

**HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN
EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.**

**INVESTIGADOR
BENJAMÍN TORRES CABARCAS**



**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
CARTAGENA DE INDIAS, 2015.**

**HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN
EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.**

TESIS DE GRADO

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN
GIMÁTICA**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN
TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES**

**INVESTIGADOR
BENJAMÍN TORRES CABARCAS**

**DIRECTORA
ING. YASMIN MOYA VILLA, MSC.**

**ASESOR
JESUS TADEO OLIVERO VERBEL, PHD**



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CARTAGENA DE INDIAS, 2015.

Tesis de grado:

HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE
LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA
INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE
CARTAGENA.

Autor:

Benjamín Torres Cabarcas.

Director de trabajo:

Yasmín Moya Villa.

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Cartagena de Indias, ____ de _____ de 2015

DEDICATORIA

A mi familia, que me apoya durante todo este proceso académico.

A mis compañeros y amigos, por su apoyo y motivación durante la carrera.

A los docentes, por su conocimiento y colaborando en mi formación integral.

A mi tutora, Yasmín Moya Villa, por servir de guía brindando su tiempo y dedicación para la realización de este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Lo primero agradecer a Dios y mi familia por darme la fuerza y motivación para seguir día a día en la realización de mis objetivos.

Agradecer también a todas las personas que de una u otra manera intervinieron durante toda mi formación académica, compañeros, amigos, docentes.

También agradecer a Oscar Armando Salcedo su asistencia en este proyecto fue vital.

RESUMEN

Este proyecto presenta y analiza el concepto de la huella de carbono, su origen y las herramientas para cuantificarla. Teniendo en cuenta que el efecto invernadero provoca que la energía que llega a la Tierra sea devuelta más lentamente, por lo que es mantenida más tiempo junto a la superficie elevando la temperatura. Es aceptado hoy en día que este efecto es producido por algunos gases liberados en forma natural o por las acciones humanas. La Huella de Carbono es considerada una de las más importantes herramientas para cuantificar las emisiones de gases efecto invernadero y en forma muy general, representa la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios (Wiedmann., 2009).

Por tal importancia en este proyecto se elaboró la herramienta software que permite el cálculo de la huella de carbono para determinar el índice de CO₂ (dióxido de carbono) que emite el programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena modalidad presencial, en el desarrollo de sus actividades académicas y administrativas con el fin de reducir el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero dentro de la institución. Esta herramienta software se implementó en una plataforma web y se elaboró con tecnología Java Server Pages (JSP), todo esto soportado bajo el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones, las cuales permiten recolectar y tratar la información necesaria para determinar los requerimientos del software y a la vez colaborar a la divulgación de los resultados y sugerencias.

Palabras Claves: Huella de Carbono, gases de efecto invernadero, plataforma web, tecnologías de la información y las comunicaciones.

ABSTRACT

This work presents and analyzes the concept of the carbon footprint, its origin and tools to quantify it. Given that the greenhouse effect causes the energy reaching the Earth is returned more slowly, so that is maintained over time by raising the surface temperature. It is accepted today that this effect is caused by gases released some naturally or by human actions. The carbon footprint is considered one of the most important tools to quantify emissions of greenhouse gases and in very general terms, represents the amount of greenhouse gases emitted into the atmosphere arising from the activities of production or consumption of goods and services (Wiedmann, 2009).

For such importance in this project software tool to calculate the carbon footprint to determine the rate of CO₂ (carbon dioxide) emitted by the Systems Engineering program of the Faculty of Engineering of the University of Cartagena mode was developed face in developing their academic and administrative activities in order to reduce emissions of greenhouse gases within the institution. This software tool is implemented in a web platform and will be developed with Java Server Pages (JSP) technology, all supported on the use of information and communications technologies, which allow collecting and processing the information required to determine the requirements software and also work to disseminate the results and suggestions.

Keywords: carbon footprint, greenhouse gases, web platform, information and communications technologies.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	102
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.3 JUSTIFICACIÓN	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 GENERAL.....	18
2.2 ESPECÍFICOS	18
2.3 ALCANCE	18
3. MARCO DE REFERENCIA	19
3.1 ESTADO DEL ARTE	19
3.2 MARCO TEORICO.....	24
3.2.1Contaminación ambiental.....	24
3.2.2 Huella ecológica.....	25
3.2.2.1 Filosofía del cálculo de la huella ecológica.....	25
3.2.2.2 Cálculo de la huella ecológica:	26
3.2.3 Huella de carbono.....	26
3.2.4 Gases de invernadero.....	27
3.2.5 Dióxido de Carbono	28
3.2.5.2 Efectos contaminantes del dióxido de carbono.	28
4. METODOLOGÍA.....	29
4.1 FASE 1.....	30
Recopilación de la información acerca de las actividades académicas y administrativas del programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena	30
4.2 FASE 2.....	30
Se determinaron los requerimientos necesarios para el planteamiento de un modelo de software que permita el cálculo de la huella de carbono	30
4.3 FASE 3.....	31
Diseñó de los diagramas y modelos para el software que genera el cálculo de la huella de carbono en el programa de Ingeniería de Sistemas.	31
4.4 FASE 4.....	31
Desarrollo de los artefactos de software acordes para la herramienta web que permitieron el cálculo de la huella de carbono en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena.	31

4.5 FASE 5.....	32
Implementación de la herramienta web que permite el cálculo de la huella de carbono en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena.....	32
4.6 FASE 6.....	32
Se evaluó el resultado arrojado por la herramienta web para ejercer un control en las emisiones de gases de efecto invernadero en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena.	32
4.7 FASE 7.....	33
Se generaron los documentos que soportan la herramienta web para el cálculo de la huella de carbono que se implementó.	33
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
5.1 Métodos de recolección de la información.....	34
5.1.1 Diseño de las encuestas	34
5.1.2 Estructura de las encuestas.....	35
5.2. Población y muestra.....	35
5.3. Procesamiento y análisis de los datos.....	36
5.4 Diseño del Modelo matemático	36
5.4.1 Tipo de emisión.....	36
5.4.2 Metodología para el cálculo de las emisiones y los factores de conversión	37
5.5 Herramienta Web para el cálculo de la huella de carbono.....	43
5.5.1 Especificación de requerimientos.	44
5.5.2 Diseño del software	44
5.6 Documentación	54
5.7 Implementación.....	54
5.8 Pruebas.....	55
5.8.1 Primera prueba	55
5.8.2 Segunda prueba	63
6. CONCLUSIONES.....	68
7. RECOMENDACIONES.....	69
8. REFERENCIAS	70
GLOSARIO	72
ANEXOS.....	71

INDICE DE TABLAS

FIGURA 1 . MAPA DE UBICACIÓN CAMPUS PIEDRA DE BOLÍVAR.....	35
FIGURA 2.PASOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES GEI.....	37
FIGURA 3. MATRIZ ENERGÉTICA.....	39
FIGURA 4 DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....	44
FIGURA 5 DIAGRAMA DE CLASES.....	46
FIGURA 6 . VISTA LÓGICA.....	47
FIGURA 7 GUI VENTANA INICIO.....	48
FIGURA 8 GUI VENTANA INICIO.....	49
FIGURA 9 VENTANA CREACIÓN DE MATERIAS PRIMAS.....	50
FIGURA 10 . VENTANA EDITAR DE MATERIAS PRIMAS.....	50
FIGURA 11 VENTANA CREAR EMISORES.....	51
FIGURA 12 VENTANA EDITAR EMISORES	51
FIGURA 13 CREAR EVENTOS.....	52
FIGURA 14 EDITAR EVENTOS.....	53
FIGURA 15 . ACERCA DE	53
FIGURA 16 EVENTO USO_LABORATORIOS	56
FIGURA 17 EMISOR USO_LABORATORIOS	56
FIGURA 18 EVENTO MATRICULA ACADÉMICA 201401	57
FIGURA 19 EMISORES MATRICULA ACADÉMICA 201401	58
FIGURA 20 .EVENTO ASIGNATURAS DEL PROGRAMA.....	58
FIGURA 21 EMISORES ASIGNATURAS DEL PROGRAMA	59
FIGURA 22 .EVENTO NUMPERSONAS_PROGRAMA	59
FIGURA 23 EMISOR NUMPERSONAS_PROGRAMA	60
FIGURA 24 TOTAL HUELLA DE CARBONO PRIMER SEMESTRE 2014	61
FIGURA 25 RECOMENDACIONES HECHAS POR LA HERRAMIENTA EN LA PRIMERA MEDICIÓN	62
FIGURA 26 EVENTO USO_LABORATORIO 201402.	63
FIGURA 27 EVENTO MATRICULA ACADÉMICA 201402.	64
FIGURA 28 EMISORES MATRICULA ACADÉMICA 201402.	65
FIGURA 29 EVENTO ASIGNATURAS DEL PROGRAMA.....	65
FIGURA 30 EMISORES ASIGNATURAS DEL PROGRAMA.....	66
FIGURA 31 EVENTO NUMPERSONAS_PROGRAMA 201402.	66

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 FACTOR DE EMISIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	40
TABLA 2 HUELLA DE CARBONO PROMEDIO COLOMBIA.....	41
TABLA 3 . FACTOR DE CONVERSIÓN DE LOS EMISORES.....	41
TABLA 4 RELACIÓN EMISORES Y MATERIA PRIMA.....	42

INTRODUCCIÓN

Un número creciente de grupos sociales, empresariales y políticos de diferentes países y una parte importante de la comunidad científica están convencidos que el cambio climático es originado por las actividades humanas y que constituyen, por tanto, uno de los mayores desafíos ambientales que se pudiera interponer en el camino hacia el desarrollo sustentable en el presente siglo (WRI & Institute). Así también, es ampliamente aceptado que la causa de dicho fenómeno se encontraría en las altas concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero, las cuales serían responsables de aumentar la temperatura global del planeta (Pachauri, 2007).

El antecedente más claro de este problema es que en los últimos 50 años la temperatura de la tierra ha aumentado un grado centígrado, ocasionando calentamiento en los continentes y deshielo en las zonas polares, además se estima que en el presente siglo aumente 1,7 grados centígrados (GISS, 2015). En los últimos años se han desarrollado varias herramientas de cuantificación y metodologías para determinar el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero de individuos, organizaciones y unidades administrativas o territoriales, y la huella de carbono es una de ellas (Padgett, 2008). Por lo cual se elaboró una herramienta web que permite calcular la huella de carbono en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena, tomando como variables las actividades académicas y administrativas, se diseñó un modelo matemático el cual permite cuantificar la cantidad de dióxido de carbono y, con dicha información, la universidad podrá tomar decisiones que permitan reducir el daño al medio ambiente causado en el desarrollo de sus actividades y a la vez proponer un índice para el resto de universidades públicas del país.

En este proyecto se ve en detalle cada uno de los pasos en el diseño y la implementación de la herramienta software, partiendo desde el concepto de huella de carbono, contaminación, etc. Pasando por toda la metodología establecida

desde el uso de las TICs para la recolección de la información, hasta la prueba de la herramienta implementada y por último se observan los resultados e impactos generados en el desarrollo del proyecto. Todo esto se soportó en la línea de investigación Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC, que hace parte del grupo de investigación GIMATICA de la Universidad de Cartagena, debido a que utiliza las técnicas correspondientes en el tratamiento, acceso, presentación y transmisión de la información, los cuales fueron elementos usados a la hora de determinar los requerimientos del software.

Además este proyecto permitió ampliar el conocimiento de la huella de carbono ya que se empleó por primera vez una herramienta en procesos referentes al ámbito académico como lo son los utilizados por el Programa de Ingeniería de sistemas de la Universidad de Cartagena.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El cambio climático provocado por la emisión de gases de invernadero y en especial del dióxido de carbono, es una de las preocupaciones importantes a nivel mundial. La temperatura en la tierra ha venido en crecimiento en los últimos años y de no cambiar la conducta humana, seguirá aumentando trayendo consigo consecuencias que pueden ser devastadoras (Arnell, 2004).

Por eso muchos países se han puesto a la tarea de colaborar con el medio ambiente de diferentes maneras pero resulta difícil si se tiene en cuenta que muchas de las actividades humanas contribuyen con la emisión de gases a la atmósfera, por esto es complicado encontrar una solución satisfactoria. Varios gobiernos promueven el protocolo de Kioto¹, el cual es un convenio internacional que busca limitar las emisiones de dióxido de carbono.

Bajo esta problemática, la huella de carbono surge como una medida que busca concientizar a las personas sobre el gran daño generado al medio ambiente. Esta huella de carbono es una herramienta que se encarga de cuantificar la cantidad de emisiones de gases invernaderos, que son liberadas a la atmósfera debido a nuestras actividades cotidianas.

A pesar que se está tratando de crear una cultura más responsable con el ambiente, muchas organizaciones desconocen su emisión de dióxido de carbono y la gran contaminación que generan, por eso el cálculo de la huella de carbono es fundamental gracias a que permite definir mejores objetivos y estrategias en cuanto a la reducción de emisiones de gases invernadero, además los coloca como un ejemplo a seguir dentro de la sociedad.

Siendo la Universidad de Cartagena una entidad de mucho prestigio, considerada entre las mejores universidades públicas del país y además un ícono de compromiso social en la región, debe hacer frente a un tema tan importante como

¹Convención de las naciones unidas sobre el cambio climático

la contaminación, por lo cual a través de tecnologías web, se elaboró una herramienta software que lleva a cabo el cálculo del índice de emisiones de gases invernaderos, esta herramienta software permite llevar a cabo el cálculo de dióxido de carbono en las actividades académicas y administrativas del programa de Ingeniería de Sistemas de la facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena en su modalidad presencial, con el fin de buscar una solución que le permita reducir su daño al medio ambiente y a la vez proponer un modelo a seguir para las demás universidades públicas del país.

Las calculadoras de huella de carbono que existen actualmente en la web son elementales porque plantean sus cálculos basándose principalmente en variables como el transporte y la energía, dejando de lado otros factores como la cantidad de insumos orgánicos que consume. Por esta razón el índice que produce no muestra el impacto completo que sufre la atmósfera, por lo cual se pretende generar para el programa de Ingeniería de Sistemas presencial de la Universidad de Cartagena un índice que abarque de manera completa todas las actividades académicas e investigativas que puedan causar contaminación al medio ambiente.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo hacer uso de las TIC's para facilitar el cálculo de la cantidad de dióxido de carbono que produce el programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena en el desarrollo de su misión?

1.3 JUSTIFICACIÓN

La industrialización masiva en diferentes países y el acelerado ritmo de vida que tienen las personas en la actualidad, son unas de las principales causas de contaminación ambiental, el elevado índice de dióxido de carbono que se genera todos los días, es la principal razón de problemas ambientales como el calentamiento global, el cual ha causado un gran cambio climático afectando de muchas maneras el ecosistema (Ecopetrol, 2008). Por esto la huella de carbono se hace necesaria para intentar reducir las emisiones de gases de invernadero y equilibrar un poco la balanza ambiental.

La huella de carbono se ha visto implementada principalmente por empresas de alimentos y refinerías, pero siguen siendo una población diminuta con respecto al número de organizaciones a nivel mundial. En Colombia el cálculo de la huella de carbono se le atribuye a unos pocos, todavía la conciencia ambiental no se percibe dentro de las organizaciones. Por lo cual instituciones como la universidad de Cartagena deben marcar una pauta significativa en este tema, por eso se buscó medir cuento dióxido de carbono produce el Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad a través de la elaboración de un herramienta software soportada en tecnologías web con el fin de mejorar sus procesos para contribuir con la atmósfera sin que se vea afectado el desarrollo de su misión.

Este proyecto se muestra novedoso debido a que el software no solo determina el índice de dióxido de carbono sino que también está en capacidad de brindar sugerencias como posibles soluciones para la disminución del índice generado, con ello se pretendió contribuir a crear un pensamiento más concientizado y mejorar la poca cultura ambiental que se ve en la región. Además, no se tiene registro de huella de carbono en otras entidades de educación superior en Colombia, lo cual pone a la Universidad de Cartagena como una de las pioneras en este ámbito. Desde el punto de vista social genera un impacto positivo dentro de la comunidad elaborando acciones que sirvan para el control y reducción de las emisiones de dióxido de carbono. También contribuye en gran medida en el aspecto económico gracias a que se invierte menos dinero en la elaboración de un

software como el que se pretende realizar que busque acciones para prevenir y disminuir el índice de contaminación, que reparando los daños causados que se pueden ocasionar a futuro por la contaminación generada. En cuanto al aspecto ecológico cabe resaltar que vivimos en un entorno rico en diversidad de fauna y flora por lo cual es de gran utilidad proyectos como la huella de carbono que colaboren en gran medida a conservar estos entornos. Además implementar una herramienta web para la medición de la huella de carbono permitirá poner a prueba los conocimientos adquiridos a través de la carrera, estando apoyado por dos especialistas en áreas del conocimiento pertinente para el desarrollo a satisfacción del presente proyecto (Director y Asesor), brindando la posibilidad de contribuir con lo aprendido al desarrollo sostenible de la comunidad académica. Por último el diseño e implementación de la huella de carbono a través de una herramienta software nos permitió observar como las TICs contribuyen a la mejora de la calidad de vida y a un desarrollo sostenible de la región.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1 GENERAL

Implementar una herramienta web para el cálculo de la huella de carbono en el programa Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena a través de tecnología JSP.

2.2 ESPECÍFICOS

2.2.1 Determinar los requisitos necesarios para la elaboración del software, teniendo en cuenta las diferentes actividades académicas y administrativas del Programa de Ingeniería de Sistemas presencial de la Universidad de Cartagena.

2.2.2 Diseñar los diagramas y modelos correspondientes para la elaboración de la herramienta web.

2.2.3 Desarrollar los artefactos de software pertinentes que se generan en cada una de las etapas del proceso de desarrollo de software.

2.2.4 Implementar los componentes necesarios para la construcción de la herramienta web para el cálculo de la huella de carbono.

2.2.5 Elaborar los escenarios de pruebas para el cumplimiento de los requerimientos.

2.3 ALCANCE

La herramienta web se utilizó para calcular la huella de carbono en los procesos académicos y administrativos del programa de Ingeniería de sistemas de la universidad de Cartagena en su modalidad presencial. Las pruebas se realizaron para el primer y segundo semestre académico del 2014, teniendo en cuenta las restricciones del modelo como lo son la ubicación geográfica y las variables a tener en cuenta en ambas mediciones sean las mismas.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 ESTADO DEL ARTE

Muchos de los productos que se consumen o utilizan junto con las diversas actividades que realizan las personas en su día a día, son una gran causal de gases invernaderos, estos gases de invernadero contaminan en gran medida el medio ambiente generando consecuencias como el calentamiento global (National_Geographic_Society, 2011). Para combatir la contaminación de los gases de invernadero muchas industrias y organizaciones han implementado modelos y metodologías para reducir su emisión de dichos gases, utilizando software como la huella de carbono que les indica los procesos que más contribuyen con la contaminación al medio ambiente (World Business Council for Sustainable Development; and World Resources Institute, 2005).

La huella de carbono representa una medida para la contribución de las organizaciones a ser entidades socialmente responsables y se presenta como una herramienta capaz de fomentar en las personas la conciencia de la realización de prácticas más sostenibles. Esta herramienta se encarga de determinar un nivel de emisiones de gases invernaderos, dicho nivel es una medida cuantitativa de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

En internet podemos encontrar software que calculan la huella de carbono, como es el caso de la calculadora de la fundación reduce tu huella (reducetuhuella.org), que toma las variables de la energía, la movilización y los vuelos que efectúa una persona, para entregar un promedio de los Kilogramos(Kgs) de dióxido de carbono emitidos durante un mes.

También se puede encontrar el software de Carbon Footprint Ltda. Esta calculadora además de contar con las variables que posee la fundación reduce tu huella adiciona las de vivienda y otras variables que llaman ellos secundarias en donde indican aspectos como el consumo de productos orgánicos, las preferencias alimenticias y el reciclaje. Además cuentan con una opción que te

permite incluir su herramienta para el cálculo de la huella de carbono en el sitio de web de la persona.

Otra herramienta software para el cálculo de la huella de carbono es la de colombiaverde.net que genera de manera sencilla la cantidad de dióxido de carbono que puede producir una persona.

Además Microsoft ofrece una herramienta para calcular la huella de carbono, un nuevo conjunto de herramientas del software de gestión empresarial Dynamics AX de Microsoft, que permite a las empresas saber la huella de carbono de varios aspectos de sus operaciones (Microsoft, 2012).

Este set de herramientas gratuito, llamado Panel de Control de Sostenibilidad Ambiental, está pensado para permitir a las pequeñas y medianas empresas medir el impacto al medio ambiente sin tener que pagar a consultores externos (Microsoft, 2012).

El software cubre cuatro parámetros: consumo directo de energía, como uso de gas natural en las instalaciones; consumo indirecto de energía como la electricidad que se compra a terceros; las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del consumo total de energía de una organización; y las emisiones de gases efecto invernadero derivadas de los desplazamientos al puesto de trabajo y de los viajes de negocios.

Microsoft afirma que el panel de control permitirá a las compañías elegir las mejores prácticas medioambientales así como hacer los ajustes necesarios para minimizar el impacto de la fluctuación de los precios de la energía en sus negocios.

La medición de la huella de carbono debido a que indica las fuentes de las emisiones de los gases de invernadero, permite a las organizaciones a plantear objetivos y políticas mejores con el fin de reducir su nivel de emisiones. En la actualidad es muy notorio el gran deterioro que ha sufrido el medio ambiente, lo que ha puesto a muchas empresas, entidades, industrias y organizaciones a llevar a cabo la implementación de metodologías que sigan manteniéndolos en un nivel

de competitividad en el mercado pero contribuyendo con la disminución de sus emisiones de gases invernaderos.

Por otro lado, cada vez más por parte de los gobiernos de diferentes países se presentan iniciativas enfocadas a la protección del medio ambiente estableciendo leyes respecto a la emisión de gases invernaderos. Muchas de estas leyes aplican severos castigos a quienes las incumplan, por lo cual las organizaciones calculan su huella de carbono y toman medidas respectivas con respecto al resultado obtenido.

Intel mide su huella de carbono, así como todos sus esfuerzos ambientales y los incorpora a sus negocios, posee metas claras y el progreso de sus acciones es publicado en el Reporte Anual de Responsabilidad Social de la empresa. Las metas de desempeño ambiental existen en todas sus operaciones globales y busca la mejoría continua en la manera como son escogidos los nuevos locales y proyectos de edificios. Busca también conservar energía y recursos, reciclar y reutilizar materiales como es el caso del Edificio de Bienestar en Intel Costa Rica.

Todo esto es posible gracias a una serie de esfuerzos que están a cargo de cada uno de los profesionales de Intel en el mundo, incluyendo la conservación y eficiencia en el consumo de energía, la utilización de instalaciones solares, compras de energía verde y la construcción de edificios eficientes.

Para esto, Intel creó una estrategia fuerte y sostenible para comprar y usar energía de manera económica y ambientalmente consciente. Son varias acciones, como el acuerdo para reducir las emisiones de compuestos perfluorados², acordado en 1996.

Así como Intel, la asociación de empresas de productos ecológicos de Andalucía (EPEA) es una entidad sin ánimo de lucro que gracias al uso de herramientas como la huella de carbono implementó una metodología que se caracteriza principalmente porque proporciona y divulga alimentos ecológicos y a la vez busca

² Compuesto que tiene todos los átomos de hidrógeno sustituidos por flúor.

mejorar la competitividad de las empresas sin descuidar sus planes ecológicos (APB, 2012).

Otra empresa que ha diseñado metodologías a partir del cálculo de la huella de carbono e incluso se ha tomado como referente principal para muchas otras entidades, es la empresa inglesa Carbon Trust que aunque en sus cálculos no contempla algunas emisiones indirectas, se ha caracterizado por su iniciativa y mejoras ecológicas (Tamiotti, 2009).

La huella de carbono, llega a Chile con la cadena de supermercados Wal-Mart, quien empezó a pedir a sus proveedores un análisis de trazabilidad de carbono. Luego otras empresas chilenas en su gran mayoría viñedos comenzaron a calcular su huella de carbono. Ventisquero, un reconocido viñedo chileno recientemente recibió un certificado de ClimateCare por la compensación de 27 toneladas de CO₂ en 2008, a través de proyectos para reducción de GEI, los que incluyen iniciativas de eficiencia energética y reforestación de bosques (UACH, 2012).

Chile cuenta con el primer vino carbono neutro de Sudamérica, el nuevo mundo de viña de Martino. Elaborado a partir de uvas cultivadas orgánicamente en el valle del Maipo es el primero en obtener certificación en todos sus procesos de elaboración, ya que desde su nacimiento hasta la llegada al cliente, todos los GEI de su producción, embalaje y transporte, son reducidos a cero. Es certificado como carbono neutral por Carbon Reduction Institute y su sede en Chile Green Solutions (Lizano, 2009).

A nivel nacional Colombia tiene actualmente 10 proyectos aprobados por las Naciones Unidas, que representan aprox. 950.000 toneladas de reducciones de emisiones de carbono. Según el Ministerio del Ambiente en Colombia, hay 29 proyectos nacionales que reducen emisiones de carbono por más de 4,4 millones de toneladas al año (minambiente, 2011).

El proyecto de energía eólica Jepirachi utiliza una metodología de línea de base consolidada para la generación conectada a la red eléctrica a partir de fuentes renovables su aporte a la reducción de las gases de invernadero son de 25.630 toneladas métricas de CO₂ equivalente por año (Jepirachi, 2010).

Otro proyecto Colombiano es la hidroeléctrica “La vuelta y la herradura”, la actividad del proyecto es la construcción de una central hidroeléctrica, con una capacidad total instalada de 31,5 MW, con el fin de aprovechar la capacidad de la Herradura del río, por medio de dos subproyectos en una cadena (La Vuelta y La Herradura). Los subproyectos propuestos no fueron construidos estrictamente a cubrir el incremento previsto de la demanda de electricidad, pero para añadir eficiencia en el sistema eléctrico en su conjunto, para mejorar el servicio de electricidad en el oeste del departamento de Antioquia, y de contribuir al desarrollo regional sostenible, al tiempo que reduce las emisiones de CO₂.

En la región Cundinamarca actualmente se lleva a cabo el proyecto Paraguas cambio de combustible, el objetivo de este proyecto es cambiar combustibles de carbón y petróleo a gas natural sin extensión de la capacidad y la vida útil de la instalación, este proyecto tiene como fin reducir su huella de carbono en 2.667 toneladas métricas de CO₂ equivalente por año (Umbrella, 2011).

Medellín tiene su propio proyecto de transporte público llamado Metroplús . Este proyecto, actualmente en construcción, y entre sus estudios se realizó el cálculo de la huella de carbono y se tiene las expectativas de reducir aproximadamente 60.000 toneladas de emisiones de carbono cada año.

También cabe resaltar que Colombia, es el tercer país del mundo que mide huella de carbono durante un evento deportivo esto lo realizó durante el mundial de futbol sub-20 llevado a cabo el año 2011, con esta estrategia y en el marco del Año internacional de los bosques declarado por Naciones Unidas, la compensación de la huella de carbono contribuirá con la meta establecida por el Gobierno de restaurar 90.000 toneladas de dióxido de carbono para finales de 2014 (minambiente, 2011).

A nivel local el cálculo de la huella de carbono se ha visto implementado en el proyecto de transporte masivo Transcribe, el cual busca reducir aproximadamente 15000 toneladas de CO₂ (comfenalco, 2008).

Se debe tener en cuenta que algunos proyectos no han tenido el resultado esperado al implementar un proyecto referente a la medición de la huella de carbono (como es el caso de la Asociación Chilena ATACH) debido que no se tienen en cuenta las limitaciones del proyecto. Existen dos limitantes fundamentales a la hora de elaborar el modelo de las emisiones de dióxido de carbono los cuales son el límite de la organización, en donde se va a definir el alcance de la organización y determinar las emisiones que van a ser contabilizadas y los límites operacionales, los cuales determinan que tipo de emisiones van a ser incluidas en el inventario, las emisiones pueden ser directas o de alcance 1, indirectas o de alcance 2 y 3. Para una correcta medición de la huella de carbono se debe elaborar un modelo que tenga en cuenta estos parámetros sino los resultados no serán los más acertados, por esto para el cálculo de la huella de carbono se deben realizar unas buenas investigaciones a la hora de elaborar el modelo de referencia.

3.2 MARCO TEORICO

3.2.1 Contaminación ambiental.

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos (Bonet, 1991).

La contaminación es uno de los problemas ambientales más importantes que afectan a nuestro mundo y surge cuando se produce un desequilibrio, como resultado de la adición de cualquier sustancia al medio ambiente, en cantidad tal,

que cause efectos adversos en el hombre, en los animales, vegetales o materiales expuestos a dosis que sobrepasen los niveles aceptables en la naturaleza (Bonet, 1991).

3.2.1.1 Tipos de contaminación ambiental: Contaminación del agua: es la incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales, y de otros tipos o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos. Contaminación del suelo: es la incorporación al suelo de materias extrañas, como basura, desechos tóxicos, productos químicos, y desechos industriales. La contaminación del suelo produce un desequilibrio físico, químico y biológico que afecta negativamente las plantas, animales y humanos.

Contaminación del aire: es la adición dañina a la atmósfera de gases tóxicos, CO, u otros que afectan el normal desarrollo de plantas, animales y que afectan negativamente la salud de los humanos (Enkerlin, Cano, A., & Vogel, 1997).

3.2.2 Huella ecológica

Es una herramienta contable que permite estimar los requerimientos en términos de recursos relacionados con la tierra y el agua, y la asimilación de los residuos para satisfacer las necesidades de una determinada población, entidad, región o país, expresadas en áreas productivas globales (Rees & Wackernagel, 1995). Su modelo de cálculo que fue aplicado a países con alto grado de desarrollo concluyendo que éstos presentaban importantes déficits ecológicos, dado la necesidad que tienen de recursos de otros países para solventar la carencia de recursos internos en función de su población. El concepto fue diseñado como una herramienta de planificación para medir la sostenibilidad ecológica con el propósito de estimar la magnitud del consumo humano que excede la capacidad de regeneración de la biosfera (Carballo, 2009).

3.2.2.1 Filosofía del cálculo de la huella ecológica: Tiene en cuenta los siguientes aspectos:

1. Para producir cualquier producto, independientemente del tipo de tecnología utilizada, se necesitan materiales y energía, que son producidos en última instancia por sistemas ecológicos.
2. Se necesitan sistemas ecológicos para reabsorber los residuos generados durante el proceso de producción y el uso de los productos finales.
3. Las comunidades humanas ocupan un espacio con infraestructura, vivienda y equipamiento, reduciendo la superficie productiva de los ecosistemas.

3.2.2.2 Cálculo de la huella ecológica: Para calcular este indicador, primero se establece el consumo de la población o de un habitante promedio y luego se determina el área o la superficie necesaria para responder a ese consumo.

3.2.3 Huella de carbono.

Se define como la cantidad de emisión de gases relevantes al cambio climático asociada a las actividades de producción o consumo de los seres humanos, aunque el espectro de definiciones varía desde un mirada simplista que contempla sólo las emisiones directas de CO₂, a otras más complejas, asociadas al ciclo de vida completo de las emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo la elaboración de las materias primas y el destino final del producto y sus respectivos embalajes. Las definiciones existentes en la literatura se centran en el CO₂ como el principal eje de análisis, siendo la gran diferencia entre éstas, además del alcance de la huella, la inclusión de los demás gases de efecto invernadero. La propiedad a la que frecuentemente se refiere la huella de carbono es el peso en kilogramos o toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero emitida por persona o actividad (Minx, J.C., G.P. Peters, T. Wiedmann y J Barrett., 2008).

3.2.4 Gases de invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno por el cual ciertos gases retienen parte de la energía emitida por el suelo tras haber sido calentado por la radiación solar. Se produce, por lo tanto, un efecto de calentamiento similar al que ocurre en un invernadero, con una elevación de la temperatura.

Aunque el efecto invernadero se produce por la acción de varios componentes de la atmósfera planetaria, el proceso de calentamiento ha sido acentuado en las últimas décadas por la acción del hombre, con la emisión de dióxido de carbono, metano y otros gases.

Es importante tener en cuenta que el efecto invernadero es esencial para el clima de la Tierra. El problema radica en la contaminación ya que, en una situación de equilibrio, la cantidad de energía que llega al planeta por la radiación solar se compensa con la cantidad de energía radiada al espacio; por lo tanto, la temperatura terrestre se mantiene constante (Nahle, 2006).

3.2.4.1 Protocolo de Gases Efecto Invernadero: El Protocolo de Gases Efecto Invernadero (GEI) fue implementado en el 2001 por el Consejo Mundial de Negocios por el Desarrollo Sustentable y por el Instituto de Recursos Mundiales que tiene como meta el establecimiento de bases para la contabilización de emisiones de los GEI. Es fruto de una colaboración multilateral entre empresas, organizaciones no-gubernamentales y gobiernos (Espíndola, 2012). El protocolo de GEI es un marco metodológico general que da pautas de trabajo para la determinación de herramientas (*software*) de cálculo de emisiones de GEI. El protocolo GEI ha logrado un alto nivel de reconocimiento a escala mundial y aparece como la principal referencia, junto con los estándares ISO 14064. Además de constituirse como referente en términos de lineamientos generales, el protocolo GEI también ha desarrollado un conjunto de herramientas (*software*) para el cálculo de la huella de carbono inicialmente de empresas. La popularidad y el reconocimiento del protocolo GEI, y por supuesto el carácter de gratuidad de las aplicaciones, ha concretado el éxito y alta demanda de ellas (Pandey, 2010).

3.2.5 Dióxido de Carbono

Es un gas que se forma en la combustión de todo combustible, por oxidación de los átomos de carbono, los organismos vivos lo emiten como producto final de la oxidación de azúcares y otros compuestos orgánicos que contienen carbono. La emisión de origen antropogénico se debe fundamentalmente a los procesos de generación de energía tanto eléctrica como de calefacción y otros en instalaciones industriales, así como en los vehículos de transporte, en plantas de tratamientos de residuos, etc.

3.2.5.1 Evolución en la atmósfera: Es un gas bastante estable, que puede disolverse en agua formando ácido carbónico que, en situación normal, es el compuesto causante del pH ligeramente ácido del agua de lluvia.

3.2.5.2 Efectos contaminantes del dióxido de carbono: Fundamentalmente, el aumento del efecto invernadero produce una afección sobre el clima, alterando el equilibrio de radiación, dado que permite el paso de la radiación solar pero absorbe la radiación infrarroja emitida por la Tierra. El consecuente incremento en la temperatura atmosférica podría derivar en alteraciones en las corrientes marinas a gran escala, interconectadas con posibles deshielos polares, especialmente en el Ártico y, por consiguiente, en una variación en los regímenes de lluvias de amplias regiones, lo que podría derivar finalmente en una modificación de ecosistemas y una repercusión sobre la producción de alimentos.

4. METODOLOGÍA

En el medio existen dos tipos de enfoques metodológicos básicos para el cálculo de la huella de carbono: el primero de ellos centrado en la empresa y el segundo en el producto. La herramienta web que se desarrolló tomó el cálculo de la huella de carbono centrado en la empresa, el cual consistió básicamente en recopilar los datos referentes a los consumos directos e indirectos de materiales y energía del Programa de Ingeniería de Sistemas (modalidad presencial) y traducirlos en emisiones de CO₂ equivalentes, con el fin de contar con un inventario de emisiones lo más completo posible. Para este formato de cálculo de huella de carbono se encuentra el GhG Protocol, desarrollado por el WRI³ (world resources institute) y el WBCSD⁴ (World Business Council for Sustainable Development). El GhG Protocol es la guía más utilizada por las empresas para inventariar sus emisiones de GEI, calcular la huella de carbono y elaborar informes voluntarios (Jiménez Herrero, 2010).

En cuanto a la metodología de desarrollo de software para la elaboración de este proyecto se utilizó como base RUP⁵, también se tomaron los modelos de cálculo de la huella de carbono de “Carbon Footprint Ltda.”, las fundaciones “Reduce tu Huella”, “Colombia Verde” y “Carbon Zero”, teniendo en cuenta las variables de emisiones de combustibles, emisiones de calor y energía, emisiones de electricidad y emisiones por consumo de productos orgánicos. Además el tipo de investigación de este proyecto se llevó a cabo de manera experimental, debido a que se realizaron pruebas divididas en dos etapas: La primera se tomó la medición inicial de la Huella de Carbono del Programa y la segunda se realizó luego de haber implementado los controles y sugerencias (Ver ítem 5. Resultados y Discusión) en donde se observó el índice resultante de la huella de Carbono del Programa (Para ver los datos ingresados en el programa en cada una de las dos mediciones ver ANEXO D). Esto se desarrolló en las siguientes fases:

³ Instituto de recursos mundiales

⁴ Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible

⁵RationalUnifiedProcess

4.1 FASE 1

Recopilación de la información acerca de las actividades académicas y administrativas del programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena.

Para la elaboración de la herramienta web lo primero que se tuvo en cuenta fue la recopilación de información útil, por lo cual se hizo uso de las técnicas de recolección de información, más centrado en la elaboración de encuestas, charlas y documentación referente al tema, de las cuales se obtuvo información de todas las actividades realizadas de tipo académico y administrativo del programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena en la modalidad presencial, y se determinaron cuáles eran las variables que se debían tener en cuenta para calcular el índice de la huella de carbono y así poder conceptualizar el dominio en el que se trabajó.

Para la estructura de las encuestas se tuvo en cuenta tres públicos: docentes, directivos de programa y auxiliares de laboratorio. La encuesta se realizó con un promedio de 5 preguntas para ser contestada en menos de media hora (La estructura más detallada de las encuestas se puede ver en los ítems 5.1.1 y 5.1.2 de este documento). Cada una de las encuestas se puede ver en los anexos B, C, D

4.2 FASE 2

Se determinaron los requerimientos necesarios para el planteamiento de un modelo de software que permita el cálculo de la huella de carbono.

Una vez se obtuvo la información recolectada se aplicaron las técnicas de análisis de la información, como la reducción de datos (Bertomeu, 2009) que permitió categorizar la información para identificar de manera cualitativa y cuantitativa las variables con las que se trabajó durante la construcción del modelo matemático y así se determinaron los requerimientos funcionales y no funcionales más significativos. En la determinación de dichos requerimientos fueron tomados como referencia los modelos de “Carbon Trust” y el de DEFRA⁶ los cuales han sido

⁶ Departamento para el ambiente, la alimentación y asuntos rurales.

implementados en metodologías PAS⁷, generando resultados satisfactorios principalmente a la hora de compensar emisiones de gases de efecto invernadero.

4.3 FASE 3

Diseño de los diagramas y modelos para el software que genera el cálculo de la huella de carbono en el programa de Ingeniería de Sistemas.

Se generaron todos los diagramas y modelos necesarios que permitieron el diseño de la herramienta web como lo son: modelo de dominio, diagrama de casos de usos, diagrama de clases, diagrama de secuencia, diagrama de componentes, modelo relacional y un modelo matemático que determinó un valor numérico para el índice a generar. Todos estos con el fin que la herramienta estuviese en la capacidad de calcular la producción de dióxido de carbono en las diferentes actividades académicas y administrativas del programa e Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena, este cálculo se llevó a cabo con la información que le fue suministrada al software en los diferentes campos que se mostraron para colocar un criterio cuantificable para las variables; además tuvo la capacidad de dar sugerencias para la reducción del índice que se generó como resultado.

4.4 FASE 4

Desarrollo de los artefactos de software acordes para la herramienta web que permitieron el cálculo de la huella de carbono en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena.

Una vez se tuvo el diseño de la herramienta web se elaboraron todos los artefactos de software correspondientes a cada una de las etapas del proceso de desarrollo de software, entre estos artefactos se crearon cuatro componentes básicos para el desarrollo de la herramienta: un modelo que le da la estructura lógica al programa, un componente de persistencia que permite almacenar la información, un componente de base de datos el cual permite la conexión a la base de datos creada y un componente controlador que permite la interacción

⁷ Especificaciones públicamente disponibles.

entre cada uno de los demás componentes, teniendo siempre como eje de desarrollo las actividades académicas y administrativas del programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena modalidad presencial, esto con el fin de seguir una estructura organizacional al momento de la implementación manteniendo relación entre los diagramas diseñados y el software elaborado.

4.5 FASE 5

Implementación de la herramienta web que permite el cálculo de la huella de carbono en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena.

Los modelos realizados se implementaron con el fin de generar componentes de software funcionales capaces de cumplir con los requerimientos especificados, con lo cual se elaboró una herramienta software orientada a la web que permite apreciar de manera muy aproximada la producción de dióxido de carbono en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena. Para el desarrollo se utilizó la tecnología Java Server Pages (JSP), y el patrón de diseño DAO (Data Access Object)

4.6 FASE 6

Se evaluó el resultado arrojado por la herramienta web para ejercer un control en las emisiones de gases de efecto invernadero en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena.

Se realizaron dos cálculos para hacer una comparación entre ellos y de esta manera llevar un control en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería ubicada en el campus Piedra de Bolívar en la Universidad, de la siguiente manera: el primero se llevó a principios del primer semestre de 2014 y el segundo se realizó a finales de ese mismo semestre.

Cabe resaltar que los resultados arrojados en la primera prueba no se compararon con ningún hallazgo debido a que se necesita una entidad que posea una misión similar a la Universidad, pero los hallazgos finales fueron comparados con los primeros para determinar las recomendaciones y conclusiones pertinentes.

Como todo instrumento de medición se evidenció el aspecto de confiabilidad ya que en condiciones similares para ambas pruebas, la herramienta arrojó resultados bastante parecidos. Para evidenciar la confiabilidad y mantenimiento se debe conservar la herramienta con datos actualizados por lo cual sería fundamental seguir con estas mediciones a futuro.

4.7 FASE 7

Se generaron los documentos que soportan la herramienta web para el cálculo de la huella de carbono que se implementó.

Se elaboraron los manuales que soportan la herramienta, como lo son el manual de usuario el cual contiene la información necesaria donde se explica a la persona que desee utilizar el software como es el uso de éste, además el manual se encuentra dentro del mismo aplicativo para que se pueda acceder a él dentro de la misma herramienta web. Otro documento que se desarrolló es el manual del sistema que posee una descripción de la instalación y configuración del software, además todos los modelos que fueron elaborados para el diseño del software, este manual está en el CD que fue entregado con este proyecto dentro de la carpeta Documentación, La ayuda o manual del usuario incluye ayudas didácticas como lo son el uso de imágenes ilustrativas.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Métodos de recolección de la información

Los métodos utilizados para recolección de la información en este proyecto que permitieron determinar la cantidad de dióxido de carbono emitido por el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena en el desarrollo de su misión, fueron la observación del entorno y encuestas realizadas a las diferentes personas que intervienen en el programa, en cada una de sus actividades académicas y administrativas como lo son : profesores, dirección de programa y auxiliares de laboratorio, quienes en cada pregunta respondieron claramente los recursos que ellos emplean para la realización de sus actividades y el uso dado a cada uno de ellos. Además se investigó documentación referente a la huella de carbono y la manera de calcularla con el fin de poder elaborar un modelo matemático para el cálculo de la huella de carbono confiable. El formato de las encuestas realizadas, se encuentra en los anexos B, C. D. Las encuestas fueron de tipo individuales.

El proceso seguido para la realización de las encuestas fue el siguiente:

5.1.1 Diseño de las encuestas

- Se elaboraron tres encuestas, dirigidas a tres públicos distintos así:

Profesores, independientemente si son catedráticos o de planta. (Anexo C)

Dirección de programa. (Anexo B)

Auxiliar de laboratorio. (Anexo D)

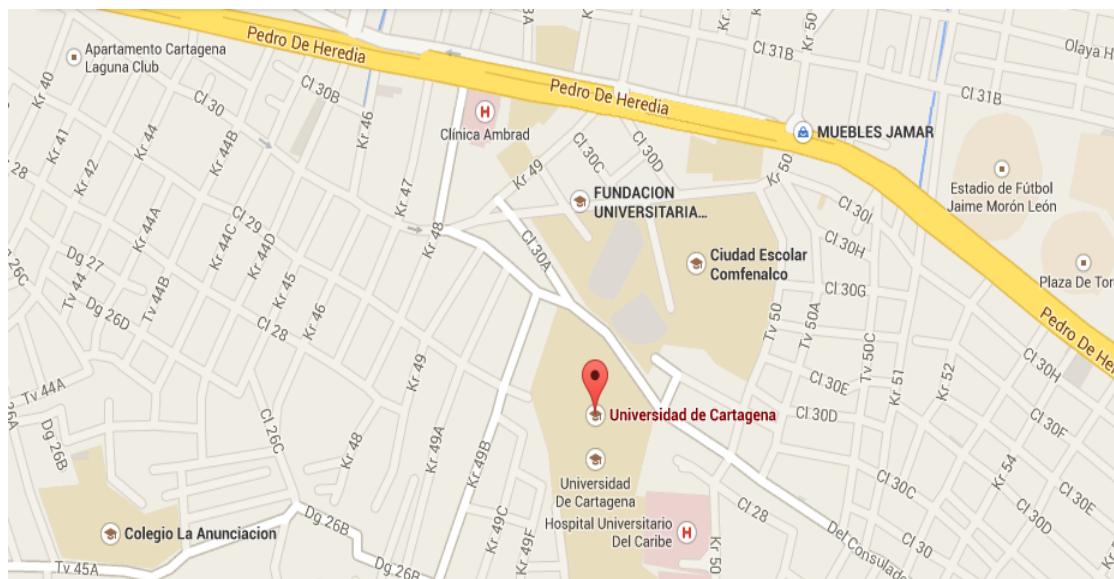
- Preparación de las preguntas, el contenido de cada una de las tres encuestas fue claro y conciso para una fácil respuesta y acorde a los cargos que manejan cada uno de los encuestados.

5.1.2 Estructura de las encuestas

- Encabezado, en la cual se presenta el nombre del proyecto, grupo específico al que se dirigió y un campo para que se rellene colocando la fecha en que se realizó la encuesta.
- Objetivos e instrucciones, en donde se presentó el motivo de la encuesta y que se desea obtener con ella, además se incluyó unas instrucciones con las cuales el encuestado entendió la forma de contestar las preguntas.
- Preguntas, se elaboró un promedio de 5 preguntas para ser contestadas en un lapso de tiempo de no más de media hora.

5.2. Población y muestra

La población seleccionada estratégicamente para aplicar las encuestas comprendió al personal administrativo, docente y auxiliar del programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena modalidad presencial, la cual se encuentra en el campus Piedra de Bolívar con dirección Avenida del Consulado, Calle 30 No. 48 – 152.



Fuente: maps.google.com

En cuanto a la determinación de la muestra, no se tuvieron en cuenta las asignaturas que se llevan a cabo en las instalaciones del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) por no encontrarse dentro de las instalaciones de la Universidad de Cartagena.

5.3. Procesamiento y análisis de los datos

Una vez obtenida la información necesaria para el estudio, mediante encuestas a todas y cada una de las personas mencionadas en la población y muestra, se procedió a hacer un análisis de los recursos empleados en las actividades del programa Ingeniería de Sistemas, con esto se determinó las variables que se tuvieron en cuenta en la creación del modelo matemático utilizado como base para la elaboración de la herramienta web que generó el cálculo de la huella de Carbono emitida por el programa Ingeniería de Sistemas.

5.4 Diseño del Modelo matemático

Luego del resultado arrojado en la recolección y análisis de datos se elaboró el modelo matemático con el cual se realizaron los cálculos dentro del software para la determinación de un correcto índice de dióxido de carbono.

En este modelo se centró la parte investigativa del proyecto gracias a que se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

5.4.1 Tipo de emisión

Para el cálculo de la huella de carbono existen principalmente dos tipos de emisiones las directas y las indirectas. Las directas son aquellas que se derivan del uso de la energía y los combustibles, y las indirectas son las provenientes de recursos como papel, cartón, hierro, materiales farmacéuticos, etc.

Lo primero que se hizo fue determinar en qué tipo de emisión se encontraban cada uno de los recursos previamente determinados en la recolección de datos.

Se determinó la siguiente estructura:

5.4.1.1 Emisiones Directas

- Electricidad

5.4.1.2 Emisiones Indirectas

- Residuos No peligrosos: papel, madera
- Residuos Peligrosos
 - Equipos de Computo
 - Impresoras

5.4.2 Metodología para el cálculo de las emisiones y los factores de conversión

Para la cuantificación de las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero), se tienen en cuenta los siguientes pasos:

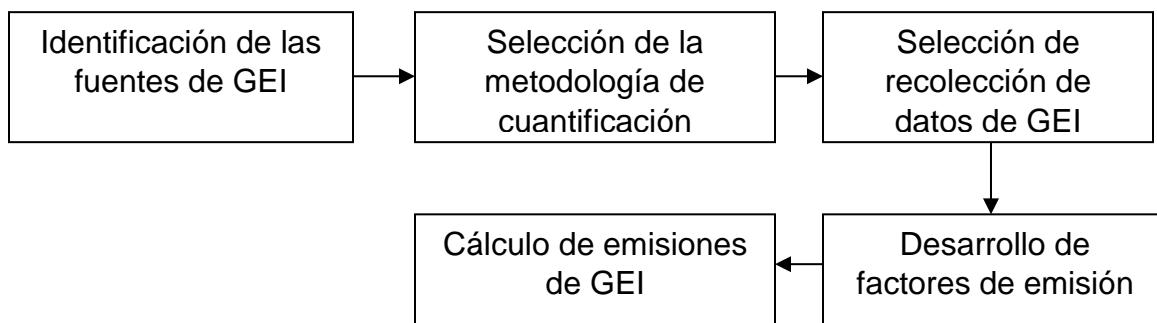


Figura 2.Pasos para la cuantificación de emisiones GEI.

Fuente: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1944/1/36373874S161.pdf>, figura6

Identificación de fuentes de GEI

Para el desarrollo del inventario de GEI de la universidad fueron consideradas las emisiones directas e indirectas propuestas en el ítem 5.4.1 para los procesos académicos y administrativos del programa de Ingeniería de Sistemas.

Selección de metodología de cuantificación

Para la cuantificación de las emisiones asociadas a consumo eléctrico, se utilizó el factor de emisión establecido por la EIA (Agencia Internacional de Energía), para la generación de 1 kWh (Kilovatio hora) de acuerdo con la mezcla de tecnologías usadas en el país para la generación eléctrica (Ver figura 3 en la siguiente página).

Para la medición de las emisiones asociadas a los residuos se utilizaron los factores de emisión incluidos en el Protocolo de Kioto, el cual convierte a CO₂ equivalente a través del Potencial de Calentamiento (ver glosario).

Otro aspecto importante que se tuvo en cuenta para elaborar el modelo matemático fue la ubicación geográfica porque uno de los factores más importantes como es la energía, su coeficiente de contaminación depende del lugar donde se realice la medición, no es lo mismo la energía producida en China que en Colombia ya que una utiliza principalmente fuentes térmicas y la otra hídrica.

De los diferentes indicadores definidos en los Mecanismos de Desarrollo Limpio (ver glosario), el correspondiente a las emisiones de dióxido de carbono, que son el resultado de la producción de una unidad de energía eléctrica (kWh), representa la huella que está dejando en el medio ambiente la generación de energía eléctrica para un país determinado. Particularmente para el caso de Colombia, entre los años 2008 y 2013 el promedio de este indicador se encuentra en 130 gramos de CO₂ por cada kWh, que entre todos los países de América que suministran energía eléctrica mediante sistemas hidrotérmicos (ver glosario), es superado únicamente por Brasil que tiene 81 gramos de CO₂ por cada kWh (Camargo, Arboleda, & Cardona, 2013).

Publicaciones recientes realizadas por instituciones de reconocimiento internacional muestran el buen posicionamiento de Colombia en temas relacionados. La revista Climascopio 2012 posiciona a Colombia en el puesto 7 en cuanto a “clima de inversión en cambio climático”⁸ para los 26 países de América

⁸ Fondos de inversión para mejoras del clima

Latina y el Caribe y, adicionalmente, en la primera edición del Barómetro Mundial sobre “competitividad energética” de los Estados, publicado a finales del año 2012 por el instituto Choisel⁹ y el gabinete KPMG ¹⁰Colombia, donde se evalúa “la competitividad energética” de 146 países a través de una combinación de criterios que mezclan calidad del “mix” energético (ver glosario), acceso a los ciudadanos a la electricidad, Colombia figura en quinta posición.

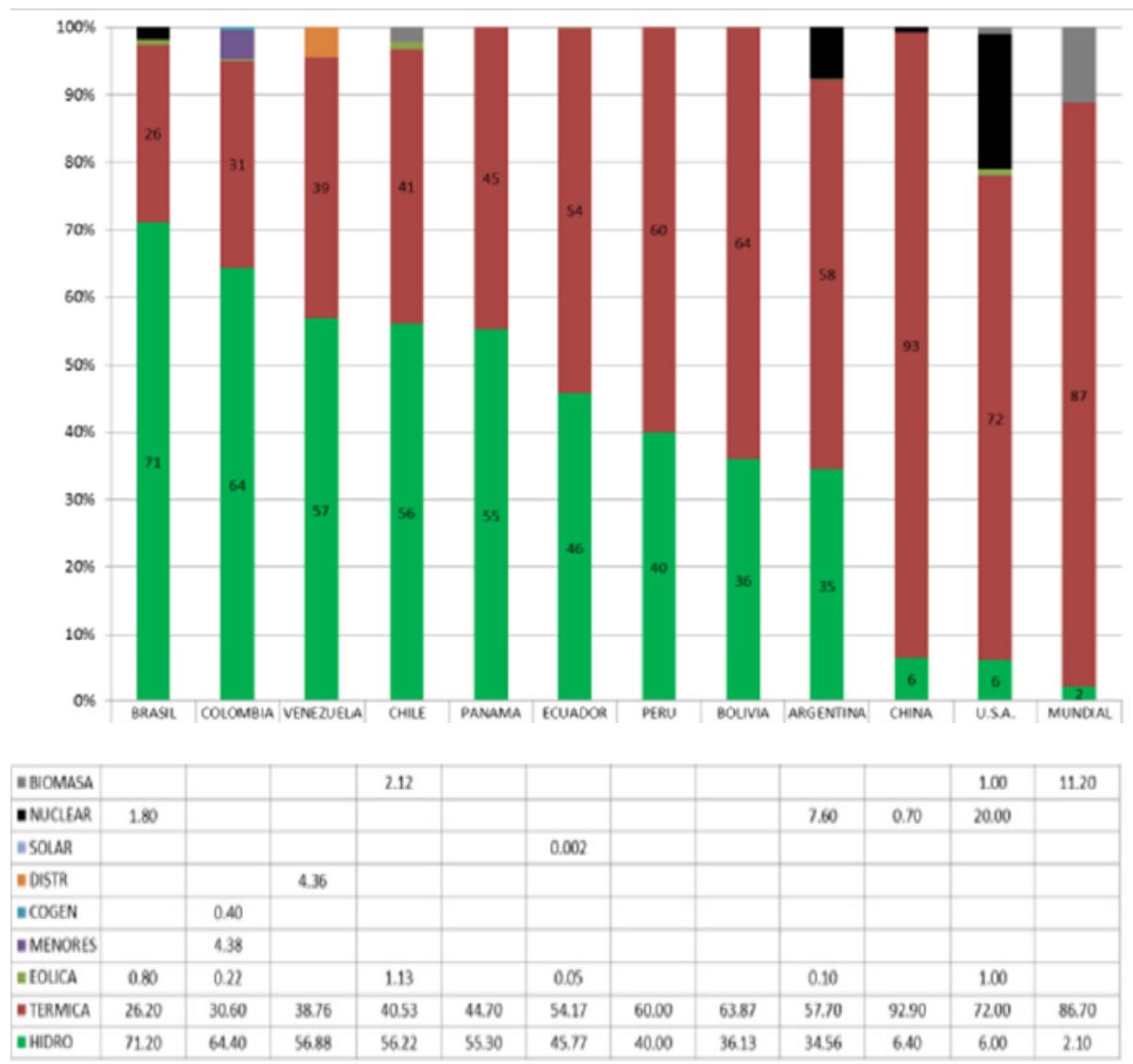


Figura 3. Matriz energética

Fuente: <http://web.ing.puc.cl/~power/mercados/matriz>

⁹ Instituto español de investigación dedicado al análisis de las principales actividades geoeconómicas.

¹⁰ Es una firma de servicios profesionales que ofrece auditorias y asesoramientos.

Selección y recolección de datos de GEI de la actividad

El suministro de datos correspondiente a los registros de información realizados, para este proyecto será la información tomada en las encuestas realizadas y la información brindada por la dirección del programa con respecto de las actividades realizadas en el programa de Ingeniería de Sistemas.

Las actividades que se tuvieron en cuenta fueron: consumo de energía, total equipos de cómputo, uso del papel, uso de aparatos eléctricos, cantidad de personas vinculadas al programa y gases refrigerantes.

Desarrollo de factores de emisión.

Se determinó el factor de emisión de cada una de las materias primas que intervienen en el desarrollo de las actividades del programa de la siguiente manera:

Materia Prima	Factor de emisión (en KgCO ₂)
Electricidad	0.12
Papel	1.6 (Para un paquete de Resma)
Tinta	28 (Por cartucho)

Tabla 1 Factor de emisión de las materias primas.

Fuente: Propia

Para la electricidad este factor fue tomado del mix eléctrico Colombia (Camargo, Arboleda, & Cardona, 2013), el factor de emisión del papel se encuentra en la página web de Ecopetrol (Ecopetrol, especiales, RevistaInnova2ed, huella, 2013) y el factor de la tinta fue tomado del artículo de impacto ambiental (Pnuma, 2013).

Además se determinó la huella de carbono producida por un colombiano promedio basandose en:

Actividad	Emisiones de CO2 (en toneladas por año)
250 Kw de consumo eléctrico en el hogar. (Tres personas)	0.47
20 Km diarios en un vehículo a gasolina (motor promedio 1.7 l)	1.08
2 viajes en un año	0.45
Dieta regular consumo de Carne	1.4
Total Huella de Carbono	3.4

Tabla 2 Huella de carbono promedio Colombia.

Fuente: Ecopetrol, <http://www.ecopetrol.com.co/especiales/RevistaInnova2ed/huella.htm>

La huella de carbono de un colombiano promedio es de 3.4 tCO₂ x año, que es menor a la huella de carbono de una persona promedio mundial que se encuentra entre 4.5 y 5.5 tCO₂ x año.

Factores de conversión

El factor de conversión es la unidad correspondiente de materia prima que usa un emisor, por ejemplo la electricidad genera 0.12 KCO₂ pero un computador genera 2.8 KCO₂ por cada Kilowatts hora, entonces para determinar la huella de carbono de un equipo de cómputo será el factor de emisión de la materia prima por el factor de conversión del emisor.

Para la herramienta se determinó los siguientes valores:

Emisores	Factor de Conversión (en Kgco ₂)
Computador	2.8
Impresora	0.9
Hojas de examen	0.5
Laboratorios	3.9
Personas del programa	1

Tabla 3 . Factor de conversión de los emisores.

Fuente: (Wang, 2014).

Cada uno de los emisores utiliza una materia prima como lo detalla la siguiente tabla:

Emisores	Materia Prima
Computador	Electricidad
Impresora	Tinta
Hojas de examen	Papel
Laboratorios	Electricidad
Personas del programa	Huella_carbono_promedio

Tabla 4 Relación emisores y materia prima.

Fuente: Propia

Cálculo de emisiones

Para este modelo se planteó una estructura de cálculo que consta de tres ítems principalmente, el primero la materia prima, aquí se clasificaron de acuerdo con las actividades del programa (ver tabla 1), el segundo es el emisor que es el encargado de usar la materia prima e intervenir en las actividades, ej: Un computador, este usa electricidad para poder funcionar y llevar a cabo actividades fundamentales dentro del programa y el tercero es el evento, que se encarga de asociar distintos emisores dentro de una misma actividad, un ejemplo claro de eso la matricula intervienen los computadores, impresión, resma etc.

El cálculo se hace de la siguiente manera:

Modelo matemático Implementado en la herramienta web del proyecto

El modelo matemático que se estructuró fue la base principal de la herramienta web, la idea fue integrar todos los pasos para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero expuestos anteriormente y a su vez que fuera de fácil entendimiento y muy cómodo para adaptar a otras entidades.

Evento = \sum (Emisores utilizados * cantidad usada del emisor)

Emisor = Factor de conversión * Materia prima

Materia prima = Factor de emisión tabla 1.

Tomando como ejemplo una de las actividades del programa tenemos que:

El evento será la matrícula académica, para este evento los emisores serán computador e impresora (no tendremos en cuenta el número de personas que intervienen ese es un evento aparte).

Matricula Académica: \sum (Emisores utilizados * cantidad usada del emisor)

Materia prima electricidad = 0.12 KgCO₂

Materia Prima Tinta = 28 KgCO₂

Computador = $2.8 \times 0.12 = 0.336$ KgCO₂

Impresora = $0.9 \times 28 = 25.2$ KgCO₂

Matricula académica = $0.336 + 25.2 = 25.536$ KgCO₂.

5.5 Herramienta Web para el cálculo de la huella de carbono

Después de realizada toda la investigación, se elaboró la herramienta web que permitió el cálculo de la huella de carbono para el programa de Ingeniería de Sistemas modalidad Presencial de la universidad. Esta herramienta es bastante útil porque le da al programa la capacidad de tener control sobre sus emisiones de dióxido de carbono e interactuar con el entorno de manera más amplia, también se debe destacar que proyectos como este son novedosos debido a la poca cultura que se tiene sobre el impacto que pueden causar las actividades diarias de un ente al medio ambiente.

Para el diseño del software, en cuanto a funcionalidades, parámetros y operaciones, se tomó el modelo matemático elaborado en el punto anterior.

5.5.1 Especificación de requerimientos.

La documentación para el proceso de diseño y desarrollo de software es uno de los factores más relevantes a la hora de garantizar el mantenimiento, mejora y calidad del producto (Rodríguez, 2006); Se empleó el estándar IEEE-830 en donde se establecen los requisitos funcionales y no funcionales, actores, interfaces que permiten generar los modelos del sistema. Todas las especificaciones se encuentran en el manual del sistema.

5.5.2 Diseño del software

En la fase de diseño se toman aquellas decisiones relativas a la futura implementación, se decide la estructura de datos a utilizar, el contenido de las clases, métodos, atributos, también se definen las funciones, sus datos de entrada y salida, que tarea realizan, para algunos casos especiales el algoritmo que soluciona determinado problema (Universidad de Valencia, 2008).

Para la construcción de los diagramas fue necesario tomar como base el modelo matemático elaborado en este proyecto.

Diagrama de Casos de Uso.

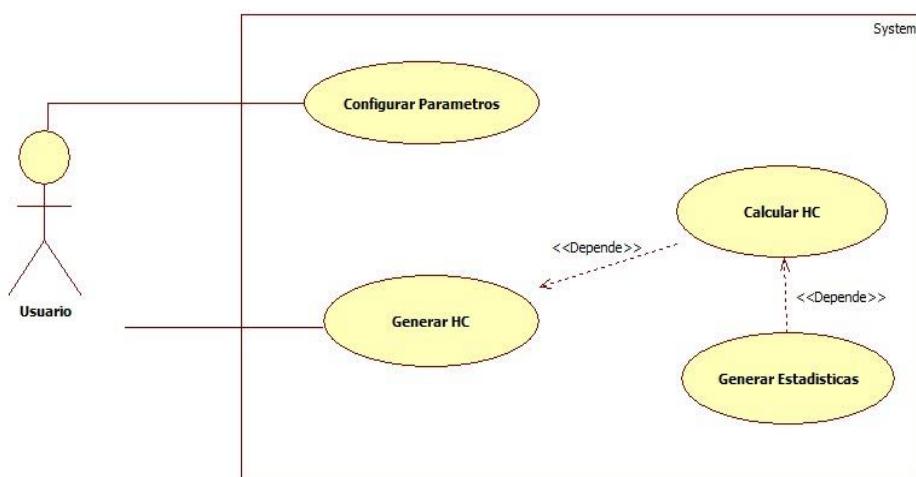


Figura 4 Diagrama de casos de uso.

Fuente: Propia

Para ver las historietas de cada uno de los casos de usos ver el manual de sistema incluido en la carpeta documentación del CD, allí se desglosa el paso a paso de cada uno.

Diagrama de clase

Este diagrama muestra las clases encargadas de la creación, modificación y eliminación de materias primas, emisores y eventos. Como también el proceso de cálculo y generación de estadísticas.

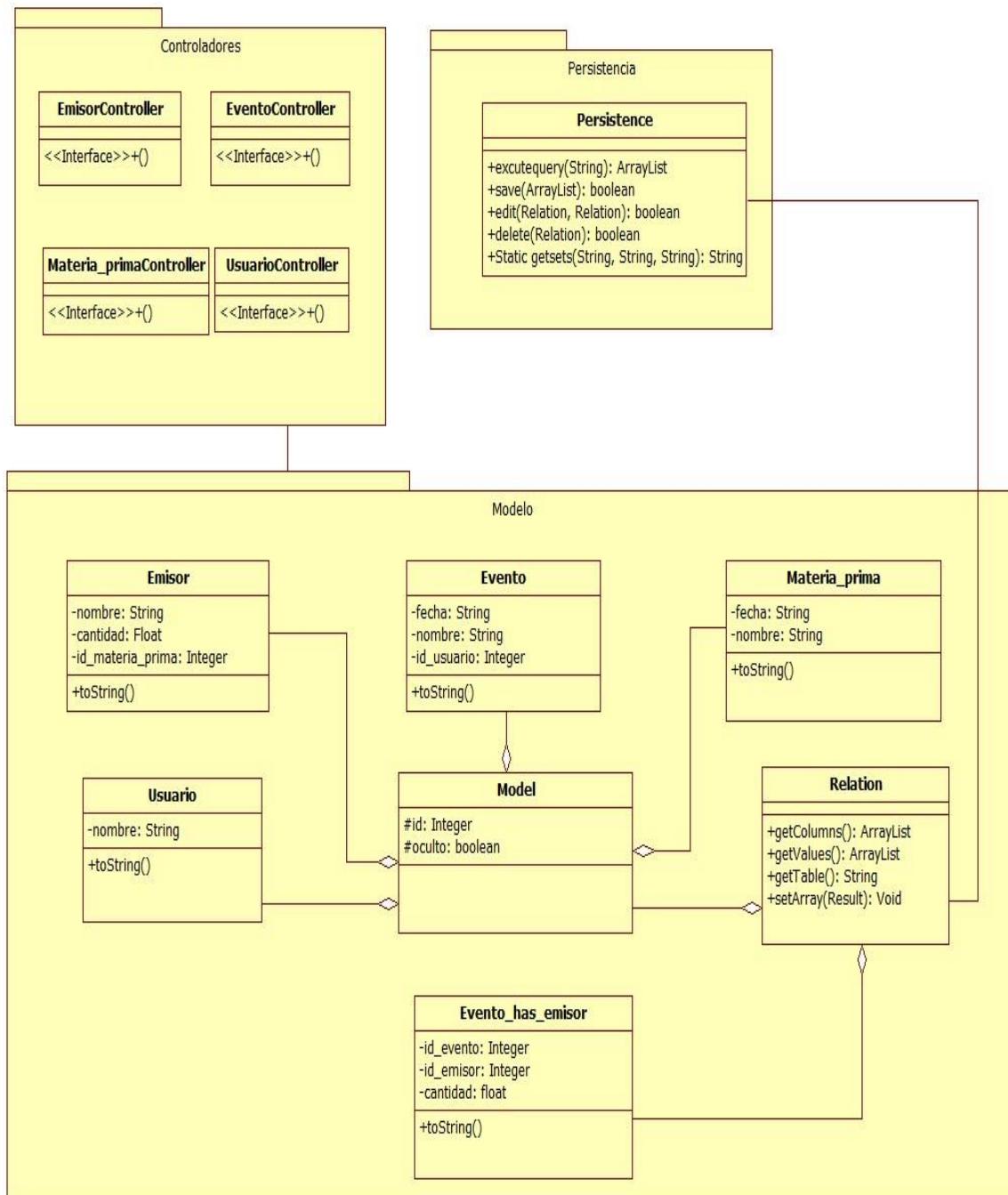


Figura 5 Diagrama de clases.

Fuente: Propia

Vista Lógica

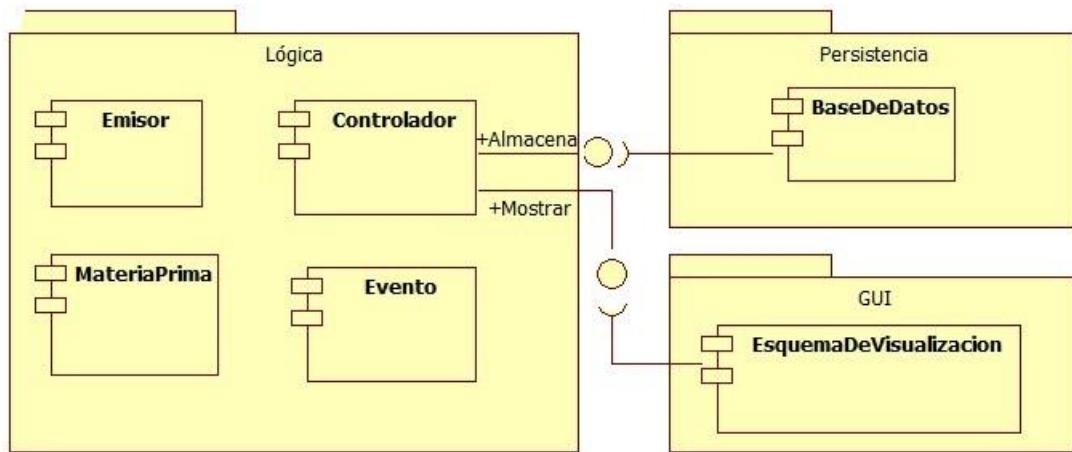


Figura 6 . Vista lógica.

Fuente: Propia

El diagrama hace evidente la aplicación del patrón de diseño de tres capas, esto con el fin de separar los componentes lógicos, visuales y de datos así:

GUI: Interfaz gráfica de usuario, contiene los elementos visibles al usuario del sistema, se encarga de la interacción del usuario con el sistema y viceversa, presenta la información y obtiene la información del usuario.

Lógica: Capa de lógica del negocio, es aquí donde se establecen todas las reglas que deben cumplirse como cuáles van a ser las materias primas, los emisores y los eventos a los que se le midió la huella de carbono, etc.

Esta capa se comunica con la GUI mediante controladores para recibir las solicitudes y procesarlas.

Persistencia: Es la capa encargada de tomar los datos que han sido ingresados por el usuario en la GUI o ya existentes en la base de datos y procesados por la capa de lógica para almacenarlos en la base de datos; esta capa permite dentro de la base de datos añadir, editar, buscar y eliminar información.

Interfaz gráfica de Usuario

Contiene los elementos visibles al usuario del sistema, se encarga de la interacción del usuario con el sistema y viceversa, presenta la información y obtiene la información del usuario.

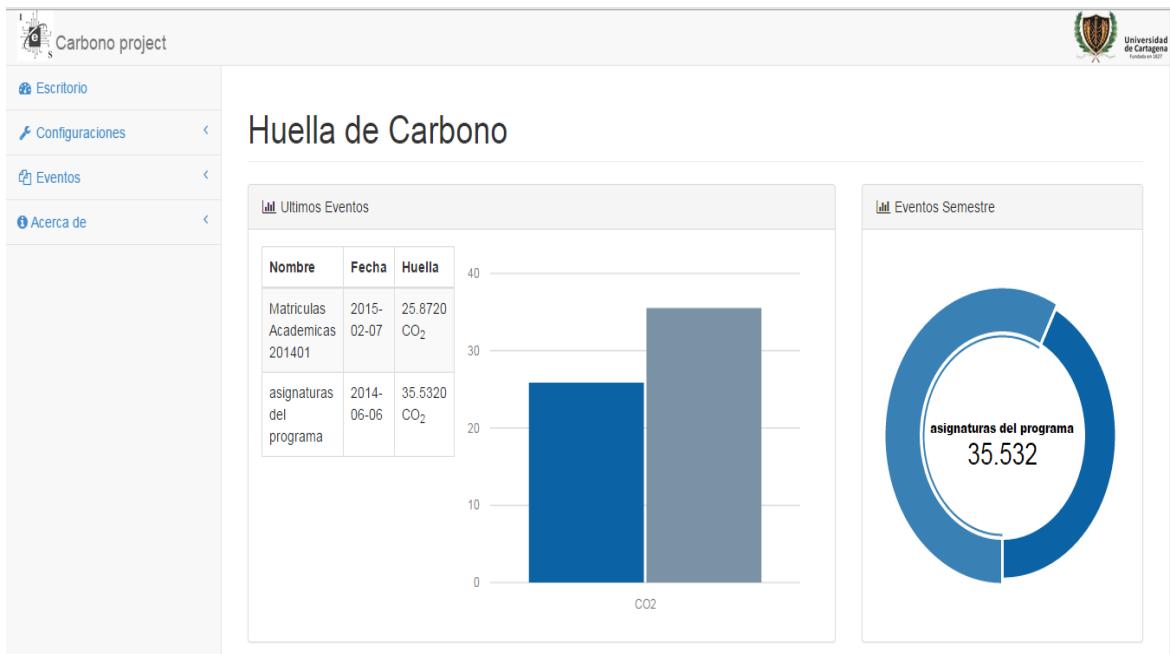


Figura 7 GUI Ventana inicio.

Fuente: Propia

Esta es la ventana principal con la que la herramienta inicia una vez se ejecuta, está compuesta de la siguiente manera: en la parte superior se encuentran dos logos, el de la izquierda es del programa de Ingeniería de sistemas de la Universidad de Cartagena y el de la derecha corresponde al logo oficial de la Universidad de Cartagena. A mano de izquierda un poco más abajo del logo del programa encontramos un menú que nos permite navegar a través de la

herramienta este contiene las opciones escritorio (página principal), configuraciones, eventos y acerca de. En la parte central de la herramienta encontramos el Titulo y debajo de este 3 pequeñas divisiones la primera una tabla con el nombre del evento, la fecha y su resultado en cantidad de CO₂, luego viene un diagrama de barra que compara cada uno de los eventos y luego un diagrama de torta que muestra los eventos y su proporción de CO₂ producido.



Figura 8 GUI Ventana inicio.

Fuente: Propia

La figura 8 es la parte inferior de la página principal, aquí se puede apreciar que está dividido el panel de recomendaciones, donde podemos ver dos tipos de recomendaciones una recomendación puntual que hace la herramienta dependiendo de la medición obtenida (signo negro de admiración) y otra recomendación que son sugerencias genéricas y siempre van a aparecer (signo verde de información)

Figura 9 Ventana creación de materias primas.

Fuente: Propia

En la figura anterior se puede apreciar el menú que se despliega cuando se selecciona configuraciones, materias primas, crear; aquí pide nombre de la materia prima factor de conversión y la unidad, más abajo se encuentra un botón que dice enviar al momento de oprimirlo se guardan los cambios.

Nombre	Factor de Conversión	Unidad de Conversión
electricidad	0.12	KgCO2
huella_carbono_promedio	3400.0	KgCO2
papel	1.6	KgCO2
tinta	28.0	KgCO2

Figura 10 . Ventana editar de materias primas.

Fuente: Propia

Esta ventana muestra una lista de las materias primas creadas al seleccionar alguna de estas se dirige al menú de crear materias primas para que se pueda modificar y guardar la modificación hecha.

The screenshot shows a web-based application interface for 'Carbono project'. On the left, there's a sidebar with navigation links: Escritorio, Configuraciones, Materias primas, Emisores, Editar, Crear, Eventos, and Acerca de. The 'Emisores' link is highlighted. The main content area has a title 'Emisor' and contains several input fields: 'Nombre' (Name), 'Factor de conversión' (Conversion factor), 'Materia prima' (Raw material) with a dropdown menu showing 'electricidad', and 'Unidad de conversión' (Unit of conversion). A button labeled 'Enviar' (Send) is at the bottom right of the form.

Figura 11 Ventana crear emisores.

Fuente: Propia

En crear emisores se muestran unas opciones muy parecidas al crear materia prima solo que en esta pantalla permite asociar un emisor a una materia prima y asignarle el valor de conversión.

The screenshot shows a list of registered raw materials (emisores) in the Carbono project application. The sidebar on the left is identical to Figure 11. The main area is titled 'Emisores' and displays a table with the following data:

Nombre	Factor de Conversión	Unidad de Conversión
computador	2.8	KwH
hojas de examen	0.5	KgCO2
impresora	0.9	KgCO2
laboratorios	3.9	KwH
Personas del Programa	1.0	KgCO2

At the bottom of the table, it says 'Mostrando de 1 a 5 de 5'. Navigation buttons 'Atras', '1', and 'Siguiente' are also visible.

Figura 12 Ventana editar emisores.

Fuente: Propia

En la ventana editar emisores se muestra una lista con los emisores creados que al momento de seleccionar alguno da la opción para modificar o eliminar el emisor y luego guardar los cambios.

The screenshot shows the 'Carbono project' software interface. On the left, there is a sidebar with navigation links: Escritorio, Configuraciones, Eventos (selected), and Acerca de. The main window title is 'Evento'. It contains fields for 'Nombre' (NumPersonas_Programa) and 'Fecha' (18/02/2014). To the right, a box displays 'Huella de carbono del evento' with the value '0 KCO₂'. Below this, a section titled 'Emisores del evento' shows a dropdown menu for 'Emisor' set to 'computador' and a text input field for 'Cantidad' with placeholder text 'ingrese un numero decimal separado por punto ej: 3.2'. A 'Agregar' button is also present. The top right corner of the window features the logo of 'Universidad de Cartagena'.

Figura 13 Crear eventos.

Fuente: Propia

Al momento de seleccionar crear evento se abre una ventana con las opciones para ingresar el nombre, la fecha, los emisores y la cantidad de cada uno.

Nombre	Fecha
asignaturas del programa	2014-06-06
Matrículas Academicas 201401	2015-02-07
NumPersonas_Programa	2014-02-18

Figura 14 Editar eventos.

Fuente: Propia

En editar eventos aparece una lista de todos los eventos del semestre, al momento de seleccionar alguno habilita la opción de editar o eliminar y luego guardar los cambios.

Proyecto Huella de carbono

Autores

- Yasmin Moya Villa
- Benjamin Torres Cabarcas

Asesores

- Jesus Olivero

Universidad de Cartagena
Programa de Ingeniería de sistemas

Figura 15 . Acerca de.

Fuente: Propia

En la opción acerca de, aparece información sobre los autores del programa.

Si desea más información sobre la funcionalidad del programa y el paso a paso de cada una de las opciones puede dirigirse al manual de usuario que se encuentra en la carpeta documentación del CD entregado adjunto al documento.

5.6 Documentación

En el proceso de desarrollo de software se generó documentación que se consideró bastante importante para asegurar la calidad, mantenibilidad y seguimiento; esta documentación se refleja en el manual del sistema que contiene los modelos generados a partir de los requerimientos y el manual de usuario, el cual contiene las instrucciones del correcto uso de la herramienta software.

Para la herramienta software que se desarrolló se generaron los manuales de sistema y usuario en paralelo con la construcción del software mediante la metodología RUP, estos se encuentran como documentos adjuntos a este proyecto en la carpeta documentación entregada en el CD.

5.7 Implementación

En la etapa de implementación se verificó que el equipo de cómputo cumpliera las siguientes especificaciones técnicas:

- Que tuviese instalado un sistema operativo preferiblemente Windows 7
- Memoria RAM de al menos 1 GB
- Un motor de base de datos PostgreSQL

Para ver la configuración de la base de datos y su conexión se puede encontrar en el manual de sistemas que se encuentra en la carpeta documentación del CD entregado adjunto con el documento.

Una vez se tuvo correctamente configurada la base de datos se procedió a ejecutar la herramienta Web a través de un navegador. Ej:

<http://localhost:8084/carbono/view/>.

Antes de realizar las pruebas lo primero que se hizo fue ingresar la información de los datos ya conocidos a la herramienta como los son materias primas tales como: energía, papel y tinta. Además algunos emisores conocidos gracias a la información recopilada como computadores, hojas de papel, impresoras, etc.

5.8 Pruebas

Para la prueba del software desarrollado fue tomado como escenario el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena en su modalidad Presencial. Se tomó información del primer semestre académico de 2014 y se ingresó a la herramienta ver anexo D. El índice generado por la herramienta para este periodo del año se comparó con el resultado arrojado para el segundo semestre del año de 2014. Se tomó en cuenta además variables como el número de personas en el programa contando personal administrativo, docente y estudiantil.

Para poder garantizar un resultado mucho más óptimo por parte de la herramienta, se tuvo en cuenta al momento de comparar los dos semestres del 2014 que los eventos para ambos fueran los mismos, por lo cual para el primer semestre de 2014 no se tuvo en cuenta la semana técnico científica que realizó el programa de Ingeniería de sistemas, debido que este evento solo se realiza ese semestre del año y no hay manera de compararlo con un evento similar el segundo semestre del año.

Las actividades que se tuvieron en cuenta fueron:

El uso de los laboratorios durante el semestre, el número de personas del programa, las matriculas académicas y asignaturas durante el semestre.

5.8.1 Primera prueba

Esta primera prueba correspondió primer semestre del 2014.

Uso de los laboratorios:

The screenshot shows the 'Eventos' section of the Carbono project software. On the left, a sidebar lists 'Escritorio', 'Configuraciones', 'Eventos' (selected), and 'Acerca de'. The main area is titled 'Evento' and contains fields for 'Nombre' (set to 'Uso_laboratorios') and 'Fecha' (set to '06/06/2014'). Below these are 'Guardar' and 'Borrar' buttons. To the right, a large box displays the 'Huella de carbono del evento' with the value '2737.8000 KCO₂'.

Figura 16 Evento Uso_laboratorios

Fuente: Propia

En el uso de los laboratorios se tuvo en cuenta no solo las asignaturas que se dictan en los laboratorios, se incluyó además los semilleros y grupos de investigación. Este resultado fue obtenido de la siguiente manera.

Los laboratorios estuvieron habilitados de lunes a viernes de 7:00 a.m- 10: 00 p.m son 15 horas al día, menos las dos horas de 12 m a 2 p.m que se encuentra cerrado es un promedio diario de 13 horas por 90 días (se tomó este número de días en ambos semestre para que no existiera diferencias), da un total de 1170 horas de uso de los laboratorios en el semestre.

The screenshot shows the 'Emisores del evento' section of the Carbono project software. The sidebar shows 'Eventos' is selected. The main area has a dropdown 'Emisor' set to 'computador' and a 'Cantidad' input field containing '1170.0 KwH'. Below is a table with one row: 'laboratorios' and '1170.0 KwH'. Navigation buttons at the bottom include 'Mostrando de 1 a 1 de 1', 'Atras', '1', 'Siguiente', and a search bar.

Nombre emisor	Cantidad	Borrar
laboratorios	1170.0 KwH	X

Figura 17 Emisor Uso_laboratorios

Fuente: Propia

Cabe aclarar que no se tuvo en cuenta los sábados ya que este día se utiliza para dictar clases a distancias y otros cursos.

Se utilizó el modelo matemático explicado en el ítem 5.4.2 Metodología del cálculo de la herramienta web para el resto del proceso. Se tomó las 1170 horas y se multiplicó por el factor de conversión del emisor y luego por el factor de emisión de la materia prima.

Matricula académica

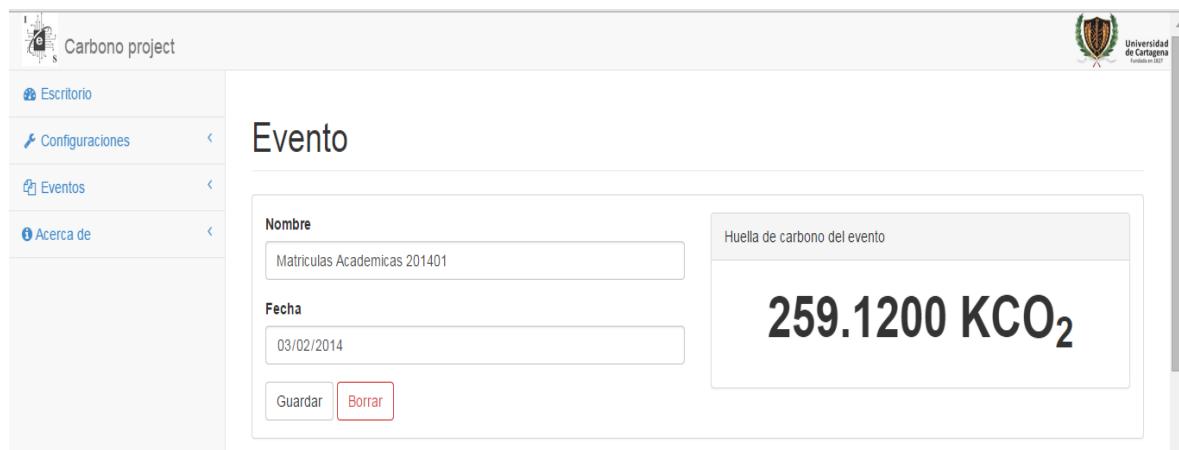


Figura 18 Evento matricula académica 201401

Fuente: Propia

Para el evento matrícula académica se tuvo en cuenta los emisores computador, para este evento se usan dos computadores los cuales están disponibles de 7:00 am – 12m y de 2:00 p.m – 4:00 p.m para un total de 7 horas diarias, cada semestre tiene un día de matrícula por lo cual son 10 días, para un total de 70 horas. Y en promedio se gastan 200 hojas de matrícula.

Nombre emisor	Cantidad	Borrar
computador	70.0 KwH	X
hojas de papel	200.0 KgCO ₂	X
impresora	3.0 KgCO ₂	X

Figura 19 Emisores matricula académica 201401

Fuente: Propia

Asignaturas del programa.

Figura 20 .Evento asignaturas del programa

Fuente: Propia

Para este evento se tuvo en cuenta los 96 de equipos de cómputo que dispone el programa (ver anexo E), luego se revisó las materias en donde se utilizaron estos equipos, aquí nos apoyamos en la tercera pregunta de la encuesta realizada a los

docentes (Ver anexo C) y solo se tuvo en cuenta los que respondieron que si usaban el laboratorio de sistemas y sus recursos. Se obtuvo que en 13 materias se utilizó este recurso y una lo uso medio tiempo. En cuanto al papel al no llevarse un inventario organizado se promedió a 3 hojas por estudiante en cada semestre una por cada parcial.

Nombre emisor	Cantidad	Borrar
computador	69120.0 Kwh	X
hojas de papel	978.0 KgCO ₂	X

Figura 21 Emisores asignaturas del programa

Fuente: Propia

Número de personas en el programa

Figura 22 .Evento NumPersonas_Programa

Fuente: Propia

Este evento fue por lejos el que más dióxido de carbono aporto y así debió ser por dos importantes razones, la primera las personas del programa están involucrados en todas las actividades tanto académicas como administrativas y la segunda fue que además se tuvo en cuenta que no solo son las emisiones que generó durante una actividad del programa si las emitidas en todo momento mientras se encuentre vinculado al programa.

Nombre emisor	Cantidad	Borrar
Personas del Programa	382.0 KgCO2	X

Figura 23 Emisor NumPersonas_Programa

Fuente: Propia

Para este resultado se tuvo en cuenta la huella de carbono promedio de un colombiano 3.4 tCO₂ al año (ver tabla 2.nombrebien, página) y se multiplicó por el número de personas en el programa (ver anexo B) y el resultado se dividió en dos ya que nos arrojó en promedio anual y solo se necesitó para la prueba el semestral.

Cálculo total de la huella de carbono primer semestre 2014.

Se calculó de manera muy sencilla el resultado lo único que se hizo fue tomar los índices de dióxido de carbono de cada uno de los eventos y sumarlos entre sí y estos dieron el resultado para el semestre, cabe resaltar que en la primera etapa de pruebas no hubo un punto de comparación por eso no se determinó nada con

este resultado, por lo cual se llevó a cabo la segunda parte de las pruebas que consistió medir nuevamente los eventos ya determinados.



Figura 24 Total Huella de carbono primer semestre 2014

Fuente: Propia

La huella de carbono para el primer semestre de 2014 resultó igual a 674213,4 KgCO₂, este resultado al no tener un índice anterior de comparación no se pudo determinar si fue una emisión alta o baja de dióxido de carbono, lo que si se observó fue la proporción de cada uno de los eventos dentro del resultado, arrojó claramente a el número de personas del programa como el evento con el mayor índice de emisión de dióxido de carbono, seguido por asignaturas programa, en el tercer puesto se ubicó el uso de los laboratorios y por último la matrícula académica, esto se debe a que la matrícula académica solo se llevó a cabo a principio de semestre mientras los demás eventos estuvieron presentes todo el semestre.

A pesar de no tener claro si ese resultado fue positivo o negativo se generó unas recomendaciones para disminuir esa cantidad de dióxido de carbono ya que lo que se quiso de un principio fue reducir la huella de carbono.

Recomendaciones que arrojó el software luego de hacer el cálculo durante la primera prueba



Figura 25 Recomendaciones hechas por la herramienta en la primera medición.

Fuente: Propia

Uno de los objetivos del software fue estar en la capacidad de emitir recomendaciones dependiendo del resultado de la medición de la huella de carbono o de los eventos que más generaron gases de efecto invernadero. Por eso en la prueba que se realizó en el primer semestre de 2014 se tuvo en cuenta estos puntos o recomendaciones con el fin de mitigar las futuras emisiones.

Las recomendaciones en color negro hacen referencia a los eventos asignaturas programa y matrícula académica, el de color verde hace referencia a recomendaciones a nivel general.

Luego de finalizada la primera prueba, se reunió la información necesaria para la prueba número dos, se tuvo en cuenta además las recomendaciones hechas por el software en la primera prueba, para la realización de la segunda medición.

5.8.2 Segunda prueba

Se realizó de igual manera y con las mismas condiciones a la primera prueba, con la diferencia que ahora se pudo sacar conclusiones acerca del funcionamiento de la herramienta al tener un primer hallazgo que permitió hacer comparaciones entre un semestre y otro.

Uso de los laboratorios:

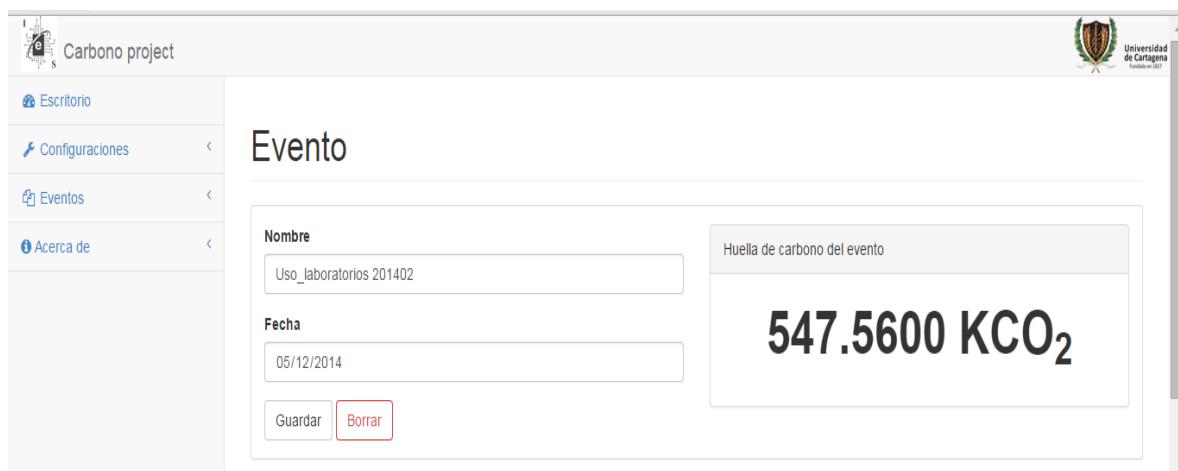


Figura 26 Evento Uso_laboratorio 201402.

Fuente: Propia

El evento de laboratorios se mantuvo igual en ambos semestres debido a que todo el año se mantuvieron habilitados durante el mismo horario de lunes a viernes de 7:00 a.m- 12: 00 m y de 2:00 p.m – 10:00 p.m, esto nos da 13 horas diarias por 90 días (recordemos que se tomó el mismo número de días para ambos eventos), da un total de 1170 horas de uso de los laboratorios en el semestre.

Este evento no determinó aumento o disminución en la medición de la huella de carbono para el segundo semestre de 2014, por lo cual se pudo expresar que es una constante ya que siempre va a mantener su disponibilidad durante el horario académico.

Matricula académica

Una de las recomendaciones que realizó la herramienta para tener en cuenta al momento de la segunda prueba fue en este evento, para el emisor computador el valor se mantuvo igual debido que se manejó el mismo sistema dos personas cada una en un equipo durante los 10 días de la matrícula, pero en cuanto al consumo de papel y de impresora se presentó una disminución, debido que ya se comenzó a pedir la pre matrícula a especie de requisito para sentarse a firmar la matrícula el estudiante entregaba sus papeles y a manera de un chequeo se verificó que conjunto con los documentos en la plataforma estaba la pre matrícula, esto hizo que el estudiante la mayoría de las veces solo recibió un papel, el de la matrícula a firmar.

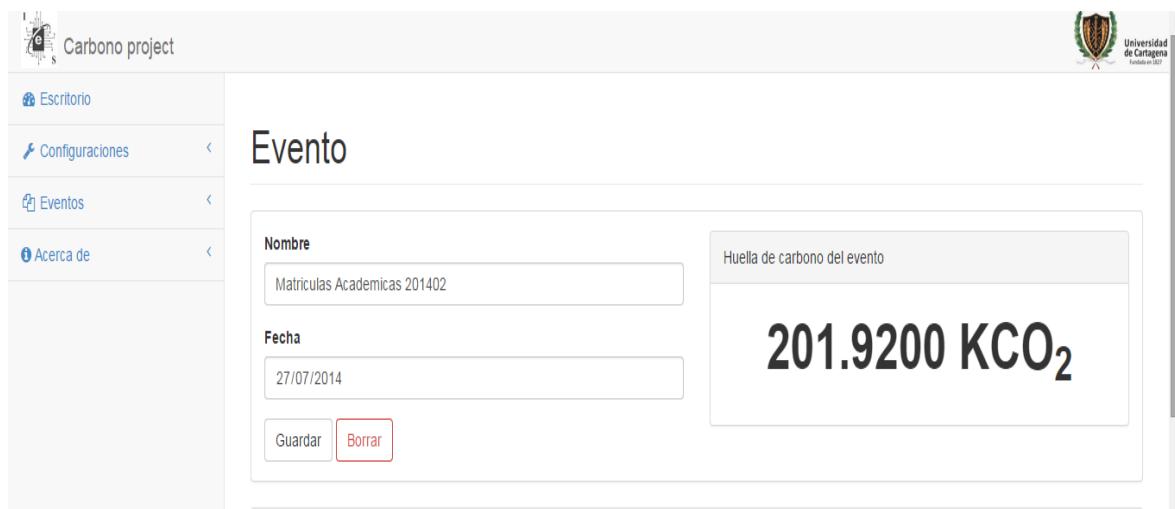


Figura 27 Evento Matricula académica 201402.

Fuente: Propia

Efectivamente se presentó una disminución en el evento matrículas académicas paso de 259,12 KgCo2 en la primera prueba a 201.92 KgCO2 en la segunda, hubo una disminución de 57,2 KgCO2 a diferencia del evento Uso_laboratorio que se mantuvo igual.

Nombre emisor	Cantidad	Borrar
computador	70.0 kWh	X
hojas de papel	160.0 KgCO2	X
impresora	2.0 KgCO2	X

Mostrando de 1 a 3 de 3

Atras 1 Siguiente

Figura 28 Emisores Matricula académica 201402.

Fuente: Propia

Asignaturas del programa.

Este evento fue en la primera prueba el segundo con el índice más alto solo detrás del número de personas del programa. Para la segunda prueba se evidenció un aumento en el número de materias que utilizan el laboratorio con 14 (ver anexo D), además del número de hojas de papel debido a que se aumentó la población de estudiantes (ver evento número de personas 201402).

Evento

Nombre	Huella de carbono del evento
asignaturas del programa	25655.5200 KCO ₂
Fecha	05/12/2015
Guardar	Borrar

Figura 29 Evento asignaturas del programa.

Fuente: Propia

En este evento se pudo observar un aumento nuevamente en el índice de dióxido de carbono, la primera prueba el resultado fue 24006,72 KgCO₂ y en la segunda se obtuvo como resultado 25655,52 KgCO₂.

Nombre emisor	Cantidad	Borrar
computador	73920.0 kWh	X
hojas de papel	1023.0 KgCO ₂	X

Figura 30 Emisores asignaturas del programa.

Fuente: Propia

Número de personas en el programa

Como se observó en la primera medición que se efectuó en el primer semestre de 2014, este evento es el que más índice de dióxido de carbono aportó con amplia ventaja sobre los demás. Para el segundo semestre de 2014 se presentó un aumento de 34 personas por lo cual se aumenta en gran medida con respecto de la primera muestra. Para una medición lo más similar posible entre ambos períodos de tiempo se utilizó la misma huella de carbono promedio de un Colombiano.

Nombre	NumPersonas_Programa 201402	Huella de carbono del evento
Fecha	27/07/2014	707200.000 KCO ₂

Figura 31 Evento NumPersonas_Programa 201402.

Fuente: Propia

Se observó claramente un aumento bastante significativo en este evento, se comparó el resultado obtenido en la primera prueba con el que se generó en la segunda y la diferencia fue de 59800 KgCO₂.

Comparación y análisis de las muestras

Una vez se obtuvo el resultado de la primera y la segunda muestra, se realizó una comparación entre ambas con el fin de determinar si a través de la herramienta se pudo analizar satisfactoriamente el índice generado por el programa.

Huella de carbono primer semestre 2014 = 674213,4 KgCO₂

Huella de Carbono segundo semestre 2014 = 733605 KgCO₂

Se observó un aumento de 59391,6 KgCO₂, con este aumento se determinó que el número de personas es fundamental, por eso para mitigar la huella de carbono producida se debe hacer aportes medioambientales con lo son implementar planes cero papel todo en medio magnéticos para contra restar el índice que se generó porque la otra forma es reducir el número de personas en el programa lo cual nunca será viable.

A pesar de haber aumentado el índice de dióxido de carbono en la segunda prueba lo importante fue que este software permitió tener claro cuáles son los principales emisores de gases de invernadero en el programa para saber cuál es su problema y como plantear recomendaciones para aportar a su disminución

6. CONCLUSIONES

A través del proceso de diseño, desarrollo e implementación del software se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El proceso de cálculo de la huella de carbono genera un índice que puede ser controlado, teniendo en cuenta actividades específicas que pueden ser elaboradas de manera más consciente con el medio ambiente.
2. El índice generado por las actividades del programa en el desarrollo de su misión, puede ser copiado por otras entidades fácilmente para que puedan crear su inventario de GEI.
3. Los parámetros correspondientes a los factores de emisión de las materias primas pueden ser cambiantes dependiendo del lugar de ubicación donde se realiza el cálculo y forma como son producidos.
4. El producto finalizado puede ser utilizado como oportunidad de negocio para instituciones que posean parámetros similares al programa ya que se puede establecer un índice general para las emisiones de dióxido de carbono.
5. Gracias a la manera como está estructurado el modelo matemático y la implementación del software se puede adaptar esta herramienta de manera fácil a diferentes instituciones dentro del sector educativo e incluso a algunas empresas.
6. Para reducir la huella de carbono se debe comenzar a mejorar los hábitos como lo son el mal uso del papel, el desperdicio de energía y tomar medidas correctivas entre las que se pueden resaltar sembrar nuevos árboles, limpiar los cuerpos de agua etc., ya que las personas con sus actividades están entre los principales emisores de Gases de efecto invernadero.
7. Se tuvo un resultado inesperado ya que se pensó que se reduciría la huella de carbono del programa al momento de conocerla y aplicar las recomendaciones pero la huella de carbono generada por el número de personas es un factor muy importante y este seguirá aumentando semestre a semestre
8. El uso de las TIC's tuvo un papel importante para el cálculo de la huella de carbono en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena en el desarrollo de su misión debido a que fue fundamental al momento de planificar y gestionar toda la estructura del proyecto

partiendo de la recolección y análisis de los datos hasta obtener un software eficiente para los fines previstos y de fácil uso.

7. RECOMENDACIONES

Además de las recomendaciones que arroja el software, que están más enfocadas a la parte ambiental, cabe resaltar que en cuanto al modelo utilizado se debe tener en cuenta que los parámetros están configurados con base en la ubicación geográfica de la universidad, por lo cual si se desea calcular la huella en otro lugar se tienen que editar los factores de emisión, aunque estos se pueden usar dentro del territorio colombiano. Esta es una de las grandes ventajas de este software, ya que permite parametrizar los índices de los factores de emisión de una manera sencilla, por lo cual ésta herramienta se puede adaptar a cualquier entidad no solo educativa sino de ámbito empresarial.

Como trabajo futuro, se propone ampliar el modelo del cálculo de la huella de carbono para que esté en la capacidad de determinar el índice emitido por todas las actividades realizadas por la Universidad de Cartagena en el desarrollo de sus procesos misionales.

8. REFERENCIAS

- World Business Council for Sustainable Development; and World Resources Institute. (2005). *Protocolo de gases invernadero*. Mexico. Obtenido de World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute, septiembre de 2001.mpresso en México, diciembre de 2005:
http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/protocolo_de_gei.pdf
- APB. (21 de agosto de 2012). *Huella de Carbono*. Obtenido de
<http://www.huellacarbono.es/apartado/general/Epea-y-huelladecarbono.html>
- Arnell, N. W. (2004). Climate change and global water resources: SRES scenarios emisions and socio-economic scenarios. *ACM*, 84-92.
- Bertomeu, P. F. (2009). *Métodos y técnicas de recogida y análisis de información cualitativa*. Buenos Aires: Universidad de Barcelona.
- Bonet, S. A. (1991). *Gran enciclopedia educativa*. México: Zamora Ltda.
- Carballo, A. J. (2009). El ecoetiquetado en base a la huella ecológica y del carbono:una herramienta de marketing verde. *UAI Sustentabilidad- IEEE*, 3(7),2-3.
- comfenalco, T. (2008). *transcaribe*. Recuperado el 21 de agosto de 2012, de
<http://www.transcaribe.gov.co/nueva/viewsFinal/index.php?pag=noticia.php¶metro=Rendicion%20de%20cuentas>
- Ecopetrol. (2008). *ECOPETROL S.A.* Recuperado el 26 de Agosto de 2012, de
<http://www.ecopetrol.com.co/especiales/RevistaInnova2ed/huella.htm>
- Enkerlin, E. C., Cano, G., A., G. R., & Vogel, E. (1997). *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*. México: Internacional Thomson Editores.
- Espíndola, C. y. (2012). Huella de carbono, parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. *Información tecnologica*, V 23,n 1, 163-176.
- Jepirachi. (2010). *cdm.unfccc.int*. Recuperado el 19 de agosto de 2012, de
http://cdm.unfccc.int/filestorage/3/0/I/30IG5TYS2ZHOEJFXDURANMC6V19LW4/PDD_JEPI_RACHI_second%20crediting%20period_110301.pdf?t=TWh8bTh3cHRvfDBhywlKLN0qzD-1jIWTKUrp
- Jiménez Herrero, L. M. (2010). *Enfoques metodológicos para el cálculo de la Huella de Carbono*. España: Estudios Gráficos Europeos, S.A.
- Lizano. (2009). Cambio climatico. *Revista del campo*, 32-41.

- Microsoft. (10 de Octubre de 2012). *microsoft.com*. Obtenido de <http://www.microsoft.com/en-us/dynamics/default.aspx>
- minambiente. (julio de 2011). Recuperado el 21 de Agosto de 2012, de
<http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?conID=7422&catID=1234>
- Minx, J.C., G.P. Peters, T. Wiedmann y J Barrett. (2008). GHG Emissions in the global supply chain of food products. *The 2008 internacional input-output meeting on managing the enviroment - IEEE*, 10-12.
- Nahle, N. (2006). Gases de invernadero y sus repercusiones. *Research Scientific*, 3, 24-32.
- National_Geographic_Society. (2011). *National Geographic Society*. Recuperado el 25 de agosto de 2012, de <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/contaminacion-aire>
- Pachauri, R. (2007). Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. *Ginebra: Cambridge University Press*.
- Padgett, P. A. (2008). A Comparison of Carbon Calculators. *Environmental Impact Assessment Review*, 106-119.
- Pandey, D. A. (2010). Carbon footprint:current methods of estimation. *Environmental monitoring and assessment*, 178(1-4), 140-146.
- Rees, & Wackernagel. (1995). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth* . Coloumbia: New Society Publishers.
- Tamiotti. (2009). al.
- UACH, C. f. (21 de agosto de 2012). *Bosques Procarbono UACH*. Obtenido de http://www.uach.cl/procarbono/huella_de_carbono.html
- Umbrella. (2011). *cdm.unfccc.int*. Recuperado el 19 de Agosto de 2012, de <http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1150715630.86/view>
- Wiedmann. (2009). Carbon Footprint and input-output Analysis. *An Introduction,Economic Systems Research*, 171-183.
- WRI, & Institute, R. (s.f.). *The Green house Gas Protocol*. Recuperado el 15 de 08 de 2012, de A Corporate Accounting and Reporting Standard:
<http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/ghg-protocol-revised.pdf>

GLOSARIO

GEI: Gases de efecto invernadero, estos gases se encuentran en la atmósfera de manera natural, aunque su concentración puede verse modificada por la actividad humana, su presencia en la atmósfera contribuye al efecto invernadero el cual consiste en retener por mucho más tiempo los rayos solares y ocasiona que se caliente la tierra.

Mecanismo de Desarrollo Limpio: Es un acuerdo suscrito en el Protocolo de Kioto establecido en su artículo 12, que permite a los gobiernos de los países industrializados y a las empresas suscribir acuerdos para cumplir con metas de reducción de gases de efecto invernadero.

Mix energético: Esta expresión alude a la combinación de diferentes fuentes de energía que cubren el suministro eléctrico de un país.

Potencial de calentamiento: acrónimo del inglés Global-warming potential GWP) es una medida relativa de cuánto calor puede ser atrapado por un determinado gas de efecto invernadero

Sistemas hidrotérmicos: Son fuentes de calor que provienen de agua a alta presión, convirtiéndose así en un recurso renovable y una fuente de energía de alta disponibilidad.

ANEXOS

ANEXO A. Carta de autorización encuestas

Cartagena D.T. y C., Julio 17 de 2013

Señor:
MIGUEL ANGEL BOLAÑOS
Director de Programa.

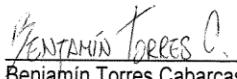
Programa Ingeniería de Sistemas.
Facultad de Ingeniería.

Cordial saludo.

La presente es para solicitar el permiso de realizar una encuesta referente a los procesos académicos y administrativos que se llevan a cabo dentro del programa de Ingeniería de Sistemas, esto con el fin de recopilar información para la realización de mi proyecto de grado "**HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.**"

La realización de la entrevista puede ser a cualquier miembro administrativo del Programa, debido a que la entrevista puede ser contestada independientemente del cargo que posea la persona.

Atentamente,


Benjamín Torres Cabarcas
Cod. 0220720011

ANEXO B. Estructura encuesta personal administrativo

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA DIRECCIÓN DE PROGRAMA	Fecha:

Nombre:

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. Indique número de estudiantes que posee el programa actualmente:

1º Semestre: _____

2º Semestre: _____

3º Semestre: _____

4º Semestre: _____

5º Semestre: _____

6º Semestre: _____

7º Semestre: _____

8º Semestre: _____

9º Semestre: _____

10º Semestre: _____

Egresados No graduados: _____

2. Número de docentes y personal administrativo con los que cuenta el programa:

2.1 Planta: _____

2.2 Cátedra: _____

2.3 Administrativos: _____

3. De los siguientes grupos indique cuantos se encuentran conformados actualmente en el programa:

3.1 Semilleros: _____ 3.2 Comité: _____

3.3 Grupos de Investigación: _____

4. Con cuantos equipos de cómputo cuenta el programa actualmente:

Desktop: _____ Laptop: _____

5. Defina cuales son los recursos didácticos con que cuenta el programa para el desarrollo de sus actividades académicas.

ANEXO C. Estructura encuesta docentes

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha:

Nombre:

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. _____

2.2. _____

2.3. _____

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

- SI
- NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
- Grupos de investigación
- Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

ANEXO D. Recopilación de información

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
ENCUESTA DIRECCIÓN DE PROGRAMA	Fecha: Febrero 18/2014	

Nombre: Miguel Angel Garcia Bolanos

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. Indique número de estudiantes que posee el programa actualmente:

1º Semestre: <u>54</u>	2º Semestre: <u>34</u>
3º Semestre: <u>47</u>	4º Semestre: <u>28</u>
5º Semestre: <u>28</u>	6º Semestre: <u>23</u>
7º Semestre: <u>18</u>	8º Semestre: <u>23</u>
9º Semestre: <u>38</u>	10º Semestre: <u>33</u>
Egresados No graduados: <u>56</u>	

2. Número de docentes y personal administrativo con los que cuenta el programa:

2.1 Planta: <u>9</u>	2.2 Cátedra: <u>15</u>
2.3 Administrativos: <u>4</u>	

3. De los siguientes grupos indique cuantos se encuentran conformados actualmente en el programa:

3.1 Semilleros: <u>6</u>	3.2 Comité: <u>4</u>
3.3 Grupos de Investigación: <u>2</u>	

4. Con cuantos equipos de cómputo cuenta el programa actualmente:

Desktop: 90 Laptop: 6

5. Defina cuales son los recursos didácticos con que cuenta el programa para el desarrollo de sus actividades académicas.

- ▷ Marcadores
- † Video Beam
- † Borradores
- † Portátiles
- ✓ Hojas de Examen
- † Laboratorios

Rosie

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
ENCUESTA Auxiliar de Laboratorio		Fecha:

Nombre:

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Con cuántos laboratorios cuenta el programa de Ingeniería de Sistemas?:

7 laboratorios

2. ¿Cuántas horas al día se encuentran habilitados los laboratorios?:

7am - 12 , 2pm - 10pm 13 horas

3. ¿Cuáles de estas horas se usan para clases y cuantas están destinadas para otras actividades como seminarios de investigación?

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha: 18-2-2014

Nombre: Julio C. Rodríguez R.

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

Planta

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. Ing. de servicios de Internet

2.2. Diseño de Página web

2.3. Comercio electrónico

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

SI

NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

Comités

Grupos de investigación

Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

C-80 misiones, Sígnica, Encuentro, Investigaciones, autoevaluación

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha:

Nombre: David Franco Boqué

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

De Planta

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. Programación Básica

2.2. Estructura de Datos

2.3. Base de Datos

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

- SI
- NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
- Grupos de investigación
- Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

Comité de Investigación y Proyecto de Grado. Grupo: GIMATICA

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha:

Nombre: Martin Monroy Rios

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

Planta

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. Ingierieria de Software

2.2. _____

2.3. _____

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

- SI
 NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
 Grupos de investigación
 Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

Curricular, Proyecto de grado, e-Soluciones, IMATICA, Semillero Arquitectura de Sistemas

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha: 19 - FEBRERO -2014

Nombre: YASMÍN MOYA VILLA

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

Planta

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. Programación Orientada Objetos

2.2. Práctica Empresarial.

2.3. _____

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

SI
 NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
 Grupos de investigación
 Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

Comité: Investigación y Proyectos de grado

- Autoevaluación
- Proyección y extensión

Grupo Investigación: GINATICA

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha:

Nombre:

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

Planta Presencial / Cátedra Distancia

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. Simulación Digital. } Presencial.

2.2. Seminario Actualización }

2.3. Comp. Gráfica - Programación Comp. } Distancia

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

SI
 NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
- Grupos de investigación
- Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

c. Investigación, c. Curricular, G.F. Gimática, semilleros EDGEy DDI

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha: 20/02/2014

Nombre: Pablo Pérez Matamoros

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

Docente de Planta.

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

- 2.1. Gestión de la Actividad, Mantenimiento y Pruebas de Software
 2.2. Sistemas de Información Geográfica
 2.3. _____

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

- SI
 NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
 Grupos de investigación
 Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

COMITÉ DE AUTOEVALUACIÓN, EXTENSIÓN Y PROYECCIÓN, COMITÉ DE
INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN Y SEMILLERO

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha: 18/02/2014

Nombre: Amaury Cabrales A.

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

Planta

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. Algoritmos

2.2. Matemáticas Discretas

2.3. P.O.O

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

SI — No entiendo las Matemáticas
 NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
- Grupos de investigación
- Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

Comité de Alumnos y Grupo GIMATICA

Konrad T.

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha:

Nombre:

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

Catedra

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. ANALISIS FOLENSE

2.2. Seguridad en Redes

2.3. Redes Ultima Generacion

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

SI
 NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
- Grupos de investigación
- Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

6

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha:

Nombre:

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

CÁTEDRA

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. SISTEMAS DIGITALES

2.2. _____

2.3. _____

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

- Si
- NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
- Grupos de investigación
- Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

1 - 2, 1 - 3

Universidad de Cartagena

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha: 27/02/14

Nombre: Paulina Rondón

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

De Cátedra

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. Cátedra Institucional

2.2. _____

2.3. _____

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

SI

NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
- Grupos de investigación
- Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha:

Nombre: Jhon Arieta Ariela

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

Cátedra

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. I A

2.2. P.O.O

2.3. Seminario Actualización

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

SI

NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
- Grupos de investigación
- Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

Humberto

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha: 25-feb-2014

Nombre:

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

Catedra

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. Sistemas Operativos

2.2. Seguridad y Auditoría de Sistemas

2.3. _____

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

SI
 NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
- Grupos de investigación
- Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

Ninguno

Carlos Cuesta

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha:

Nombre: CARLOS CUESTA YEPES.

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

CATEDRA

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. REDES II

2.2. SEGURIDAD INFORMATICA

2.3. LEGISLACIÓN INFORMATICA.

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

SI

NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
- Grupos de investigación
- Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha: 21/feb/2014

Nombre: Ramiro Pimentel.

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

Cátedra.

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. Algoritmos

2.2. Base de DATOS

2.3. _____

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

- SI
- NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
- Grupos de investigación
- Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha: 24 Febrero 2019

Nombre: Ricardo David Valero Arango

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

Docente de Cátedra

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. Electrónica Básica

2.2. Organización de computadoras

2.3. _____

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

- SI
 NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
- Grupos de investigación
- Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales:

Universidad de Cartagena

	PROYECTO DE GRADO "HERRAMIENTA WEB PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA."	
	ENCUESTA PARA DOCENTES	Fecha:

Nombre:

Objetivo:

Recolectar información para poder determinar la huella de carbono que produce el Programa Ing. De sistemas en el desarrollo de su misión.

Instrucciones:

A continuación encontrará una serie de preguntas con las cuales se quiere determinar el aporte de cada uno de los recursos involucrados en los procesos llevados a cabo en el programa.

1. ¿Actualmente en el programa se encuentra como docente de Planta o de Cátedra?:

Cátedra

2. ¿Qué asignaturas desarrolla en el programa actualmente?

2.1. Investigación de Operaciones.

2.2. _____

2.3. _____

3. Indique con una X si utiliza para el desarrollo de sus actividades académicas recursos como el Laboratorio de Sistemas:

SI

NO

4. Marque con un X si pertenece a alguno de los siguientes grupos:

- Comités
- Grupos de investigación
- Semillero

4.1. En Caso de haber marcado uno o más indique cuales: