

**ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LOS AUTOMOVILES DE
ESTUDIANTES, DOCENTES Y COLABORADORES DE LA UNIVERSIDAD
ICESI**

**VANESSA CASTAÑEDA VÉLEZ,
PAOLA ANDREA RAMOS GARZÓN**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI**

2013

**ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LOS AUTOMOVILES DE
ESTUDIANTES, DOCENTES Y COLABORADORES DE LA UNIVERSIDAD
ICESI**

**VANESSA CASTAÑEDA VÉLEZ,
PAOLA ANDREA RAMOZ GARZÓN**

**Proyecto de grado presentado para optar al título de
Ingenieros Industriales**

Tutor Temático

Andrés López Astudillo

Ingeniero Industrial

Especialista en gerencia del medio ambiente

UNIVERSIDAD ICESI

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

SANTIAGO DE CALI

2013

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	11
1. HUELLA DE CARBONO.....	13
1.1 TITULO DEL PROYECTO.....	13
1.2 PROBLEMA.....	13
1.2.1 Análisis del problema.....	13
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	14
1.4 DELIMITACIÓN.....	16
1.4.1 Tiempo.....	16
1.4.2 Espacio.....	16
1.4.3 Impacto.....	16
1.4.4 Tipo de investigación.....	16
2. OBJETIVOS.....	18
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
2.2 OBJETIVO DEL PROYECTO.....	18
2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3. MARCO DE REFERENCIA.....	19
3.1 ANTECEDENTES.....	19
3.1.1 Protocolo de Kyoto.....	19
3.1.2 Huella de carbono en los sistemas de transporte masivo.....	19
3.1.3 Compromiso ambiental en Universidades.....	20

3.2	MARCO TEORICO	20
3.2.1	Huella de carbono	20
3.2.2	Calentamiento global.....	23
3.2.3	Efecto invernadero	24
3.2.4	Emisión	24
3.2.5	Gases de efecto invernadero (GEI).....	25
3.2.6	Dióxido de carbono (CO ₂)	25
3.2.7	Mecanismo de desarrollo limpio (MDL)	26
3.2.8	Mercados verdes.....	27
3.2.9	Producción más limpia (PML).....	27
3.2.10	Logística verde	28
3.3	APORTE CRÍTICO	28
4.	ESTRATEGÍA METODOLÓGICA DE TRABAJO	30
4.1	PROYECTO DE GRADO.....	30
4.1.1	GHG PROTOCOL.....	30
4.1.2	PAS 2050-2008.....	31
4.1.3	IPCC.....	31
4.2	ETAPAS DEL PROYECTO.....	31
4.3	METODOLOGIA DEL PROYECTO	32
4.3.1	Identificar las fuentes de emisiones de CO ₂ de los automóviles utilizados por los estudiantes, docentes y colaboradores de la Universidad Icesi en sus funciones académicas o laborales.	32
4.3.2	Cuantificar y analizar las emisiones de CO ₂ de automóviles, usados por los estudiantes, docentes y colaboradores de la Universidad Icesi para transportarse hacia y desde la universidad.....	32

4.3.3	Diseñar una herramienta que permita la medición de la huella de carbono del transporte de los estudiantes, docentes y funcionarios de la Universidad Icesi.	33
5.	ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO.....	34
5.1	RECURSOS DISPONIBLES.....	34
5.1.1	Humanos.....	34
5.1.2	Económicos.....	34
5.1.3	Tecnológicos.....	34
5.2	EQUIPO DE INVESTIGADORES	35
6.	DESARROLLO DEL PROYECTO “ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LOS AUTOMÓVILES DE ESTUDIANTES, DOCENTES Y COLABORADORES DE LA UNIVERSIDAD ICESI”	36
6.1	METODOLOGÍA GENERAL	37
6.1.1	Identificar las fuentes de emisión de CO2.....	38
6.1.2	Recopilación de datos sobre hábitos de transporte.....	38
6.1.2.1	Recopilación de datos sobre hábitos de transporte.....	38
6.1.2.2	Toma periódica de videos en los parqueaderos del campus	42
6.1.3	Toma periódica de videos en las porterías del campus	43
6.1.3.1	Recopilación de datos método indirecto.....	43
6.1.4	Diseño de la herramienta de cuantificación.....	45
6.1.5	Ingreso de base de datos recopilada	45
6.1.6	Análisis de datos y propuesta de mejora.....	45
7.	ANALISIS DE RESULTADOS	47
7.1	PRIMERA TOMA DE DATOS.....	47
7.1.1	Hábitos de transporte	48

7.2 HACIA LA ESTIMACION DE LAS EMISIONES DEL CO ₂ CON LA HERRAMIENTA	50
7.2.1 Medición de distancias	51
7.2.2 Diseño de la herramienta	55
8. RECOMENDACIONES.....	61
9. CONCLUSIONES	62
BIBLIOGRAFÍA.....	63

TABLA DE FÍGURAS

	Pág.
Figura 1 Espina de pescado de las Emisiones de CO2	15
Figura 2. Mapa mental de la huella de carbono en el transporte	21
Figura 3 Análisis del proceso	37
Figura 4 Encuesta Web: Hábitos de transporte de la Universidad Icesi	39
Figura 5 Flujo de vehículos 2 semestre 2012	47
Figura 6 Flujo de vehículos 1 semestre 2013	48
Figura 7 Flujo de estudiantes 1 semestre 2013	49
Figura 8 Medio de transporte usado 1 semestre 2013.....	49
Figura 9 Cálculos de distancias	54
Figura 10 Fuentes: Autoras.....	55
Figura 11 Vista del menú principal.....	56
Figura 12 Actualización de Datos	58
Figura 13 Agregar Vehículos	58
Figura 14 Cálculo de emisiones.....	59

TABLA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Muestra de mediciones indirectas.....	44
Tabla 2 Concentración de CO2 en el aire con método indirecto.....	44
Tabla 3 Emisiones en función del tipo de recorrido	44
Tabla 4 Asignación de comunas	52
Tabla 5 Barrios con mayor demanda	53

TABLA DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Fotografía 1 Mapa empleado para la medición de distancias	52

TABLA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A Marco metodológico	65
Anexo B Cronograma de actividades.....	67

INTRODUCCIÓN

Los desarrollos tecnológicos se han originado para suplir las necesidades del hombre y facilitar a través del tiempo sus condiciones de vida; ejemplos claros de ello son los automóviles y los productos de consumo masivo. El problema radica en que ambos parecen imprescindibles para la sociedad ya que a ellos se les atribuyen gran parte del desarrollo del mundo (constituyen una parte importante del PIB de los diferentes países), pero son justamente el transporte y la industria los principales contaminantes del planeta.

El desarrollo de la industria y del mercado ha permitido que en la actualidad la producción y distribución automotriz sea en masa. Lo que ha ocasionado un incremento en la demanda de automóviles y por ende en la polución ambiental, por lo tanto una gran cantidad de dióxido de carbono es emitida a la atmosfera de forma incontrolable cada milésima de segundo.

La propagación del dióxido de carbono (CO₂) producido por la combustión de hidrocarburos (el petróleo y sus derivados) es conocida como gases de efecto invernadero y su acumulación excesiva en la tierra es la principal causante del calentamiento global.

En la actualidad, los avances en el análisis de las consecuencias del efecto invernadero han permitido detectar la necesidad de conocer el impacto de la industria y/o individuos sobre este. Evidenciando el surgimiento de indicadores que permitan una correcta trazabilidad y medición, tales como la huella de carbono, debido a que una vez conocido su índice de emisión se pueden tomar acciones correctivas ante la situación y tener un mayor control sobre su impacto ambiental.

Teniendo en cuenta los resultados de las mediciones realizadas a la emisión del dióxido de carbono, muchas naciones han establecido parámetros y apuestas programáticas para controlar la exposición de este gas. Un ejemplo de este es el instrumento legal llamado protocolo de Kyoto, que busca un equilibrio beneficioso para la industria y el planeta regulando las emisiones de cada organización e incentivando a la aplicación de mecanismos de producción más limpia y mercados verdes que hacen a las empresas más competitivas en el mercado.

Por otra parte, la industria automotriz ha tratado de diseñar vehículos amigables con el medio ambiente, manteniendo la eficiencia exigida por el cliente y la

rentabilidad esperada por las empresas; lo anterior respalda las nuevas innovaciones tecnológicas, el uso de energías renovables y la administración eficiente de los recursos naturales que son objetivos claves en la logística verde.

Con este proyecto de grado se busca construir una herramienta de fácil manejo que mida la huella de carbono producida por los automóviles utilizados por los estudiantes, docentes y colaboradores de la Universidad Icesi. Para el desarrollo del programa se tendrá en cuenta el lugar de origen, tipo de motor, modelo del vehículo, tipo de combustible, entre otros. Esta herramienta finalmente le permitirá a la institución conocer detalladamente su huella de carbono en el tiempo para mejorar su posición responsable con el medio ambiente, que le permita tomar medidas necesarias para disminuir este indicador y por ende obtener acreditaciones medioambientales que ratifican su compromiso con la sociedad.

1. HUELLA DE CARBONO

1.1 TITULO DEL PROYECTO

Estimación de la huella de carbono de los automóviles de estudiantes, docentes y colaboradores de la Universidad Icesi.

1.2 PROBLEMA

Actualmente, la Universidad Icesi tiene un compromiso con el medio ambiente, por eso ha incluido en su agenda un sistema de gestión ambiental, el cual integra diversas acciones que buscan crear una sostenibilidad para sus actividades, pero para ratificar su responsabilidad es necesario que conozca los efectos producidos por la emisión de dióxido de carbono y su impacto, para poder controlarlo. La huella de carbono es una herramienta que permite medir este fenómeno y cuantificarlo, no solo desde una perspectiva de cumplimiento regular, sino también desde una dimensión ética del asunto, en el que el cuidado del medio ambiente (preservación y continuidad) sea transversal a las agendas de desarrollo de la universidad.

1.2.1 Análisis del problema.

La Universidad Icesi es una organización que promueve la educación y la formación de personas con buenos hábitos, que aporten a la sociedad, por esa razón el cambio climático es una de sus mayores preocupaciones, para lo cual ha desarrollado diversos proyectos de investigación que mitiguen dicho fenómeno; este proyecto en especial se centrara en estudiar y evaluar las alteraciones de la composición del aire producto de las emisiones de dióxido de carbono liberadas por los automóviles usados por estudiantes, docentes y colaboradores de la Universidad Icesi.

Sin duda alguna, el número de estudiantes en la Universidad crece cada semestre y consigo la necesidad de más colaboradores y docentes para suplir el aumento de la demanda, hasta el segundo semestre del 2012 se estima que se reparten a diario cerca de 900 fichas en todos los parqueaderos de la Universidad, esto sin contar con que la mayoría de las personas se movilizan en servicio público. Por ello la necesidad de generar soluciones de transporte sostenibles que permitan la reducción de las emisiones contaminantes y mejoren la eficiencia energética de

los vehículos es un compromiso adquirido y el objetivo es ayudar a generar dichas propuestas.

La implementación de estrategias ambientales le permitirá a la Universidad adquirir una ventaja competitiva, que cada vez es más valorada por el usuario final y sobretodo promoverán la implementación del desarrollo sostenible del que tanto se habla. Este estudio se llevará a cabo en el campus de la Universidad, más específicamente en los parqueaderos y las propuestas por tanto estarán centradas en la disminución de los indicadores de emisión de CO₂ de los automóviles que ingresan a la Universidad, pues es donde radica el mayor problema. Por definición del alcance del proyecto no tendremos en el uso de transporte masivo ni las personas que se movilizan en motocicleta, debido a que las personas que se movilizan por medio del transporte público generan menores emisiones, lo cual no sería conveniente realizar un fuerte análisis a este tipo de transporte, además hacer dichos análisis al transporte masivo sería muy extenuante debido a la segmentación de nuestro mercado son los estudiantes, colaboradores y docentes de la Universidad Icesi.

Todo lo anterior será posible de realizar gracias a la estimación de la huella de carbono de los automóviles, la cual es una medida cuantitativa que se puede analizar y a partir de ella generar propuestas para disminuir el impacto generado al entorno, además esta será de gran ayuda para futuras acreditaciones de “emisiones cero” que rectifican su compromiso ambiental.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En la actualidad la Universidad Icesi es consciente del impacto negativo que genera al medio ambiente la emisión del dióxido de carbono proveniente de los vehículos de transporte usados por los estudiantes, docentes y colaboradores de la institución; pero no cuenta con indicadores ambientales relacionados con la medición de este gas.

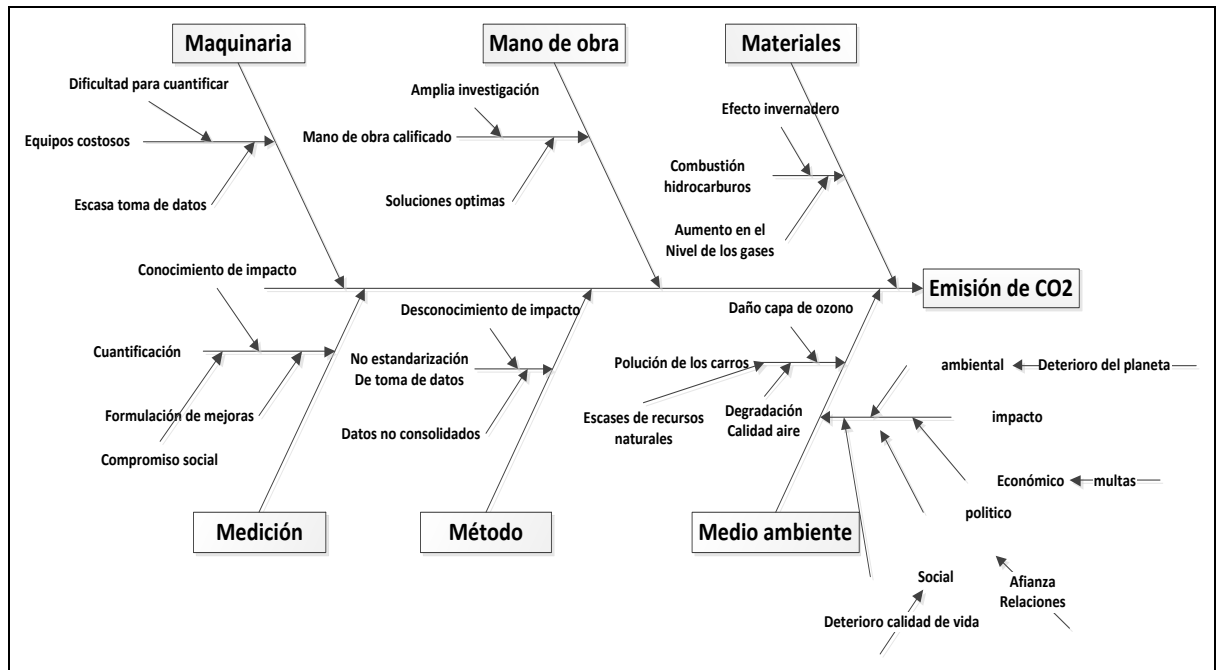
Por lo tanto se diseñará una herramienta que permita calcular el dióxido de carbono emitido para poder generar medidas que reduzcan el indicador obtenido para controlar su impacto ambiental, destacando su compromiso y preocupación con la situación actual del planeta, y así generar cambios en los hábitos de todos los integrantes de la comunidad universitaria.

En síntesis la Universidad Icesi deberá adquirir nuevos niveles de compromiso con el medio ambiente, que pasen de la voluntad de pensar y crear herramientas de control a generar una reflexión ética de la necesidad del cuidado íntegro y permanente del medio ambiente, que le permita ser pionera y modelo en la práctica de la huella de carbono.

Para entender mejor la situación planteada en líneas anteriores se usó un diagrama de Ishikawa que nos permite relacionar los problemas con las causas que lo generan, para de esta manera tener una visión global del problema y evitar caer en el error de buscar de manera directa las soluciones al problema planteado sin cuestionar las verdaderas causas que lo provocan y por ende generar soluciones momentáneas que tienden a la obsolescencia en el corto plazo.

Este diagrama permitió analizar el problema desde 6 perspectivas diferentes que son: mano de obra, materiales, método de trabajo, maquinaria, medición y medio ambiente. Los resultados del análisis se pueden observar en la Figura 1, donde se detalla cada rama con sus causas potenciales.

Figura 1 Espina de pescado de las Emisiones de CO2



Fuente: Autores

La figura 1 muestra que las emisiones de CO2 afectan principalmente al medio ambiente, por la gran polución que los automóviles expulsan a la atmosfera, y por eso ese nodo es el que presenta más causas potenciales, es decir, el que puede verse más afectado por este problema, que es la emisión de CO2 generada por la combustión de hidrocarburos al movilizarse un automóvil; por ende las recomendaciones irán enfocadas en su mayoría a mitigar el impacto en el medio ambiente y se realizara un diagnóstico de sus causas en el proyecto.

1.4 DELIMITACIÓN

1.4.1 Tiempo

El proyecto se encuentra dividido en dos etapas: la primera consta de la realización del anteproyecto que se llevó a cabo en el segundo semestre del 2012 y la segunda es la implementación del mismo que se realizará en el primer semestre del 2013 en la cual se seguirá el cronograma práctico Anexo B diseñado en el anteproyecto.

1.4.2 Espacio

La investigación se realizará en las instalaciones de la Universidad Icesi ubicada en la comuna 22, más específicamente en los parqueaderos del campus.

1.4.3 Impacto

Este proyecto busca generar un impacto en varios niveles: social, económico y académico.

Los impactos medio ambientales a nivel social no se generan segmentados, por lo que las reducciones de las emisiones brindarán un bienestar a la comunidad universitaria y sus alrededores.

A nivel académico, se fomentará la gestión de proyectos por parte de la comunidad académica, que a futuro contribuirán con la reducción de la huella de carbono para que sus resultados sirvan como ejemplo en las diversas instituciones de la comuna.

Finalmente a nivel económico se elaborarán propuestas de mejora que permitan el subsidio de proyectos ambientales que reduzcan la emisión de dióxido de carbono en la institución.

1.4.4 Tipo de investigación

La investigación del proyecto es de tipo descriptivo por qué se va a realizar sobre la base de un conocimiento que ya se encuentra desarrollado y aplicado en diferentes sectores. Para la cual se cuenta con la recolección de datos y análisis

posterior de los mismos, para dar finalmente un resultado y sus respectivas propuestas de mejora. Además este tipo de investigaciones se caracterizan por tener datos cualitativos y/o cuantitativos como en este caso.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir a la generación de buenas prácticas ambientales y al mejoramiento de la eficiencia energética en el transporte.

2.2 OBJETIVO DEL PROYECTO

Construir una herramienta para calcular la huella de carbono de los automóviles de los estudiantes, docentes y colaboradores que emplean para desplazarse hacia y desde la Universidad Icesi.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las fuentes de emisiones de CO₂ de los automóviles utilizados por los estudiantes, docentes y colaboradores de la Universidad Icesi en sus funciones académicas o laborales.
- Cuantificar y analizar las emisiones de CO₂ automóviles, usados por los estudiantes, docentes y colaboradores de la Universidad Icesi para transportarse hacia y desde la universidad.
- Diseñar una herramienta que permita la medición de la huella de carbono del transporte automotor de los estudiantes, docentes y colaboradores de la Universidad Icesi.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 ANTECEDENTES

3.1.1 Protocolo de Kyoto

Es indiscutible que en estos últimos años la importancia del cuidado del medio ambiente ha sido un tema de gran preeminencia social, y especialmente para las industrias, organizaciones y los gobiernos, quienes han concentrado esfuerzos en la reducción de los gases de efecto invernadero que se liberan en la realización de sus actividades fabriles. Para lo cual es necesario la creación y aplicación de estrategias que permitan controlar dichas emisiones; un ejemplo de lo anterior es el Protocolo de Kyoto que es un instrumento legal constituido en el marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, acordado por 184 gobiernos en la ciudad japonesa del mismo nombre en diciembre de 1997, que ha sido extendido hasta el año 2020, donde se establecen metas de reducción de los 6 más importantes gases de efecto invernadero en base a los límites de las emisiones estandarizadas por los gobiernos para promover el desarrollo sostenible a las organizaciones de los países inscritos en él, además del comercio de bonos de carbono, que permite a los países que ya han cumplido con su huella estándar venderle carbono a los que aún no hayan cumplido.

3.1.2 Huella de carbono en los sistemas de transporte masivo

Debido a la industrialización, la compra de vehículos a nivel mundial se ha disparado a niveles des-orbitantes, y por extensión la cantidad de contaminantes a la atmosfera, lo que genera un desequilibrio a los procesos naturales del ecosistema en el planeta. Según la revista Zonalogística¹ aproximadamente un 40% de la contaminación al medio ambiente es generada por las actividades logísticas y de transporte².

La alta importancia de los temas medio ambientales ha ocasionado que los gobiernos busquen desarrollar políticas y apuestas legislativas medio ambientales que incentiven el uso de combustibles limpios y energías alternativas para la industria automotriz. Por ejemplo a nivel nacional se tienen proyectos de sistema

¹ ZONALOGISTICA. La era de los vehículos eléctricos, En: Zonalogística, Julio-agosto, 2010, N°. 55, p. 42-44

² ZONALOGISTICA. La huella de carbono en la logística, En: Zonalogística, Julio-agosto, 2010, N°. 55, p. 30-33

de transporte masivo en la ciudad de Medellín, como el Metro y Metroplus que se certificaron como proyecto MDL y de desarrollo sostenible en el país y en el mundo por la convención de las naciones unidas. A nivel mundial el Metro y Metroplus son considerados como un transporte masivo que trabaja en pro del desarrollo para la reducción de gases de efecto invernadero, que busca prevenir la contaminación ambiental y mejorar la calidad de vida de Medellín.

3.1.3 Compromiso ambiental en Universidades

Con base en el artículo publicado por Universia³ de septiembre de 2010, la Universidad Autónoma de Chile fue una de las universidades pioneras que adquirió un compromiso ambiental y social como comunidad universitaria, ya que su primer paso para las reformas de mejoras ambientales fue realizar la medición de la huella de carbono en tres de sus campus, para contribuir a la disminución de sus emisiones y lograr su meta de ser la primera Universidad en tener la acreditación de “emisiones cero”; dentro de sus mediciones se contemplaron todas las actividades directa o indirectamente relacionadas con la institución.

Para el desarrollo del presente proyecto de grado se evaluará la movilidad de los integrantes de la Universidad (personal administrativo, estudiantil, docentes), principal objetivo para la medición de dicho impacto que genera este indicador en la Universidad Icesi.

3.2 MARCO TEORICO

3.2.1 Huella de carbono

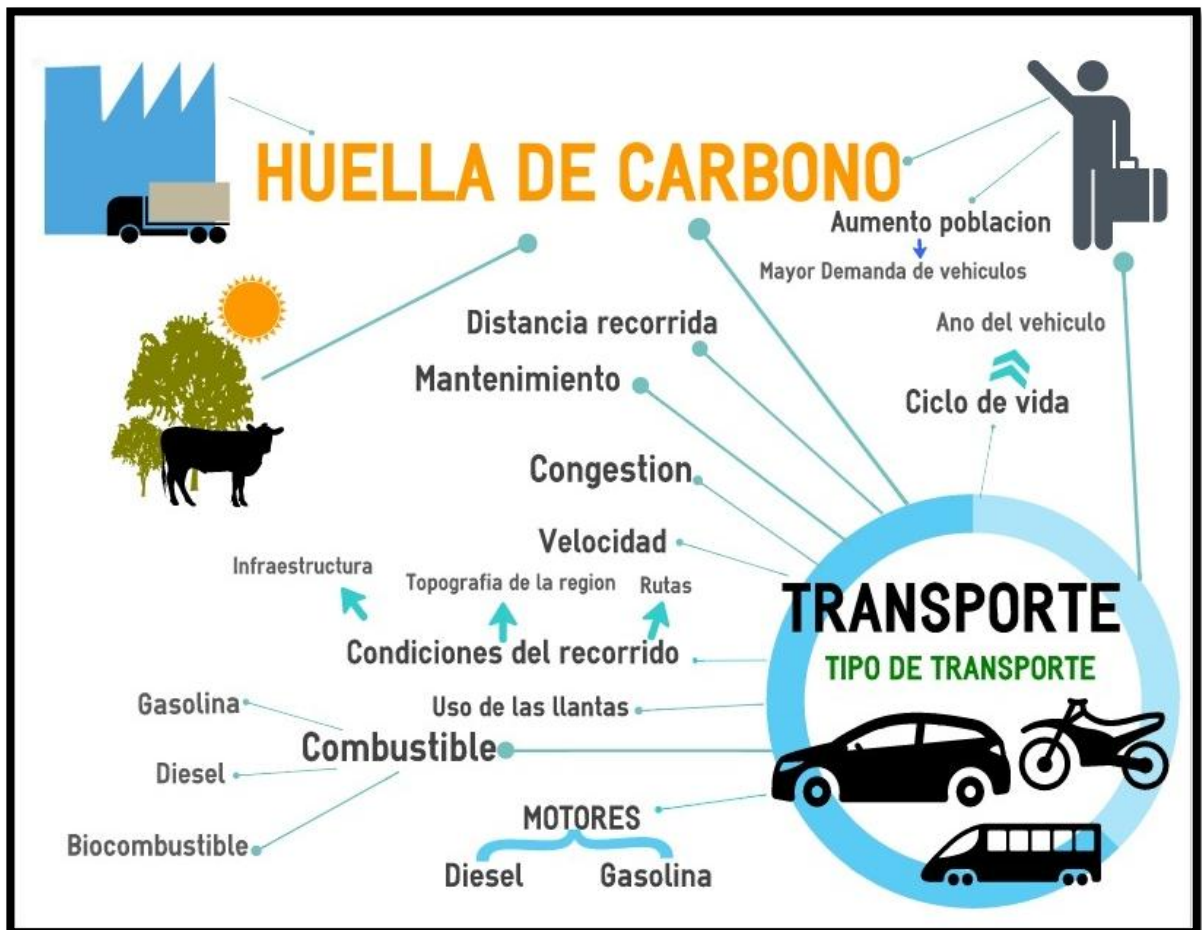
El dióxido de carbono es uno de los gases más abundantes en la atmosfera y uno de los principales implicados en el desequilibrio térmico; la huella de carbono es por tanto el método por el cual encontramos la medida cuantificada de dichas emisiones que se liberan en las actividades que consumen grandes cantidades de energía, en particular la de los combustibles fósiles y su medida es dada comúnmente en toneladas o kilogramos de CO₂ equivalente. Desde hace algunos años para las empresas conocer la emisión de su actividad económica se ha convertido en un factor primordial, ya que permite gestionar eficientemente los

³ UNIVERSIA. Universidad Autónoma de Chile mide su huella de carbono. [En línea]. 2010. [Citado 10-Oct-2012] Disponible en internet: <http://noticias.universia.cl/ciencia-ntt/noticia/2010/09/23/488661/universidad-autonoma-chile-mide-huella-carbono.html>

procesos y recursos, evitando desperdicios en las materias primas y garantizando que las actividades no generen un impacto negativo al medio ambiente, convirtiéndola en una empresa mucho más competitiva ante un mercado cambiante que a diario exige nuevos estándares.

Dentro de este gran término es clave determinar el alcance, método de medición (contabilización) y modelo de reporte, este último ha sido un ideal para las Instituciones, pues es su deseo dar a conocer a la comunidad en forma clara y sencilla como su actividad afecta negativamente al planeta respecto a emisiones de gases de efecto invernadero, por ende será un enfoque clave en este trabajo, pues las reformas en la industria automotriz han sido decisivas para que el impacto generado en el planeta por las personas y compañías de transporte sean cada vez menores.

Figura 2. Mapa mental de la huella de carbono en el transporte



Fuente: Autores

La figura 2 muestra un mapa mental sobre la huella de carbono y sus principales fuentes contaminantes, es decir, que las emisiones de dióxido de carbono producidas por las actividades humanas, de la industria, de la naturaleza y de los diversos medios de transporte son los mayores contribuyentes en el aumento de este indicador. Cabe resaltar que la liberación de dióxido de carbono en todas las actividades naturales no pueden ser controladas, debido a que son procesos instintivos y necesarios para la existencia de la misma, como por ejemplo el CO₂ liberado en el proceso de respiración de las plantas donde se presenta una fotosíntesis invertida, en la descomposición de las heces de los animales, la acides de la biomasa terrestre, entre otros son procesos naturales imprescindibles; además para el planeta es posible mantener su equilibrio solo con este tipo de emisiones, el problema se agudiza cuando el hombre en sus diversas actividades económicas aumenta esta emisión de CO₂ afectando la dinámica natural del planeta y trayendo consigo grandes fenómenos, los tres siguientes factores que se analizaran si son emisiones que pueden ser controladas, por ello la atención estará siempre en ellas.

La emisión de CO₂ en las actividades humanas se produce porque las personas no hacen un buen manejo de los residuos (separación de basuras), consumen excesiva energía eléctrica, lo cual genera una mayor demanda de la misma para las industrias, el uso de múltiples equipos electrónicos, la movilización en vehículos, el inconsciente consumo de agua y como si fuera poco el aumento desmesurado de la población, que trae consigo la necesidad de mayor área urbana, mayores edificaciones y pocas zonas verdes.

La emisión de CO₂ en las actividades industriales es una de las más preocupantes, ya que el mayor porcentaje de contaminación es proveniente de este sector; las causas son básicamente la mala planeación de sus procesos productivos, el manejo de los residuos (basuras y sustancias químicas) que provocan la acidificación de los ríos y contaminan el agua, un ejemplo claro de esto es el antiguo relleno sanitario de navarro, que tras la gran acumulación de desechos no clasificados, provoco la descomposición de los desechos y ocasionó un derrame de lixiviados que desembocaron en el río cauca afectando la calidad del agua, además de los innumerables problemas de salud que provocaron a la población vecina, por otra parte la explotación de los recursos naturales como lo son la deforestación o la erupción de los suelos y la poca inversión tecnológica en la conservación del ecosistema son otros factores de los muchos que existen y hacen a este sector el mayor emisor de gases de efecto invernadero.

Finalmente se llegó al sector de interés del proyecto, las emisiones de CO₂ liberadas por los diversos medios de transportes, que corresponden a un 40% de las emisiones totales de este gas, este índice tan alto se debe a que en el uso de los vehículos se produce una combustión de hidrocarburos que se debe multiplicar por cada automotor que se moviliza en el planeta, lo cual arroja una cifra desorbitante que continua creciendo con el tiempo, pues la demanda de estos

vehículos no para al igual que el incremento de la población. Los factores principales a los que se atribuyen este alto indicador son las condiciones del recorrido (infraestructura, topografía de la región y ruta), el tipo de combustible (Gas, Gasolina o Diesel), la velocidad a la que conduce, el desgaste de las llantas, la congestión de la ciudad, distancia recorrida, la antigüedad del vehículo, el mantenimiento del mismo y por supuesto el ciclo de vida de los vehículos y sus procesos de reciclaje que son complicados porque las llantas no se pueden descomponer por ningún proceso, las partes deben botarse debido a la constante automatización e innovación de los vehículos que los convierten en obsoletos más rápido y su carcasa y chasis son acumulados en grandes montañas de chatarra esperando hacer reutilizados.

3.2.2 Calentamiento global

Este término es mejor conocido como cambio climático y constituye la principal amenaza global para el medio ambiente. El calentamiento global es la alteración de la temperatura en la atmósfera debido a la acumulación de los gases de efecto invernadero que liberan todas las actividades humanas, que se refleja en un aumento de la temperatura normal del planeta como consecuencia del deterioro de la capa de ozono.

Después de muchos siglos de deterioro del planeta, hace apenas algunos años se ve por fin una pequeña voluntad de conciencia y necesidad por generar cambios, cada vez se ven más iniciativas de incluir el tema del cambio climático en las agendas internacionales, que contribuye a que los países adopten métodos de producción más limpios; sin duda nuestra economía y la vida en general se basa en lo que producen las empresas, por ello pensar en prescindir de las mismas es infructuoso, nuestros aportes al tratamiento del problema deben ir en clave de entender que el avance tecnológico y técnico de las naciones debe ir de la mano de un entendimiento y una conciencia de fortalecer las lógicas de cuidado del medio ambiente. Debemos reformar nuestros actuales modelos de ejecución de actividades cotidianas y fabriles, de tal manera que las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero) sean mínimas, lo cual no es solo un trabajo de las empresas, también de los consumidores, ya que casi de la misma manera se emiten GEI en el uso de dichos productos de consumo (automóviles, computadoras, televisores, celulares, etc....),es por eso que la parte de construir niveles más elevados de conciencia es importante y es una razón más por la que este proyecto analiza cada individuo como parte del todo de una comunidad universitaria dispuesta a mejoras.

3.2.3 Efecto invernadero

El origen de su nombre se debe al comportamiento de los invernaderos como se menciona en Ecured⁴, que permiten el paso de la radiación solar y retiene la radiación infrarroja emitida dentro del invernadero, todo limitado por el espacio del vidrio⁵; algo similar ocurre en el planeta donde la capa de ozono tomaría el papel del vidrio, pues es el límite, permitiendo que la radiación solar llegue a la superficie terrestre y los rayos infrarrojos que emite la tierra sean atrapados, el problema es que de la tierra están emergiendo tantos rayos infrarrojos debido a las diversas actividades del hombre, que sobrepasan la barrera de la capa de ozono y lentamente la deterioran, haciendo cada vez más grande el orificio en su estructura y por ende causando el fenómeno conocido como efecto invernadero.

El planeta es un sistema perfecto que tiene una dinámica natural que hace posible que los seres vivos habiten en ella, proporcionando las condiciones necesarias para vivir, pero paradójicamente los seres humanos que habitan en ella son quienes han debilitado y dañado las buenas condiciones de vida con las actividades diarias que a lo único que contribuyen es a contaminar el planeta. El efecto invernadero es precisamente ese fenómeno que se da por la retención de los gases de las actividades que el ser humano realiza, las cuales se retienen en exceso en la atmósfera produciendo una acidez que no es visible y provoca un aumento en la temperatura o una disminución del caudal de los océanos.

3.2.4 Emisión

En algún momento el profesor de electrotecnia Alexis Rivas de la Universidad Icesi (Comunicación personal, 2012), comentaba que se considera emisión a todos los fluidos, sin importar su naturaleza, que son residuo de las actividades humanas o industriales. La característica principal de las emisiones es que se pueden medir, son cuantificables, por ende son parte de muchos análisis de estudio en diversas áreas. Las emisiones pueden ser de diversos tipos: electromagnéticas, sonoras, radioactivas, entre otras lo único claro es que sin importar su tipo impactan de casi de igual magnitud en el planeta.

⁴ Ecured (Enciclopedia Cubana En Red), 2010, La Habana, Cuba, Ministerio de informática y comunicaciones

⁵ (ECURED. Gases de efecto invernadero. [En línea]. 2010. [Citado 10-Sep-2012] Disponible en internet: http://www.ecured.cu/index.php/Gases_de_Efecto_de_Invernadero

Las emisiones vehiculares son aquellas que tienen a los vehículos como emisor: *“Las emisiones vehiculares contribuyen al smog de la ciudad y dificultan la respiración de nuestra población”*⁶. La anterior afirmación solo ratifica la preocupación mundial por mitigar tales efectos, pues el exceso de emisiones no solo afecta al planeta sino a todo lo que este integra (seres humanos, animales, plantas) por ello es que el auge de las llamadas “emisiones cero” es cada vez mayor en la industria.

3.2.5 Gases de efecto invernadero (GEI)

El efecto invernadero consiste en que el dióxido de carbono y otros gases de la atmósfera impiden que la mayor parte del calor de la tierra escape hacia el espacio y se produzca el calentamiento, es decir, que la acumulación de gases en la tierra producen una alteración en la temperatura normal de esta, elevándola por encima del nivel apto, trayendo como consecuencia enfermedades para los seres humanos y daños ambientales, producto de lluvias acidas y los excesos de calor.

En esta categoría se encuentran los gases que desequilibran las actividades de la atmosfera que son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), ozono (O₃), óxido nitroso (N₂O) y clorofluorocarbonados (CFC); de los anteriores el más abundante en la atmosfera es el dióxido de carbono, por eso es que es tan importante controlar sus emisiones y tener claro los procesos que contribuyen a su emisión abundante.

El principal problema de la acumulación de dichos gases es el deterioro de la capa de ozono, deterioro en el que el transporte es uno de los principales contribuyentes, ya que al quemarse los hidrocarburos presentes en el proceso de combustión de los combustibles necesarios para la movilidad de los diversos vehículos, se provoca una liberación de gases perjudiciales; si contabilizamos la cantidad liberada por todos los vehículos que se movilizan en la ciudad, obtendremos unas cifras alarmantes que son solo una muestra de los millones de toneladas que proliferan en todo el mundo de dichos gases.

3.2.6 Dióxido de carbono (CO₂)

Es un compuesto químico inoloro e incoloro formado por un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno que se encuentra en la atmosfera en una cantidad

⁶ (DEFINICION.DE. Definicion de Emisión. [Citado 10-Sep-2012] Disponible en internet: <http://definicion.de/emision/>)

controlada. Constituyen el 50% del total de las emisiones generadas en el efecto invernadero y su exceso contribuye al aumento de la temperatura del planeta.

El dióxido de carbono es generado principalmente por dos actividades: la primera es por la respiración de las plantas, de la cual no se hablará mucho puesto que es resultado de una actividad natural que no puede ser controlada y además es la cantidad de emisión que el planeta acepta sin ningún problema; la segunda si presenta problemas, constituye todo tipo de actividades humanas e industriales, que en sus procesos cotidianos emiten una cantidad peligrosa e incontrolable de emisiones de CO₂ a la atmosfera, debido al uso inconsciente de la tecnología, el anterior será el punto de análisis que se realizara en este trabajo, centrándose específicamente en los medios y hábitos de transporte de la comunidad perteneciente a la Universidad Icesi.

3.2.7 Mecanismo de desarrollo limpio (MDL)

Según la guía de Mecanismo de desarrollo limpio (MDL)⁷ para el sector energético de Chile, los MDL son un mecanismo del protocolo de Kyoto donde se generan estrategias para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en los países en vía de desarrollo. Esta guía apunta a promover las inversiones de proyectos que cumplan con las condiciones y los propósitos del mecanismo de implementar estrategias que involucren el uso de energías renovables, con el propósito principal de ayudar a las naciones a alcanzar un desarrollo sostenible y cumplir con sus compromisos ambientales. Los proyectos aplicados a los MDL podrán vender Bonos de carbono (CER equivalentes a 1 Ton métrica de CO₂e) a los países en desarrollo comprometidos con la reducción de las emisiones con el fin de que puedan cumplir con sus metas de reducción de los gases de efecto invernadero.

El mecanismo de desarrollo limpio permite la participación de tres diferentes proyectos:

- **Proyectos regulares o de gran escala:** Estos involucran proyectos de diferentes categorías como la construcción, el transporte, la demanda y la distribución de energía, agricultura y minería.

⁷ Comisión Nacional de energía, C. Gobierno de Chile, Comisión Nacional de energía. (2006). *Guía del mecanismo de desarrollo limpio para proyectos del sector energía de Chile*. (ISBN 155806). Retrieved from B&B website: www.cne.cl

- Proyectos de pequeña escala: Los que involucran proyectos de energías renovables y eficiencia energética.
- Proyectos de forestación y desforestación: Involucran proyectos que permitan la captura de carbono y no la reducción de las emisiones.

3.2.8 Mercados verdes

Hoy en día el cambio climático y la carencia de algunos recursos representa uno de los más importantes desafíos ambientales para la humanidad y la industria, por esta razón el uso eficiente de los recursos naturales y desarrollo logístico sustentable de todos los procesos, productos o servicios han sido los puntos más valiosos a tratar en las diferentes organizaciones y los más apreciados por los consumidores a la hora de elegir a que compañía comprar, de esta manera los mercados verdes como incentivo de producción más limpia (PML) son los mercados en donde se realizan transacciones de bienes y servicios amigables con el medio ambiente; estos se caracterizan por aprovechar al máximo sus recursos, reduciendo el impacto ambiental desde sus tres etapas: la obtención de la materia prima, la producción o transformación de las materias primas y la distribución (entrega) del bien o servicio al cliente final.

3.2.9 Producción más limpia (PML)

Desde hace algunos años este término se ha convertido en uno de los pilares de la industria, toda empresa tiene en su ideal alcanzarlo para ser más competitiva sin afectar el medio ambiente. La producción más limpia (PML) es la planeación de estrategias ambientales para la realización de actividades sostenibles de servicio, procesos o productos, para que el resultado de estas actividades genere una mayor productividad y el menor impacto posible al medio ambiente y a la sociedad en general.

Los países pioneros en implementar este tipo de producción han sido Francia, Inglaterra, Alemania, Estados Unidos de América y Japón que son ejemplos claros de que si se puede seguir produciendo productos de consumo pero más amigables con el entorno, lo han logrado gracias a regulaciones gubernamentales, impuestos de carbono y bonos de carbono, que penalizan a las compañías que no están reformando sus procesos y que premian a las que sí lo han implementado.⁸

⁸ (Fundación Reduce tu Huella [Citado 25-Sep-2012] Disponible en internet: http://www.reducetuhuella.org/calculadora_reduce/)

3.2.10 Logística verde

Hablar de procesos logísticos que cuiden al medio ambiente ya no es un dicho, sino un hecho para muchas organizaciones. Este término es conocido como la logística que se preocupa por los impactos ambientales causados por las actividades estratégicas de una organización. La logística verde permite coordinar todas aquellas actividades y recursos de la manera más eficiente para que esta no genere altos costos económicos o ambientales, es decir, que tiene como fin implementar prácticas responsables con el planeta.

Cabe mencionar que uno de los problemas más grandes a los que se ha enfrentado el planeta es el conocido cambio climático, debido a la generación de gases de efecto invernadero. El transporte es uno de los mayores contribuyentes a la agudización de este fenómeno, debido a que el uso de los vehículos produce a diario miles de toneladas de CO₂ que alteran, el estado normal del planeta. La logística verde no solo busca desarrollar programas sostenibles mediante la generación de energía renovable o automóviles ambientales para el área de transporte, sino también procesos logísticos que ayuden a mitigar el impacto ambiental y así lograr la reducción de CO₂ en actividades productivas, sociales, entre otras.

3.3 APORTE CRÍTICO

Siendo consecuentes con lo que se plantea en los objetivos, la labor en el desarrollo de este proyecto no se limita solo a realizar una herramienta de uso interno de la Universidad Icesi, sino contribuir con esta investigación a la comunidad universitaria, a que genere un proceso crítico al interior de la comunidad que permita proyectar políticas, campañas e iniciativas que a futuro generen empoderamiento sobre el cuidado del medio ambiente al interior de la Universidad, generando conciencia sobre el impacto de las actividades cotidianas al ambiente y promoviendo campañas y propuestas ecológicas que atenúen estos efectos.

Lo planteado será posible gracias a la formación académica que hasta el momento se ha construido como ingenieras industriales, pues el pilar de la Universidad Icesi es formar profesionales integrales, con capacidades de investigación y formación de conocimientos propios; este trabajo es la forma tangible de confrontar todo el conocimiento teórico que se ha acumulado por años durante las diversas materias cursadas, pues se debe presentar un reporte de las investigaciones, trabajo de campo y formación de nuevo conocimiento.

Adicional a lo dicho, este es solo el primer peldaño de muchas próximas investigaciones, pues como ingenieras apasionadas por el conocimiento y con un gusto especial por el medio ambiente, razón por la cual en este proyecto se ha visto reflejado todo el esfuerzo, pues el ideal no es que sea solo un trabajo de grado en el sentido de requisito para obtener el títulos profesional, sino el primer acercamiento de lo que va hacer el resto de la vida profesional. Además desde hace varios años es de gran interés investigar el cambio climático y en como relacionar la formación de ingenieras industriales con esta vocación ambiental de ayuda y de compromiso con el planeta.

Por ende, es vital que quien lea este proyecto entienda claramente que la ingeniería industrial es muy amplia, porque en ningún momento te limita, te permite explorar muchas áreas de acción y ser integras en todas, proporciona una visión tan amplia que te permite inter-relacionar cosas que para el ojo distraído no tienen relación, como en el presente proyecto entre la ingeniería industrial y la responsabilidad medio ambiental. Aunque estos dos campos parezcan tan aislados por las diferentes lógicas académicas y del mercado laboral, desde hace varios años la producción limpia ha sido uno de los factores primordiales en el mercado y como tal todo ingeniero industrial debe conocer y aplicar dichos requerimientos, este proyecto cuenta con la fortuna de que el auge del conocimiento de una producción verde ocurriera durante el lapso académico por ello se cuenta con más información de la que profesionales anteriores tienen, eso sin contar con la afinidad por el tema que induce a indagarlo profundamente, tanto en sus causas como en sus repercusiones, siempre en clave de generar insumo teórico-práctico para su solución.

El rol en la empresa (Universidad Icesi) será tomar el papel de consultoras externas, que con base en visitas periódicas y recolección de datos específicos finalmente para finalmente entregar como resultado una herramienta virtual de fácil manejo que le permita conocer la huella de carbono del transporte, exhortándoles a que se tomen decisiones correctivas en caso de que las emisiones registradas sean muy altas, donde la intención sea precisamente contribuir al conocimiento y empezar a devolver de alguna forma todo lo que ha brindado la institución universitaria a la comunidad estudiantil y una excelente opción es contribuirles en su compromiso ambiental.

4. ESTRATEGÍA METODOLÓGICA DE TRABAJO

4.1 PROYECTO DE GRADO

Conforme el manual de procedimientos del proyecto de grado de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Icesi, “El Proyecto de Grado es un proceso sistémico de análisis y aprendizaje de una situación dada, que permite al estudiante formular una propuesta de intervención frente a la realidad encontrada. El Proyecto de Grado es una de las actividades más relevantes dentro del plan de estudios del programa de Ingeniería Industrial, es requisito para la obtención del título de Ingeniería Industrial, debe ser realizado durante dos semestres en el desarrollo de las asignaturas Proyecto de Grado I y II”.⁹ El proyecto de grado tiene como objetivo que los estudiantes consoliden y complementen los conocimientos adquiridos durante los estudios en el programa, mediante actividades específicas y creativas integrando las técnicas y tecnologías disponibles.

Para la realización de este proyecto, fue necesario hacer uso de algunas guías metodológicas certificadas a nivel internacional para realizar el cálculo de la huella de carbono, entre las que se destacan las siguientes:

4.1.1 GHG PROTOCOL

GHG Protocol es un instrumento internacional que contabiliza y cuantifica las emisiones de gases de efecto invernadero de muchas empresas. A nivel mundial se están utilizando como herramienta para gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero y para la realización de posteriores desarrollos de nuevos productos que se caractericen por marcar una diferencia en la eficiencia energética del mundo.

Su enfoque es corporativo, por eso busca facilitar las actividades de inventario de gases con un software diseñado específicamente para cada tipo de empresa y sus procesos, según las necesidades de su sector.

⁹ Facultad de ingeniería departamento de ingeniería industrial. Manual de procedimientos proyecto de grado, Ing. Katherine Ortegón M.,2007

4.1.2 PAS 2050-2008

El PAS 2050-2008 es una metodología para la evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero en los ciclos de vida de los bienes y servicios de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, elaborados por BSI (British Standards Institute). Esta metodología se basa en las normas ISO 14040/44 y la ISO 14065 para determinar los alcances de la estimación, el análisis del ciclo de vida de los productos o servicios y la evaluación del impacto en el ciclo de vida.

Su uso es muy amplio, ya que es una guía metodológica que se puede emplear para organizaciones tanto productora como de servicios, adaptándose fácilmente a las diversas necesidades, es flexible y por ende es considerada en la actualidad como el mejor modelo para la evaluación de emisiones de gases de efecto invernadero.

4.1.3 IPCC

Es una guía metodológica desarrollada por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático o Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático con el fin de evaluar mediante un inventario de gases de efecto invernadero la comprensión del riesgo del cambio climático provocado por las actividades humanas, evaluando sus posibles repercusiones en el medio ambiente, las posibilidades de adaptación, los cambios que requieren y la forma de atenuar los cambios climáticos en general.

Esta guía tiene dividido su manual por sectores económicos y actividades de dicho sector, por lo cual fue muy útil para evaluar específicamente los factores e indicadores sobre el transporte, al cual se le atribuye un capítulo específico.

4.2 ETAPAS DEL PROYECTO

En el anexo A se encuentra el plan detallado a seguir para el desarrollo del proyecto con fechas, indicadores y actividades a realizar en cada etapa, entre las cuales es importante destacar el diseño de la herramienta que es finalmente el objetivo del proyecto y las propuestas de mejora que son aquellas que ratifican que el proyecto es viable y aplicable en la vida real, este último factor se demuestra con la comparación con proyectos anteriores en otras instituciones o en el sector en general.

4.3 METODOLOGIA DEL PROYECTO

4.3.1 Identificar las fuentes de emisiones de CO₂ de los automóviles utilizados por los estudiantes, docentes y colaboradores de la Universidad Icesi en sus funciones académicas o laborales.

Para este primer objetivo se realizó inicialmente una amplia investigación en manuales internacionales e información de trabajos similares, para así identificar los factores relevantes a la hora de realizar mediciones de huella de carbono en medios de transporte, posteriormente se utilizaron los factores principales para ser analizados y se definió claramente su forma de medición (cuantificación), lo anterior se resumió en un mapa mental que ayudó a tener claro lo relevante para evitar el desenfoque.

En segundo lugar se diseñó una encuesta que permitió identificar los hábitos de transporte en los estudiantes, docentes y colaboradores de la Universidad Icesi que contengan los factores principales identificados en la investigación e información en general, útiles en análisis posteriores.

4.3.2 Cuantificar y analizar las emisiones de CO₂ de automóviles, usados por los estudiantes, docentes y colaboradores de la Universidad Icesi para transportarse hacia y desde la universidad.

Para lograr este objetivo fue primordial contar con la información recolectada en la encuesta del primer objetivo específico, a partir de la recopilación de los datos se realizaron diagramas estadísticos que permitieron analizar de una forma resumida el comportamiento del mercado objetivo, además se analizó la información mediante herramientas de estadísticas.

En segundo lugar se tomaron muestras periódicas de conteo de vehículos en los parqueaderos de la Universidad en diferentes franjas de horario, todo lo anterior ligado a la primera investigación realizada y siguiendo los manuales internacionales, debido a que estos datos fueron las base para la realización de la herramienta y debieron ser tomados siguiendo los estándares.

4.3.3 Diseñar una herramienta que permita la medición de la huella de carbono del transporte de los estudiantes, docentes y funcionarios de la Universidad Icesi.

Para lograr el cumplimiento del presente objetivo debían haberse realizado plenamente los dos anteriores objetivos, pues el mayor supuesto es que los datos recolectados en las mediciones son verídicos.

Con base en la información disponible hasta el momento de todas las mediciones realizadas, se diseñó la herramienta en Microsoft Excel, que es un programa de fácil manejo y acceso que permite personalizar las funciones, de acuerdo a las necesidades, permitiendo a la herramienta trabajar mediante unos pantallazos el ingreso de los datos y que finalmente arroje un indicador (número) de las emisiones de CO₂, con sus respectivas gráficas para análisis posteriores.

Con referente de los indicadores arrojados por la herramienta diseñada, se realizó un análisis posterior del total de emisiones clasificándolas en base a las tablas proporcionadas por los manuales internacionales que indican en la posición en la que se encuentra la Universidad.

5. ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

5.1 RECURSOS DISPONIBLES

5.1.1 Humanos

- Disponibilidad de tiempo de los investigadores: Necesario para la toma de decisiones, recolección de datos, investigaciones y análisis del proyecto, redacción y modificación del mismo.
- Disponibilidad del tiempo de tutor metodológico: Se contó con el asesoramiento de tutor metodológico, para la estructuración y la planeación de los contenidos del proyecto de grado.
- Tiempo de tutor temático: El tutor temático fue necesario para el planteamiento del tema del proyecto, como guía en la formación y buen manejo del conocimiento.
- Tiempo de colaboradores de la Universidad Icesi: Vital para la recolección de datos y posteriores investigaciones (encuesta).

5.1.2 Económicos

- Dinero: Los gastos de la investigación corrieron por cuenta de las autoras de la investigación.

5.1.3 Tecnológicos

- Computador e impresora: Se necesitaron 2 computadores con acceso a internet para la documentación, compilación y la consulta del proyecto y comunicación de las investigadoras, con software básicos de trabajo como el paquete Microsoft Office y paginas en la web, para la realización de diagramas, Google Earth para visualización de mapas y Golden Ratio herramienta de medición y composición. Finalmente la impresora para la impresión del proyecto final.
- Teléfonos móviles: Necesarios para la comunicación constante de las autoras.

- Base de datos de las universidades y bibliotecas: Indispensable para documentación y apoyo del trabajo.
- Cámara digital: Necesario para el registro fotográfico y videográfico.

5.2 EQUIPO DE INVESTIGADORES

Vanessa Castañeda Vélez: Estudiante de Noveno semestre de Ingeniería Industrial de la Universidad ICESI. Autor del proyecto de grado

Paola Andrea Ramos Garzón: Estudiante de Noveno semestre de Ingeniería Industrial de la Universidad ICESI. Autor del proyecto de grado.

Andrés López: Administrador de empresas de la Universidad Icesi, especialista en gestión de mercados y de producción, con doctorado en sociedad de la información. Tutor temático del proyecto de grado.

Leonardo Rivera: Ingeniero Industrial de la Universidad del Valle, con Máster de ciencia en ingeniería Industrial, con especialización en producción, logística y distribución. Tutor metodológico del proyecto de grado.

Jairo guerrero Bueno: Ingeniero Industrial de la Universidad Javeriana. Tutor metodológico del proyecto de grado, encargado de realizar correcciones de redacción y estructura.

6. DESARROLLO DEL PROYECTO “ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LOS AUTOMÓVILES DE ESTUDIANTES, DOCENTES Y COLABORADORES DE LA UNIVERSIDAD ICESI”

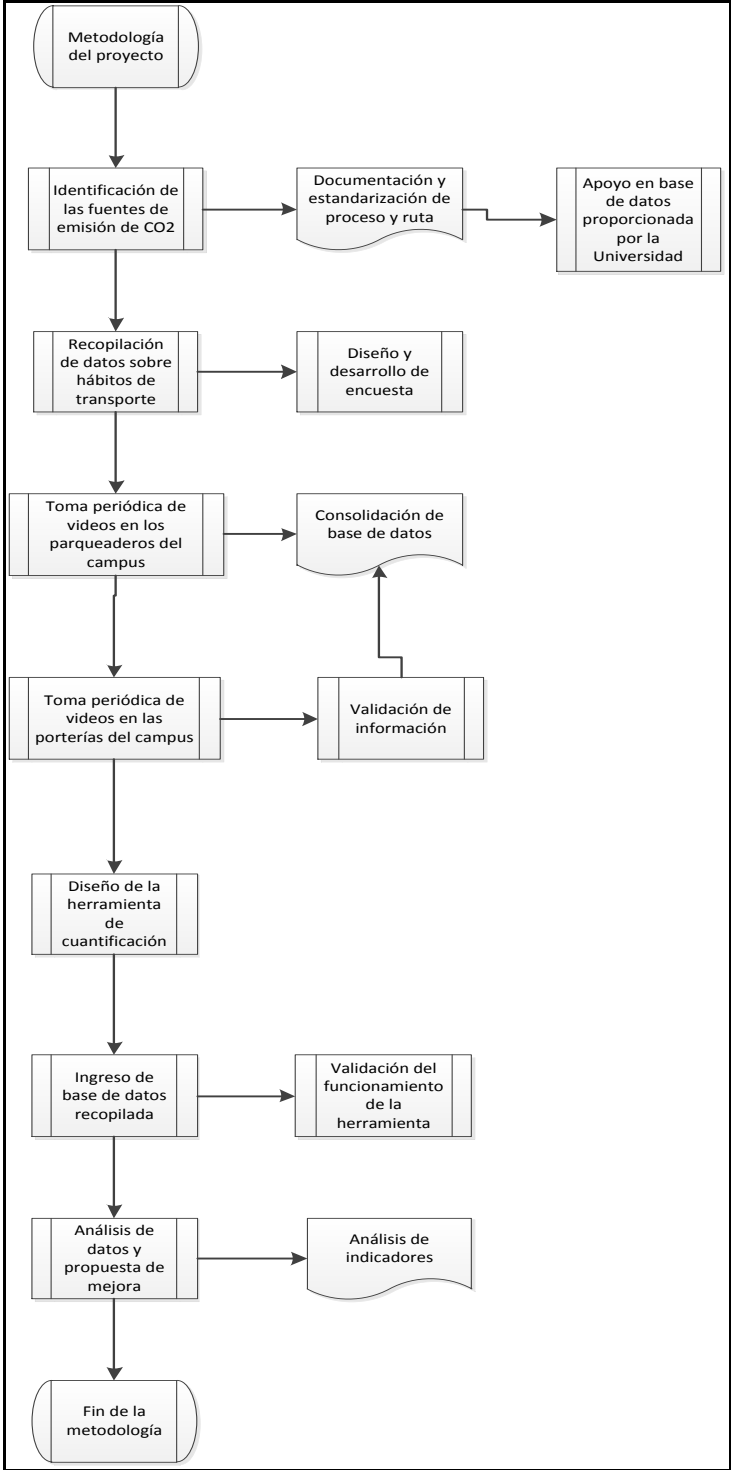
El proyecto tomó como base investigaciones posteriores sobre el tema como por ejemplo proyectos de grado, publicaciones en revistas, artículos de internet, entre otros; también se basó en tratados internacionales que regulan la toma de datos y proponen pautas metodológicas para el proceso de recolección, análisis y desarrollo de datos indispensables para la elaboración de la herramienta.

Después de analizar toda la información disponible en manuales y referencias bibliográficas se estableció la metodología idónea para la toma de muestras y se definió una ruta a seguir, la cual se desarrolló para consolidar la información necesaria en la construcción de la herramienta.

Para recopilar la información se basó en las guías proporcionadas por el PAS 2050 y el IPCC, de la primera guía se tomó en cuenta los factores de influencia en el cálculo de emisiones de CO₂ y el segundo manual fue vital para el desarrollo de la herramienta, debido a que proporcionó la tabla de gr de CO₂ emitidos por los vehículos según su cilindraje y modelo, permitiéndolo cuantificar la información recolectada.

6.1 METODOLOGÍA GENERAL

Figura 3 Análisis del proceso



Fuente: Autoras

6.1.1 Identificar las fuentes de emisión de CO2

La primera parte consistió en un proceso investigativo, el cual requirió de una amplia documentación basada en textos, manuales, revistas, guías y demás para la identificación de las causas potenciales del problema de contaminación vehicular. La investigación permitió establecer los datos que debían recolectarse para el análisis y así enfocarse en las causas del problema que se pueden observar en la Figura 1; lo cual fue indispensable para detallar los factores que pueden influir de forma directa o indirecta en el cálculo de la emisión de CO2 producida por automóviles.

6.1.2 Recopilación de datos sobre hábitos de transporte

El estudio de los hábitos de transporte se llevó a cabo por medio de unas encuestas diseñadas, las cuales fueron enviadas de forma masiva a todos los integrantes de la Universidad (estudiantes de pregrado, posgrado, colaboradores y docentes) por medio del correo interno. Las encuestas permitieron conocer los hábitos actuales del uso de transporte para de esta manera determinar la proporción total que en promedio sería la unidad de análisis en el estudio de cuantificación de emisiones.

6.1.2.1 Recopilación de datos sobre hábitos de transporte

Para el levantamiento de estos datos, se diseñó una encuesta que permitió observar los diferentes comportamientos frente al uso de medios de transporte para movilizarse, el tiempo de permanencia promedio de un estudiante en la Universidad y las horas de mayor flujo. La finalidad de esta encuesta era estimar el promedio del número de automóviles que ingresan a la Universidad, de esta manera evaluar la cantidad de personas que se debía encuestar para tener una muestra representativa del número de personas que ingresan a la universidad en Automóvil. En la figura 4 se observa el diseño de la encuesta que fue enviada de forma masiva a todos los integrantes de la Universidad por medio del correo interno, lo cual consistió en enviar el link de la encuesta publicada en Google a 2200 personas solicitándoles llenarla. En ella se incluía preguntas como: medio de transporte empleado para desplazarse, duración de recorrido, horarios de llegada y salida de la universidad y lugar de procedencia. Esta encuesta fue realizada durante la última semana de Noviembre de 2012 y tuvo una respuesta de 128 personas, de las cuales 78 de los encuestados son estudiantes, 24 son docentes y los otros 24 son colaboradores de la Universidad Icesi.

Figura 4 Encuesta Web: Hábitos de transporte de la Universidad Icesi

Información personal

1. Edad *

- De 16 a 20
- De 20 a 25
- De 25 a 35
- De 35 a 55

2. Actividad dentro de la Universidad Icesi* *

- Estudiante
- Docente
- Empleado

3. ¿Cuántas veces al día viaja hacia la Universidad Icesi?*

4. ¿A qué horas ingresa a la universidad? Si no va a la Universidad no elija en el día correspondiente

	entre 6:00 y 8:00 a.m.	entre 8:00 a.m y 12:00 m.	entre 12:00 y 2:00 p.m.	entre 2:00 y 6:00 p.m.	Después de las 6:00 p.m.
Lunes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Martes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Miercoles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jueves	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Viernes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. ¿A qué horas sale de la universidad?

	entre 8:00 y 10:00 a.m.	entre 10:00 a.m y 2:00 m.	entre 2:00 y 4:00 p.m.	entre 4:00 y 6:00 p.m.	Después de las 6:00 p.m.
Lunes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Martes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Miercoles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jueves	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Viernes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Barrio en que vive (especifique en que zona de la ciudad queda ubicado el barrio)*Por ejemplo: El ingenio (Sur)

7. Duración de su recorrido diario hacia la universidad *

¿Cómo se transporta?

En esta sección se indagará en detalles sobre la movilización que realiza hacia la Universidad

8. ¿Cuál es el medio de transporte que usa para desplazarse a la Universidad?* *

- Carro particular
- MIO
- Motocicleta
- Bus/Buseta/Colectivo
- Otro

De acuerdo a su elección anterior responda:

Si su respuesta fue Carro pasar a la pregunta 9, si fue MIO pasar a la pregunta 17, si fue Bus pasar a la pregunta 19, si fue Motocicleta pasar a la pregunta 21.

De acuerdo a su elección anterior responda:

Si su respuesta fue Carro pasar a la pregunta 9, si fue MIO pasar a la pregunta 17, si fue Bus pasar a la pregunta 19, si fue Motocicleta pasar a la pregunta 21.

SI SU RESPUESTA FUE CARRO PARTICULAR

9. Especifique ¿qué tipo de vehículo es?

- Automóvil
- Camioneta

10. Especifique si el auto a tenido otros dueños

- Si
- No

11. Especifique ¿años de antigüedad?

- 1 año o menos
- entre 2- 5 años
- entre 5- 10 años
- más de 10 años

12. Si su respuesta a la pregunta anterior fue si responda: ¿ Cuantos dueños a tenido?

- 2
- 3
- mas de 3

13. Especifique ¿qué tipo de cilindraje es?

- 1000 cc – 1600 cc
- 1600 cc – 4000 cc
- Más de 4000 cc

14. Especifique ¿qué tipo de combustible emplea?

- Diesel
- Gas
- Gasolina

15. ¿Conoce usted cuando combustible consume a diario?

- Si
- No

16. Si su respuesta es si describa cuanto es

SI SU RESPUESTA FUE MIO

17. ¿En qué estación lo abordo?

18. ¿Cuántos transbordos realizó para llegar a la Universidad Icesi?

- 0
- 1
- 2
- 3

SI SU RESPUESTA FUE BUS/BUSETA/COLECTIVO

19. ¿Dónde lo abordo?

20. ¿Cuántos Buses/Busetas/Colectivos necesitó abordar para llegar a la Universidad?

- 1
- 2
- 3

SI SU RESPUESTA FUE MOTOCICLETA

21. Especifique ¿años de antigüedad?

1 año o menos

entre 2- 5 años

entre 5- 10 años

más de 10 años

22. Especifique ¿qué tipo de cilindraje es?

1000 cc – 1600 cc

1600 cc – 4000 cc

Más de 4000 cc

SI USTED SE DESPLAZA FUERA DE LA UNIVERSIDAD PARA REALIZAR ACTIVIDADES ACADEMICAS LLENE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS

23. ¿Con que frecuencia se desplaza para actividades académicas fuera de la Universidad en la semana?

1

2

3

mas de 3

Fuentes: Autoras

6.1.2.2 Toma periódica de videos en los parqueaderos del campus

Para la obtención de la información de los automóviles que ingresaban al campus universitario era imprescindible la toma de videograbaciones periódicas donde se evidenciara el número de vehículos promedio que usaban los parqueaderos; para esto fue necesario un estudio previo de las franjas de horario donde se observa un mayor flujo de estudiantes la cual fue realizada apoyándose en una base de datos de la Universidad, proporcionada por el área de planeación, en donde se encuentran todos los horarios de clases y la cantidad de personas matriculadas a estas, la cual permitió ejecutar una estratificación de los datos por franjas, encontrando las horas de mayor afluencia de personas.

El proceso consistió en realizar videograbaciones de los vehículos estacionados en los parqueaderos de la Universidad Icesi en tres franjas de horarios seleccionados: 6:30-7:30A.M, 1:30-2:30 P.M y 6:00- 7:00 P.M. Después de haber determinado la franja de horario se realizó este trabajo a lo largo de 4 semanas, en donde se efectuaron videograbaciones de los automóviles que se encontraban estacionados en los parqueaderos en las diferentes franjas de horario, esto con la finalidad de crear una base de datos en Excel para conocer en promedio la cantidad de vehículos que se encontraban en el campus a diferentes horas, permitiendo a la vez corroborar la información suministrada por el área de

planeación de la Universidad y contrastar los flujos de estudiantes con los flujos de los automóviles.

Posterior a esto se realizó nuevamente videograbaciones en donde se entrevista a los conductores a la entrada de las porterías de la Universidad y de esta manera validar la información necesaria sobre el modelo, cilindraje y lugar de procedencia del automóvil.

6.1.3 Toma periódica de videos en las porterías del campus

6.1.3.1 Recopilación de datos método indirecto

El proceso consistió en realizar videograbaciones de los vehículos estacionados en los parqueaderos de la Universidad Icesi en las tres franjas de horarios seleccionados 6:30-7:30A.M, 1:30-2:30 P.M y 6:00- 7:00 P.M.

Se realizaron videograbaciones durante 2 semanas en las diferentes porterías de la Universidad en las franjas de gran afluencia, en dichas grabaciones procurábamos tener el registro de la placa del vehículo y preguntarles a los conductores de automóviles que ingresaban a la Universidad el modelo, cilindraje y combustible del vehículo para que de esta manera poder consolidar una base de datos precisa con la información requerida, adicional a las preguntas anteriores también se solicitaba la información sobre su lugar de procedencia (barrio) para determinar más adelante según su origen, los kilómetros recorridos para llegar a la Universidad.

Para la elaboración de la herramienta se tendrán en cuenta los modelos metodológicos de la Huella de Carbono PAS 2050: Especificación para la evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero del ciclo de vida de bienes y servicios y la guía metodología: Manual De Cálculo Y Reducción de Huella de Carbono para Actividades de Transporte por Carretera de España, donde se tomaran en cuenta las metodologías para la estimación de la huella de carbono de las organizaciones más importantes como son el ISO 14064, GhG Protocol y MC3, todas estas con el objetivo de tomar en cuenta los pasos adecuados en el desarrollo de la estimación.

Toda la información recolectada en este proyecto se considera como tomas de método indirecto porque su finalidad es recolectar información de los vehículos y su desplazamiento contemplando solo una visión general, es decir, que no se analiza cada automóvil como una unidad de muestra individual y se le asigna un valor de emisión diferenciado, sino que se estandariza la información necesaria y se agrupan los automóviles en categorías y se le asigna un valor de emisión de su automóvil teórica basada en la categoría en la que se encuentre.

GASOLINA	<1,4	192,12	136,9
	1,4- 2	232,78	159,65
	>2	310,19	191,85
DIESEL	<2	199,81	135,56
	>2	246,06	170,51

6.1.4 Diseño de la herramienta de cuantificación

Con base en la información bibliográfica recopilada sobre la metodología de cuantificación y estimación de las emisiones de CO₂ y con la tabla proporcionada por el IPCC sobre la cantidad emitida por automóvil según su cilindraje y modelo, se desarrolló el diseño de la herramienta de cálculo de emisiones con todos los requisitos necesarios.

6.1.5 Ingreso de base de datos recopilada

Una vez consolidada toda la información de los videos y teniendo la base de datos completa, se procedió a ingresar toda la información recopilada hasta el momento en la herramienta. Adicional a esta actividad se pudo realizar de forma simultánea también la validación del correcto funcionamiento de la herramienta diseñada al ejecutar el cálculo estimado de emisiones, comprobando el perfecto funcionamiento de la macro y de las gráficas estadísticas que permiten una visualización más clara de los resultados.

6.1.6 Análisis de datos y propuesta de mejora

Se realizó una interpretación de los gráficos arrojados y del valor total del indicador de CO₂ para realizar posteriores propuestas de mejora o proyectos en general que ayuden a mitigar el impacto ambiental

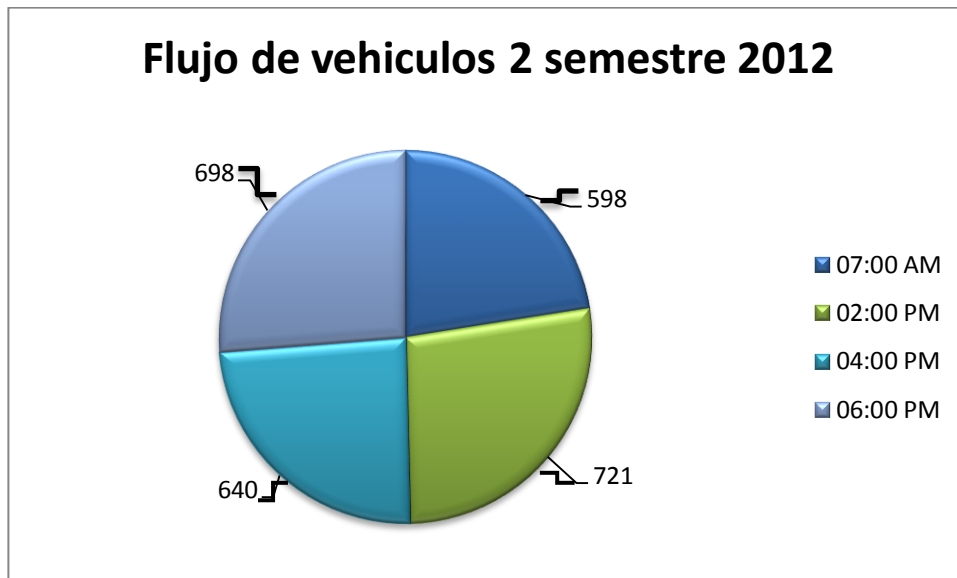
7. ANALISIS DE RESULTADOS

7.1 PRIMERA TOMA DE DATOS

El objetivo de esta toma era constatar por medio de videograbaciones si el flujo de vehículos que se estacionaban en las zonas de parqueo de la Universidad Icesi presentaba una correlación con el número de estudiantes que ingresaban cada semestre, es decir, que lo que se pretendía estudiar era si al ingresar 300 estudiantes cuantos nuevos vehículos en promedio también ingresaban al campus. En la figura 5 y figura 6 se refleja la consolidación de los datos tomados durante 4 semanas, divididas de la siguiente manera: las últimas dos semanas del semestre 2012-2 y las primeras dos semanas del semestre 2013-1

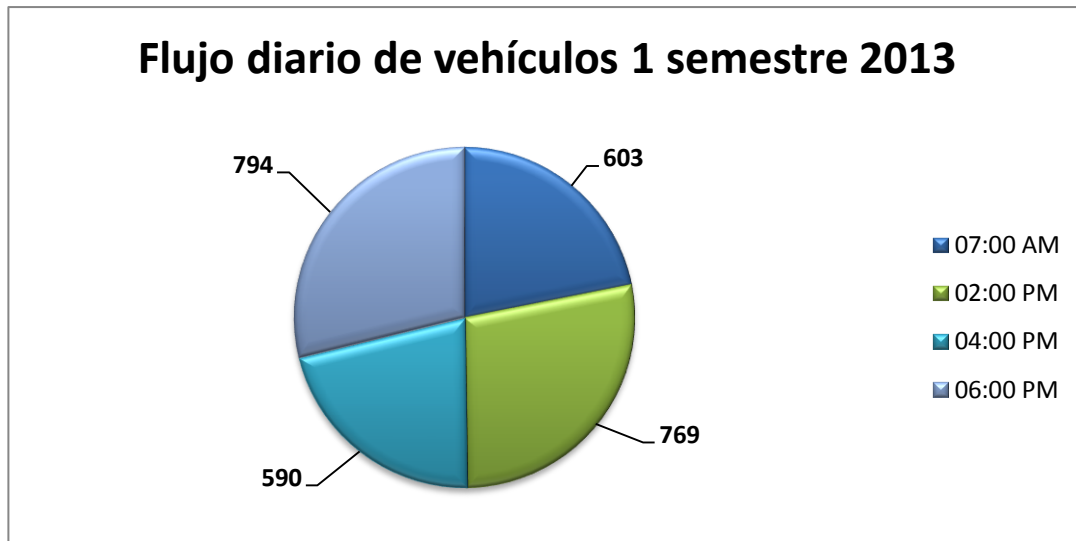
Los gráficos anteriores revelan un aumento en los flujos de vehículos en las franjas horarias de 1% a las 7:00 A.M, 6,8% a las 2:00 P.M , 13,8% a las 6:00 P.M y en la franja horaria de las 4:00 P.M se observa un 7.8% de disminución en los automóviles que usan los espacios disponibles de estacionamiento, con respecto al semestre anterior, lo cual confirma el supuesto de que con el ingreso de nuevos estudiantes hay un mayor flujo de vehículos en la Universidad.

Figura 5 Flujo de vehículos 2 semestre 2012



Fuentes: Autoras

Figura 6 Flujo de vehículos 1 semestre 2013

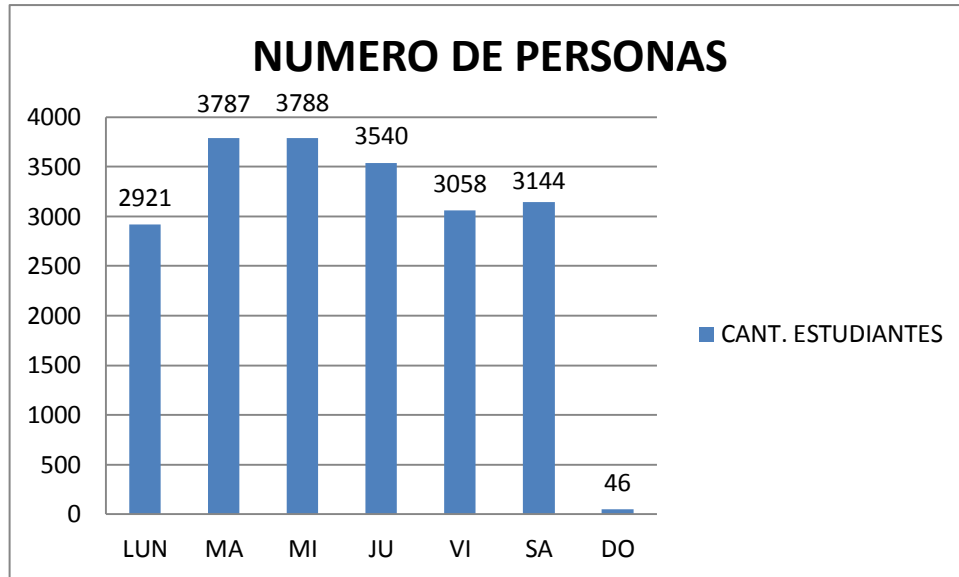


Fuentes: Autoras

7.1.1 Hábitos de transporte

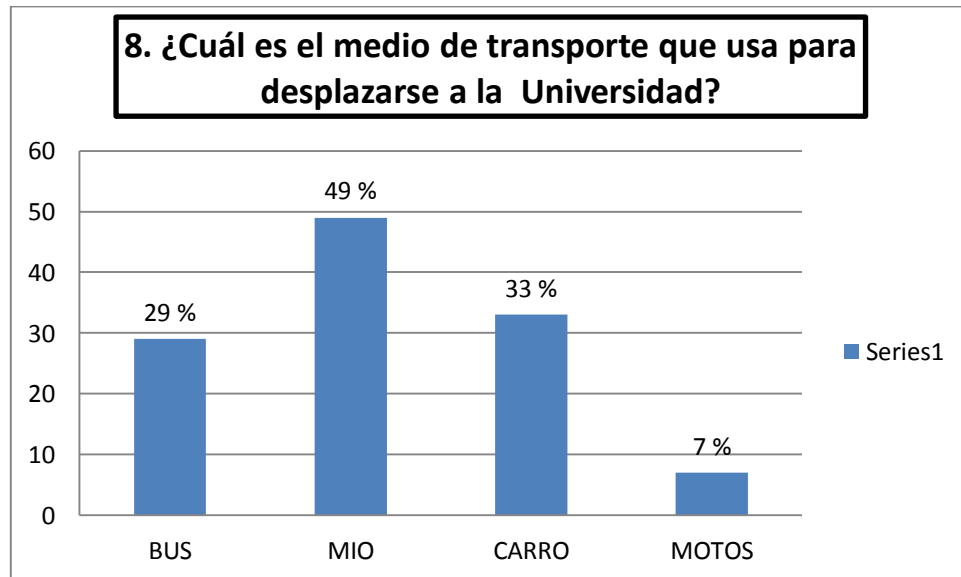
La encuesta realizada resultó de gran utilidad para determinar el porcentaje promedio de personas que ingresan a la Universidad por día y adicional a esto cuantos se desplazan en automóvil para la Universidad como lo muestra la Figura 7 y Figura 8. La anterior información fue empleada para determinar la población promedio de muestra o unidad de muestra, la cual es vital para los análisis posteriores y para que el cálculo realmente refleje un estimado representativo de lo que se emite diariamente en los parqueaderos.

Figura 7 Flujo de personas en el 1 semestre 2013



Fuentes: Autoras

Figura 8 Medio de transporte usado 1 semestre 2013



Fuentes: Autoras

Los resultados nos arrojaron que el 33% de los estudiantes, profesores y colaboradores hacen uso de los parqueaderos de la Universidad y que tienen automóvil, el 49% se moviliza al campus en el sistema integrado MIO, 29% en bus

y el 7% restante se moviliza en moto. Si tenemos en cuenta que la población promedio de la Universidad es de 6702 personas, debido a que hay 4770 estudiantes de pregrado, 900 estudiantes de posgrado, 126 profesores de tiempo completo, 503 profesores de hora cátedra y 403 colaboradores, la población promedio que analizaremos es de aproximadamente 2211 personas, que equivale al 33% de la población total y la cual se espera que se desplace a la Universidad en automóvil según la encuesta realizada.

Con base en un análisis estadístico, en el cual se calculó el tamaño de muestra con un 95% de confianza y en base a la primera información obtenida de la muestra piloto(encuesta) y de la cantidad de espacios disponibles para estacionar, llegamos a la conclusión de que nuestra muestra para ser significativa debe contener en promedio 500 datos que es equivalente a la capacidad máxima del parqueadero, de esta forma se llegaría a la estimación diaria de dióxido de carbono cuando el parqueadero este a su máxima capacidad.

7.2 HACIA LA ESTIMACION DE LAS EMISIONES DEL CO₂ CON LA HERRAMIENTA

La estimación de la huella de carbono consiste en la contabilización de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y para los análisis de CO₂ que son liberadas a la atmosfera debido a las actividades que se realizan cuando se hace uso de los vehículos. Por tanto la huella de carbono permite medir el impacto que provocan todas las actividades humanas al medio ambiente, en términos de GEI.

Calculando la huella de carbono se pretende que la universidad pueda conocer las emisiones de CO₂ emitidas por el uso de medios de transportes (actividades de servicios) que ingresan a la universidad y así puedan reducir sus niveles de contribución al cambio climático

Para el análisis de esta herramienta se requiere conocer los variables correspondientes para la medición de la Huella de Carbono de Transporte en la cual se incluyen dentro de esta sección: el modelo, marca, cilindraje y Km recorridos.

Posterior a la recopilación de datos se realizó un análisis de cada uno por diversos medios (herramientas de ingeniería y estadísticas) para evaluar cada factor, por medio del software de Microsoft Excel, que permitió la realización de tablas dinámicas y graficas que nos permitieron visualizar el impacto de cada automóvil.

Una vez obtenidos los datos necesarios para este análisis en las unidades específicas y realizar algunos cálculos, se pueden obtener las emisiones a la atmosfera totales como consecuencia del transporte a la Universidad en toneladas de CO₂ equivalentes (CO₂e).

En conclusión el valor final obtenido de la huella de carbono de la Universidad Icesi quedará reflejado en la última de las secciones del Excel (“Historial de emisiones”). En ella, se refleja tanto el dato de las emisiones de la huella de carbono global de la empresa (de forma numérica y gráfica).

La elaboración de la herramienta estuvo dividida en varias etapas: recolección de datos, consolidación de base de datos, medición de distancias y diseño de la herramienta. Las primeras dos etapas ya han sido explicadas anteriormente por ello no se hace énfasis en estas, la etapa de medición de distancias sí es importante detallarla pues fue vital para proporcionar un indicador lo más exacto posible y el diseño de la herramienta fue finalmente el resultado esperado.

7.2.1 Medición de distancias

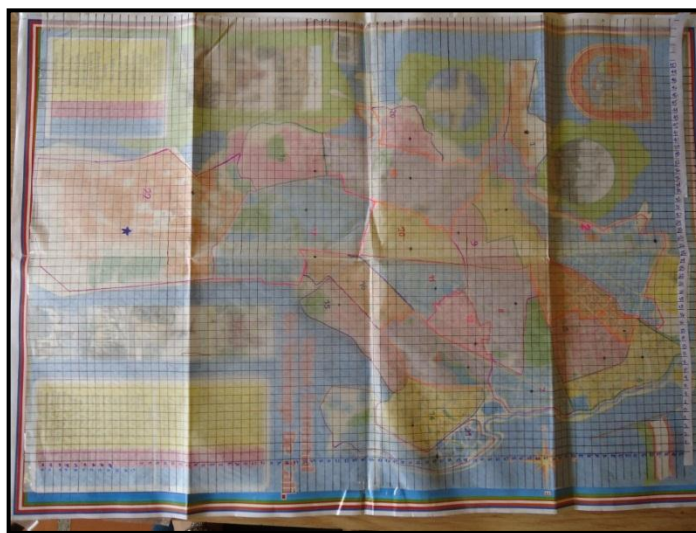
Una vez se tenía la base de datos consolidada donde reposaba toda la información de aproximadamente 500 automóviles (unidad de muestra), se procedió a agrupar los barrios por comunas para facilitar el análisis, asignando al lado del barrio la comuna correspondiente, como se puede visualizar en la Tabla 4. Posterior a la agrupación por comunas se realizó la medición de los kilómetros de distancia desde el lugar de origen hasta la Universidad, gracias a la herramienta Golden Ratio que proporcionó una cuadrícula de 6 cm* 6 cm sobre un mapa de Cali y delineamos sobre este el contorno de cada comuna, luego teniendo delimitada cada una, procedimos a ubicar el centroide de cada comuna basándonos en los pesos de la demanda (el lugar más representativo, con mayor peso) para que las mediciones fueran lo más asertivas posible, estos se encuentran representados con un punto en cada comuna y la estrella representa la Universidad, que es el lugar de destino de todos los automóviles. El mapa empleado para este análisis se encuentra en la Fotografía 1.

Tabla 4 Asignación de comunas

PLACA	MARCA	MARCA	CC	MODELO	COMBUSTIBLE	LUGAR DE ORIGEN	COMUNA
KDQ 096	Chevrolet	Aveo Gt emotion	1,6	2013	GASOLINA	Aguacatal	1
DEP 436	Chevrolet	captiva	2	2011	GASOLINA	Quintas de don simón	17
CPW 591	Renault	Logan	1,4	2009	GASOLINA	Cambulos	19
CUP 714	Chevrolet	aveo	1,6	2009	GASOLINA	Santa teresita	2
CMB 617	Renault	Twingo	1,2	2008	GASOLINA	Aguacatal	1
MTN 061	Renault	Sandero stepway	1,6	2011	GASOLINA	San Fernando	19
LLB 111	jepp	clasico	2	1994	GASOLINA	La merced	3
MHP 020	Hyundai	i10	1,4	2006	GASOLINA	La riviera	6
COL 993	Kia	picanto	1,4	2010	GASOLINA	Villa del lago	13
RNN 163	Nissan	tiida	1,6	2011	GASOLINA	La merced	3
PEY 811	Chevrolet	aveo	1,6	2010	GASOLINA	Santa Mónica	2
DLU 534	Volkswagen	jetta	1,8	2010	GASOLINA	Limonar	17
KID 494	Renault	Twingo	1,2	2013	GASOLINA	Los alcázares	6
CYC 224	Mitsubishi	Nativa GLS	2,5	2007	DIESEL	San Antonio	3
CPR 974	Nissan	Tiida	1,6	2008	GASOLINA	Caney	17
DIS 733	Chevrolet	Spark	1,3	2012	GASOLINA	Cuanto de legua	19

Fuentes: Autoras

Fotografía 1 Mapa empleado para la medición de distancias



Fuentes: Autoras

La metodología que se empleó para finalmente calcular el promedio de distancia recorrida por una persona se basó en la ubicación inicial de coordenadas de cada comuna (a partir del lugar más representativo) hasta la universidad Icesi, mediante el método de distancia rectilínea, luego empleando la plataforma virtual Google Earth se calculó una distancia de ruta, es decir, para cada comuna se asignó una posible ruta para llegar desde el barrio más representativo de esta hasta la Universidad Icesi, el anterior proceso se realizó para cada una de las comunas de Cali (22) y para corregimientos y municipios cercanos de los que se encontró registro durante las tomas de datos, como los Pance, Yumbo, Jamundí y Palmira. En la Tabla 5. se observan los barrios más representativos de cada comuna que fueron elegidos como centroides de la comuna, según la demanda de vehículos y en la Figura 10. se muestran los resultados obtenidos de los cálculos de distancias.

Tabla 5 Barrios con mayor demanda

BARRIO	COMUNA	DEMANDA
AGUACATAL	1	21
MENGA	2	27
LA MERCED	3	7
CALIMA - LA 14	4	20
CHIMINANGOS	5	14
LOS ALCAZARES	6	28
ALFONSO LOPEZ	7	5
EL TRONCAL	8	4
JUNIN	9	28
CRISTOBAL COLON	10	30
LA FORTALEZA	11	9
NUEVA FLORESTA	12	13
VILLA DEL LAGO	13	3
MANUELA BELTRAN - LA CASONA	14	2
CIUDAD CORDOBA	15	7
CIUDAD 2000	16	16
LAS QUINTAS DE DON SIMON	17	46
BUENOS AIRES	18	12
NUEVA TEQUENDAMA	19	32
SILOE	20	4
DESEPAZ - INVICALI	21	8
CIUDAD JARDIN	22	85

Fuentes: Autoras

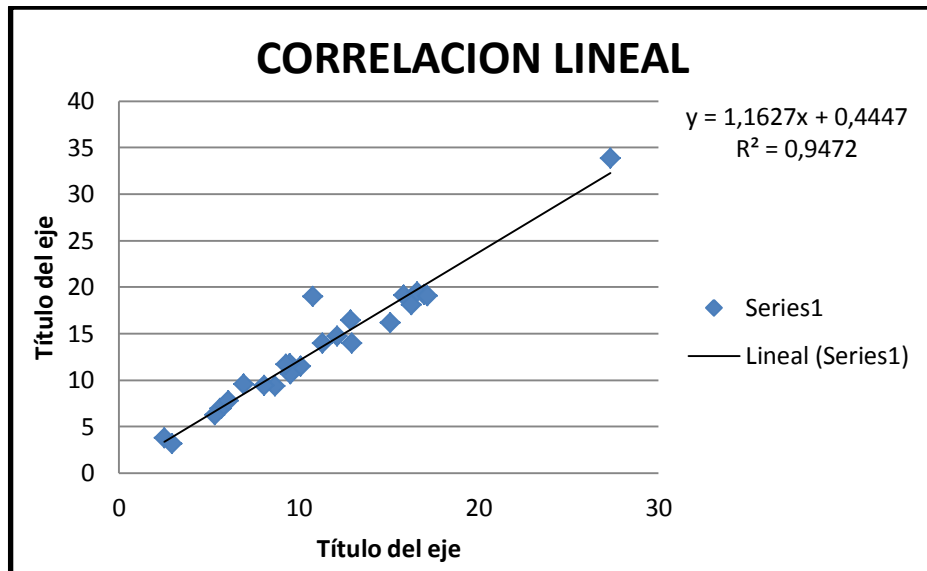
Figura 9 Cálculos de distancias

	PUNTO ORIGEN (comuna)	COORDENADAS		PUNTO DESTINO (comuna)	COORDENADAS		KM	
		X	Y		X	Y	DISTANCIA LINEAL	DISTANCIA RUTA
COMUNAS	1	67	41	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	12,88	16,41
	2	84	27	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	16,99	19,19
	3	63	31	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	15,85	19,1
	4	80	15	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	16,58	19,45
	5	77	12	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	16,26	18,11
	6	82	12	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	17,14	19,05
	7	67	8	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	15,1	16,14
	8	64	19	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	12,94	13,96
	9	57	28	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	10,12	11,48
	10	51	26	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	8,7	9,36
	11	54	21	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	9,5	11,76
	12	59	14	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	9,55	10,65
	13	58	11	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	11,33	13,97
	14	51	4	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	10,77	19
	15	42	11	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	6,95	9,56
	16	39	25	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	5,68	6,95
	17	38	31	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	5,64	6,98
	18	39	36	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	6,08	7,76
	19	51	35	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	8,08	9,44
	20	51	40	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	9,3	11,72
	21	54	1	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	12,15	14,7
	22	24	32	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	2,52	3,77
	YUMBO	89	22	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	27,35	33,84
	PANCE - VORAGINE	16	46	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	2,94	3,14
	JAMUNDI	0	26	UNIVERSIDAD ICESI	16	28	5,35	6,23
	UNIVERSIDAD ICESI	16	28					

Fuentes: Autoras

Una vez consolidadas las distancias recorridas por método rectilíneo y por la ruta posible, se realizó una regresión lineal como se muestra en la Figura 10. para constatar la posibilidad de que existirá una correlación lineal fuerte entre ella aproximadamente de 0,8 a 1, para garantizar que la simulación de las distancias recorridas en km desde las comunas hacia la Universidad Icesi sean lo más cercano a un método exacto.

Figura 10 Fuentes: Autoras



Fuentes: Autoras

El análisis de los datos arroja que los datos obtenidos tienen una correlación de 0,9472, que indica que la relación entre ambas distancias es muy buena y por ende es viable emplear cualquiera de las dos distancias halladas como distancias recorridas en un trayecto por una persona que se desplaza desde su hogar hasta la Universidad Icesi, pero se decidió por elegir las distancias de ruta para el cálculo del total de emisiones porque las distancias que recorre un automóvil en la ciudad no son rectilíneas debido a que la topografía está compuesta de calles no lineales para desplazarse y presenta obstáculos en el camino, donde la distancia de ruta en cambio contempla todo este tipo de variables que se pueden presentar en el recorrido, lo cual la hace la más idónea.

Obtenidas ya las distancias lo único que faltaba era el valor aproximado de emisión que producía un automóvil dependiendo de su cilindraje, para hecho tomamos las Tabla 3. de las emisiones en función del tipo de recorrido realizado proporcionadas por el IPCC, la cuales reflejaban unos estándares promedio de emisión y se clasificaban a todas las comunas como trayecto urbano y los corregimientos y municipios como trayecto rural.

7.2.2 Diseño de la herramienta

La herramienta se desarrolló en Microsoft Excel y Visual Basic, con macros básicos y con funciones básicas como CONTAR.SI, BUSCAR y demás que permitieron el cálculo de la huella de carbono en los parqueaderos de la

Universidad. Una vez diseñado el esquema de funcionamiento, se agregó la base de datos consolidada y las tablas del IPCC, lo que continuo fue la programación en la que con una función se asignara al barrio la columna correspondiente, luego que con base en el barrio buscara en la tabla de distancias y tomara la distancia correspondiente a la comuna y que posterior a esto se fuera a la columna de cilindraje y buscara ese valor en los rangos de la tabla del IPCC y multiplicara la distancia correspondiente de la comuna con el valor de la tabla IPCC, este procedimiento lo debía realizar con cada uno de los automóviles registrado y finalmente con una función contador que personalizamos a nuestra necesidad, los resultados individuales de cada fila se iban sumando hasta finalmente proyectar en la pantalla el valor final calculado de la emisión de CO2. La figura 14 muestra el resultado final que arroja la herramienta y las estadísticas correspondientes a las mismas y la Figura 11 muestra la vista del menú principal que proporciona la herramienta.

Figura 11 Vista del menú principal



Fuentes: Autoras

Esta Figura nos muestra que la herramienta nos permite realizar 3 tareas básicas: actualizar datos, calcular emisión y revisar el historial de emisiones calculadas hasta el momento. Para actualizar datos se presenta un menú como el que se puede observar en la Figura 12 que nos permite agregar un vehículo a partir de un menú igual al que se observa en la figura 13 donde se le solicita al usuario ingresar la placa del vehículo, la marca 1(ejemplo KIA), modelo (ejemplo CERATO) de forma opcional y de forma obligatoria debe ingresar el cilindraje del vehículo, el modelo, tipo de combustible y lugar de origen. Las últimas dos opciones tienen un menú desplazado que le permite elegir y la última casilla de columna se llena automáticamente una vez que el usuario ingrese el barrio desde donde viene, también la pestaña actualización de datos nos permite eliminar un vehículo que seleccionemos y regresar al menú principal.

La segunda tarea que permite realizar es el cálculo de emisiones que se muestra en la Figura 14 que permite realizar el cálculo, guardarlo si se quiere que quede de evidencia en el historial y regresar al menú principal. Además muestra las gráficas sobre el número de cilindrajes y modelos según el rango especificado y muestra el total de vehículos que usan como combustible la gasolina y los que usan diesel. La última tarea que permite la herramienta es revisar el historial de cálculos el cual muestra mediante un diagrama de tendencia el comportamiento de las emisiones en el tiempo, donde se evidencia los cambios según cada corrida del sistema y cada vez que haya sido guardado el cálculo de emisión, el cual automáticamente genera la fecha.

Adicionalmente la herramienta cuenta con una plataforma de ayuda en donde el usuario de forma fácil podrá aprender a manejar esta herramienta.

Figura 12 Actualización de Datos

Actualización de Datos							
Menú Principal		Agregar Vehículo		Eliminar Vehículo Seleccionado			
PLACA	MARCA	MARCA	CILINDRAJE	MODELO	COMBUSTIBLE	LUGAR DE ORIGEN	COMUNA
KDQ 968	Kia	Sportage	2	2010	GASOLINA	FLORA	2
CPB 854	Kia	picanto	1,3	2006	GASOLINA	LA ARBOLEDA	6
KIS 990	Chevrolet	Aveo	1,6	2012	GASOLINA	CAPRI	17
KDQ 521	Kia	Picanto	1,1	2010	GASOLINA	CAPRI	17
LMB 022	Mazda	626	1,3	1996	GASOLINA	LOS ANDES	2
CBC 003	Toyota	land criser p	4,5	1995	GASOLINA	SANTA ANITA	17
CPY 808	Chevrolet	corsa	1,6	2007	GASOLINA	JUNIN	9
CGA 157	Chevrolet	clasico	2	1990	GASOLINA	CIUDAD JARDIN	22
NAL 436	Renault	clio	1,6	2006	GASOLINA	INGENIO	17
CUN 572	Renault	Clio	1,6	2009	GASOLINA	LA HACIENDA	17
MWX 212	Kia	Cerato forte	1,6	2013	GASOLINA	CIUDAD JARDIN	22
KFF 991	Chevrolet	Spring	1,3	1998	GASOLINA	JAMUNDI	102
CQK 793	Volkswagen	Jetta	1,6	2006	GASOLINA	CIUDAD JARDIN	22
KEN 622	Chevrolet	spark	1	2012	GASOLINA	VILLA DEL PRADO	5
LWJ 011	Volkswagen	Escarabajo	1,5	1973	GASOLINA	PAMPALINDA	19
PLR 185	Chevrolet	Aveo	1,6	2009	GASOLINA	CIUDAD JARDIN	22
CFL 876	Hyundai	accent	1,6	1997	GASOLINA	QUINTAS DE DON SIMON	17
CLV 098	Mazda	626	2	2004	GASOLINA	LIMONAR	17
CLZ 632	Chevrolet	corsa	1,4	2004	GASOLINA	FARALLONES	19
COB 555	Kia	picanto	1,3	2008	GASOLINA	COLON	10

Fuentes: Autoras

Figura 13 Agregar Vehículos

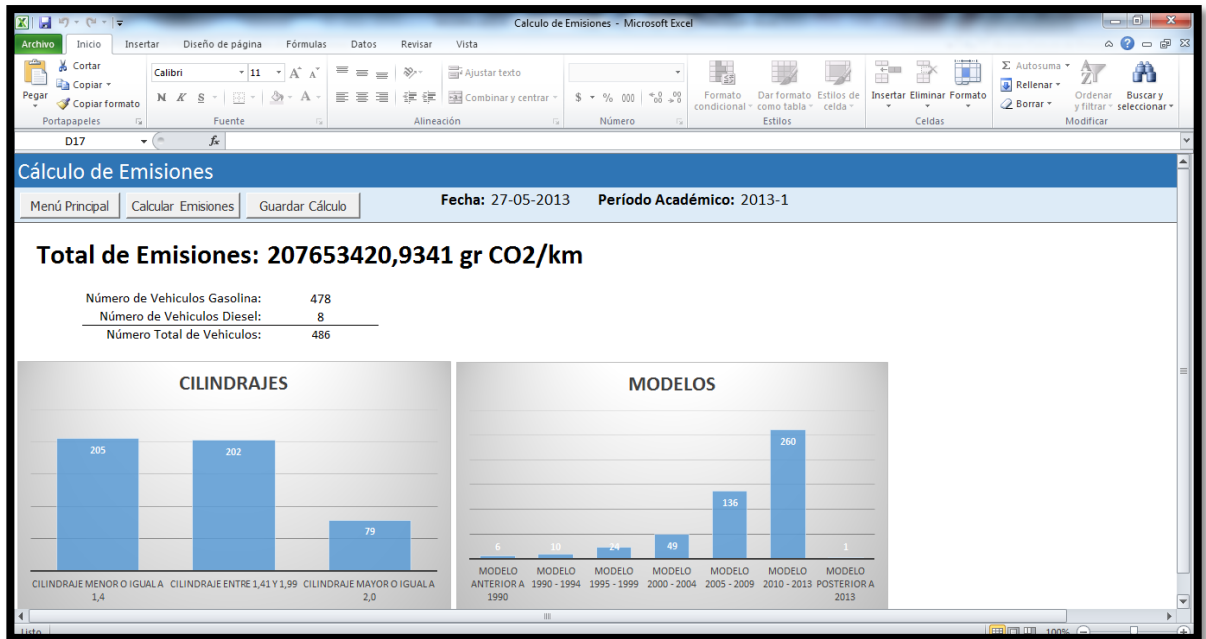
The image shows a dialog box titled "Agregar Vehículo" with a close button (X) in the top right corner. The dialog contains the following fields:

- Placa: Text input field.
- Marca: Text input field.
- Marca: Text input field.
- Cilindraje: Text input field.
- Modelo: Text input field.
- Combustible: Dropdown menu with "GASOLINA" selected.
- Lugar de origen: Dropdown menu with "3 DE JULIO" selected.
- Comuna: Text input field with "19" entered.

At the bottom of the dialog are two buttons: "Aceptar" and "Cancelar".

Fuentes: Autoras

Figura 14 Cálculo de emisiones



Fuentes: Autoras

La huella de Carbono permite medir el impacto que las actividades cotidianas tienen al medio ambiente, estimando la cantidad CO₂ producidos de forma directa e indirectamente cuando se hace uso de medios de transporte. La herramienta de la Huella de Carbono elaborada en este proyecto indica la estimación de las emisiones en función de la distancia recorrida por un automóvil, la cual es variable respecto del lugar de procedencia y las características del vehículo.

Al ejecutar la herramienta, se realizó la validación del correcto funcionamiento del programa y se generó un registró que indica que la universidad genera 207.146.515 gr CO₂ cuando sus estudiantes, docentes y colaboradores se desplazan en automóvil para llegar a las instalaciones, lo que equivale a decir 0.0000078%¹¹ de las emisiones de CO₂ generadas en Colombia para el 2009, sin incluir las emisiones generadas por el uso de tierras (deforestación), o al equivalente de 0.000044 % de las emisiones de CO₂ de las flotas mercantes que

¹¹ (BBC MUNDO, **Emisiones en América Latina y el Caribe.** . [En línea]. 2009. [Citado 12-Mayo-2013] Disponible en internet: http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia_tecnologia/2009/12/091125_copenhague_mapa_emisiones_jmp.shtml)

representan al 4,5 %¹² de la cifra total de emisiones del principal gas contaminante al medio ambiente.

De acuerdo con los datos obtenidos del contaminante atmosférico se observa que a pesar del comparativo con las emisiones totales generadas en Colombia y lo que genera un Barco Mercantil, dichas emisiones traerán no solo daños para el medio ambiente, sino que pueden contribuir a la generación de enfermedades respiratorias que pueden llegar hacer perjudiciales para los estudiantes, docentes o colaboradores de la Universidad Icesi y para la comunidad caleña en general.

A partir de estos resultados y del mapa de emisiones de GEI por fuente, la Universidad Icesi deberá ser capaz de fijar objetivos de reducción y evaluar proyectos de mitigación. Usar medidas sustentables que permitan la gestión de riesgos asociados a los GEI e identificar las oportunidades de reducción de la Huella de Carbono, como el generar una conciencia e involucrar a todo el personal e informarles de las acciones preventivas y correctivas que se pueden realizar para mitigar dichos daños.

Si la anterior premisa la sumamos al hecho de que se observó un aumento en el flujo de automóviles cada semestre, que fue comprobada al inicio, se puede constatar que no solo aumenta la demanda de cupos de parqueo en el campus universitario, lo que quiere decir que la universidad requerirá de mayor espacio para cumplir con esa demanda, sino que se da una tendencia creciente en las emisiones de CO₂ producida por los automóviles que se desplazan hasta la Universidad, lo cual hace que este indicador hallado a finales del primer semestre de 2013 sea menor del que se espera en futuros cálculos si no se toman medidas correctivas.

12 El Mundo, Las emisiones de CO₂ de los barcos son el triple de lo que se había calculado.[En línea]. 2009. [Citado 12-Mayo-2013]Disponible en internet:http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia_tecnologia/2009/12/091125_copenhague_mapa_emisiones_jmp.shtml)

8. RECOMENDACIONES

Una de las importancias del cálculo y la reducción de la Huella de Carbono son los que se derivan de los beneficios directos para las empresas, instituciones, como la reducción de sus costes, una mejor comprensión de los riesgos del ambientales y una mejor imagen derivada del compromiso con la sostenibilidad.

- Es necesario que la Universidad Icesi empiece a llevar control del número de vehículos que ingresan al campus y que se continúe con los estudios de impacto ambiental, para que la mejora sea constante y monitoreada, es decir, evaluada constantemente sobre su utilidad.
- A la Universidad le urge generar campañas de concientización sobre el uso de los automóviles, ya que no puede permitir que su campus este tan contaminado porque en un futuro esto le puede generar multas.
- Sin duda, lo de mayor complejidad es desestimular el uso de los vehículos para desplazarse y una buena alternativa para esto es vulnerar el bolsillo de los estudiantes, es decir, que se cobre una tarifa por el uso del parqueadero, que creen un pico y placa interno y demás, de tal manera que el estudiante de cierta manera se vea tentado a emplear los medios de transporte masivo.
- Se aconseja que a futuro se realicen comparaciones del total de mediciones arrojadas por la herramienta contra las emisiones captadas por un capnógrafo, para contrastar la desviación de los datos por método directo (capnógrafo) e indirecto (herramienta).

9. CONCLUSIONES

- Para la comparación y la medición de la eficiencia del indicador arrojado por la herramienta creada contra la otra metodología propuesta, de manejar un capnógrafo para la medición, se encontró dificultades tales como el costo y la disponibilidad de este tipo de herramientas en la ciudad de Cali, ya que solo se encontró una compañía que alquilaran dicha herramientas para su medición en donde su costo ofrecido era muy alto para su adquisición y en este caso fue imposible para su medición.
- Es vital conocer el impacto y los factores que intervienen la generación de dichas emisiones de CO₂ antes de iniciar la planificación y la creación de la herramienta y en caso de realizar estudios en casos internacionales se debe realizar un análisis de las condiciones dadas en cada país y reforzar datos de ser necesarios.
- Para la realización de proyectos como este se recomienda establecer los alcances del proyecto y los límites del análisis que tiene la creación de una herramienta para la medición de este indicador; ya que al analizar dicho indicador se pueden encontrar muchos factores que indirectamente afectan la medición de este indicador y que en muchos casos no son tomadas en cuenta.
- Analizando todos los datos obtenidos en la herramienta creada para estimar dicho indicador, se puede afirmar que la cantidad estimada de CO₂ emitidos por los integrantes de la Universidad que hacen uso del parqueadero de las instalaciones de la Universidad, son producto en un 53% de los automóviles modelo 2010-2012 y en un 42% a los automóviles con cilindraje menores o iguales a 1,4.
- Finalmente después de analizar todas las estadísticas, es evidente ver que durante estos dos últimos periodos académicos 2012-2 y 2013-1 hubo aumento en el número de vehículos que ingresan a la Universidad en donde es claro constatar que la Universidad está teniendo un mal control sobre el flujo de la demanda de los parqueaderos y sobre todo para nuestro resultados para la mitigación de dichas emisiones, por eso es necesario que la universidad tomen las medidas adecuadas al respecto para mitigar.

BIBLIOGRAFÍA

COMISIÓN NACIONAL DEL GOBIERNO DE CHILE. (2006). *Guía para el Mecanismo de Desarrollos Limpios*. Santiago de Chile: Comisión Nacional de Energías.

DEFINICION.DE. (s.f.). *DEFINICION.DE*. Recuperado el 16 de 10 de 2012, de <http://definicion.de/emision/>

EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook. (s.f.). *European Environment Agency*. Recuperado el 9 de Diciembre de 2012, de <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/>

Fundación Reduce tu Huella. (s.f.). *Reduce tu Huella*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2012, de Fundación reduce tu huella: http://www.reducetuhuella.org/calculadora_reduce/

Ing. Katherine Ortégón M. (2007). *MANUAL DE PROCEDIMIENTOS*. Cali.
M., Ing. Katherine Ortégón. (2007). *MANUAL DE PROCEDIMIENTOS*. Cali.

RR, Universia. (23 de Septiembre de 2010). *Universia*. Recuperado el 15 de Octubre de 2012, de Universia: www.noticias.universia.cl/ciencia-ntt/nocicia/2010/09/23/488661/universidad-autonoma-chile-mide-huella-carbono.html

Universia / RR. (23 de Septiembre de 2010). *UNIVERSIA*. Recuperado el 10 de 10 de 2012, de <http://noticias.universia.cl/ciencia-ntt/noticia/2010/09/23/488661/universidad-autonoma-chile-mide-huella-carbono.html>

Zonalogística. (2010). Huella de Carbono en la Logística. *Zonalogística America* , 30-33.

Zonalogística. (2010). La Era de los Vehículos Eléctricos. *Zonalogística* , 43.

Alan McKinnon, S. C. (2010). *Green Logistics*. Great Britain and United States: KoganPage.

Anexo A Marco metodológico

N°	ETAPAS DEL PROYECTO	ACTIVIDADES	METODOLOGÍAS ESPECÍFICAS	CRONOGRAMA	INDICADORES	OBJETIVOS
1	Realizar un mapa mental	Diseñar un mapa mental que nos permita representar de forma amplia los conceptos, la comprensión de lo que es la huella de carbono y el alcance del proyecto.	Consultar libros, revistas, video, páginas Web.	Jun-12	SE REALIZO EL MAPA MENTAL: 1-SI 2-NO	Identificar las fuentes de emisiones de CO ₂ de los medios de transporte utilizados por los estudiantes, docentes y colaboradores de la Universidad Icesi en sus funciones académicas o laborales.
2	Consultas Bibliográficas	Realizar consultas bibliográficas que permitan enriquecer la investigación y la preparación previa del proyecto.	Realizar visita a la biblioteca departamental y otras universidades para consultar libros, revistas, video, investigaciones, artículos entre otros, sobre el tema.	Junio 2012 - Octubre 2012	# CONSULTAS REALIZADAS/TIEMPO ○ # CONSULTAS REALIZADAS/ # CONSULTAS CITADAS	
3	Identificar las practicas que tienen los participantes de la institución frente al uso del transporte	Diseñar una encuesta que nos permita conocer el panorama actual mediante preguntas como que tipo de transporte usa, frecuencia, trayecto, modelo del vehículo, tipo de combustible y demás.	Realizar encuestas, videos.	oct-12	#ENCUESTAS REALIZADAS / TOTAL DE ENCUESTAS PLANIADAS A REALIZAR	

4	Definir los procesos para la recolección, organización, procesamiento y análisis de los datos	Analizar los datos recolectados usando herramientas de ingeniería y estadística, que nos permitan conocer claramente la situación actual.	Elaborar un diagrama causa-efecto y analizar en Minitab los datos y Visio para analizar los procesos	Nov-12	SE REALIZO EL ANALISIS EN LAS HERRAMIENTAS PROPUESTAS: 1-SI 2-NO	Cuantificar y analizar las emisiones de CO ₂ de las motos, carros y servicio público, usados por los estudiantes, docentes y colaboradores de la Universidad Icesi para transportarse hacia y desde la Universidad.
5	Identificar cuáles son los datos para medición de la huella de carbono de transporte y reconocer sus fuentes	Efectuar investigaciones que nos permitan definir el modo correcto de tomar muestras, en donde hacerlo, como hacerlo y lo más importante a que hacerlo.	consultar manuales internacionales de la medición de huella de carbono, como el PAS2050	Noviembre.- Diciembre. 2012	#CONSULTAS / TIEMPO	
6	Recolección de datos	Realizar las mediciones en los parqueaderos de la Universidad con la frecuencia establecida, para determinar la estacionalidad de los datos.	Realizar las mediciones pertinentes, como lo son de las emisiones, combustible, distancias recorridas, conteo de automóviles.	Noviembre- Febrero 2013	#DATOS RECOLECTADOS / #DATOS TOTAL ESPERADOS	
7	Diseñar la herramienta de la huella de carbono	Crear la herramienta que integre todos los parámetros relevantes establecidos y que arroje un indicador a partir de los mismos.	Diseño y validación de la herramienta.	Mar-13	SE REALIZO LA HERRAMIENTA: 1-SI 2-NO	Diseñar una herramienta que permita la medición de la huella de carbono del transporte automotor de los estudiantes, docentes
8	Calcular la Huella de	Realizar la consolidación	Ingresar los datos recolectados de la	abr-13	LA HERRAMIENTA FUNCIONA:	

	carbono	de los datos.	investigación en la herramienta		1-SI 2-NO	y colaboradores de la Universidad Icesi.
--	---------	---------------	---------------------------------	--	-----------	--

Anexo B Cronograma de actividades

Comienzo							Fin
dom 11/11/12							lun 12/11/12
lun 29/10/12							lun 15/07/13
huella de carbono del transporte en U.Icesi							
lun 29/10/12 - lun 15/07/13							
Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesc	Nombres de los recursos		
0 <input type="checkbox"/> huella de carbono del transporte en U.Icesi	204 días	lun 29/10/12	lun 15/07/13				
1 inicio	0 días	lun 29/10/12	lun 29/10/12				
2 <input type="checkbox"/> identificar las fuentes de emision de CO2	33 días	lun 29/10/12	lun 10/12/12				
3 delimitar alcance del proyecto	1 día	lun 29/10/12	mar 30/10/12	1	Andres Lopez,Paola Andrea Ramos		
4 busqueda de informacion en manuales internacionales	10 días	mar 30/10/12	lun 12/11/12	3	Vanessa Castañeda Velez,Paola Andrea Ramos Garzon		
5 definicion de factores relevantes para analisis según investigaciones	2 días	lun 12/11/12	mié 14/11/12	4	Paola Andrea Ramos Garzon,Andres Lopez,Vanessa Castañeda Velez		
6 diseño y realizacion de encuesta	20 días	mié 14/11/12	lun 10/12/12	5	Vanessa Castañeda Velez,Paola Andrea Ramos Garzon		
7 <input type="checkbox"/> cuantificar y analizar las fuentes de emision de CO2	82 días	lun 10/12/12	sáb 23/03/13				
8 analisis de datos recolectados	2 días	lun 10/12/12	mié 12/12/12	6	Paola Andrea Ramos Garzon,Vanes		
9 recopilacion de la informacion de total de estudiantes, docentes y administrativos	1 día	lun 10/12/12	mar 11/12/12	6	Vanessa Castañeda Velez		
10 conteo de vehiculos en los parqueaderos de la U. Icesi	25 días	mié 12/12/12	sáb 23/03/13	8,9	Vanessa Castañeda Velez,Paola Andrea Ramos Garzon		
11 mediciones periodicas de emisiones de CO2 en los parqueaderos con el capnografo	25 días	mié 12/12/12	sáb 12/01/13	8,9	Paola Andrea Ramos Garzon,Vanessa Castañeda Velez		
12 <input type="checkbox"/> diseño de una herramienta para la medicion de la huella de carbono	24 días	sáb 23/03/13	mar 23/04/13				
13 diseño de la herramienta	20 días	sáb 23/03/13	jue 18/04/13	10,11	Vanessa Castañeda Velez,Paola An		
14 validacion de la herramienta	2 días	jue 18/04/13	sáb 20/04/13	13	Andres Lopez,Leonardo rivera,Paol		
15 ingreso de datos recopilados a la heramienta	1 día	sáb 20/04/13	lun 22/04/13	14	Vanessa Castañeda Velez,Paola Andrea Ramos Garzon		
16 calculo de la huella de carbono en los parqueaderos de la U. Icesi	1 día	lun 22/04/13	mar 23/04/13	15	Paola Andrea Ramos Garzon,Vanessa Castañeda Velez		

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecsc	Nombres de los recursos
17	elaborar propuestas para disminuir las emisiones de CO2	22 días	mar 23/04/13	mar 21/05/13		
18	análisis de indicadores	3 días	mar 23/04/13	vie 26/04/13	16	Vanessa Castañeda Velez, Paola An
19	clasificación de indicadores según tratados internacionales	2 días	vie 26/04/13	mar 30/04/13	18	Paola Andrea Ramos Garzon
20	elaboración propuestas	12 días	mar 30/04/13	mié 15/05/13	19	Paola Andrea Ramos Garzon, Vanes
21	evaluación de viabilidad de propuestas	5 días	mié 15/05/13	mar 21/05/13	20	Paola Andrea Ramos Garzon, Andre
22	comparación con otras Universidades	62 días	vie 26/04/13	lun 15/07/13		
23	comparación de indicadores	5 días	vie 26/04/13	vie 03/05/13	18	Vanessa Castañeda Velez, Paola An
24	conclusiones	3 días	mar 21/05/13	vie 24/05/13	23,21	Vanessa Castañeda Velez, Paola An
25	elaboración documento final	25 días	vie 24/05/13	mié 26/06/13	18,24	Paola Andrea Ramos Garzon, Vanes
26	entrega documento final	0 días	mié 26/06/13	mié 26/06/13	25	
27	revisión por tutor temático	7 días	mié 26/06/13	jue 04/07/13	26	Andres Lopez
28	revisión por lector	7 días	jue 04/07/13	sáb 13/07/13	27	
29	sustentación	1 día	sáb 13/07/13	lun 15/07/13	28	Paola Andrea Ramos Garzon, Vanes
30	fin	0 días	lun 15/07/13	lun 15/07/13	29	

