

**COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL PARTICULADO Y SU INCIDENCIA EN
LOS USUARIOS DE LA CICLOVÍA RECREATIVA DE LA CARRERA SEPTIMA
EN BOGOTÁ D.C**

**CARLOS ALBERTO TORRES GARCIA
OLIVER ANDRÉS GALINDO PERDOMO**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
TECNOLOGIA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL
BOGOTA D.C**

2016

**COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL PARTICULADO Y SU INCIDENCIA EN
LOS USUARIOS DE LA CICLOVÍA RECREATIVA DE LA CARRERA SEPTIMA
EN BOGOTÁ D.C**

CARLOS ALBERTO TORRES GARCIA código: 20122085031
OLIVER ANDRES GALINDO PERDONO código: 20122085078

**Trabajo investigativo para optar al título de Tecnólogo en Saneamiento
Ambiental**

Director:

José Alejandro Murad Pedraza
Ingeniero sanitario y ambiental

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
TECNOLOGIA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL
BOGOTA D.C

2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

CONTENIDO

RESUMEN	XI
INTRODUCCIÓN	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
3. OBJETIVOS	15
3.1. Objetivo General.....	15
3.2. Objetivos Específicos.....	15
4. MARCOTEORICO.....	16
4.1 Marco referencial	16
4.2. Marco Conceptual.....	21
4.3. MARCO LEGAL.....	36
5. METODOLOGIA.....	38
5.1. Fase I: Reconocimiento Y Recorridos De Muestreo.	38
5.2. Fase II: Campaña De Medición	40
5.3. Fase III: Recolección De Datos.	45
6. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS	51
6.1. Reconocimiento de la zona de estudio.	51
6.2. Concentraciones de material particulado, MP10.	54
6.3. Afecciones a los Usuarios de la Ciclovía Recreativa	65
7. CONCLUSIONES	68
BIBLIOGRAFIA	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características Bomba de Muestreo	20
Tabla 2 Inhalación de oxígeno y aire en la respiración humana.....	30
Tabla 3. Principales rutas y mecanismos de exposición humana a los contaminantes atmosféricos (García et al, 2001)	31
Tabla 4 Niveles máximos permisibles para contaminantes.....	37
Tabla 5 Concentración y tiempo de exposición de los contaminantes para los niveles de prevención, alerta y emergencia	37
Tabla 6. Trayectos definidos	38
Tabla 7. Equipos utilizados.....	43
Tabla 8. Insumos utilizados.....	44
Tabla 9 Obras adelantadas en la zona de estudio, por trayectos.....	52
Tabla 10. Promedio de flujo vehicular por trayecto	52
Tabla 11. Características estructurales de la vía, por trayecto.....	54
Tabla 12. Fechas de muestreo.....	54
Tabla 13. Concentraciones de material particulado, con resumen de datos.	56
Tabla 14. Concentraciones de material particulado según el recorrido.....	56
Tabla 15. Datos meteorológicos reportados en la RMCAB, máximos y mínimos de los diferentes recorridos.	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Perfil de la zona de estudio	16
Figura 2. Representación de aforos seleccionados en la carrera séptima.	19
Figura 3 factores de riesgo asociados al material particulado y su efecto a la salud (García et al, 2001).	32
Figura 4. Metodología, Fase I: Reconocimiento y recorridos de muestreo	40
Figura 5. Trayectos definidos por la carrera séptima.	41
Figura 6. Esquema metodología completa	50
Figura 7. Plano de concentraciones por la avenida séptima, por recorrido.	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Flujo vehicular por trayecto.....	53
Grafico 2. Concentración de material particulado por trayecto.....	57
Grafico 3. Concentración de material particulado en el recorrido directo	59
Grafico 4. Concentración de material particulado en el trayecto 1	60
Grafico 5. Concentración de Material Particulado en el trayecto 2.....	62
Grafico 6. Concentraciones de material particulado en el trayecto 3	63

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Determinación de promedio aritmético.	547
Ecuación 2. Estandarización del caudal.....	47
Ecuación 3. Determinación del Volumen de muestreo.....	48
Ecuación 4: Determinación de las concentraciones de MP.....	48
Ecuación 5: determinación de caudal, para el estudio en campo.....	49

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Formato de Laboratorio Diligenciado	74
Anexo 2 Datos de muestreos, fase de campo.	75
Anexo 3 Formatos de Campo Diligenciados.....	76
Anexo 4 Registro Fotográfico de las obras adelantadas por la zona de estudio.	77
Anexo 5 Aforos de Flujo vehicular horario, Secretaria Distrital de Movilidad tomado del año 2016.....	81
Anexo 6 Reportes de Calidad del Aire.....	82

RESUMEN

Este proyecto se realizó por la avenida carrera séptima, uno de los corredores viales más influyentes de la ciudad de Bogotá, siendo importante, no solo por su alto flujo de vehículos, sino también por ser una de las rutas preferidas por los usuarios de la ciclovia recreativa en la ciudad capital, motivo por el cual se busca determinar el comportamiento del material particulado y cómo este, incide sobre las personas que hacen uso de estos espacios.

Para ello se realizaron diferentes recorridos en días festivos y días hábiles, simulando, mediante el uso de bicicletas y recorridos en forma de caminata, el uso de la ciclovia recreativa y el uso peatonal de este corredor vial. En estos recorridos se hizo uso de bombas de succión de aire constante para conducir las muestras a los filtros de microfibras de cuarzo, donde fueron capturadas las partículas, para la posterior determinación de la concentración de material particulado en los diferentes recorridos realizados.

Encontrando concentraciones de material particulado, considerablemente altas con respecto a los niveles bases establecidos en el presente estudio, poniendo a los casi 300.000 usuarios que cada jornada hacen uso de la ciclovia recreativa en un nivel de vulnerabilidad alto frente a agravamiento de enfermedades respiratorias y cardiopulmonares

INTRODUCCIÓN

La carrera séptima, al ser una de las principales vías arteriales de la ciudad de Bogotá D.C, se convierten uno de los corredores viales más transitados, no solo por vehículos automotores, sino que además, gracias a su peatonalización en el tramo comprendido desde la calle 11 hasta la calle 26, también se ha convertido en centro de gran flujo peatonal, llegando a circular alrededor de 10,050 personas en horas pico (Gamboa, 2013). Esto junto con su importante ámbito cultural y económico además de su fácil accesibilidad ha permitido a las entidades distritales disponer de este corredor para ser parte de las ciclovías recreativas de la ciudad (OMS, 2009)

Al ser el espacio de recreación y promoción de la actividad física más incluyente y por tanto más desarrollada de la ciudad de Bogotá, la ciclovía recreativa es el centro de concentración de deportistas y ciudadanos más importante del Distrito Capital. Cuenta con más de 120 kilómetros de ruta y cerca de 1'700.000 usuarios por jornada (Domingos y días festivos de 7am-2pm) (Mortriz, 2015). Las rutas con mayor afluencia de público, son las comprendidas por la calle 26 y la carrera séptima, que a su vez, son vías de gran tránsito de vehículos automotores, generadores de material particulado y otros contaminantes, que pueden llegar a comprometer la calidad del aire respirado por los usuarios de la ciclovía, quienes se encuentran altamente vulnerables gracias a que la actividad física que desempeñan en este espacio, aumenta la tasa de respiración y por tanto las probabilidades de inmisión de material particulado (PM), produciendo problemas a la salud (Fajardo & Rojas, 2009)

El material particulado en suspensión, es considerado uno de los contaminantes de aire más importantes en términos de afecciones a la salud humana, siendo este, el causal o agravante de gran número de enfermedades prematuras a nivel cardiovascular y respiratorias (Vargas, 2011). Por lo anterior es de suma importancia conocer los niveles de PM que pueden llegar a afectar la salud de los usuarios de las ciclovías.

Con este fin, se realizaron diferentes recorridos por la Avenida carrera séptima, elegida en esta oportunidad por su alto flujo de usuarios a la ciclovía recreativa y su fácil acceso; modificando la metodología descrita por el ministerio de Salud de Chile, en su versión 1.2 del *manual de procedimientos para la determinación de material particulado* en 2009, se hizo uso de una bomba de succión de aire portátil y filtros de microfibra de cuarzo, en los cuales, se captura el material particulado para la posterior determinación de las diferentes concentraciones a las que se encuentran sometidos dichos usuarios, mostrando así datos concretos que permitan evidenciar el trabajo ambiental de la ciclovía, o que puedan servir como insumo para que los usuarios y entidades responsables, tomen decisiones para garantizar el bienestar del público y así gozar del derecho constitucional de un ambiente sano.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Siendo el lugar de recreación y deporte más importante de la ciudad Capital, la ciclovía recreativa se establece como uno de los sectores fundamentales para la promoción y desarrollo de la salud de los Bogotanos. Sin embargo, estos se ven afectados por el alto flujo vehicular que transita en paralelo a las rutas establecidas por las ciclovías recreativas.

Es así, que tomando la salud de los usuarios como eje de nuestra investigación, se ve la necesidad de establecer el nivel de inmisión a material particulado, al que se encuentran sometidos los deportistas y bogotanos, que cada fin de semana se convierten en usuarios activos de la ciclovía recreativa, generando así un insumo para que los usuario y entidades encargadas, puedan estar seguros de participar o por el contrario se tomen las medidas necesarias para que la actividad cumpla con su misión de promocionar la salud.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General.

Determinar el comportamiento del material particulado y su incidencia en los usuarios de la ciclovía recreativa de la carrera séptima en Bogotá D.C

3.2. Objetivos Específicos.

- Identificar y caracterizar los trayectos de medición por uso del suelo, existencia de fuentes de emisión y características propias, encontradas en cada zona.
- Realizar el muestreo de calidad de aire para material particulado, en las diferentes condiciones operacionales de la Avenida carrera Séptima.
- Evaluar las concentraciones y condiciones de la vía en cada una de los trayectos, para determinar el impacto de la contaminación sobre los usuarios de la ciclovía recreativa.

4. MARCOTEORICO

4.1 Marco referencial

El desarrollo del trabajo de grado comprende en la ciclo vía de la carrera séptima que desenlaza desde el tramo inicial al final, el cual es comprendido de la av. 1 mayo con cra 7 – calle 115 con cra 7, en la figura 1 se muestra el tramo completo, donde el color rojo representa el inicio del trayecto y el color morado el fin, teniendo como referencia la ubicación mencionada con anterioridad.

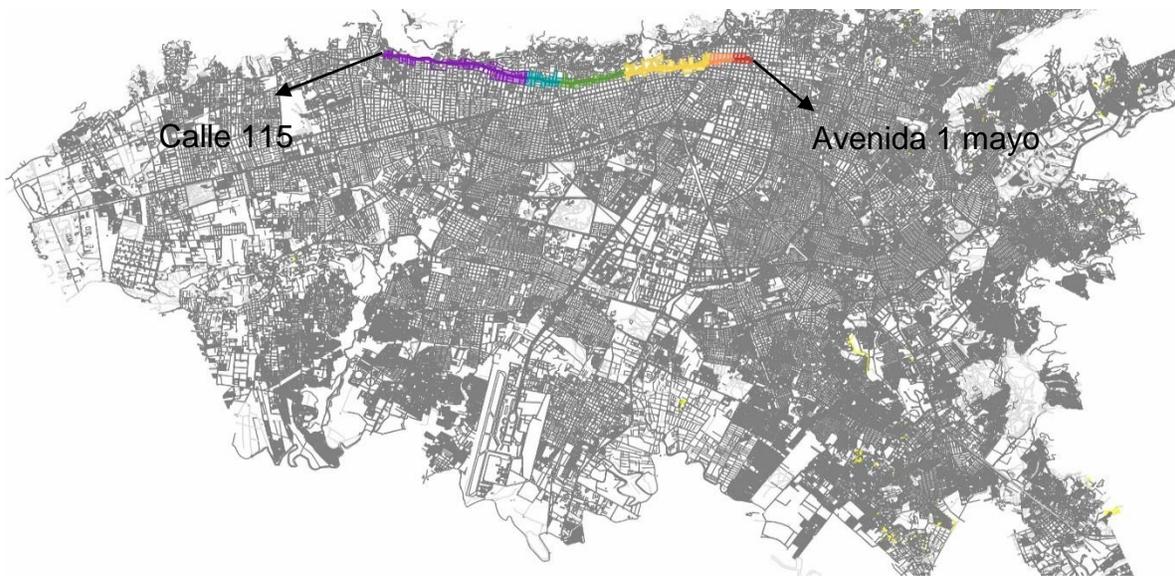


Figura 1. Perfil de la zona de estudio

Fuente: (Gordillo, 2015)

El 15 de diciembre de 1974 se realizó el primer ensayo de lo que conocemos hoy como “Ciclovía”. Fue la primera vez que los Bogotanos se lanzaron a las calles para apropiarse de un espacio exclusivo para los vehículos automotores.

El “Mitín a favor de la Cicla” como lo tituló el periódico El Tiempo, fue iniciativa de una organización independiente sin ánimo de lucro denominada “Pro-cicla” y el Departamento Administrativo de Tránsito y Transporte, que habilita las dos principales vías de la ciudad, la carrera 7ª y la carrera 13, entre las calles y el centro de la ciudad, por tres horas, de 9:00 a.m. a 12:00 m., para el tránsito de bicicletas.

Al evento asistieron más de 5.000 Bogotanos, quienes salieron a manifestar en contra de la proliferación de automóviles, la contaminación ambiental y la falta de oferta recreativa en la ciudad.

Para el año de 1976, la Alcaldía de Bogotá toma la decisión de destinar vías estratégicamente situadas para el tráfico exclusivo de ciclistas y peatones.

El 7 de junio de 1976 mismo año expiden los decretos 566 y 567 donde se crean “Las Ciclovías”. En estos decretos se prevén los diferentes tipos de Ciclovía dependiendo de su uso específico. Se considera la posibilidad de establecer Ciclovías para el uso exclusivo de bicicletas por un tiempo específico (de carácter transitorio), que es el caso de la Ciclovía dominical y festiva, que a la fecha se acoge a este decreto para su funcionamiento, y ciclo-pistas para uso permanente, lo que actualmente conocemos como Ciclo-ruta.

El decreto dio pleno funcionamiento a la **Ciclovía a partir del 20 de junio de 1976.**

Luego de casi dos décadas de continua actividad en la ciclovía, esta iba perdiendo su importancia. Estaba manejada por la Secretaría de Tránsito y Transportes para quienes este programa se había convertido en “un estorbo.” Las señales de cierres elaboradas en la etapa inicial eran las únicas existentes, oxidadas y en su mayoría en pésimo estado. El programa no contaba con apoyo administrativo ni programación alguna. Se había reducido a menos de 20 kilómetros, casi todos en estratos socio-económicos medio y alto.

En 1995 bajo la dirección de Guillermo Peñalosa en la Administración del Profesor Antanas Mokus, el programa de ciclovías pasa de la Secretaría de Transito, interesada en “mover carros” al Instituto Distrital de Recreación y Deporte, IDRDR.

La visión fue crear “el parque temporal más grande del mundo” que contribuyera a mejorar la calidad de vida de todos. Los principales objetivos establecidos fueron:

- Recreación gratuita para todos los habitantes.

- Contribuir a la mejora de la salud física y mental de todos.
- Mejorar el medio ambiente con menor ruido y mejor calidad de aire.
- “Cambio mental” entendiendo que las calles son espacio público y pueden tener diferentes usos según la hora del día, el día de la semana.
- Integración social de ciudadanos de todas las edades y condiciones socio-económicas.
- Crear un lugar de la ciudad donde todos los ciudadanos se encuentren “como iguales”. Unos podrán tener bicicletas de lujo y otras muy económicas, pero todos se divierten igual y tienen los mismos beneficios.

Teniendo en cuenta esos objetivos, se realizaron las transformaciones entre los años 1995 y 2000, bajo las administraciones Mockus y Peñalosa, las cuales tuvieron tal magnitud que se puede considerar como un re-nacimiento de la Ciclovía:

- Se pasó de un cubrimiento de menos de 20 kilómetros a 121 kilómetros. Anteriormente la mayoría era en estratos medio-altos y altos y luego conectó todos los estratos, desde los más pobres hasta los más ricos, conectando la inmensa mayoría de la ciudad.
- Se multiplicó el presupuesto en más de 10 veces y los participantes a más de millón y medio cada domingo y festivo del año.
- Se incrementó el horario en dos horas, de 7:00 am a 2:00 pm, y además de los domingos se sumaron todos los días festivos.
- Fue creado un sistema administrativo incluyendo el establecimiento de guardianes de la ciclovía (gerentes de sectores), miles de voluntarios, policía nacional, policía bachiller, etc.
- Se promocionó el uso de la bicicleta, caminar, correr, usar patines. Se crearon campañas publicitarias en varios medios.
- Teniendo en cuenta otras necesidades, se crearon las Recreo-Vías. Estos son espacios públicos a lo largo de la Ciclo vía en donde se organizan actividades de aeróbicos y similares.
- Se organizó el comercio informal a lo largo de la ruta, pero por fuera de la calle para mejorar la seguridad.

- Fueron diseñadas e instaladas señalizaciones adecuadas a lo largo de la vía para los cierres de vías, así como para ayudar a reducir velocidad y campañas de comportamiento.
- Se obtuvieron patrocinios privados para invertir en publicidad.
- Se realizó la primer ciclo vía nocturna en diciembre de 1999 con la participación de más de 3 millones de personas. (la ciclo vía bogotana, y su historia,2017)

En la carrera séptima, en su trazado presenta en tramos particulares unos respectivos aforos, y se podrá ver relacionado con los tipos de vías que se identificaron, viendo en la figura numero 2 un acercamiento de los tramos que se evidenciaran aforos en la calle 12, calle 13, calle 19, calle 45, calle 63, calle 72, calle 106, seguido de una identificación por cada tramo, en la que cada uno de ellos se representara por un color respectivo. Adicional a ello se mostrara en la figura 3, figura 4, figura 5, figura 6, figura 7, figura 9, figura 10, figura 11, figura 12, figura 13, figura 14, figura 15, figura 16 establecido por nodos viales y trayectos, los cuales podrán verse de manera específica en el anexo 7.



Figura 2. Representación de aforos seleccionados en la carrera séptima.

Con el desarrollo en las mediciones de cada tramo y a través de las fuentes allegadas para el proceso del proyecto, movilidad brindo información ayudando a identificar una serie de aforos vehiculares en las calles donde podrán ver en los anexos...., adicional a un conteo peatonal, no obstante dándonos un blanco referente a que tipos de vehículos son los transitorios en la carrera séptima y si estos tendrían una influencia congruente a los resultados hechos en campo, eso basándonos en los días hábiles, pero también un conteo de la frecuencia del uso más desarrollado por el poblado bogotano y es la bicicleta, presentando un aforo en la ciclo rutas para cada tramo, (verse en los anexos).

Para los muestreos llevados a cabo se hicieron a través del equipo GilAir-3 , una bomba de succión al vacío el cual permitió realizar las respectivas mediciones, a continuación en la tabla 1 se observa unas características del equipo utilizado.

Tabla 1 Características Bomba de Muestreo

Código	570205
Referencia	GilAir-3
Rango de flujo	850 - 3000 cc/min, 3 LPM
Punto de control de flujo	Mantiene +- 5% del punto de control, ajuste manual rata de flujo
Lcd display	No
Accesorios incluidos	Kit material particulado: 10 Casette 37mm, 3 pcs PVC y 20 filtros PVC 37 mm
Otros accesorios incluidos	Cargador, caja para filtro, destornillador y manual
Alimentación	Batería Recargable. 8 horas de operación
Filtro	Caja de filtro externa, Inspección visual estado del filtro
Trampa de humedad	Si
Módulos de flujo opcionales	Módulo de 20 a 500 cc/min, Modulo 1-750 cc/min
Marca	Gilian

4.2. Marco Conceptual

El material particulado atmosférico comprende a las partículas sólidas y líquidas que se encuentran en el aire, ya sean estas partículas sedimentable o en suspensión, pudiendo ser de origen natural o antropogénico.

Las partículas pueden ser emitidas a la atmósfera de manera directa, denominándose partículas de tipo primario, o bien pueden ser generadas por reacciones químicas propias de la atmósfera, denominándose partículas del tipo secundario. Dependiendo de las características físicas y químicas del material particulado, estas partículas participan en procesos fisicoquímicos atmosféricos y meteorológicos a escala global, regional, local o urbana, ya sea en la formación de nubes, proveyendo de núcleos de condensación de vapor de agua, o modificando el balance radiactivo de la tierra, al alterar la reflexión de la radiación solar o proveyendo superficies polifásicas en las que se producen reacciones químicas heterogéneas.

El material particulado presenta un impacto negativo en la salud de las personas y produce daños a la fauna y flora. De ahí que el material particulado es objeto de interés público, que por lo demás presenta una alta complejidad como componente ambiental de la atmósfera y, por ende, su estudio constituye un formidable desafío científico, tanto experimental como teórico.

El aerosol atmosférico (del griego sol: suelo y aero: aire), referido a partículas sólidas y/o líquidas suspendidas en el aire, define uno de los componentes principales de la atmósfera troposférica, siendo las partículas sólidas denominadas genéricamente como material particulado (MP) o material sólido en suspensión. El MP se incorpora a la atmósfera mediante procesos naturales de tipo físico, químico o biológico, o mediante el resultado de emisiones provenientes de la actividad antropogénica, ya sea que provengan de fuentes fijas, móviles, difusas o de quemas agrícolas. Sin duda que su origen y posterior evolución en la atmósfera van determinados en este particulado sus características físicas y morfológicas con forma, tamaño, superficie y densidad, además de su composición química o biológica.

Estos aerosoles atmosféricos se clasifican en primarios y secundarios de acuerdo con su mecanismo de incorporación a la atmosfera. De este modo, los aerosoles primarios resultan ser aquellos que se emiten directamente a la atmosfera, mientras que los aerosoles secundarios se forman en el aire mediante la transformación química de precursores gaseosos o en solución acuosa.

Por otra parte, dependiendo de sus características físicas y químicas, estos aerosoles participan en procesos fisicoquímicos atmosféricos y metroológicos a escala global, regional, local, y urbana. Los procesos que involucran a los aerosoles son: la formación de nieves, proveyendo de núcleos que facilitan la condensación del vapor de agua; la formación de pantallas aéreas que modifican la reflexión de la radiación solar alterando el balance radiactivo de la tierra y la correspondiente producción de carbono primario derivada de los procesos fotosintéticos; o como catalizadores mediante la generación de superficies polifásicas en las que se producen reacciones químicas heterogéneas.

El MP puede variar enormemente en su tamaño, composición química y distribución espaciotemporal, presentado un impacto negativo significativo en la salud de las personas o en la provocación de daños a la fauna y flora particularmente cuando este es menor a 10 μm (MP10) de diámetro. De ahí que el MP es objeto de interés, debido a su alta complejidad como componente ambiental de la atmosfera y, por tanto, su estudio se constituye en un formidable desafío científico experimental y teórico.

4.2.1. Origen y Formación del Material Particulado

Los aerosoles atmosféricos son una mezcla compleja de materiales inorgánicos y orgánicos que van evolucionando en la atmosfera en función del tiempo, cambiando su tamaño, forma, distribución y composición química. Es por ello que pueden ver afectadas sus propiedades de solubilidad e hidrofobicidad dependiendo de la naturaleza de los compuestos químicos que los contengan.

A pesar de la complejidad que envuelve a la química y fisicoquímica de aerosoles, se han emprendido estudios en orden a modelar los procesos de transformación de

estas partículas atmosféricas sobre la base de sus propiedades termodinámicas, tales como presiones de vapor, diagramas de fase y solubilidad, y reactividad de sus distintos componentes químicos. Sin embargo, la carencia de datos experimentales apropiados no ha permitido generar modelaciones ajustadas. De hecho, estudios recientes del tamaño y composición del MP que caracteriza a estos aerosoles urbanos, han conducido a generar, principalmente, modelos conceptuales que permiten entender la distribución por tamaño en base a sus mecanismos de formación y remoción de la atmósfera.

El MP presenta una distribución de tamaños que van desde 0,005 μm a 100 μm . Por su tamaño se pueden distinguir tres modos de distribución, atendiendo a la densidad de partículas, ósea, al número de ellas en un volumen determinado.

Rango de nucleación o condensación, también conocidos como núcleos de Aitken, cuyas dimensiones oscilan entre 1 nm (ósea 0,001 μm) y 0,1 μm de diámetro aerodinámico. Presentan su mayor proporción centrada alrededor de 0,01 μm . Su contribución a la masa total es ínfima, debido a su pequeño tamaño.

Estas partículas, por lo general, se pueden formar a partir de metales pesados emitidos directamente a la atmósfera por actividades industriales de fundición. Otras pocas, son emitidas como partículas de carbono elemental (hollín o carbón negro). Las que se forman durante los procesos de combustión incompleta. A su vez otro proceso importante de formación de partículas en este rango de tamaños resulta ser la conversión de gases en partículas, tras ser emitidos directamente a la atmósfera o formados en ella. Estas partículas se producen a partir de la formación de conglomerados moleculares que posteriormente se condensan para formar cadenas de agregados, mediante procesos de coagulación, producto de colisiones entre partículas promovidas por agitación térmica, lo que induce a la formación de aglomerados que dan lugar a las partículas gruesas. (Morales, contaminación atmosférica urbana, 2006)

4. 2. 2Efectos en la salud

El factor determinante en el efecto en salud es el tamaño de las partículas, debido al grado de penetración y permanencia que ellas tienen en el sistema respiratorio.

La mayoría de las partículas cuyo diámetro es mayor a 5 μm se depositan en las vías aéreas superiores (nariz), en la tráquea y los bronquios. Aquellas cuyo diámetro es inferior, tienen mayor probabilidad de depositarse en los bronquiolos y alvéolos y a medida que su tamaño disminuye son más dañinas.

Los efectos en salud vinculados a la exposición prolongada a este contaminante son:

- Aumento en la frecuencia de cáncer pulmonar
- Muertes prematuras
- Síntomas respiratorios severos
- Irritación de ojos y nariz
- Agravamiento en casos de asma
- Agravamiento en caso de enfermedades cardiovasculares

Su acumulación en los pulmones origina enfermedades como:

- Silicosis
- Asbestosis

Una vez que las partículas se han depositado en el sistema respiratorio, su acción irritante es producto por una parte, de su composición química y su toxicidad y, por otra, de su facilidad de absorber y adsorber otras sustancias en su superficie, produciéndose un efecto sinérgico que incrementa su agresividad. (Valdés, chemical engineering)

4.2.3. Antecedentes

La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud, bien sea en los países desarrollados o en los países en desarrollo.

La OMS estima que un 72% de las defunciones prematuras relacionadas con la contaminación del aire exterior en 2012 se debieron a cardiopatía isquémica y accidente cerebrovascular, mientras que un 14% se debieron a neumopatía obstructiva crónica o infección aguda de las vías respiratorias inferiores, y un 14% a cáncer de pulmón.

Una evaluación de 2013 realizada por la Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer de la OMS determinó que la contaminación del aire exterior es carcinógena para el ser humano, y que las partículas del aire contaminado están estrechamente relacionadas con la creciente incidencia del cáncer, especialmente el cáncer de pulmón. También se ha observado una relación entre la contaminación del aire exterior y el aumento del cáncer de vías urinarias y vejiga.

Según estimaciones de 2012, la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 3 millones de defunciones prematuras; esta mortalidad se debe a la exposición a pequeñas partículas de 10 micrones de diámetro (PM₁₀) o menos, que pueden causar cardiopatías, neumopatías y cáncer.

Los habitantes de países de ingresos bajos y medianos sufren desproporcionadamente la carga de morbilidad derivada de la contaminación del aire exterior, lo que se constata por el hecho de que el 87%, de los 3 millones de defunciones prematuras, se producen en esos países, y la mayor carga de morbilidad se registra en las regiones del Pacífico Occidental y el Asia Sudoriental de la OMS. Las últimas estimaciones de la carga de morbilidad reflejan el importantísimo papel que cabe a la contaminación del aire en las

cardiopatías y las defunciones prematuras; mucho más de lo que creían los científicos anteriormente.

La mayoría de las fuentes de contaminación del aire exterior están más allá del control de las personas, y requieren medidas por parte de las ciudades, así como de las instancias normativas nacionales e internacionales en sectores tales como transporte, gestión de residuos energéticos, construcción y agricultura.

Existen numerosos ejemplos de políticas fructíferas relativas a los sectores de transporte, planificación urbana, generación de electricidad e industria, que permiten reducir la contaminación del aire:

- **Industria:** utilización de tecnologías limpias que reduzcan las emisiones de chimeneas industriales; gestión mejorada de desechos urbanos y agrícolas, incluida la recuperación del gas metano de los vertederos como una alternativa a la incineración (para utilizarlo como biogás);
- **transporte:** adopción de métodos limpios de generación de electricidad; priorización del transporte urbano rápido, las sendas peatonales y de bicicletas en las ciudades, y el transporte interurbano de cargas y pasajeros por ferrocarril; utilización de vehículos pesados de motor diésel más limpios y vehículos y combustibles de bajas emisiones, especialmente combustibles con bajo contenido de azufre;
- **Planificación urbana:** mejoramiento de la eficiencia energética de los edificios y concentración de las ciudades para lograr una mayor eficiencia;
- **Generación de electricidad:** aumento del uso de combustibles de bajas emisiones y fuentes de energía renovable sin combustión (solar, eólica o hidroeléctrica); generación conjunta de calor y electricidad; y generación distribuida de energía (por ejemplo, generación de electricidad mediante redes pequeñas y paneles solares).

- **gestión de desechos municipales y agrícolas:** estrategias de reducción, separación, reciclado y reutilización o reelaboración de desechos, así como métodos mejorados de gestión biológica de desechos tales como la digestión anaeróbica para producir biogás, mediante métodos viables y alternativas económicas en sustitución de la incineración de desechos sólidos. En casos en que la incineración sea inevitable, será crucial la utilización de tecnologías de combustión con rigurosos controles de emisión.

Además de la contaminación del aire exterior, el humo en interiores representa un grave riesgo para la salud de unos 3000 millones de personas que cocinan y calientan sus hogares con combustibles de biomasa y carbón. Unos 4,3 millones de defunciones prematuras ocurridas en 2012 eran atribuibles a la contaminación del aire en los hogares. Casi todas se produjeron en países de ingresos bajos y medianos.

Las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire publicadas en 2005 ofrecen orientación general relativa a umbrales y límites para contaminantes atmosférica clave que entrañan riesgos sanitarios. Las Directrices señalan que mediante la reducción de la contaminación con partículas (PM₁₀) de 70 a 20 microgramos por metro cúbico (µg/m) es posible reducir en un 15% el número de defunciones relacionadas con la contaminación del aire.

Las Directrices se aplican en todo el mundo y se basan en la evaluación, realizada por expertos, de las pruebas científicas actuales concernientes a:

- Partículas (PM)
- Ozono (O₃)
- Dióxido de nitrógeno (NO₂) y
- Dióxido de azufre (SO₂), en todas las regiones de la OMS.

Partículas definición y fuentes principales

Las partículas más perjudiciales para la salud son las de 10 micrones de diámetro, o menos (\leq PM₁₀), que pueden penetrar y alojarse en el interior profundo de los pulmones. La exposición crónica a las partículas agrava el riesgo de desarrollar cardiopatías y neumopatías, así como cáncer de pulmón.

Generalmente, las mediciones de la calidad del aire se notifican como concentraciones medias diarias o anuales de partículas PM₁₀ por metro cúbico (m³) de aire. Las mediciones sistemáticas de la calidad del aire describen esas concentraciones de PM expresadas en microgramos (μ)/m³. Cuando se dispone de instrumentos de medición suficientemente sensibles, se notifican también las concentraciones de partículas finas (PM_{2,5} o más pequeñas).

4.2.4. Efectos Sobre La Salud

El Material Particulado (PM) en suspensión considerado como uno de los contaminantes del aire más importantes en términos de sus posibles efectos sobre la salud de las personas. Generalmente, la exposición al material particulado inhalable puede causar un aumento en la mortalidad de origen cardíaco y respiratorio, una reducción de los niveles de la capacidad pulmonar en niños y adultos asmáticos y enfermedades crónicas de obstrucción pulmonar (Wang et al., 2002).

El material particulado penetra en el organismo por las vías respiratorias y las partículas profundizan más o menos en función de su diámetro. Así, las partículas inhalables (diámetro inferior a 100 μ m) quedan retenidas en las vías respiratorias altas (nariz y boca); las partículas torácicas (diámetro inferior a 10 μ m, también denominadas PM₁₀) penetran más allá de la laringe y alcanzan la región traqueo bronquial, y las partículas respirables, debido a su pequeño tamaño (diámetro inferior a 4 μ m), son capaces de acceder hasta la región de intercambio de gases (alvéolos pulmonares).

- **La respiración humana**

La razón primordial para proveer aire limpio y con adecuado contenido de oxígeno es la sustentación de la vida humana. Como sabemos el sistema respiratorio permite proporcionar oxígeno a la sangre y eliminar anhídrido carbónico. Este constituye una impureza que debe ser controlada y que, si bien es cierto que no es tóxica, como vamos a ver más adelante, sobre ciertas concentraciones produce graves trastornos en la vida humana. El ritmo y el volumen de la respiración y por consiguiente el consumo de oxígeno se incrementa con la actividad física del sujeto, como lo indica la tabla que más adelante se presenta. Nótese que la capacidad respiratoria de un individuo (el volumen de aire inhalado) es varias veces superior al oxígeno consumido. (Fernandez, 0513400908)

Antes veamos la composición general del aire exhalado:

N₂: 79% O₂: 16% CO₂: 5%

- **Cociente respiratorio (CR).**

Es la razón entre CO₂ expelido con el oxígeno consumido, en volúmenes:

CR = CO₂expelido / O₂consumido

Este "Cociente Respiratorio" tiene la importancia de relacionar al oxígeno con el anhídrido carbónico y de esta forma, tener un índice que nos entrega una luz sobre el esfuerzo que hace el organismo humano. A medida que el Cociente Respiratorio se acerca a la unidad significa que el esfuerzo que la persona está realizando es mayor. Por otro lado, un Cociente Respiratorio lejos menor que "1" establece a una persona en reposo.

Tabla 2 Inhalación de oxígeno y aire en la respiración humana

ACTIVIDAD:	REPOSO	MODERADA	MUY VIGOROSA
Ritmo respirado por minuto	12-1	30	40
Aire inhalado por respiración m ³ /seg. X 10 ³	5-13	46-59	98
Oxígeno consumido en m ³ /seg. X 10 ⁶	4,70	33,04	47,20
Cociente respiratorio =CR	0,75	0,90	1,00

- Cantidad de aire requerido

Con los datos de la tabla 2 puede calcularse la cantidad mínima de aire requerido para el proceso respiratorio. Puede tomarse como punto de partida una u otra de las siguientes condiciones:

- 1) El contenido de oxígeno ser diluido por debajo del límite recomendado de seguridad;
- 2) El contenido de dióxido de carbono se elevar por encima del umbral límite. Considerando cada pasó por separado.

Dado: Contenido mínimo permisible de oxígeno = 19,5% (según norma de los E.E.U.U. de América).

Se pide: Calcular el caudal de aire requerido Q en m³/seg para una actividad vigorosa.

Solución: La demanda de oxígeno, en actividad vigorosa, es de 47,20*10⁻⁶ m³/seg.

Se establece el siguiente balance del flujo de oxígeno:

Contenido de oxígeno en el aire de entrada, (menos) Oxígeno gastado en respiración (igual) Contenido de oxígeno en el aire de salida

$$0,21 Q - 47,20 \cdot 10^{-6} = 0,195 Q \quad Q = (47,20 \cdot 10^{-6}) / (0,21 - 0,195) = 0,003 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Con este resultado, se proyecta que el caudal a emplear en el estudio esta lo más cercano a los 3 l/s, esto por presentar actividades vigorosas en el desarrollo del ejercicio de las ciclovía, asumiendo que la bomba hará el papel del sistema respiratorio y los filtros el papel del pulmón y de esta manera recolectar la cantidad de material particulado que los usuarios de este espacio recreativo podrían estar respirando al momento de hacer la actividad física.

Las principales rutas de exposición de PM incluyen medios como el aire y los alimentos; y los mecanismos de adquisición del PM en el cuerpo humano se dan por vía oral (ingestión de comida, agua o suelo); respiratoria (inhalación) o dérmica (contacto con la piel). En la Tabla 2, se puede observar las rutas y los mecanismos de adquisición del PM por el cuerpo humano (García et al., 2001).

MECANISMOS ADQUISICIÓN	RUTAS PAUSIBLES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL
Inhalación	a) Gases y partículas en combustiones externas. b) Gases y partículas transferidos desde ambientes externos a los domésticos.
Ingestión	a) Frutas, vegetales y cereales contaminados por transferencia atmosférica. b) Carne, leche y huevos contaminados por ingesta de vegetales de los animales inferiores. c) Pescados contaminados por depósito directo de los contaminantes en el agua o secundariamente desde el suelo a las aguas por arrastre. d) Leche materna de madres expuestas. e) Agua potable o recreacional contaminada por depósito directo o indirecto.
Dérmica	a) Depósito directo atmosférico. b) Depósito indirecto por contacto con la tierra o aguas contaminadas.

Tabla 3. Principales rutas y mecanismos de exposición humana a los contaminantes atmosféricos (García et al, 2001)

El siguiente diagrama muestra los factores de riesgo asociados al PM y su efecto en la salud.

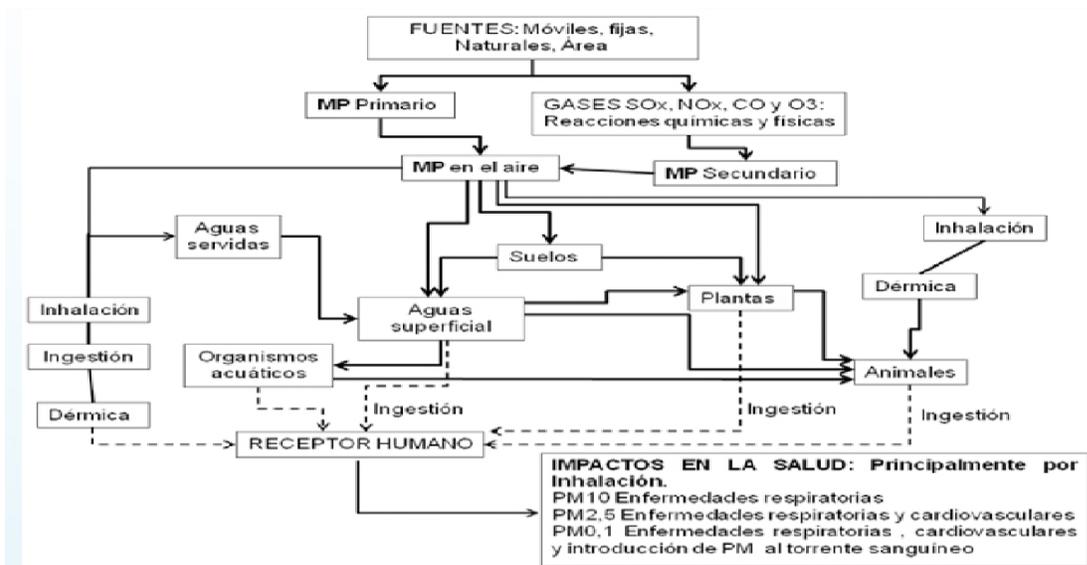


Figura 3 factores de riesgo asociados al material particulado y su efecto a la salud (García et al, 2001).

4.2.5 Clasificación de las partículas por sus efectos en la salud:

El MPA puede viajar a larga distancia en la atmósfera y provocar un amplio espectro de enfermedades y una reducción significativa de la esperanza de vida en la población europea. Los principales efectos vinculados a la exposición a MPA son aumento en la frecuencia de cáncer pulmonar, muertes prematuras, síntomas respiratorios severos, irritación de ojos y nariz, exacerbación del asma y agravamiento en caso de enfermedades cardiovasculares. Así mismo, su acumulación en los pulmones puede originar enfermedades como la silicosis y la asbestosis.

Dando relación a los casos presentes en la inhalación de del MP la OMS ha establecido la relación entre material particulado y la salud pública. Los efectos en la salud son amplios, relacionados: en algunos casos con síntomas en las vías respiratorias superiores, como reacciones alérgicas, congestión nasal, sinusitis, tos, fiebre del heno, irritación en los ojos, entre otros. En otros casos, se relacionan con síntomas en las vías respiratorias inferiores, que requieren un tratamiento especial, como bronquitis, asma, enfisema, entre otros. También se presentan problemas severos, como cáncer de pulmón y anomalías reproductivas.

Una amplia evidencia muestra cómo el riesgo de problemas respiratorios o cardiovasculares aumenta con la exposición, y algunos estudios revelan un valor mínimo por debajo del cual no existan efectos adversos en la salud. Se ha estimado que en los Estados Unidos y en Europa occidental hay exposiciones de entre 3 y 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\text{PM}_{2,5}$) que provocan problemas en la salud . En general, se debate el nivel de exposición, así como la fuente contaminante: mientras que algunos académicos sugieren que altos niveles de material particulado o gases inciden en la salud, otros afirman que los efectos en la salud se presentan aun con bajas concentraciones. En general, la medición del grado de concentración y de los efectos en la salud es un asunto complejo.

En algunos estudios, se estima que la incidencia está correlacionada con las estaciones climáticas y con variables como temperatura, precipitación, humedad o punto de rocío. Otros observan que el efecto y la magnitud de la enfermedad varían con los individuos, las condiciones socioeconómicas y el grado de exposición . Algunos investigadores establecen que el estatus socioeconómico desempeña un papel importante en la salud. Neidelly el informe "Medellín como vamos" afirman que la contaminación en la zona afecta de manera especial a los niños, haciéndolos más propensos a enfermedades como el asma. O'Neill y otros afirman que las personas de menores recursos socioeconómicos son más vulnerables a la contaminación del aire por su relativa desventaja y estrés psicosocial, además del reducido acceso a los tratamientos médico. La magnitud de los efectos puede ser fácilmente cubierta por otros eventos que no estén relacionados con la contaminación del aire, incluso cuando se controla el efecto de la contaminación por fuentes móviles. (García et al, 2001)

- Bronquitis aguda

Es la hinchazón e inflamación de las vías aéreas principales que llevan aire hacia los pulmones. Esta hinchazón estrecha las vías respiratorias, lo cual dificulta la respiración. Otro síntoma de bronquitis es tos y tos con flemas. Aguda significa que los síntomas sólo han estado presentes por un período corto.

Causas.

Cuando se produce la bronquitis aguda, casi siempre viene después de haber tenido un resfriado o una enfermedad seudogripal. La infección de bronquitis es causada por un virus. En primer lugar, afecta a la nariz, los senos paranasales y la garganta. Luego, se propaga a las vías respiratorias que llevan a los pulmones.

Algunas veces, las bacterias también infectan las vías respiratorias. Esto es más común en personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

La bronquitis crónica es una afección prolongada. Para hacer el diagnóstico de bronquitis crónica, usted tiene que tener una tos con flema la mayoría de los días del mes durante por lo menos 3 meses. (chapira,2016).

Existe una estrecha relación cuantitativa entre la exposición a altas concentraciones de pequeñas partículas (PM_{10} y $PM_{2,5}$) y el aumento de la mortalidad o morbilidad diaria y a largo plazo. A la inversa, cuando las concentraciones de partículas pequeñas y finas son reducidas, la mortalidad conexas también desciende, en el supuesto de que otros factores se mantengan sin cambios. Esto permite a las instancias normativas efectuar proyecciones relativas al mejoramiento de la salud de la población que se podría esperar si se redujera la contaminación del aire con partículas.

La contaminación con partículas conlleva efectos sanitarios incluso en muy bajas concentraciones; de hecho, no se ha podido identificar ningún umbral por debajo del cual no se hayan observado daños para la salud. Por consiguiente, los límites de la directriz de 2005 de la OMS se orientan a lograr las concentraciones de partículas más bajas posibles.

Valores fijados en las Directrices

PM_{10}

20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 24h

Además de los valores, las Directrices sobre la Calidad del Aire establecen metas intermedias para concentraciones de PM₁₀ y PM_{2,5} destinadas a promover una reducción gradual, de concentraciones altas a otras más bajas.

Si se alcanzaran esas metas intermedias se podrían esperar reducciones importantes de los riesgos de enfermedades agudas y crónicas derivadas de la contaminación del aire. No obstante, los valores establecidos en las Directrices deberían ser el objetivo final.

Los efectos sanitarios de las partículas provienen de la exposición que actualmente experimentan muchas personas, tanto en las zonas urbanas como rurales, bien sea en los países desarrollados o en los países en desarrollo, aun cuando la exposición en muchas ciudades en rápido desarrollo suele ser actualmente muchísimo más alta que en ciudades desarrolladas de tamaño comparable.

En las *Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire* se estima que una reducción media anual de las concentraciones de partículas (PM₁₀) de 70 microgramos/m³, común en muchas ciudades en desarrollo, a 20 microgramos/m³, permitiría reducir el número de defunciones relacionadas con la contaminación en aproximadamente un 15%. Sin embargo, incluso en la Unión Europea, donde las concentraciones de PM de muchas ciudades cumplen los niveles fijados en las Directrices, se estima que la exposición a partículas de origen antropogénico reduce la esperanza media de vida en 8,6 meses.

En los países en desarrollo, la exposición a contaminantes en el interior de las viviendas como consecuencia del uso de combustibles sólidos en estufas abiertas o cocinas tradicionales incrementa el riesgo de infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores, así como las tasas de mortalidad conexas entre los niños pequeños; la contaminación del aire interior derivada del uso de combustibles sólidos es también un importante factor de riesgo de cardiopatías, neumopatía obstructiva crónica y cáncer de pulmón en los adultos.

Existen graves riesgos sanitarios no solo por exposición a las partículas, sino también al ozono (O₃), el dióxido de nitrógeno (NO₂) y el dióxido de azufre (SO₂). Como en el caso de las partículas, las concentraciones más elevadas suelen encontrarse en las zonas urbanas de los países de ingresos bajos y medianos. El ozono es un importante factor de mortalidad y morbilidad por asma, mientras que el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre pueden tener influencia en el asma, los síntomas bronquiales, las alveolitis y la insuficiencia respiratoria. (Hernández, Bohórquez, Pinzón, Guzmán, Moreno, Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia, 2012).

4.3. MARCO LEGAL

- Salud pública:

Guías de calidad de aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre, actualización mundial 2005, resumen de evaluación de los riesgos

- Resolución 0610 de 2010

Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006.

Artículo 2°. Modificar el Artículo 4° de la Resolución 601 de 2006, el cual quedará así:

"Artículo 4°. Niveles Máximos Permisibles para Contaminantes Criterio. En la Tabla 1 se establecen los niveles máximos permisibles a condiciones de referencia para contaminantes criterio, los cuales se calculan con el promedio geométrico para PST y promedio aritmético para los demás contaminantes.

Tabla 4 Niveles máximos permisibles para contaminantes

Contaminante	Nivel Máximo Permissible ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo de Exposición
PM10	50	Anual

Artículo 6°. Modificar el artículo 10 de la Resolución 601 de 2006, el cual quedará así:

"Artículo 10. Declaración de los Niveles de Prevención, Alerta y Emergencia por Contaminación del Aire. La concentración a condiciones de referencia y el tiempo de exposición bajo los cuales se debe declarar por parte de las autoridades ambientales competentes los estados excepcionales de Prevención, Alerta y Emergencia, se establecen en la Tabla 4.

Tabla 5 Concentración y tiempo de exposición de los contaminantes para los niveles de prevención, alerta y emergencia

Contaminante	Tiempo de Exposición	Estados Excepcionales		
		Prevención ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Alerta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Emergencia ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
O PM10	24 horas	300	400	500

Parágrafo. Cuando en un mismo sitio de monitoreo y en los mismos horarios se estén realizando mediciones de PST y de PM10, prevalecerán las concentraciones de PM10 para declarar los niveles de Prevención, Alerta y Emergencia". (Costa, 2010, resolución 610 de 2010 ministerio de ambiente, vivienda, y desarrollo territorial).

5. METODOLOGIA

Con el fin de alcanzar los objetivos plantados, se dio uso a la metodología de aspiración por filtro, planteada por el ministerio de salud de Chile, en la versión 1.2 del Manual de Procedimiento para la determinación de material particulado en 2009, la cual se modificó y se desarrolló de la siguiente forma:

5.1. Fase I: Reconocimiento Y Recorridos De Muestreo.

5.1.1. Reconocimiento.

Dentro del reconocimiento de la zona de estudio, se realizaron recorridos preliminares con el fin de determinar el tiempo de recorridos entre puntos, identificar los posibles aportadores de MP y conocer, de forma visual, las actividades desarrolladas dentro de la zona de estudio.

5.1.2. Recorridos y Trayectos.

Una vez identificadas las características de la zona, se establecen tres diferentes trayectos dentro esta, dividiendo así el recorrido de la ciclovía recreativa de la avenida carrera séptima, en 3 secciones con características similares (de tiempo de traslado, uso del suelo y características estructurales de la vía), así los trayectos quedaron definidos como se muestran a continuación, en la tabla 6.

Tabla 6. Trayectos definidos

Trayecto	Inicio	Final
1	Av. 1ª de mayo (Calle 22 sur)	Calle 26
2	Calle 26	Calle 72
3	Calle 72	Calle 116
4	Calle 116	Av. 1ª de Mayo(Calle 22 sur)
Blanco	Parque metropolitano Simón Bolívar	

Como se puede observar en la tabla anterior, además de establecer los trayectos 1,2 y 3, conformantes de la zona de estudio, se definió un trayecto directo, con el fin recoger los tres trayectos anteriores en un solo dato que muestre un panorama general de la zona de estudio; y un trayecto blanco, realizado en el parque metropolitano Simón Bolívar, que muestre la concentración de MP en una zona poco afectada por la emisión de MP y con el cual se puedan confrontar los demás datos obtenidos.

De esta manera, se pueden evidenciar dos diferentes modalidades de muestreo donde se encuentran:

- **El muestreo fraccionado:** En este muestreo se divide la zona de estudio en tres diferentes sectores, teniendo en cuenta el tiempo y distancia de cada recorrido, y las actividades que se desarrollan en cada sector, en este recorrido se recolecta una muestra por cada trayecto, obteniendo finalmente 3 muestras diferentes de la zona de estudio; y
- **El muestreo directo:** El cual, tiene la característica de ser un recorrido completo. En este, se transita la totalidad de la zona de estudio, recolectado una única muestra.

Por último se establecen dos formas diferentes de realizar los muestreos, con la intención de simular las actividades desarrolladas dentro de la ciclovía recreativa y contemplar las actividades con más riesgo de inmisión de partículas, quedando definidas de la siguiente forma:

Recorrido a pie: Se desarrollaron a lo largo de los trayectos, en forma de camita o trote, simulando el uso 'pasivo' de los usuarios de la ciclovía y/o caminantes frecuentes de las zonas.

Recorrido en bicicleta: Se efectuaron haciendo uso de bicicletas a lo largo de los trayectos, simulando el uso dinámico de la ciclovía y/o usuarios de la bicicleta como medio alternativo de transporte por la zona.

En la figura 17 se presenta la fase I de la metodología en forma de esquema para su mejor comprensión:

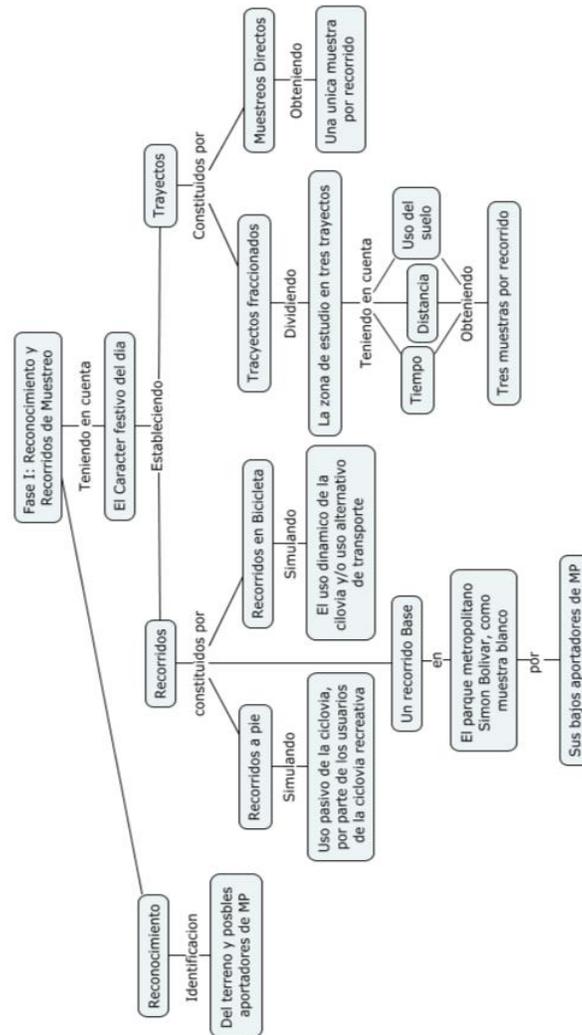


Figura 4. Metodología, Fase I: Reconocimiento y recorridos de muestreo

5.2. Fase II: Campaña De Medición

5.2.1. Protocolo.

Dentro de este protocolo se establece la forma en la que se implementó la metodología en campo, de esta forma, todos los recorridos fueron llevados a cabo de acuerdo a lo establecido a continuación:

Los muestreos se realizaron días festivos cuando la ciclovía recreativa se encontraba en funcionamiento y de igual forma se efectuaron en días hábiles cuando el flujo vehicular es completamente normal en la zona.

Los Recorridos fueron iniciados en la Av. Primera de Mayo a la altura de la Carrera 6ª, aproximadamente a las 7 am, hora en que inicia la ciclovía recreativa en la ciudad de Bogotá (IDRD,2016), donde se da comienzo al muestreo fraccionado, colocando el porta filtro con filtro en la bomba de succión y haciendo la respectiva calibración de la bomba, donde para su calibración se tomó el calibrador de flujo Tetracal , que es el que nos permite dar un estandarización a la bomba y dar inicio a este; como se evidencia en el documento presentado en el marco conceptual con un caudal de 3lt/min; luego con el calibrador de flujo Tetracal, que además nos permite observar características meteorológicas insitum de la zona; finalmente se da avance al recorrido.

Al final de cada trayecto (En la avenida calle 26, avenida calle 72 y la avenida calle 116, como se identifican en la figura18), se realizó el cambio de porta filtro con un filtro nuevo y la toma del tiempo transcurrido durante el recorrido del trayecto. Los Muestreos fraccionados finalizan al llegar a la Av. calle 116 a la altura de la carrera séptima, donde, además de cambiar el porta filtro con filtro y tomar el tiempo transcurrido, se realizó nuevamente la calibración de bomba de succión, adquiriendo datos meteorológicos in situm de este punto.



Figura 5. Trayectos definidos por la carrera séptima.

Terminada la segunda calibración de la bomba (En la avenida calle 116), se dio inicio con el trayecto número 4, recorrido realizado en la modalidad de recorrido directo en sentido norte-sur, el cual finaliza en la avenida primera de Mayo realizando la tercera y última calibración de la bomba, la toma del tiempo

transcurrido en el trayecto y los datos meteorológicos in situ. Los recorridos fraccionados y directos (de igual carácter, recorrido a pie o en bicicleta) fueron realizados el mismo día, siguiendo la recomendación del ingeniero José Alejandro Murad, 2015.

Todos los datos adquiridos fueron diligenciados en los formatos de campo desarrollados por los investigadores y mostrados como anexo en el presente informe (Anexo 3).

Con el fin de entender mejor los protocolos, a continuación se muestra la figura 20 donde se presenta la fase II de la metodología en forma de esquema.

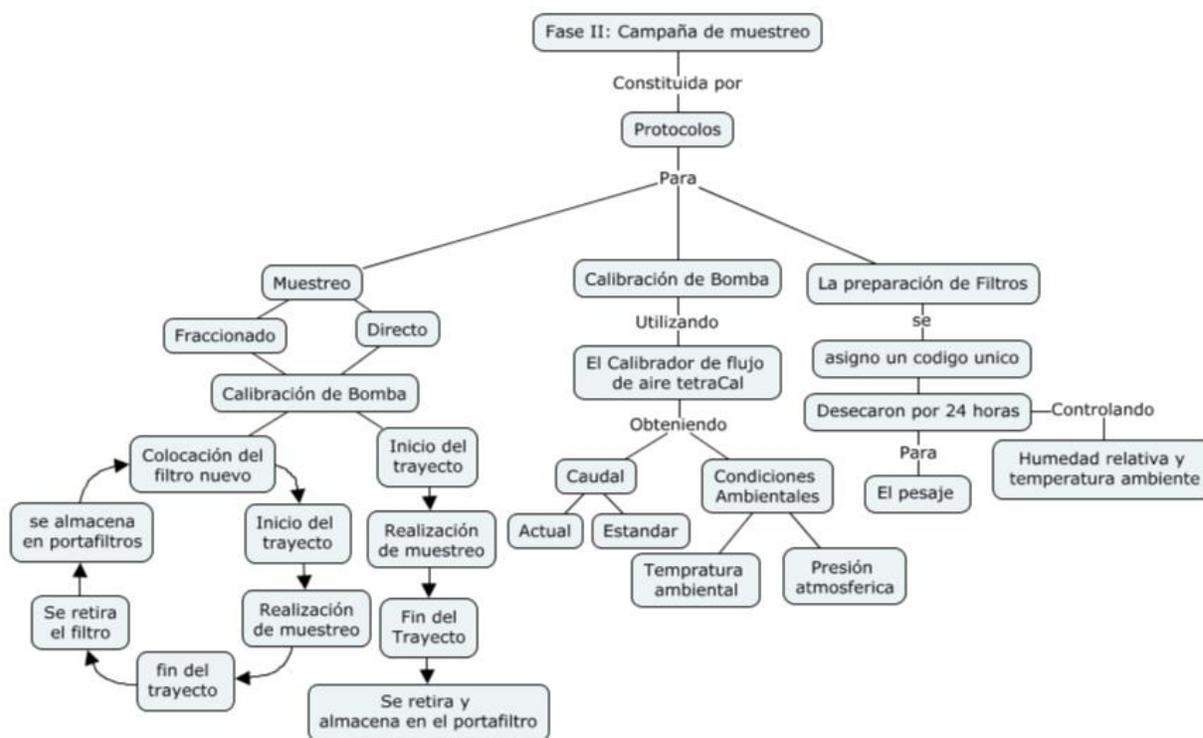


Figura 20: campaña medición 1 , fuente : autores

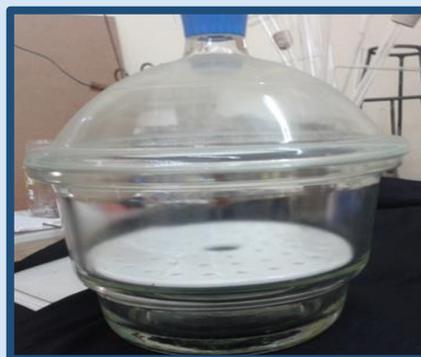
5.2.2. Equipos e Insumos.

A continuación se mencionan y describen los diferentes equipos que se utilizaron en el desarrollo del presente estudio:

Tabla 7. Equipos utilizados

Nombre	Descripción	Imagen
<p>Bomba GilAir-3</p>	<p>Bomba de succión de aire constante, con un caudal confiable de 2 Lpm a 3 Lpm. (Sensidyne, 2016)</p>	 <p>Fuente: autores</p>
<p>Calibrador de flujo TetraCal</p>	<p>Calibrador de flujo, que indica temperatura ambiente, presión atmosférica y caudales Actual y en condiciones estándar según la Agencia de protección ambiental de USA (BGI Incorporated, 2013)</p>	 <p>Fuente: Autores</p>
<p>Balanza analítica</p>	<p>Balanza de alta sensibilidad con precisión al miligramo</p>	 <p>Fuente: 3B Scientific</p>
Nombre	Descripción	Imagen

Desecadores Cámara de vidrio boro-silicato, que mantiene libre de humedad las muestras, gracias a un agente desecante.



Fuente: Autores

En la siguiente tabla, se pueden observar los diferentes insumos manipulados en el desarrollo del presente estudio:

Tabla 8. Insumos utilizados

Nombre	Descripción	Imagen
Filtros	Disco de microfibra de cuarzo de alta pureza y con diámetro de 37 mm.	

Fuente: Autores

Porta filtros Capsulas de plástico, que contiene los filtros de 37 mm de diámetro.



Fuente: Autores

Pinzas

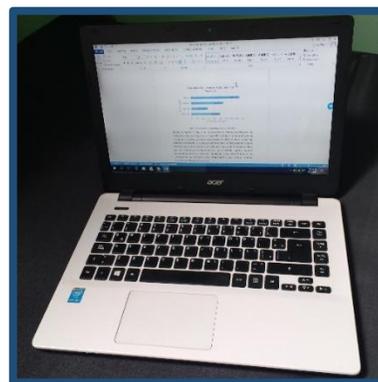
Pinzas de agarre liso, el cual evita el deterioro del filtro al ser manipulado.



Fuente: Dentarios

Computadora con software estadístico-descriptivo

Instrumentos tecnológicos para el desarrollo de los análisis estadístico-descriptivo de los datos obtenidos



Fuente: Autores

5.3. Fase III: Recolección De Datos.

Con el fin de realizar una adecuada recolección de los datos se establecieron algunos procesos estándares y sugeridos por el ministerio de salud de Chile (2009), y se muestran los cálculos y procesos realizados en las respectivas hojas de cálculos utilizados.

5.3.1. Procesos para la manipulación

Dentro de la manipulación de los datos o trabajo en laboratorio, encontramos dos procesos de gran importancia descritos a continuación, estos procesos se realizaron anterior y posterior a la campaña de medición, para así poder determinar la concentración del material particulado por medio de diferencia de masas como se muestra en el *Manual de Procedimiento para Determinación de Material Particulado, 2009*.

- Preparación de filtros para pesaje.

Se realizó la decodificación de los filtros, asignándole un código único a cada uno de los filtros utilizados. Posteriormente se dispuso de los filtro en un desecador, por un periodo de 24 horas antes de realizar el proceso de pesaje, logrando un ambiente controlado de entre 20% y 45 % de humedad relativa y una temperatura ambiente entre 15°C y 30°C (Ministerio de salud Chile, 2009).

- Pesaje de los filtros.

Una vez son verificadas las condiciones ambientales (para evitar que la humedad afecte la masa de los filtros) y las condiciones de la balanza, se realizó con especial precaución de no alterar los filtros, el pesaje de cada uno de los estos, utilizando pinzas y guantes para su manipulación.

Cada uno de los filtros atravesó un proceso de control de calidad, siendo sometido al proceso de pesaje una segunda vez (Ministerio de salud, Chile, 2009) descartando los filtros con una diferencia entre pesos mayor a *0,0002 g*, y obteniendo un segundo dato, con el cual se establecieron los promedios aritméticos, con los que se realizaron los cálculos pertinentes.

5.3.2. Tabulación y análisis.

Los datos obtenidos fueron consignados en la base de datos, con la agilidad que los procesos lo permitieran, es así como los datos de laboratorio fueron diligenciados de forma inmediata a la base de datos (Anexo 1); mientras que los datos de campo fueron tomados en formatos de campo (Anexo 3) y posteriormente dispuestos en la base de datos (Anexo 2).

Una vez, dispuestos la totalidad de los datos en las bases de datos se realizaron diferente procesos de manipulación, donde cabe destacar los procesos de estandarización de datos, determinación de promedios y concentraciones de MP.

- Promedios

Los promedios hallados fueron de la forma aritméticos, definidos por el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire (2008), como el “Promedio de los n datos recolectados en determinado periodo de tiempo” y mostrado en la forma de la ecuación 1.

Ecuación 1. Determinación de promedio aritmético.

$$C_{prom} = \frac{\sum C_i}{n}; \text{ para } i = 1, 2, 3, \dots, n;$$

- Estandarización

Los datos fueron establecidos mediante la estandarización del caudal real, teniendo en cuenta las condiciones de temperatura y presión atmosféricas reales y estándar, se tuvo en cuenta la siguiente ecuación, otorgada por el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire (2008):

Ecuación 2. Estandarización del caudal

$$Q_{std} = \frac{Q_r P_r T_{std}}{P_{std} T_r}$$

Teniendo en cuenta qué:

$T_{std} = 298 \text{ } ^\circ\text{k}$

$P_r =$ Presión Atm. real en mmHg.

$P_{std} = 760 \text{ mmHg}$

$T_r =$ Temperatura real en $^\circ\text{K}$.

$Q_r =$ Caudal Real en L/min

Este valor fue otorgado directamente por el calibrador Tetracal de Flujos y comprobado por con los cálculos pertinentes.

Una vez determinado el caudal estándar, se procedió a calcular el volumen estándar de cada uno de los muestreos, el cual fue hallado mediante la ecuación 3, mostrada a continuación:

Ecuación 3. Determinación del Volumen de muestreo

$$V_{std} = Q_{std} * t$$

Donde t es el tiempo de muestreo en minutos y Q_{std} es el Caudal estándar en unidades de m^3/min .

- Determinación de concentraciones:

Las concentraciones de material particulado fueron determinadas mediante los cálculos establecidos en el ya nombrado protocolo del ministerio de Ambiente vivienda y desarrollo territorial en 2008. De esta forma se establecieron promedios aritméticos de las variables como: la temperatura de la zona y la presión atmosférica y el caudal estándar (tomado directamente del calibrador Tetracal de fujos).

Una vez obtenido un solo dato por variable, se procede a determinar la concentración de la siguiente manera:

Ecuación 4: Determinación de las concentraciones de MP

$$C_{PM_{10}} = \frac{10^6(m_f - m_0)}{V_{std}}$$

Donde:

M_f y m_0 son la masa final y la masa inicial del filtro, respectivamente, y el V_{std} es el volumen de aire muestreado estándar.

De esta forma, se logra calcular las concentraciones de MP en cada uno de los recorridos y trayectos realizados, obteniendo 16 concentraciones a evaluar, dentro del presente estudio.

Finalmente se presenta a continuación el esquema general de la metodología, donde se muestran las tres fases en forma de conjunto.

- Determinación de concentración caudal óptimo al estudio:

Establecido el caudal en un estudio que nos permitió tomar como eje para llevar a cabo en el proyecto:

El caudal de aire requerido \longrightarrow Q en m³/seg para una actividad vigorosa, viendo en el marco conceptual, se estableció, la demanda de oxígeno, en actividad vigorosa, es de $47,20 \cdot 10^{-6}$ m³/seg. Se establece el siguiente balance del flujo de oxígeno:

Oxígeno entrada — Oxígeno gastado en respiración = Oxígeno de salida

Ecuación 5 : determinación de caudal , para el estudio en campo

Estableciendo al final el caudal usado como eje:

$$Q \text{ (m}^3\text{/seg)} = \text{(Oxigeno consumido)} / \text{(oxigeno entrada – oxigeno salida)}$$

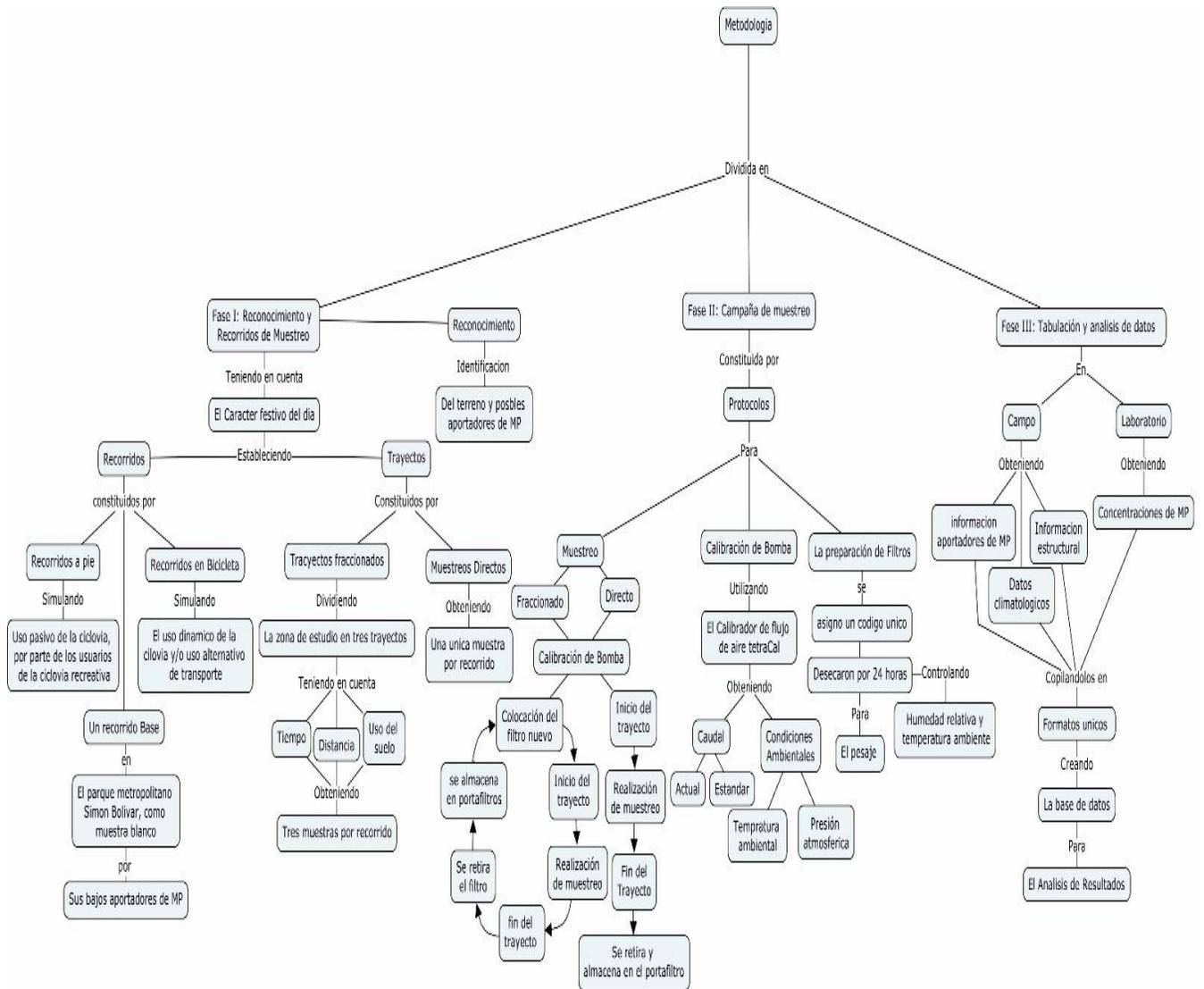


Figura 6. Esquema metodología completa

6. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

6.1. Reconocimiento de la zona de estudio.

Dentro del reconocimiento de la zona de estudio se logra identificar el sector como un territorio de uso institucional, comercial, recreativo y residencial, como se encuentra establecido en los decretos de planeamiento zonal: Decreto 270 de 2005, Decreto 468 de 2006 y Decreto 492 de 2007. Lo cual nos muestra la gran importancia de este lugar y el gran flujo peatonal que a diario transita por la zona. Así pues, se buscan encontrar las características propias de cada trayecto y los posibles aportadores de MP que afecten el sector.

6.1.1. Fuentes de emisión de material particulado.

Se puede establecer que en la zona de estudio no se presentan empresas generadoras de MP que afecten la calidad del aire del sector. Sin embargo, durante los recorridos se identificaron diferentes fuentes aportadoras de partículas al ambiente, que alteran de alguna manera la calidad del aire del sector, entre ellas encontramos:

- **Fuentes dispersas:** Representadas por obras civiles adelantadas en las zonas de estudio, tales como construcción de edificios, reparaciones en las aceras y/o excavaciones. De dichas obras, se realizó la toma de evidencia fotográfica (Anexo 4) y se discriminaron por el trayecto en que se encontraban, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9 Obras adelantadas en la zona de estudio, por trayectos.

Trayecto	Obras adelantadas	
	dirección	tipo
1	Ninguna	Ninguna
2	Av. Carrea 7 N° 61-24	Demolición del predio
	Av. Carrea 7 N° 65	Reparación de adoquín de ambas aceras
3	Calle 79 b N° 5- 79	Construcción edificio
	Av. Carrera 7 N° 93-80	Construcción edificio
	Av. Carrera 7, Entre calle 100 y 102	Excavaciones

- **Fuentes lineales:** La Av. Carrera séptima al ser una de las grandes arterias de movilidad en la ciudad capital, posee un flujo vehicular singularmente elevado, demostrado en los aforos realizados por la Secretaria Distrital de Movilidad (2013). Con los cuales, se determinaron los promedios horarios de tránsito de vehículos automotores (Anexo 5) y posteriormente el flujo vehicular promedio de cada trayecto, mostrado a continuación en la tabla 9

Tabla 10. Promedio de flujo vehicular por trayecto

Promedio de flujo vehicular por trayecto					
trayecto	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
1	12002	1098	671	6681	20452
2	73496	16450	1745	17089	108780
3	121819	8312	2921	20811	153862
4	207317	25860	5337	44581	283095

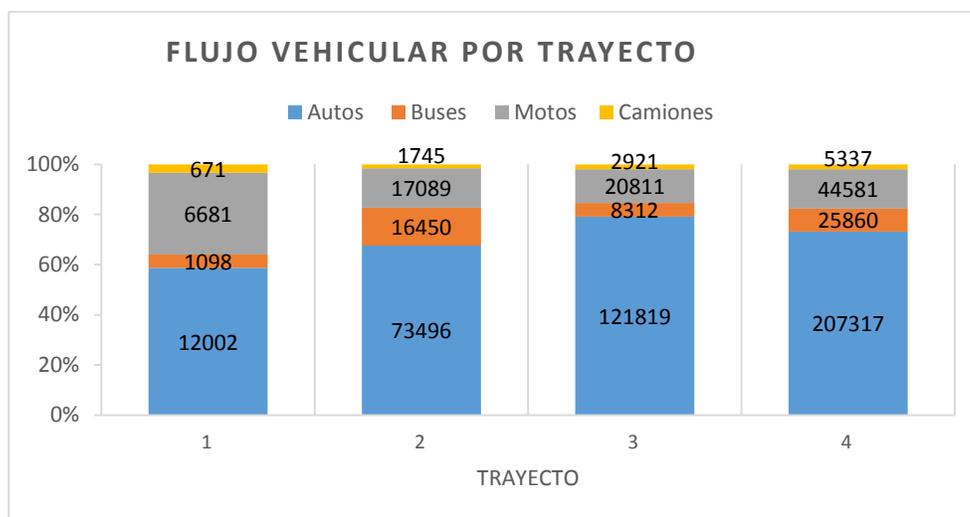


Grafico 1. Flujo vehicular por trayecto

En el grafico 1 queda evidenciada el gran flujo vehicular que transita por la zona de estudio, mostrando que los automóviles particulares representan cerca del **73%** del flujo automotor, siendo las motocicletas el segundo medios de transporte más transitado por la zona con el **16%** y dejando a los buses y camiones con un porcentaje compartido del **11%**.

Finalmente es importante tener en cuenta que cada trayecto del corredor vial conserva material particulado represado, ya sea por la poca dispersión de la zona, ocasionada por la conformación de las construcciones que rodean la vía en cada sector; o por el traslado de partículas de otras zonas, generado por la trayectoria y/o velocidad del viento.

6.1.2. Características estructurales de la zona de estudio.

A continuación se identificaran algunas características de las zonas y se determinan algunas variables que puedan incidir en la determinación de las concentraciones obtenidas en los diferentes muestreos. Dentro de las características evaluadas se encuentran: el tipo, sentido y número de carriles de la vía, así como las características de las edificaciones circundantes. Todo esto se consigna en la tabla 10 presentada a continuación.

Tabla 11. Características estructurales de la vía, por trayecto

Trayecto	Características vial			Número de pisos edificados		
	tipo de vía	Número de carriles	sentido	km	Máximo	Mínimo
1	V-8	2 a 3	Sur-Norte	4,9	17	2
2	V-3C y V-2A	6	Doble	5,1	50	1
3	V- 2A	6 a 8	Doble	5,1	23	1

Dentro de las características propias encontradas en la zona de estudio, nos centramos en las consignadas en la tabla 10, ya que características como el tipo de vía, el número de carriles, el sentido de esta y la longitud, nos permiten estimar la cantidad de emisores lineales de la zona, así mismo, junto con la forma de las estructuras aledañas, nos permite tener una idea de la facilidad con que los contaminantes de la zona pueden ser dispersados por el viento u otros factores.

6.2. Concentraciones de material particulado, MP10.

Posterior al reconocimiento de la zona de estudio se ejecutaron los muestreos, obteniendo los datos necesarios para el cálculo de las concentraciones de MP. Las fechas en que los muestreos fueron desarrollados se muestran en la tabla 11.

Tabla 12. Fechas de muestreo

MUESTREO	FECHA
Día festivo a pie	09 Mayo de 2016
Día hábil a pie	15 Mayo de 2016
Día festivo en bicicleta	06 Junio de 2016
Día hábil en bicicleta	08 Julio de 2016
Recorrido blanco	17 de Julio de 2016

Estos datos, tanto en los laboratorios como en las zonas de muestreo (presentes en los Anexos 1 y Anexo 2, respectivamente), fueron operados haciendo uso de las fórmulas para la determinación de concentración de MP10, propuesto por el ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT, hoy ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible, en el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad de aire del 2008, como se muestra en la metodología y se representa en el siguiente ejemplo:

- Recorrido Base o Blanco:
Datos Laboratorio:

Masa inicial (g)	0,1008
Masa Final (g)	0,1009

- Datos de Campo:

Tiempo del recorrido (min)	62
Caudal promedio estándar (L/m)	2,375

- Determinación de Volumen estándar:

Con la ecuación 3, se establece que el volumen estándar

$$v_{st} = 2.375 \frac{l}{min} \cdot 62 \text{ min} = 147.25 \text{ l}$$

Posteriormente se realiza el cálculo de conversión de unidades con el fin de establecer el volumen de aire muestreado en metros cúbicos, para finalmente expresar las concentraciones como los establece la norma.

- Determinación de concentración de PM10

Con la ecuación 4, tenemos que la concentración queda definida de la siguiente forma:

$$C_{PM10} = \frac{\frac{10^6 \mu g}{1g} \cdot (0,1008g - 0,1009g)}{0,14725m^3} = 679,1171477 \frac{\mu g}{m^3}$$

Finalmente bajo el anterior procedimiento se calcularon las concentraciones de cada uno de los muestreos realizados, que junto con los datos obtenidos en la fase de muestreo son mostradas a continuación en la tabla 12.

Tabla 13. Concentraciones de material particulado, con resumen de datos.

Recorrido	Trayecto	Filtro	Tiempo (min)	Q Std. Promedio (L/m)	Masa muestra (mg)	Volumen Std. (m ³)	Concentración [ug/m ³]
Festivo a pie	1	001	42	2,37	100	0,09954	1004,621258
	2	002	63	2,37	200	0,14931	1339,49501
	3	003	57	2,37	50	0,13509	370,1236213
	4	004	144	2,27	150	0,32688	458,8839941
Hábil a pie	1	006	30	2,92	50	0,0876	570,7762557
	2	007	25	2,92	50	0,073	684,9315068
	3	008	70	2,92	300	0,2044	1467,710372
	4	009	150	2,93	400	0,4395	910,1251422
Festivo en bicicleta	1	011	19	2,34	50	0,04446	1124,606388
	2	012	17	2,34	50	0,03978	1256,913022
	3	013	23	2,34	50	0,05382	929,0226682
	4	010	70	2,345	100	0,16415	609,1989034
Hábil en bicicleta	1	015	25	2,375	100	0,059375	1684,210526
	2	019	19	2,375	150	0,045125	3324,099723
	3	020	21	2,375	50	0,049875	1002,506266
	4	021	46	2,25	250	0,1035	2415,458937
Blanco		023	62	2,375	100	0,14725	679,1171477

Con el fin de realizar una rápida identificación de las concentraciones por trayecto en la tabla 13 se realiza un resumen de estas, resaltando en color rojo la concentración más alta y en color verde el nivel base para el presente estudio.

Tabla 14. Concentraciones de material particulado según el recorrido.

Recorrido	Trayecto 1	Trayecto 2	Trayecto 3	R. Completo
Festivo a pie	1004,62 µg/m ³	1339,50 µg/m ³	370,12 µg/m ³	458,88 µg/m ³
Hábil a pie	570,78 µg/m ³	684,93 µg/m ³	1467,71 µg/m ³	910,13 µg/m ³
Festivo en Bicicleta	1124,61 µg/m ³	1256,91 µg/m ³	929,02 µg/m ³	609,20 µg/m ³
Hábil en Bicicleta	1684,21 µg/m ³	3324,10 µg/m ³	1002,51 µg/m ³	2415,46 µg/m ³
Blanco	679,117148 µg/m ³			

Los datos de concentraciones de material particulado son representados a continuación en el gráfico 2, donde se puede observar la gran dispersión en los datos obtenidos, no logrando identificar una tendencia entre ellos a simple vista. Sin embargo, se logra determinar que el 75% de los datos sobrepasan la concentración base establecida para este proyecto; mostrando, que son los recorridos realizados los días hábiles los de mayores concentraciones de material particulado en comparación de los realizados los días festivos, evidenciando así la importancia del cierre del corredor vial para automotores los días en que se realiza la ciclovía recreativa por este sector.

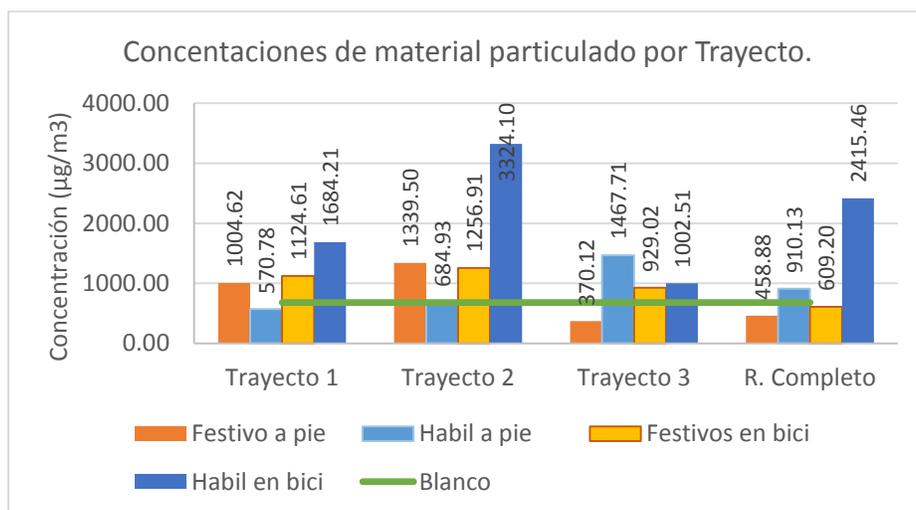


Gráfico 2. Concentración de material particulado por trayecto

Con base en esta información se puede realizar la estimación de la calidad del aire respirado por los usuarios de cada sector, teniendo en cuenta los niveles establecidos por la EPA (Environmental Protection Agency) y adoptados por Colombia para establecer el índice de Calidad del Aire –ICA-. Como se puede observar en la tabla 13, los niveles de MP sobrepasan los niveles aceptables, excediendo las 300 µg/m³ y estableciéndose, e incluso sobrepasando, las concentraciones consideradas por esta escala como Peligrosas para la Salud.

En este punto es de aclarar que se trata de una estimación, debido a que las condiciones y métodos no son apropiados para comparar con este tipo de

parámetros y fueron realizados en cumplimiento de otras especificaciones. Por lo tanto, los datos obtenidos serán contrastados con el recorrido realizado en el parque Metropolitano Simón Bolívar, considerado como blanco por la poca afectación de material particulado.

Teniendo en cuenta las concentraciones obtenidas en el cuarto trayecto o recorrido directo, se realizara el análisis con respecto a tres diferentes factores que pueden incidir directamente en el valor hallado, como lo son: El tipo de recorrido (Si fue realizado a pie o haciendo uso de la bicicleta), el día de ejecución (teniendo en cuenta el carácter festivo del día) y las condiciones meteorológicas presentes en estos días.

Los datos extraídos de la red de monitoreo de calidad del Aire de Bogotá (estaciones San Cristóbal y Ministerio de Medio Ambiente), fueron compactados en forma de datos máximos y mínimos y consignado en la tabla 14, como se muestra a continuación.

Tabla 15. Datos meteorológicos reportados en la RMCAB, máximos y mínimos de los diferentes recorridos.

Condición	Día festivo a pie		Día hábil a pie		Día festivo en Bicicleta		Día hábil en Bicicleta	
	Max.	Min.	Max	Min	Max	Min.	Max	Min.
Precipitación (mm)	0	0	2.6	0	0	0	0.1	0
Vel. Viento (m/s)	3.2	0.1	4.9	0	1.9	0.2	4.8	1.5
Dir viento (Grados)	329	52	203	102	347	66	207	86
Rad solar (W/m ²)	579	138	122	67	511	355	724	161
Humedad (%)	71	43	68	61	55	43	56	45

Realizando una comparación de las condiciones meteorológicas de la tabla 14, durante los días de muestreo, se puede observar que en el recorrido realizado el día hábil a pie, se presentó una mayor precipitación y velocidad del viento, que en los demás días de muestreo; así mismo se puede observar que la radiación solar más fuerte se reportó el día hábil en bicicleta, donde además se observó una velocidad del viento alta, con respecto a los demás días de muestreo.

A continuación se muestra el gráfico 3, donde se presentan las concentraciones MP, obtenidas en el recorrido directo, que serán analizadas con respecto a lo establecido anteriormente.

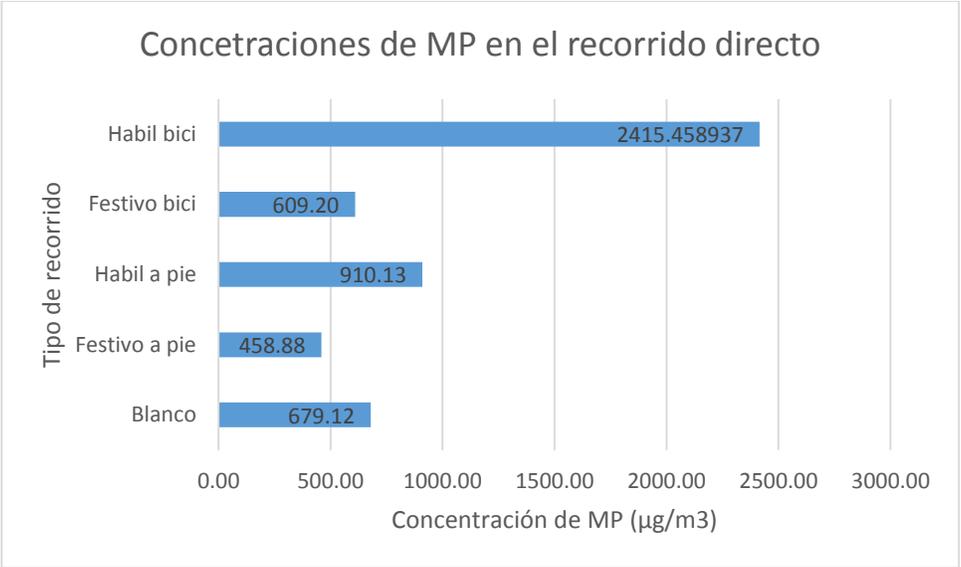


Grafico 3. Concentración de material particulado en el recorrido directo

En el grafico 3, se logra identificar una disminución de al menos un **40%** en las concentraciones de material particulado los días festivos, con respecto a los días hábiles, esto como consecuencia de la considerable disminución de flujo vehicular por la incorporación de la ciclovía recreativa en la zona. Adicionalmente se puede observar que en los recorridos realizados en bicicleta, se presenta una mayor concentración de material particulado, echo que nos muestra como las personas que hacen uso de este medio de transporte, se encuentra en mayor nivel vulnerabilidad, con respecto a las personas que realizan los mismos recorridos en forma de caminata. Especialmente, en los recorridos desarrollados los días hábiles, como se muestra en el grafico 3, ya que la avenida carrera séptima no cuenta con la infraestructura necesaria (Ciclo-ruta) para este tipo de recorridos, por lo que los bici usuarios deben compartir el espacio con los automotores en la vía.

6.2.1. Análisis por trayectos

En busca del cumplimiento de los objetivos planteados, a continuación se realizara un análisis individual de los trayectos, donde se busca establecer las zonas con mayor riesgo de inmisión para los usuarios.

- Trayecto 1

El trayecto 1 se caracteriza por ser el recorrido donde menos vehículos automotores transitan como se puede ver en la tabla 9 esto debido a que un 36 % del recorrido es estrictamente de uso peatonal y el otro 64% es una vía de transito liviano en un solo sentido, por tanto se disminuyen las emisiones de MP. De igual manera en este sector no se presentan ninguna fuente fija de emisión (Tabla 10).

A pesar de esto y como se puede observar en el gráfico 4, las concentraciones de MP en la zona sobrepasan al valor blanco, incluso en los días festivos, dejando en la zona un promedio de concentraciones de **1096,05 ug/m³**, con un coeficiente de variación del 41,8%, estableciéndose por encima del valor blanco en un **61,4 %**, el cual puede deberse en gran medida al arrastre de partículas generadas por el viento, que como puede observarse en la tabla 14, tenía tendencia a direccionarse hacia el sur-este de la ciudad los días de muestreo.

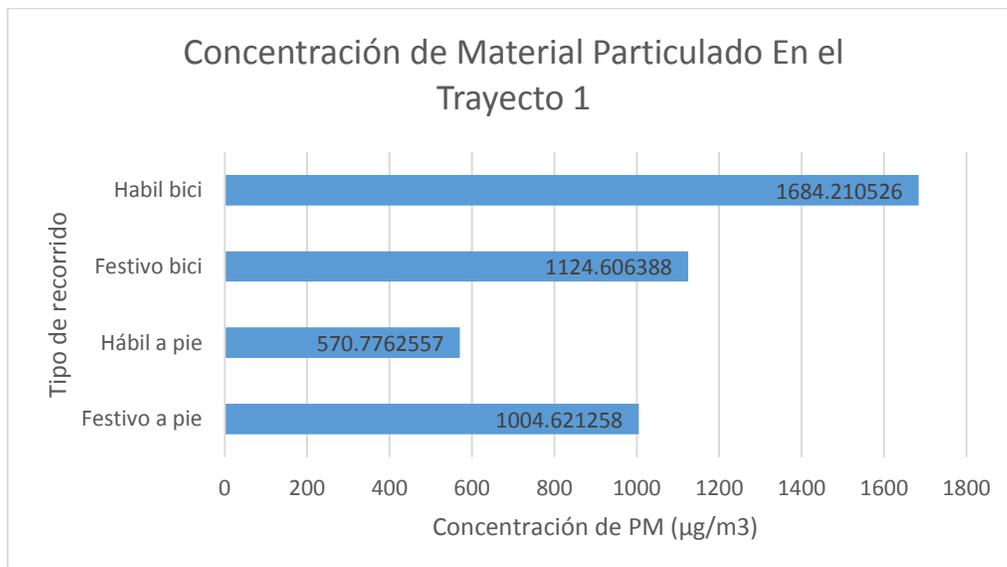


Grafico 4. Concentración de material particulado en el trayecto 1

Dentro del trayecto 1, como ya se había identificado, el recorrido realizado el día hábil en bicicleta, es el muestreo con mayor MP recolectado por unidad de volumen de aire en este sector, esto como consecuencia de la falta de infraestructura para este tipo de actividad y de la tendencia del viento ese día. Adicionalmente, se pudo identificar, que la radiación solar fue mucho mayor que el día del recorrido hábil a pie, día donde se presentó gran nubosidad en la ciudad de Bogotá y pequeñas precipitaciones durante el recorrido (Formatos de campo, Anexo3), factores que contribuyeron para establecer estereotipo (hábil a pie) como el de menor concentración hallada para el sector.

Por otra parte se identifica una pequeña variación entre los dos recorridos realizados los días festivos, donde las características de movilidad son similares, junto con condiciones meteorológicas como la radiación solar, precipitación y dirección del viento, sin embargo esta pequeña diferencia entre estos recorridos puede deberse a la variación de humedad relativa y velocidad del viento en los días muestreados, ya que en la medida que la humedad y velocidad del viento sean mayores las concentraciones de MP tenderán a disminuir (Silva J, Canchala T. 2013).

- **Trayecto 2**

Por otra parte, el trayecto 2 se caracteriza por ser una vía de flujo constante en ambos sentidos, teniendo un promedio aproximado de **108.780** vehículos por hora, además cuenta con construcciones aledañas que en su mayoría poseen de entre 5 y 11 pisos de altura (tabla 11), lo cual hace de este lugar una especie de cañón, que además de dificultar la dispersión de los contaminantes de la zona, logra contener los contaminantes arrastrados por el viento de otros sectores.

Así mismo, el trayecto 2 representa el sector con mayor concentración de MP, llegando a superar el valor base o blanco en un **143,2%** con una concentración promedio de **1651,36 ug/m³**.

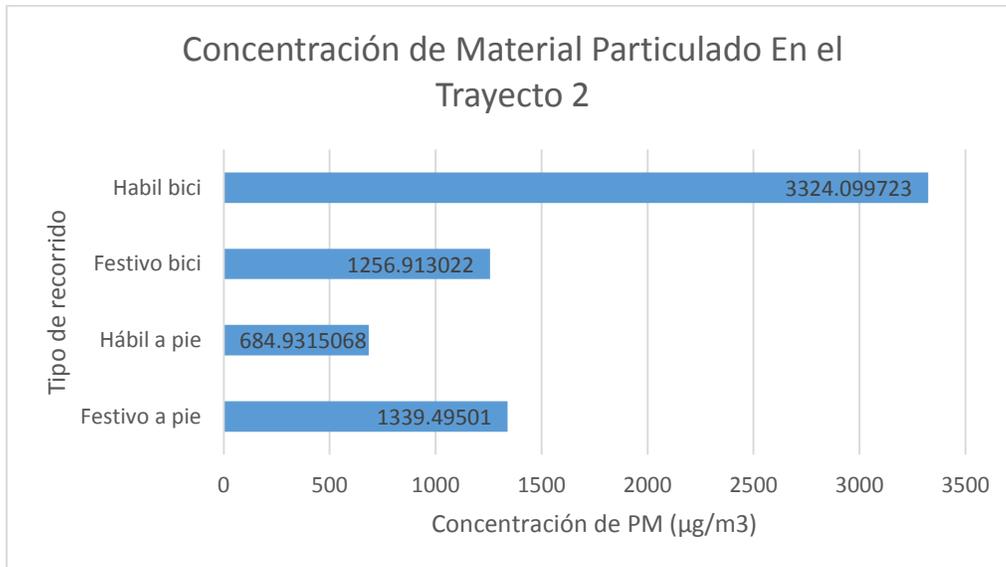


Grafico 5. Concentración de Material Particulado en el trayecto 2

Como se puede observar en el grafico 3, se mantienen las tendencias con respecto a los tipos de recorrido, con similares características meteorológicas en los trayectos y aumentando proporcionalmente al número de vehículos automotores y obras presentes en este sector (tabla 9 y 10). Sin embargo se puede observar un incremento en el recorrido del día hábil en bicicleta con respecto al anterior trayecto. Este incremento desproporcional puede explicarse por el aumento de intersecciones viales de gran importancia, como lo son las de la calle 45, la avenida calle 53 y la avenida calle 72, donde sumado a que los bicusuarios deben compartir la vía con los vehículos, en este trayecto se deben realizar paradas continuas, en semáforos y paradas del SITP, donde el nivel de inmisión de particular incrementa considerablemente.

- **Trayecto 3**

El trayecto 3, a pesar de contar con el mayor flujo automotor y con 3 construcciones de gran escala, es el sector con la concentración de MP más baja de la zona estudiada, llegando a superar el valor base por un **38,8%** con un promedio de **942.34 ug/m³**. Esto en gran parte a que en las zonas, entre calles 85 y 116 (el 82,4% del trayecto), se caracteriza por tener construcciones relativamente bajas y alejadas de la vía por antejardines con densa vegetación,

lo cual, como se observa en los resultados, afecta positivamente la calidad del aire del sector.

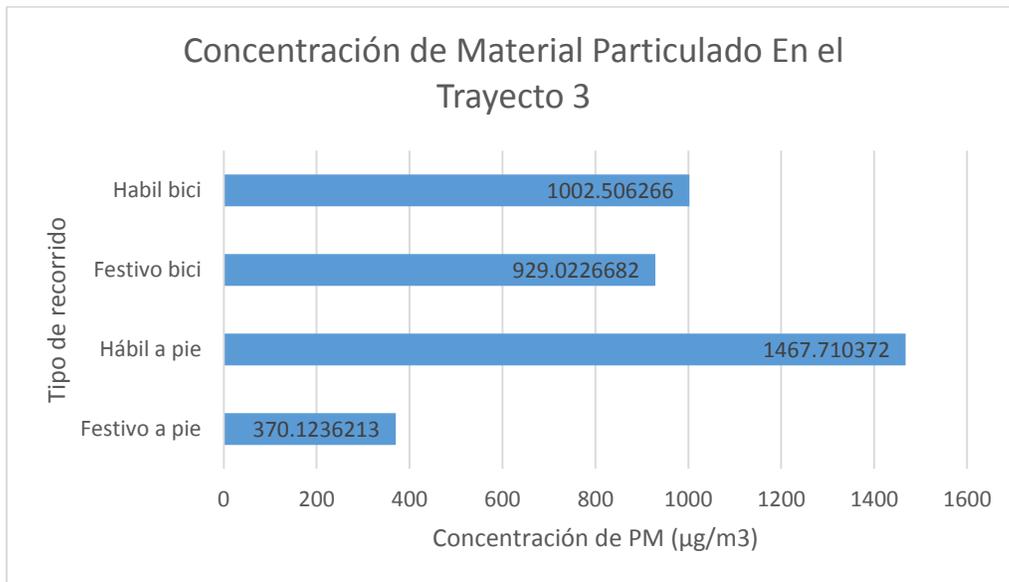


Grafico 6. Concentraciones de material particulado en el trayecto 3

Como se puede observar en grafico 6, todas las concentraciones de MP disminuyeron considerablemente con respecto a los demás trayectos, con excepción del recorrido hábil a pie, el cual tiene un incremento no esperado, que pudo ser causado por el descenso de escombros realizado en la obra adelantada en el domicilio de la avenida carrera 7 con 93, justo en el momento en que se muestreaba por la zona, evento consignado en los formatos de campo (Anexo3)

A continuación se presentan planos del corredor vial donde se realizó el muestreo, con los cuales se pretende mostrar las concentraciones halladas a lo largo de la vía y así identificar las zonas con mayor concentración de material particulado y las de menor, teniendo en cuenta el tipo de muestreo.

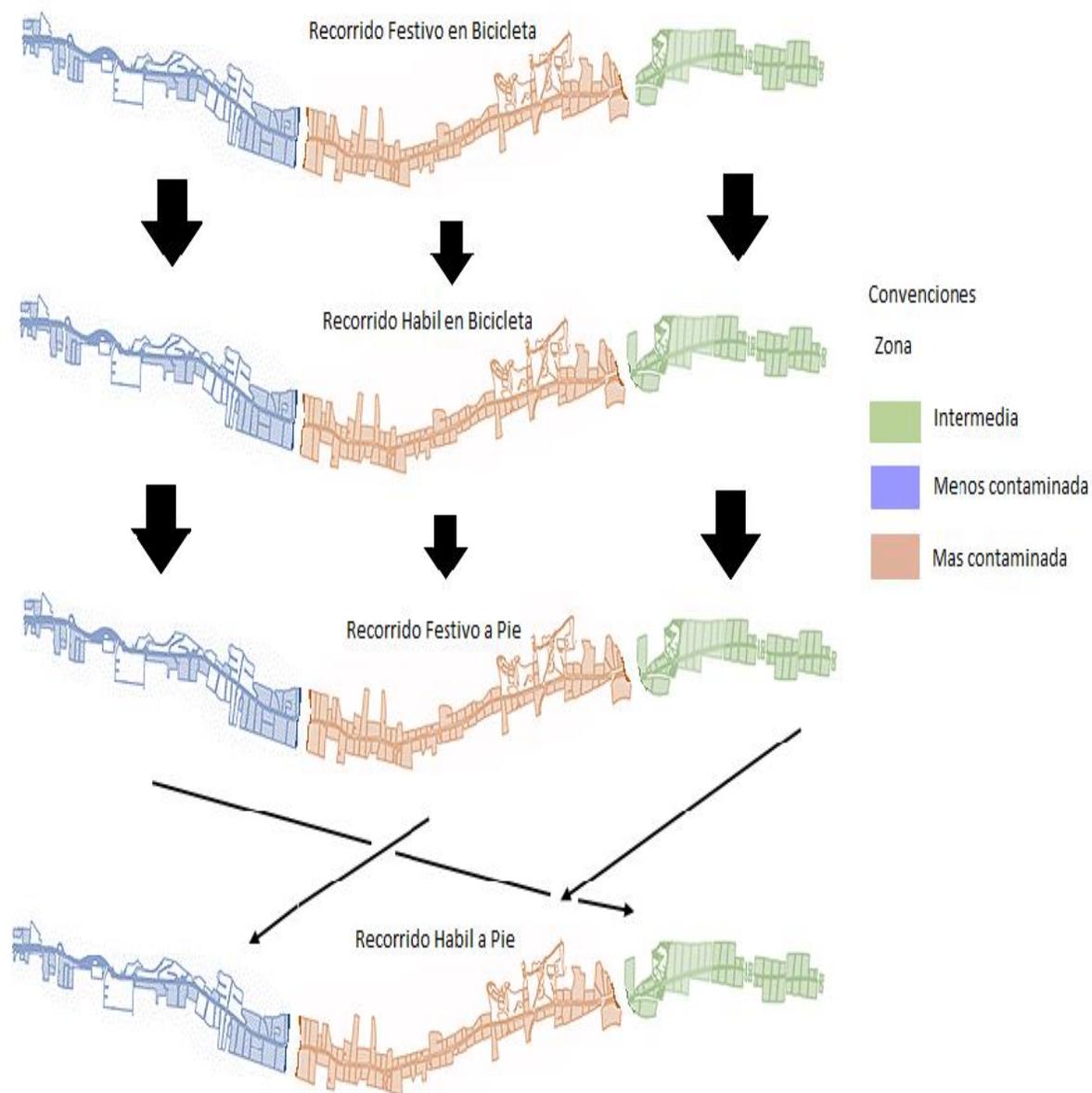


Figura 7. Plano de concentraciones por la avenida séptima, por recorrido.

En la figura 7, se puede observar que en los diferentes recorridos realizados por el corredor vial de la avenida carrera séptima existe una distribución constante del material particulado, evidenciando que el trayecto 2, comprendido entre las avenidas calle 26 y calle 72, es el sector donde mayor concentración de material particulado de halló, exceptuando el recorrido el día hábil a pie donde, como ya se expuso anteriormente, se presentó un evento poco habitual en la zona que

pudo alterar la concentración de material particulado de la zona, convirtiéndose en la zona con mayor riesgo para los ciudadanos que concurren el sector.

Así mismo se identifica al sector entre las calles 72 y la avenida calle 116, como el sector donde menor concentración de MP se halló, aun teniendo en cuenta la concentración hallada en el recorrido realizado el día hábil a pie, por lo cual esta zona se establece como el sector propicio para que los usuarios de la ciclovía realicen actividades recreativas y deportivas.

Asimismo se evidencio que el gran flujo automotor no es el único causante de las altas concentraciones de MP, ya que como se pudo observar el trayecto 3, sector con el mayor flujo vehicular, es el sector donde menor concentración de partículas se halló, evidenciado que son factores como la disposición estructural de la vía (Número de carriles, altura de los edificios, zonas verdes entre otros) y las condiciones meteorológicas, las que afectan directamente la calidad del aire de una sector específico.

6.3. Afecciones a los Usuarios de la Ciclovía Recreativa

El material particulado es uno de los contaminantes más importantes en términos de su posible afección sobre la salud humana, ya que puede ser agravante de enfermedades cardiovasculares, como las arritmias cardíacas, el asma, irritación de las vías aéreas entre otras (Wang et al., 2002).

La OMS en la guía de calidad del aire, establece que el material particulado representa un agravante a la salud, incluso en exposiciones de corta duración, logrando el aumento en la tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, en un 0,49% en ciudades Asiáticas, por el incremento en $10\mu\text{g}/\text{m}^3$. En Bogotá, según lo expresado por la Secretaria Distrital de Salud, tan solo el incremento de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ de MP, puede llegar a causar el aumento de hasta un 20% en las consultas por Enfermedades Respiratorias Agudas (2016). Además se estima que

en el primer trimestre del 2016 se incrementó la consulta de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) En un 16% con respecto al mismo periodo en 2015, llegando a notificar 9.726 casos (SDS, 2016).

A pesar de que la metodología empleada en este estudio no permite la comparación directa con los valores expuestos en las normas o los estándares nacionales e internacionales, se puede establecer que las concentraciones obtenidas, muestran una preocupante concentración de material particulado a lo largo de avenida carrera séptima, haciendo de los usuarios peatonales de este sector, altamente vulnerables a enfermedades respiratorias como sibilancia, tos frecuente e irritación en las vías respiratorias.

De esta forma, se identifica a las casi 300.000 personas que cada jornada hacen uso de la ciclovía recreativa de la carrera séptima (IDRD, 2016), como personas vulnerables ante las ya mencionadas enfermedades cardiorrespiratorias, causadas por la exposición a altas concentraciones de material particulado, especialmente aquellas que realizan actividad física pesada.

Estas concentraciones se hacen más peligrosas en la zona comprendida entre las avenidas Calle 39 y Calle 72, donde las características urbanas, como la altura y disposición de edificios y la poca existencia de zonas verdes, no permiten la adecuada dispersión de partículas generadas a la altura de vía, como las emisiones generadas por los vehículos automotores que transitan por el sector.

Finalmente, se reconoce el valor ambiental que trae consigo la realización de la ciclovía recreativa en la ciudad de Bogotá, sin embargo, se evidencian que las medidas tomadas por la administración distrital, en busca de otorgar a la ciudadanía, un ambiente limpio para el desarrollo de las actividades de recreación y el deporte, se están quedando cortas, exponiendo a los usuarios de la ciclovía a concentraciones de material particulado, que pueden afectar su salud. Por este motivo, se recomienda desarrollar nuevos estudios de calidad de aire a

nivel de la vía, donde las concentraciones llegan a superar, por mucho, los niveles establecidos por organismos internacionales.

De igual forma, se invita a los usuarios de la ciclovía recreativa, especialmente a los biciusuarios, a que tomen medidas para la protección de su salud cardiorrespiratoria, como el uso de caretas, pañuelos, tapabocas o de más elementos, que permitan establecer una barrera entre las altas concentraciones y sus vías respiratorias al momento de realizar actividades físicas.

7. CONCLUSIONES

- Las características urbanas propias de cada zona, tales como el tamaño y distribución de las edificaciones, el estado de las vías o la existencia o no de Zonas verdes, Junto con las condiciones meteorológicas, logran influir significativamente dentro de la calidad del aire, en cuestiones de material particulado, permitiendo o no la adecuada dispersión de partículas en zonas específicas.
- A pesar de no ser el único factor que altera las concentraciones de material particulado en la avenida carrera séptima, el flujo vehicular si es el máximo aportador en este en el sector, razón por la cual, el cierre parcial de la vía, para vehículos de automotores, es fundamental en el desarrollo de la ciclo vía recreativa, de esta forma se garantiza a los usuarios una disminución de aproximadamente un **40%** de concentración de MP, disminución que podría ser mucho mayor si el cierre fuera total, especialmente en las zonas urbanas que no permite una adecuada dispersión de los contaminantes.
- Se logra determinar que el trayecto comprendido entre las avenidas calle 26 y calle 72, es el sector donde mayores concentraciones de material particulado fueron encontradas, hallando concentraciones que sobrepasan el valor blanco hasta con un **143 %**, valor alarmante si tenemos en cuenta que esta zona es una de las más usadas por los usuarios de la ciclo vía de la avenida carrera séptima llegando a adoptar a aproximadamente **75000** personas por cada jornada de ciclo vía en los meses de Mayo, Junio y Julio del 2016 (IDRD, 2016).
- Se identifica al sector comprendido entre calles 72 y la avenida calle 116 como el sector donde las concentraciones de material particulado fueron más bajas, encontrando concentraciones que sobrepasan el nivel base por apenas un **39 %**, aun teniendo en cuenta que este sector representa la zona donde mayor flujo vehicular se presenta dentro de corredor vial.

- Pese a las grandes disminuciones de material particulado que se presentan los días festivos, especialmente en las zonas de alto flujo vehicular, la avenida carrera séptima sigue presentando concentraciones elevadas, que afectan directamente el funcionamiento físico de las personas que realizan actividades deportivas en la ciclo vía recreativa.
- Las concentraciones de material particulado establecidas en la avenida carrera séptima, especialmente las encontradas entre las avenidas calle 26 y calle 72, ponen a los usuarios peatonales de la zona en un nivel de vulnerabilidad altamente peligroso, frente a la predisposición o agravamiento de enfermedades como arritmias cardíacas, asma, rinitis, irritación de las vías aéreas, sibilancia y demás enfermedades cardiopulmonares.
- Finalmente se puede evidenciar que las personas que realizan los recorridos en medios mecánicos, como bicicletas, se encuentran expuestas al material particulado, en comparación a las personas que realizan trotes o caminatas, por lo cual se recomienda hacer uso de caretas protectoras, incluso en las jornadas de la ciclo vía recreativa.
- Al terminar se evidencio la tendencia del material particulado en el corredor vial la cual nos mostró una dirección de esta , contando con una única alteración en el recorrido hábil a pie, pero la cual fue imprevista en el momento por un descenso de escombros en el sector lo que estableció un cambio en la tendencia del MP
- Es importante resaltar que mediante las diferentes mediciones la calidad de aire, que requieren los bici usuarios y peatones no son las óptimas, pero si, se da a conocer mediante este proyecto, ante las entidades ambientales, podrían ver la magnitud de la incidencia que se está generando, para así controlar el MP ,y permitir un ambiente sano para los bogotanos.

BIBLIOGRAFIA

Ardila, 2012, decreto 582 de de 2012 Alcalde Mayor, Bogotá Dc, Registro Distrital 5032.

BGI incorporated. 2013. tetraCal_Ultra_Manual_2.0.1.pdf. [Recuperado en Linea: 10 Julio de 2016, 3:40pm]

Costa, 2010, resolución 610 de 2010 ministerio de ambiente, vivienda, y desarrollo territorial, Bogotá Dc, Diario 47.672.

Davids S, Schapira RM. The respiratory system: acute bronchitis. In: Bope ET, Kellerman RD, eds. *Conn's Current Therapy 2016*. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2014:chap 6.

Fajardo O & Rojas N. 2009. Determinación de la exposición de los usuarios de la ciclorruta en la calle 80 de Bogotá al PM.

Gamboa B. 2013. Análisis de la política de movilidad y peatonalización carrera séptima en Bogotá.

Garcia, J., I tortajada, J., Andreu, J., I Castell, J., Conesa, A., Tornero, o., Martin, I Garcia, V., Soto, B. y Alaponte, E.(2001) El pediatra y la incineración de residuo solidos. Conceptos básicos y efectos adversos en la salud humana. *Rev Esp Pediatr*, 57,473 – 490.

Hernández, Bohórquez, Pinzón, Guzmán, Moreno, 2012, Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia, Impreso en Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Instituto de Desarrollo Urbano. sf. Guía de diseño de Vías Urbanas en Bogotá PDF. [Recuperado en línea: 30 Noviembre 2016, 12:48 pm].

Instituto Distrital de Recreación y Deporte, 2016. La ciclovía Bogotana y su historia. [Recuperado en: <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/?q=node/1606>] [Consultado en línea 28 Septiembre 2016]

Instituto Distrital de Recreación y Deporte, 2016. Reporte de asistencia promedio por jornada. [Recuperado en la web: <http://www.idrd.gov.co/SIM/Ciclovía/Consultas/ConsultaCiclovía.php>].

Miguel, Efectos del material particulado en la salud. Reseña. [ubicado en : <http://www.zonahospitalaria.com/efectos-del-material-particulado-en-la-salud/>] [recuperado en línea: 2 mayo 2017, 2:00pm].

Morales 2008. Contaminación atmosférica urbana episodios críticos de contaminación ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. Ed Universitaria S.A. Santiago de Chile.

Mortiz. 2015. Cerca de 1'700.000 de ciudadanos disfrutan de la ciclovía cada domingo. Reseña. [Ubicado en: www.bogota.gov.co/article/] [Recuperado en línea: 28 de agosto 2015, 2:38 pm]

Organización mundial de la salud, 2006, resumen evaluación de los riesgos, Las publicaciones de la Organización Mundial de la Salud pueden solicitarse a Ediciones de la OMS, Organización Mundial de la Salud, 20 Avenue Appia,

Organización mundial de la salud, OMS. 2009. Manual para implementar y promocionar la ciclovía recreativa. [Ubicada en <http://cicloviarecreativa.uniandes.edu.co/>] [Recuperado en línea: 04 Agosto 2015, 11:22 pm].

Polichetti, G., Cocco, S., Spinalli, A., Trimarco, V. y Nunziata, A. (2009) Effects of particulate matter (PM10, PM2.5 y PM1) on the cardiovascular system, Toxicology, 261, 1-8.

Secretaria Distrital de movilidad. 2013. Interventoría técnica, administrativa y financiera para la toma de información de campo como insumo del programa de monitoreo, seguimiento y planeación del tránsito y transporte de Bogotá D.C.

Sensidyne. 2016. Product specifications Gilian GilAir.3. [Ubicado en <http://www.sensidyne.com/Support>]. [Recuperado en línea: 10 Julio 2016, 3:36 pm].

Sierra M. 2006. Establecer la asociación existente entre las variantes meteorológicas temperatura, velocidad del viento y precipitación y las concentraciones de material particulado registradas en la des de calidad del aire en Bogotá DC. Trabajo de grado, Ingeniería Ambiental y Sanitaria, universidad de la Salle. Bogotá DC. Colombia.

Silva J y Canchala T. 2013. Variación espacial y temporal de concentraciones de PM10 en el área urbana de Santiago de Cal, Colombia. Revista Ingeniería de los recursos Naturales y del ambiente. 12.

Valdés. Sf. Material particulado. Chemical Engineering. [Ubicado en web: sites.google.com/site/chemicalengineeringdrvaldes/medio-ambiente/material-particulado] Recuperado en línea el: 1 noviembre de 2016]

Vargas, C. 2011. Efectos de la fracción gruesa del material particulado sobre la salud humana. [Ubicado en: http://www.sinia.cl/1292/articles-51242_Estudio_cvargas.pdf] [Recuperado en línea: 28 de agosto 2015, 3:42 pm]

Velasco, 2007, Decreto 492 de 2007 Alcalde Mayor, Bogota Dc, Registro Distrital 3866.

Gordillo, nicolas, 2015, Bogota un caos total, [ubicada en: <http://contextosycoyunturas10.blogspot.com.co/2015/03/bogota-un-caos-capitalino.html>].

UNT gases de minas, ventilación minera- ing. De minas cod: 0513400908 [ubicado en: http://www.academia.edu/4026265/inhalacion_de_oxigeno_y_aire_en_la_respiracion_humana_actividad_reposo_moderada_muy_vigorosa]

ANEXOS

Anexo 2 Datos de muestreos, fase de campo.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS REPORTE		ANEXO 1 FECHA MARZO 15 2016											
INFORME DE LABORATORIO PESAJE DE FILTROS DE CALIDAD DE AIRE		INFORMACION GENERAL											
LABORATORIO DESARROLLADO		CALIDAD DE AGUAS		DIRECCION		CRA 5 ESTE # 15- 82		DIAS MUESTREO		20			
CIUDAD		BOGOTA		NUMERO TRAMOS		4		20		D.C			
PROYECTO		COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL PARTICULADO Y SU INCIDENCIA EN LOS USUARIOS DE LA CICLOVIA RECREATIVA DE LA CRA 7 EN BOGOTA											
LUGAR DE MUESTREO		UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS											
RESPONSABLE DE LOS MUESTREOS		CARLOS ALBERTO TORRES - OLIVER GALINDO PERDOMO		PERIODO DEL MUESTREO		INICIO		09/05/2016		FIN		17/07/2016	
Recorrido		Condiciones del Recorrido											
		Fecha	Hora inicio	Hora fin	Tiempo (")	T° inicial (°C)	T° final (°C)	U _{comb}	P _m	L (µm)			
Fp1	1	09/05/2016	11:39 a. m.	12:21 a. m.	42	18,7	24,2	21	2,37				
Fp2	2	09/05/2016	10:36 a. m.	11:39 a. m.	63	18,7	24,2	21	2,37				
Fp3	3	09/05/2016	9:34 a. m.	10:31 a. m.	57	18,7	24,2	21	2,37				
Fp4	4	09/05/2016	7:00 a. m.	9:24 a. m.	144	19,1	20,2	20	2,27				
Hp1	6	13/05/2016	7:40 a. m.	8:10 a. m.	30	18,4	19,7	19	2,92				
Hp2	7	13/05/2016	8:15 a. m.	8:40 a. m.	25	19,7	19,1	19	2,92				
Hp3	8	13/05/2016	8:45 a. m.	9:55 a. m.	70	19,1	19,8	19	2,92				
Hp4	9	13/05/2016	10:00 a. m.	12:30 p. m.	150	19,8	18,6	19	2,93				
Fb1	11	06/06/2016	7:40 a. m.	7:59 a. m.	19	18,5	20,1	19	2,34				
Fb2	12	06/06/2016	8:00 a. m.	8:17 a. m.	17	20,1	19,6	20	2,34				
Fb3	13	06/06/2016	8:20 a. m.	8:43 a. m.	23	19,6	19,7	20	2,34				
Fb4	10	06/06/2016	8:50 a. m.	10:00 a. m.	70	19,7	20,1	20	2,345				
Hb1	15	08/07/2016	6:35 a. m.	7:00 a. m.	25	18,2	17,2	18	2,375				
Hb2	19	08/07/2016	7:00 a. m.	7:19 a. m.	19	18,2	17,2	18	2,375				
Hb3	20	08/07/2016	7:19 a. m.	7:40 a. m.	21	18,2	17,2	18	2,375				
Hb4	21	08/07/2016	7:45 a. m.	8:31 a. m.	46	17,2	18,8	18	2,25				
blanco 1	22	17/07/2016	9:02 a. m.	10:03 a. m.	61	19,2	21,2	20	2,375				
blanco 2	23	17/07/2016	10:05 a. m.	11:07 a. m.	62	19,2	21,2	20	2,375				

ELABORO

REVISO

APROBO

Anexo 3 Formatos de Campo Diligenciados.

		Plantilla de campo - Monitoreo de material particulado, PM10. Equipo personal GilAir3. Estudio comportamiento de PM10, ciclovía recreativa 7°, Bogotá.	
Fecha:	Filtro:	Recorrido:	
Hora inicio	Hora final	Observaciones	
Tem. Inicio	Tem. Final		
Pr. Atm. Inicio	Pr. Atm. Final		
Caudal estándar:		Levantamiento de polvo: Si No	
Estado climatológico		Trabajos en el sector: Si No	
		Quemas: SiNo	
Nublado ____ Despejado ____ Lluvia ____		Precipitaciones: Si No	
		Otro: _____	
Operario:		_____	

		Plantilla de campo - Monitoreo de material particulado, PM10. Equipo personal GilAir3. Estudio comportamiento de PM10, ciclovía recreativa 7°, Bogotá.	
Fecha:	Filtro:	Recorrido:	
Hora inicio	Hora final	Observaciones	
Tem. Inicio	Tem. Final		
Pr. Atm. Inicio	Pr. Atm. Final		
Caudal estándar:		Levantamiento de polvo: Si No	
Estado climatológico		Trabajos en el sector: Si No	
		Quemas: SiNo	
Nublado ____ Despejado ____ Lluvia ____		Precipitaciones: Si No	
		Otro: _____	
Operario:		_____	

Anexo 4 Registro Fotográfico de las obras adelantadas por la zona de estudio.

Fotografía 1: carrera 7# 61-24, Demolición del Predio.



Fotografía 2: carrera 7 # 65- 40, Reparación de Adoquín.



Fotografía 3: carrera 7# 79b – 28, Construcción de Edificio.



Fotografía 4: carrera 7 # 93 – 80, Construcción de edificio.



Fotografía 5: carrera 7 # 100, Excavaciones.



Anexo 5 Aforos de Flujo vehicular horario, Secretaria Distrital de Movilidad tomado del año 2016

PROMEDIO HORARIO DE FLUJO VEHICULAR: TRAYECTO 1					
Hora	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
7:00 - 8:00	2998	332	149	2004	5483
8:00 - 9:00	2188	184	103	1219	3694
9:00 - 10:00	2500	189	101	1197	3987
10:00 - 11:00	1866	148	142	994	3150
11:00 -12:00	1320	105	60	650	2135
12:00 - 13:00	1130	140	116	617	2003
Total	12002	1098	671	6681	20452
PROMEDIO HORARIO DE FLUJO VEHICULAR: TRAYECTO 2					
Hora	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
7:00 - 8:00	12991	1970	189	3112	18261
8:00 - 9:00	12471	2123	247	2402	17243
9:00 - 10:00	11869	1977	335	2751	16932
10:00 - 11:00	12465	6517	335	3077	22394
11:00 -12:00	12070	1873	317	2970	17230
12:00 - 13:00	11631	1989	324	2777	16720
Total	73496	16450	1745	17089	108780
PROMEDIO HORARIO DE FLUJO VEHICULAR: TRAYECTO 3					
Hora	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
7:00 - 8:00	18325	1657	408	4132	24522
8:00 - 9:00	18609	1472	499	3460	24039
9:00 - 10:00	20713	1336	589	3210	25848
10:00 - 11:00	20575	1309	576	3275	25735
11:00 -12:00	21283	1269	489	3404	26444
12:00 - 13:00	22315	1270	360	3331	27275
Total	121819	8312	2921	20811	153862

Anexo 6 Reportes de Calidad del Aire.

Reporte Estación Ministerio de Ambiente, Recorrido Día festivo a pie.

Seleccionar Fecha 09-05-2016 1:00 Estación MinAmbiente

Fecha y Hora	PM10 µg/m3	Precipitacion mm	Vel Viento m/s	Dir Viento Grados
09-05-2016 1:00	18,0	0,1	1,3	105
09-05-2016 2:00	15,1	0,0	0,9	107
09-05-2016 3:00	13,4	0,0	0,8	117
09-05-2016 4:00	17,5	0,0	0,5	117
09-05-2016 5:00	17,5	0,0	0,7	113
09-05-2016 6:00	16,8	0,0	0,8	115
09-05-2016 7:00	22,4	0,0	0,6	104
09-05-2016 8:00	26,1	0,0	0,2	63
09-05-2016 9:00	30,2	0,0	0,9	296
09-05-2016 10:00	21,7	0,0	0,3	66
09-05-2016 11:00	9,0	0,0	3,2	80
09-05-2016 12:00	11,5	0,0	2,8	84
09-05-2016 13:00	13,9	0,0	2,5	91
09-05-2016 14:00	13,9	0,0	2,6	115
09-05-2016 15:00	13,2	0,0	2,5	93
09-05-2016 16:00	12,9	0,0	3,7	80
09-05-2016 17:00	13,9	0,0	1,9	112
09-05-2016 18:00	13,7	0,0	3,6	78
09-05-2016 19:00	13,9	0,0	1,7	85

Reporte Estación San Cristobal, Recorrido Día festivo a pie

Seleccionar						Tipo de	
Fecha	09-05-2016 1:00	Estación			San Cristobal	Reporte	AVG
Fecha y Hora	Temperatura	Precipitacion	Dir Viento	Vel Viento	Rad Solar	PM10	Humedad
	C°	mm	Grados	m/s	W/M2	µg/m3	%
09-05-2016 1:00	11,6	0,0	104	0,6	0	6,5	72
09-05-2016 2:00	11,8	0,0	81	0,2	0	6,0	70
09-05-2016 3:00	11,8	0,0	83	1,1	0	3,4	70
09-05-2016 4:00	11,6	0,0	86	1,6	0	2,2	70
09-05-2016 5:00	11,5	0,0	81	1,4	0	3,7	70
09-05-2016 6:00	11,4	0,0	93	0,9	2	9,3	70
09-05-2016 7:00	11,8	0,0	100	0,2	74	16,7	71
09-05-2016 8:00	13,5	0,0	329	0,3	183	16,0	66
09-05-2016 9:00	14,2	0,0	52	0,1	249	14,5	63
09-05-2016 10:00	15,5	0,0	105	1,7	396	9,8	55
09-05-2016 11:00	17,1	0,0	116	1,9	579	6,0	49
09-05-2016 12:00	16,8	0,0	102	3,1	567	7,5	48
09-05-2016 13:00	17,8	0,0	99	2,3	478	7,5	45
09-05-2016 14:00	18,4	0,0	94	2,1	551	8,5	43
09-05-2016 15:00	17,9	0,0	107	3,0	398	12,7	46
09-05-2016 16:00	16,4	0,0	108	3,4	190	12,9	50
09-05-2016 17:00	16,1	0,0	110	2,6	173	10,5	50
09-05-2016 18:00	15,5	0,0	151	0,5	46	9,3	51
09-05-2016 19:00	14,8	0,0	96	1,3	0	6,3	51
09-05-2016 20:00	14,4	0,0	91	1,2	0	7,5	53

Reporte Estación Ministerio de Ambiente, Recorrido Día hábil a Pie.

Seleccionar
 Fecha 13-05-2016 1:00 Estación MinAmbiente

Fecha y Hora	PM10	Precipitacion	Vel Viento	Dir Viento
	µg/m3	mm	m/s	Grados
13-05-2016 1:00	17,4	0,0	0,6	106
13-05-2016 2:00	29,0	0,0	0,7	119
13-05-2016 3:00	19,7	0,0	0,7	137
13-05-2016 4:00	20,5	0,0	0,3	146
13-05-2016 5:00	43,0	0,0	0,2	2
13-05-2016 6:00	44,7	0,0	0,3	148
13-05-2016 7:00	66,4	0,0	0,0	220
13-05-2016 8:00	54,1	0,0	2,3	203
13-05-2016 9:00	24,6	0,0	3,6	155
13-05-2016 10:00	14,6	0,3	2,1	121
13-05-2016 11:00	17,6	1,7	2,9	102
13-05-2016 12:00	19,0	1,7	3,7	152
13-05-2016 13:00	16,3	1,1	2,3	110
13-05-2016 14:00	13,4	0,2	2,8	89
13-05-2016 15:00	26,0	0,0	2,7	76
13-05-2016 16:00	42,4	0,0	1,6	79
13-05-2016 17:00	44,6	0,0	1,0	85
13-05-2016 18:00	28,5	0,0	2,1	91
13-05-2016 19:00	39,2	0,0	0,9	104

Reporte Estación San Cristobal, Recorrido Día hábil a Pie.

Seleccionar

Fecha 13-05-2016 1:00

Estación San Cristobal Tipo de Reporte AVG

Fecha y Hora	Temperatura	Precipitacion	Dir Viento	Vel Viento	Rad Solar	PM10	Humedad
	C°	mm	Grados	m/s	W/M2	µg/m3	%
13-05-2016 1:00	12,1	0,0	81	0,5	0	9,1	64
13-05-2016 2:00	12,8	0,0	318	0,2	0	9,3	63
13-05-2016 3:00	12,6	0,0	246	0,0	0	7,5	64
13-05-2016 4:00	12,4	0,0	87	0,4	0	9,6	65
13-05-2016 5:00	12,1	0,0	344	0,0	0	34,1	67
13-05-2016 6:00	11,9	0,0	270	0,0	0	46,5	68
13-05-2016 7:00	11,6	0,4	68	0,2	13	47,8	74
13-05-2016 8:00	12,3	0,1	135	1,8	67	34,8	68
13-05-2016 9:00	12,9	0,0	123	3,7	70	8,5	61
13-05-2016 10:00	11,8	2,5	120	4,9	68	8,0	63
13-05-2016 11:00	11,1	2,6	112	4,3	89	2,0	67
13-05-2016 12:00	11,2	2,0	123	4,1	122	4,0	66
13-05-2016 13:00	10,9	1,8	122	3,8	121	8,3	66
13-05-2016 14:00	11,2	0,2	120	3,4	191	4,0	65
13-05-2016 15:00	12,9	0,0	108	3,2	192	1,6	58
13-05-2016 16:00	14,2	0,0	354	0,7	215	6,9	53
13-05-2016 17:00	14,1	0,0	0	1,4	145	41,9	55
13-05-2016 18:00	13,5	0,0	73	0,3	26	25,7	56
13-05-2016 19:00	12,5	0,0	97	1,5	0	23,8	59

Reporte Estación Ministerio de Ambiente, Recorrido día Festivo en Bicicleta

Seleccionar

Fecha 06-06-2016 1:00

Estación MinAmbiente

Fecha y Hora	PM10	Precipitacion	Vel Viento	Dir Viento
	µg/m3	mm	m/s	Grados
06-06-2016 1:00	22,5	0,0	1,1	116
06-06-2016 2:00	21,2	0,0	1,2	132
06-06-2016 3:00	19,7	0,0	0,8	154
06-06-2016 4:00	24,9	0,0	0,6	123
06-06-2016 5:00	26,0	0,0	0,5	135
06-06-2016 6:00	32,7	0,0	0,6	132
06-06-2016 7:00	34,1	0,0	0,6	109
06-06-2016 8:00	49,0	0,0	0,6	66
06-06-2016 9:00	55,9	0,0	0,7	281
06-06-2016 10:00	48,3	0,0	1,3	291
06-06-2016 11:00	39,1	0,0	1,3	293
06-06-2016 12:00	37,4	0,0	0,2	240
06-06-2016 13:00	34,3	0,0	1,9	231
06-06-2016 14:00	14,8	0,1	0,8	190
06-06-2016 15:00	15,3	0,1	2,4	69
06-06-2016 16:00	17,9	0,0	2,0	77
06-06-2016 17:00	15,5	0,0	2,1	63

Reporte Estación San Cristobal, Recorrido día Festivo en Bicicleta

Seleccionar						Tipo de	
Fecha	06-06-2016 1:00	Estación San Cristobal				Reporte	AVG
Fecha y Hora	Temperatura	Precipitacion	Dir Viento	Vel Viento	Rad Solar	PM10	Humedad
	C°	mm	Grados	m/s	W/M2	µg/m3	%
06-06-2016 1:00	9,8	0,0	89	2,5	0		63
06-06-2016 2:00	9,7	0,0	87	2,4	0		62
06-06-2016 3:00	9,4	0,0	92	2,0	0		64
06-06-2016 4:00	9,9	0,0	92	1,6	0		62
06-06-2016 5:00	9,4	0,0	69	2,1	0		64
06-06-2016 6:00	8,9	0,0	86	2,1	5		65
06-06-2016 7:00	9,8	0,0	80	0,3	75		63
06-06-2016 8:00	13,1	0,0	347	0,4	357		55
06-06-2016 9:00	14,6	0,0	341	1,3	390		49
06-06-2016 10:00	16,3	0,0	329	0,7	472		45
06-06-2016 11:00	16,4	0,0	348	0,8	435		45
06-06-2016 12:00	17,4	0,0	346	1,5	511		43
06-06-2016 13:00	16,7	0,0	68	1,8	355		46
06-06-2016 14:00	15,1	0,4	108		286		56
06-06-2016 15:00	15,2	0,1	110	3,1	442		57
06-06-2016 16:00	16,5	0,0	125	2,3	376		50
06-06-2016 17:00	15,6	0,0	113	2,0	199		51
06-06-2016 18:00	14,8	0,0	123	2,1	70		53
06-06-2016 19:00	13,8	0,0	100	1,5	0		55

Reporte Estación Ministerio de Ambiente, Recorrido día hábil en Bicicleta.

Seleccionar

Fecha 08-07-2016 1:00

Estación MinAmbiente

Tipo de Reporte

Fecha y Hora	PM10	Precipitacion	Vel Viento	Dir Viento
	µg/m3	mm	m/s	Grados
08-07-2016 1:00	13,4	0,0	0,1	173
08-07-2016 2:00	14,4	0,0	0,8	108
08-07-2016 3:00	13,7	0,0	1,1	127
08-07-2016 4:00	12,5	0,0	1,6	243
08-07-2016 5:00	13,9	0,0	1,6	230
08-07-2016 6:00	15,4	0,0	2,2	231
08-07-2016 7:00	23,4	0,0	1,7	201
08-07-2016 8:00	22,2	0,0	1,6	202
08-07-2016 9:00	21,0	0,0	2,0	199
08-07-2016 10:00	20,0	0,0	1,5	182
08-07-2016 11:00	16,7	0,0	4,3	196
08-07-2016 12:00	16,7	0,0	4,8	207
08-07-2016 13:00	24,2	0,0	4,3	194
08-07-2016 14:00	20,6	0,0	5,5	186
08-07-2016 15:00	22,1	0,0	4,9	183
08-07-2016 16:00	22,8	0,0	2,6	201
08-07-2016 17:00	21,4	0,0	1,4	173
08-07-2016 18:00	16,8	0,0	2,7	67
08-07-2016 19:00	18,2	0,0	2,9	70

Reporte Estación San Cristobal, Recorrido día hábil en Bicicleta.

Seleccionar Fecha 08-07-2016 1:00 Estación San Cristobal Tipo de Reporte AVG

Fecha y Hora	Temperatura	Precipitacion	Dir Viento	Vel Viento	Rad Solar	PM10	Humedad
	C°	mm	Grados	m/s	W/M2	µg/m3	%
08-07-2016 1:00	11,9	0,0	347		0	8,0	63
08-07-2016 2:00	12,1	0,0	100		0	7,0	61
08-07-2016 3:00	11,8	0,0	55		0	3,0	62
08-07-2016 4:00	11,6	0,0	245		0	4,0	64
08-07-2016 5:00	11,7	0,0	8		0	9,0	62
08-07-2016 6:00	11,8	0,0	230		1	13,0	60
08-07-2016 7:00	12,2	0,0	230		53	14,0	57
08-07-2016 8:00	12,6	0,1	169		161	14,0	56
08-07-2016 9:00	13,2	0,0	96		331	10,0	52
08-07-2016 10:00	13,8	0,0	98		534	18,0	49
08-07-2016 11:00	14,9	0,0	168		719	18,0	46
08-07-2016 12:00	14,9	0,0	107		630	10,0	46
08-07-2016 13:00	15,6	0,0	86		724	9,0	45
08-07-2016 14:00	16,1	0,0	117		417	9,0	43
08-07-2016 15:00	15,6	0,0	137		629	11,0	45
08-07-2016 16:00	16,3	0,0	98		633	17,0	42
08-07-2016 17:00	15,9	0,0	119		327	12,0	43
08-07-2016 18:00	14,5	0,0	98		43	13,0	47
08-07-2016 19:00	13,2	0,0	79		1	16,0	52

Reporte Estación Centro de alto Rendimiento, Recorrido blanco.

Seleccionar

Fecha 17-07-2016 1:00

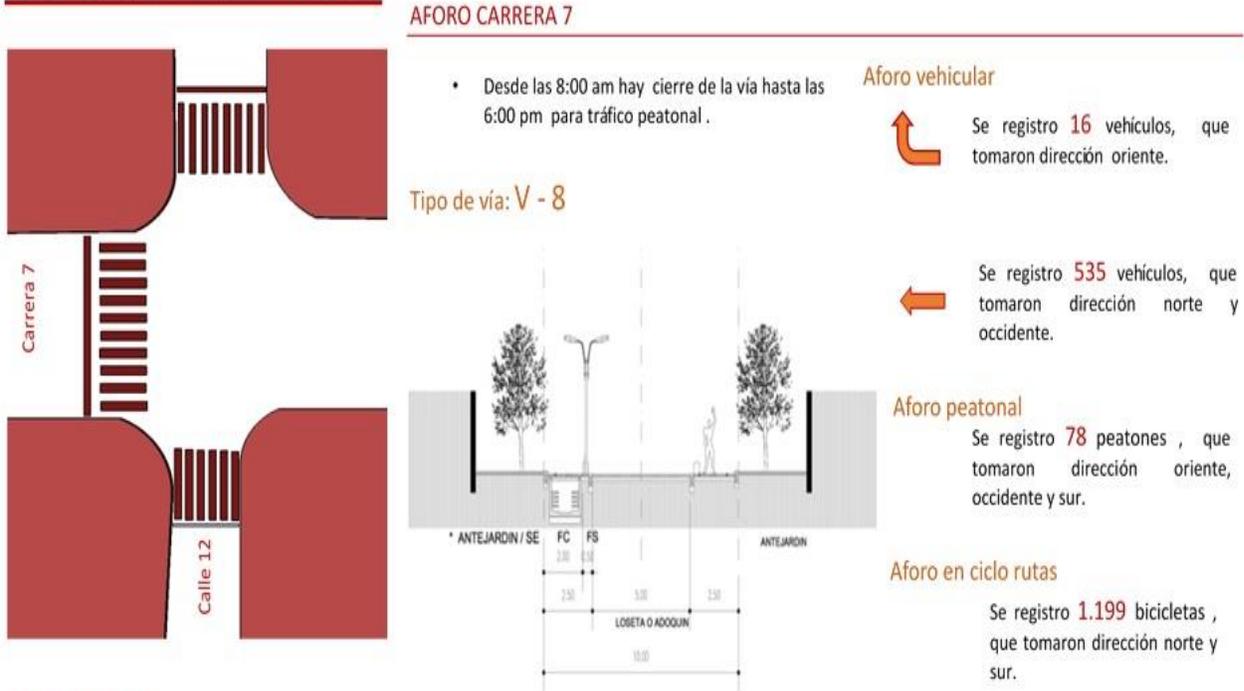
Centro de Alto
Estación Rendimiento

Fecha y Hora	Dir Viento	Vel Viento	PM10
	Grados	m/s	µg/m3
17-07-2016 1:00	161	0,1	27,0
17-07-2016 2:00	170	0,6	26,0
17-07-2016 3:00	159	0,2	17,0
17-07-2016 4:00	274	0,1	21,0
17-07-2016 5:00	304	0,6	8,0
17-07-2016 6:00	167	0,4	10,0
17-07-2016 7:00	342	0,9	19,0
17-07-2016 8:00	233	0,7	6,0
17-07-2016 9:00	279	0,7	6,0
17-07-2016 10:00	284	4,1	5,0
17-07-2016 11:00	331	1,4	8,0
17-07-2016 12:00	20	2,3	12,0
17-07-2016 13:00	27	2,7	8,0
17-07-2016 14:00	6	2,3	6,0
17-07-2016 15:00	6	2,0	16,0
17-07-2016 16:00	5	2,1	8,0
17-07-2016 17:00	351	2,1	7,0
17-07-2016 18:00	333	1,6	7,0
17-07-2016 19:00	343	1,0	7,0

Anexo 7 Nodos Viales e intersecciones del corredor vial.

A continuación, se muestra la figura 3 comprendida del nodo vial (cra 7 cll 12,) la cual muestra sus intersecciones, no obstante se podrá observar el tipo de vía , el aforo vehicular , aforo peatonal, y el aforo en las ciclo rutas, dándonos una totalidad de aforos según el tipo de transporte vehicular.

NODO VIAL Cra 7 – Cll. 12



AFORO CALLE 12

Aforo vehicular

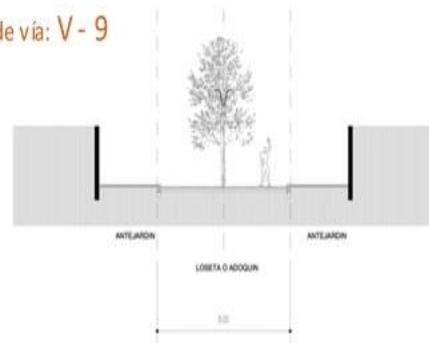
Se registro **316** vehículos, que tomaron dirección norte y oriente.

Se registro **379** vehículos, que tomaron dirección sur y oriente.

Aforo en ciclo rutas

Se registro **395** bicicletas , que tomaron dirección oriente y occidente.

Tipo de vía: V - 9



Total de aforos según tipo de transporte vehicular

6.068	423	147	1.720
Automóviles	Bus	Camines	Motos

Total de aforo vehicular

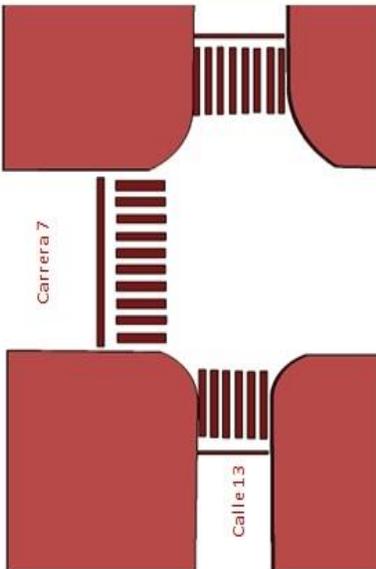
8.163
Vehículos

Observación:

- Esta información fue toma el día 11 de Marzo del 2013.
- Se registro un aforo mayor en las horas de 6:00 pm a 7:00 pm

la figura 4 comprendida del nodo vial (cra 7 cll 13,) la cual muestra sus intersecciones, no obstante se podrá observar el tipo de vía , el aforo vehicular , aforo peatonal, y el aforo en las ciclo rutas, dándonos una totalidad de aforos según el tipo de transporte vehicular.

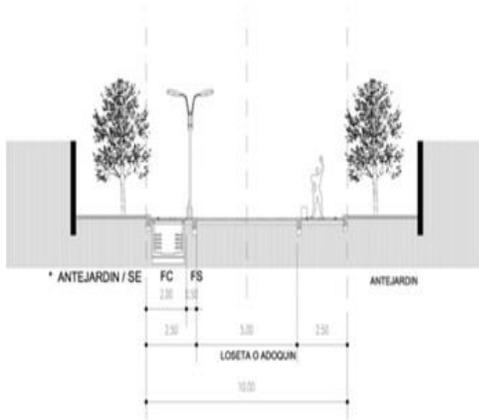
NODO VIAL Car 7 – Cll. 13



AFORO CARRERA 7

- Desde las 8:00 am hay cierre de la vía hasta las 6:00 pm para tráfico peatonal.

Tipo de vía: V - 8



Aforo vehicular



Se registro **26** vehículos, que tomaron dirección oriente.



Se registro **535** vehículos, que tomaron dirección norte.

Aforo peatonal

Se registro **78** peatones, que tomaron dirección oriente, occidente y sur.

Aforo en ciclo rutas

Se registro **710** bicicletas, que tomaron dirección norte y sur.

AFORO CALLE 12

Aforo vehicular



Se registro **494** vehículos, que tomaron dirección norte.



Se registro **170** vehículos, que tomaron dirección sur.

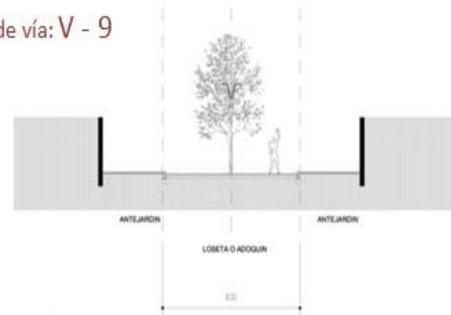


Se registro **387** vehículos, que tomaron dirección occidente.

Aforo en ciclo rutas

Se registro **395** bicicletas, que tomaron dirección oriente y occidente.

Tipo de vía: V - 9



Total de aforos según tipo de transporte vehicular

6.246	916	310	3.272
Automóviles	Bus	Camiones	Motos

Total de aforo vehicular

10.520
Vehículos

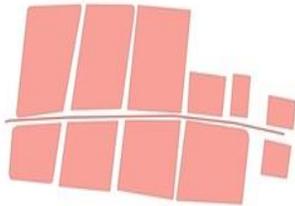
Observación:

- Esta información fue tomada el día 11 de Marzo del 2013.
- Se registro un aforo mayor en las horas de 6:00 pm a 7:00 pm

La figura 5 comprendida del trayecto 1(cil 13 – calle 19) la cual muestra sus trayectos , se observa la particularidad de los edificios los cuales Identifica las máximas alturas y la mínimas alturas

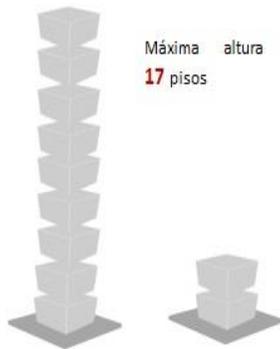
TRAYECTO 1 CALLE 13 - CALLE 19

El trayecto inicia desde la Localidad de la Candelaria hasta el interior de la Localidad de Santa Fe que es un sector de conservación patrimonio.



Altura registrada

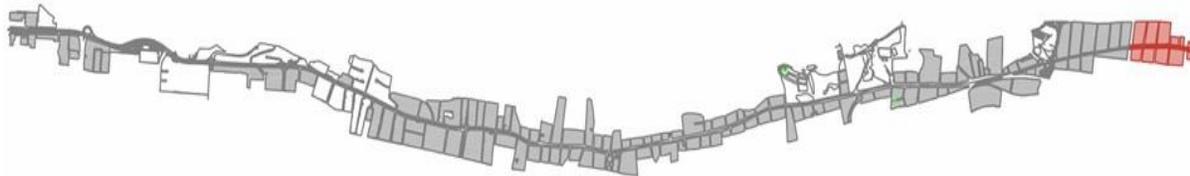
La altura que se observa en el trayecto de la calle 13 hasta la calle 19, sobre la carrera 7 es de:



Trayecto 1 - inicio: calle 13

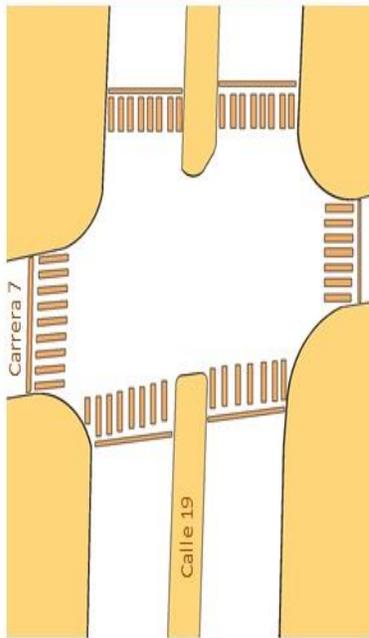


Trayecto 1 - finalización: calle 19



La figura 6 comprendida del nodo vial (cra 7 cil 19,) la cual muestra sus intersecciones, también se observa el tipo de vía , el aforo vehicular , aforo peatonal, y el aforo en las ciclo rutas, dándonos una totalidad de aforos según el tipo de transporte vehicular.

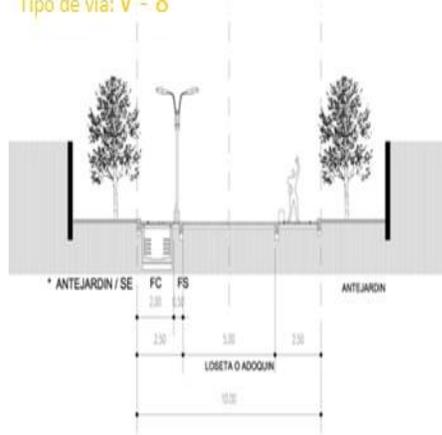
NODO VIAL Car 7 – Cll. 19



AFORO CARRERA 7

- Desde las 8:00 am hay cierre de la vía hasta las 6:00 pm para tráfico peatonal.

Tipo de vía: V - 8



Aforo vehicular



Se registro **40** vehículos, que tomaron dirección oriente.



Se registro **141** vehículos, que tomaron dirección norte.



Se registro **34** vehículos, que tomaron dirección occidente.

Aforo peatonal

Se registro **293** peatones, que tomaron dirección oriente, occidente y sur.

Aforo en ciclo rutas

Se registro **372** bicicletas, que tomaron dirección norte y sur.

AFORO CALLE 19

Aforo vehicular



Se registro **945** vehículos, que tomaron dirección occidente.



Se registro **1.211** vehículos, que tomaron dirección oriente.

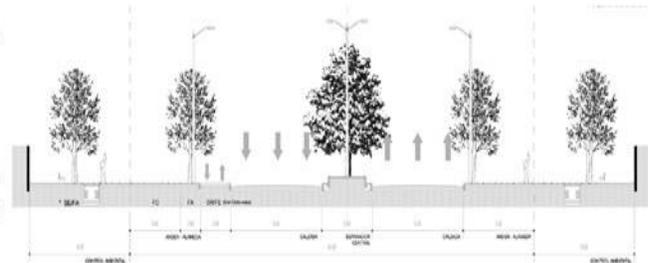


Se registro **231** vehículos, que tomaron dirección norte.

Aforo en ciclo rutas

Se registro **2.230** bicicletas, que tomaron dirección oriente y occidente.

Tipo de vía: V - 2A



Total de aforos según tipo de transporte vehicular

13.142	6.868	575	5.728
Automóviles	Bus	Camiones	Motos

Total de aforo vehicular

31.223
Vehículos

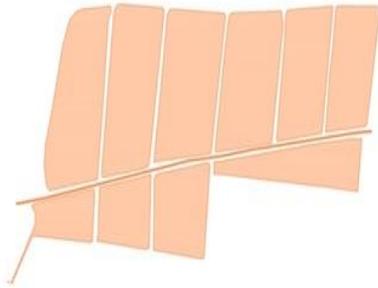
Observación:

- Esta información fue tomada el día 19 de Agosto del 2014.
- Se registro un aforo mayor en las horas de 7:00 am a 8:00 am

La figura 7 comprendida del trayecto 2 (cll 19 – calle 26) la cual muestra sus trayectos, se observa la particularidad de los edificios los cuales identifica las máximas alturas y la mínimas alturas

TRAYECTO 2 CALLE 19 - CALLE 26

El trayecto se encuentra al interior de la Localidad de Santa Fe



Altura registrada

La altura que se observa en el trayecto de la calle 13 hasta la calle 19, sobre la carrera 7 es de:



Máxima altura **50** pisos, la torre Colpatría, y otras edificaciones de 30 a 10 pisos predominando el trayecto.

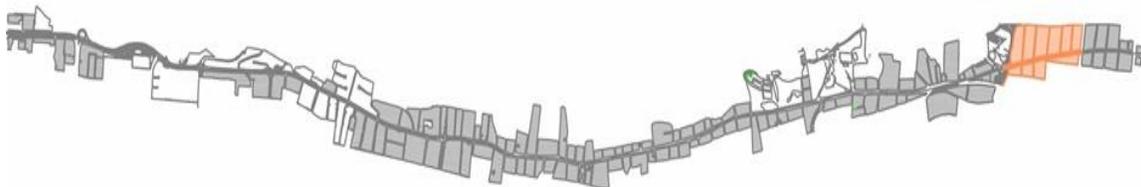


Mínima altura **2** pisos

Trayecto 2 - inicio: calle 19

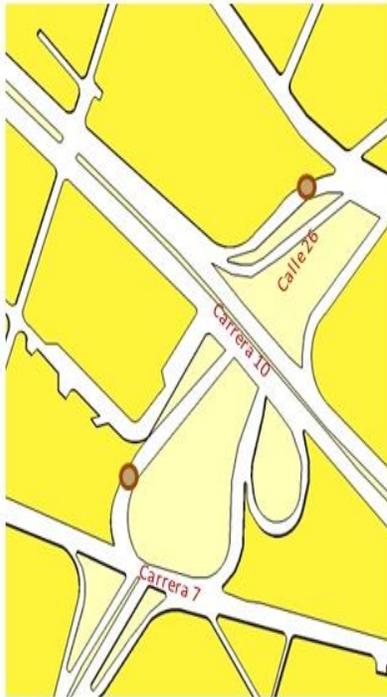


Trayecto 2 - finalización: calle 26

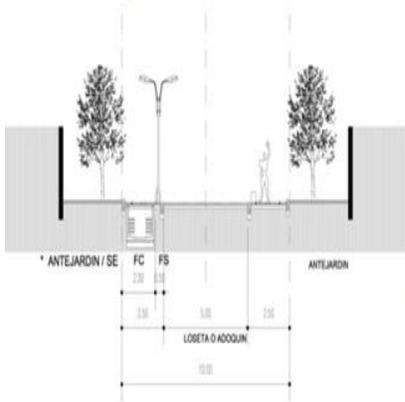


La figura 8 comprendida del nodo vial (cra 7 cll 26) la cual muestra sus intersecciones, también se observa el tipo de vía, el aforo por orientación del norte, occidente, y sur dándonos una totalidad de aforos por bicicleta u otro tipo de transporte.

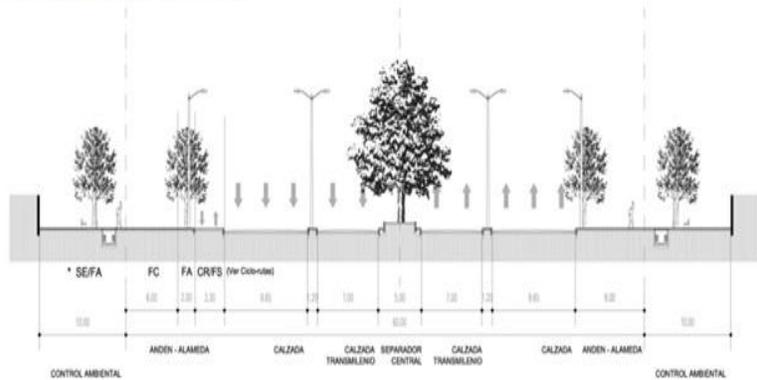
NODO VIAL Car 7 – Cll. 26



Carrera 7 / Tipo de vía: V - 8



Calle 26 / Tipo de vía: V - 3C



AFORO NORTE

- Se registraron **596** bicicletas, en sentido norte.
 - Se registraron **46** vehículos de otro tipo, en sentido norte.
- Se registro un aforo mayor en las las horas de 8:00 am a 9:00 am de: **152** vehículos de todo tipo de transporte.

AFORO OCCIDENTE

- Se registraron **76** bicicletas, en sentido norte.
- 1:15 pm a 2:45 pm se registro un aforo de: **149** vehículos de todo tipo de transportes.

AFORO SUR

- Se registraron **728** bicicletas, en sentido sur.
 - Se registraron **66** vehículos de otro tipo, en sentido sur.
- 4:00 pm a 5:00 pm se registro un aforo de: **90** vehículos de todo tipo de transportes.

TOTAL DE AFOROS

- Se registraron **1.396** bicicletas.
- Se registraron **112** de otro tipo de transporte.

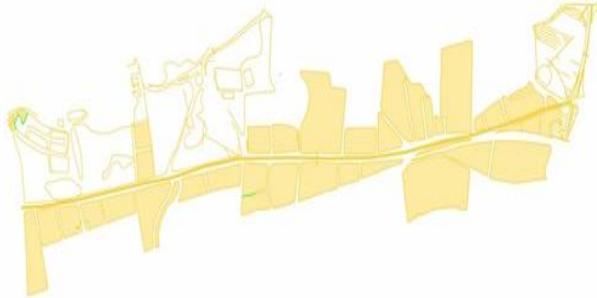
Observación:

- Esta información fue toma el día 28 de Enero del 2013.

La figura 9 comprendida del trayecto 3 (cll 26 – calle 45) la cual muestra sus trayectos , se observa la particularidad de los edificios los cuales Identifica las máximas alturas y la mínimas alturas

TRAYECTO 3 CALLE 26 - CALLE 45

El trayecto inicia al interior de la **Localidad de Santa Fe** y se finaliza al interior de la **Localidad de Chapinero**



Trayecto 3 - inicio: calle 26



Altura registrada

La altura que se observa en el trayecto de la calle 13 hasta la calle 19, sobre la carrera 7 es de:

Trayecto 3 - interior : calle 33



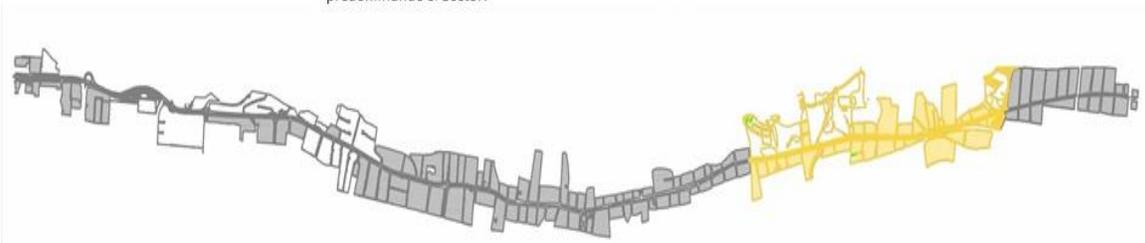
Trayecto 3 - finalización : calle 45



Máxima altura **33** pisos, presentes en las cercanías de la calle 26.

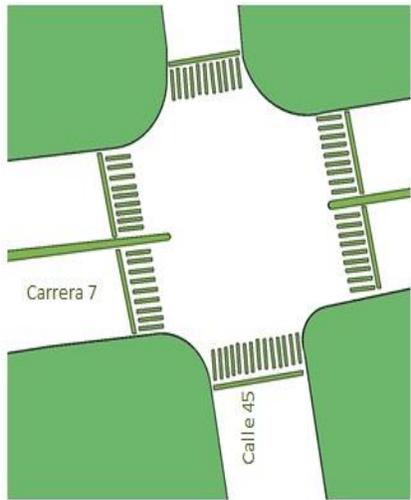


Mínima altura **2** pisos, en la localidad de Chapinero se presentan edificaciones con altura de **5** a **4** pisos, predominando el sector.



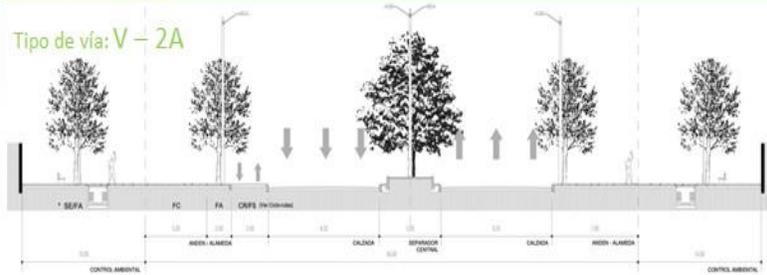
La figura 10 comprendida del nodo vial (cra 7 cil 45,) la cual muestra sus intersecciones, también se observa el tipo de vía , el aforo vehicular , aforo peatonal, y el aforo en las ciclo rutas, dándonos una totalidad de aforos según el tipo de transporte vehicular.

NODO VIAL Car 7 – Cll. 45



AFORO CARRERA 7

Tipo de vía: V – 2A



Aforo vehicular

- Se registro 765 vehículos, que tomaron dirección oriente.
- Se registro 2.209 vehículos, que tomaron dirección norte.
- Se registro 2.535 vehículos, que tomaron dirección sur.

Aforo peatonal

Se registro 28.369 peatones , que tomaron dirección oriente, occidente y sur.

Aforo en ciclo rutas

Se registro 5.212 bicicletas , que tomaron dirección norte y sur.

AFORO CALLE 45

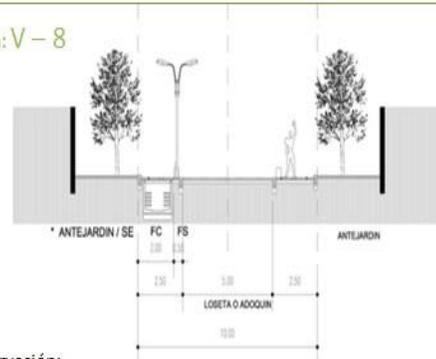
Aforo vehicular

- Se registro 371 vehículos, que tomaron dirección norte.
- Se registro 408 vehículos, que tomaron dirección oriente.
- Se registro 97 vehículos, que tomaron dirección sur.

Aforo en ciclo rutas

Se registro 1.173 bicicletas , que tomaron dirección oriente y occidente.

Tipo de vía: V – 8



Total de aforos según tipo de transporte vehicular

50.256	7.375	1.017	11.055
Automóviles	Bus	Camines	Motos

Total de aforo vehicular

73.152
Vehículos

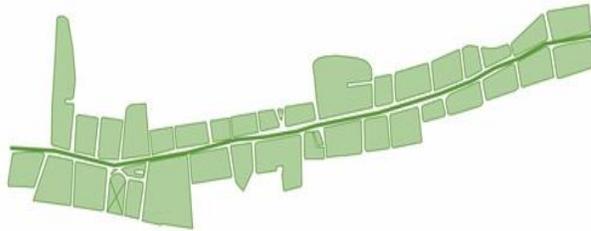
Observación:

- Esta información fue toma el día 5 de Mayo del 2014.
- Se registro un aforo mayor en las horas de 6:30 am a 7:30 am.
- El día de la toma de registro de aforo se presento protesta estudiantil, por tal motivo aumento en aforo peatonal.

La figura 11 comprendida del trayecto 4 (cll 45 – calle 63) la cual muestra sus trayectos, se observa la particularidad de los edificios los cuales Identifica las máximas alturas y la mínimas alturas

TRAYECTO 4 CALLE 45 - CALLE 63

El trayecto se encuentra al interior de la Localidad de Chapinero



Trayecto 4 - inicio: calle 45



Altura registrada

La altura que se observa en el trayecto de la calle 13 hasta la calle 19, sobre la carrera 7 es de:



Máxima altura 20 a 14 pisos; uso apartamentos u oficinas, se presentan frecuentemente en el trayecto.

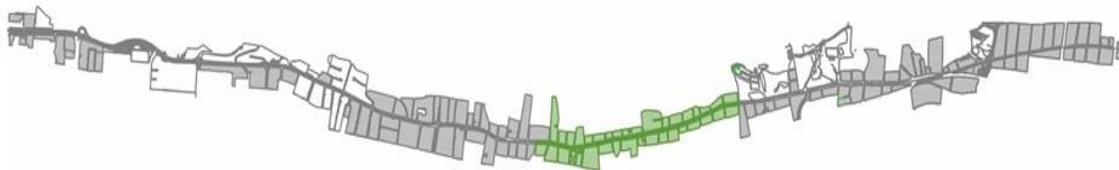


Mínima altura 1 piso, pero hay predominio de altura de 5 a 6 pisos.

Trayecto 4 - interior : calle 55



Trayecto 4 - finalización : calle 63



3

La figura 12 comprendida del nodo vial (cra 7 cil 63,) la cual muestra sus intersecciones, también se observa el tipo de vía , el aforo vehicular , aforo peatonal, y el aforo en las ciclo rutas, dándonos una totalidad de aforos según el tipo de transporte vehicular.

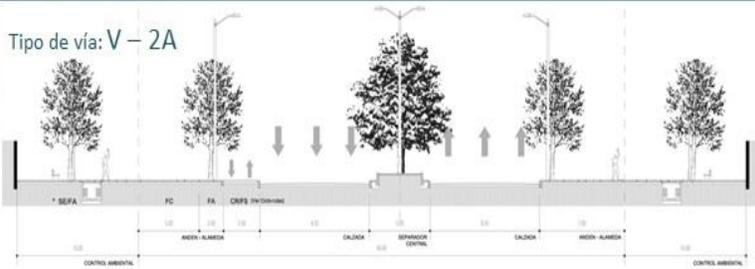
NODO VIAL Car 7 – Cll. 63



AFORO CALLE 63

AFORO CARRERA 7

Tipo de vía: V – 2A



Aforo vehicular

← Se registro 2.511 vehículos, que tomaron dirección norte.

→ Se registro 2.431 vehículos, que tomaron dirección sur.

Aforo peatonal

Se registro 29.777 peatones, que tomaron dirección oriente, occidente y sur.

Aforo en ciclo rutas

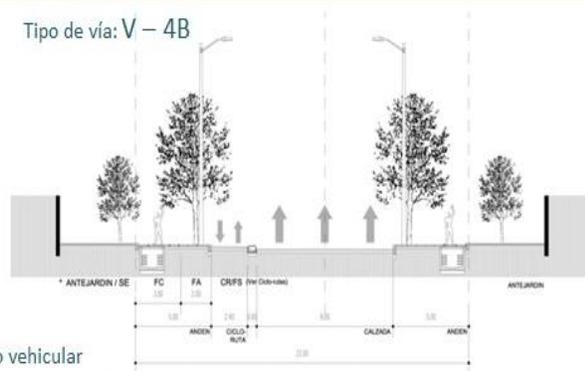
Se registro 6.008 bicicletas, que tomaron dirección norte y sur.

Aforo vehicular

↖ Se registro 726 vehículos, que tomaron dirección norte.

↗ Se registro 340 vehículos, que tomaron dirección sur.

Tipo de vía: V – 4B



Total de aforos según tipo de transporte vehicular

53.186	5.680	870	11.741
Automóviles	Bus	Camiones	Motos

Total de aforo vehicular

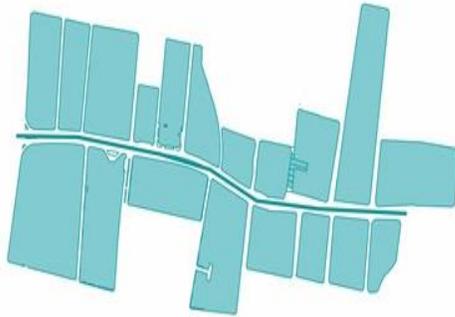
72.639
Vehículos

Observación:

- Esta información fue tomada el día 7 de Abril del 2014.
- Se registro un aforo mayor en las horas de 10:45 am a 11:45 am

La figura 13 comprendida del trayecto 5 (cll 63 – calle 72) la cual muestra sus trayectos, se observa la particularidad de los edificios los cuales Identifica las máximas alturas y la mínimas alturas

TRAYECTO 5 CALLE 63 - CALLE 72



Altura registrada

La altura que se observa en el trayecto de la calle 13 hasta la calle 19, sobre la carrera 7 es de:



Máxima altura **19** pisos, en el recorrido predominan edificios de oficinas de **11** pisos.



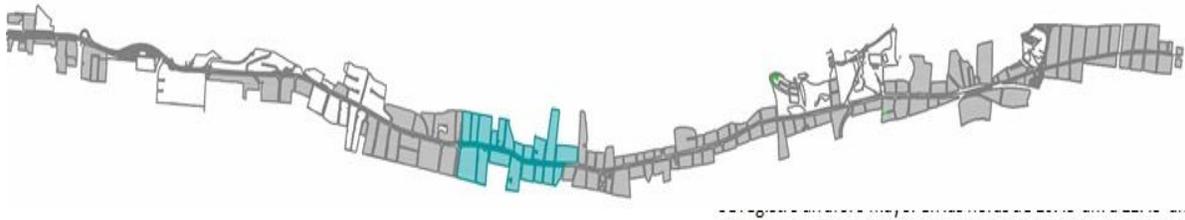
Mínima altura **2** pisos, con frecuencia se encuentran de **4** pisos..

El trayecto se encuentra al interior de la Localidad de Chapinero

Trayecto 5 - inicio: calle 63



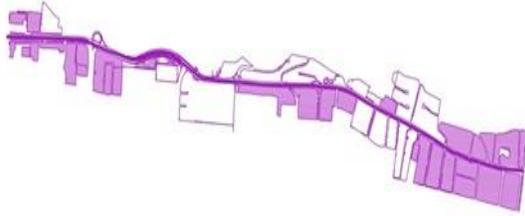
Trayecto 5 - finalización : calle 72



La figura 14 comprendida del nodo vial (cra 7 cll 72) la cual muestra sus intersecciones, también se observa el tipo de vía, el aforo vehicular, aforo peatonal, y el aforo en las ciclo rutas, dándonos una totalidad de aforos según el tipo de transporte vehicular.

TRAYECTO 6 CALLE 72 - CALLE 106

El trayecto inicia al interior de la Localidad de Chapinero y se finaliza al interior de la Localidad de Usaquén



Trayecto 6 - inicio: calle 72



Altura registrada

La altura que se observa en el trayecto de la calle 13 hasta la calle 19, sobre la carrera 7 es de:



Máxima altura **23** pisos, en el recorrido predominan edificios de **10** pisos hasta la calle 80.

Mínima altura **1** piso, con frecuencia se encuentran de **4** y **3** pisos desde la 90 hasta la 106.

Trayecto 6 - interior : calle 96



Trayecto 6 - finalización : calle 106

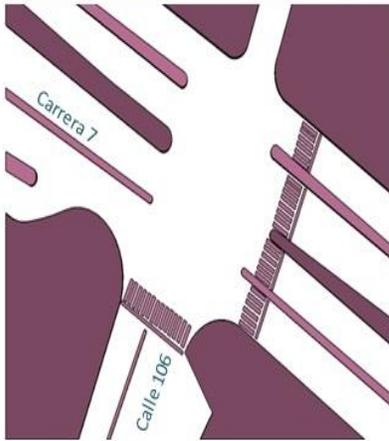


La figura 15 comprendida del trayecto 5 (c/ll 72 – calle 106) la cual muestra sus trayectos, se observa la particularidad de los edificios los cuales Identifica las máximas alturas y la mínimas alturas

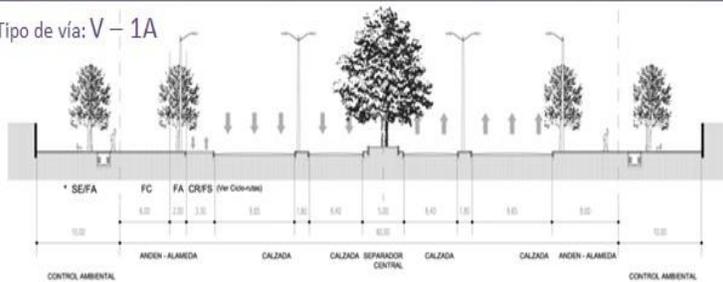
La figura 16 comprendida del nodo vial (cra 7 cil 106) la cual muestra sus intersecciones, también se observa el tipo de vía, el aforo vehicular, aforo peatonal, y el aforo en las ciclo rutas, dándonos una totalidad de aforos según el tipo de transporte vehicular.

NODO VIAL Car 7 – Cil. 106

AFORO CARRERA 7



Tipo de vía: V – 1A



Aforo vehicular

- ↶ Se registro 23 vehículos, que tomaron dirección oriente.
- ↷ Se registro 3.025 vehículos, que tomaron dirección sur.
- ↶ Se registro 3.026 vehículos, que tomaron dirección norte.
- ↷ Se registro 299 vehículos, que tomaron dirección occidente.

Aforo en ciclo rutas

Se registro 7.625 bicicletas, que tomaron dirección norte y sur.

Aforo peatonal

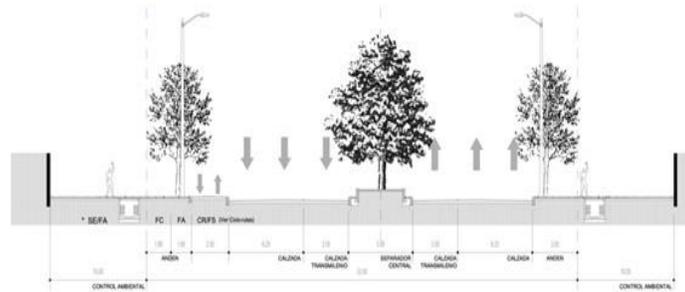
Se registro 1.071 peatones, que tomaron dirección oriente, occidente y sur.

AFORO CALLE 106

Aforo vehicular

- ↶ Se registro 787 vehículos, que tomaron dirección norte.
- ↷ Se registro 86 vehículos, que tomaron dirección oriente.
- ↶ Se registro 739 vehículos, que tomaron dirección sur.
- ↷ Se registro 13 vehículos, que tomaron dirección norte.
- ↶ Se registro 46 vehículos, que tomaron dirección oriente.
- ↷ Se registro 35 vehículos, que tomaron dirección norte.

Tipo de vía: V – 2A



Aforo en ciclo rutas

Se registro 1.034 bicicletas, que tomaron dirección oriente y occidente.

Total de aforos según tipo de transporte vehicular

82.750	4.160	1.458	8.183
Automóviles	Bus	Camines	Motos

Total de aforo vehicular

98.955
Vehículos

Observación:

- Esta información fue toma el día 24 de Agosto del 2013.
- Se registro un aforo mayor en las horas de 12:30 am a 1:30 pm