



Corporación Universitaria Minuto de Dios

Cálculo de la Huella Ecológica generada por la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Sede Principal, a través de la metodología utilizada para el Cálculo de la Huella Ecológica en universidades por López y Blanco.

Autor

Laura Jimena Ávila Ruíz

Tutor

Krystle Danitza González Velandia

Bogotá D.C, Octubre de 2016

Tabla de contenido

Introducción	7
Capítulo I.....	8
1. Problemática	9
1.1. Problema de investigación.....	9
1.2. Justificación.....	13
1.3. Objetivos	15
General	15
Específicos	15
Capítulo II.....	16
2. Marco teórico.....	17
2.1. Marco de antecedentes en entornos académicos (Universidades).....	17
2.2. Avances del Componente Ambiental y acciones que se han desarrollado en la sede principal.	21
2.3. ¿Qué es la Huella Ecológica?	22
2.4. ¿Cómo se mide la Huella Ecológica?.....	24
2.5. Metodologías utilizadas para la medición de Huella Ecológica en universidades.	26
2.6. Estado mundial de la Huella Ecológica.....	28
2.7. Estado nacional de la Huella Ecológica.	31
2.8. Principales fuentes de contaminación en Colombia y en Bogotá.....	33
Capítulo III.....	37
3. Metodología.....	38
3.1. Tipo de investigación.....	38
3.2. Hipótesis	38
Hipótesis alternas	39
3.3. Localización	39
3.4. Fases, métodos y herramientas de investigación.....	41
3.5. Descripción del procedimiento	42
Etapas de la metodología:	42
□ Cuantificación del consumo de recursos y emisiones totales de CO ₂ :	42
□ Estimación y cálculo de la Huella Ecológica.....	49
□ Comparación de resultados:	50
Capítulo IV	52
4. Resultados.....	53
4.1. Resultados de la cuantificación del consumo de recursos y emisiones totales de CO ₂	53
4.2. Resultados de la estimación y cálculo de la Huella Ecológica.....	72
4.3. Alcance de la Huella ecológica de UNIMINUTO sede Principal	73
4.4. Discusión y análisis para la cuantificación del consumo de recursos y emisiones totales de CO ₂	75
4.5. Discusión y análisis para la estimación y cálculo de la Huella Ecológica	86
5. Conclusiones.....	89
Bibliografía	91

Índice de ecuaciones

ECUACIÓN 1. HUELLA ECOLÓGICA.....	50
ECUACIÓN 1. HUELLA ECOLÓGICA.....	72

Índice de gráficas

GRÁFICA 1. CONSUMO DE AGUA MENSUAL DEL AÑO 2015 DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS SEDE PRINCIPAL.	54
GRÁFICA 2. CONSUMO DE ELECTRICIDAD MENSUAL DEL AÑO 2015 DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS SEDE PRINCIPAL.....	58
GRÁFICA 3. CONSUMO MENSUAL DE GAS EN UNIMINUTO PARA EL AÑO 2015.	68
GRÁFICA 4. TOTAL DE RESIDUOS URBANOS NO PELIGROSOS GENERADOS EN UNIMINUTO PARA EL AÑO 2015.	69
GRÁFICA 5. RESUMEN DE LAS EMISIONES TOTALES DE CO ₂ GENERADAS POR LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS PARA EL AÑO 2015 EVALUADAS PARA LA HUELLA ECOLÓGICA.	71
GRÁFICA 6. COMPONENTES EN PORCENTAJES DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE UNIMINUTO 2015.....	74
GRÁFICA 7. COMPARACIÓN DE HUELLAS ECOLÓGICAS EN RELACIÓN AL PROMEDIO DE DISPONIBILIDAD DE RECURSOS DEL PLANETA.	76
GRÁFICA 8. COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES ASOCIADAS AL CONSUMO DE AGUA TON CO ₂ /AÑO.	79
GRÁFICA 9. COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES ASOCIADAS A LOS RECURSOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS TONCO ₂ /AÑO.....	80
GRÁFICA 10 . COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES ASOCIADAS AL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA TONCO ₂ /AÑO.	81
GRÁFICA 11. COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES ASOCIADAS AL CONSUMO DE PAPEL VIRGEN TONCO ₂ /AÑO.	83
GRÁFICA 12. COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS URBANOS NO PELIGROSOS TONCO ₂ /AÑO.....	86
GRÁFICA 13. COMPARACIÓN DE HUELLAS ECOLÓGICAS (HAG/AÑO) PARA CINCO UNIVERSIDADES RESPECTIVAMENTE.....	88
GRÁFICA 14. COMPARACIÓN DE CUATRO HUELLAS ECOLÓGICAS (HAG/AÑO/PERSONA).....	88

Índice de imágenes

IMAGEN 1. LOGO DE LA CAMPAÑA “UN MINUTO POR EL PLANETA”.	22
IMAGEN 2. COMPONENTES DE LA HUELLA ECOLÓGICA.....	29
IMAGEN 3. ENTRE 1961 Y 2010, LA HUELLA ECOLÓGICA GLOBAL.	30
IMAGEN 4. HUELLA ECOLÓGICA PER CÁPITA POR PAÍS, 2010.	32
IMAGEN 5. EMISIONES DE CADA UNO DE LOS COMPONENTES PARA AMÉRICA LATINA Y EL MUNDO 2009.....	33
IMAGEN 6. GUÍA FUNDAMENTOS DE CALIDAD DEL AIRE.	34
IMAGEN 7. FLUJOGRAMA DE LAS FASES DE LA METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE HE.....	41
IMAGEN 8. ANÁLISIS DEL SISTEMA A INVESTIGAR (UNIVERSIDAD MINUTO DE DIOS).	43
IMAGEN 9. TIPO DE VEHÍCULOS FRECUENTES QUE UTILIZAN ADMINISTRATIVOS Y ESTUDIANTES PARA LLEGAR A UNIMINUTO EN EL AÑO 2015.....	60
IMAGEN 10. DISTANCIAS FRECUENTES QUE RECORREN ADMINISTRATIVOS Y ESTUDIANTES PARA LLEGAR A UNIMINUTO EN EL AÑO 2015.....	61
IMAGEN 11. EQUIVALENTES DE LAS HECTÁREAS GLOBALES.	75

Índice de tablas

TABLA 1. SUPERFICIES PRODUCTIVAS DE LA HUELLA ECOLÓGICA.	25
TABLA 2. AUTORES Y METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA.	28
TABLA 3. LÍMITES DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS, UTILIZADO PARA ESTE ESTUDIO.....	40
TABLA 4. VARIABLES CONTEMPLADAS EN LA METODOLOGÍA PROPUESTA POR LÓPEZ (2007).....	44
TABLA 5 .RESULTADOS DE LA ENCUESTA “HÁBITOS DE CONSUMO DE AGUA” EN UNIMINUTO SEDE PRINCIPAL.	55
TABLA 6. RESULTADO DE LAS EMISIONES ASOCIADAS AL CONSUMO DE AGUA PARA EL 2015 EN UNIMINUTO SEDE PRINCIPAL.	56
TABLA 7.RESULTADO DE LAS EMISIONES ASOCIADAS A LA CONSTRUCCIÓN PARA EL AÑO 2015 EN UNIMINUTO SEDE PRINCIPAL.	57
TABLA 8. RESULTADO DE LAS EMISIONES ASOCIADAS AL CONSUMO DE ELECTRICIDAD PARA EL AÑO 2015 EN UNIMINUTO SEDE PRINCIPAL.....	59
TABLA 9. TOTAL DE KILÓMETROS/DÍA RECORRIDOS POR ESTUDIANTES Y ADMINISTRATIVOS SEGÚN ENCUESTA REALIZADA EL AÑO 2015 EN UNIMINUTO SEDE PRINCIPAL.....	61
TABLA 10. TOTAL DE KILÓMETROS/DÍA RECORRIDOS POR ESTUDIANTES Y ADMINISTRATIVOS EN EL AÑO 2015 EN UNIMINUTO SEDE PRINCIPAL.....	62
TABLA 11. RENDIMIENTOS DE COMBUSTIBLE SEGÚN VEHÍCULO Y KM RECORRIDOS.....	62
TABLA 12.TOTAL DEL CONSUMOS DE COMBUSTIBLE EN LITROS/ DÍA UTILIZADOS EN EL RECORRIDO PARA LLEGAR A UNIMINUTO POR ESTUDIANTES Y ADMINISTRATIVOS EN EL AÑO 2015.	63
TABLA 13. TOTAL DE EMISIONES DE CO ₂ (KG/AÑO) GENERADAS POR LOS RECORRIDOS DE LOS ESTUDIANTES Y ADMINISTRATIVO PARA LA LLEGADA A UNIMINUTO EN EL AÑO 2015.....	64
TABLA 14. PESO PROMEDIO DE UNA RESMA DE PAPEL VIRGEN.	65
TABLA 15. TOTAL DE EMISIONES DE CO ₂ ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS.	67
TABLA 16. TOTAL DE EMISIONES DE CO ₂ ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS URBANOS NO PELIGROSOS.	70
TABLA 17. RESUMEN DE LAS EMISIONES TOTALES DE CO ₂ GENERADAS POR LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS PARA EL AÑO 2015.	70
TABLA 18. RESUMEN DE LAS EMISIONES TOTALES DE CO ₂ GENERADAS POR LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS PARA EL AÑO 2015.	73
TABLA 19. COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO ₂ DE DIVERSAS UNIVERSIDADES EN VALORES PORCENTUALES.	77

Dedicatoria

Mi tesis la dedico especialmente a Adela Ávila y Martha Ávila, quienes inculcaron en mí el maravilloso valor de aprender, de superar todos los obstáculos de la vida y de tener un gran anhelo para llegar a cumplir todas mis metas que he establecido en mi proyecto de vida.

Este nuevo logro es gran parte gracias David Luna y a todos mis familiares, porque me animaron a emprender y a culminar con éxito la carrera de Ingeniería Agroecológica y a Juan Amaya quien es el motivo de todos mis logros y aspiraciones.

A todos aquellos que siguen estando cerca de mí y que le regalan a mi vida una chispa de alegría.

Agradecimientos

A mi tutora de tesis Krystle Danitza Gonzalez Velandia, en forma muy especial, por la valiosa y desinteresada ayuda, guía y colaboración filantrópica que me supo brindar, permitiéndome así culminar de manera optima este valioso proyecto. Su orientación, su paciencia y su motivación han sido un ítem fundamental dentro de mi formación como investigadora y profesional.

A la profesional de proyectos Johanna Carolina Moreno, quien apoyo desde el comienzo desde su actividad laboral, proporcionando todos los datos requeridos para evaluar las diversas variables establecidas en la metodología de esta tesis.

A todo el Componente Ambiental, ya que se interesaron en mi proceso y facilitaron algunos trámites que se requerían para obtener la información pertinente para casa etapa de este gran proceso.

Resumen

En este trabajo final de investigación se muestran los resultados de la evaluación de la Huella Ecológica a partir del cálculo de las emisiones de CO₂ generadas por la Corporación Universitaria Minuto de Dios, sede principal para el año 2015, a través de la metodología utilizada para el Cálculo de la Huella Ecológica en Universidades por la autora Noelia López Álvarez de la oficina de desarrollo sostenible de la Universidad de Santiago de Compostela en España (López & Blanco, 2007) con el objetivo de evaluar el impacto ambiental asociado a las actividades administrativas y estudiantiles que se llevan a cabo en los tres edificios.

Las variables independientes evaluadas en este proyecto fueron el consumo de agua, los recursos para la construcción de los edificios, el consumo de energía eléctrica, el consumo del papel, producción de residuos urbanos no peligrosos, el consumo de gas y la producción de residuos peligrosos. Asimismo, las principales causas de generación de CO₂ resultaron ser, en orden de importancia, el consumo de papel, la producción de residuos urbanos no peligrosos y el consumo de electricidad.

La Corporación Universitaria Minuto de Dios tuvo una Huella Ecológica para el año 2015 de 9917,320 ha/año y de 13289,208 hag/año. Teniendo en cuenta que el tamaño de la población estudiada fue de 20490 personas, incluyendo administrativos, estudiantes y profesores, la Huella Ecológica de UNIMINUTO por persona fue de 0,484 ha/año o 0,648 hag/año per cápita.

Los estudios realizados sobre el cálculo de la Huella Ecológica en universidades son muy escasos y no hay registros confiables en Colombia. Es por esto que esta herramienta debe seguirse estudiando y analizando para lograr excelentes resultados en cuanto a la concienciación ambiental universitaria.

Introducción

La iniciativa del estudio de la Huella Ecológica surge a partir de la necesidad de establecer de forma cuantitativa el grado de afectación que la universidad UNIMINUTO sede principal ejerce sobre los recursos naturales que utiliza para desarrollar sus actividades académicas, docentes y administrativas dentro de sus tres edificios.

La Huella Ecológica calcula todos los impactos que causa una población, esta es expresada en hectáreas de ecosistemas o naturaleza; se utiliza y se aplica normalmente en territorios grandes como las regiones o los países, pero se ha comprobado que este indicador ecológico se puede utilizar directamente en lugares de menores áreas como en universidades y en cualquier tipo de organización (Quesada, 2016).

Esta investigación evaluó la Huella Ecológica a partir del cálculo de las emisiones de CO₂ generadas por la Corporación Universitaria Minuto de Dios, sede principal para el año 2015, a través de la metodología utilizada para el Cálculo de la Huella Ecológica en Universidades por la autora Noelia López Álvarez de la oficina de desarrollo sostenible de la Universidad de Santiago de Compostela en España (López & Blanco, 2007).

La metodología desarrollada en este proyecto se centro básicamente en tres etapas fundamentales las cuales fueron el cálculo de las emisiones de CO₂, ya que por medio de estas se logro medir el impacto y la emanación de dióxido de carbono que dejo la vida cotidiana de los estudiantes, docentes y administrativos de UNIMINUTO sede principal sobre el planeta tierra. La segunda fue la aplicación de los factores de conversión y la formula general para obtener el valor de la Huella Ecológica de UNIMINUTO para el año 2015 y la última fue el análisis y la comparación entre los resultados obtenidos de UNIMINUTO con respecto a los resultados de otras universidades, logrando así de esta manera establecer señales de alarma y recomendaciones pertinentes para cada una de las variables evaluadas, para reducir el impacto ambiental negativo obtenido inicialmente.

Capítulo

I

1. Problemática

1.1. Problema de investigación

En el planeta tierra los seres humanos han tenido que evidenciar y enfrentar las diversas amenazas ambientales que se han generado principalmente por las actividades antrópicas que se realizan en el diario de vivir, muchas de estas acciones han desencadenado procesos como la producción de gases efecto invernadero, la contaminación, la pérdida de biodiversidad, el deterioro y escasez del recurso hídrico, detrimento de la salud humana, entre otros (Universidad Sergio Arboleda facultad de Ingeniería, 2015) es por eso que a partir de esta situación han surgido diferentes indicadores para estimar y cuantificar que tan productivo y que tan deteriorado o afectado puede estar un recurso natural en relación a determinada actividad. Algunos ejemplos que han surgido como indicadores ambientales que ayudan en el proceso de mitigación ambiental y concienciación social son la huella de carbono, la huella ecológica, la huella hídrica, la biocapacidad, entre otros, que buscan establecer un escenario que sirva para la toma de múltiples decisiones amigables con el medio ambiente.

Colombia es un país que cuenta con una variedad de recursos naturales muy extensa; ocupa el tercer lugar en especies vivas y el segundo lugar en especies de aves. En cuanto a flora, el país posee entre 40.000 y 45.000 especies de plantas, lo que equivale al 10% o 20% del total de especies de plantas a nivel mundial; desafortunadamente a pesar de este valor tan alto que posee Colombia a nivel ecológico, parte de la población residente demuestra poco interés en la preservación y malos hábitos en cuanto al cuidado del medio ambiente y la utilización de los recursos tanto renovables como no renovables (Murgueitio & Calle, 2010).

El país cada vez más, está entrando en la reincidencia mundial del deterioro y descuido de los territorios naturales y no naturales, ya que las personas, organizaciones y empresas, no desarrollan las prácticas adecuadas que se deben establecer para manejar los residuos

generados en cada uno de sus procesos; esto se puede evidenciar notoriamente ya que el análisis y monitoreo del medio ambiente es muy limitado y no se cuentan con datos, ni empresas reguladoras que cumplan con este deber de manera reiterativa y honesta con los procesos y cuidados pertinentes (Duque & Garzón, 2011). Por lo anterior, los entes gubernamentales están desconociendo el artículo 8 de la constitución política de 1991, el cual establece como principio “la obligación del Estado de proteger las riquezas naturales”.

El sector agropecuario en el país, tiene gran demanda en la utilización de los recursos naturales; los usos del suelo en cuanto a las actividades que este sector ejerce, están divididos en dos porciones: el pecuario con el 89% y el agrícola con el 5% (Sánchez, 2002), a estos datos muy probablemente habría que sumarles los últimos 70 años de la agricultura moderna, ya que esta se encuentra establecida en el interior del país y ha ocasionado una crisis ambiental y social muy marcada, causando problemas como la infertilidad en los suelos, la disminución de la agrobiodiversidad, el cambio climático brusco, la extrema dependencia de fuentes de energía no renovables, la contaminación de acuíferos y suelos; todos estos y muchos más aspectos representan la problemática ambiental relacionada con los malos hábitos y los malos manejos de los recursos naturales que las personas poseen en su diario de vivir (Acevedo & Angarita, 2013).

Debido a lo anteriormente mencionado, el territorio Colombiano enfrenta problemas de disponibilidad del recurso hídrico por el desperdicio indiscriminado tanto en los hogares como en los lugares de trabajo y por el uso de productos de síntesis químicas en los manejos de cultivos y la utilización de buenas prácticas agrícolas en el sector agropecuario. Muchos estudios han demostrado que se pierden cerca de 10 metros cúbicos por año de los glaciares, lo cual indica que ya han desaparecido los glaciares de los nevados del Quindío y Puracé, además de esto los páramos están sufriendo deterioros constantes y desertificaciones, por las grandes variaciones climáticas que se están desarrollando por los problemas ya indicados (Duque & Garzón, 2011).

Parte de la situación actual del país se genera en su mayoría, por la falta de información que poseen los habitantes, acerca de la cantidad de tierra y agua biológicamente productiva que pueden utilizar para realizar sus actividades diarias, sin llegar a dañar el planeta ni causar un efecto negativo en él, en otras palabras la población desconoce los términos de huella ecológica y biocapacidad. Es necesario reconocer la afectación de recursos naturales de forma cuantitativa, para buscar propender el consumo sostenible de los recursos naturales del país y detener el deterioro del medio ambiente, utilizando como primera medida el cálculo de las emisiones de CO₂, el cual describe la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) que son liberados a la atmósfera directa o indirectamente como consecuencia de una actividad determinada, bien sea la fabricación de un producto, la prestación de un servicio o el funcionamiento de una organización (Toro, y otros, 2015).

Según datos del informe Planeta vivo (2010), Colombia para el año 2006 tenía una biocapacidad 3.9 hectáreas globales y una Huella Ecológica: 1.8 hectáreas globales, lo que indica tentativamente que Colombia no está sobre explotando sus recursos naturales. Pero al comparar la biocapacidad con el indicador de Huella Ecológica a nivel mundial se evidencia un problema, ya que se está sobrepasando la biocapacidad del planeta. Cabe resaltar que los datos mencionados fueron tomados del año 2006, lo que lleva a pensar que para el año 2016, ya hayan cambiado estas cifras y se halla sobrepasado aun más la biocapacidad de la tierra (Global Footprint Network, 2010).

Si esto sucede cuando hablamos de un país, podemos magnificar la situación en una ciudad tan concurrida y dinámica como lo es Bogotá, ya que cuenta con zonas urbanas que contribuyen en un alto grado a la actual crisis ambiental, debido a la cantidad de recursos que necesita para su sostenimiento y la gran producción de desechos que se generan en el día a día (Chávez, y otros, 2008). Según estudios realizados por el DAMA, el aire de Bogotá está afectado principalmente por el material particulado (hollín y polvo); dichos estudios mencionan que de ciento diez (110) ciudades del mundo, Bogotá está ubicada en el puesto treinta y siete (37), siendo más contaminada que ciudades como Sao Pablo, Río de Janeiro, Barcelona o Los Ángeles. Por otra parte estas entidades, mencionan que 78% de los contaminantes provienen de fuentes móviles (automóviles) y 22% por industrias. A esto se

suma que 1.5 millones de personas mueren al año por factores asociados a la contaminación del aire exterior, que corresponde al 3% de todas las muertes anuales (Gobierno de la Ciudad de Bogotá, 2005).

Cada sector productivo, cada acción individual y colectiva generan efectos en el ambiente tanto positivos como negativos, puesto que de alguna manera el hombre entra a intervenir los ecosistemas generando un desequilibrio por sus acciones en su entorno inmediato.

A partir de la situación presentada, surgen diferentes inquietudes en torno a que tanto puede llegar a afectar una actividad los recursos naturales, en este caso la presente investigación se centra en el análisis de las actividades y el área de influencia de La Corporación Universitaria Minuto de Dios, universidad ubicada en Bogotá, con sede principal en el Barrio Minuto de Dios, con más de 20 años de actividad prestando el servicio de formación en educación superior, brindando más de trescientos programas académicos de pregrado, postgrado y educación continua en modalidades presencial y a distancia, pasando de tener 221 estudiantes en 1992 a tener una población académica en su sede principal de casi 106622 en 2015 (Corporación Universitaria Minuto de Dios, 2015), lo que ha implicado una mayor demanda de recursos naturales y ha generado diferentes impactos en ámbitos sociales, económicos y ambientales sobre el territorio, algunas de las consecuencias más notorias han sido una mayor generación de residuos sólidos, los cambios en el entorno, el crecimiento de ventas ambulantes, la contaminación visual y auditiva, una mayor demanda del recurso hídrico y energía, la afectación de zonas verdes, entre otras; razones bastante preocupantes y alarmantes ya que se están consumiendo de manera indiscriminada los recursos naturales como el carbón, el petróleo, los minerales, los metales, el gas natural y los depósitos de agua subterránea, dando como resultado un impacto negativo en el ambiente.

La universidad Minuto de Dios cuenta con un Componente Ambiental que se fundamenta en el principio institucional de desarrollo sostenible, desde este componente se han adelantado diferentes iniciativas encaminadas a reducir los impactos ambientales generados por la actividad académica. Se han implementado diferentes estrategias como el Plan de Gestión

Integral de Residuos Sólidos, el programa de oficinas verdes, programa para ahorro de agua y energía, programas de extensión hacia la comunidad en temas de agricultura urbana y separación de residuos, y programas de sensibilización en la búsqueda de generar buenos hábitos en el manejo de recursos naturales (Uniminuto, 2011). A pesar del fuerte compromiso del Componente Ambiental aun no se tienen indicadores como el de Huella Ecológica que permita cuantificar y medir la efectividad de las iniciativas de UNIMINUTO. A partir de esta situación surgió la inquietud de saber ¿Cuáles son los efectos que genera la actividad académica de UNIMINUTO sobre los recursos naturales? en este caso los efectos se estimaron a partir de las emisiones de CO₂ para luego obtener de manera directa el índice de la Huella Ecológica de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, siguiendo la metodología propuesta por Noelia López Álvarez de la oficina de desarrollo sostenible, Universidad de Santiago de Compostela en España (López & Blanco, 2007), esto con el fin de establecer una línea base que permita la implementación de estrategias ambientales efectivas.

1.2. Justificación

En la actualidad existe un gran número de instituciones que quieren usar el índice de la medición de su Huella Ecológica para evaluar el impacto ambiental derivado de sus actividades y servicios. El cálculo de la Huella Ecológica en universidades, ha proporcionado un diagnóstico general sobre la situación actual que cada una posee, estableciendo un indicador ambiental que mide el impacto de una comunidad sobre su entorno, considerando el consumo de recursos y la generación de residuos para el mantenimiento del nivel de producción y consumo de la comunidad.

Los beneficios que trae consigo la medición de este índice, se pueden ver reflejados en las políticas ambientales que cada organización tome; estas siempre irán muy ligadas a compromisos para la prevención de la contaminación y la mejora continua del entorno; además se logrará fomentar la participación de todo el personal universitario generando

momentos de sensibilización, adoptando medidas beneficiosas para el medio ambiente y toda la comunidad, además de esto se puede llevar un seguimiento respectivo en las acciones que se realizaran para mitigar el impacto y la Huella Ecológica.

Se quiso dar como punto de partida esta investigación, ya que ha sido la primera que se realizó sobre este indicador ecológico en UNIMINUTO, para que futuras investigaciones logren realizar un control y un seguimiento a las acciones venideras propuestas por los estudiantes para minimizar y mitigar la Huella Ecológica.

Esta investigación pretende evaluar la Huella Ecológica a partir del cálculo de las emisiones de CO₂ generada por la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Sede Principal, a través de la metodología utilizada para el Cálculo de la huella ecológica en universidades por la autora Noelia López Álvarez de la oficina de desarrollo sostenible, universidad de Santiago de Compostela en España (López & Blanco, 2007), generando una línea base que permita la construcción de propuestas para reducir el impacto ambiental negativo obtenido inicialmente y generar un progreso universitario.

Además esta propuesta puede brindar al programa académico de Ingeniería Agroecológica, bases fundamentales para desarrollar proyectos potencialmente sostenibles, teniendo como eje fundamental la creación de contra huella en lugares de campo abierto para la realización de prácticas e implementación de estudios agrícolas y pecuarios, para que los estudiantes tengan mayores posibilidades de aprendizaje y contribuyan al mejoramiento del planeta tierra.

1.3. Objetivos

General

- Evaluar la Huella Ecológica generada por la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Sede Principal, a través de la metodología utilizada para el Cálculo de la Huella Ecológica en universidades (López & Blanco, 2007), generando una línea base que permita la construcción de propuestas para reducir el impacto ambiental negativo.

Específicos

- Cuantificar el uso de recursos naturales como el agua, las plantas, el suelo, el petróleo, la luz solar, el gas natural y la generación de residuos de UNIMINUTO sede principal, a partir de los consumos asociados a el agua, la energía, los recursos para la construcción de los edificios, el papel y los productos químicos, a través de métodos cuantitativos para obtener datos reales sobre las emisiones generales de CO₂, para el año 2015.
- Calcular el área de territorio ecológicamente productivo, necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por la Corporación Universitaria Minuto de Dios sede principal, a través de las variables recomendadas por López & Blanco, 2007 de la Oficina de Desarrollo Sostenible de la Universidad de Santiago de Compostela, equivalentes a la Huella Ecológica.
- Analizar el valor de la Huella Ecológica obtenida en UNIMINUTO sede principal, para establecer el grado de incidencia que causan las diversas actividades que se desarrollan dentro de sus instalaciones, con el fin de generar una línea base y recomendaciones encaminadas a mejorar el desempeño ambiental de la universidad.

Capítulo

II

2. Marco teórico

2.1. Marco de antecedentes en entornos académicos (Universidades).

En el artículo “*Aproximación a la huella ecológica de la Escuela Universitaria Politécnica de Manresa (UPC)*”, escrito por Joan y Pere (2000), muestra un diagnóstico que promueve acciones hacia un futuro más sostenible para la comunidad universitaria. Ellos utilizaron como indicador base el número de kg de CO₂ emitidos a la atmósfera por su propio edificio, la movilidad de su comunidad y otros aspectos funcionales como el consumo de papel. Todos los datos los han convertido a la unidad de medida de hectárea de bosque autóctono necesaria para absorber las emisiones. Uno de los objetivos de este estudio fue realizar una comparación anual entre los diferentes conceptos analizados (construcción del edificio, 28,8 ha; consumo energético, 61,7 ha; movilidad, 0,14 ha/persona; consumo de papel, 4,3 ha), y en particular la comparativa con los datos de otros centros universitarios similares. Para poder proponer y establecer normas dentro de su comunidad sin perturbar el medio, la unidad de medida de absorción fue la hectárea de bosque (Joan & Pere, 2000).

Existe una autora en particular que ha establecido algunas pautas para realizar la medición de la huella ecológica, ella es Noelia López Álvarez, en su artículo “*Metodología para el Cálculo de la huella ecológica en universidades*”, muestra los resultados de un estudio realizado por la Oficina de Desarrollo Sostenible de la Universidad USC, en donde aplica una metodología inédita para el cálculo de la huella ecológica en universidades, con el objetivo de evaluar el impacto ambiental asociado a actividades de docencia, investigación y gestión universitaria. Los impactos analizados en este estudio hacen referencia al gasto energético, consumo de papel, consumo de agua, movilidad y generación de residuos. Los resultados obtenidos para el año 2007 reflejan que la USC necesita una extensión de 5.217 ha de bosque gallego para asimilar las emisiones de CO₂ producidas, más de 55 veces la extensión ocupada por sus campus. La huella ecológica de la USC es de 0,16 ha/persona/año (López & Blanco, 2007).

Los estudios realizados en el “*campus de Vegazana*” y en “*la Universidad Politécnica de Valencia*”, evidencian que los autores han tomado valores relativos entre un total de 11 a 16 variables a partir de las categorías clásicas de los recursos establecidos por Rees y Wackernagel; ellos han logrado como resultado para el valor de la HE del campus de Vegazana un dato muy bajo en comparación a otras universidades (0,45 gha/cap). La mayor parte de las emisiones proceden del gasto energético, tanto para electricidad (38%) como para uso térmico (24%) y la movilidad representa el tercer gran bloque emisor de CO₂ (19%) (Arroyo, y otros, 2009); mientras que para la *Universidad Politécnica de Valencia*, la metodología desarrollada en el estudio permitió analizar los resultados obtenidos por años, realizar comparaciones entre categorías para evaluar su evolución con el tiempo y tratar de forma independiente los distintos Campus de la Universidad (Torregrosa, Iacono, Lledó, & Martí, 2009).

El estudio realizado en la *Universidad de Granada*, dio como resultado que la UGR necesitó para poder abastecerse durante un año, 4.810,452 hectáreas. Por lo que para poder abastecer las demandas de consumo generadas por la Universidad de Granada se necesitarían 100 veces el tamaño de la misma, es decir, son necesarias 100 universidades para poder abastecer a una durante un año. El consumo medio generado por cada persona que compone el campus universitario fue de 0,08 hectáreas para una jornada laboral establecida en 200 días al año. Es decir, cada persona necesitaría al cabo de un año académico una décima parte de un campo de fútbol para poder abastecer sus demandas (Cárdenas, Peinado, Mora, & Moreno, 2010).

Los autores Vega y Álvarez (2011) en el artículo “*La agenda 21 y la huella ecológica como instrumentos para lograr una universidad sostenible*”, utilizan como herramienta la Agenda 21 en la Universidad y la Huella Ecológica, con el fin de capacitar a los estudiantes de la facultad de de Ciencias de la Educación para actuar con criterios de sustentabilidad, tanto grupal como individualmente. Como resultados obtuvieron que: La implementación de la Agenda 21 y el cálculo de la huella ecológica son instrumentos de gran eficacia para lograr

una universidad más sostenible logrando una participación activa tanto a nivel de docente como estudiantes (Vega & Álvarez, 2011).

El artículo “*Cálculo de la huella ecológica en universidades cubanas. Caso de estudio: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas*”, maneja la metodología utilizada por Noelia López Álvarez para el cálculo de la huella ecológica en universidades cubanas; cuantifican los consumos básicos de recursos de la Universidad, determinado las emisiones de CO₂ y las áreas requerida para la absorción de las emisiones de CO₂. Los resultados del estudio muestran que la universidad necesita una extensión de 1754.63 ha de bosque en el 2008 y de 1811.45 ha en el 2009 para asimilar las emisiones de CO₂ producidas, más de 4 veces la extensión ocupada por el campus (Leiva, Rodríguez, & Martínez, 2012).

En el artículo de los autores Ibarra y Monroy (2014), se muestra un cuestionario de 30 preguntas para calcular la huella ecológica de estudiantes universitarios, teniendo en cuenta el estilo de vida y los patrones de consumo de la cultura mexicana. Los autores, tomaron datos de anuarios estadísticos sobre la productividad promedio de los bienes agropecuarios y pesqueros más utilizados, y de papel de cuadernos; esto con el fin de determinar las hectáreas utilizadas del planeta por todo los encuestados y el promedio del área que se necesita para recuperar y absorber el dióxido de carbono por los diferentes procesos utilizados en la vida cotidiana de los estudiantes. Como resultados obtenidos lograron: la medición de la huella ecológica promedio de los 125 estudiantes encuestados fue de 1.48 hag, lo que corresponde a un estilo de vida sustentable, considerando 1.61 hag como umbral de sustentabilidad (Ibarra & Monroy, 2014).

En el año 2014, los autores Hernández y Herrador, realizaron la medición de “*La Huella Ecológica de la Universidad de Valladolid*”, teniendo como resultado que la primera variable estudiada en cuento a la generación de emisiones de carbono es el consumo de energía, luego la construcción de edificios y por último la movilidad; tres categorías con más peso en la medición establecida. La Universidad de Valladolid necesitó para abastecerse en el año 2014 de una superficie de 0.34 hag/año per cápita. Según el informe Planeta Vivo

2014, la Huella Ecológica per cápita en España estuvo en torno a 4 ha/año per cápita. El objetivo de la Universidad de Valladolid es reducir paulatinamente su Huella de Carbono, para lo cual habrá que adoptar medidas adaptadas a cada una de las categorías de impacto (Hernández, Cano, & Correa, 2014).

A nivel nacional no se han encontrado registros o publicaciones oficiales referentes a la medición de Huellas Ecológicas específicamente en Universidades, pero se tienen datos sobre Huellas Ecológicas residenciales, como es el caso Huertas y Chávez (2010), quienes realizaron un estudio denominado “*Plan de manejo para reducir la huella ecológica de los residentes del conjunto Portal de Villa Magdala de Bogotá D.C*”, en el cual se evidencia que tomaron una población de estudio la cual fue un conjunto residencial de Bogotá, donde a partir de la aplicación de una encuesta se determinó el valor de la huella ecológica para la población (2.67 ha/hab). Con las huellas halladas, procedieron a realizar un Plan de Manejo enfocado a la reducción del impacto sobre las áreas trabajadas, mediante programas y planes de acción, para reducir la huella hallada y crear conciencia en las personas sobre la gestión de los residuos sólidos (Huertas & Chávez, 2010).

También existe un estudio realizado en Antioquia, Colombia, por el autor Acuña (2007) el cual mide “*la huella ecológica y biocapacidad: indicadores biofísicos para la gestión ambiental*”; este estudio dio como resultado que la Huella Ecológica para Manizales, de acuerdo a la canasta considerada, se puede estimar entre 2.899 hectáreas por persona año, lo cual indica que es una Huella que está por encima de la capacidad del planeta, aunque por debajo de HE para otras ciudades y países del mundo. El componente que contribuye a incrementar el indicador es el consumo de alimentos básicos. Para la ciudad y el departamento este dato es muy importante, dado que el área agrícola del departamento, en su mayoría, está dedicada al cultivo del café que no es un producto fundamental de la dieta de los colombianos (Acuña, 2007).

En el año 2011 los autores Torres, López, Moreno, & Restrepo, realizaron una Metodología para la determinación de “*La huella ecológica en el área de exhibiciones del Zoológico de*

Cali". Este artículo es el resultado de una investigación donde se diseñó y se evaluó una huella ecológica aplicada en el Área 2 donde se encuentran exhibidas las diferentes especies de animales. Se realizó entre los meses de Julio a Noviembre de 2009. Esta es la primera experiencia realizada en Colombia para dimensionar la huella ecológica en un Zoológico, considerando a este servicio como una actividad única y excepcional. Como conclusión primaria que aunque el Zoológico de Cali no presenta una huella ecológica alta de acuerdo con los parámetros mundiales relacionados, es factible minimizarla a través de una estrategia para la obtención de los recursos agropecuarios que incluya, por ejemplo, que sus suministros no provengan de lugares distantes y que algunos se produzcan en el parque, y realizar proyectos de reducción del impacto ambiental con sus proveedores, para generar una contrahuella positiva (Torres, Moreno, López, & Restrepo, 2011).

2.2. Avances del Componente Ambiental y acciones que se han desarrollado en la sede principal.

El Componente Ambiental de la sede principal de la Corporación Universitaria Minuto de Dios surge en el año 2008 con la implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos con el que se busco mejorar la separación en la fuente, el manejo y la disposición final de los residuos sólidos en UNIMINUTO. Paralelo a esta iniciativa surge el trabajo en comunidades aledañas a la Universidad promoviendo el aprovechamiento de residuos orgánicos para agricultura urbana y se empieza un trabajo educativo con los comerciantes (Pita, Cerquera, & Barrera, 2012).

Inicialmente el trabajo del Componente Ambiental se centro en los residuos sólidos por ser el contaminante que más rápido se generaba en UNIMINUTO, pero con el aumento de la población académica de UNIMINUTO se evidencio un mayor impacto sobre otros recursos naturales y sobre el entorno de UNIMINUTO, como desperdicio de agua, excesivo consumo de papel, taponamiento de alcantarillas, erosión del suelo, ruido, desinterés de la comunidad académica en aspectos ambientales, entre otros. Esta situación conllevó al surgimiento de

otras iniciativas como el programa de oficinas verdes para incentivar a los administrativos en el cuidado del planeta, reciclaje, ahorro de papel, etc., surge la opción de desarrollar la practica en responsabilidad social en temas ambientales, se implemento el programa para manejo de de vertimientos, de residuos electrónicos, la conmemoración de fechas importantes relacionadas con el medio ambiente como el día de la tierra, el día de amor y amistad con la tierra, se consolido la campaña de "Un minuto por el planeta" que se puede apreciar en la siguiente imagen:



Imagen 1. Logo de la campaña “un minuto por el planeta”.
Fuente: Componente Ambiental. 2010

Junto a la campaña se establece la mascota oficial de UNIMINUTO que busca promover la participación de la comunidad académica en temas ambientales, llamada Micla, lagartija cachaca en peligro de extinción. Estas iniciativas se han venido consolidando y buscan mejorar el desempeño Ambiental de UNIMINUTO, pero queda un amplio camino que recorrer para la Universidad y aun más con el incremento de estudiantes que ha venido presentándose.

2.3. ¿Qué es la Huella Ecológica?

Antes de saber que es Huella Ecológica es indispensable saber que es “**biocapacidad**” ya que este término juega un papel muy importante dentro de la medición de la Huella Ecológica que se midió y analizo en este proyecto. ¿Qué es biocapacidad? según el informe Planeta vivo 2010, “la biocapacidad de un país está determinada por dos factores: por un

lado, el área de cultivos, tierras de pastoreo, zonas pesqueras y bosques localizados dentro de sus fronteras; y, por otro, su nivel de productividad”. Para la medición de la biocapacidad se tiene en cuenta la productividad de la tierra y la cantidad de tierra disponible, calculando cuánto producen por hectárea los cultivos o árboles que crecen en ella (Global Footprint Network, 2010).

A nivel mundial se ha afirmado que la Huella Ecológica es un indicador de sostenibilidad, que enriquece la información ofrecida por el indicador aceptado internacionalmente el cual es el Producto Interior Bruto (PIB), para la creación de políticas sostenibles ambientalmente acordes a los requerimientos del siglo XXI ((Ministerio del Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, 2008).

Una de las definiciones con mayor aceptación sobre la Huella Ecológica fue presentada en 1996 por William Rees y Mathis Wackernagel, la cual dice: *“el análisis de la Huella Ecológica es una herramienta contable que nos permite estimar los requerimientos en términos de consumo de recursos y asimilación de desechos de una determinada población o economía, expresados en áreas de tierra productiva”*.

La Huella Ecológica estima el área de territorio productivo o ecosistema acuático necesaria para producir los recursos para el desarrollo de una determinada actividad, y al mismo tiempo asimilar los residuos que genera el ser humano, en otras palabras, pone de manifiesto la relación existente entre el progreso del denominado estado del bienestar y la conservación de la biodiversidad (Urtiaga, Anguas, Mir, & Garrido, 2010).

La Huella Ecológica se calcula a partir de hectáreas globales (hag), aquellas con capacidad mundial que tiene la posibilidad promedio de originar recursos y reducir desechos. El área productiva total de la Tierra (biocapacidad) es de 13.600 millones de hag, es decir 2,1 hag por persona (Universidad Tecnológica de Pereira, 2011).

Según Martínez (2008), en su artículo “*Algunos Aspectos de la Huella Ecológica*”, afirma que el cálculo de la Huella Ecológica es difícil y en algunos casos, imposible de medir, lo que constituye una principal limitación como indicador, pero también hace alusión a que existen diversos métodos de estimación a partir del análisis de los recursos que una persona consume y de los residuos que produce (Martínez, 2008).

2.4. ¿Cómo se mide la Huella Ecológica?

Las Huellas Ecológicas pueden ser calculadas para individuos, grupos de personas (como una nación por ejemplo) y actividades (como la fabricación de un producto) (Global Footprint Network, 2010).

La población al realizar el cálculo de la Huella Ecológica, posee una herramienta de sensibilización ambiental, la cual va estratégicamente dirigida a optimizar y minimizar usos en los ámbitos como: el energético, el forestal o el de la conservación de la biodiversidad (Martínez, 2008). La Huella Ecológica de una población, está establecida por el número de miembros, el volumen de consumo y la intensidad en el uso de los recursos para proveer los bienes y servicios que necesita toda la comunidad.

La Huella Ecológica evalúa los diferentes estilos de vida. Su resultado se da en la conversión de hectáreas por persona y año (aunque en la actualidad se tiende a expresar en hectáreas globales/persona/año); simbolizando la superficie que se necesita para asimilar el impacto de las actividades del estilo de vida estudiado y analizado (Agius, y otros, 2010).

Para la obtención del cálculo de este índice se debe tener en cuenta que:

- La Huella Ecológica de un individuo se calcula teniendo en cuenta todos los materiales consumidos y todos los desechos generados por esa persona en un determinado año, tomando como base fundamental el tipo de actividad que realiza. Todos los materiales

y desechos dejados por dicha actividad, son traducidos individualmente a un equivalente de hectáreas globales.

- La Huella Ecológica de un grupo de individuos, es la sumatoria de las Huellas Ecológicas de todas las personas que habitan la ciudad o el país determinado. Además es viable obtener los datos de una Huella Ecológica en cuanto a la producción de un área determinada, ya que se puede sumar la Huella Ecológica de todos los recursos extraídos y desechos generados dentro de las fronteras de la de dicha medida de extensión de superficial.

Para los consumos dichos anteriormente, se necesitan superficies productivas que se dividen de la siguiente manera:

SUPERFICIE	DEFINICIÓN
Cultivos	Superficies con actividad agrícola y que constituyen la tierra más productiva ecológicamente, pues es donde hay una mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas.
Pastos	Espacios utilizados para el pastoreo de ganado, en general considerablemente menos productivos que los agrícolas.
Bosques	Superficies forestales ya sean naturales o repobladas, pero siempre que se encuentren en explotación.
Mar productivo	Superficies marinas en las que existe una producción biológica mínima para que pueda ser aprovechada por la sociedad humana.
Superficie artificializada	Considera las áreas urbanizadas y las ocupadas por infraestructuras
Área de absorción de CO₂	Superficies de bosque necesarias para la absorción de las emisiones de CO ₂ , debidas al consumo de combustibles fósiles para la producción de energía.

Tabla 1. Superficies productivas de la Huella Ecológica.

Fuente. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino 2008.

Para el caso de esta investigación en UNIMINUTO sede principal se utilizo la superficie productiva de bosques, ya que la autora guía López & Blanco, (2007) así lo estipulo en sus estudios realizados y trabajos referentes.

2.5. Metodologías utilizadas para la medición de Huella Ecológica en universidades.

A continuación se presenta una tabla de algunas de las metodologías más relevantes y utilizadas para la medición de la Huella Ecológica, en diversas universidades del Mundo, esto se realizo con el fin darlas a conocer y tomar algunas ideas que ayudaron en el desarrollo y análisis de este proyecto.

Autores	Nombre del artículo	Metodología
(Ibarra & Monroy, 2014)	Cuestionario para calcular la Huella Ecológica de estudiantes universitarios mexicanos y su aplicación en el Campus Zaragoza de la Universidad Nacional	<p>Los pasos utilizados para la medición de la Huella Ecológica fueron:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ellos desarrollaron un cuestionario, basado en los consumos más frecuentes del mexicano promedio en cuanto a alimentación, uso de energía eléctrica y gas doméstico, medios de transporte, consumo de papel y superficie de infraestructura urbana utilizada. 2. Luego, consultaron los anuarios estadísticos de producción agropecuaria y pesquera, así como la superficie necesaria para generarlos, respecto a los bienes alimentarios de mayor consumo. 3. Y como paso final, obtuvieron el área promedio de producción anual de cada tipo de alimento, las superficies se transformaron a hectáreas globales, utilizando conversiones de acuerdo al estudio realizado en 2013 por Sara Vega García.
(Leiva, Rodríguez, & Martínez, 2012)	Cálculo de la huella ecológica en universidades cubanas. Caso de estudio: Universidad	<p>Los pasos utilizados para la medición de la Huella Ecológica fueron:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión bibliográfica, “metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades”, autora Noelia López

	<p>Central “Marta Abreu” de Las Villas</p>	<p>Álvarez.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Adaptación al campus estudiado. 3. Categorías relativas el tipo de consumo. 4. Cálculos de: <ol style="list-style-type: none"> a. Cálculo de emisiones de CO₂ b. Consumo de agua c. Construcción de edificios d. Energía eléctrica e. Movilidad f. Generación de vapor g. Consumo de papel h. Consumo de alimentos i. Generación de Residuos 5. Conclusiones finales de los datos encontrados.
<p>(Vega & Álvarez, 2011)</p>	<p>La agenda 21 y la huella ecológica como instrumentos para lograr una universidad sostenible</p>	<p>Los pasos utilizados para la medición de la Huella Ecológica fueron:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación e información amplia y adecuada de la A21, para consensuar un Compromiso por la sostenibilidad con 7 objetivos. 2. Diagnósis inicial. 3. Plan de acción. 4. Plan de seguimiento. 5. Cálculo de la huella ecológica de la Facultad de Ciencias de la Educación, La metodología que emplearon toma como referencia la utilizada en la Universidad de Santiago de Compostela. 6. Estimación de la superficie de bosque necesaria para asimilar las emisiones de CO₂ de la facultad como consecuencia del gasto energético, consumo de agua, consumo de papel, desplazamientos del personal y las emisiones asociadas a la construcción del edificio. 7. Elaboración «ad hoc» una encuesta que se pasó aleatoriamente a un número suficiente del colectivo con el fin de conocer dichos datos lo más ajustados posible, Para valorar las emisiones de los medios de transporte utilizados y del consumo de papel.

		8. Conclusiones finales de los datos encontrados.
(Arroyo, y otros, 2009)	Huella ecológica del campus de Vegazana	<p>Los pasos utilizados para la medición de la Huella Ecológica fueron:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación del cálculo de la huella ecológica en las siguientes categorías: <ol style="list-style-type: none"> a. Consumo de energía b. Energía eléctrica c. Energía de uso térmico d. Agua depurada. e. Papel f. Residuos no reciclados g. Agua potable h. Movilidad 2. Dato sobre consumos globales del campus de Vegazana en el año 2006. 3. Presentación de los cálculos relativos a las hectáreas de superficie biológicamente productiva necesarias para producir los recursos utilizados en el campus. 4. Reflexión para toda la población.

Tabla 2. Autores y metodologías utilizadas para la medición de la Huella Ecológica.

Fuente. Elaboración propia.

Muchos de los autores mencionados en el cuadro anterior hacen referencia a que la Huella Ecológica es una herramienta de gestión y sensibilización para los medios educativos y formativos, ya que de alguna manera expone y traduce el impacto ambiental generado por una determinada actividad en una medida de espacio, lo que facilita el entendimiento de las dimensiones reales de dicho impacto, generando conciencia entre las masas involucradas (Universidad Católica del Perú, 2012).

2.6. Estado mundial de la Huella Ecológica.

Según Global Footprint Network, en el año 2010 la Huella Ecológica global de la humanidad fue 18100 millones de hag, es decir, 2,6 hag per cápita, mientras que la

biocapacidad total de la Tierra fue 12000 millones de hag, es decir, 1,7 hag per cápita, lo cual significa que los seres humanos han sobrepasado la biocapacidad que les ofrece el planeta tierra, utilizando los recursos naturales de manera indiscriminada causando gran daño a nivel ambiental (Global Footprint Network, 2010).

En la “*imagen 2*” se puede analizar, los componentes de la Huella Ecológica estudiados durante los años 1961 al 2010 vs la cantidad de planetas Tierra que se necesitan para la absorción de dichos componente.

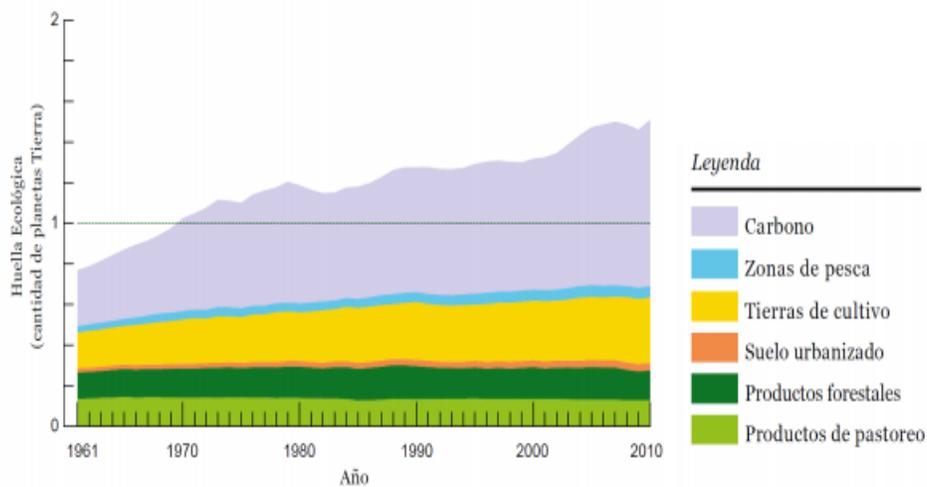


Imagen 2. Componentes de la Huella ecológica.

Fuente. Global Footprint Network, 2014.

El primer lugar lo ocupa el componente de “la Huella de Carbono”, ya que constituye más de la mitad de la Huella Ecológica Global total; además se evidencia que ha dominado este nivel durante más de medio siglo y continúa en aumento por la quema indiscriminada de combustibles fósiles. En el año 1961, el carbono representó el 36 por ciento de la Huella Ecológica total y en el año 2010 alcanzó el 53 por ciento.

El aumento evidente de la Huella Ecológica significa un incremento de la demanda que la humanidad posee sobre la biosfera, esto quiere decir que existe mayor presión sobre la biodiversidad y un riesgo eminente de pérdida, ya que se pueden extinguir y modificar los ecosistemas.

En la “*imagen 3*”, se representa el área que se requiere a nivel mundial para proveer los servicios ecológicos que los seres humanos utiliza (Huella Ecológica Global) y la tierra efectivamente disponible para proveer estos servicios (Biocapacidad Global).

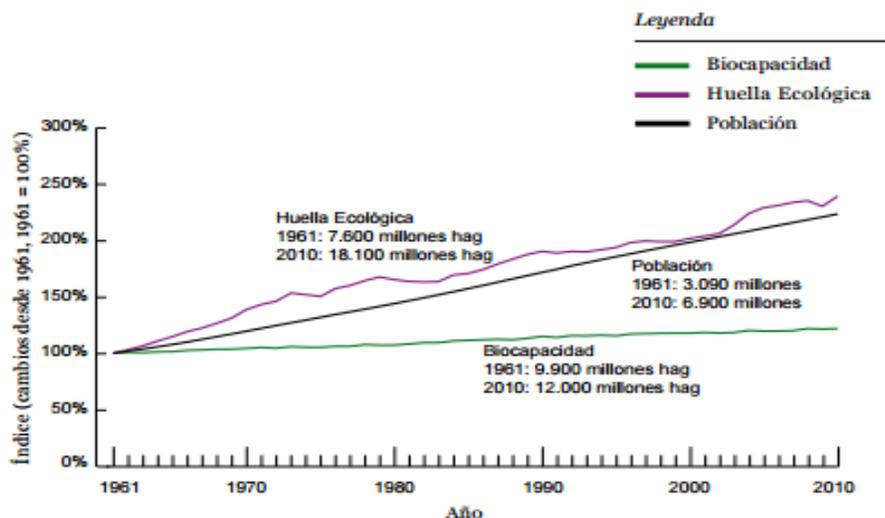


Imagen 3. Entre 1961 y 2010, la Huella Ecológica global.

Fuente. Global Footprint Network, 2014.

El aumento en la productividad de la tierra no ha sido suficiente para compensar las demandas de la creciente población mundial, es por esto que la Huella Ecológica excede la biocapacidad, dejando al descubierto que no se está cumpliendo una condición mínima para el consumo sostenible.

Lo cual significa que los ecosistemas y sus reservas se están acabando de manera alarmante y que además de esto las emisiones de CO₂ se están acumulando en la atmósfera y los océanos, dando como resultado la competencia por los recursos biológicos y las reducciones cuantitativas o cualitativas del área disponible para la biodiversidad, que resultarán en pérdidas de biodiversidad (Global Footprint Network, 2010).

Se sabe que los miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) son los mayores generadores de residuos, ya que son países potencialmente desarrollados, que tienen un PIB muy alto con respecto a los países en

desarrollo, por este motivo los países en crecimiento explotan sus tierras hasta el máximo dependiendo de manera directa de las importaciones a nivel interno y perdiendo así la soberanía alimentaria que se necesita para llegar a un desarrollo sostenible (OECD, 2015).

Los países al intentar ser cada vez más ricos, buscan las tendencias de crecimiento e innovación para los consumidores, generando productos con mayores costos y con mayores materiales que luego serán difíciles de reutilizar, problema que le compete tanto al consumidor como al productor.

2.7. Estado nacional de la Huella Ecológica.

Realizando una comparación estadística en cuanto a la biocapacidad y la Huella Ecológica de Colombia y del mundo, se puede afirmar que los colombianos no han sobrepasado los límites de biocapacidad de su territorio, ya que no poseen grandes industrias, ni grandes producciones de desechos que dañen el medio ambiente.

Colombia tiene en datos recolectados para el 2006, según el informe de planeta vivo (2010):

1. Biocapacidad de : 3.9 hectáreas globales
2. Huella ecológica: 1.8 hectáreas globales

Lo cual quiere decir que el país ayuda a realizar contra huella de manera mundial, de la siguiente manera:

- ❖ Con los páramos ayudan a purificar el agua.
- ❖ Con los bosques ayudan a tener una mejor captación de carbono.
- ❖ Con los mares y océanos ayuda a regular el clima, a controlar las costas, y a constituir una de las fuentes de energías limpias y renovables.

Colombia como país Latinoamericano, ha sido nombrado como “Acreedor Ecológico”, puesto que posee una Huella Ecológica per capital moderada de 2,44 gha en comparación a la media global de 2,59 gha, esto se puede evidenciar en la “*imagen 4*” ya que la relación de

los componentes de emisiones se encuentran significativamente debajo de la media global – la huella de carbono per cápita de la región es de 0,6 gha, mientras que la huella global es de 1,37 gha (Fundación Avina, 2014).

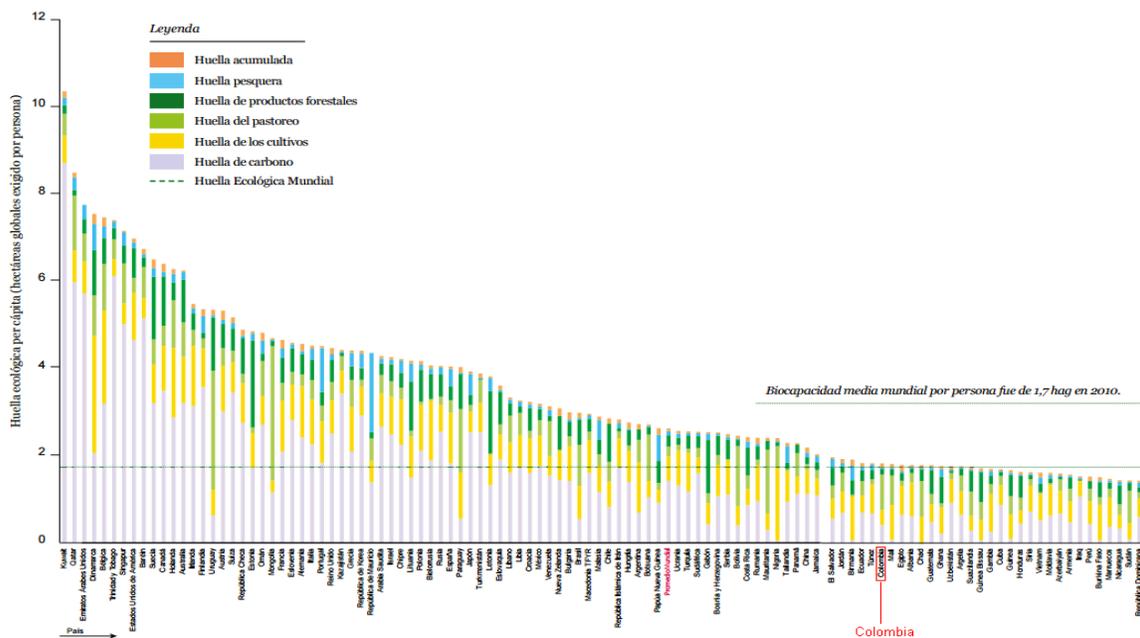


Imagen 4. Huella Ecológica per cápita por país, 2010.

Fuente. Global Footprint Network, 2014

Según el informe Planeta Vivo 2014, el 34% de las emisiones a nivel latinoamericano pertenecen al uso de energía, produciendo notoriamente menos que la media mundial por su matriz energética relativamente limpia. En el mundo la media per cápita de emisiones por energía es de 4,55 tCO₂ (tCO₂: toneladas cúbicas de dióxido de carbono) y en América Latina 2,8 tCO₂ (CEPAL, BID y WWF, 2014).

En las siguientes imágenes se pueden ver las emisiones de cada uno de los componentes evaluados para la Huella Ecológica en el año 2009, realizando un comparativo entre la mundial y específicamente América Latina y el Caribe.

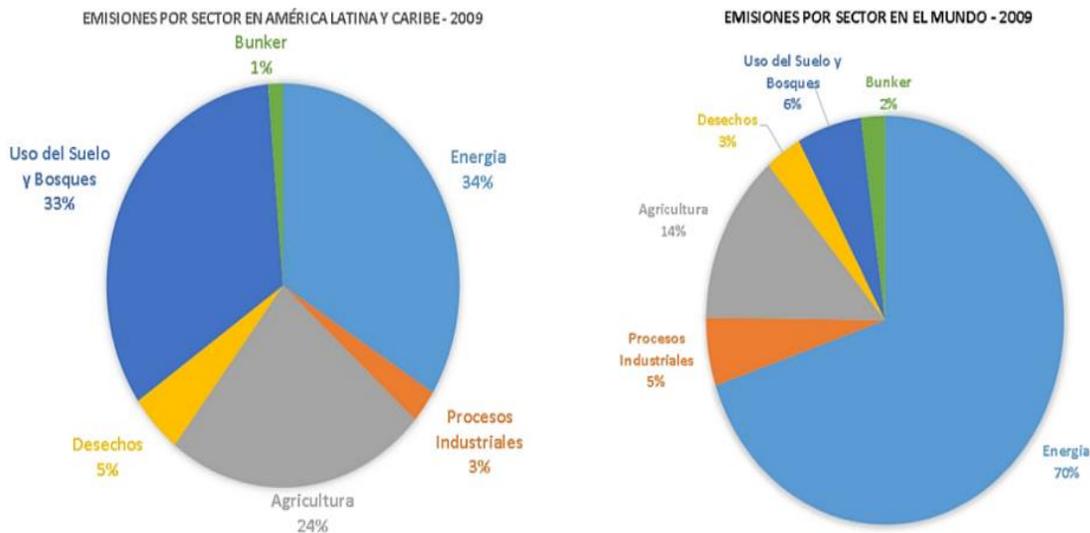


Imagen 5. Emisiones de cada uno de los componentes para América Latina y el Mundo 2009.
Fuente. Fundación Avina 2016.

Según la anterior gráfica, la agricultura corresponde a 24% de las emisiones de América Latina y los cambios en el uso del suelo al 33%. Este valor está relacionado principalmente a la deforestación y aunque es muy superior que a la del resto del mundo (la contribución del sector a las emisiones globales es de 6%), se está reduciendo (Fundación Avina, 2014).

La FAO 2016, asegura que el sector de la agricultura, podría reducir las emisiones de ganadería hasta en un 30%, si se lograra utilizar de manera eficaz las prácticas y tecnologías existentes. Muchas de las acciones para mitigar las emisiones en América Latina podrían darle significativos beneficios para el desarrollo sostenible, promoviendo calidad de vida, seguridad alimentaria y resiliencia (FAO, 2016).

2.8. Principales fuentes de contaminación en Colombia y en Bogotá.

En la “imagen 6”, se observan las diferentes fuentes de contaminación que posee el país las cuales son: fuentes fijas, fuentes móviles, los procesos físico-químicos (Dispersión, transformación, suspensión, sedimentación) que sufren los contaminantes (primarios y secundarios) en la atmósfera, y la calidad del aire que respiran los receptores (inmisión) y

que puede afectar la salud de la población, de la biota y la calidad de la infraestructura (Universidad de los Andes, 2011).

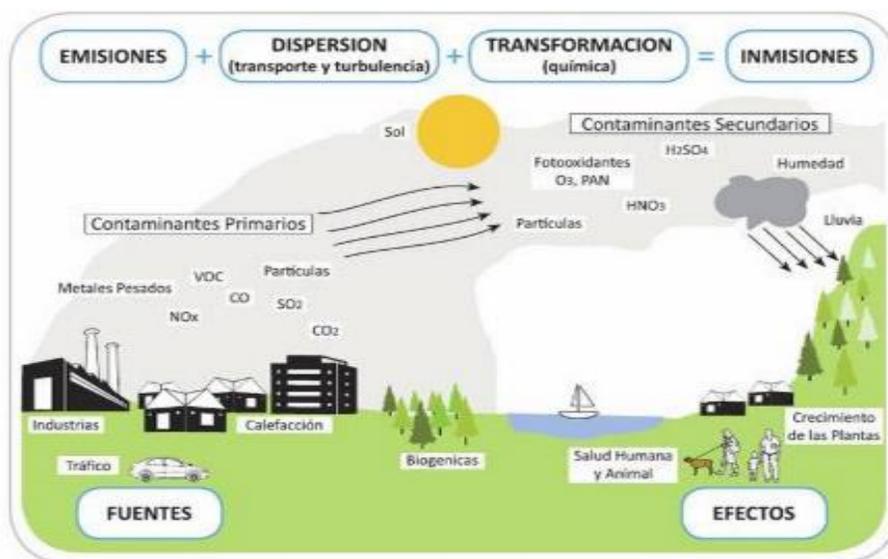


Imagen 6. Guía fundamentos de Calidad del Aire.

Fuente. Universidad de los Andes, 2011.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) los contaminantes ambientales son “aquellos que se encuentran dispersos en el ambiente, en cantidades nocivas, como resultado de su transporte a través del aire, el agua o las cadenas tróficas, o porque están presentes en las mercancías que son objeto de comercio internacional y nacional a gran escala”, dentro de este grupo se tienen en cuenta las sustancias que sólo son principales en los ámbitos locales o regionales pero que podrían afectar a varios países, como el caso de algunos plaguicidas y metales (MIRA Movimiento político Tomo II, 2010).

La contaminación del aire en el país es causada principalmente por el uso de combustibles fósiles, ya sea por fuentes de emisiones móviles, fijas o aéreas. El 41% del total de las emisiones se genera en las principales ciudades del país donde Bogotá lidera, seguida por Medellín y Cali. Las mayores emisiones de material particulado menor a 10 micras (PM10), de óxidos de nitrógeno (NOx) y monóxido de carbono (CO) son ocasionadas por fuentes móviles (vehículos, motocicletas, trenes, aviones, barcos, etc.) que son los que utilizan

fuentes fósiles de energía mientras que las partículas suspendidas totales (PST) y los óxidos de azufre (SOx) son generados por las fuentes fijas como establecimientos industriales y termoeléctricos, principalmente. El contaminante monitoreado de mayor interés, dado sus efectos nocivos sobre la salud humana es el material particulado (PM10 y PST), ya que con frecuencia las concentraciones de este contaminante superan los estándares ambientales de la regulación vigente. Por lo tanto, se ha identificado que el aporte más importante de emisión de contaminantes a la atmósfera proviene principalmente de las industrias y el rodamiento del parque automotor, para lo cual se han establecido algunas medidas (Tyler & Ramírez, 2013).

Otro tema importante es el deterioro del agua que se genera por el sector: agropecuario, industrial y doméstico, ya que en conjunto generan cerca de 9 mil toneladas de materia orgánica contaminante (Beleño, 2011). El recurso hídrico colombiano se ha deteriorado con los transportes de sedimentos y sustancias tóxicas, esta es una incidencia marcada en los corredores industriales ubicados en las cuencas de los corredores Bogotá–Soacha, Medellín–Itagüí, Cali–Yumbo, Sogamoso–Duitama–Nobsa, Barranquilla–Soledad y Cartagena–Mamonal, lo que afecta gravemente la calidad del líquido en los ríos Magdalena, Medellín, Bogotá y Cauca (IDEAM, 2014).

El país no posee un ente regulador eficiente sobre el tema del “ruido”, la falta de este sistema de control ha llevado a que la primera causa de enfermedad profesional sea la hipoacusia a nivel industrial. En el área urbana de Colombia el ruido excesivo es causado por los vehículos de transporte público como privado, el comercio, la construcción, y la industria manufacturera. Según algunas leyes estipuladas para las zonas industriales el ruido máximo puede ser de 75 dB, pero esto no se cumple en todas las ciudades y Barranquilla alcanza niveles de ruido de 95 dB en horas del medio día; en Cali, posee un nivel promedio mensual de ruido de 89 dB; en Pereira, las mediciones han dado como resultado un valor de 92 dB y en Medellín, se presenta un nivel promedio de ruido de 87 dB (Sánchez, 2002).

La deforestación posee un valor muy alto en el país, mientras que la reforestación ha sido

muy baja, ya que en los últimos 6 años ha logrado recuperar 94000 ha, algunas de las causas principales de la deforestación, según el Ministerio de Minas y Energía (1994), fueron: la expansión de la frontera agropecuaria y la colonización (73,3%), producción de madera (11,7%), consumo de leña (11%), incendios forestales (2%), y cultivos ilícitos (2%) (Sánchez, 2002).

Las explotaciones mineras y petroleras, las instalaciones de defensa, los centros de salud, las labores domesticas, las plantas de energía y en muchos de los cultivos manejados convencionalmente, generan gran proporción de residuos sólidos industriales. Los departamentos de Cundinamarca, Antioquia, Atlántico y Valle del Cauca, producen el 70.5% de estos residuos. Los residuos de las industrias básicas de hierro y acero, las de fabricación de sustancias químicas, y los de la industria básica de metales no ferrosos son los que más contribuyen a la producción de contaminantes peligrosos. Antioquia, Bolívar, Cundinamarca, Valle y Santander producen en conjunto el 89% de estos últimos contaminantes (Sánchez, 2002).

Capítulo

III

3. Metodología

3.1. Tipo de investigación

Según Behar (2008), la presente investigación se considera “descriptiva” debido a que se seleccionan una serie de variables en este caso asociadas a recursos naturales, donde se pretende analizar y describir que está pasando con cada una de las variables, y se considera también explicativa porque busca determinar la Huella Ecológica generada por UNIMINUTO sede principal en el año 2015, entender y analizar las causas y el alcance de este problema a nivel general (Behar, 2008).

3.2. Hipótesis

El indicador de Huella Ecológica se encuentra compuesto por múltiples parámetros relacionados con aspectos ambientales como lo son el uso de recursos naturales el agua, las plantas, el suelo, el petróleo, la luz solar, el gas natural y la generación de residuos, etc. Los impactos ambientales asociados a los diferentes parámetros constituyen las variables independientes que se evaluaron en este trabajo. Estas variables fueron las siguientes:

- Consumo de agua.
- Recursos para la construcción de los edificios.
- Consumo de energía eléctrica.
- Consumo de combustibles debido a la movilidad de vehículos no propios.
- Consumo de papel.
- Producción de residuos peligrosos.
- Consumo gas.
- Producción de residuos urbanos no peligrosos.

Y por lo tanto la variable dependiente es la medición de la:

- Huella Ecológica

Hipótesis alternas

1. *“El uso de los recursos naturales utilizados en la Corporación Universitaria Minuto de Dios Sede principal, no afecta de manera directa la medición de la Huella Ecológica para el año 2015.”*
2. *“La Corporación Universitaria Minuto de Dios tendrá una Huella Ecológica per cápita para el año 2015 de 0,11hag/ persona.”*

3.3. Localización

Los lugares de estudio fueron los tres edificios de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, sede principal ubicada en la Diagonal 81C N° 72 B 81 Bogotá, Colombia.

Los límites de este estudio se enmarcaron en la Corporación Universitaria Minuto de Dios, considerándose los edificios recogidos en la “*tabla 3*”.

DEPENDENCIA
Edificio San Juan Eudes
Edificio Diego Jaramillo Cuartas
Edificio Rafael García Herreros
Tienda UNIMINUTO
Sala de profesores UVD
DAR
Admisiones IEVD

Enfermería
Fundases
DAES
Administrativo y financiero
Facultad de Comunicación
Facultad Ciencias empresariales
Facultad de ciencias humanas
Inv. Rectoría
Vicerrectora académica sede Principal
R. Bogotá sur
Servicios integrados
Universidad virtual y distancia
Rectoría sede principal

Tabla 3. Límites de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, utilizado para este estudio.

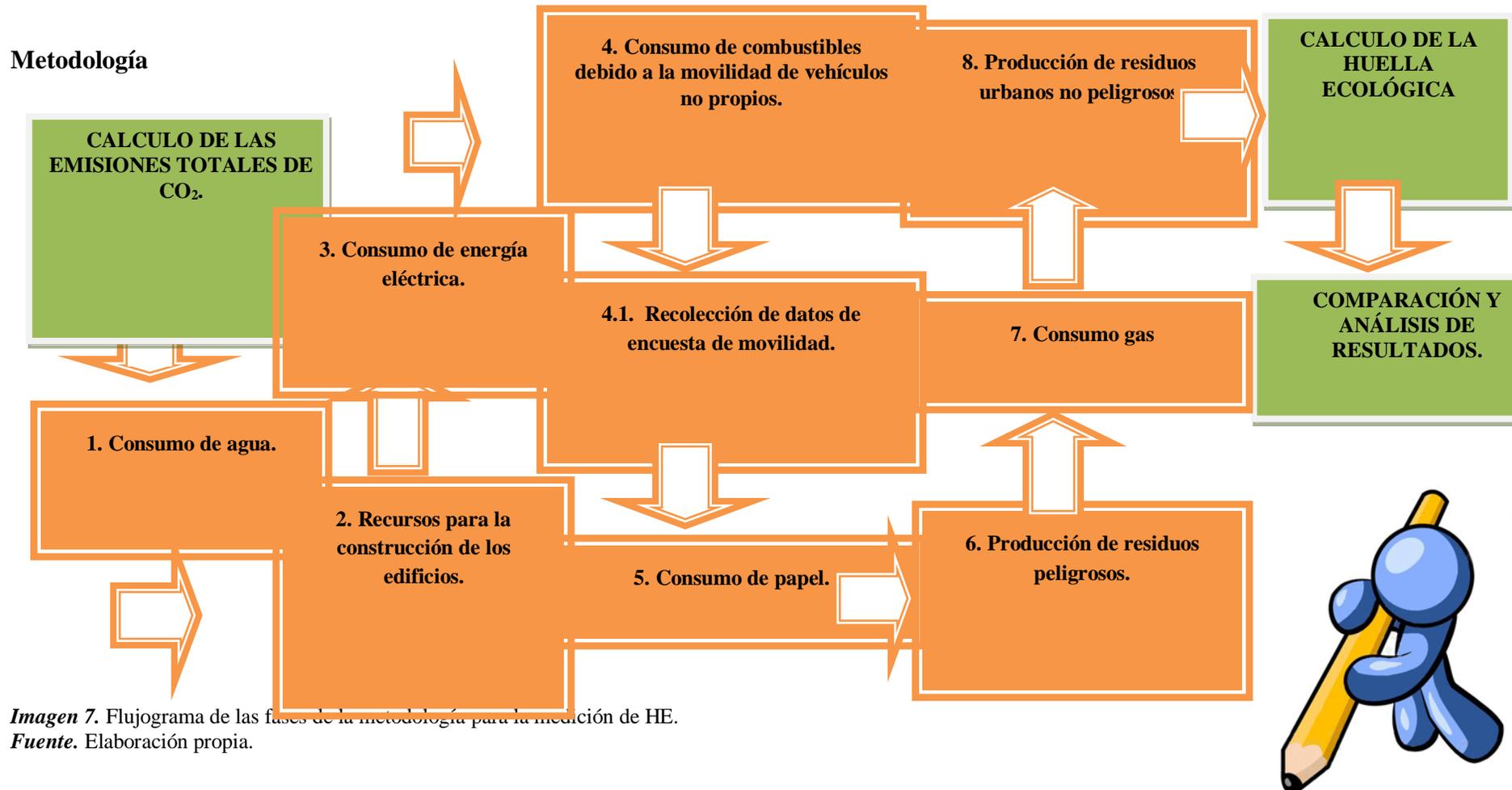
Fuente: Elaboración propia

Para este estudio fue indispensable conocer y tener acceso a todos los datos que las autoras guías López & Blanco, (2007) tenían como referencia, es por esto que se solicitó al Componente Ambiental trabajar de la mano en el desarrollo de este proyecto. En casos muy excepcionales no se encontraron datos exactos, por lo cual se realizó un equivalente tomando datos de años anteriores para que el error estadístico fuese mínimo.

Se realizó una aproximación estadística con respecto a las encuestas “Hábitos de consumo de agua y papel” realizadas por el Componente Ambiental para el año 2015, con esto se logró obtener una muestra promedio para este estudio de un total de 20490 personas que ingresan a las instalaciones de UNIMINUTO sede principal de lunes a viernes, esta muestra la componen estudiantes de modalidad presencial y algunos de modalidad virtual (18803), docentes (577) y administrativos (1110). UNIMINUTO cuenta con un total de 2401 personas tanto administrativas como docentes, es decir que en este proyecto se trabajó con el 70% de esta población, ya que ellos frecuentan permanentemente los tres edificios de la sede principal para realizar sus actividades laborales.

3.4. Fases, métodos y herramientas de investigación.

En el siguiente flujograma se pueden evidenciar las etapas que se desarrollaron para culminar el trabajo de investigación.



3.5. Descripción del procedimiento

Etapas de la metodología:

En la descripción de cada procedimiento se mostraran los respectivos resultados para cada una de las variables tanto independientes como dependientes evaluadas en este proyecto, con el fin de demostrar y analizar la incidencia ambiental que tuvo UNIMINUTO sede principal para el año 2015.

- **Cuantificación del consumo de recursos y emisiones totales de CO₂:**

Se identifico el consumo de los recursos naturales como el agua, las plantas, el suelo, el petróleo, la luz solar, el gas natural y la generación de residuos por parte de UNIMINUTO sede principal, a partir de los consumos asociados a el agua, la energía, los recursos para la construcción de los edificios, el combustible debidos a la movilidad de vehículos no propios, el papel y los productos químicos, a través de métodos cuantitativos que dieron paso para la obtención de datos reales sobre las emisiones generales de CO₂, para el año 2015.

Los métodos de recolección de datos para cada una de las variables independientes fueron:

1. Encuestas, las cuales pretendieron estudiar las acciones de los estudiantes y administrativos de la universidad UNIMINUTO sede principal; teniendo como base fundamental una serie de preguntas poblacionales coherentes con el tema de estudio. Las encuestas fueron aplicadas personalmente administradas de manera personal dentro de las instalaciones de la universidad de manera individual a 884 personas.

2. Base de datos, estas fueron facilitadas por el Componente Ambiental, quien desarrollo proyectos a nivel poblacional universitario de la sede principal de UNIMINUTO en los años 2014 y 2015, esta información contribuyo en el desarrollo de este proyecto enriqueciendo de manera apropiada cada una de las variables independientes estudiadas.

La Corporación Universitaria Minuto de Dios fue considerada para el año 2015, como un sistema integrado dentro del entorno que la rodeaba, ya que contaba con entradas asociadas al consumo de recursos naturales: agua, materiales (construcción de edificios), papel y combustibles fósiles (energía eléctrica, energía calorífica, movilidad) y salidas (producción de residuos) (López & Blanco, 2007).

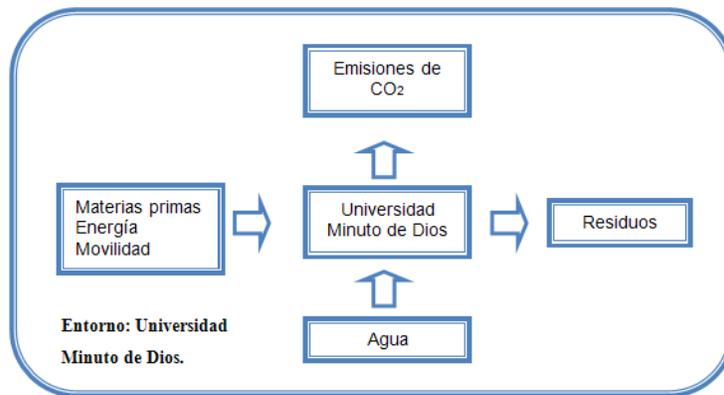


Imagen 8. Análisis del Sistema a Investigar (Universidad Minuto de Dios).

Fuente. Elaboración propia.

Recolección de datos para la medición de cada variable independiente:

El impacto asociado al consumo de los recursos naturales y a la producción de residuos que aparecen detallados por tipos en la “*tabla 4*”, se determinaron a partir de las emisiones de CO₂ relativas a cada consumo o tipo de residuo producido, es decir fueron las variables independientes que se estudiaron una a una para lograr calcular las emisiones generales de dióxido de carbono para el año 2015 en UNIMINUTO.

En esta etapa se establecieron las variables de estudio, asociadas al consumo de recursos naturales y la producción de residuos detallados por tipos de la siguiente manera:

CONSUMO DE RECURSOS NATURALES	PRODUCCIÓN DE RESIDUOS
Consumo de agua. Recursos para la construcción de los edificios. Consumo de energía eléctrica. Consumo de combustibles debido a la movilidad de vehículos no propios. Consumo Papel. Producción de residuos peligrosos. Consumo gas. Producción de residuos urbanos no peligrosos.	✓ Urbanos (No peligrosos). ✓ Peligrosos.

Tabla 4. Variables contempladas en la metodología propuesta por López (2007).

Fuente: (López & Blanco, 2007).

Las variables independientes se midieron de la siguiente manera:

a) Consumo de agua:

Para realizar la respectiva medición, se investigo cual fue el consumo anual de agua de la Corporación Universitaria Minuto de Dios sede principal, tomando como base los recibos del agua de la empresa “Acueducto, Agua y alcantarillado de Bogotá”, en donde se extrajo el dato mes a mes del consumo en m³ de los tres edificios y las diversas dependencias que los conforman.

En la oficina del Componente Ambiental de la universidad, existen datos que se debieron anexar para analizar los resultados, como cuantos sanitarios hay en la universidad, cuantos grifos hay dentro de los tres edificios, cuantas veces una persona tanto administrativa como estudiantil baja la cisterna de los baños, etc. Estos datos se encontraron dentro de la base de datos de la oficina, solo se debieron estudiar detalladamente para obtener resultados útiles.

Además de esto se crearon tablas dinámicas en Excel, las cuales ayudaron a estudiar la información obtenida, dando como resultado una gráfica de barras del consumo mes a mes de agua de UNIMINUTO para el año 2015, igualmente se realizo un estudio estadístico para determinar los picos claves del consumo de agua.

Como paso final se realizó una sumatoria total de todos los consumos mes a mes del año 2015, para luego ser multiplicada por el factor de conversión utilizado por López & Blanco (2007), el cual fue $0.5 \text{ Kg CO}_2/\text{m}^3$. De esta manera se calcularon las emisiones totales de CO_2 asociadas al consumo de agua para el 2015 (López & Blanco, 2007).

b) Recursos para la construcción de los edificios:

UNIMINUTO cuenta con tres edificios en la sede principal y diversas dependencias dentro de ellos. Es una institución con 25 años de antigüedad. Los edificios son patrimonio cultural de la población que se han adaptado para el uso académico y administrativo de la universidad.

Para obtener el resultado de los recursos para la construcción de edificios, se solicitó a la dependencia de Planta física el plano general de los tres edificios de la sede principal de UNIMINUTO, para saber de esta manera el área en m^2 que esta ocupa. Se crearon tablas en Excel para realizar la sumatoria adecuada de las áreas y se estudiaron los planos proporcionados.

Teniendo la sumatoria final de las áreas a estudiar, se procedió a multiplicar directamente por el factor de conversión dado por Cuchi & López (1999) el cual fue $521 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$ y dividido por 40 años, este valor es el promedio de vida útil que tiene un edificio según la Resolución exenta N° 43 del 26 de diciembre del 2002 Materia: fija vida útil normal a los bienes físicos del activo inmovilizado para los efectos de su depreciación, conforme a las normas del N° 5 del artículo 31 de la ley de la renta, contenida en el artículo 1° del D.L. N° 824, de 1974.

Resolución N°43, de 26-12-2002, con vigencia a partir del 01-01-2003; de esta manera se obtuvo el valor para las emisiones totales de CO_2 asociadas a la construcción (Cuchi & López, 1999).

c) Consumo de energía eléctrica:

En esta variable se tomaron los consumos mes a mes de electricidad para el año 2015 de UNIMINUTO sede principal, obtenidos directamente de la revisión de las facturas de la empresa “CODENSA S.A. E.S.P” para saber cuál fue la cantidad total que consumen tanto estudiantes como administrativos de este recurso.

El Componente Ambiental proporciono información sobre: el tipo de bombillas que se utilizaron en UNIMINUTO, cuantas bombillas hay en toda la universidad, cuantos computadores posee la universidad, entre otros datos, los cuales ayudaron a analizar los resultados obtenidos.

Teniendo el valor total de consumo anual para el 2015 se multiplico directamente por el factor de conversión dado por el Instituto Energético de Galicia, 2007 el cual fue 0,57 KgCO₂/ kWh, de este modo se obtuvo el resultado final para las emisiones totales de CO₂ asociadas al consumo de energía (Chas, 2010).

d) Consumo de combustibles debido a la movilidad de vehículos no propios:

UNIMINUTO sede principal no conto con vehículos propios para el año 2015, por eso las emisiones de CO₂ se derivaron de la movilidad fuera de la institución, por desplazamiento a los lugares de trabajo y estudio tanto de administrativos como de estudiantes; ya fuera en sus vehículos propios o transportes de servicio público.

No se tuvo conocimiento de los datos de desplazamiento, por este motivo se realizo un cálculo indirecto por medio de una encuesta. Luego de tener conocimiento de los datos obtenidos, se realizaron procedimientos matemáticos que facilitaron el resultado de esta variable.

Dependiendo directamente de los resultados de la encuesta, se comenzó a analizar el tipo de vehículo que utilizaron frecuentemente los estudiantes y administrativos para llegar a UNIMINUTO sede principal. Tomando como base las 884 encuestas, se saco un promedio general de los usuarios totales que cada vehículo transporta en el trayecto a UNIMINUTO; con este dato se estableció el dato más reincidente en la población estudiada.

Luego se tomo el dato de los Km recorridos por cada encuestado y el tipo de vehículo utilizado, para ser multiplicado por el promedio de usuarios y así de esta manera saber el total de Km al día que recorre toda la población estudiada. Teniendo conocimiento del valor anterior se busco en la web los litros que consumió cada vehículo en su respectivo recorrido, así de esta manera se pudo obtener el dato del consumo de combustible en litros / día.

Después de obtener los litros/ día que consumió cada vehículo, se multiplico por el factor de conversión dado por López & Blanco (2007) para cada uno según correspondió, realizando lo anterior se logro calcular los datos de emisiones asociadas de CO₂ (kg/día), pero para realizar la sumatoria de todos los resultados se debió pasar el resultado al valor equivalente para el año 2015, multiplicándolo por 160 días promedio que trabaja o estudia un administrativo o estudiante; por medio de estos pasos consecutivos se obtuvo el dato total de las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de combustibles debido a la movilidad de vehículos no propios (López & Blanco, 2007).

e) Consumo Papel:

Para calcular el consumo de papel de UNIMINUTO sede principal, se consulto la base de datos del Componente Ambiental, esta proporciono datos como lo fueron el numero de resmas que utilizo cada dependencia, cuantas copias e impresiones saca un estudiante al día, cuales son los índices de papel reciclable que utiliza la universidad, entre otros datos que fueron de suma importancia dentro del desarrollo de la investigación.

Después de obtener el dato total de los Kg de papel que utilizaron los estudiantes y administrativos de UNIMINUTO, se debió realizar la respectiva conversión para saber la cantidad de emisiones totales de CO₂ debidas al consumo de papel, para esto se utilizo el factor de conversión dado por López & Blanco (2007), el cual fue 1,81 Kg/CO₂, de esta manera se logro calcular las emisiones totales para el consumo de papel.

f) Producción de residuos peligrosos:

Se registro en esta variable las emisiones que se produjeron a partir de la gestión de residuos, incorporando la contabilización de los residuos peligrosos generados en 2015 y los factores de conversión asociados dentro del laboratorio y la sede principal de UNIMINUTO.

Para obtener el dato de la cuantificación de residuos peligrosos se solicito a las personas encargadas del laboratorio el informe RH1, el cual especifica las cantidades de residuos producidos por el laboratorio y su respectivo conteo final para el año 2015. También se solicito el “Acta de recolección, almacenamiento, tratamiento y transporte hasta sitio de disposición final de los residuos hospitalarios y similares”, entregado por la empresa “*ecocapital*” al Componente Ambiental.

Cada tipo de residuo fue multiplicado por el correspondiente valor de conversión, para luego ser sumados y obtener un total de estas emisiones generadas. Los factores de conversión utilizados se pueden ver en la “*tabla 5*”:

TIPO DE RESIDUO PELIGROSO	FACTOR DE CONVERSIÓN	(+2% de algún halógeno) Kg/mes	
Biosanitarios Kg/mes	0,08	No halogenado - Líquidos orgánicos inflamables Kg/mes	0,0158
Cortopunzantes Kg/mes	0,004	Hidrocarburos aromáticos Kg/mes	0,0554
Disoluciones inorgánicas alcalinas- No inflamables Kg/mes	0,0108	Ácido sulfúrico Kg/mes	0,0108
Disoluciones inorgánicas ácidas Kg/mes	0,0108	Ácido clorhídrico Kg/mes	0,0108
Otros acuosos o líquidos orgánicos Ácidos Kg/mes	0,0108	Aceites usados Kg/mes	0,0554
Halogenados	0,0158	Sólidos inorgánicos Kg/mes	0,2
		Metales pesados Kg/mes	0,036

Tabla 5. Factores de conversión para cada tipo de residuos generado en UNIMINUTO 2015.
Fuente: Universidad de Valladolid y Málaga.

g) Consumo gas:

Para conocer el valor del consumo de gas que realizo UNIMINUTO sede principal para el año 2015, se tomaron los datos del consumo de gas de los recibos de la empresa “Gas Natural Fenosa” mes a mes; con el valor promedio obtenido para el año estudiado se aplico el factor de conversión 56,10 (KgCO₂/m³) dado por López & Blanco (2007) para obtener el dato real de las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de gas (López & Blanco, 2007).

h) Producción de residuos urbanos no peligrosos:

Se solicito al Componente Ambiental, el informe del PGIRS en cuanto a la caracterización que se realizo de cada material reciclado para el año 2015; luego se verifico en los recibos del agua de la empresa “Acueducto, Agua y alcantarillado de Bogotá” el volumen en m³ de basuras que se entregan a la entidad encargada de estos residuos para luego ser multiplicado por el factor de conversión utilizado para los tipos de residuos sólidos de rechazo (macroaproximación) el cual fue 117 Kg/m³, esta factor fue tomado del “Formato de caracterización de residuos sólidos – IES” para el año 2015.

Finalmente se realizo la sumatoria del dato obtenido de la caracterización y del volumen de basuras, estableciendo el dato real de esta variable independiente.

• Estimación y cálculo de la Huella Ecológica:

Se calculo el área de territorio ecológicamente aprovechable, necesaria para producir los recursos naturales utilizados y para asimilar los residuos producidos por la Corporación Universitaria Minuto de Dios sede principal en el año 2015, a través de las variables recomendadas por López & Blanco (2007), de la Oficina de Desarrollo Sostenible de la Universidad de Santiago de Compostela, equivalentes a la Huella Ecológica.

Utilizando los datos generales obtenidos del procedimiento anterior (emisiones totales de CO₂), se aplico a cada una de las variables independientes la siguiente ecuación:

$$\text{Huella Ecológica} \left(\frac{\text{ha}}{\text{año}} \right) = \frac{\text{Emisiones (ton CO}_2\text{)} + \text{Superficie de UNIMINUTO (ha/año)}}{\text{C. Fijación} \left(\frac{\text{ton CO}_2}{\text{ha}} \right)}$$

Ecuación 1. Huella Ecológica.

Fuente. López & Blanco, 2007

El valor de la fijación de carbono se estimó en 6,27 t CO₂ /ha/ año para un terreno boscoso en el que se acumula biomasa (viva y muerta) y suelo (tierra vegetal y suelo mineral), este dato fue establecido puesto que se asumió que las emisiones de carbono fueron captadas por este tipo de terreno y además fue un factor establecido por la autora guía López & Blanco (2007), también se tuvo en cuenta que la superficie total de los tres edificios de la sede principal de UNIMINUTO fue de 1,961 ha.

Los valores resultantes de la aplicación de la “ecuación 1” dieron como consecuencia la Huella Ecológica en hectáreas por año (ha/año), pero para poder comparar los resultados de cada una de las variables independientes de la Huella Ecológica de UNIMINUTO con otras universidades a nivel mundial, se debió expresar los cálculos siguiendo una única medida común, la cual fue la hectárea global por año (hag/año), y para obtener este dato simplemente se multiplicó por el factor de equivalencia según categoría de superficies productivas (2,18) para una superficie artificada, de esta manera se logró obtener el dato requerido.

- **Comparación de resultados:**

Se comparó el resultado de cuatro mediciones de Huellas Ecológicas en universidades a nivel mundial con el resultado de la Huella Ecológica de UNIMINUTO sede principal para el año 2015, de esta manera se logró establecer el grado de incidencia que causan las diversas actividades que se desarrollaron dentro de las instalaciones, con el fin de generar una línea base con respecto a propuestas futuras de mejora y saber si UNIMINUTO está o no produciendo más dióxido de carbono del que necesita para desarrollar sus actividades.

También se comparó el área y los porcentajes de distribución del total la Huella Ecológica de UNIMINUTO con la de otras universidades, para luego analizar de manera detallada

cada una de las variables independientes partiendo de la comparación de los totales generales de cada cálculo de la Huella Ecológica con otras universidades.

Para finalizar se estudiaron los datos en cuanto a las Huellas Ecológica (hag/persona) y su respectivo porcentaje de peso con respecto a la huella total con otras universidades. Luego se mencionaron las implicaciones ambientales y las posibles sugerencias soportadas en literatura.

Capítulo IV

4. Resultados.

4.1. Resultados de la cuantificación del consumo de recursos y emisiones totales de CO₂.

En esta etapa se cuantificaron los diferentes recursos naturales que utilizó UNIMINUTO sede principal, la comunidad académica, docente y administrativa, para desarrollar sus actividades como ente educativo. A continuación se explica cada una de las variables independientes que se evaluaron para la cuantificación de la huella de carbono correspondiente al año 2015 para así posteriormente poder calcular la Huella Ecológica.

Consumo de agua.

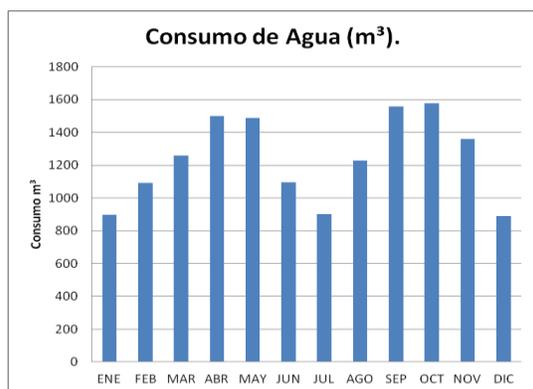
El agua es un recurso indispensable para la ejecución de actividades en UNIMINUTO. Para acceder al recurso del agua se requiere de procesos como la captación, la potabilización, la distribución en alta y en baja, el sistema de alcantarillado, el tratamiento del agua residual, el retorno del agua depurada al medio y la reutilización, entre otros. Estos procesos generan grandes cantidades de emisiones de CO₂ al ambiente por la gran demanda de energía y combustibles que necesitan para llevarse a cabo, por esto fue de gran importancia analizar los consumos de agua dentro de la universidad y considerarlos en la cuantificación de la huella de carbono y posteriormente para el cálculo de la Huella Ecológica.

UNIMINUTO sede principal cuenta con el servicio de acueducto prestado por la empresa de “Acueducto, agua y alcantarillado de Bogotá”; esta empresa posee dos fuentes importantes para su funcionamiento, una se encuentra ubicada en el embalse de Chuza, que pertenece a la cuenca del río Chuza y es el centro del sistema Chingaza, por lo general esta represa aporta un 70% del agua potable para todos los bogotanos. La segunda fuente es la Central Hidroeléctrica de Santa Ana, esta se encuentra vinculada al esquema de intercambio internacional de reducciones certificadas de emisiones (CER), generando, a partir del aprovechamiento del salto existente por el transporte de agua potable desde la planta de tratamiento Francisco Wiesner hasta el tanque de almacenamiento de agua potable de Santa Ana, aproximadamente 47 GigaWattios-hora, que se conectan con el

sistema interconectado nacional, siendo esta una energía limpia (Acueducto. Agua y Alcantarillado de Bogotá, 2016).

Para saber cuál fue el consumo general de agua en los tres edificios de la sede principal de UNIMINUTO, fue necesario relacionar algunas actividades que se desarrollaron cotidianamente dentro de las instalaciones, como: el uso de los baños tanto de los sanitarios como los lavamanos, producto del gran flujo de estudiantes y del personal administrativo, manufactura de alimentos en el restaurante, riego de zonas verdes y el aseo de todas las instalaciones. Los consumos de agua en metros cúbicos mensuales están cuantificados en los recibos del acueducto, por eso solo se toma en cuenta el dato del consumo que este recibo proporciona para calcular las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de agua, para el 2015, en UNIMINUTO, sede principal.

A continuación en la “*gráfica 1*”, se evidencia la dinámica del consumo del agua durante el año 2015. A partir de esta se establece que los períodos de mayor consumo de agua fueron para los meses de abril, mayo, septiembre y octubre, el menor consumo de agua se identificó durante los meses de enero, julio y diciembre, lo que debe a que los estudiantes se encontraban en vacaciones; pero hay que aclarar que los cambios que se presentaron no fluctuaron de manera drástica, ya que UNIMINUTO continuó con sus actividades administrativas y académicas de manera normal durante todo el año incluyendo las épocas de los intersemestrales.



Gráfica 1. Consumo de agua mensual del año 2015 de la Corporación Universitaria Minuto de Dios sede principal.

Fuente. Elaboración propia.

El consumo de agua en la sede principal por efecto de las distintas actividades anteriormente mencionadas fue de 14847 m³ para el año 2015, por lo cual se puede deducir que el promedio mensual fue de 1237,2 m³ y el consumo medio diario fue de 41,241 m³; datos recolectados directamente de los recibos de agua consultados mes a mes.

Adicional a los datos de consumo, la Unidad Ambiental realizó un diagnóstico sobre los hábitos de consumo de agua de los distintos actores en el 2015. Esta encuesta dio como resultado el número promedio de cuantas veces en el día una persona tira de la cisterna, se lava los dientes o toma agua del grifo en UNIMINUTO sede principal. A continuación se puede evidenciar el resumen de los resultados que la encuesta obtuvo en la siguiente tabla:

	Veces al día		
	Tirar de la Cisterna	Lavarse los Dientes	Beber Agua del Grifo
Administrativos	2,4	1	0,9
Estudiantes	1,4	2,8	1,6

Tabla 6 .Resultados de la encuesta “Hábitos de consumo de agua” en UNIMINUTO sede principal.
Fuente: Elaboración propia.

Los datos de la tabla anterior mostraron que los estudiantes hicieron uso del recurso del agua en promedio 2 veces al día, por lo tanto una población de 18803 estudiantes pudo utilizar el recurso del agua hasta 37606 veces al día.

Asumiendo que al lavarse los dientes con agua corriendo los estudiantes, docentes y administrativos podrían gastar hasta 20 Litros de agua y al tirar de la cisterna oscilarían entre los 7 a 10 Litros de agua (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2016), se pudo afirmar, que un solo estudiante pudo llegar a utilizar 40 Litros de agua al día para lavarse los dientes y un administrativo pudo llegar a utilizar 16 Litros al día de agua para tirar de la cisterna, esto quiere decir que al día se lograron consumir 58 Litros de agua y para una población total de 20490 el consumo fue de 1188420 Litros, es decir 1188,4 Litros de agua al día para la población estudiada, esto como complemento a los datos obtenidos.

El factor de conversión para pasar de metros cúbicos de agua consumidos a toneladas de CO₂ emitidas que se empleo fue el sugerido por López & Blanco (2007), de 0,5 Kg CO₂/m³, para luego ser multiplicado directamente por el consumo total anual de agua para de esta manera obtener el dato total de emisiones asociadas al consumo de agua de los tres edificios la Corporación Universitaria Minuto de Dios sede principal. En la siguiente tabla se puede evidenciar el resultado de las operaciones anteriormente mencionadas:

Factor de conversión:	0,5 Kg CO ₂ /m ³
Consumo anual agua:	14847 m ³
Emisiones asociadas al consumo de agua 2015:	7423,5 Kg CO ₂

Tabla 7. Resultado de las emisiones asociadas al consumo de agua para el 2015 en UNIMINUTO sede principal.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado total de las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de agua para una población total de 20490 personas administrativa, docentes y estudiantes de la sede principal de UNIMINUTO para el año 2015 fue de 7423,5 Kg CO₂. Las emisiones CO₂ per cápita para la población total estudiada, fue de 0,362 Kg CO₂ por persona al año.

Recursos para la construcción de los edificios.

Para el presente trabajo se tomo como área construida la correspondiente a los tres edificios principales de UNIMINUTO sede principal con un valor promedio de 19613,55 m². Esta área se cuantifico a partir de los planos correspondientes de cada uno de los tres edificios proporcionados por la dependencia de planta física.

Para conocer las emisiones anuales producidas por la construcción de los edificios, se considero una vida útil de 40 años sugerida por López & Blanco (2007) asociado a que se considera que ese es el tiempo que transcurre sin que sea necesario realizar obras de acondicionamiento en una edificación. Para cuantificar las emisiones de CO₂ se utilizo un factor de conversión de 521 kg CO₂/m² (Cuchi & López, 1999) que considera las

emisiones de dióxido de carbono debidas a la construcción de la estructura, cubiertas, pavimentos, paredes, sistemas de iluminación, instalaciones, revestimientos y pinturas.

Teniendo en cuenta lo mencionado por López y Cuchi (1999), se procede a obtener las emisiones de CO₂ reales asociadas a la construcción, para esto se realizó la siguiente operación:

Recursos para la construcción de los edificios =

(Factor de conversión) * (m² superficie construida)

40 años de vida útil.

El dato de los años de vida útil fue tomado de la nueva tabla de vida útil de los bienes físicos del activo inmovilizado de los Servicios de Impuestos Internos según Resolución exenta N° 43 del 26 de diciembre del 2002 Materia: fija vida útil normal a los bienes físicos del activo inmovilizado para los efectos de su depreciación, conforme a las normas del N° 5 del artículo 31 de la ley de la renta, contenida en el artículo 1° del D.L. N° 824, de 1974 de Colombia.

Superficie total en m² de la Corporación Universitaria minuto de Dios	19613,55 m ²
Factor de conversión	521 kg CO ₂ /m ²
Años de vida útil de un edificio	40
Emisiones asociadas a la construcción (Kg CO₂)	255466,48 Kg CO ₂

Tabla 8. Resultado de las emisiones asociadas a la construcción para el año 2015 en UNIMINUTO sede principal.

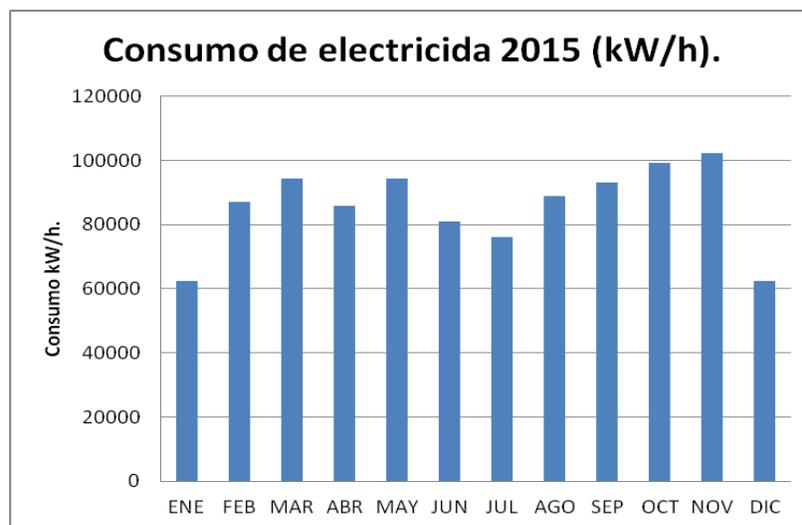
Fuente: Elaboración propia.

El resultado total de emisiones asociadas a la construcción de los tres edificios de UNIMINUTO sede principal para el año 2015 fue de 255466,48 KgCO₂, cabe resaltar que este dato fue obtenido directamente de los mapas y la sumatoria de áreas en m². Teniendo en cuenta el dato anterior se dedujo que las emisiones per cápita para un integrante de UNIMINUTO al año fue de 12,467 KgCO₂.

Consumo de energía eléctrica.

El consumo total de energía en Kilovatios por hora para los tres edificios de UNIMINUTO sede principal, se estableció mediante la toma de los datos de los recibos proporcionados mes a mes por la empresa “CODENSA S.A. E.S.P”. Las actividades relacionadas con el consumo de energía para UNIMINUTO fueron asociadas a la iluminación de las oficinas y salones, el funcionamiento continuo de los equipos electrónicos y electrodomésticos, la preparación de alimentos en el restaurante, en ciertos casos la puesta en marcha de la planta eléctrica y los lugares de conexión para recargar la batería de elementos como celulares, portátiles etc.

En la siguiente tabla se evidencian los consumos mensuales del año 2015, recolectados directamente por las facturas de este servicio:



Gráfica 2. Consumo de electricidad mensual del año 2015 de la Corporación Universitaria Minuto de Dios sede principal.

Fuente. Elaboración propia.

En la “gráfica2”, se puede observar el cambio continuo del consumo de energía para el año 2015. En los meses de enero, julio y diciembre se evidenció un consumo menor debido a que los estudiantes se encontraban en vacaciones durante estos meses. Es preciso aclarar que el promedio de consumo no fluctúa de manera drástica puesto que la universidad continuó con sus actividades administrativas durante todo el año sin excepción alguna.

Durante el 2015 UNIMINUTO consumió un total de 1026466,15 kWh al año, es decir que el promedio mensual consumido fue de 85538,845 kWh, y para el consumo medio diario se obtuvo 2851,294 kWh.

Para obtener las emisiones totales de CO₂ asociadas al consumo de energía para el año 2015 se utilizó el factor de conversión dado por el Instituto Energético de Galicia, (2007), el cual fue 0,57 KgCO₂/ kWh y se obtuvo:

Factor de conversión	0,57 Kg CO ₂ / kWh
Consumo total (kWh) electricidad de la Corporación Universitaria minuto de Dios	1026466,15 kwh
Emisiones asociadas al Consumo (kWh) electricidad	585085,705 KgCO ₂

Tabla 9. Resultado de las emisiones asociadas al consumo de electricidad para el año 2015 en UNIMINUTO sede principal.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado total para las emisiones asociadas al Consumo (kWh) electricidad para la sede principal de UNIMINUTO en el año 2015 fue de 585085,705 Kg CO₂. El consumo per cápita de la comunidad académica de UNIMINUTO fue de 28,554 KgCO₂.

Consumo de combustibles asociado a la movilidad de vehículos no propios.

Una de las actividades que más emitió CO₂ fue la movilidad, situación asociada a desplazamientos a lugares de trabajo y estudio, tanto de administrativos, docentes y estudiantes de UNIMINUTO sede principal y también a los diversos sistemas de transporte que utilizaron para cada recorrido. Es de resaltar que la universidad no contó para el año 2015 con vehículos propios. Lo anteriormente mencionado fue una dificultad, ya que no se pueden conocer los datos exactos de desplazamiento, debido a que las distancias que se recorren y el sistema de transporte utilizado varía para cada persona.

Para cuantificar las distancias y el tipo de transporte que utilizó la comunidad para llegar a UNIMINUTO sede principal, se aplicaron 884 encuestas tanto a estudiantes como a

personal administrativo en tres puntos de muestreo divididos en las diferentes jornadas de UNIMINUTO (mañana, tarde y noche), el total de la muestra estudiada se eligió basándose en un estudio realizado por Bogotá como vamos (2014), quien afirmó que en Bogotá en promedio 6 de cada 10 pasajeros utilizaron un articulado de Transmilenio para dirigirse a su lugar de trabajo o estudio, además analizo los medios de transporte utilizados para desplazarse en la ciudad. Según los resultados, el 45% del total de los ciudadanos se movilizó en transporte masivo: 39% en Transmilenio y 6% en SITP (Bogotá cómo vamos, 2015).

Los resultados de la encuesta aplicada a la comunidad de UNIMINUTO sede principal fueron:

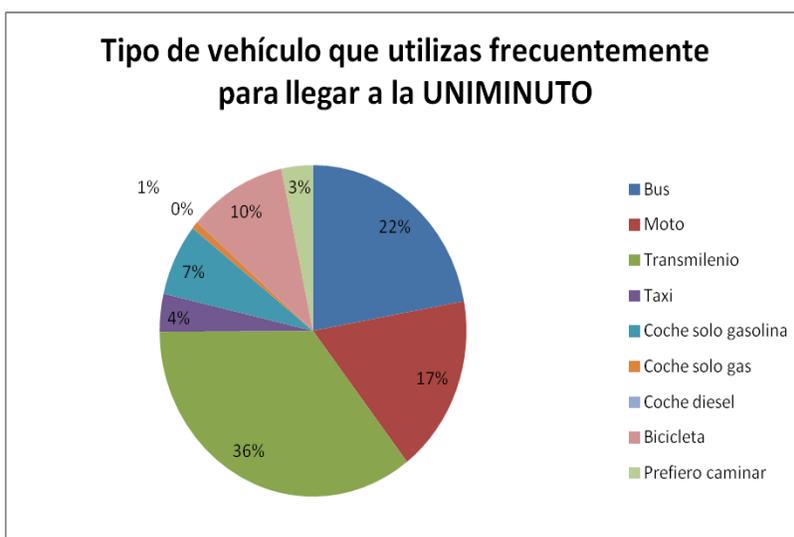


Imagen 9. Tipo de vehículos frecuentes que utilizan administrativos y estudiantes para llegar a UNIMINUTO en el año 2015.

Fuente. Elaboración propia.

Según los datos obtenidos en la tabulación de la encuesta, el transporte más usado por la comunidad académica de UNIMINUTO es Transmilenio con un 36%, seguido del uso de bus con un 22% y moto 17%, dato que coincide con los datos reportados para la ciudad de Bogotá según el estudio de Bogotá cómo vamos(2015).

Según la Secretaría de Ambiente, Transmilenio genera el 68% de las emisiones de CO₂, que son aproximadamente 75 toneladas de material particulado en Bogotá por año con

respecto a los demás vehículos utilizados y estudiados en la encuesta ejecutada (Universidad Nacional de Colombia, 2015).

Además, con la encuesta aplicada se estimaron las distancias que en promedio recorre la comunidad académica para desplazarse a UNIMINUTO sede principal. Los resultados se presentan a continuación:

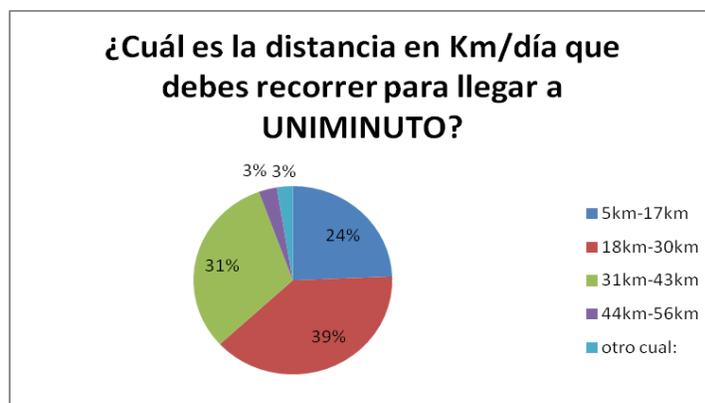


Imagen 10. Distancias frecuentes que recorren administrativos y estudiantes para llegar a UNIMINUTO en el año 2015.

Fuente. Elaboración propia.

El 39% de la comunidad de UNIMINUTO recorre de 18 Km a 30 Km por día, seguido del 31% para el valor de 31 Km a 43 Km. Con los datos obtenidos se calcularon los kilómetros recorridos totales, teniendo en cuenta la distancia recorrida por cada persona, identificando que tipo vehículo utilizó. El resultado final de estos cálculos fue:

Km/ día	
BUS	2537
MOTO	1651
TRANSMILENIO	3087
TAXI	164
COCHE GASOLINA	375
COCHE SOLO GAS	48
COCHE DIESEL	35
BICICLETA	276
PREFIERO CAMINAR	121
TOTAL	8294

Tabla 10. Total de Kilómetros/día recorridos por estudiantes y administrativos según encuesta realizada el año 2015 en UNIMINUTO sede principal.

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos establecidos en la “*tabla 9*” de Km/ día y el tipo de transporte utilizado por la comunidad para llegar a UNIMINUTO, se cuantificaron las cantidades totales y este fue el resultado:

Tipo de desplazamiento.	Cantidad de usuarios (administrativos y estudiantes).	Valor promedio de Km al día Según encuesta.	Km Totales día que recorre la población estudiada.
Bus	5806	28,28	164179,54
Moto	4098	25,08	102777,84
Transmilenio	7240	26,2	189682,76
Taxi	478	16,57	7922,117
Coche solo gasolina	751	26,36	19804,268
Coche solo gas	135	24	3278,4
Coche diesel	137	17,5	2390,5
Bicicleta	1025	15,33	15705,585
Prefiero caminar	820	11	9015,6

Tabla 11. Total de Kilómetros/día recorridos por estudiantes y administrativos en el año 2015 en UNIMINUTO sede principal.

Fuente: Elaboración propia.

Para saber cuál fue el consumo de Litros/ día de combustible utilizado para cada tipo de desplazamiento y conocer las emisiones de CO₂, se utilizaron los siguientes rendimientos:

	Km	Litros
Gasolina coche	12	1
Diesel coche	12	0,78
Gas coche	12	0,708
Bus gasolina	12	3
Moto gasolina	12	0,259
Transmilenio diesel	12	13,627

Tabla 12. Rendimientos de combustible según vehículo y Km recorridos.

Fuente: Diariomotor, 2015.

Según la “*tabla 11*”, el tipo de transporte que consume menos combustible para su movilización fue la moto a gasolina, ya que solo utilizo 0,021 Litros por Km recorrido,

mientras que el transmilenio diesel consume mayor cantidad de combustibles puesto que utilizo 1,135 Litros por Km recorrido.

A continuación se muestra la cuantificación realizada de los litros de combustible consumidos al día por toda la población estudiada:

Tipo de desplazamiento.	Km Totales UNIMINUTO DIA	Consumo de combustible (Litros/día)
Bus	164179,54	41044,885
Moto	102777,84	2220,001
Transmilenio	189682,76	215407,535
Taxi	7922,117	514,937
Coche solo gasolina	19804,268	1650,355
Coche solo gas	3278,4	193,425
Coche diesel	2390,5	155,382
Bicicleta	15705,585	0
Prefiero caminar	9015,6	0

Tabla 13. Total del consumos de combustible en Litros/ día utilizados en el recorrido para llegar a UNIMINUTO por estudiantes y administrativos en el año 2015.

Fuente: Elaboración propia.

Como fue de suponerse el consumo mayor de combustible en Litros/día fue para el medio de transporte transmilenio con un total de 215407,535 Litros/día, seguido por el medio de transporte bus con un total de 41044,885 Litros/día.

Luego de obtener el consumo de combustible (Litros/día) se realizo la respectiva conversión para cada uno de los vehículos para saber los valores generales del consumo de combustibles en CO₂.

En la “*tabla 13*”, se evidencian las emisiones asociadas de CO₂ (Kg/año) con respecto a 160 días al año que labora o estudia la muestra analizada y los factores de conversión que se utilizaron para cada tipo de desplazamiento:

Tipo de desplazamiento.	Factor de conversión	Emisiones asociadas de CO₂ (Kg/día)	Emisiones asociadas de CO₂ (Kg/año)
Bus	2,38	97686,826	15629892,21
Moto	2,38	5283,603	845376,511
Transmilenio	2,61	562213,668	89954187
Taxi	2,61	1343,987	215037,943
Coche solo gasolina	2,38	3927,846	628455,437
Coche solo gas	1,63	315,283	50445,396
Coche diesel	2,61	405,548	64887,732
Bicicleta	0	0	0
Prefiero caminar	0	0	0
TOTAL		671176,763	107388282,2

Tabla 14. Total de emisiones de CO₂ (Kg/año) generadas por los recorridos de los estudiantes y administrativo para la llegada a UNIMINUTO en el año 2015.

Fuente: Elaboración propia.

Los factores reconversión se tomaron del informe de La Huella Ecológica de la Universidad de Valladolid (2014), para los diferentes tipos de combustibles utilizados en los recorridos por los estudiantes.

Como resultado se tiene que las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de combustibles debido a la movilidad de vehículos no propios fue de 671176,763 KgCO₂ al día, y unas emisiones anuales de 107388282,2 KgCO₂. Por lo anterior se puede deducir que el consumo per cápita de combustible utilizado por persona al año fue de 5241,009 Kg/CO₂.

Consumo de papel.

El papel es uno de los recursos más importantes para el desarrollo de las actividades académicas de UNIMINUTO, se utiliza para actividades administrativas y para el desarrollo de procesos de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes y docentes. El consumo de papel asociado a labores administrativas fue estimado a partir de la compra de resmas de papel durante el 2015, dato proporcionado por la dirección Administrativa y Financiera.

Para estimar el papel usado por la comunidad estudiantil para actividades académicas se utilizó la información proporcionada por la Unidad Ambiental quien aplicó una encuesta a

884 personas de la comunidad académica para saber el valor promedio de fotocopias e impresiones usadas semanalmente por los estudiantes.

El papel virgen asociado a actividades administrativas se estimó en un total de 2209 resmas carta de 75gr, 104 resmas oficio de 75Gr, 3 resmas de 180gr y 83 blocks en el año 2015. El peso promedio de cada resma que se utilizó en la evaluación de esta variable independiente fue:

1 RESMA	PESO
Carta 75gramos	2,259 Kg
Oficio 75gramos	2,673 Kg
Oficio 180 gramos	6,415 Kg
Block	0,300 Kg

Tabla 15. Peso promedio de una resma de papel virgen.

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando los valores de la tabla anterior se estimó que el papel virgen utilizado por los administrativos de UNIMINUTO sede principal fue de 5314,256 Kg durante el año 2015.

Para cuantificar el papel utilizado con fines académicos se utilizaron los datos obtenidos en la encuesta proporcionada por el Componente Ambiental, esta indica que un estudiante en promedio consumió a la semana 7 hojas en fotocopias y 9 hojas en impresiones, dando un resultado total de papel utilizado por estudiante al día de 3,2 hojas.

Es decir que para el año 2015 se consumieron 6317808 hojas de papel para fotocopia y en impresiones 8122896 hojas. El peso aproximado de estas hojas fue de 32634547 Kg al año asumiendo que el tamaño más utilizado por los estudiantes fue el carta.

Realizando la sumatoria del gasto de papel de administrativos y estudiantes se obtuvo un total de 32639861,2 Kg al año de papel, lo cual quiere decir que se utilizó un promedio de 65279,72 resmas el año 2015. Para estimar las emisiones de esta variable se utilizó el factor de conversión dado por López, (2007) de 1,81 Kg/CO₂.

El resultado de emisiones de CO₂ asociado al consumo de papel para el año 2015 fue de 59078148,82 KgCO₂, por lo tanto el consumo per cápita por persona al año fue de 2883,27 KgCO₂.

Producción de residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos químicos que se generaron en UNIMINUTO fueron asociados a las prácticas de laboratorios que se realizaron en las materias de química, materiales, procesos, entre otras. En el caso de residuos peligrosos biológicos se generaron principalmente en la enfermería de los edificios. La información de las cantidades generadas se tomaron del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del año 2015.

En la siguiente tabla se muestran los tipos de residuos peligrosos que generaron las diversas prácticas de laboratorio en el año 2015, su factor de conversión asociado, las unidades en las cuales se realizan las respectivas mediciones y el total de la conversión para cada ítem:

TIPO DE RESIDUO PELIGROSO	TOTAL EN Kg	FACTOR DE CONVERSIÓN	UNIDADES	TOTAL
Biosanitarios Kg/mes	162.469	0,08 (Universidad de Valladolid, 2015).	KgCO ₂ /Kg residuo	12,997
Cortopunzantes Kg/mes	9	0,004 (Universidad de Málaga, 2011).	KgCO ₂ /Kg residuo	0,037
Disoluciones inorgánicas alcalinas- No inflamables Kg/mes	8,53	0,0108 (Universidad de Málaga, 2011).	KgCO ₂ /Kg residuo	0,092
Disoluciones inorgánicas ácidas Kg/mes	0,289	0,0108 (Universidad de Málaga, 2011).	KgCO ₂ /Kg residuo	0,003
Otros acuosos o líquidos orgánicos Ácidos Kg/mes	3,537	0,0108 (Universidad de Málaga, 2011).	KgCO ₂ /Kg residuo	0,038
Halogenados (+2% de algún	0,364	0,0158 (Universidad de	KgCO ₂ /Kg residuo	0,005

halógeno) Kg/mes		Valladolid, 2015).		
No halogenados - Líquidos orgánicos inflamables Kg/mes	5,544	0,0158 (Universidad de Valladolid, 2015).	KgCO ₂ /Kg residuo	0,087
Hidrocarburos aromáticos Kg/mes	0,088	0,0554 (Universidad de Valladolid, 2015).	KgCO ₂ /Kg residuo	0,004
Ácido sulfúrico Kg/mes	0,75	0,0108 (Universidad de Málaga, 2011).	KgCO ₂ /Kg residuo	0,008
Ácido clorhídrico Kg/mes	6,177	0,0108 (Universidad de Málaga, 2011).	KgCO ₂ /Kg residuo	0,066
Aceites usados Kg/mes	0,4	0,0554 (Universidad de Málaga, 2011).	KgCO ₂ /Kg residuo	0,022
Sólidos inorgánicos Kg/mes	0,08	0,2 (Universidad de Valladolid, 2015).	KgCO ₂ /Kg residuo	0,016
Metales pesados Kg/mes	7,261	0,036 (Promedio general de los factores de conversión).	KgCO ₂ /Kg residuo	0,261

Tabla 16. Total de emisiones de CO₂ asociadas a la producción de residuos peligrosos.

Fuente: Elaboración propia

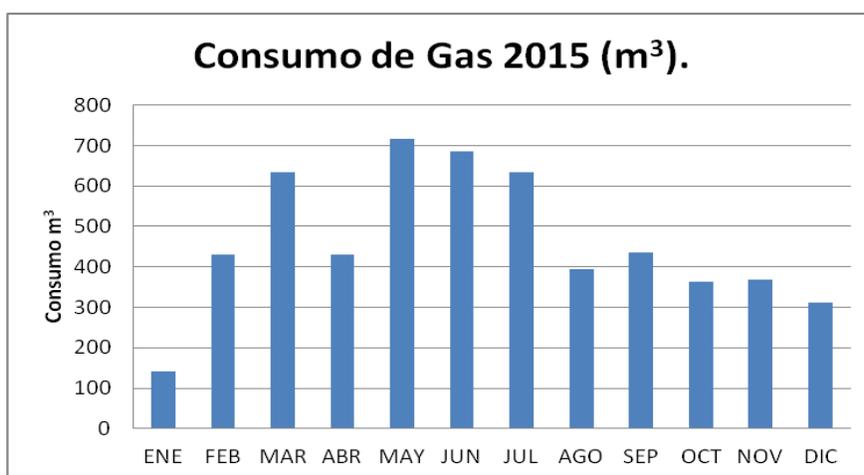
Los residuos de laboratorio se clasifican en diversas categorías en función de su naturaleza, peligrosidad y destino final, por lo tanto todos los tipos de residuos peligrosos debieron ser caracterizados correctamente para minimizar la cantidad de residuos a gestionar, y lograr un gran ahorro ambiental y económico (Servicio de Protección Ambiental SEPA, 2011). Según muestra la “*tabla 16*”, las emisiones más altas de CO₂ generadas por UNIMINUTO sede principal para el año 2015, fueron por el tipo de residuo peligroso biosanitarios con un total de 12,997 KgCO₂, seguido por los metales pesados con un total de 0,264 KgCO₂.

El total de emisiones de CO₂ asociado a la producción de residuos peligrosos generados en los laboratorios para el año 2015 fue de 13,641 Kg CO₂. Para saber cuál fue el consumo per

cápita por persona se dividió el total de emisiones de CO₂ sobre el total de la población estudiada (20490), dando como resultado 0,001 Kg CO₂ al año.

Consumo gas.

El consumo de gas en UNIMINUTO fue relacionado con la actividad de cocción de alimentos en el restaurante de la sede principal. La información de los consumos en metros cúbicos de gas natural para UNIMINUTO fue proporcionado por la empresa “Gas Natural Fenosa” para el año 2015. En la siguiente tabla se pueden ver los consumos mensuales de gas para el año 2015:



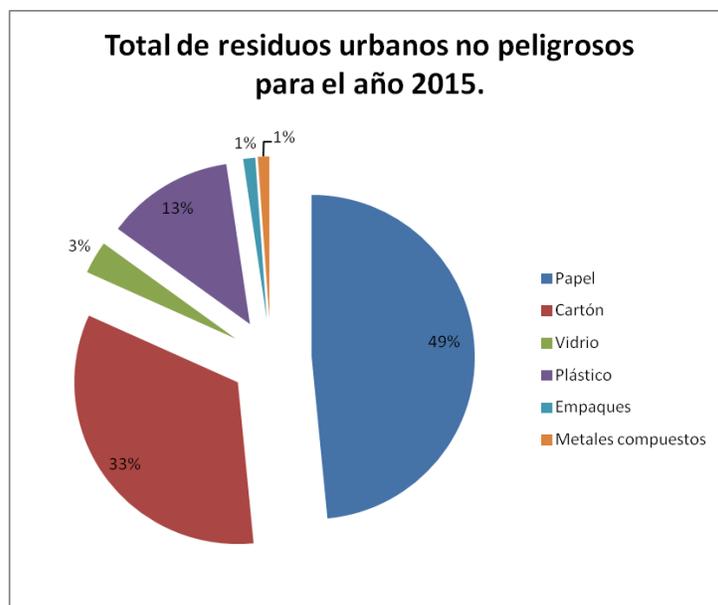
Gráfica 3. Consumo mensual de gas en UNIMINUTO para el año 2015.
Fuente. Elaboración propia.

Durante el 2015 UNIMINUTO consumió un total de 5546 m³ al año de gas, es decir que el promedio mensual consumido fue de 462 m³, y para el consumo medio diario se obtuvo 14,9 m³.

Teniendo en cuenta la información mencionada anteriormente se realizó el cálculo de las emisiones de CO₂ utilizando el factor de conversión dado por López & Blanco, (2007) de 56,10 (kgCO₂/m³). Se estimó que las emisiones totales de CO₂ asociadas al consumo de gas natural fueron de 311130,6 KgCO₂ al año, y el consumo per cápita por persona fue de 15,184 KgCO₂ al año.

Producción de residuos urbanos no peligrosos.

La información correspondiente a la cantidad de residuos sólidos aprovechables y no aprovechables generados por UNIMINUTO fue tomada del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. En el caso de los residuos sólidos aprovechables los porcentajes de cada residuo se pueden apreciar en la siguiente grafica:



Gráfica 4. Total de residuos urbanos no peligrosos generados en UNIMINUTO para el año 2015.

Fuente. Elaboración propia.

El residuo sólido no peligroso más generado tanto por estudiantes como administrativos para el año 2015 fue el papel con un total de 10104 Kg equivalentes a un 49%, seguido del cartón con un total de 6940 Kg y un porcentaje de 33 y el plástico con un 13% y un peso de 2641 Kg. Estos residuos se entregan a la Asociación Nacional de Recicladores, quienes y realizan el aprovechamiento correspondiente de cada residuo. Para el año 2015 se generaron en total 20849 Kg de residuos urbanos no peligrosos aprovechables. Para la cuantificación de las emisiones de CO₂ se utilizó el factor de conversión dado por el IPCC (2006) el cual fue de 91,70 Kg CO₂/ Kg de residuo. Por lo tanto solo se multiplicó el total de materiales por el factor de conversión directamente, dando el siguiente valor:

Total Kg de material no peligroso Urbano	Factor de conversión (kgCO₂/residuo)	Emisiones de totales de Kg CO₂
20849	91,70	1911853,3

Tabla 17. Total de emisiones de CO₂ asociadas a la producción de residuos urbanos no peligrosos.
Fuente: Elaboración propia

En el caso de residuos sólidos no aprovechables se utilizó el valor en metros cúbicos proporcionado por la empresa “Aguas de Bogotá” de 13,35 m³, y para pasar el valor a kilogramos se multiplicó por una densidad de 117 (Kg /m³) factor utilizado para los tipos de residuos sólidos de rechazo (macroaproximación) valor tomado del “Formato de caracterización de residuos sólidos – IES” para el año 2015, dando como resultado 18743,4 (Kg /m³).

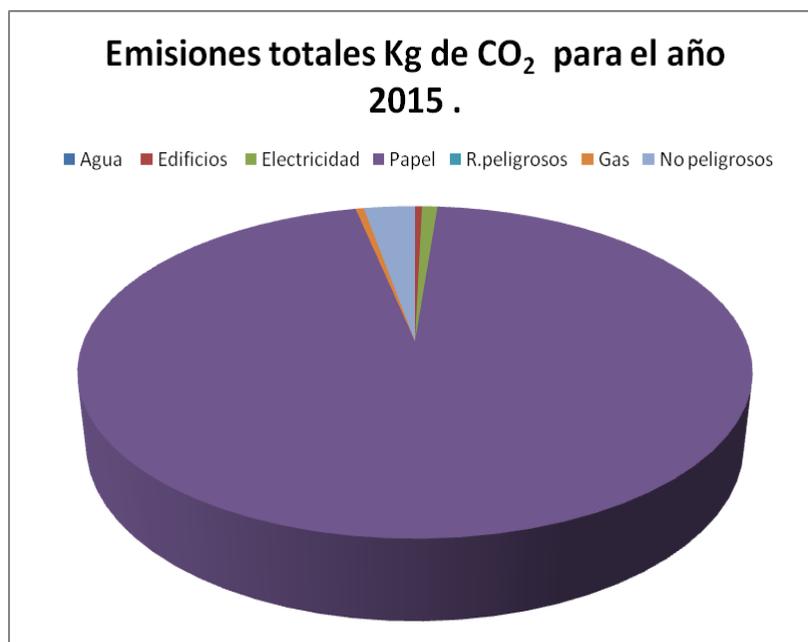
Teniendo en cuenta los valores anteriores se establece que el resultado para las emisiones totales de CO₂ asociadas a la producción de residuos urbanos no peligrosos para el año 2015 fue de 1930596,7 Kg/CO₂ y el valor per cápita por persona fue de 94,221 Kg/CO₂ al año.

Las emisiones totales de CO₂ de la Corporación Universitaria Minuto de Dios para el año 2015 aparecen resumidas en la siguiente tabla:

Variables independientes	Emisiones de:			
	(Kg de CO₂)	(tonCO₂/año)	Per cápita Persona/año (Kg de CO₂)	Per cápita Persona/año (tonCO₂/año)
Agua	7423,5	7,423	0,362	0,0003
Edificios	255466,48	255,466	12,467	0,012
Electricidad	585085,703	585,085	28,554	0,028
Papel	59078148,82	59078,148	2883,267	2,883
R. peligrosos	13,641	0,013	0,0006	0,0000006
Gas	311130,6	311,130	15,184	0,015
No peligrosos	1930596,7	1930,596	94,221	0,094
Total	62167865,44	62167,87	3034,058	3,034

Tabla 18. Resumen de las emisiones totales de CO₂ generadas por la Corporación Universitaria Minuto de Dios para el año 2015.
Fuente: Elaboración propia

Para establecer las emisiones totales de Kg de CO₂ para el año 2015 que UNIMNUTO género, se omitieron las emisiones de CO₂ de movilidad, ya que no corresponde a vehículos propios de UNIMINUTO y no hacen parte esencial de las actividades que la universidad deba llevar a cabo para su desarrollo como ente educativo. En la siguiente gráfica se indican los porcentajes de CO₂ emitidos por las actividades evaluadas



Gráfica 5. Resumen de las emisiones totales de CO₂ generadas por la Corporación Universitaria Minuto de dios para el año 2015 evaluadas para la Huella Ecológica.

Fuente. Elaboración propia.

Las actividades que generaron más emisiones de CO₂ fueron el consumo de papel con un 95% de las emisiones totales, seguida de la producción de residuos urbanos no peligrosos con un 2,9% y el consumo de electricidad con un 0,8 %.

Por tanto, la Corporación Universitaria Minuto de Dios obtuvo un valor en emisiones de Kg de CO₂ para el año 2015, de 62167865,44, este valor se debió pasar a tonCO₂/año y dio como resultado 62167,87, esto con el fin de tener una unidad utilizada mundialmente y facilitar los análisis pertinentes. Las emisiones totales de CO₂ para una persona de UNIMINUTO fueron de 3034,058 Kg de CO₂ y 3,034 tonCO₂/año año per cápita.

4.2. Resultados de la estimación y cálculo de la Huella Ecológica.

En la segunda etapa de este proyecto se cuantifico la Huella Ecológica, es decir el área de territorio ecológicamente aprovechable necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por la actividad de la Corporación Universitaria Minuto de Dios sede principal. Para saber el resultado general de la Huella Ecológica fue necesario primero cuantificar la huella de carbono para cada una de las variables independientes, esto se realizo en la etapa previa, luego en esta etapa se procedió a aplicar la ecuación de la Huella Ecológica individualmente para cada variable, obteniendo como resultado final la Huella Ecológica general para UNIMINUTO sede principal en el año 2015.

Para el cálculo de la huella ecológica se utilizo la metodología de López & Blanco (2007) que establece:

$$\text{Huella Ecológica} \left(\frac{\text{ha}}{\text{año}} \right) = \frac{\text{Emisiones (ton CO}_2\text{)} + \text{Superficie de UNIMINUTO (ha/año)}}{\text{C. Fijación} \left(\frac{\text{ton CO}_2\text{}}{\text{ha/año}} \right)}$$

Ecuación 1. Huella Ecológica.

Fuente. López & Blanco, 2007

Previamente se determinaron las áreas en las que UNIMINUTO sede principal desarrolla sus actividades con un valor de de 1,961 ha y las emisiones de CO₂ para el 2015 estimadas en 62167,87 tonCO₂/año. Como valor para la fijación de carbono se utilizo el de absorción de bosques de 6,27 tonCO₂/ha/año, propuesto por López & Blanco (2007) y empleado en diferentes estudios como los de las universidades de Malagá, Marta Abreu, Valladolid y la Católica Pontificia de Perú. Remplazando los valores en la ecuación, se obtuvo:

Variables independientes	HUELLA ECOLÓGICA (ha/año)	HUELLA ECOLÓGICA (hag/año)
Agua	1,497	2,006
Edificios	41,057	55,016
Electricidad	93,628	125,461
Papel	9422,665	12626,371
R. peligrosos	0,315	0,422

Gas	49,935	66,913
No peligrosos	308,223	413,019
Total	9917,320	13289,208

Tabla 19. Resumen de las emisiones totales de CO₂ generadas por la Corporación Universitaria Minuto de dios para el año 2015.

Fuente: Elaboración propia

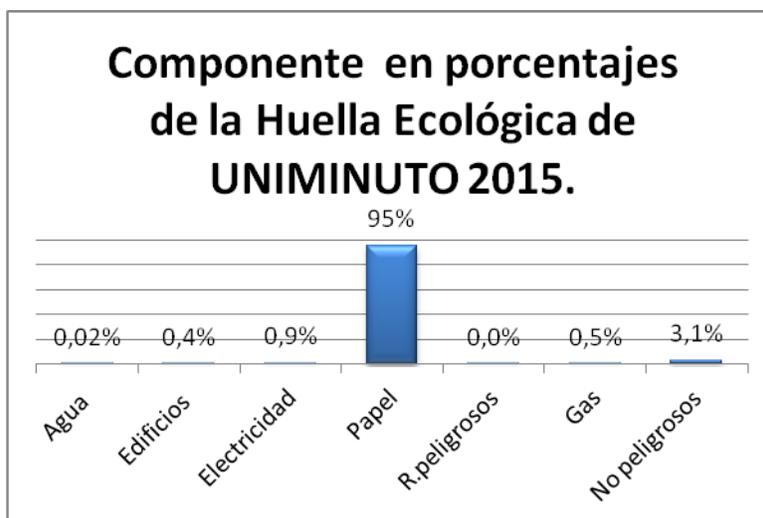
La Huella Ecológica (ha/año) es la aplicación de la “*ecuación 1*” anteriormente mencionada a cada resultado de las emisiones en tonCO₂ de cada variable independiente estudiada. El valor obtenido para cada variable independiente tiene en cuenta la superficie de ocupación de UNIMINUTO en hectáreas, el factor de conversión de carbono (6,27) y las emisiones de CO₂ generadas respectivamente, mientras que la Huella Ecológica (hag/año) es simplemente la multiplicación del resultado de cada Huella Ecológica (ha/año) por el factor de equivalencia según categoría de superficie productiva, la cual es 1,37 para bosques según López & Blanco (2007).

Por tanto, la Corporación Universitaria Minuto de Dios obtuvo una Huella Ecológica para el año 2015 de 9917,320 ha/año y de 13289,208 hag/año. Teniendo en cuenta que el tamaño de la población estudiada fue de 20490 tanto administrativos, docentes y estudiantes, la Huella Ecológica de UNIMINUTO por persona fue de 0,484 ha/año o 0,648 hag/año per cápita y para las 20490 personas que frecuentan los tres edificios de la sede principal 13277,52 hag/año.

4.3. Alcance de la Huella ecológica de UNIMINUTO sede Principal

En esta última etapa se analizó el dato del indicador de Huella Ecológica obtenido en UNIMINUTO sede principal para el año 2015, comparando el resultado con el de otras universidades para establecer el grado de incidencia que causan las diversas actividades que se desarrollan dentro de sus instalaciones. También se generaron recomendaciones pertinentes para cada variable estudiada.

La Corporación Universitaria Minuto de Dios necesitó para abastecerse de recursos naturales en el año 2015 de una superficie de 0,648 hag/año per cápita productiva de la tierra, sin tener en cuenta las actividades extracurriculares que tanto administrativos como estudiantes realizaron en su diario de vivir. Los componentes en porcentajes de la Huella Ecológica de UNIMINUTO fueron:



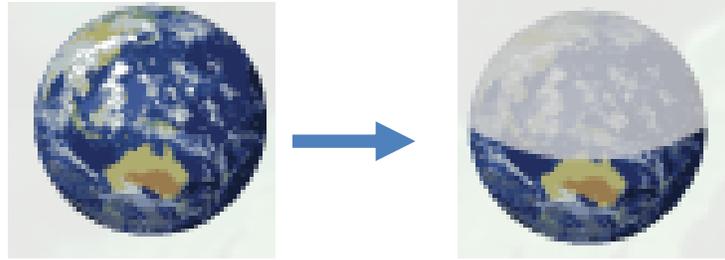
Gráfica 6. Componentes en porcentajes de la Huella Ecológica de UNIMINUTO 2015.

Fuente. Elaboración propia.

Para mantener el consumo de recursos naturales en el espacio universitario que utilizaron los estudiantes, docentes y administrativos de la sede principal de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, se necesitaran 0,648 hectáreas globales del área productiva de la Tierra por persona. Las áreas más representativas para la Huella Ecológica de UNIMINUTO fueron para las variables de papel seguido por la producción de residuos no peligrosos.

La huella ecológica para UNIMINUTO:

Si todas las universidades del mundo llevaran el mismo estilo de vida que tuvo UNIMINUTO sede principal para el año 2015, se necesitaría la capacidad regenerativa 0,36 planetas al año.



Equivalente a 1 planeta tierra

Capacidad regenerativa de 0,36 planeta

Imagen 11. Equivalentes de las Hectáreas globales.

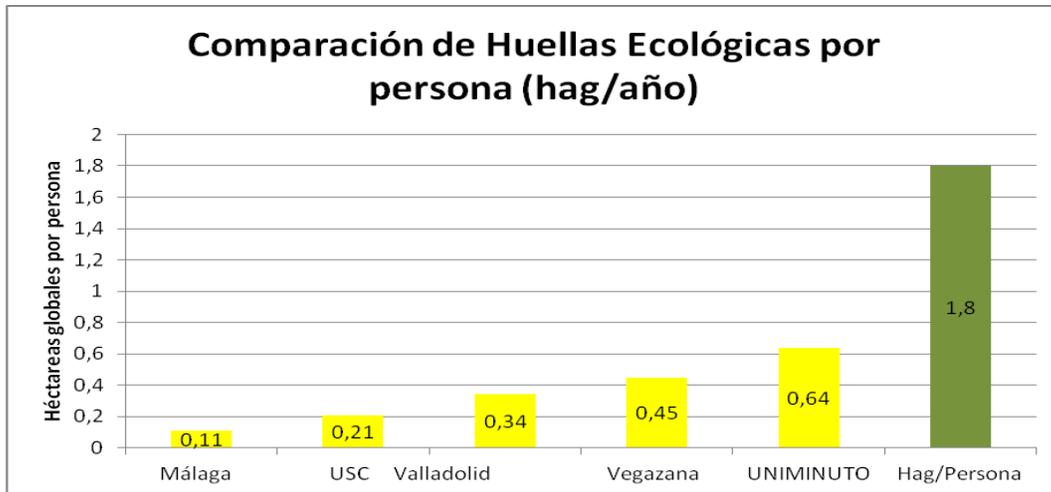
Fuente. Elaboración propia.

4.4. Discusión y análisis para la cuantificación del consumo de recursos y emisiones totales de CO₂.

En el transcurso de esta investigación se evidenció que son muy pocas las universidades a nivel mundial que se han atrevido a utilizar y a analizar el indicador de la Huella Ecológica, sin embargo las que la han medido suelen emplear menos variables independientes o categorías de impacto.

La comparación entre universidades varía según los perfiles de emisiones de CO₂, las funciones que se desarrollen dentro de cada una, su situación geográfica, el número de edificios con que cuenta...etc (López & Blanco, 2007), esto es de vital importancia aclararlo para establecer un contexto de análisis con respecto a los resultados obtenidos.

A continuación, en la “*gráfica 7*” se muestra una comparación de las Huellas Ecológicas (hag/persona/ año) entre cuatro universidades:



Gráfica 7. Comparación de Huellas Ecológicas por persona (hag/año)
Fuente. Elaboración propia.

Según la “*gráfica 7*”, se puede evidenciar que UNIMINUTO para el año 2015 se encontró muy próxima a sobrepasar el promedio de 1,8 (hag/año) por persona de la biocapacidad comparada con las otras universidades, ya que utilizó el equivalente al 0,36 ha del planeta tierra para proporcionar los recursos que se utilizaron en el año 2015 y absorber los desechos generados en el mismo año. Esto significa que el promedio de Tierra utilizada, tardaría de 6 a 9 meses para regenerar las 0,36 hectáreas consumidas de los recursos que la universidad UNIMINUTO sede principal utilizó en el año.

Si UNIMINUTO y las demás universidades siguen aumentando su Huella Ecológica, convirtiendo los recursos naturales en residuos o emisiones de CO₂ mucho más rápido que los residuos se pueden convertir de nuevo en recursos, pueden llegar a agotar los mismos recursos de los que la vida humana y la biodiversidad dependen (Global Footprint Network, 2016).

A continuación la “*tabla 20*”, muestra las comparaciones generales en términos porcentuales de las diferentes universidades y de las diferentes variables evaluadas en la medición de emisiones de CO₂ (ton/año):

Variables independientes	USC	Vegazana	Málaga	Marta Abreu	Católica de Perú	UNIMINUTO
Agua	0,767	0,055	0,498	0,088	38,500	0,015
Edificios	22,658	28,273	27,966	13,389	26,000	0,414
Electricidad	44,626	66,713	67,540	76,495	0,000	0,944
Papel	1,975	4,959	1,341	0,000	35,500	95,012
R. peligrosos	1,892	0,000	0,001	0,000	0,000	0,003
Gas	28,081	0,000	0,827	0,000	0,000	0,504
No peligrosos	0,000	0,000	0,452	9,517	0,000	3,108

Tabla 20. Comparación de las emisiones de CO₂ (ton/año) de diversas universidades en valores porcentuales.

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos establecidos anteriormente, se logró evidenciar que la emisión más elevada en cuanto a tonCO₂/año de UNIMINUTO sede principal comparada con otras universidades, fue notoriamente para la variable de papel; en esta variable estudiada se debe recalcar que aunque la universidad haya realizado en los años 2014 y 2015 procesos de reciclaje y campañas para promover el no uso de papel virgen, esto no ha sido suficiente para que los administrativos y estudiantes regulen y disminuyan el consumo de este recurso. Seguida de la variable independiente de producción de residuos urbanos no peligrosos y de electricidad.

El recurso de papel ha sido indispensable en el desarrollo de las actividades en cualquier ámbito académico. La industria papelera es el quinto sector industrial que utiliza mayores cantidades de energía para la producción final de este material, con un 4% del uso mundial de energía (Arroyo, y otros, 2009), ya que para la fabricación de una tonelada de papel se necesitan unos 17 árboles, esto quiere decir que si se lograra reciclar en promedio unos 54 kilos de papel al día de los 32639861,23 Kg utilizados en UNIMINUTO, se estaría disminuyendo el uso de 1 árbol en la producción y así de esta manera se podría reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por esta industria.

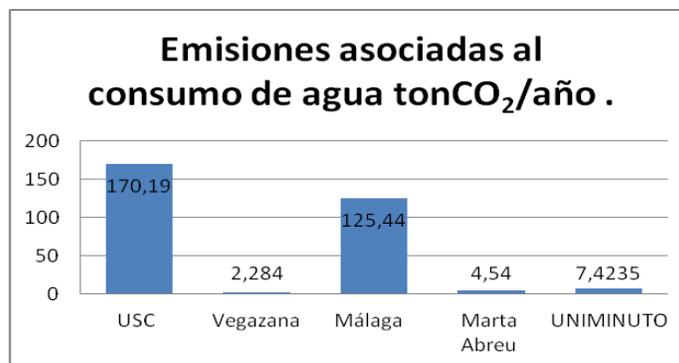
Según los porcentajes expuestos en la “tabla 19”, las variables de electricidad y la de construcción de edificios fueron las más altas en la universidad de Santiago de Compostela (López & Blanco, 2007), en la universidad de León (Arroyo, y otros, 2009), en la

universidad de Málaga (Vicerrectorado de Infraestructuras y sostenibilidad, Direccion de Secretariado de Mantenimiento y Sostenibilidad, 2011) y en la universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (Leiva, Rodríguez, & Martínez, 2012). En los informe estudiados de cada universidad hacen referencia a las campañas realizadas consecutivamente, para reducir de manera significativa los consumos y aumentar la conciencia en el problema energético y ambiental, también mencionan que han realizado cambios de equipos eléctricos por otros menos consumidores y más sofisticados. En cuanto a la variable de construcción de edificios hacen hincapié en que las nuevas construcciones que se lleven a cabo, deben ser más amigables con el medio ambiente y más sustentables para toda la comunidad, utilizando materiales de larga duración y poca probabilidad de pérdidas y manutención.

- **Consumo de agua:**

Con la “*gráfica 8*”, se puede afirmar que las emisiones asociadas al consumo de agua en tonCO₂/año para UNIMINUTO son bajas en comparación con las universidades de USC y la universidad de Málaga, ya que son las menos eficientes en cuanto al gasto diario de agua por persona, demostrando de manera directa que los hábitos de consumo en cada una de las poblaciones son muy elevadas e inequitativas. Con respecto a las emisiones asociadas al consumo de agua en ton (CO₂/año) de las universidades de Vegazana y Marta Abreu, se puede afirmar que UNIMINUTO si tomara medidas de control y generara mayor conciencia en los docentes, estudiantes y administrativos podría llegar a disminuir notoriamente el consumo de agua y por ende reducir las emisiones de carbono.

Esta comparación fue importante ya que puso en evidencia que las recolecciones de aguas lluvia para uso de las baterías sanitarias que se realizaron en el bloque C de la universidad para el año 2015, ayudaron a mitigar y a reducir notoriamente el consumo de este recurso, mostrando en este estudio unas bajas emisiones de dióxido de carbono.



Gráfica 8. Comparación de las emisiones asociadas al consumo de agua ton CO₂/año.
Fuente. Elaboración propia.

Algunas recomendaciones para continuar con las bajas emisiones de dióxido de carbono asociadas al consumo de agua son:

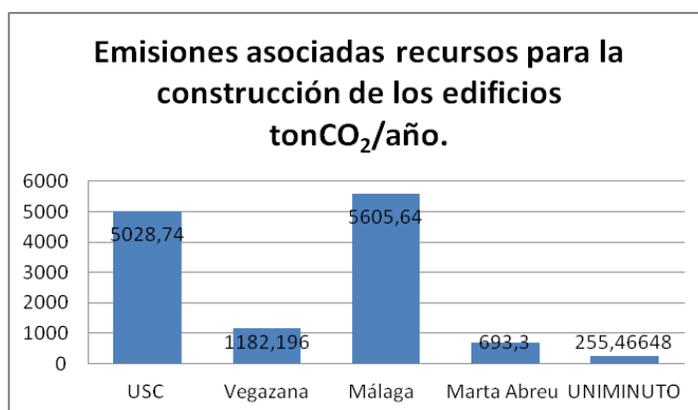
1. Seguir utilizando e incorporar en todas las dependencias elementos de ahorro de agua, como grifos con ahorradores, reductores de caudal e inodoros con capacidad de llenado ahorrador, esto con el fin de permitir el uso del agua para administrativos y estudiantes de una manera más responsable con el medio ambiente.
2. Recolectar el agua lluvia en tanques específicos para la distribución y riego de las diversas zonas verdes con las que cuenta UNIMINUTO. Es indispensable que se realice la actividad de riego en horas de la tarde para evitar la evotranspiración que producen los rayos del sol y aprovechar de manera efectiva el recurso del agua.
3. Realizar campañas masivas de manera continua por todos los medios de comunicación vigentes para UNIMINUTO, para disminuir y usar de manera adecuada el recurso del agua dentro de las instalaciones de la sede principal.

- **Recursos para la construcción de los edificios:**

En cuanto a los recursos para la construcción de edificios y las emisiones generadas en tonCO₂/año, se estableció que UNIMINUTO se encontró en un nivel muy bajo en comparación con las otras universidades, puesto que el área de ocupación de los tres edificios fue muy reducida, teniendo en cuenta las hectáreas estudiadas por las cuatro

universidades confrontadas. Además cabe mencionar que los edificios de la sede principal son relativamente nuevos ya que tienen una edad aproximada de 25 años, son eficientes y amigables con el medio ambiente por que se cree que durante los proceso de construcción se pudieron disminuir los consumos de energía, de agua y de materiales, emitiendo de esta manera menos emisiones de carbono y optimizando el uso del suelo.

Con la “*gráfica 9*”, se pudo verificar que UNIMINUTO fue una universidad muy eficiente en cuanto a las emisiones generadas por los recursos para la construcción de los edificios en el año 2015:



Gráfica 9. Comparación de las emisiones asociadas a los recursos para la construcción de edificios tonCO₂/año.

Fuente. Elaboración propia.

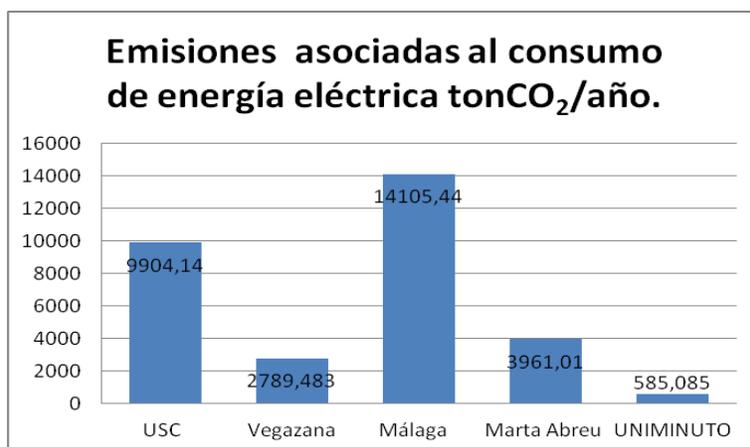
A continuación se realizaron algunas recomendaciones que UNIMINUTO sede principal puede tener en cuenta para seguir con las bajas emisiones de dióxido de carbono asociadas a los recursos para la construcción de edificios son:

1. Proporcionar a los estudiantes de Ingeniería Agroecológica lugares dentro de la universidad para desarrollar de manera activa y directa proyectos de techos verdes, muros verdes y agricultura urbana, armonizando el entorno y ayudando a la aplicación de conocimientos adquirido de los estudiantes.

2. Adoptar y sembrar alrededor de la sede principal de UNIMINUTO arboles, para la captación directa de CO₂, aumentando de esta manera la biocapacidad de la universidad y brindándole a la comunidad un ambiente confortable y ameno en los días soleados.

- **Consumo de energía eléctrica:**

Tal y como se muestra en la “*gráfica 10*”, las emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica para las universidades de USC, Málaga y Marta Abreu, representaron el principal impacto ambiental, siendo uno de los mayores valores sobre la medición y cálculo de la Huella Ecológica. Se debe mencionar que las cuatro universidades comparadas, se encuentran ubicadas en países donde las estaciones climáticas son muy bruscas, por este motivo el consumo de energía eléctrica se centro básicamente en el uso diario de aires acondicionados seguido del uso común de bombillas, electrodomésticos y equipos. Para la universidad de USC el promedio de Kwh/mes utilizado fue de 1497973,68, para la universidad de Málaga fue de 2062198,83 Kwh/mes, para la universidad de Marta Abreu fue de 579095,02 y para UNIMINUTO fue de 85538,74 Kwh/mes.



Gráfica 10 . Comparación de las emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica tonCO₂/año.

Fuente. Elaboración propia

Comparando las emisiones de CO₂ en cuanto al uso de energía de UNIMINUTO con la de las otras cuatro universidades, se pudo concluir que la universidad manejo un promedio muy bajo, generando de esta manera emisiones pequeñas de dióxido de carbono en toneladas para el año 2015.

Algunas recomendaciones pertinentes para mantener el nivel de las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía eléctrica son:

1. Realizar de manera continúa campañas para promover el cuidado del medio ambiente entre los estudiantes y administrativos de la sede principal de UNIMINUTO, asegurando el buen uso de los equipos y de los focos de iluminación, apagando los monitores o pantallas mientras se encuentran fuera de la oficina, desconectando las impresoras y los cargadores cuando la demanda de utilización sea nula para evitar un consumo innecesario, apagando las luces de los salones cuando no estén siendo utilizados e informar a tiempo las anomalías de los equipos que necesitan energía para su funcionamiento.
2. Tener un constante seguimiento y actualización de los diferentes equipos utilizados en los edificios de la sede principal y seguir utilizando focos ahorradores para que el consumo eléctrico sea mucho menor.
3. Proporcionar a los estudiantes de las diversas Ingenierías ahondar y estudiar la incorporación de energías alternativas para no seguir contaminado el medio ambiente y así de esta manera prepara a la sociedad para un futuro sustentable.
4. Realizar una buena disposición final para los aparatos eléctricos o electrónicos en el momento en que se desechan o descartan, entregándolos de manera oportuna a las entidades encargadas del manejo y aprovechamiento de estos residuos.

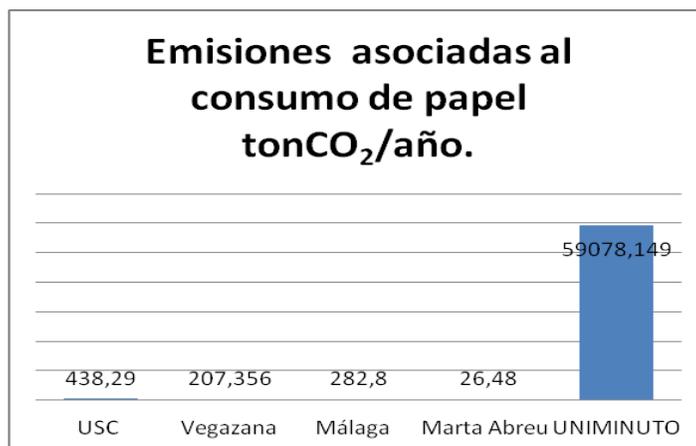
- **Consumo de papel:**

Si se comparan directamente las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de papel de las cuatro universidades, se puede ver que UNIMINUTO se encontró por encima de los resultados un 58723,6 tonCO₂/año, dato bastante alarmante ya que la universidad está utilizando un recurso natural indispensable para la fijación de dióxido de carbono y procesos de liberación de oxígeno. Cada árbol tiene un promedio de 200.000 hojas que trabajan para producir oxígeno, necesario para la vida de todas las especies. Se debe

mencionar y hacer énfasis en que la humanidad depende absolutamente de los árboles: por medio de la radiación solar y el agua, los árboles transforman la energía solar en energía química, convirtiendo el dióxido de carbono (CO₂) en azúcares o nutrientes para su crecimiento y liberando el oxígeno a través de las hojas (Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, 2010), si se siguen utilizando los arboles para la producción de papel se estaría acabando con una cultura y con una herencia ambiental imposible de sustituir.

Según Universidad de Oviedo para el año 2014, una tonelada de carbono en la madera de un árbol ó de un bosque, equivale a 3,5 toneladas aprox. de CO₂ atmosférico. Una tonelada de madera con 45% de carbono contiene 450 Kg de carbono y 1575 Kg de CO₂. Árboles maduros, plantados a distancia de 5 metros forman bosque de 400 árboles por hectárea. Si cada árbol contiene 300 Kg de carbono, y 42% de la madera del árbol es carbono, esto significaría que cada árbol pesa 714 Kg. En este caso, la captura de carbono sería de 120 toneladas por hectárea (400 x 714 x 42%) (Castaño, Álvarez, & Barrio, 2013).

En la “*gráfica 11*”, se muestran las emisiones de tonCO₂/año asociadas al consumo de papel virgen utilizado en las diferentes universidades:



Gráfica 11. Comparación de las emisiones asociadas al consumo de papel virgen tonCO₂/año.
Fuente. Elaboración propia

La universidad USC utilizo un promedio de 238200 Kg de papel al año, Vegazana utilizo 112690 Kg de papel al año, Málaga utilizo 153690 Kg de papel al año y UNIMINUTO para el año 2015 utilizo un total de 32639861,23 Kg al año.

Es indispensable que UNIMINUTO tome medidas frente al consumo de papel, ya que por sus hábitos está promoviendo la generación de bosques certificados poco sustentables, los cuales atentan de manera directa contra el uso adecuado de los suelos, la alimentación y supervivencia de toda una comunidad. Además es muy probable que aumente el uso de fertilizantes de síntesis química y semillas certificadas, acabando de esta manera con la biodiversidad de Bogotá y de Colombia.

Algunas recomendaciones para mitigar las emisiones de dióxido de carbono minimizando el uso del papel son:

1. Utilizar de manera activa y dinámica los recursos que proporciona la plataforma del aula virtual, promoviendo la entrega de trabajos y lecturas pertinentes para el desarrollo de cada asignatura, así de esta manera se evitara el consumo de papel de manera innecesaria.
2. Distribuir para cada salón de clases y oficinas, una bandeja con el distintivo de la “Micla”, para poder depositar en ella de manera ordenada el papel reciclable, con este material se podrán realizar actividades dentro del currículo de cada asignatura, como por ejemplo los quiz, evaluaciones cortas y algunas operaciones o anotaciones rápidas que se necesiten.
3. Hablar con los docentes, administrativos y estudiantes para que los documentos impresos sean en papel reciclado o por las dos caras, de esta manera se fomentara en toda la comunidad el buen uso del papel.
4. Explicar a toda la comunidad el acceso a las plataformas de búsqueda de información a la que se encuentra suscrita la Corporación Universitaria Minuto de Dios, promoviendo la lectura en los diversos dispositivos, además se puede hacer énfasis en el uso de los libros con que la biblioteca cuenta.

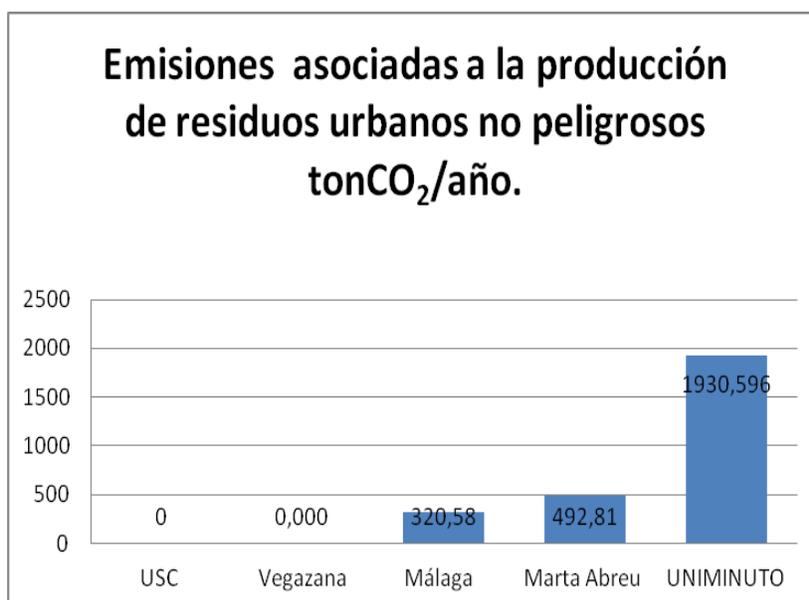
5. Seguir utilizando de manera efectiva y asertiva los puntos de reciclaje o puntos verdes que se encuentran dispuestos en cada piso de los tres edificios de la sede principal.

- **Producción de residuos urbanos no peligrosos:**

Muchos de los residuos generados en UNIMINUTO sede principal, se produjeron por la gran demanda de productos que la población cree necesitar, por la falta de conocimientos sobre las estrategias de manejo adecuado de espacios y por la falta de conocimiento sobre los mecanismos de separación, disposición y recolección de los residuos.

Desde el año 2011, UNIMINUTO ha demostrado un gran interés por recuperar y cuidar los diferentes lugares que se encuentran dentro de los tres edificios de la sede principal, pero esto no ha sido suficiente, ya que los estudiantes y administrativos no utilizaron adecuadamente los puntos ecológicos dispuestos en cada piso de cada edificio.

Si se sabe que UNIMINUTO sede principal como ente educativo tiene un crecimiento poblacional promedio del 7% al año, la recomendación más razonable se debe enfocar en el tema de reducir, reciclar y reutilizar los materiales producidos y generados por la comunidad estudiantil y administrativa, para evitar el aumento de la contaminación.



Gráfica 12. Comparación de las emisiones asociadas a la producción de residuos urbanos no peligrosos tonCO₂/año.

Fuente. Elaboración propia

Algunas recomendaciones para disminuir el impacto ambiental en cuanto a la generación de residuos urbanos no peligrosos son:

1. Realizar con la comunidad de la sede principal de UNIMINUTO, actividades participativas para utilizar los materiales reciclados, como por ejemplo la realización de papel reciclado, utilización de cascaras de naranja para la creación de artesanías, entre otros, con esto se darán a conocer múltiples propuestas aplicables de manera práctica para desarrollar en cualquier ambiente y desarrollar campañas para incentivar el consumo responsable dentro de la sede principal.
2. Separar de manera correcta los diferentes materiales en los diversos puntos ecológicos dispuestos en cada piso de los tres edificios de la sede principal de UNIMINUTO, reduciendo la cantidad de desechos “basura” y ayudándoles de manera directa en la buena separación de materiales a la Asociación de Recicladores.
3. Crear un punto ecológico, en un lugar estratégico de UNIMINUTO sede principal, para la recolección de material orgánico, con esto los estudiantes de Ingeniería Agroecológica podrán realizar estudios y proyectos referentes a la realización de fertilizantes orgánicos.

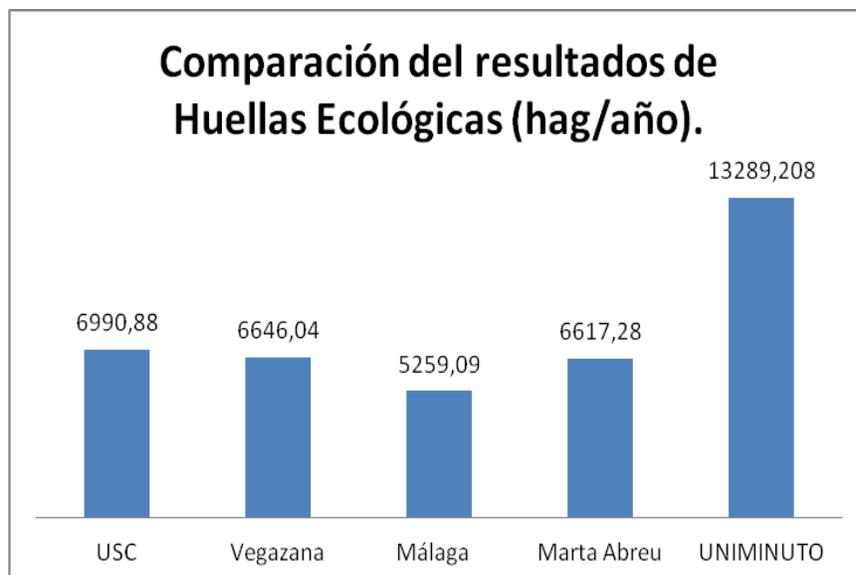
4.5. Discusión y análisis para la estimación y cálculo de la Huella Ecológica.

Según los datos obtenidos, las dos hipótesis alternas establecidas en la metodología se anulan de manera directa, ya que el uso de los recursos naturales afectaron claramente la medición de la Huella Ecológica de UNIMINUTO sede principal, puesto que la naturaleza fue la que proporciono todos los recursos naturales que necesito la universidad para poder cumplir con sus labores académicas y administrativas (Eskolako Agenda 21 zabaltzen. Impulsando la Agenda 21 escolar, 2011). La Huella Ecológica de UNIMINUTO fue la sumatoria de todos los bienes y servicios ecológicos que esta entidad requirió para el año 2015.

En cuanto a la segunda hipótesis alterna, la Corporación Universitaria Minuto de Dios, obtuvo una Huella Ecológica per cápita de 0,648 hag/año/persona, lo cual quiere decir que se mantuvo por debajo de la Huella Ecológica per cápita para Colombia, la cual fue de 1,8 hag/per cápita. Este dato fue de vital importancia compararlo con el índice de biocapacidad a nivel nacional el cual fue de 3,9 hag/ per cápita, ya que demostró que la universidad no ha gastado de manera indiscriminada la tierra biológicamente productiva necesaria para los cultivos, los bosques productivo, las tierras de pastoreo y las tierras urbanizadas. Pero fue indispensable realizar una aclaración ya que UNIMINUTO con una Huella Ecológica relativamente permitida dentro de los rangos establecidos para el país, no poseía una fuente directa de fijación ni absorción de carbono para el año 2015, esto quiso decir que la sede principal de UNIMINUTO, no conto con zonas verdes ni arboles que le permitieran de alguna manera reivindicarse con el medio ambiente, por lo que sus emisiones de gases de efecto invernadero fueron muy superiores a la capacidad de absorción que tenía su pequeña zona verde.

Se realizo una comparación con las universidades de USC, de Vegazana, de Málaga y con la de Marta Abreu y se puedo observar que UNIMINUTO, fue la universidad con mayor índice en la Huella Ecológica (hag/año), teniendo en cuenta que solo se evaluaron las actividades indispensables para la ejecución de labores académicas y administrativas dentro de los tres edificios de la sede principal. El principal impacto ambiental identificado en UNIMINUTO siguió siendo el asociado al consumo de papel, seguido por el impacto asociado a la producción de residuos urbanos no peligrosos.

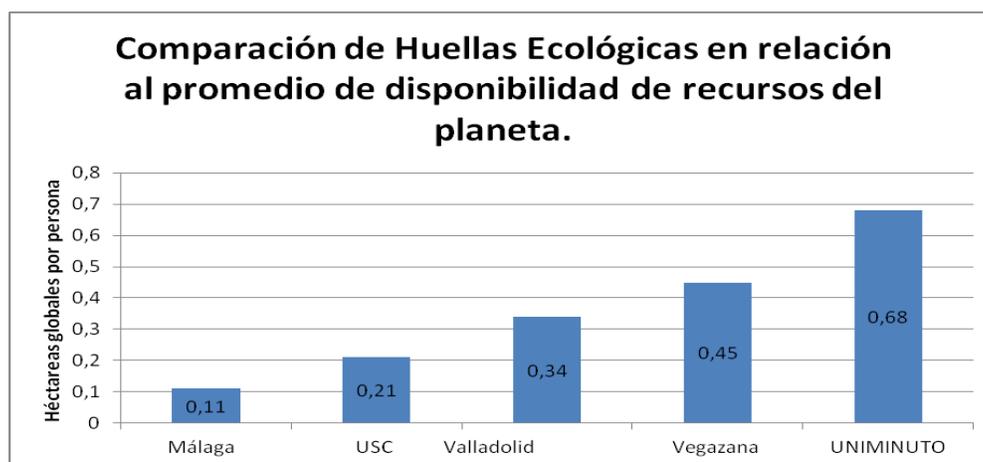
La “*gráfica 13*”, muestra que UNIMINUTO supero por 6298,328 unidades de hag/año a la universidad de USC; está universidad fue la que mostro una extensión mucho mayor a la UNIMINUTO, dato relevante ya que la Corporación Universitaria Minuto de Dios por su extensión y sus pocas zonas de absorción y fijación de carbono debería tener en el cálculo de su Huella Ecología un dato mucho menor al obtenido realmente por esta investigación.



Gráfica 13. Comparación de Huellas Ecológicas (hag/año) para cinco universidades respectivamente.

Fuente. Elaboración propia.

En la “*gráfica 14*”, se observan las Huellas ecológicas (hag/año/persona) respectivamente para cada universidad:



Gráfica 14. Comparación de cuatro Huellas Ecológicas (hag/año/persona).

Fuente. Elaboración propia.

Si se compara la Huella Ecológica obtenida para UNIMINUTO con la superficie de ocupación que se maneja en el desarrollo de este proyecto, se puede evidenciar que la población tanto administrativa como estudiantil, utiliza en sus actividades diarias una

cantidad de terreno productivo 7105 veces mayor que el área que ocupa los tres edificios de la sede principal, esto se debió a que la universidad conto para el año 2015 con una escasa superficie fijadora de dióxido de carbono, puesto que casi sus áreas se encontraron constituidas por los tres edificios.

5. Conclusiones

La Corporación Universitaria Minuto de Dios obtuvo un valor en emisiones de tonCO₂/año de 62167,87. Las emisiones totales de CO₂ para una persona administrativa, estudiantil o docente de UNIMINUTO sede principal fueron de 3,034 tonCO₂/año per cápita y para las 20490 personas que frecuentan los tres edificios de la sede principal fue de 13277,52 hag/año.

Dentro de las variables evaluadas, las actividades que generaron más emisiones de CO₂ fueron el consumo de papel con un total de 59078,148 tonCO₂/año es decir 95% de las emisiones totales, seguida de la producción de residuos urbanos no peligrosos con un total de 1930,596 tonCO₂/año y promedio de 2,9% y el consumo de electricidad con un total de 585,085 tonCO₂/año y un valor porcentual de 0,8 %.

La Corporación Universitaria Minuto de Dios obtuvo una Huella Ecológica para el año 2015 de 9917,320 ha/año y de 13289,208 hag/año. Teniendo en cuenta que el tamaño de la población estudiada fue de 20490 administrativos, docentes y estudiantes, la Huella Ecológica de UNIMINUTO por persona fue de 0,484 ha/año o 0,648 hag/año per cápita.

La Corporación Universitaria Minuto de Dios necesitó una extensión de 9917,320 ha de bosque para asimilar el total de 62167,87 tonCO₂/año de emisiones producidas en el 2015, por lo tanto necesitaría la capacidad regenerativa de 0,36 planetas en el año.

Según la comparación realizada entre las universidades de USC, de Vegazana, de Málaga, de Marta Abreu y UNIMINUTO, se logro evidenciar que la emisión más elevada en cuanto a tonCO₂/año fue notoriamente para la variable independiente de consumo de papel.

La Huella Ecológica obtenida para UNIMINUTO comparada con la superficie de ocupación en hectáreas evidencia que la población tanto administrativa como estudiantil, utilizo en sus actividades diarias una cantidad de terreno productivo 7105 veces mayor que el área que ocupan los tres edificios de la sede principal.

Se debe fomentar en toda la Corporación Universitaria Minuto de Dios el uso responsable de los recursos naturales, realizando énfasis en el uso eficiente y pertinente del consumo de hojas de papel vírgenes para evitar de esta manera un gasto innecesario y disminuir las emisiones de dióxido de carbono totales asociadas a esta actividad.

Bibliografía

- Acevedo, A., & Angarita, A. (2013). Introducción. En A. Acevedo, & A. Angarita, *Metodología para la evaluación de sustentabilidad a partir de indicadores locales para el diseño y desarrollo de programas agroecológicos*. (pág. 13). Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios- UNIMINUTO.
- Acueducto. Agua y Alcantarillado de Bogotá. (13 de Junio de 2016). *Acueducto*. Obtenido de http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c5/hY7LDoIwEEW_hQ8wM5Q-YFkUSw3QaIMWN0SFMSQCLozfL8SNmihzl-c-BmqYNLSP7tLeu3For-Cg5k3o29yKIKARZINaJknIAxrTA514xZu1kikVGaIhR0RSMLvH0gaog4X0ad57c yi2jVAbFmUmVz4ie_F__TPHHyfxq__jg10sORTp2J-hXFipfHACbr3DTq-UIJ73
- Acuña, I. T. (2007). *XI Jornadas de Economía Crítica*. Recuperado el 19 de Octubre de 2015, de Huella ecológica y biocapacidad: Indicadores biofísicos para la gestión ambiental. El caso de Manizales, Colombia: http://pendientedemigracion.ucm.es/info/ec/ecocri/eus/Tobasura_Acuna.pdf
- Agius, E., Attfield, R., Hattingh, J., ten Have, H., Holland, A., Kwiatkowska, T., . . . Yang, T. (2010). *Ética ambiental y políticas internacionales*. Francia: Laballery, Clamecy.
- Arroyo, P., Álvarez, J., Falagán, J., Martínez, C., Amsola, G., & de Luis, E. (2009). Huella ecológica del Campus de Vegazana. *Seguridad y medio ambiente*, 38-51.
- Behar, D. (2008). *Introducción a la metodología de la investigación*. Editorial Shalom.
- Beleño, I. (12 de Febrero de 2011). El 50% del agua en Colombia es de mala calidad. *UN Periódico*, pág. 14.
- Cárdenas, C., Peinado, A., Mora, A., & Moreno, L. (Junio de 2010). *La huella ecológica de la UGR*. Recuperado el 19 de Octubre de 2015, de Campus saludable: [http://dcab.ugr.es/pages/unidad_calidad_ambiental/huellaecologica/!](http://dcab.ugr.es/pages/unidad_calidad_ambiental/huellaecologica/)
- CEPAL, BID y WWF. (2014). *The climate and development challenge for Latin America and the caribbean: Options for climate resilient low carbon development*. Obtenido de <http://idbdocs.iadb.org/WSDocs/getDocument.aspx?DOCNUM=36898600>

- Chas, M. (2010). La elaboración de estadísticas energéticas. Comparación del balance energético Gallego y de otras comunidades autónomas. *Galega de Economía*, vol. 19(1), 1-16.
- Chávez, R., Cifuentes, J., Andrade, E., Espinoza, R., Massam, B., & Everitt, J. (2008). Huellas ecológicas y sustentabilidad en la costa norte de Jalisco, México. *Teoría y Praxis*, 137-144.
- Comisión Europea. (2008). *Huella ecológica de España*. Obtenido de http://ec.europa.eu/index_es.htm
- Corporación Universitaria Minuto de Dios. (19 de Abril de 2015). *Portal Uniminuto*. Obtenido de <http://www.uniminuto.edu/web/biblioteca/mision-y-vision1>
- Cuchi, A., & López, I. (1999). *Una Aproximació a l'impacte Ambiental de l'Escola d'Arquitectura del Vallès. Bases per a una política ambiental a l'ETSAV*. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña con el apoyo del Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña.
- Duque, J., & Garzón, A. (2011). Creación de una carga impositiva por contaminación ambiental para el sector vehicular de servicio público colectivo en la ciudad de Bogotá. *Criterio Libre*, 229-256.
- Eskolako Agenda 21 zabaltzen. Impulsando la Agenda 21 escolar . (2011). *IHITZA*, 1-32.
- FAO. (2016). *La alimentación y la agricultura: Claves para la ejecución de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. FAO.
- Fundación Avina. (2014). *2014, Año clave para que Latinoamérica incida en la sustentabilidad climática*. Obtenido de <http://www.avina.net/avina/incontext-19/>
- Global Footprint Network. (02 de Febrero de 2010). *Global Footprint Network*. Recuperado el 24 de Agosto de 2015, de http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/frequently_asked_questions/
- Global Footprint Network. (08 de Mayo de 2016). *World footprint do we fit on the planet?* Recuperado el 30 de Septiembre de 2016, de Global Footprint Network: http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/world_footprint/
- Gobierno de la Ciudad de Bogotá. (9 de Julio de 2005). *Alcaldía Mayor de Bogotá*. Recuperado el 19 de Octubre de 2015, de Campaña enfocada al cuidado y

preservación:

http://www.bogota.gov.co/portel/libreria/php/frame_detalle_w3c.php?patron=01.0405&h_id=8729.

- Hernández, E., Cano, C., & Correa, A. (2014). *La huella ecológica de la Universidad de Valladolid*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Huertas, C., & Chávez, Á. (2010). *Plan de manejo para reducir la huella ecológica de los residentes del conjunto Portal de Villa Magadala de Bogotá D.C.* Recuperado el 19 de Octubre de 2015, de Umng: http://www.umng.edu.co/documents/10162/745281/V3N2_5.pdf
- Ibarra, J., & Monroy, A. (2014). Cuestionario para calcular la huella ecológica de estudiantes universitarios mexicanos y su aplicación en el Campus Zaragoza de la Universidad Nacional. *Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 147-154.
- IDEAM. (2014). Estudio nacional del agua. *IDEAM*, 496.
- Instituto Distrital de Patrimonio Cultural. (2010). *Árboles ciudadanos : en la memoria y en el paisaje cultural de Bogotá*. Bogotá: Impresión Linotopia Bolivar S. en C.
- Joan, J., & Pere, B. (2000). *Aproximación a la huella ecológica de la Escuela Universitaria Politècnica de Manresa (UPC)*. Recuperado el 19 de Octubre de 2015, de Escolar Politècnica Superior D'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú: <http://www.epsevg.upc.edu/xic/ponencias/R0106.pdf>
- Leiva, J., Rodríguez, I., & Martínez, P. (2012). Cálculo de la huella ecológica en universidades cubanas. Caso de estudio: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. *Afinidad LXVIII*, 30-34.
- López, N., & Blanco, D. (2007). *Metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades*. Santiago de Compostela: CONAMA.
- Martínez, R. (2008). Algunos aspectos de la huella ecológica. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 11-25.
- Ministerio del Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. (2008). *Análisis de la huella ecológica de España*. España.: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino.

- MIRA Movimiento político Tomo II. (2010). *Contaminación ambiental en Colombia. Tomo II - Contaminación biológica, física Y química: Fuentes Y efectos*. Bogotá.
- Murgueitio, E., & Calle, Z. (2010). Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. *Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica"*, págs. 10-41.
- OECD. (2015). *Agricultural policy monitoring and evaluation*. Paris: OECD.
- Pita, Cerquera, & Barrera. (2012). *Sistematización participativa de la experiencia en manejo integral de residuos sólidos de año 2005 al 2011*. Bogotá D.C, Colombia: Corporación Universitaria Minuto de Dios Sede Principal y Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Quesada, J. L. (2016). Cálculo de la huella ecológica y huella del carbono corporativa. En J. L. Quesada, *Huella ecológica y desarrollo sostenible* (pág. 75). España: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Sánchez, G. (2002). Desarrollo y medio ambiente: Una mirada a Colombia. *Fundación Universidad Autónoma de Colombia*, 80-98.
- Servicio de Protección Ambiental (SEPA). (2011). *Boletín informativo: Gestión y Minimización de Residuos*. Colonia San José: Dirección General de Prevención y Protección Ambiental. Obtenido de Dirección General de Prevención y Protección Ambiental.
- Toro, A., Gomera, A., Aguilar, J., Guijarro, C., Antúnez, M., & Vaquero, M. (Junio de 2015). La huella de carbono de la Universidad de Córdoba. *La huella de Carbono de la Universidad de Córdoba. 2014*. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Torregrosa, J., Iacono, V., Lledó, D., & Martí, C. (2009). Un indicador ambiental para medir la sostenibilidad en las universidades, la huella ecológica. Caso de estudio de la Universidad Politécnica de Valencia. *Conoma10*, 01-36.
- Torres, S., Moreno, M., López, A., & Restrepo, L. (2011). Metodología para la determinación de la huella ecológica en el área de exhibiciones del Zoológico de Cali. *S&T*, 51-68.
- Tyler, N., & Ramírez, C. (2013). *Caracterización de la contaminación atmosférica en Colombia*. Embajada británica Bogotá: Universidad de los Andes y University College London.

- Uniminuto, C. (Dirección). (2011). *Video grupo PGIRS* [Película].
- Universidad Católica del Perú. (2012). *Huella ecológica del campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú*. Lima, Perú: PUCP.
- Universidad de los Andes. (2011). *Guía fundamentos de calidad del aire*. Recuperado el 21 de Octubre de 2015, de <https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=728&conID=880>
- Universidad Nacional de Colombia. (21 de Abril de 2015). *Agencia de noticias UN*. Obtenido de Unimedios: <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/el-70-del-material-particulado-proviene-de-motocicletas-y-del-sitp.html>
- Universidad Sergio Arboleda facultad de Ingeniería. (Mayo de 2015). *usergioarboleda*. Obtenido de Estructura de una propuesta para el fortalecimiento del (PIGA) de la Universidad Sergio Arboleda como Universidad sostenible: http://www.usergioarboleda.edu.co/wp-content/uploads/2015/05/34trabajo_pregrado.pdf
- Universidad Tecnológica de Pereira. (21 de Julio de 2011). *Centro de gestión ambiental*. Obtenido de ¿Que es la huella ecológica?: <http://www.utp.edu.co/centro-gestion-ambiental/informacion-de-interes/que-es-la-huella-ecologica>
- Urtiaga, C., Anguas, A., Mir, E., & Garrido, R. (2010). *La vulnerabilidad del desarrollo sostenible medida a través de la huella ecológica*. Zaragoza: Medicina Naturista.
- Vega, P., & Álvarez, P. (2011). La agenda 21 y la huella ecológica como instrumentos para lograr una universidad sostenible. *Enseñanza de las ciencias*, 207-220.
- Vicerrectoreado de Infraestructuras y sostenibilidad, Direccion de Secretariado de Mantenimiento y Sostenibilidad. (2011). *Huella ecológica de la universidad de Málaga*. Recuperado el 19 de Octubre de 2015, de <http://www.uma.es/media/tinyimages/file/huella11.pdf>
- Wackernagel, M. (2001). *Nuestra huella ecológica: reduciendo el impacto humano sobre la Tierra*. Santiago de Chile: LOM Ediciones.