSI FUNDIDA EN EL LUGAR	M3	24,50	\$ 475.353,00	\$ 11.646.148,50	22,8	\$ 10.838.048,40
2,20	630.7	SUMINISTRO FIGURADO Y ARMADO DE ACERO DE REFUERZO 60000 PSI	KG	3871,73	\$ 3.833,00	\$ 14.840.341,09	3376,87	\$ 12.943.542,71
I.	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					\$ 62.634.206,89		\$ 61.928.841,87
II.	A. I			30,0%		\$ 18.790.262,07		\$ 18.578.652,56
		ADMINISTRACIÓN		25,0%		\$ 15.658.551,72		\$ 15.482.210,47
		IMPREVISTOS		5,0%		\$ 3.131.710,34		\$ 3.096.442,09
	<b>SUBTOTAL</b>					\$ 81.424.468,96		\$ 80.507.494,43
	<b>TOTAL PRESUPUESTO APORTE ICCU</b>					\$ 81.424.468,96		\$ 80.507.494,43

**Tabla 23. (Continuación)**

MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA PINZAIMA SECTOR CANDAMI MUNICIPIO DE NIMAIMA								
ITEM DE PAGO	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	CANTIDADES ACTUALIZADAS	
							CANTIDAD	VALOR TOTAL
2,13	600.4 P	CONFORMACIÓN DE LA CALZADA EXISTENTE	M2	562,00	\$ 752,00	\$ 422.624,00	369,8	\$ 278.089,60
2,10	600.2	AFIRMADO	M3	84,30	\$ 72.614,00	\$ 6.121.360,20	101,48	\$ 7.368.868,72
4,23	610.1	EXCAVACIONES VARIAS EN MATERIAL COMÚN SECO A MANO (INCLUYE RETIRO DE SOBRESANTES A UNA DISTANCIA MENOR DE 5 KM)	M3	11,70	\$ 35.708,00	\$ 417.783,60	92,45	\$ 3.301.204,60
4,52	640.1	CONCRETOS CLASE D, f <sub>c</sub> =3000 psi (bases)	M3	42,10	\$ 542.395,00	\$ 22.834.829,50	25,04	\$ 13.582.926,79
4,80	630.4	CONCRETO CICLÓPEO CLASE G, 2000 PSI 40% RAJÓN PARA BASES	M3	18,00	\$ 352.840,00	\$ 6.351.120,00	46,0475	\$ 16.247.399,90
4,21	671.1	CUNETAS DE CONCRETO CLASE E, 2500 PSI FUNDIDA EN EL LUGAR	M3	24,50	\$ 475.353,00	\$ 11.646.148,50	20,64	\$ 9.811.285,92
2,20	630.7	SUMINISTRO FIGURADO Y ARMADO DE ACERO DE REFUERZO 60000 PSI	KG	3871,73	\$ 3.833,00	\$ 14.840.341,09	3058,16	\$ 11.721.927,28
I.	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					\$ 62.634.206,89		\$ 62.311.702,81
II.	A. I			30,0%		\$ 18.790.262,07		\$ 18.693.510,84
		ADMINISTRACIÓN		25,0%		\$ 15.658.551,72		\$ 15.577.925,70
		IMPREVISTOS		5,0%		\$ 3.131.710,34		\$ 3.115.585,14
	<b>SUBTOTAL</b>					\$ 81.424.468,96		\$ 81.005.213,65
	<b>TOTAL PRESUPUESTO APORTE ICCU</b>					\$ 81.424.468,96		\$ 81.005.213,65

Fuente: El Autor

Con las anteriores cantidades de obra actualizadas Ingeniería Civil y Geodesia S.A.S. suministro la estimación de material que se va a requerir para la ejecución del contrato; para este ejercicio solamente vamos a tomar los materiales pétreos granulados requeridos como se muestra a continuación (véase la Tabla 24).

**Tabla 24. Materiales Pétreos Granulares Requeridos**

MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA RESGUARDO BAJO SECTOR LA Y NUMICIPIO DE NIMAIMA				
ITEM	CANT	MATERIAL	CANT TOTAL	UND
AFIRMADO	17,1	RECEBO COMÚN	22,23	M3
CONCRETO CICLÓPEO CLASE G, 2000 PSI 40% RAJÓN PARA BASES	50,87825	RAJON	25,44	M3
		ARENA	17,81	M3
		TRITURADO 3/4	17,81	M3
		CEMENTO	152,63	BULTO
CONCRETOS CLASE D, f'c =3000 psi (bases)	27,65	ARENA	19,36	M3
		TRITURADO 3/4	19,36	M3
		CEMENTO	193,58	BULTO
CUNETAS DE CONCRETO CLASE E, 2500 PSI FUNDIDA EN EL LUGAR	22,80	ARENA	15,96	M3
		TRITURADO 3/4	15,96	M3
		CEMENTO	136,80	BULTO
SUMINISTRO FIGURADO Y ARMADO DE ACERO DE REFUERZO 60000 PSI	3376,87	ACERO	3376,87	KG
		ALAMBRE	337,687	KG
MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA PINZAIMA SECTOR CANDAMI MUNICIPIO DE NIMAIMA				
ITEM	CANT	MATERIAL	CANT TOTAL	UND
AFIRMADO	101,48	RECEBO COMÚN	131,924	M3
CONCRETO CICLÓPEO CLASE G, 2000 PSI 40% RAJÓN PARA BASES	46,0475	RAJON	23,02	M3
		ARENA	16,12	M3
		TRITURADO 3/4	16,12	M3
		CEMENTO	138,14	BULTO
CONCRETOS CLASE D, f'c =3000 psi (bases)	25,04	ARENA	17,53	M3
		TRITURADO 3/4	17,53	M3
		CEMENTO	175,30	BULTO
CUNETAS DE CONCRETO CLASE E, 2500 PSI FUNDIDA EN EL LUGAR	20,64	ARENA	14,45	M3
		TRITURADO 3/4	14,45	M3
		CEMENTO	123,84	BULTO
SUMINISTRO FIGURADO Y ARMADO DE ACERO DE REFUERZO 60000 PSI	3058,16	ACERO	3058,16	KG
		ALAMBRE	305,816	KG

Fuente: El Autor

Con esta información se procedió a hacer la sumatoria de cada uno de los materiales para saber cuánto se tendría que disponer en cada una de las obras (véase la Tabla 25).

**Tabla 25. Cálculo de Material Requerido**

MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA RESGUARDO BAJO SECTOR LA Y NUMICIPIO DE NIMAIMA			MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA PINZAIMA SECTOR CANDAMI MUNICIPIO DE		
MATERIALES	UND	CANT	MATERIALES	UND	CANT
RECEBO	M3	22,23	RECEBO	M3	131,92
RAJON	M3	25,44	RAJON	M3	23,02
ARENA	M3	53,13	ARENA	M3	48,09
TRITURADO	M3	53,13	TRITURADO	M3	48,09

Fuente: El Autor

Para cada uno de los mejoramientos se realizará el análisis por separado.

### **Mejoramiento de la Vía Terciaria que Comunica el Casco Urbano con la Vereda Resguardo Bajo Sector LA y Municipio de Nimaima**

Con Base en los siguientes datos se realiza el paso a paso de la guía con el fin saber de qué cantera es más económico transportar el material al sitio de la obra (véase la Tabla 26).

**Tabla 26. Información para Determinar la Opción más Económica para el Transporte de Material al Sitio de la Obra Vereda Resguardo Bajo Sector LA**

MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA RESGUARDO BAJO SECTOR LA Y NUMICPIO DE NIMAIMA		
Municipio	<b>Nimaima</b>	
Distancia entre el casco urbano y la obra	1,87	km
Tipo de material	Recebo común	
Cantidad de material requerido	22,23	m3
Tipo de material	Rajón	
Cantidad de material requerido	25,44	m3
Tipo de material	Arena	
Cantidad de material requerido	53,13	m3
Tipo de material	Triturado 3/4	
Cantidad de material requerido	53,13	m3
Tipo de vehículo	Volqueta sencilla	

Fuente: El Autor

Se obtuvieron los siguientes resultados:

#### **Recebo Común**

La cantera de donde se recomienda adquirir el material es Aguilar Construcciones S.A. que como se indica en la guía es el resultado que está en color verde más oscuro, con un valor total del costo del material y del transporte de \$1.366.004.43 pesos.

Así mismo podemos observar la importancia de estos análisis ya que la diferencia entre el costo de material puesto en obra más económico y el más costoso es de \$1.948.377,57 pesos que equivale a un aumento del 143% (véase la Tabla 27).

**Tabla 27. Selección Proveedor de Recebo Común Obra Vereda Resguardo Bajo Sector LA**

**GUÍA PARA EL PEDIDO DE MATERIALES PETREOS GRANULARES EN LA REGIÓN DEL GUALIVÁ**

CONVENCIONES DE LA GUÍA	
	Campos de Selección
	Campos de Digitación
	Campos de cálculo automático

**DATOS DE ENTRADA:**

MUNICIPIO:	NIMAIMA
DISTANCIA ENTRE EL CASCO URBANO Y LA OBRA (Km)	1,87
TIPO DE MATERIAL	RECEBO COMUN
CANTIDAD DE MATERIAL REQUERIDO (m3)	22,23
PESO DEL MATERIAL (Ton)	1,39
TIPO DE VEHÍCULO	VOLQUETA SENCILLA
CAPACIDAD DEL VEHÍCULO (Ton)	9,9
CANTIDAD DE VEHÍCULOS A UTILIZAR	\$ 4
COSTO DE TRANSPORTE m3/km	\$ 1.200,00
COSTO DE TRANSPORTE Km/Ton	\$ 861,14

NOMBRE CANTERA	DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL	COSTO UNITARIO DEL MATERIAL	COSTO DEL MATERIAL DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	DISTANCIA A RUTA1 (km)	RUTA 1	DISTANCIA A RUTA2 (km)	RUTA 2	DISTANCIA A RUTA3 (km)	RUTA 3	MEJOR RUTA	COSTO DE TRANSPORTE DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	COSTO TOTAL PEDIDO	CONTACTO EN LA CANTERA
AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.	Disponible	\$ 9.673,48	\$ 299.660,40	29,4	Villeta - Tobia - Nimaima Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaíma - Nimaima	0		0	0	Ruta 1	\$ 1.066.344,03	\$ 1.366.004,43	Miguel Rodriguez,3124496268, mrodriguez@grupo-aguilas.com
GRAVAS FILAURE S.A.	No disponible	\$ -	\$ -	66,1	Vega - Nocaíma - Nimaima	0		0	0	-	\$ -	\$ -	
TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA	No disponible	\$ -	\$ -	68,2	Vega - Nocaíma - Nimaima	0		0	0	-	\$ -	\$ -	
ASFALTOS Y TRITURADOS DE LA SABANA ATS	No disponible	\$ -	\$ -	68,4	Vega - Nocaíma - Nimaima	0		0	0	-	\$ -	\$ -	
MATERIALES Y LOGISTICAS S.A.S.	Disponible	\$ 12.917,12	\$ 400.140,00	63,5	La Vega - Nocaíma - Nimaima	0		0	0	Ruta 1	\$ 2.229.194,40	\$ 2.629.334,40	Carlos Alberto Tamayo Londoño,3015531410, jmendez@mysa.com
DOBLE A INGENIERIA S.A.	Disponible	\$ 8.611,41	\$ 266.760,00	87,5	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaíma -	91,4	Mondoñedo - Mosquera - Facatativá - El Rosal - La Vega - Nocaíma -	0	0	Ruta 1	\$ 3.047.622,82	\$ 3.314.382,82	Ing. Cristian Mauricio Pinilla,3208996486, cpinilla@da-ing.com
DROMOS PAVIMENTOS	Disponible	\$ 2.511,66	\$ 77.805,00	88,6	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega -	0		0	0	Ruta 1	\$ 3.085.134,12	\$ 3.162.939,12	info@dromos.co,571 742 53 76 Ext.1208 - 1209 , Cel.: 315 - 2199639
INCOMINERIA S.A.S.	Disponible	\$ 3.588,09	\$ 111.150,00	88,6	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Honda - Guaduas - Villeta - Tobia - Nimaima	0		0	0	Ruta 1	\$ 3.085.134,12	\$ 3.196.284,12	abelardootalora@yahoo.com,(1)7425644,
GAICO INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES S.A.S.	No disponible	\$ -	\$ -	113	Honda - Guaduas - Villeta - Tobia - Nimaima	0		0	0	-	\$ -	\$ -	

Fuente: El Autor



## **Rajón**

La cantera donde se recomienda adquirir el material es Aguilar Construcciones S.A. con un costo total del pedido de \$2.178.674,64 pesos, siguiendo la ruta Villeta – Tobia – Nimaima. La diferencia entre el costo total del pedido más económico y el más costoso es de \$1.409.792,39 que equivale a un incremento en el costo del material del 65% (véase la Tabla 28).

**Tabla 28. Selección Proveedor de Rajón Obra Vereda Resguardo Bajo Sector LA**

**GUÍA PARA EL PEDIDO DE MATERIALES PETREOS GRANULARES EN LA REGIÓN DEL GUALIVÁ**

CONVENCIONES DE LA GUÍA	
	Campos de Selección
	Campos de Digitación
	Campos de cálculo automático

DATOS DE ENTRADA:	
MUNICIPIO:	NIMAIMA
DISTANCIA ENTRE EL CASCO URBANO Y LA OBRA (Km)	1,87
TIPO DE MATERIAL	RAJON
CANTIDAD DE MATERIAL REQUERIDO (m3)	25,44
PESO DEL MATERIAL (Ton)	1,54
TIPO DE VEHICULO	VOLQUETA SENCILLA
CAPACIDAD DEL VEHÍCULO (Ton)	9,9
CANTIDAD DE VEHÍCULOS A UTILIZAR	\$ 4
COSTO DE TRANSPORTE m3/km	\$ 1.200,00
COSTO DE TRANSPORTE Km/Ton	\$ 781,50

NOMBRE CANTERA	DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL	COSTO UNITARIO DEL MATERIAL	COSTO DEL MATERIAL DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	DISTANCIA A RUTA1 (km)	RUTA 1	DISTANCIA A RUTA2 (km)	RUTA 2	DISTANCIA A RUTA3 (km)	RUTA 3	MEJOR RUTA	COSTO DE TRANSPORTE DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	COSTO TOTAL PEDIDO	CONTACTO EN LA CANTERA
AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.	Disponible	\$ 30.999,67	\$ 1.210.944,00	29,4	Villeta - Tobia - Nimaima Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0	0	Ruta 1	\$ 967.730,64	\$ 2.178.674,64	Miguel Rodriguez,3124496268, mrodriguez@grupo-aguil.ar.com
GRAVAS FILAURE S.A.	No disponible	\$ -	\$ -	66,1		0		0	0	-	\$ -	\$ -	
TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA	No disponible	\$ -	\$ -	68,2		0		0	0	-	\$ -	\$ -	
ASFALTOS Y TRITURADOS DE LA SABANA ATS	No disponible	\$ -	\$ -	68,4		0		0	0	-	\$ -	\$ -	
MATERIALES Y LOGISTICAS S.A.S.	Disponible	\$ 24.096,39	\$ 941.280,00	63,5	La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0	0	Ruta 1	\$ 2.023.042,92	\$ 2.964.322,92	Carlos Alberto Tamayo Londoño,3015531410, jmendez@mysa.com
DOBLE A INGENIERIA S.A.	Disponible	\$ 16.281,34	\$ 636.000,00	87,5	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega -	91,4	Mondoñedo - Mosquera - Facataviva - El Rosal - La Vega - Nocaïma -	0	0	Ruta 1	\$ 2.765.784,70	\$ 3.401.784,70	Ing. Cristian Mauricio Pinilla,3208996486, cpinilla@da-ing.com
DROMOS PAVIMENTOS	No disponible	\$ -	\$ -	88,6		0		0	0	-	\$ -	\$ -	
INCOMINERIA S.A.S.	Disponible	\$ 20.188,86	\$ 788.640,00	88,6	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega -	0		0	0	Ruta 1	\$ 2.799.827,03	\$ 3.588.467,03	abelardootalora@yahoo.com,(1)7425644,
GAICO INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES S.A.S.	No disponible	\$ -	\$ -	113	Honda - Guaduas - Villeta - Tobia - Nimaima	0		0	0	-	\$ -	\$ -	

Fuente: El Autor

## **Arena**

La cantera de la que se recomienda llevar el material es Aguilar Construcciones S.A. con costo total del pedido de \$4.016.196,29. La diferencia entre el costo total del pedido más económico y el más costoso es de \$4.637.546,47 lo que equivale a un incremento del 115% con respecto al material más económico (véase la Tabla 29).

**Tabla 29. Selección Proveedor de Arena Obra Vereda Resguardo Bajo Sector LA**

**GUÍA PARA EL PEDIDO DE MATERIALES PETREOS GRANULARES EN LA REGIÓN DEL GUALIVÁ**

**DATOS DE ENTRADA:**

MUNICIPIO:	NIMAIMA
DISTANCIA ENTRE EL CASCO URBANO Y LA OBRA (Km)	1,87
TIPO DE MATERIAL	ARENA
CANTIDAD DE MATERIAL REQUERIDO (m3)	53,13
PESO DEL MATERIAL (Ton)	1,47
TIPO DE VEHÍCULO	VOLQUETA SENCILLA
CAPACIDAD DEL VEHÍCULO (Ton)	9,9
CANTIDAD DE VEHÍCULOS A UTILIZAR	8
COSTO DE TRANSPORTE m3/km	1.200,00
COSTO DE TRANSPORTE Km/Ton	816,88

**CONVENCIONES DE LA GUÍA**

Campos de Selección
Campos de Digitación
Campos de cálculo automático

NOMBRE CANTERA	DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL	COSTO UNITARIO DEL MATERIAL	COSTO DEL MATERIAL DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	DISTANCIA A RUTA1 (km)	RUTA 1	DISTANCIA A RUTA2 (km)	RUTA 2	DISTANCIA A RUTA3 (km)	RUTA 3	MEJOR RUTA	COSTO DE TRANSPORTE DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	COSTO TOTAL PEDIDO	CONTACTO EN LA CANTERA
AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.	Disponible	\$ 25.537,10	\$ 1.993.118,82	29,4	Villeta - Tobia - Nimaima	0		0		Ruta 1	\$ 2.023.077,47	\$ 4.016.196,29	Miguel Rodriguez,3124496268, mrodriguez@grupo-aguilari.com
GRAVAS FILAURE S.A.	Disponible	\$ 49.693,67	\$ 3.878.490,00	66,1	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	0		0		Ruta 1	\$ 4.397.460,04	\$ 8.275.950,04	Fernando Rodriguez,3506643466 - 8844083, despacho_gravas@yahoo.com
TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA	Disponible	\$ 47.379,17	\$ 3.697.848,00	68,2	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	0		0		Ruta 1	\$ 4.533.323,89	\$ 8.231.171,89	tritRADOSdelTolimaLda@hotmail.com,3124199312 / 3213028157,
ASFALTOS Y TRITURADOS DE LA SABANA ATS	Disponible	\$ 29.520,08	\$ 2.303.982,45	68,4	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaima - Nimaima	0		0		Ruta 1	\$ 4.546.263,31	\$ 6.850.245,76	administrativa@atsa.co,3163230063,
MATERIALES Y LOGISTICAS S.A.S.	Disponible	\$ 13.955,07	\$ 1.089.165,00	63,5	La Vega - Nocaima - Nimaima	0		0		Ruta 1	\$ 4.229.247,65	\$ 5.318.412,65	Carlos Alberto Tamayo Londoño,3015531410, jmendez@mysla.com
DOBLE A INGENIERIA S.A.	No disponible	\$ -	\$ -	87,5	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega -	91,4	Mondoñedo - Mosquera - Facatativá - El Rosal - La Vega - Nocaima -	0		-	\$ -	\$ -	
DROMOS PAVIMENTOS	Disponible	\$ 30.292,72	\$ 2.364.285,00	88,6	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega -	0		0		Ruta 1	\$ 5.853.144,18	\$ 8.217.429,18	info@dromos.co,571) 742 53 76 Ext 1208 - 1209 , Cel.: 315 - 2199639
INCOMINERIA S.A.S.	Disponible	\$ 27.229,41	\$ 2.125.200,00	88,6	Mondoñedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega -	0		0		Ruta 1	\$ 5.853.144,18	\$ 7.978.344,18	abelardootalora@yahoo.com,(1)7425644,
GAICO INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES S.A.S.	Disponible	\$ 15.656,91	\$ 1.221.990,00	113	Honda - Guaduas - Villeta - Tobia - Nimaima	0		0		Ruta 1	\$ 7.431.752,76	\$ 8.653.742,76	Ing. Jesus Alberto Jaramillo,Cel: (314) 237 6681, Calle 110 # 9 - 25 Oficina: 1712,

Fuente: El Autor

### **Triturado $\frac{3}{4}$ "**

La cantera de la cual se recomienda llevar el material es Asfaltos y triturados de la Sabana ATS con un costo total de pedido de \$7.495.636,36. El aumento entre el material más económico y más costos es de \$3.617.889,32 que representa un incremento del 48,27% con respecto al costo total del pedido más económico (véase la Tabla 30).

**Tabla 30. Selección Proveedor de Triturado 3/4” Obra Vereda Resguardo Bajo Sector LA**

**GUÍA PARA EL PEDIDO DE MATERIALES PETREOS GRANULARES EN LA REGIÓN DEL GUALIVÁ**

CONVENCIONES DE LA GUÍA	
	Campos de Selección
	Campos de Digitación
	Campos de cálculo automático

**DATOS DE ENTRADA:**

MUNICIPIO:	NIMAIMA		
DISTANCIA ENTRE EL CASCO URBANO Y LA OBRA (Km)	1,87		
TIPO DE MATERIAL	TRITURADO DE 3/4"		
CANTIDAD DE MATERIAL REQUERIDO (m3)	53,13		
PESO DEL MATERIAL (Ton)	1,23		
TIPO DE VEHÍCULO	VOLQUETA SENCILLA		
CAPACIDAD DEL VEHÍCULO (Ton)	9,9		
CANTIDAD DE VEHÍCULOS A UTILIZAR	\$		7
COSTO DE TRANSPORTE m3/km	\$		1.200,00
COSTO DE TRANSPORTE Km/Ton	\$		975,61

NOMBRE CANTERA	DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL	COSTO UNITARIO DEL MATERIAL	COSTO DEL MATERIAL DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	DISTANCIA A RUTA1 (km)	RUTA 1	DISTANCIA A RUTA2 (km)	RUTA 2	DISTANCIA A RUTA3 (km)	RUTA 3	MEJOR RUTA	COSTO DE TRANSPORTE DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	COSTO TOTAL PEDIDO	CONTACTO EN LA CANTERA
AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.	No disponible	\$ -	\$ -	29,4	Villeta - Tobia - Nimaima	0		0		0 -	\$ -	\$ -	
GRAVAS FILAURE S.A.	Disponible	\$ 59.349,59	\$ 3.878.490,00	66,1	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0		0 Ruta 1	\$ 4.595.435,12	\$ 8.473.925,12	Fernando Rodriguez,3506643466 - 8844083, despacho_gravas@yahoo.com
TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA	No disponible	\$ -	\$ -	68,2	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0		0 -	\$ -	\$ -	
ASFALTOS Y TRITURADOS DE LA SABANA ATS	Disponible	\$ 42.000,00	\$ 2.744.695,80	68,4	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0		0 Ruta 1	\$ 4.750.937,56	\$ 7.495.633,36	administrativa@atssa.co,3163230063,
MATERIALES Y LOGISTICAS S.A.S.	No disponible	\$ -	\$ -	63,5	La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0		0 -	\$ -	\$ -	
DOBLE A INGENIERIA S.A.	No disponible	\$ -	\$ -	87,5	Siberia - Rosal - La Vega - Mondoñedo - Mosquera - Facatativá	91,4	Mondoñedo - Mosquera - El Rosal - La Vega - Nocaïma -	0		0 -	\$ -	\$ -	
DROMOS PAVIMENTOS	No disponible	\$ -	\$ -	88,6	Siberia - Rosal - La Vega - Mondoñedo - Mosquera -	0		0		0 -	\$ -	\$ -	
INCOMINERIA S.A.S.	Disponible	\$ 50.387,60	\$ 3.292.824,42	88,6	Siberia - Rosal - La Vega - Honda - Guaduas - Villeta -	0		0		0 Ruta 1	\$ 6.116.654,63	\$ 9.409.479,05	abelardootalora@yahoo.com,(1)7425644,
GAICO INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES S.A.S.	Disponible	\$ 51.219,51	\$ 3.347.190,00	113	Tobia - Nimaima	0		0		0 Ruta 1	\$ 7.766.332,68	\$ 11.113.522,68	Ing. Jesus Alberto Jaramillo,Cel: (314) 237 6681, Calle 110 # 9 - 25 Oficina: 1712,

Fuente: El Autor

### Mejoramiento de la Vía Terciaria que Comunica el Casco Urbano con la Vereda Pinzaima Sector Candami

Con Base en los siguientes datos se realiza el paso a paso de la guía con el fin saber de qué cantera es más económico transportar el material al sitio de la obra (véase la Tabla 31).

**Tabla 31. Información para Determinar la Opción más Económica para el Transporte de Material al Sitio de la Obra Vereda Pinzaima**

MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA QUE COMUNICA EL CASCO URBANO CON LA VEREDA PINZAIMA SECTOR CANDAMI.		
Municipio	<b>Nimaima</b>	
Distancia entre el casco urbano y la obra	0,95	km
Tipo de material	Recebo común	
Cantidad de material requerido	131,92	m3
Tipo de material	Rajón	
Cantidad de material requerido	23,02	m3
Tipo de material	Arena	
Cantidad de material requerido	48,09	m3
Tipo de material	Triturado 3/4	
Cantidad de material requerido	48,09	m3
Tipo de vehículo	Volqueta sencilla	

Fuente: El Autor

Se obtuvieron los siguientes resultados:

#### **Recebo Común**

La cantera de donde se recomienda adquirir el material es Aguilar Construcciones S.A. que como se indica en la guía es el resultado que está en color verde más oscuro, con un valor total del costo del material y del transporte de \$6.694.393,55 pesos.

Así mismo podemos observar la importancia de estos análisis ya que la diferencia entre el costo de material puesto en obra más económico y el más costoso es de \$9.215.832,67 pesos que equivale a un aumento del 137.66% (véase la Tabla 32).

**Tabla 32. Selección Proveedor Recebo Común Obra Vereda Pinzaima**

GUÍA PARA EL PEDIDO DE MATERIALES PETREOS GRANULARES EN LA REGIÓN DEL GUALIVÁ				CONVENCIONES DE LA GUÍA									
DATOS DE ENTRADA:				Campos de Selección									
MUNICIPIO: NIMAIMA				Campos de Digitación									
DISTANCIA ENTRE EL CASCO URBANO Y LA OBRA (Km) 0.95				Campos de cálculo automático									
TIPO DE MATERIAL RECEBO COMUN													
CANTIDAD DE MATERIAL REQUERIDO (m3) 131.92													
PESO DEL MATERIAL (Ton) 1.39													
TIPO DE VEHÍCULO VOLQUETA SENCILLA													
CAPACIDAD DEL VEHÍCULO (Ton) 9.9													
CANTIDAD DE VEHÍCULOS A UTILIZAR \$ 19													
COSTO DE TRANSPORTE m3/km \$ 1.200.00													
COSTO DE TRANSPORTE Km/Ton \$ 861.14													
NOMBRE CANTERA	DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL	COSTO UNITARIO DEL MATERIAL	COSTO DEL MATERIAL DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	DISTANCIA A RUTA1 (km)	RUTA 1	DISTANCIA A RUTA2 (km)	RUTA 2	DISTANCIA A RUTA3 (km)	RUTA 3	MEJOR RUTA	COSTO DE TRANSPORTE DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	COSTO TOTAL PEDIDO	CONTACTO EN LA CANTERA
AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.	Disponible	\$ 9,673.48	\$ 1,778,281.60	29.4	Villeta - Tobia - Nimaima	0		0	0	Ruta 1	\$ 4,916,111.95	\$ 6,694,393.55	Miguel Rodriguez,3124496268, mrodriguez@grupo-aguilas.com
GRAVAS FILAURE S.A.	No disponible	\$ -	\$ -	66.1	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0	0	-	\$ -	\$ -	
TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA	No disponible	\$ -	\$ -	68.2	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0	0	-	\$ -	\$ -	
ASFALTOS Y TRITURADOS DE LA SABANA ATS	No disponible	\$ -	\$ -	68.4	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0	0	-	\$ -	\$ -	
MATERIALES Y LOGISTICAS S.A.S.	Disponible	\$ 12,917.12	\$ 2,374,560.00	63.5	La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0	0	Ruta 1	\$ 10,439,651.24	\$ 12,814,211.24	Carlos Alberto Tamayo Londoño,3015531410,
DOBLE A INGENIERIA S.A.	Disponible	\$ 8,611.41	\$ 1,583,040.00	87.5	Mondonedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	91.4	Mondonedo - Mosquera - Facataviva - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0	0	Ruta 1	\$ 14,327,186.22	\$ 15,910,226.22	Ing. Cristian Mauricio Pinilla,3208996486, cpinilla@da-ling.com
DROMOS PAVIMENTOS	Disponible	\$ 2,511.66	\$ 461,720.00	88.6	Mondonedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega -	0		0	0	Ruta 1	\$ 14,505,364.91	\$ 14,967,084.91	info@dromos.co,571) 742 53 76 Ext 1208 - 1209 , Cel.: 315 - 2199639
INCOMINERIA S.A.S.	Disponible	\$ 3,588.09	\$ 659,600.00	88.6	Mondonedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega -	0		0	0	Ruta 1	\$ 14,505,364.91	\$ 15,164,964.91	abelardootalora@yahoo.com,(1)742564,
GAICO INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES S.A.S.	No disponible	\$ -	\$ -	113	Honda - Guaduas - Villeta - Tobia - Nimaima	0		0	0	-	\$ -	\$ -	

Fuente: El Autor



## **Rajón**

La cantera donde se recomienda adquirir el material es Aguilar Construcciones S.A. con un costo total del pedido de \$2.035.010,87 pesos, siguiendo la ruta Villeta – Tobia – Nimaima. La diferencia entre el costo total del pedido más económico y el más costoso es de \$1.449.964,39 que equivale a un incremento en el costo del material del 71.25% (véase la Tabla 33).

**Tabla 33. Selección Proveedor Rajón Obra Vereda Pinzaima**

**GUÍA PARA EL PEDIDO DE MATERIALES PETREOS GRANULARES EN LA REGIÓN DEL GUALIVÁ**

CONVENCIONES DE LA GUÍA	
	Campos de Selección
	Campos de Digitación
	Campos de cálculo automático

DATOS DE ENTRADA:

MUNICIPIO:	NIMAIMA		
DISTANCIA ENTRE EL CASCO URBANO Y LA OBRA (Km)	0.95		
TIPO DE MATERIAL	RAJON		
CANTIDAD DE MATERIAL REQUERIDO (m3)	23.02		
PESO DEL MATERIAL (Ton)	1.54		
TIPO DE VEHÍCULO	VOLQUETA SENCILLA		
CAPACIDAD DEL VEHÍCULO (Ton)	9.9		
CANTIDAD DE VEHÍCULOS A UTILIZAR	\$		4
COSTO DE TRANSPORTE m3/km	\$		1,200.00
COSTO DE TRANSPORTE Km/Ton	\$		781.50

NOMBRE CANTERA	DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL	COSTO UNITARIO DEL MATERIAL	COSTO DEL MATERIAL DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	DISTANCIA A RUTA1 (km)	RUTA 1	DISTANCIA A RUTA2 (km)	RUTA 2	DISTANCIA A RUTA3 (km)	RUTA 3	MEJOR RUTA	COSTO DE TRANSPORTE DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	COSTO TOTAL PEDIDO	CONTACTO EN LA CANTERA
AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.	Disponible	\$ 30,999.67	\$ 1,095,752.00	29.4	Villeta - Tobia - Nimaima Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0	0	Ruta 1	\$ 939,258.87	\$ 2,035,010.87	Miguel Rodriguez,3124496268, mrodriguez@grupo-aguilars.com
GRAVAS FILAURE S.A.	No disponible	\$ -	\$ -	66.1	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0	0	-	\$ -	\$ -	
TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA	No disponible	\$ -	\$ -	68.2	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0	0	-	\$ -	\$ -	
ASFALTOS Y TRITURADOS DE LA SABANA ATS	No disponible	\$ -	\$ -	68.4	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0	0	-	\$ -	\$ -	
MATERIALES Y LOGÍSTICAS S.A.S.	Disponible	\$ 24,096.39	\$ 851,740.00	63.5	La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0	0	Ruta 1	\$ 1,994,571.15	\$ 2,846,311.15	Carlos Alberto Tamayo Londoño,3015531410, Ing. Cristian Mauricio Pinilla,3208996486, cpinilla@da-ing.com
DOBLE A INGENIERIA S.A.	Disponible	\$ 16,281.34	\$ 575,500.00	87.5	Mondonedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	91.4	Mondonedo - Mosquera - Facatativá - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0	0	Ruta 1	\$ 2,737,312.93	\$ 3,312,812.93	
DROMOS PAVIMENTOS	No disponible	\$ -	\$ -	88.6	Mondonedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Mondonedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega -	0		0	0	-	\$ -	\$ -	
INCOMINERIA S.A.S.	Disponible	\$ 20,188.86	\$ 713,620.00	88.6	Mondonedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Honda - Guaduas - Villeta - Tobia - Nimaima	0		0	0	Ruta 1	\$ 2,771,355.26	\$ 3,484,975.26	abelardootalora@yahoo.com,(1)742564,
GAICO INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES S.A.S.	No disponible	\$ -	\$ -	113		0		0	0	-	\$ -	\$ -	

Fuente: El Autor

## **Arena**

La cantera de la que se recomienda llevar el material es Aguilar Construcciones S.A. con costo total del pedido de \$3.767.604,42. La diferencia entre el costo total del pedido más económico y el más costoso es de \$4.710.697,03 lo que equivale a un incremento del 125% con respecto al material más económico (véase la Tabla 34).

**Tabla 34. Selección Proveedor Arena Obra Vereda Pinzaima**

**GUIA PARA EL PEDIDO DE MATERIALES PETREOS GRANULARES EN LA REGION DEL GUALIVA**

CONVENCIONES DE LA GUÍA	
	Campos de Selección
	Campos de Digitación
	Campos de cálculo automático

DATOS DE ENTRADA:	
MUNICIPIO:	NIMAIMA
DISTANCIA ENTRE EL CASCO URBANO Y LA OBRA (Km)	0,95
TIPO DE MATERIAL	ARENA
CANTIDAD DE MATERIAL REQUERIDO (m3)	48,09
PESO DEL MATERIAL (Ton)	1,47
TIPO DE VEHÍCULO	VOLQUETA SENCILLA
CAPACIDAD DEL VEHÍCULO (Ton)	9,9
CANTIDAD DE VEHÍCULOS A UTILIZAR	\$ 8
COSTO DE TRANSPORTE m3/km	\$ 1.200,00
COSTO DE TRANSPORTE Km/Ton	\$ 816,88

NOMBRE CANTERA	DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL	COSTO UNITARIO DEL MATERIAL	COSTO DEL MATERIAL DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	DISTANCIA A RUTA1 (km)	RUTA 1	DISTANCIA A RUTA2 (km)	RUTA 2	DISTANCIA A RUTA3 (km)	RUTA 3	MEJOR RUTA	COSTO DE TRANSPORTE DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	COSTO TOTAL PEDIDO	CONTACTO EN LA CANTERA
AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.	Disponible	\$ 25.537,10	\$ 1.804.048,26	29,4	Villeta - Tobia - Nimaima	0		0		0 Ruta 1	\$ 1.963.556,16	\$ 3.767.604,42	Miguel Rodriguez,3124496268, mrodriguez@grupo-aguilars.com
GRAVAS FILAURE S.A.	Disponible	\$ 49.693,67	\$ 3.510.570,00	66,1	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0		0 Ruta 1	\$ 4.337.938,73	\$ 7.848.508,73	Fernando Rodriguez,3506643466 - 8844083, despacho_gravas@yahoo.com
TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA	Disponible	\$ 47.379,17	\$ 3.347.064,00	68,2	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0		0 Ruta 1	\$ 4.473.802,59	\$ 7.820.866,59	triturdadosdeltolima Ltda@hotmail.com,3124199312 / 3213028157,
ASFALTOS Y TRITURADOS DE LA SABANA ATS	Disponible	\$ 29.520,08	\$ 2.085.422,85	68,4	Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0		0 Ruta 1	\$ 4.486.742,00	\$ 6.572.164,85	administrativa@atssa.co,3163230063,
MATERIALES Y LOGISTICAS S.A.S.	Disponible	\$ 13.955,07	\$ 985.845,00	63,5	La Vega - Nocaïma - Nimaima	0		0		0 Ruta 1	\$ 4.169.726,34	\$ 5.155.571,34	Carlos Alberto Tamayo Londoño,3015531410, jimendez@mylisa.com
DOBLE A INGENIERIA S.A.	No disponible	\$ -	\$ -	87,5	Siberia - Rosal - La Vega - Mondoñedo - Mosquera -	91,4	Mondoñedo - Mosquera - Facatativá - El Rosal - La Vega - Nocaïma -	0		0 -	\$ -	\$ -	
DROMOS PAVIMENTOS	Disponible	\$ 30.292,72	\$ 2.140.005,00	88,6	Siberia - Rosal - La Vega - Mondoñedo - Mosquera -	0		0		0 Ruta 1	\$ 5.793.622,87	\$ 7.933.627,87	info@dromos.co,571 742 53 76 Ext 1208 - 1209 , Cel.: 315 - 2199639
INCOMINERIA S.A.S.	Disponible	\$ 27.229,41	\$ 1.923.600,00	88,6	Siberia - Rosal - La Vega - Mondoñedo - Mosquera -	0		0		0 Ruta 1	\$ 5.793.622,87	\$ 7.717.222,87	abelardootalora@yahoo.com,(1)7425644,
GAICO INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES S.A.S.	Disponible	\$ 15.656,91	\$ 1.106.070,00	113	Honda - Guaduas - Villeta - Tobia - Nimaima	0		0		0 Ruta 1	\$ 7.372.231,45	\$ 8.478.301,45	Ing. Jesus Alberto Jaramillo,Cel: (314) 237 6681, Calle 110 # 9 - 25 Oficina: 1712,

Fuente: El Autor

### **Triturado $\frac{3}{4}$ "**

La cantera de la cual se recomienda llevar el material es Asfaltos y triturados de la Sabana ATS con un costo total de pedido de \$7.495.636,36. El aumento entre el material más económico y más costos es de \$3.129.964,99 que representa un incremento del 48,13% con respecto al costo total del pedido más económico (véase la Tabla 35).

**Tabla 35. Selección Proveedor Triturado 3/4” Obra Vereda Pinzaima**

**GUÍA PARA EL PEDIDO DE MATERIALES PETREOS GRANULARES EN LA REGIÓN DEL GUALIVÁ**

CONVENCIONES DE LA GUÍA	
	Campos de Selección
	Campos de Digitación
	Campos de cálculo automático

DATOS DE ENTRADA:

MUNICIPIO:	NIMAIMA	
DISTANCIA ENTRE EL CASCO URBANO Y LA OBRA (Km)	0.95	
TIPO DE MATERIAL	TRITURADO DE 3/4"	
CANTIDAD DE MATERIAL REQUERIDO (m3)	48.09	
PESO DEL MATERIAL (Ton)	1.23	
TIPO DE VEHÍCULO	VOLQUETA SENCILLA	
CAPACIDAD DEL VEHÍCULO (Ton)	9.9	
CANTIDAD DE VEHÍCULOS A UTILIZAR	\$	6
COSTO DE TRANSPORTE m3/km	\$	1,200.00
COSTO DE TRANSPORTE Km/Ton	\$	975.61

NOMBRE CANTERA	DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL	COSTO UNITARIO DEL MATERIAL	COSTO DEL MATERIAL DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	DISTANCIA A RUTA1 (km)	RUTA 1	DISTANCIA A RUTA2 (km)	RUTA 2	DISTANCIA A RUTA3 (km)	RUTA 3	MEJOR RUTA	COSTO DE TRANSPORTE DE LAS UNIDADES REQUERIDAS	COSTO TOTAL PEDIDO	CONTACTO EN LA CANTERA
AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.	No disponible	\$ -	\$ -	29.4	Villeta - Tobia - Nimaima	0	0	0	0	-	\$ -	\$ -	
GRAVAS FILAURE S.A.	Disponible	\$ 59,349.59	\$ 3,510,570.00	66.1	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0	0	0	0	Ruta 1	\$ 3,885,629.27	\$ 7,396,199.27	Fernando Rodriguez,3506643466 - 8844083, despacho_gravas@yahoo.com
TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA	No disponible	\$ -	\$ -	68.2	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0	0	0	0	-	\$ -	\$ -	
ASFALTOS Y TRITURADOS DE LA SABANA ATS	Disponible	\$ 42,000.00	\$ 2,484,329.40	68.4	Puente Piedra - El Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0	0	0	0	Ruta 1	\$ 4,018,917.07	\$ 6,503,246.47	administrativa@atssa.co,3163230063,
MATERIALES Y LOGISTICAS S.A.S.	No disponible	\$ -	\$ -	63.5	La Vega - Nocaïma - Nimaima	0	0	0	0	-	\$ -	\$ -	
DOBLE A INGENIERIA S.A.	No disponible	\$ -	\$ -	87.5	Mondonedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	91.4	0	0	0	-	\$ -	\$ -	
DROMOS PAVIMENTOS	No disponible	\$ -	\$ -	88.6	Mondonedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0	0	0	0	-	\$ -	\$ -	
INCOMINERIA S.A.S.	Disponible	\$ 50,387.60	\$ 2,980,461.63	88.6	Mondonedo - Mosquera - Siberia - Rosal - La Vega - Nocaïma - Nimaima	0	0	0	0	Ruta 1	\$ 5,189,531.71	\$ 8,169,993.34	abelardootalora@yahoo.com,(1)742564,
GAICO INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES S.A.S.	Disponible	\$ 51,219.51	\$ 3,029,670.00	113	Honda - Guaduas - Villeta - Tobia - Nimaima	0	0	0	0	Ruta 1	\$ 6,603,541.46	\$ 9,633,211.46	Ing. Jesus Alberto Jaramillo,Cel: (314) 237 6681, Calle 110 # 9 - 25 Oficina: 1712,

Fuente: El Autor

## Conclusiones y recomendaciones

El resultado de la presente investigación da como resultado el diseño de una guía basada en un modelo de transporte convirtiéndose en una herramienta para los constructores que están interesados en realizar la ejecución de mejoramientos en carreteras terciarias en la región del Gualivá y que buscan minimizar los gastos de transporte de materiales pétreos.

Se localizaron y estudiaron las fuentes de material pétreo granular para construcción de vías situadas en la región del Gualivá, pero solo una cumplió con la normatividad ambiental y minera por lo cual también se buscaron las fuentes más cercanas a la región que pudieran proveer de material pétreo a los municipios que la componen; de estas se obtuvo un listado de ocho canteras, para un total de 9 canteras estudiadas.

Se realizó también un análisis de las variables que influyen en el transporte de material pétreo dando como resultado: el tipo de vehículo a usar, la distancia entre el sitio de suministro de material y el sitio de la obra, costo del transporte, rutas y ubicación de las canteras.

Con base a la información obtenida de las variables se realizó el modelo de transporte en la aplicación Excel con el fin de que pudiera ser de fácil acceso y manejo para cualquier persona que tenga a su cargo el manejo de los presupuestos ya sea para formularlos en el caso de los municipios o que tenga la labor de realizar la programación y presupuesto de la ejecución de la obra.

Finalmente, con el fin de dar uso a la guía se planteó su implementación en el contrato de obra No. S.A. 003 de 2017 celebrado entre INCIGE S.A.S. y el municipio de Nimaima Cundinamarca dando como resultado recomendaciones de las canteras donde esta compañía puede realizar el pedido de cada uno de los materiales pétreos granulares requeridos para la ejecución de su proyecto, mostrando la minimización de los costos de adquisición del material en un 382% respecto al resultado más costoso en cada uno de

los materiales en la obra “Mejoramiento de la vía terciaria que comunica el casco urbano con la vereda Pinzaima sector Candami”, y en un 371% respecto al resultado más costoso en cada uno de los materiales en la obra “Mejoramiento de la vía terciaria que comunica el casco urbano con la vereda Resguardo Bajo sector la Y municipio de Nimaima”.

### Recomendaciones

Similar a la presente guía se podría realizar una que abarque no solo los materiales pétreos si no todos los materiales requeridos en una obra de infraestructura vial para darle a solución más eficiente a los contratistas porque, aunque con la presente guía se da solución al problema de sobre costos de transporte de materiales pétreos, se están dejando por fuera muchos otros bienes y servicios que también pueden estar causando sobre costos a las obras.

### Recomendaciones de la guía

El modelo mostrara en una gama de colores degrade las opciones, siendo el color verde más oscuro la opción optima y en color amarillo claro la opción más desfavorable.

Debe tener en cuenta que el valor del transporte será modelado para la capacidad total del vehículo que se escogió, por lo tanto, si la cantidad de material solicitado es inferior a la capacidad de la volqueta se cobrara el valor del transporte con la capacidad total del vehículo.

A partir de la información obtenida el contratista podrá analizar si aumenta o disminuye su pedido con el fin de minimizar los costos de transporte en los que incurre si la cantidad del material solicitado es inferior a la capacidad de carga del vehículo seleccionado.



También se podrá analizar en el caso de los municipios en los cuales no existe restricción vehicular si es más económico transportar el material requerido en volqueta sencilla o en doble troque.

Si la cantidad de su pedido no se ajusta a la capacidad de los vehículos, también podrá modelar su pedido por separado, combinando el total de su pedido en los dos tipos de vehículos realizando la modelación de cada vehículo por separado.

Si en su obra va a necesitar más de un tipo de material pétreo deberá repetir las instrucciones de esta guía cada vez que quiera evaluar un material distinto.

### Referencias Bibliográficas

- Agencia Nacional de Minería. (s.f.). *Normatividad minera en Colombia*. Recuperado el Abril de 2017, de <http://www.anm.gov.co>
- Anaya, T. (2007). *Logística integral, La gestión operativa de la empresa*. España: Esic Editorial. Obtenido de [https://books.google.com.co/books?id=a4Tq\\_7Pmc04C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=a4Tq_7Pmc04C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false)
- Arango López, D. M. (2011). *Distribucion logistica de cemento y materiales agregados*. Recuperado el Abril de 2017, de Universidad Catolica: <http://ribuc.ucp.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10785/498/completo.pdf?sequence=1>
- Ballou, R. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministros*. Mexico: Prentice Hall .
- Baruja, G. C. (2014). *Explotación de cantera de materiales pétreos y plantas de trituración. Relatorio de impacto ambiental preliminar*. Carapeguá - Paraguarí: Ingeniería de topografía y caminos s.a. Obtenido de [http://www.seam.gov.py/sites/default/files/users/control/t%26c\\_cantera\\_emboscada\\_baruja.pdf](http://www.seam.gov.py/sites/default/files/users/control/t%26c_cantera_emboscada_baruja.pdf)
- Basabe Díaz, F., & Bejarano Garcia, M. (2009). *Estudio del impacto generado sobre la cadena de valor a partir del diseño de una propuesta para la gestión del mantenimiento preventivo en la cantera Salitre Blanco Aguilar Construcciones S.A*. Bogotá: Tesis de grado; Facultad de Ingeniería Industrial; Pontificia Universidad Javeriana.

- Beltrán Jaramillo, J. M. (2003). Indicadores de gestión herramientas para lograr la competitividad. *IV Encuentro Internacional de Control Interno*. Bogotá: Departamento Administrativo de Función Pública.
- Cárdenas, M., & Reina, M. (8 de Abril de 2008). La minería en Colombia: Impacto Socioeconómico y fiscal. *Fedesarrollo Colombia*, 10-15. Obtenido de Fedesarrollo, Colombia: <http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/La-miner%C3%ADa-en-Colombia-Informe-de-Fedesarrollo-2008.pdf>
- Cementos Argos. (Mayo de 2004). *Visita planta Cartagena*. Recuperado el 2017, de [http://www.argos.co/ir/Media/Default/images/Recorrido%20Planta%20Cartagena%20Cementos%20Argos\\_Mayo%202014.pdf](http://www.argos.co/ir/Media/Default/images/Recorrido%20Planta%20Cartagena%20Cementos%20Argos_Mayo%202014.pdf)
- Chianga, W.-C., Russell, R. ., & Zepeda, D. (2009). A simulation/metaheuristic approach to newspaper production and distribution supply chain problems. *International Journal of Production Economics*, 121(2), 752-767. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527309000693>
- Contruvías de Colombia CONSTRUVICOL. (Febrero de 2014). *Procedimiento de acarreo de materiales*. Obtenido de Historial de cambios : [http://www.construvicol.com:8080/intranet/images/sgi/operaciones/QF/QF\\_OPE\\_R\\_PR\\_013\\_procedimiento\\_acarreo\\_materiales\\_rev\\_1.pdf](http://www.construvicol.com:8080/intranet/images/sgi/operaciones/QF/QF_OPE_R_PR_013_procedimiento_acarreo_materiales_rev_1.pdf)
- Coronel, J. (2014). *Cantera de explotación de material pétreo*. Carapeguá - Paraguari: Consorcio LG. Obtenido de [http://www.seam.gov.py/sites/default/files/users/control/raul\\_cantera\\_jorge.c.pdf](http://www.seam.gov.py/sites/default/files/users/control/raul_cantera_jorge.c.pdf)
- Crespo Escobar, S. (2010). *Materiales de construcción para edificación y obra civil*. San Vicente, España: Club Universitario. Obtenido de <http://www.editorial-club-universitario.es/pdf/3608.pdf>

Cruz, Á. H. (2006). *Estudio de factibilidad de la explotación de la cantera caimital en el municipio de Turbaco (Bolívar)*. Bogotá: Universidad de La Salle. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/2156/TM91.06%20C889e.pdf?sequence=1>

Cugat Chavero, J., & Romeo Carazo, M. (2009). *Propuesta De Un Cuadro De Indicadores Para Un Sistema De Gestión Integrada (Calidad, Medio Ambiente Y PRL) Específico Del Sector De La Construcción*. Catalunya: Universidad Politécnica de Catalunya.

De Jong, G., & Ben-Akiva, M. (2007). A micro-simulation model of shipment size and transport chain choice. *Transportation Research Part B: Methodological*, 950-965. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191261507000549>

Espinel Ortiz, A. (2014). *Aspectos Generales*. Recuperado el Abril de 2017, de Universidad Militar de la Nueva Granada: [http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/10837/3/EspinelOrtizAlfredoAndres2014\\_Capitulo%202.pdf](http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/10837/3/EspinelOrtizAlfredoAndres2014_Capitulo%202.pdf)

Ferreira Cuellar, D. A., & Torres López, K. M. (2014). *Caracterización física de agregados pétreos para concretos caso: Vista Hermosa (Mosquera) y mina Cemex (Apulo)*. Trabajo de Grado. Bogotá: Facultad de Ingeniería. Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1655/1/TRABAJO%20DE%20INVESTIGACION.pdf>

Figueroa Madero, N., & Mendoza Ortíz, S. P. (2012). *Estudio petrográfico y mineralógico de granitoides y rocas afines utilizadas como agregados pétreos en la cantera de explotación "Manuel Pertúz" del municipio de Santa Marta*

(Magdalena). Trabajo de Grado. Bucaramanga: Facultad de Ingeniería Físico Química. Universidad Industrial de Santander.

Gobernación de Cundinamarca. (2014). *Cartilla de precios de referencia*. Recuperado el Mayo de 2017, de <http://www.iccu.gov.co/index.php/2013-11-23-21-08-10/2013-11-25-14-20-10/cartilla-de-precios-ref-2014>

Gobernación de Cundinamarca y Universidad del Rosario. (2011). *Plan de competitividad y desarrollo económico de la provincia de Gualivá*. Bogotá: Gobernación de Cundinamarca.

Gómez, R., & Correa, A. (2011). Analisis del transporte y distribución de materiales de construcción utilizando simulación discreta. *Boletín de ciencias de la tierra*, 39-52. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bcdt/n30/n30a05.pdf>

Gonzalez, M. (2009). *Manual material de construcción*. Bogotá: Civil Geek.

Google Earth . (2017). *Diseño de Rutas*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/>

Granados Castillo , M., & Pérez Cendales , I. (2014). *Simulación Para El Mejoramiento De La Logística De Materiales y Equipos En Un Proyecto De Edificación*. Tesis de Grado. Bogotá: Facultad de Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Javeriana.

Ingeniería civil y geodesia S.A.S. INCIGE. (2017). *Contrato de obra pública No. S.A . 003*. Nimaima: INCIGE.

Institución Universitaria de Envigado. (2010). *Indicadores de Gestión*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2014, de <http://www.iue.edu.co/documents/emp/comoGerenciar.pdf>

Instituto Nacional de Vías INVIAS. (15 de Agosto de 2014). *Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras*. Recuperado el Abril de 2017, de DocumentosTécnicos:

<https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos-izq/139-documento-tecnicos/1988-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-y-normas-de-ensayo-para-materiales-de-carreteras>

Junta de Andalucía. (2010). *Puestos de trabajo en canteras*. Recuperado el 2017, de Organización Iberoamericana de seguridad social:

[https://www.google.com.co/search?num=100&newwindow=1&q=transporte+de+materiales+de+cantera&oq=transporte+de+materiales+de+can&gs\\_l=serp.3.0.0i22i30k112.25617.41609.0.43164.32.27.0.5.5.0.231.3350.0j12j5.17.0....0...1c.1.64.serp..10.21.3151.0..0j35i39k1j0i1](https://www.google.com.co/search?num=100&newwindow=1&q=transporte+de+materiales+de+cantera&oq=transporte+de+materiales+de+can&gs_l=serp.3.0.0i22i30k112.25617.41609.0.43164.32.27.0.5.5.0.231.3350.0j12j5.17.0....0...1c.1.64.serp..10.21.3151.0..0j35i39k1j0i1)

López Gil , N. E. (2015). *Diseño óptimo de un sistema de transporte de petróleo en Colombia, caso: petróleo producido en la región de la Altillanura con destino a Cartagena*. Tesis de Grado de Magister. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Minercol. (2004). *Guia ambiental transporte del carbon*. Medellín: Editorial Marín Vieco Ltda. Obtenido de

[http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias\\_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/INFRAESTRUCTURA%20Y%20TRANSPORTE/Guia%20Ambiental%20para%20el%20transporte%20del%20carb%C3%B3n.pdf](http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/INFRAESTRUCTURA%20Y%20TRANSPORTE/Guia%20Ambiental%20para%20el%20transporte%20del%20carb%C3%B3n.pdf)

Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2013). *Explotación de materiales de construcción*. Tunja: Grafimpresos. Obtenido de

<https://www.minminas.gov.co/documents/10180/169095/EXPLORACION+DE+MATERIALES.pdf/fc129902-1523-4764-9a05-755e3bb7896e>

Ministerio de Transporte de Colombia. (2004). *Resolución 004100. (28 de diciembre de 2004). Por la cual se adoptan los límites de pesos y dimensiones en los vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera, para su operación normal en la red vial a nivel nacional.* Bogotá: Mintransporte.

Ministerio de Transporte de Colombia. (2015). *Una política de estado para hacer de Colombia un país más competitivo.* Bogotá: Ministerio de Transporte.

Ministerio del medio ambiente. (1998). *Guía Ambiental para actividades del subsector materiales de construcción canteras.* Obtenido de Cor Tolima:  
[https://www.cortolima.gov.co/SIGAM/nuevas\\_guias/canteras.pdf](https://www.cortolima.gov.co/SIGAM/nuevas_guias/canteras.pdf)

Organización de Naciones Unidas ONU. (2000). *Conferencia de las Naciones Unidas para la elaboración de un convenio sobre el transporte multimodal internacional.* New York: Naciones Unidas.

Paula Iannoni, A., & Morabito, R. (2006). A discrete simulation analysis of a logistics supply system. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 191-210. Obtenido de  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136655450400095X>

Rios Prado, R. (2015). *Modelo de transporte de mercancías para la planificación de sistemas multimodales.* Tesis de Doctorado. La Coruña (España): Departamento Ingeniería Industrial. Universidad de la Coruña.

Rios Prado, R. (2015). *Modelo de transporte de mercancías para la planificación de sistemas multimodales.* Tesis de Doctorado. La Coruña: Departamento de Ingeniería Industria. Universidad de La Coruña.

Rueda, C. (Junio de 2011). *Costos logísticos en la empresa*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2014, de <http://www.gestiopolis.com/marketing-2/costos-logisticos-en-la-empresa.htm>

Sánchez Sabogal, F. (s.f.). *Módulo 7 Materiales para base y subbase*. Recuperado el Abril de 2017, de Escuela Colombiana de Ingeniería:  
[http://copernico.escuelaing.edu.co/vias/pagina\\_via/modulos/MODULO%207.pdf](http://copernico.escuelaing.edu.co/vias/pagina_via/modulos/MODULO%207.pdf)

Secretaría de Economía. (2015). *Estudio de la cadena productiva de los materiales pétreos*. México: Coordinación general de minería. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/51927/cp\\_materiales\\_petros.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/51927/cp_materiales_petros.pdf)

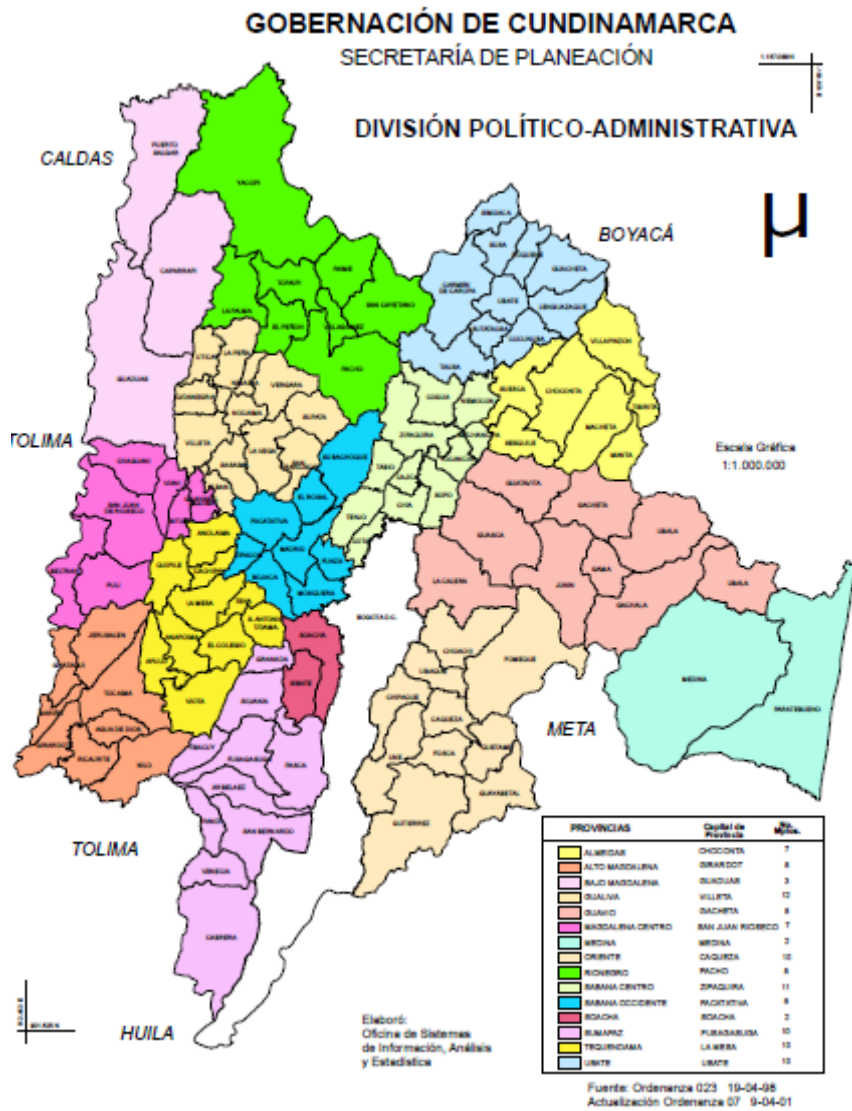
Secretaría de Planeación de Cundinamarca. (2016). *Estadísticas Básicas Provincia de Gualivá*. Gualivá: Gobernación de Cundinamarca.

Silva Matiz , D. (2008). *Teoría de los indicadores de gestión y su aplicación práctica (Tesis de Grado)*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería .



**Anexos**

**Anexo A. Ubicación de la Provincia**



**Anexo B. Contrato de Obra No. SA 003 DE 2017 Celebrado entre el Municipio de Nimaima e Ingeniería Civil y Geodesia S.A.S.**