



## PRIMERA LINEA DEL METRO DE BOGOTÁ



## EL INFORME TÉCNICO EVALUACIÓN DE RUTOGRAMA Y ANALISIS DE RIESGOS PATIO TALLER- CANTERA HOLCIM

---

**Responsable: Ing. Paula Camila Pérez**

**Residente de Transporte y Vías**

**Consorcio Metro Yard 2021**

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Presentar un informe general que exponga y analice los factores de riesgo generados sobre la nueva ruta de transporte de material de construcción con origen en la Cantera Holcim, cuyos fines serán empleados en el relleno del terraplén de 4 metros para la fase de Backfilling, ubicada en el Patio Taller de la primera Línea del Metro de Bogotá.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar detalladamente los factores de riesgo a lo largo de la ruta, estableciendo controles administrativos para la mitigación de los mismos.
- Describir la ruta y las maniobras de la misma, con el objetivo de socializar a los conductores de vehículos pesados, parte administrativa y demás personas involucradas sobre los peligros implicados en su desarrollo.
- Identificar con claridad los hallazgos que generan niveles de riesgo elevados dentro de las vías empleadas en la ruta y su nivel de influencia, para dar divulgación y manejo oportuno.

## 2. ALCANCE

El presente informe contiene el análisis de riesgos y peligros generados por la nueva ruta implementada para el transporte de material pétreo proveniente de la cantera Holcim, ubicada en el municipio de Mosquera, Cundinamarca, y cuya finalidad es alimentar la conformación de la plataforma y el relleno de Backfilling para el Patio Taller de la primera Línea de metro de Bogotá.

Así bien, el procedimiento metodológico empleado para dicho análisis de ruta se adelantará bajo los lineamientos de la Guía técnica colombiana GTC-45, esto con el fin de identificar claramente los riesgos evidenciados a lo largo de la misma.

Es fundamental aclarar que las vías involucradas para el transporte de material serán la Avenida Longitudinal de Occidente, la vía de Cerro Gordo (sector Mondoñedo) y finalmente la vía La Mesa- Mosquera (ruta nacional 21), y que cualquier alteración en el tránsito o hallazgo de riesgo moderado o alto debe ser mitigado por medio de acciones administrativas, como controles satelitales, socialización a conductores, y señalización en la aproximación a obras, en caso de ser necesario, entre otros.

### 3. RUTAS DE TRANSPORTE DE MATERIALES

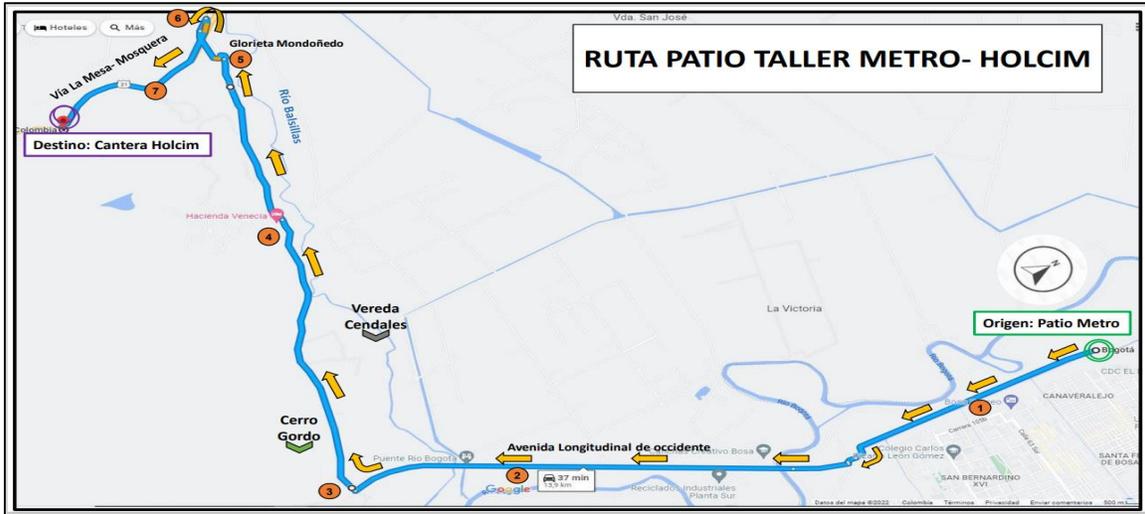
Para dar cumplimiento a las actividades de relleno y adecuación que se realizan dentro del patio taller de la primera línea de metro de Bogotá es necesario implementar nuevas fuentes de material de construcción que cumplan con los requisitos técnicos exigidos, y que igualmente satisfagan las necesidades de seguridad vial esperada.

Bajo esta premisa se espera como nuevo proveedor de la fuente, la *Cantera Holcim* ubicada en el municipio de Mosquera, Cundinamarca, dicha implementación traerá consigo un aumento significativo del tráfico de vehículos pesados y por consiguiente un potencial nicho de accidentalidad que es necesario mitigar y atender desde su origen. Uno de los principales controles nace desde la identificación y aprobación de rutas seguras.

Así bien, la **ilustración 1 Ruta planteada Patio taller Metro- Cantera Holcim** describe la ruta, que se espera, emplearán los conductores para suministrar material de cantera desde el municipio de Mosquera hasta el Patio Taller del Metro de Bogotá. El recorrido planteado tarda aproximadamente 45 minutos, tiene una longitud estimada de 15 Km, e involucra vías como la Avenida Longitudinal de Occidente, vía Cerro Gordo sector Mondoñedo y finalmente la vía La Mesa-Mosquera. La productividad estimada por dicha ruta es de 5 -6 viajes/día por vehículo, en condiciones normales de tráfico. Es importante destacar que el tránsito vehicular y peatonal actual sobre esta zona es bajo debido a su condición de entorno rural.

Por su parte, **la tabla 1 Descripción de la Ruta Patio Taller- Holcim**, especifica las maniobras a realizar por parte del conductor a lo largo del recorrido y algunos puntos clave.

**Ilustración 1** Ruta planteada Patio Taller Metro- Cantera Holcim



Fuente: los autores

**Tabla 1** Descripción de la Ruta Patio Taller- Holcim

<b>DESCRIPCION DE LA RUTA PATIO TALLER- HOLCIM</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DETALLE</b>	<b>DISTANCIA APROXIMADA</b>	<b>SENTIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Avanzar sobre la vía del acueducto en sentido Norte-Sur desde la obra Patio Metro, durante aproximadamente 2 Km, hasta llegar a la altura de la Avenida Longitudinal de Occidente	2 Km	N-S	Inicio de recorrido
2	Avanzar en sentido Norte Sur, sobre la Avenida Longitudinal de Occidente durante aproximadamente 3 Km. (Pasando por el puente del Río Bogotá)	3 Km	N-S	G=8 metros (cumple)
3	Girar a la derecha por la vía Cerro Gordo, en sentido oriente- occidente (vereda Pacerlas Cendales)	0.005 Km	E-W	
4	Continúa por la Vía Cerro Gordo, en sentido oriente-occidente durante 5 Km, hasta alcanzar la vía a Mosquera	5 Km	E-W	
5	En la rotonda "Mondoñedo" tomar la segunda rama en dirección oriente - occidente hasta llegar al puente Balsilas	0.5 Km	E-W	G= 5 metros (cumple)
6	Continuar en sentido oriente-occidente, por el puente hasta interceptar la vía La Mesa-Mosquera	2 Km	E-W	
7	Continuar por la vía La Mesa-Mosquera en sentido Norte-Sur durante 3 Km	3 km	N-S	
8	El destino de la cantera Holcim está a la izquierda.	0.01 Km	-	Ingreso a la cantera Holcim

Fuente: los autores

#### 4. TRANSITO DE VEHICULOS ESPERADOS PARA LA EJECUCION

En respuesta a las nuevas necesidades de operación dentro del patio taller del Metro, es imprescindible disponer de una nueva cantera proveedora de material de trituración seleccionado. Como ya se ha mencionado, la cantera seleccionada es Holcim, ubicada en el municipio de Mosquera, Cundinamarca.

Por lo anterior, es apenas lógico, que el tránsito de vehículos pesados sobre las vías a emplear, comenzará a incrementarse significativamente durante la ejecución de dichas labores. La tabla 2, contiene un número estimado de la cantidad de volquetas que empezarán a circular sobre la vía Cerro Gordo a lo largo de las tareas de relleno de plataforma y conformación de terraplén

Tabla 2 Tránsito de vehículos pesados estimado para transporte de material

<b>Etapas</b>	<b>Fecha fin</b>	<b>Número viajes</b>	<b>Número volquetas</b>
Relleno de plataforma de trabajo a la cota 253940.00	Mayo 2022	80-200 viajes/ diarios	20-50
Conformación Relleno terraplén	Diciembre 2022	80-200 viajes/ diarios	50-70

Fuente: los autores

## 5. IDENTIFICACION DE RIESGOS VIALES

La nueva dinámica generada por el tránsito de vehículos pesados desde el patio taller de metro hacia la cantera Holcim y viceversa inevitablemente generará impactos negativos sobre el entorno, como obstaculización, deterioro de vías, y accidentalidad. Para dar manejo a dichos impactos será necesario implementar medidas de manejo administrativo que mitiguen dichos impactos. Así bien la tabla 2 recopila la información y proporciona las medidas de manejo a emplear.

**Tabla 3** Identificación de impactos generados por la nueva ruta Patio Taller- Cantera Holcim

FUENTE DEL IMPACTO	IMPACTOS IDENTIFICADOS	MEDIDAS DE MANEJO
<b>Tránsito de volquetas o vehículos de carga por las rutas a fuentes de materiales y sitios de disposición de RCD</b>	Accidentalidad Obstaculización de la Vía	Implementación metodología para la identificación y Gestión de riesgo Vial (Rutogramas) Implementación del Plan Estratégico de Seguridad Vial – PESV Programa de Capacitación del PESV
<b>Salida y entrada de volquetas o vehículos de carga por las vías</b>	Accidentalidad Obstaculización de vías	Implementación PMT Programa de Capacitación del PESV Implementación Plan de Contingencias en caso de Accidente o Incidente Vial
<b>Movimiento de maquinaria y Equipos frente a predios</b>	Obstrucción de acceso a Predios (Instituciones, comerciales, oficinas)	Implementación PMT Notificación a predios medidas de acceso y salida
<b>Movimiento de maquinaria y equipos</b>	Deterioro vías	Registro e Inventario inicial de vías Inspección periódica de las vías del PMT para determinar necesidades de mantenimiento en caso de determinarse afectación
<b>Tránsito de vehículos pesados emisores de gases y polución y generadores de ruido y partículas en el ambiente</b>	Emisiones atmosféricas (material particulado) Emisiones atmosféricas (Gases de los vehículos) Emisiones de ruido	Control de carga que no sobrepase la altura del volcó Normas de cubrimiento de materiales Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos Hidratación constante sobre la vía

Fuente: los autores

## 6. ANALISIS DE RUTAS AREA INFLUENCIA INDIRECTA

La nueva ruta generada con la finalidad de suministrar material de cantera proveniente desde el municipio de Mosquera, se analiza con base en la Guía técnica colombiana GTC-45 a fin de identificar puntos críticos que determinen factores de riesgo vial, esto para proponer medidas de manejo respectivo.

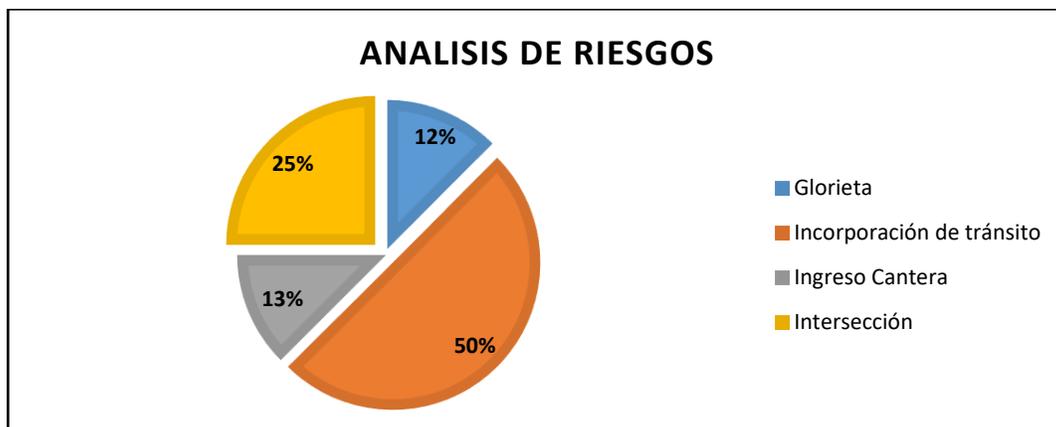
Así bien, la matriz de identificación de riesgos viales se presenta en el **Anexo 1** Análisis de Ruta Patio Taller- Holcim y Ruta alterna. Cada punto de riesgo vial se caracterizó identificando los factores de peligros, sus niveles de impacto y probabilidad de ocurrencia.

**La ilustración 2 Análisis de riesgo dentro de la ruta** expone los hallazgos o peligros detectados a lo largo de la ruta propuesta Patio Taller Metro- Cantera Holcim, de la cual se evidencia que el mayor porcentaje de riesgos a lo largo de la misma, se halla en las incorporaciones de tránsito, es decir por el ingreso y salida de vehículos pesados con un porcentaje del 50%.

A su vez la presencia de la rotonda ubicada sobre la vía Mosquera- La mesa dentro de la ruta genera un riesgo del 12% de influencia para los conductores, debido al incremento en los niveles de tránsito dentro de la vía. Igualmente, la presencia de cruces e intersecciones que requieran maniobras y acciones adicionales, generan un nivel de riesgo del 25% sobre el recorrido.

Es importante destacar que, debido a la brevedad de la ruta, escasez de tráfico (peatonal y vehicular) dentro de ella, y condición de zona rural los riesgos y peligros se ven disminuidos significativamente (aunque nunca nulos), por lo tanto, se espera que el nivel de frecuencia de ocurrencia sea menor en comparación a una ruta realizada sobre tránsito de tipo urbano.

Ilustración 2 Análisis de riesgo dentro de la ruta

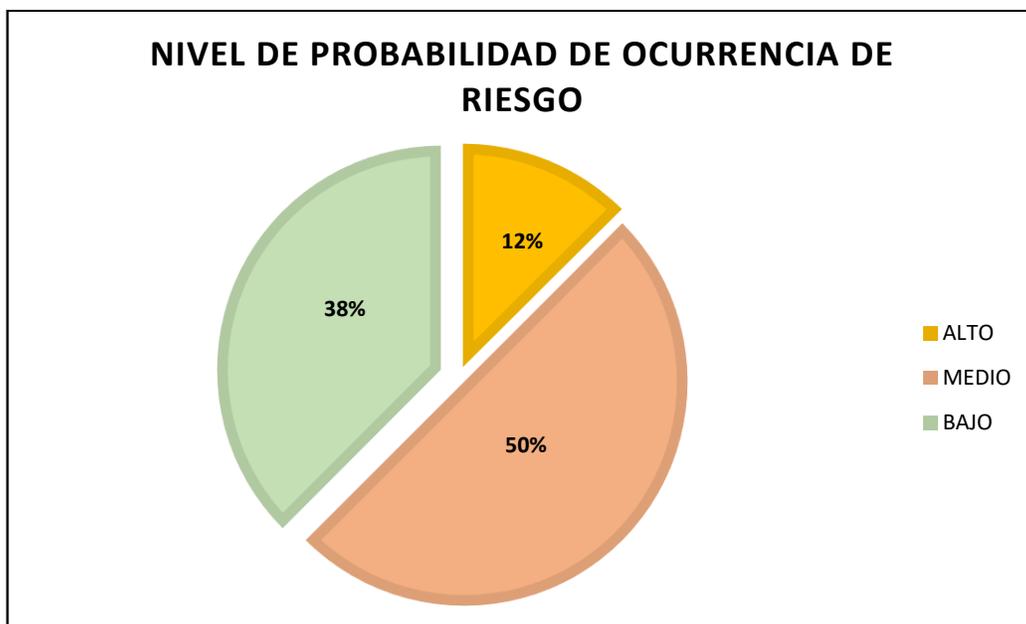


Fuente: los autores

Dicha ausencia de factores, se ve reflejada en la gráfica de la ilustración 3, que expone la probabilidad de ocurrencia, dejando en evidencia la probabilidad de ocurrencia de un riesgo es MEDIA con cerca del 50%, por su parte la alta posibilidad de riesgo a lo largo del recorrido se estima en tan solo 12 puntos porcentuales.

De la ilustración 3 es fundamental establecer que la probabilidad de riesgo es media, y no alta, ni muy alta, como se esperaría bajo el escenario del tipo de vehículos que circulará.

**Ilustración 3** Nivel de probabilidad de ocurrencia de riesgo



Fuente: los autores

Así bien, de conformidad con dichos hallazgos, es recomendable adoptar medidas de control administrativo como:

- Monitoreo satelital permanente, con el objetivo de manejar un control hacia el comportamiento humano de los conductores, vigilancia de la velocidad promedio de marcha, cumplimiento de la ruta y tiempo de duración estimado de la misma.
- Señalización en las aproximaciones a obra, en concordancia con los lineamientos del PMT, se realizarán las acciones de señalización necesarias

- Cumplimiento del plan de capacitaciones a conductores operadores y demás involucrados directos por el paso vehicular en la ruta, la importancia de la retroalimentación dentro de un proceso cíclico, provocará un mensaje de responsabilidad vial contundente y duradero.
- Seguimiento al estado mecánico del vehículo a través de mantenimiento preventivos y correctivos, como primera medida fundamental a la prevención de accidentes.

Lo anterior con el único fin de incrementar los niveles de seguridad vial, la protección y bienestar de la vida de todos los actores viales involucrados.

## **6.1 PUNTOS CRITICOS DE LA RUTA**

Los puntos críticos hallados a lo largo de la ruta han sido determinados principalmente por la incorporación de tránsito de vehículos pesados que genera la demanda de botaderos y canteras aledañas. Por su parte, otro riesgo se genera debido a la existencia de una glorieta y 2 intersecciones que pueden generar cierto esfuerzo adicional por parte del conductor al realizar las maniobras de conducción y por lo tanto desencadenar algún tipo de incidente.

Adicionalmente, la infraestructura de la vía y la estrechez de la misma, genera ciertos conflictos especialmente en el contra flujo, por lo anterior, serán necesarias algunas acciones operativas con maquinaria amarilla sobre la superficie de rodadura (mejoramiento de la superficie) para optimizar dichas condiciones y prevenir incidentes viales.

Sin embargo, es fundamental aclarar que debido a su condición de tránsito rural no se han hallado puntos críticos que puedan ocasionar accidentes o riesgos recurrentes, esta afirmación basada en los resultados obtenidos por la matriz de riesgos del anexo 1.

## **6.2 CARACTERISITCAS TIPICAS DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL**

La ruta desde la cantera hacia el patio taller del metro ocupa principalmente 3 vías, la avenida Longitudinal de Occidente en sentido Norte- Sur, la vía cerro Gordo y la vía La Mesa Mosquera con secciones transversales diferentes y que se ilustran a continuación. El anexo 2, contiene la evidencia fotográfica.

### 6.2.1 Sección Típica Vía Avenida longitudinal de occidente

La avenida longitudinal de occidente comprende una calzada vehicular bidireccional con ancho de 14 metros, incluidas bermas de 1 metro aproximado de sección. Dicha infraestructura no contiene espacio peatonal ni presencia de ciclo rutas, predomina el flujo de vehículos pesados sin embargo la superficie de rodadura en pavimento se encuentra en buen estado. Tal como se observa en la ilustración 4

Ilustración 4 Sección típica de avenida Longitudinal de Occidente



Fuente: los autores

### 6.2.2 Sección típica Vía Cerro Gordo

Vía terciaria de tránsito rural, conformada sobre material de terraplén con aproximadamente 10 metros de sección transversal sin cunetas ni sendero peatonal conformado. Predomina el flujo de vehículos pesados sin embargo la superficie de rodadura en afirmado se encuentra en buen estado. Tal como se observa en la ilustración 5, la presencia de peatones es baja, casi nula.

Ilustración 5 Sección típica vía Cerro Gordo, sector Mondoñedo

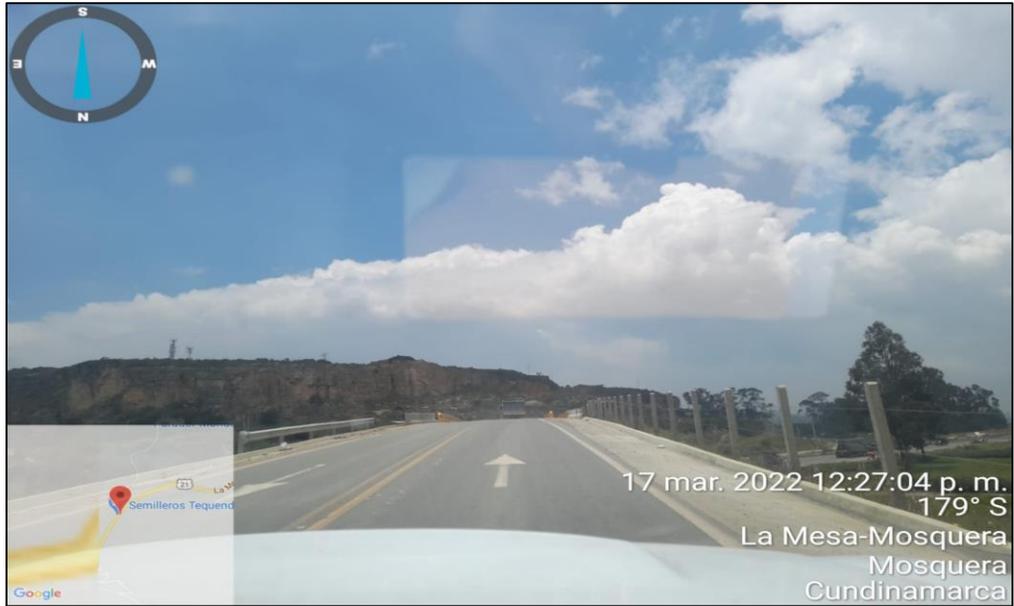


Fuente: los autores

### 6.2.3 Sección típica vía La Mesa-Mosquera

La Vía La Mesa Mosquera comprende de una calzada de 2 carriles bidireccionales, con ancho aproximado de 8 metros, 2 cunetas laterales de 1.20 metros de ancho, adicionalmente se encuentra confinada lateralmente con bordillos. La estructura de la vía está conformada por pavimento asfáltico, que se encuentra en muy buen estado, y correctamente señalizado longitudinalmente. El tráfico típico de esta carretera es mixto, vehículos livianos, pesados y particulares. Tal como se observa en la ilustración 6

Ilustración 6 Sección típica de vía La Mesa- Mosquera



Fuente: los autores

## **7. MEDIDAS DE MANEJO**

Con el fin de proporcionar medidas que mitiguen los riesgos viales expuestos en la matriz de la tabla 2, es necesario plantear soluciones de tipo administrativo y operativo que garanticen el flujo normal y seguro de vehículos pesados, sin entorpecer las labores técnicas dentro del patio taller de Bosa, esto en caso que algún imprevisto ocurra.

### **7.1 IDENTIFICACIÓN DE RUTAS ALTERNAS**

Debido a la alta afluencia de vehículos pesados, esperados sobre la nueva ruta es de total obligación presentar una ruta alterna que garantice la continuidad del transporte de material al patio taller. Por esta razón el consorcio, propone como ruta alternativa el uso de la vía Funza- Mosquera. que contempla el uso de las calles 63S, av. ciudad de Cali, calle 13, vía Funza- Bogotá y finalmente Funza Mosquera

Dicha ruta de contingencia, tiene 30 Km de longitud y el tiempo de recorrido estimado es de 2.5 horas.

La productividad estimada por dicha ruta es de 2 -3 viajes/día por vehículo, en condiciones normales de tráfico. Como es de esperarse disminuye en comparación a la ruta principal propuesta (vía Mondoñedo), sin embargo, es imprescindible contar con dicha alternativa en caso de emergencia. El análisis de riesgo de esta ruta, se expone en el Anexo 1 Análisis de Ruta Patio Taller- Holcim y Ruta alterna.

### **7.2 IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES DE HIDRATACIÓN DE VÍA**

La emisión de material particulado a causa del paso de vehículos y desprendimientos leves del material transportado, puede generar ciertas condiciones negativas para el ambiente y para los residentes del sector, para mitigar dichos daños, el consorcio Metro Yard, en calidad de contratista, ofrecerá un carro tanque que hidrate constantemente la vía y contrarreste dichos inconvenientes.

### **7.3 MEJORAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA TEMPORALMENTE**

Para proporcionar una superficie de rodadura en mejores condiciones de servicio, en términos de seguridad, estabilidad y comodidad para los conductores, el consorcio Metro Yard propone mejorar las condiciones de la vía con ayuda de una motoniveladora o cualquier máquina que nivele la superficie y garantice que el paso de volquetas sea eficiente y seguro.

### **7.4 ATENCIÓN DE ACCIDENTES**

En caso que ocurra algún accidente que implique la movilización de vehículos hacia un lugar seguro, el consorcio metro Yard cuenta con la disponibilidad inmediata de planchas tipo grúa que cumplen con las dimensiones y documentación vigente exigida para dicha actividad. Como las mulas TTZ081; SQW354; y ZIM173.

## 8. CONCLUSIONES

En función de los hallazgos establecidos, es posible determinar que la ruta desde patio taller del metro hacia la cantera de Holcim ubicada en el municipio de Mosquera es una alternativa eficiente en términos de tiempo de recorrido debido a su bajo nivel de tráfico y apta en términos de seguridad vial, esto teniendo en cuenta el análisis de la matriz realizada en el anexo 1 Análisis de Ruta Patio Taller- Holcim y Ruta alterna.

El comparativo realizado para las 2 rutas (la principal y la alterna) permite afirmar que el nivel de riesgo incrementa significativamente en el recorrido de la ruta alterna, debido a su longitud, al elevado flujo vehicular y peatonal. Adicionalmente la ruta principal es más viable en temas de productividad. Sin embargo, siempre es bueno contar con un plan adicional.

El consorcio metro yard en calidad de contratista propone medidas de atención a imprevistos eficientes y seguras, en caso de que ocurra algún hecho fortuito, esto con el fin de no entorpecer las actividades técnicas dentro del patio taller.

Los controles administrativos juegan un papel fundamental para promover las políticas de seguridad vial dentro del proyecto así bien, la capacitación constante a los conductores, la regulación de las velocidades, la correcta señalización de ingreso a obra y demás controles en temas de seguridad vial y seguridad y salud en el trabajo mitigarán en gran medida la ocurrencia de un accidente o incidente.

Por lo anterior, es correcto afirmar que la ruta propuesta por el concesionario para transportar material proveniente de la cantera es confiable en términos de seguridad vial y eficiente en términos de productividad y tiempo.



## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Análisis de Ruta Patio Taller- Holcim y Ruta alterna

**Anexo 2.** Evidencia fotográfica