

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE
ALIMENTOS



**CALCULO DE LA HUELLA ECOLOGICA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA,
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.**

PRESENTADO POR:

**TITO AUDIEL ALVARENGA ORTIZ
OSCAR ANTONIO AYALA BENAVIDES
RAMÓN ERNESTO PORTILLO CASTRO**

PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO QUÍMICO.

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO 2015.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO.

SECRETARIA GENERAL :

DRA. ANA LETICIA DE AMAYA.

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL.

SECRETARIO :

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO.

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERIA DE
ALIMENTOS.**

DIRECTORA :

ING. TANIA TORRES RIVERA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE
ALIMENTOS

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO QUÍMICO

Título :

**CALCULO DE LA HUELLA ECOLOGICA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA,
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.**

Presentado por :

**TITO AUDIEL ALVARENGA ORTIZ
OSCAR ANTONIO AYALA BENAVIDES
RAMÓN ERNESTO PORTILLO CASTRO**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesora :

M. en I. ALBA MARISELA SARAVIA CORTEZ.

San Salvador, Marzo de 2015.

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesora :

M. en I. ALBA MARISELA SARAVIA CORTEZ

AGRADECIMIENTOS.

Manifestamos nuestros más sinceros agradecimientos a:

Nuestra asesora de Trabajo de graduación, M. en I. Alba Marisela Saravia. Su conocimiento, profesionalidad, orientación, paciencia y motivación han sido fundamentales para la realización de este trabajo

A todo el personal Docente, administrativo y estudiantil de la FIA que colaboro brindándonos información valiosa para la ejecución de esta investigación.

Al cuerpo docente de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la Universidad de El Salvador, por su compromiso, y dedicación en la formación profesional de cada uno de nosotros.

A cada uno de nuestros compañeros por todos los buenos y malos momentos que compartimos en todos estos años de arduo estudio.

A Nuestras familias por su incondicional apoyo.

DEDICATORIA.

Por Tito Audiel Alvarenga Ortiz.

Le dedico este logro a Dios en primer lugar, a mi familia por su respaldo incondicional. Además a la persona más especial en mi vida Deysi Tatiana Martínez Rivas (taty) por darme ánimo, apoyo y su cariño en los momentos difíciles. Por último a todas las personas que me ayudaron en algún momento de la carrera.

Con esfuerzo, esperanza y un poco de suerte todo se alcanza en la vida.

Tito Alvarenga.

Por Oscar Antonio Ayala Benavides.

Culminada esta etapa de mi vida, solo queda dedicársela a quienes han sido fuente de inspiración y apoyo en mi vida:

A Dios porque siempre me ha llenado de bendiciones y fuerzas en los momentos más difíciles durante estos años de estudio.

A mi mamá porque siempre ha estado luchando a mi lado, apoyándome en todo lo que he necesitado. Te Amo mamá.

A mi papá y a mis hermanos Jorge y Héctor, que son una parte fundamental de mi vida.

A Christian Henríquez y su mamá Gilma Henríquez, se han convertido en una segunda familia dándome su cariño de forma incondicional.

Y finalmente a mi princesa que siempre ha estado conmigo en las buenas y en las malas, has sido mi principal fuente de inspiración, me has llenado de tu cariño y amor incondicional. Te Amo Marianita!!!

Oscar Ayala.

Por Ramón Ernesto Portillo Castro.

Dedico este trabajo a mi familia por su amor, paciencia e incondicional apoyo, sin ellos nada de esto sería posible.

A Zuri, por ser una de las fuerzas fundamentales de mi existencia. Gracias por ser.

Ramón Portillo.

RESUMEN.

El objetivo principal del presente estudio es la determinación del valor de la Huella Ecológica como indicador de sostenibilidad ambiental, para lo cual se han cuantificado los consumos de energía, papel, agua, alimentos, residuos y transporte realizados por la facultad de Ingeniería y Arquitectura en el cumplimiento de las actividades académicas y administrativas.

Una vez determinados los valores de consumos estos se han asociado mediante cálculos propios fundamentados en la metodología por componentes, para obtener el valor del área biológicamente productiva necesaria para satisfacer las necesidades de la facultad durante un año lectivo, obteniendo como resultado una Huella Ecológica per cápita de 0.065 ha/año y un valor total de 372.38 ha/año para satisfacer todas las necesidades de recursos básicos demandados por la facultad, así como para absorber los residuos generados. Esto implica que la FIA es insostenible ya que demanda una superficie de área bioproductiva superior a la que dispone.

La presente investigación representa la primera aplicación de la Huella Ecológica en centros universitarios de El Salvador, por lo que no existen precedentes de resultados similares; lo cual la convierte en una base de comparación para futuras investigaciones en otras instituciones educativas.

ÍNDICE

OBJETIVOS	vi
GENERAL.....	vi
ESPECIFICOS.....	vi
INTRODUCCIÓN	vii
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	x
1. DESARROLLO SOSTENIBLE	11
1.1 HISTORIA Y DEFINICIÓN.....	11
1.2 INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL.....	15
1.2.1 Enfoque socio ambiental.....	17
1.2.2 Enfoque económico ambiental.....	19
1.2.3 Enfoque socio-económico-ambiental.....	21
1.3 ESTUDIOS DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN EL SALVADOR.....	23
2. HUELLA ECOLÓGICA.....	25
2.1 HISTORIA DE LA HUELLA ECOLÓGICA.....	25
2.2 CONCEPTOS BÁSICOS.....	28
2.3 METODOLOGIAS DE CÁLCULO.....	31
2.3.1 Método Compuesto.....	32
2.3.2 Método Basado en componentes.....	33
2.4 ESTUDIOS REALIZADOS REFERENTES A LA HUELLA ECOLÓGICA.....	34
2.5 HUELLA ECOLÓGICA EN UNIVERSIDADES.....	36
2.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN EL USO DE LA HUELLA ECOLÓGICA COMO INDICADOR.....	38

3.	CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLOGICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.....	41
3.1	ESPECIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	41
3.2	SELECCIÓN DE LA MUESTRA Y TÉCNICA DE MUESTREO.....	45
3.2.1	Determinación de la Muestra.....	45
3.3	DESCRIPCION FLUJOS DE ENTRADA Y SALIDA.....	48
3.4	METODOLOGÍA DE CÁLCULO APLICADA AL ESTUDIO.....	50
3.4.1	Huella de Energía.....	50
3.4.2	Huella de Transporte.....	54
3.4.3	Huella de Papel.....	55
3.4.4	Huella de Alimentos.....	56
3.4.5	Huella de Agua.....	57
3.4.6	Huella de Residuos.....	59
4.	RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	62
4.1	SECTOR ESTUDIANTIL.....	63
4.1.1	Energía.....	63
4.1.2	Transporte.....	64
4.1.3	Papel.....	67
4.1.4	Alimentos.....	69
4.1.5	Agua.....	72
4.1.6	Residuos.....	73
4.2	SECTORES DOCENTES Y ADMINISTRATIVOS.....	76
4.2.1	Energía.....	76
4.2.2	Transporte.....	77
4.2.3	Papel.....	78
4.2.4	Alimentos.....	80
4.2.5	Agua.....	82
4.2.6	Residuos.....	83
4.3	CONTRIBUCION DE CADA CATEGORIA A LA HUELLA ECOLOGICA.....	84

5	CONCLUSIONES.....	90
	RECOMENDACIONES.....	92
	REFERENCIAS.....	93
	ANEXOS.....	101
	ANEXO I. ENCUESTA DEL SECTOR ESTUDIANTIL.....	102
	ANEXO II. ENCUESTA DEL SECTOR DOCENTE.....	107
	ANEXO III. ENCUESTA DEL SECTOR ADMINISTRATIVO.....	112
	ANEXO IV. ESTRUCTURA DE LA HOJA DE CÁLCULO.....	116
	ANEXO V. FACTORES UTILIZADOS.....	121
	ANEXO VI. EJEMPLOS DE CÁLCULO.....	125
	ANEXO VII. PROCESO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS.....	132
	ANEXO VIII. AREA BIOPRODUCTIVA DEMANDADA POR LA FIA.....	133
	ANEXO IX. COSTO MENSUAL DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE DE LA UES.....	134
	ANEXO X. CONSUMO DE PAPEL DEL SECTOR DOCENTE Y ADMINISTRATIVO DE LA FIA (2013).....	135
	ANEXO XI. CONSUMO ELECTRICO EN POTABILIZACIÓN DE AGUA DE LA ZONA METROPOLITANA EN EL 2013.....	136
	ANEXO XII. HOJA DE CÁLCULO.....	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Factores de equivalencia por terreno.	30
Tabla 2.2 Clasificación de terrenos productivos.	30
Tabla 2.3 Estudios de Huella Ecológica en Universidades	37
Tabla 3.1 Estudiantes inscritos en el año 2013.	43
Tabla 3.2 Total de estudiantes de la FIA por nivel académico en el año 2013	46
Tabla 3.3 Estratos utilizados para la selección de la muestra de estudiantes.	47
Tabla 3.4 Estratos utilizados para la selección de la muestra de docentes.	47
Tabla 3.5 Matriz de generación eléctrica de El Salvador.	51
Tabla 3.6 Matriz Energética Nacional excluyendo las Importaciones Netas.	51
Tabla 3.7 Índices de productividad energética de las diferentes centrales eléctricas.	52
Tabla 3.8 Consumo de energía eléctrica para la potabilización del agua de la zona metropolitana año 2013.	58
Tabla 4.1 Huella Ecológica del consumo eléctrico para estudiantes.	64
Tabla 4.2 Huella Ecológica de Transporte.	67
Tabla 4.3 Consumo de papel por año de estudio.	67
Tabla 4.4 Consumo semanal de alimentos en kilogramos según año de estudio.	70
Tabla 4.5 Huella Ecológica de la FIA por el consumo de alimentos.	71
Tabla 4.6 Huella Ecológica por el consumo de agua según año de estudio.	72
Tabla 4.7 Huella Ecológica por asimilación de residuos.	75
Tabla 4.8 Huellas Ecológica del consumo eléctrico de la FIA.	76
Tabla 4.9 Huella Ecológica por el uso de Transporte según sector.	78
Tabla 4.10 Consumo anual de resmas para cada sector.	79
Tabla 4.11 Huella Ecológica por consumo de papel según sector.	79
Tabla 4.12 Consumo de alimento promedio en Kg por persona según sector.	81
Tabla 4.13 Huella Ecológica por consumo de alimentos según sector.	82
Tabla 4.14 Huella Ecológica per cápita por consumo de agua de cada uno de los sectores de la FIA.	83
Tabla 4.15 Huella Ecológica de Residuos.	83
Tabla 4.16 Huella Ecológica de estudiantes, docentes y administrativos para cada categoría de estudio. Unidades en hectáreas globales.	89
Tabla 4.17 Huella Ecológica en distintas universidades incluyendo la FIA	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Cronología del Desarrollo sostenible.....	15
Figura 2.1 Historia de la Huella Ecológica.....	27
Figura 2.2 Estudios realizados referentes a Huella Ecológica.....	35
Figura 2.3. Escala comparativa de la Huella Ecológica de El Salvador con respecto al territorio geográfico.....	36
Figura 3.1 Esquema de Ubicación Facultad de Ingeniería y Arquitectura.....	44
Figura 3.2 Esquema de los flujos de entrada y salida de la FIA.....	48
Figura 4.1 Balance de Flujos de Entrada y Salida de la FIA en el año 2013.....	62
Figura 4.2 Distribución del tipo de transporte utilizado por los estudiantes.....	65
Figura 4.3 Distancia promedio recorrida según año de estudio.....	65
Figura 4.4 HE por tipo de transporte utilizado.....	66
Figura 4.5 Huella Ecológica per cápita por año académico.....	68
Figura 4.6 Porcentaje de contribución al valor de la HE por el consumo de papel para cada año de estudio.....	69
Figura 4.7 Huella Ecológica per cápita del consumo de alimentos de los estudiantes de la FIA según año de estudio.....	70
Figura 4.8 Porcentaje de contribución a la HE de la FIA por el consumo de alimentos de estudiantes según año de estudio.....	72
Figura 4.9 Porcentaje de contribución a la HE por el consumo de agua según año de estudio.....	73
Figura 4.10 Porcentaje de distribución de los residuos generados en la FIA.....	74
Figura 4.11 Porcentaje de contribución al valor de la HE de los diferentes residuos.....	74
Figura 4.12 Porcentaje de contribución a la HE de residuos por año académico.....	75
Figura 4.13 Porcentaje de uso de transporte, sector administrativo y docente.....	77
Figura 4.14 Porcentaje de contribución a la HE de transporte de cada sector.....	78
Figura 4.15 Huella Ecológica per cápita referida a consumo de papel.....	80
Figura 4.16 Porcentajes de contribución a la HE total de papel de cada sector.....	80
Figura 4.17 Huella Ecológica per cápita del consumo de alimentos de los sectores de la FIA.....	81
Figura 4.18 Porcentaje de contribución a la HE de alimentos.....	82
Figura 4.19 Contribución a la Huella Ecológica Per cápita de cada categoría evaluada.....	85
Figura 4.20 Porcentaje de contribución a la HE de la FIA.....	85

OBJETIVOS

GENERAL

- Determinar el valor de la Huella Ecológica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

ESPECIFICOS.

- Cuantificar los consumos que se realizan en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, relacionados con el cumplimiento de actividades que estén interconectadas con el quehacer académico y administrativo.
- Desarrollar factores de equivalencia utilizados en la metodología de la Huella Ecológica, en función de factores de producción y/o reciclaje respectivos a procesos utilizados en la industria y agricultura salvadoreña
- Identificar los principales puntos de mejora, para la disminución del valor de Huella Ecológica, en relación a los resultados obtenidos.
- Seleccionar y establecer la metodología para la realización de estudios futuros en otras facultades de la institución universitaria. Para poder realizar comparaciones posteriores, sobre parámetros de consumos y sostenibilidad, utilizando la herramienta de Huella Ecológica.

INTRODUCCIÓN

La actividad humana implica un impacto sobre el medio ambiente, todas y cada una de ellas conllevan el consumo de recursos y/o la generación de desechos y residuos. Estos impactos cada vez son mayores, lo cual es de esperar teniendo en cuenta el acelerado crecimiento poblacional de las últimas décadas, los índices de natalidad aumentan y la esperanza de vida cada día es mayor, si a esto agregamos que en la mayoría de los casos para mantener los estilos de vida actuales, ya sea por necesidad o consumismo, se demandan mayores recursos por persona, obtenemos un panorama poco alentador a futuro.

Ante este panorama en las últimas décadas el compromiso con el medio ambiente ha pasado a ser algo cada vez más común en la planificación de actividades de países y empresas, ideas como el desarrollo sostenible buscan un equilibrio entre el desarrollo social, económico y ambiental. A pesar de los avances de las últimas décadas aún queda mucho por hacer, en la mayoría de los casos el desarrollo económico y social sigue generando un alto impacto ambiental, el ser humano da mayor importancia a las necesidades presentes que a las futuras, pasando por alto que los recursos naturales que sostienen a la sociedad y a la economía son limitados.

Para frenar en alguna medida los efectos que las actividades humanas generan en el medio ambiente, probablemente la mejor opción de inicio inmediato es promover el desarrollo y uso de tecnologías amigables con el medio ambiente y la concientización de las personas referente a las consecuencias a largo plazo que generaran nuestros estilos de vida actuales.

En cualquiera caso y ante cualquier medida que se decida aplicar para contrarrestar el impacto que como humanidad se genera, se hace necesario el

uso y desarrollo de indicadores que permitan marcar condiciones y tendencias importantes, de tal modo que se facilite la planificación de actividades y la toma de decisiones.

Ante el reto que se tiene a futuro para apalear el desgaste ambiental, en el presente documento se desarrolla un estudio enfocado a la sostenibilidad ambiental en la facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, utilizando la Huella Ecológica como indicador, bajo la metodología de componentes, con la finalidad de crear una referencia sobre este tipo de estudios en El Salvador. Cabe resaltar que el indicador de sostenibilidad ambiental utilizado en el presente estudio como cualquier otro no logra la precisión deseada, pero presenta una estimación que puede servir para realización de mejoras en la calidad de procesos, proyectos o productos que no podrían realizarse en ausencia total de datos.

La Huella Ecológica como indicador de sostenibilidad ambiental es básicamente una herramienta que permite englobar en un solo valor los impactos por consumo de recursos y la contaminación debida a los desechos y residuos generados durante las actividades desarrolladas, en términos generales goza de muchas virtudes las cuales se expondrán más adelante.

El presente documento cuenta con las siguientes partes:

Capítulo 1: se presenta un marco de información referente al concepto “Desarrollo Sostenible” y los aspectos históricos de mayor relevancia en su desarrollo y ejecución en el plano internacional, los principales tipos de indicadores y antecedentes referentes a estudios de sostenibilidad ambiental realizados en El Salvador.

Capítulo 2: Se conceptualiza el término “Huella Ecológica” y se habla de las diferentes metodologías existentes para su aplicación como herramienta de evaluación de impacto ambiental; además se detalla de manera breve resultados obtenidos en estudios similares realizados en otras Universidades con la finalidad de generar una base para la comparación de resultados.

Capítulo 3: Contiene la línea base del objeto de estudio, en este se delimita y especifica el área de estudio, se narra la metodología empleada en el desarrollo de la investigación en cada una de sus partes.

Capítulo 4: Se presentan los resultados de los cálculos de la Huella Ecológica referente a los consumos energéticos, transporte, papel, agua, alimentos y residuos, y el resultado final total para todas las actividades desarrolladas en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

Capítulo 5: Presentación de conclusiones en función a resultados obtenidos de la investigación y contraste de los mismo con el marco de referencias consultado.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a los efectos del cambio climático y la creciente demanda de consumos naturales; personas, organizaciones, universidades y países han tomado la iniciativa de buscar alternativas que ayuden a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente, con nuevas prácticas orientadas a la armonía con la dinámica planetaria.

Es de interés el desarrollo de investigaciones en este campo, para establecer una referencia a futuras investigaciones relacionadas a la temática abordada; una investigación en esta área se perfila como una alternativa deseable, teniendo en cuenta la diversidad de productos demandados por la Universidad y sobre todo el impacto posterior que esta podría generar a la sociedad en el ámbito ambiental.

Dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura existen tres sectores primordiales: administrativo, estudiantil y docente, estos demandan recursos para el desarrollo de las actividades académicas-administrativas. El consumo de dichos recursos (papel, agua, electricidad, alimentos, combustible.) genera una cantidad de residuos los cuales son recolectados por el tren de aseo y tratados posteriormente. Tanto el consumo de estos materiales, la generación de residuos y su tratamiento, generan un impacto en el medio ambiente.

El presente estudio propone el cálculo de la Huella Ecológica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador (la cual se estima presenta en una menor escala, el que hacer completo de la universidad), como una herramienta que permita evaluar el nivel de sostenibilidad ambiental y además identificar problemáticas (si las hay) y ser el referente a futuras investigaciones.

1. DESARROLLO SOSTENIBLE

1.1 HISTORIA Y DEFINICIÓN.

El concepto *desarrollo sostenible* tal y como es manejado en nuestros días fue introducido en 1987 con la publicación del reporte *Nuestro Futuro Común*, elaborado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. En dicho informe se define el desarrollo sostenible como “la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”. El desarrollo sostenible desde este punto emerge como el principio rector para el desarrollo a largo plazo, en el cual se intentan equilibrar tres pilares para el futuro: el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente. (ONU, s.f.).

Si bien el reporte *Nuestro futuro Común* se convierte en la puerta donde el concepto desarrollo sostenible es acuñado y toma fuerza para convertirse en objetivo de los gobiernos y ONG, este se debe concebir como el resultado de esfuerzos anteriores en plasmar propuestas teórico-políticas referentes al campo ambiental a escala internacional.

La primera conferencia de la ONU sobre problemas ambientales se celebró en Lake Success, New York, en el año de 1949. Esta tuvo poca repercusión porque en esas fechas la atención estaba centrada en la reconstrucción posguerra. Entre 1949 y 1972, los temas ecológicos fueron trabajados por la UNESCO, el cual maneja los proyectos más importantes vinculados al tema: “El hombre y la biosfera” y “El programa Hidrológico Internacional”, además la UNESCO auspicio un programa de estudios interdisciplinarios sobre la consecuencia de las

actividades humanas en el medio ambiente, que culminó en la Conferencia Internacional de la Biosfera celebrada en la ciudad de París en el año de 1968, a la cual asistieron representantes de 60 países. Fue en ese evento que se planteó la idea de promover un encuentro mundial sobre medio ambiente (ONU, 1977).

En 1972 inicia una nueva etapa referente a la problemática política en la temática ambiental, luego de que se celebrara la Conferencia Mundial sobre el Medio Humano en Estocolmo (Suecia), en primer lugar porque se introduce en la arena política internacional, pero también porque fue el primer intento de conciliar los objetivos tradicionales en el desarrollo con la protección de la naturaleza, y de contemplar los diferentes intereses de los países de la comunidad internacional (Vengoechea, 2012).

Por otra parte la temática medio ambiental se jerarquizó mediante la creación del Programa para las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (PNUMA) la cual se ocupa de la creación y desarrollo de instituciones de cooperación internacional medioambiental (por ejemplo el sistema de Vigilancia Mundial –Simuvima-, el Sistema Internacional de Consulta –SIC- etc.), y de la atención a proyectos que afectan sectores concretos como han sido del Hábitat (Vancouver, 1976), Conferencia del Agua (Mar de la Plata, 1977) etc. (Foladori & Pierri, 2005)

En 1979 se celebra la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima en Ginebra, la cual se considera por primera vez el cambio climático como una amenaza real para el planeta. La conferencia adoptó una declaración que incitaba a los gobiernos a prever y evitar los posibles cambios en el clima provocados por el hombre (Vengoechea, 2012).

Por resolución de la Asamblea General de la ONU en 1983 se crea La Comisión Mundial sobre medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD), la cual actúa como un órgano independiente, en el sentido de que sus miembros trabajaban a nivel

individual y no como representantes de sus gobiernos. De su trabajo surge en 1987 el documento conocido como *Nuestro Futuro Común* (o informe Brundtland). En este se parte de la idea de que el medio ambiente y desarrollo no pueden estar separados, lo cual se ve reflejado en el siguiente párrafo extraído del mismo “El medio ambiente y el desarrollo no constituyen desafíos separados; están inevitablemente entrelazados. El desarrollo no se mantiene si la base de recursos ambientales se deteriora; el medio ambiente no puede ser protegido si el crecimiento no toma en cuenta las consecuencias de la destrucción ambiental” (Brundtland & Harlem, 1987).

Cinco años más tarde en 1992 se celebra la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio Ambiente y el Desarrollo (Popularmente conocida como la Cumbre de la Tierra) en Rio de Janeiro, Brasil. En esta, líderes mundiales adoptaron el plan conocido como “Agenda 21” un ambicioso programa de acción para el desarrollo sostenible global. Sus áreas de actuación eran básicamente la lucha contra el cambio climático, la protección de la biodiversidad y la eliminación de las sustancias tóxicas emitidas. Entró en vigor en 1994, después de haber recibido el número necesario de ratificaciones (Vengoechea, 2012).

La agenda 21 subrayó el importante papel que desempeñan los Estados en la aplicación del Programa en el plano nacional. Recomendó que los Estados consideraran la posibilidad de preparar informes nacionales y que comunicaran la información en ellos contenida, incluidas las actividades que desempeñan para ejecutar la Agenda 21, los obstáculos y desafíos que enfrenten y otras cuestiones relativas al medio ambiente y el desarrollo que consideren pertinentes, esta serie de reseñas fueron publicadas en 2002 con motivo de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (CMDSD) en Johannesburgo, Sudáfrica. En esta se pretendía la concientización sobre la importancia del desarrollo sostenible. Se constituyó como un instrumento de coordinación entre distintos actores de la sociedad internacional con el propósito de incentivar a la población internacional, y que la

protección ambiental fuese compatible con el crecimiento económico y el desarrollo social (ONU, 2002).

Veinte años después de la histórica Cumbre de la Tierra en Río en 1992 se realiza la denominada “Río+20” (nombre abreviado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, que tuvo lugar en Río de Janeiro, Brasil, del 20 al 22 de junio de 2012). Río +20 fue una oportunidad para mirar hacia el mundo que se quiere tener dentro de 20 años (ONU, 2012).

En la Conferencia Río +20, los líderes mundiales, junto con miles de participantes del sector privado, las ONG y otros grupos, se unieron para dar forma a la manera en que puede reducir la pobreza, fomentar la equidad social y garantizar la protección del medio ambiente en un planeta cada vez más poblado. Las conversaciones oficiales se centraron en dos temas principales: cómo construir una economía ecológica para lograr el desarrollo sostenible y sacar a la gente de la pobreza, y cómo mejorar la coordinación internacional para el desarrollo sostenible.

En el año 2013, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) realizó la Conferencia sobre el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe: Seguimiento de la Agenda para el Desarrollo después de 2015 y Río +20. La reunión se enfocó en los objetivos de desarrollo, la gobernanza global y regional y en la discusión, desde la perspectiva regional, de los acuerdos adoptados de modo de informar los procesos globales en marcha (CEPAL, s.f.).

En la Figura 1.1 se presenta un resumen esquemático de los distintos acontecimientos relacionados a la historia y consolidación del término desarrollo sostenible.

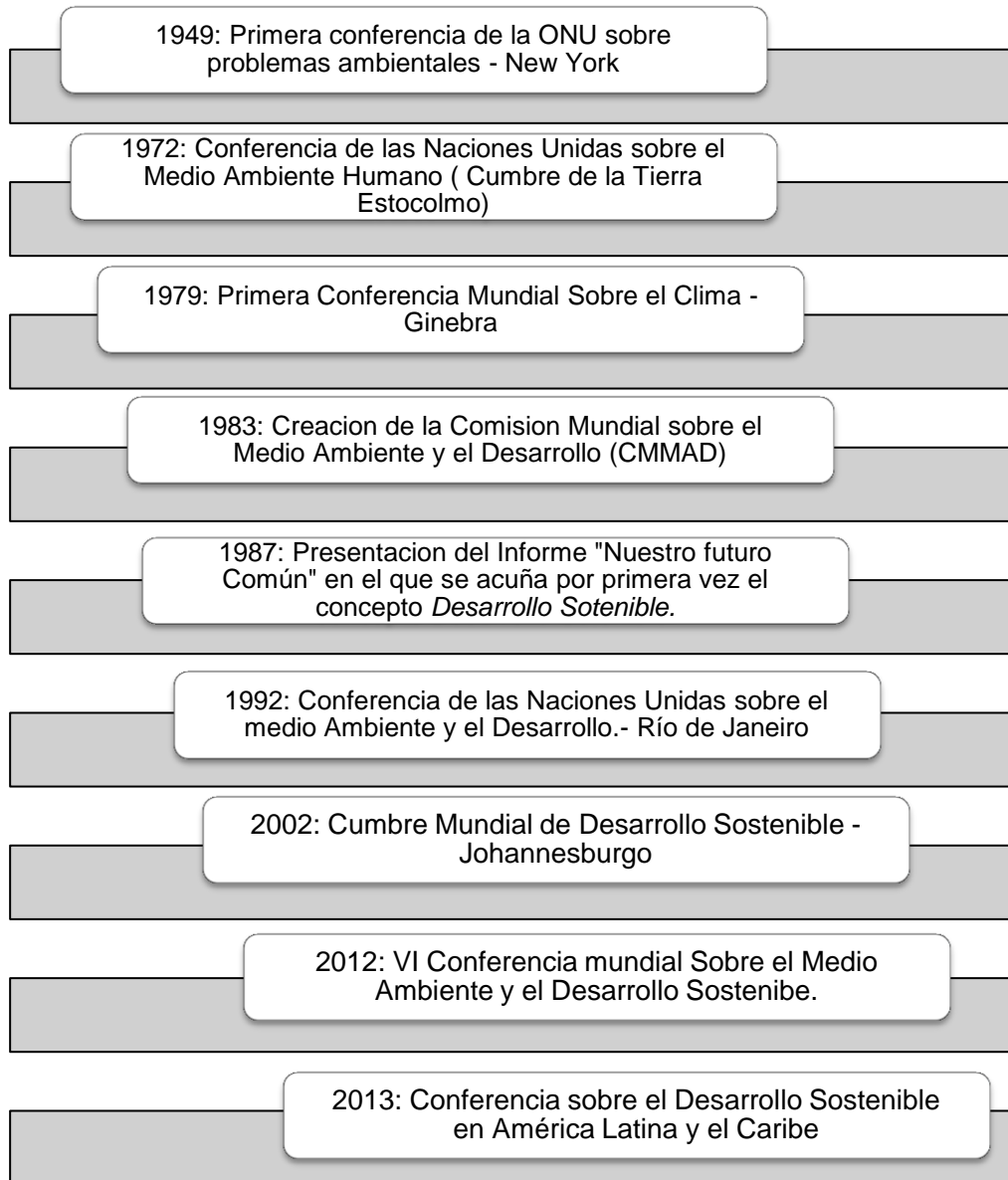


Figura 1.1 Cronología del Desarrollo sostenible. Fuente: Elaboración propia

1.2 INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL.

Hasta el momento se ha hablado del marco de desarrollo Histórico del concepto “desarrollo sostenible”, pero también es necesario verificar los resultados de los

esfuerzos realizados en la aplicación de este concepto. Sin lugar a dudas sería difícil observar un cambio en términos del impacto ambiental en el planeta, y es que a pesar de todo, los índices de consumo han aumentado de manera constante en las últimas décadas.

En los últimos treinta años los logros alcanzados se ven plasmados en un avance considerable en la agenda ambiental y el desarrollo sostenible en el mundo. Si bien podría considerarse como un avance más lento de lo que sería deseable, existen avances importantes que comprenden el desarrollo conceptual y científico en la institucionalidad, en el diseño de políticas públicas, en educación y movimientos ciudadanos, avances en gestión ambiental y sobre todo en los instrumentos de medición del progreso hacia el desarrollo sostenible.

En el presente informe se hace énfasis en los indicadores de desarrollo sostenible, al ser un indicador de sostenibilidad ambiental el objeto final del mismo. Los indicadores de desarrollo sostenible a pesar de los esfuerzos realizados aun no pueden operar vinculando transversalmente las dinámicas económicas, sociales y ambientales en cuanto a desarrollo. Por lo tanto hasta la fecha los indicadores efectivamente producidos y sostenidos en el mundo corresponden a enfoques muy particulares que se detallaran más adelante. Por lo anterior, la mayor oportunidad de desarrollo en este tema continúa siendo contribuir a la solución en los temas de integración de las dimensiones o componentes en un solo sistema, diseñando indicadores vinculantes o sinérgicos en los que se puedan contemplar las tres áreas (Gallopín, 2003).

Otro de los obstáculos a la hora de desarrollar indicadores de sostenibilidad en el área conceptual y analítica, son las debilidades institucionales que se ve reflejada en la poca disponibilidad de recursos para la investigación y desarrollo, así como en la problemática en cuanto a fuente de datos, referido a el acceso a información y a la frecuencia de acopio de datos estadísticos (Gallopín, 2003)

A pesar de los retos que los investigadores han enfrentado en los últimos años, han proliferado muchas propuestas para medir el patrimonio natural y la sostenibilidad, de tal forma que el desarrollo de indicadores se ha vuelto una especie de moda desplazando en gran medida la discusión sobre cada uno de ellos. El objetivo común de todos ellos se encuentra referido a promover la administración eficiente de recursos, de tal manera que sea posible cumplir con el concepto de desarrollo sostenible, es decir garantizar el bienestar de la población actual y elaborar planes que eviten comprometer la satisfacción de las necesidades básicas y la calidad de vida de generaciones futuras.

La siguiente sección presenta de manera breve una reseña de los indicadores con los diferentes tipos de enfoques existentes, los cuales a pesar de que en general, como ya se mencionó, representan indicadores que no engloban en su totalidad los tres pilares de la sostenibilidad, (ámbito económico-social- ambiental) se han establecido como herramientas útiles en la formulación de políticas en la evaluación de estrategias y en la gestión ambiental en múltiples países.

1.2.1 Enfoque socio ambiental.

Este enfoque se encuentra referido a los indicadores relacionados con la equidad en el acceso a los recursos naturales. Entre estos se encuentran los siguientes tres indicadores:

Espacio Ambiental: El concepto de Espacio Ambiental fue desarrollado en 1994 por Opschoor y Wetwerings y desarrollado posteriormente por la ONG Amigos de la Tierra. El método compara el uso medio global per cápita de una serie de recursos con el consumo per cápita nacional de cada recurso (energía, suelo arable, madera, agua, materiales no renovables). El indicador ha sido aplicado en varios países europeos, incluyendo a Holanda y Gran Bretaña. Este ha recibido

críticas debido a que existe una débil interacción entre los recursos (Wackernagel, Simmons, & Chambers, *Sharing Nature's Interest: Ecological Footprints as an Indicator of Sustainability*, 2003) y una dudosa utilidad dado lo utópico del planteamiento de asignar cuotas idénticas per cápita para todo el mundo (Hanley, Moffatt, Faichney, & Wilson, 1999).

Huella Ecológica (HE): Fue desarrollada en la década de los noventa por Wackernagel y Rees. Logro la consolidación y mayor difusión a raíz del libro *Nuestra Huella Ecológica* en 1996. En esta obra la HE se define como “El área de territorio productivo o ecosistema acuático necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico donde sea que se encuentre esta área”. Por otro lado se utiliza el concepto de capacidad de carga de una región para describir la extensión de terreno bioproductivo disponible en esa zona. Cuando las demandas humanas exceden los suministros ecológicos, es decir, la HE supera la biocapacidad, entonces disminuye el capital natural y se dice que se ha producido una sobrecarga o déficit ecológico (Rees & Wackernagel, 1996).

Índice de cooperación Internacional: Este índice se obtiene a partir de la media de tres índices: el índice de Nivel Ambiental, el índice de Nivel Sanitario y el índice de Nivel Educativo. El primer índice, evalúa el estado de conservación de los bosques naturales, a tal fin, a la cantidad de bosque existente se le resta la masa de bosque que no está protegida por la administración y es susceptible de ser deforestada, y se divide por un índice de deforestación que sirve como aproximación de la velocidad a que desaparecerá el bosque sin proteger. El índice de Nivel Sanitario considera la mortalidad infantil y el porcentaje de enfermos con SIDA como variables del estado actual, y la esperanza de vida como tendencia. Por último, el índice de Nivel Educativo parte de la tasa de analfabetismo como situación actual y considera el nivel de escolarización de segundo y tercer grado como tendencia (Junta de Andalucía, s.f.).

1.2.2 Enfoque económico ambiental.

El enfoque económico-ambiental comprende un conjunto de indicadores centrados en el consumo de los recursos naturales, en este enfoque sobresalen: Contabilidad ambiental, Análisis de Flujos de Materiales, Análisis de Ciclo de Vida, Indicadores Energéticos e Índice de Proceso Sostenible, los cuales se mencionan de manera breve a continuación.

Contabilidad Ambiental: Desarrollado por el estadístico Holandés Steven Kiuning de departamento de Estadística de la ONU en 1993. El marco desarrollado es un sistema estadístico que recoge información de la economía y el medio ambiente empleando tablas entrada- salida, y que ha tenido aplicación en el Reino Unido, Suecia, Alemania y Japón (Hecht, 1999). Los temas que se incluye generalmente son:

- Emisiones de gases del efecto invernadero
- Emisiones acidificantes
- Sustancias que dañan la capa de ozono
- Calidad de la atmósfera local.

Este sistema de contabilidad puede ser utilizado en economías nacionales y en el mundo empresarial, y expresa al medio ambiente en unidades físicas. Este indicador también puede ser utilizado como fuente de datos para otro tipo de indicadores como el PIB verde el cual se explica más adelante.

Índice de presión de consumo (IPV): Propuesto en 1998 por la organización no gubernamental World Wide Fund for Nature (WWF). Los componentes de este indicador son el consumo de cereales, carne, pescado, papel, madera, extracciones de agua dulce, emisiones de dióxido de carbono y consumo de

cemento. Los datos se expresan en unidades per cápita y se dividen por la media mundial para obtener una puntuación relativa. Su uso fue prácticamente nulo, y la WWF decidió en el año 2000 sustituir este indicador por la Huella Ecológica, el cual se considera un indicador con mayores posibilidades al no estar referido a unos consumos particulares y brindar resultados en una unidad sencilla de manejar y entender como la superficie de territorio.

Indicadores de Análisis de Flujo de Materiales: el estudio de flujo en el uso de recursos en naciones comenzó con la publicación en 1970 del primer balance material de Estados Unidos (Carpintero, 2002). Abriendo el camino para el desarrollo de indicadores basados en el análisis de flujos de materiales. De esta forma nació la “mochila Ecológica”, término concebido por F.Schmidt-Bleek en 1993 en el instituto Wuppertal (Alemania). Este tipo de indicadores abogan por la innovación económica, social y técnica de forma tal que se satisfagan las necesidades de la población usando la menor cantidad de recursos naturales, mediante el balance de materiales de entrada y salida, con la finalidad de medir el “Precio Ecológico” de los bienes, infraestructuras y servicios (Junta de Andalucía, s.f.).

Análisis de ciclo de vida (ACV): estudia los aspectos ambientales y los impactos potenciales a lo largo del ciclo de vida de un producto o de una actividad. El ciclo de vida de un producto considera toda la historia del producto, desde su origen como materia prima hasta su disposición final como residuo. Se tiene en cuenta todas las fases intermedias como transporte y preparación de materias primas, manufactura, transporte a mercados, distribución, uso, etc. En un ACV se atribuye a los productos los efectos ambientales derivados del consumo de materias primas y de energías necesarias para su manufactura, las emisiones y residuos generados en el proceso de producción, así como los efectos ambientales procedentes del fin de vida del producto cuando este se consume o no se puede utilizar. El ACV consiste por tanto en un tipo de contabilidad ambiental en la que

se cargan a los productos los efectos ambientales adversos, debidamente cuantificados, generados a lo largo de su ciclo de vida (Inhobe, 2009).

Indicadores energéticos: han sido diseñados con el objeto de proporcionar información sobre las tendencias actuales en materia de energía, en un formato que simplifica la adopción de decisiones a nivel nacional, con miras a ayudar a los países a evaluar políticas energéticas efectivas destinadas a la adopción de decisiones en el ámbito de desarrollo sostenible. Algunos ejemplos de indicadores energéticos son: Análisis de Energía enfocada en la memoria energética en la producción de un producto o servicio, el Análisis Exergético que sirve como un indicador de la calidad en producción de energía en función de la comparación de diferentes formas de producción etc.

1.2.3 Enfoque socio-económico-ambiental.

A pesar de esfuerzos realizados, aun no existen indicadores de desarrollo sostenible en los cuales se logre englobar de manera multilateral y completa factores económicos, sociales y ambientales. Existen indicadores compuestos que tratan de incluir estos tres factores de manera parcial, con la finalidad de encaminar las iniciativas de sistemas de indicadores socio-económico-ambientales. De estos se citan algunos ejemplos a continuación:

Capital Total per Cápita: es la suma de tres grandes componentes valorados económicamente (Dixon & Hamilton, 1996):

- Capital natural. Es la suma del valor stock de recursos renovables y no renovables (suelo agrícola, suelos para pastos, madera, beneficios no maderables del bosque áreas protegidas, petróleo, carbón, gas natural, metales y minerales).
- Capital físico. Se corresponde con la suma del valor del stock de estructuras, maquinaria y equipos y suelo urbano.

- Capital humano. Calculado residualmente a partir del Producto Nacional Bruto no Agrícola, más los salarios agrícolas, menos la renta de los minerales y los combustibles fósiles, restando la depreciación del capital físico

Ahorro Genuino: trata de medir el ahorro real de una economía descontando el ahorro producido por la degradación de los recursos naturales y la inversión en capital humano medidos en gastos en educación. El concepto Ahorro Genuino fue desarrollado por David Pearce, Giles Atkinson y Kirk Hamilton. Cuando los resultados toman valores negativos se considera que la economía es insostenible, puesto que el ahorro económico conseguido no es capaz de compensar los gastos por degradación ambiental (Simmons, Lewis, & Barret, 2000).

PIB Verde: tiene como objetivo reflejar en los indicadores macroeconómicos de producción (PIB, Producto Nacional Neto, Producto Nacional Bruto) una serie de ajustes, en particular debidos a la depreciación sufrida por los activos medioambientales y los efectos sociales derivados de la contaminación ambiental (Castro, 2002).

Índice de Sostenibilidad Ambiental: desarrollado por el Foro Económico Mundial, la Universidad de Colombia y el Centro de Yale para la Política Ambiental entre 1999-2005, tiene como finalidad evaluar la sostenibilidad relativa entre países y calificar numéricamente el desempeño de políticas ambientales de un país. Mide cinco puntos centrales (Junta de Andalucía, s.f.):

- El estado de sistemas medioambientales de cada país.
- El éxito obtenido en la tarea de reducir los principales problemas en los sistemas ambientales.
- Los progresos en la protección de sus ciudadanos por eventuales daños al medio ambiente.

- La capacidad social e institucional que cada nación tenga para tomar acciones relativas al medio ambiente.
- Nivel de administración que posee cada país.

1.3 ESTUDIOS DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN EL SALVADOR.

En el presente apartado se presentan casos de estudio en los cuales han sido utilizados indicadores ambientales con la finalidad de mostrar el interés que existe por parte de instituciones nacionales en evaluar el impacto ambiental y la sostenibilidad de procesos y/o productos. A pesar de nombrar únicamente tres estudios, no se descarta que otras instituciones y/o empresas hayan realizado estudios similares o incluso más exhaustivos de sus procesos o productos.

Análisis de Ciclo de vida del Cloro.

Estudio realizado por el Centro de Producción Más Limpia de El Salvador, con patrocinio del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la organización de las Naciones Unidas para el desarrollo Industrial (ONUDI). Con el objetivo de sensibilizar al sector público y privado a través de los resultados de los riesgos e impactos ambientales que implican el uso de sustancias químicas y la generación de desechos químicos (CNPML, 2010).

Análisis de Sostenibilidad de servicio de agua potable

Realizada en la Ciudad de San Miguel de El Salvador, por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), se realizó con el objetivo de analizar el nivel de sostenibilidad en cuanto al servicio de agua potable, considerando aspectos sociales, ambientales y económicos, y así constatar

estadísticamente la viabilidad de explotación mediante el sistema actual de extracción y distribución de agua potable (Campos, Delgado, & Romero, 2012).

Evaluación de Sostenibilidad Ambiental en Fincas.

Realizado como trabajo de graduación en la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. Abarcó fincas de San Cristóbal en el departamento de Cuscatlán con la finalidad de evaluar impactos ambientales en los procesos de cultivo y observar puntos de mejora que permitieran fomentar el desarrollo económico y social mediante la producción agrícola (López, 2008).

2. HUELLA ECOLÓGICA

Se inicia este capítulo con una breve historia de la Huella Ecológica como indicador de sostenibilidad ambiental, los conceptos básicos relacionados a esta, así como una descripción de los métodos de cálculo compuesto y por componentes. Se presenta además una reseña de estudios realizados sobre la HE en universidades, y por último se presentan las ventajas y desventajas en el uso de la HE como indicador de sostenibilidad ambiental.

2.1 HISTORIA DE LA HUELLA ECOLÓGICA.

La HE es un indicador de sostenibilidad ambiental, al cual se definió en el capítulo anterior en función de la obra *Nuestra Huella Ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra*, publicada en 1996 por Mathis Wackernagel y William Rees como: “El área de territorio productivo o ecosistema acuático necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida, con un nivel de vida específico donde sea que se encuentre esta área”. En otras palabras es la huella que los seres vivos dejamos al hacer uso de una cantidad de recursos naturales para satisfacer nuestras necesidades, la cual al utilizar este indicador, es medida en hectáreas de terreno necesarias para cubrir las necesidades de cada persona.

La definición del concepto Huella Ecológica y la metodología de cálculo de la misma se desarrollaron entre los años 1990 y 1994 en la tesis doctoral de Mathis Wackernagel bajo la supervisión de William Rees en la Universidad de British Columbia en Vancouver, Canadá. (Palmero, Laxe, Pose, Pérez, & Castro, 2004) Desde entonces, de todos los indicadores de desarrollo sostenible, la Huella Ecológica es el que se ha expandido más aceleradamente en los últimos años como instrumento contable para evaluar determinadas condiciones asociadas a la

sostenibilidad (Ludwig, 2004). Esto se debe probablemente a su versatilidad ya que aunque inició como un indicador ambiental para estudios a gran escala, con el paso del tiempo se ha ido implementando en cálculos de HE para personas, universidades, corporaciones etc. Adquiriendo gran importancia y popularidad lo cual se puede ver reflejado en la línea cronológica presentada en la Figura 2.1.

La teoría de la Huella Ecológica se fundamenta en reconocer que todos generamos un impacto ambiental, al consumir productos y servicios del planeta. Igualmente reconoce que, para que los seres humanos puedan vivir de manera sostenible, se debe entender que no es posible utilizar los productos y procesos esenciales de la naturaleza a una velocidad superior a la que toman en regenerarse, ni verter desechos en el entorno a una velocidad superior a la que ellos tardan en asimilar (Wackernagel, Monfreda, & Deumling, 2002).

No obstante, el incremento de la producción de bienes y servicios para la satisfacción de necesidades humanas por parte de la actividad económica (que en la actualidad emplea gran cantidad de recursos naturales), está llevando al deterioro del medio ambiente, incluyendo su propia capacidad de regeneración. Bajo esta premisa la Huella Ecológica nace para dar respuesta a la pregunta ¿Qué cantidad de tierra es necesaria para soportar determinada economía de una manera sostenible a su actual estándar de vida? (Rees W. E., 1996).

Así la Huella Ecológica evalúa un determinado modelo de vida otorgando los resultados en hectáreas por persona (generalmente asignados a los consumos de la misma durante un año), representando la superficie del planeta necesaria para asimilar el impacto de las actividades del modelo de vida analizado, y dependerá del número de miembros de una población, el volumen de consumo y la intensidad en el uso de los recursos para proveerla de bienes y servicios.

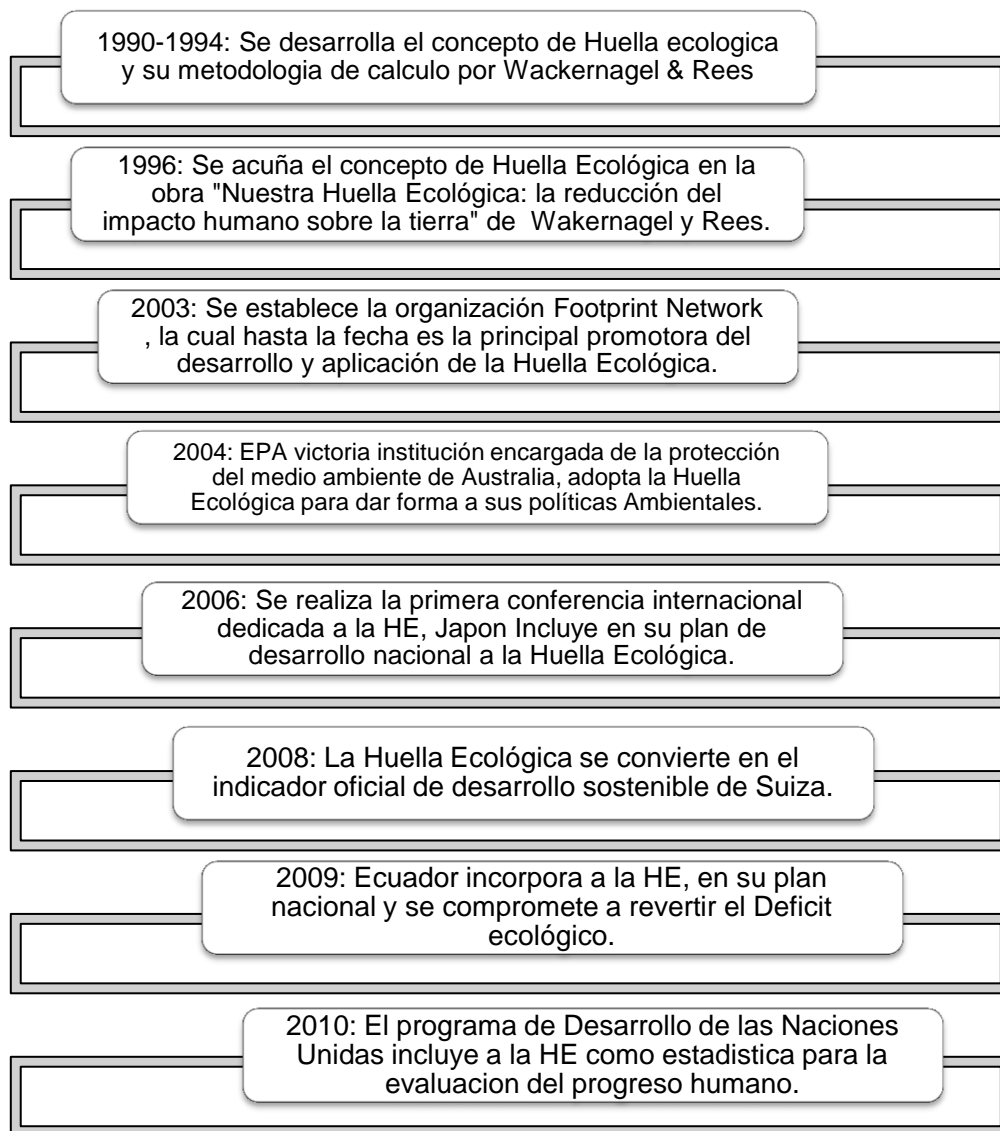


Figura 2.1 Historia de la Huella Ecológica. Fuente Elaboración propia.

Al presentar sus resultados en cantidad de terreno la Huella Ecológica se convierte en una herramienta del tipo contable, lo que permite definir en términos numéricos si nos encontramos dentro de los límites ecológicos. Esto se logra mediante el contraste del valor calculado de la Huella Ecológica con respecto a la capacidad de carga, el cual es un indicador del máximo flujo de recursos que es posible extraer del planeta, cuyo stock no declina a través del tiempo. En otras

palabras la capacidad de carga se encuentra determinada por el recurso limitado, es decir el recurso que tiene la oferta más limitada. Si se asume que los seres humanos tienen un requerimiento mínimo por los recursos naturales, la capacidad de carga estaría definida como el cociente de la productividad anual de un recursos entre la mínima cantidad per cápita requerida del recurso (Pearce, 2015).

Cuando las demandas humanas superan los suministros ecológicos, es decir la HE excede la capacidad de carga, entonces disminuye el capital natural y se dice que se está produciendo una sobrecarga o déficit ecológico, en caso contrario se considera existe un excedente ecológico. Esta “simple” comparación genera resultados fáciles de comprender e interpretar para cualquier lector, sin embargo como en cualquier temática, en la realización de los estudios de Huella Ecológica se manejan ciertos principios y conceptos teóricos que se presentan a continuación para una mejor comprensión de apartados posteriores.

2.2 CONCEPTOS BÁSICOS.

Para interpretar y comprender la metodología de cálculo, así como interpretar los resultados de la HE, es necesario relacionarse con los siguientes conceptos:

Productividad Natural: es la cantidad de recursos renovables extraíbles de la naturaleza mediante un modelo de producción dado. Esta variable se representa habitualmente en unidades de recurso producido (puede ser masa, volumen etc.) entre la cantidad de terreno y tiempo utilizados para su producción.

Coste energético o intensidad energética: es la cantidad de energía utilizada en el proceso de fabricación de un producto.

Factores de equivalencia por terreno: Son factores que sirven para la normalización de terrenos y permiten ponderar y diferenciar la productividad entre cada uno de ellos. Estos valores suelen variar entre estudios esto se debe a que en muchas ocasiones los refieren a factores de productividad nacionales y en otros casos mundiales, en el presente informe se utilizan los detallados en la Tabla 2.1.

Tipos de Terrenos Productivos: Son tipos de terreno que tienen un valor de bio productividad y que sirven para la clasificación y ponderación de resultados, al final del estudio la suma de estos tipos de terrenos generan el valor de la Huella Ecológica. Los tipos de terreno productivo son 6 y se presentan en la Tabla 2.2.

Hectárea Global (hag): Es una unidad común que comprende la productividad promedio de toda el área de tierra y mar biológicamente productiva en el mundo en un determinado año (WWF, 2012).

Contrahuella: Es el área de terreno disponible para el desarrollo de la actividad o elaboración de un producto, y consiste en el valor mínimo al cual ya no se puede reducir el valor de la Huella Ecológica mediante el ahorro de energía, mejora de eficiencia etc. En las actividades o procesos productivos en estudio, y únicamente se puede disminuir su valor mediante inversión en la protección de capital natural (bosques, pastos, reservas marinas etc.) (Herva, Franco, Carrasco, & Roca, 2008).

Huella Ecológica Neta: es el resultado de restar al valor de la Huella Ecológica la contrahuella calculada, de tal manera que si se invierte en capital natural es posible llegar a tener huellas ecológicas netas igual a cero, o incluso se podría obtener un superávit ecológico (Herva, Franco, Carrasco, & Roca, 2008).

Tabla 2.1 Factores de equivalencia por terreno.

Categoría de superficie.	Factor de equivalencia.
Absorción de CO ₂	1.26
Cultivos	2.51
Pastos	0.46
Bosques	1.26
Terreno Construido	2.51
Mar	0.37

Fuente: Ecological Footprint Atlas 2010.

Tabla 2.2 Clasificación de terrenos productivos.

USO	DESCRIPCIÓN
Cultivos	Representa la cantidad de tierra utilizada para cultivar alimentos y fibras de consumo humano, así como alimento para animales, cultivos oleaginosos y caucho.
Pastoreo	Representa la cantidad de tierra de pastoreo utilizada para criar ganado para obtener carne, productos lácteos, piel y lana.
Forestal	Representa la cantidad de bosque requerido para proporcionar madera, pulpa y leña como combustible
Tierra Urbanizada	Representa la cantidad de tierra ocupada por infraestructuras humanas, incluyendo transporte, vivienda, estructuras industriales y embalses para energía hidroeléctrica.
Zona Pesquera	Se calcula a partir de la producción primaria estimada requerida para mantener las capturas de pescado y marisco, basado en datos de captura de especies marinas y de agua dulce.
Absorción de Carbono	Representa la cantidad de terreno forestal que podría secuestrar emisiones de CO ₂ procedentes de la quema de combustibles fósiles, excluyendo la fracción absorbida por los océanos.

Fuente: Adaptación de Informe planeta vivo 2012.

Asunciones Fundamentales en el cálculo de la Huella Ecológica.

1. La mayoría de los recursos que las personas o actividades consumen y los desechos que se generan pueden ser rastreados.
2. La mayor parte de estos flujos de recursos y de los residuos se puede medir en términos de área biológicamente productiva necesaria para mantenerlas. Los flujos de recursos y residuos que no pueden ser medidos

en terminos de área biológicamente productiva se excluyen de la evaluación.

3. Cada área se ajusta en proporción a su bioproduktividad, por lo que diferentes tipos de zonas se pueden convertir a una unidad común promedio: hectárea global.
4. Debido a que una hectárea global demandada representa un uso particular que excluye otro uso y que todas las hectáreas globales en un solo año representan la misma cantidad de bioproduktividad, en conjunto, representan la demanda agregada o Huella Ecológica.
5. La demanda humana (medida por la HE) puede ser directamente comparada con la biocapacidad global, regional, nacional o local.
6. El área demandada puede exceder a la disponible. Si la demanda en un ecosistema determinado excede su capacidad de regeneración, el activo ecológico está siendo disminuido.

2.3 METODOLOGIAS DE CÁLCULO.

En el presente apartado se enunciarán las dos metodologías básicas para el cálculo de la Huella Ecológica, que en general son aplicadas para cualquier tipo de estudio, y la forma genérica de cálculo de la Contrahuella ecológica. Existen excepciones en ciertos casos en los cuales aún no se han estandarizado los principios teóricos básicos bajo los cuales se podría aplicar los procedimientos de cálculo que se detallarán más adelante (Carballo, y otros, 2008).

Los dos métodos principales de cálculo de la HE se conocen como método compuesto y método basado por componentes. El primer método fue desarrollado para el cálculo de la Huella Ecológica de países, mientras que el segundo tiene mayor versatilidad y puede ser aplicado a menor escala, por ejemplo en instituciones, procedimientos etc. (Palmero, Laxe, Pose, Pérez, & Castro, 2004)

2.3.1 Método Compuesto.

El método compuesto fue desarrollado por Mathis Wackernagel con objetivo de aplicarlo al cálculo de Huella Ecológica en países. En este método se estiman los consumos a partir de estadísticas comerciales y datos energéticos nacionales, mientras que la productividad se calcula a partir de estadísticas medias mundiales. La aplicación del método compuesto se divide principalmente en tres partes:

Calculo de la huella relativa a consumo de recursos bióticos.

Medición del consumo total de cada producto en el territorio estudiado mediante estadísticas nacionales utilizando la Ecuación 2.1.

$$\text{Consumo Neto} = \text{Producción} - \text{Exportación} + \text{Importación}$$

Ecuación 2.1

El resultado obtenido es divide entre la cantidad total de población del área de estudio. Se calcula el territorio necesario para la producción de los recursos consumidos, mediante la Ecuación 2.2.

$$HE = \frac{\text{Consumo}}{\text{Productividad Natural o intensidad energética}} \times \text{Factor de equivalencia}$$

Ecuación 2.2

Cálculo de la huella relativa a consumo energético.

En este apartado existe más de una metodología aplicable debido a que aún no existe un consenso, por lo que se detalla una metodología de cálculo y más

adelante se explicará con mayor detenimiento la metodología aplicada en este estudio en particular.

Se estima la cantidad total de emisiones de CO₂ en el área de interés. Se calcula el territorio necesario para absorción de CO₂, utilizando factores de absorción natural de CO₂ en bosques.

Cálculo de la HE total.

Se suman las Huellas Ecológicas atribuidas a cada tipo de terreno de producción natural calculados en los apartados anteriores, y a los mismos se le adiciona las hectáreas de tierra construida por habitante, multiplicando por el correspondiente factor de equivalencia para este tipo de terreno.

2.3.2 Método Basado en componentes.

El método basado en componentes fue propuesto por la ONG inglesa BestFoot Forward, se considera un estudio más particular que el realizado en el método anterior ya que se parte de datos específicos de consumo del área estudiada esto permite mayor versatilidad en su aplicación y exactitud en sus resultados.

Calculo de la Huella Ecológica total.

Se fija un componente particular (por ejemplo: papel, cartón alimentos etc.) y se estima el valor total del consumo. Se clasifican los productos en función de las áreas productivas respectivas para cada uno.

Se transforman los consumos en área biológica productiva, a partir de la división del consumo entre la productividad nacional.

Se transforman las hectáreas obtenidas en el punto anterior a hectáreas globales multiplicando por el correspondiente factor de equivalencia por terreno asignado.

Se calcula la Huella Ecológica total como la suma de las HE obtenidas en el punto anterior de todos los productos analizados.

Calculo de la contrahuella.

Como se mencionó anteriormente la contrahuella estará definida por la inversión que se realice en cuanto al capital ambiental, esta inversión se puede realizar en múltiples maneras (reciclaje, implementación de zonas de cultivo, uso de medios alternativos para producción energética, etc.) para las cuales se deberían utilizar metodologías que necesitan la implementación de diversos principios teóricos específicos para cada una de ellas. En este apartado se detallará únicamente la forma de cálculo de la contrahuella referida a la superficie de terreno disponible para la realización de actividades o fabricación de productos.

- Calcular el área disponible, que se utiliza para el desarrollo de la actividad en estudio.
- Multiplicar el área por el factor de equivalencia según el tipo de terreno correspondiente.
- Multiplicar el dato anterior por el factor de rendimiento que es el factor de productividad local de nuestros terrenos con respecto a la productividad

2.4 ESTUDIOS REALIZADOS REFERENTES A LA HUELLA ECOLÓGICA.

Como se resaltó anteriormente la Huella Ecológica se ha convertido en uno de los indicadores que ha tenido un mayor desarrollo y aplicación en las últimas décadas

lo cual se puede constatar mediante la creciente aumento en estudios realizados en esta materia que se reflejan en la Figura 2.2. Hasta la fecha se han realizado proyectos muy ambiciosos, la institución Global FootPrint Network en su informe planeta vivo el cual es actualizado todos los años, presenta estimaciones del valor de la Huella Ecológica de países de todo el mundo que permiten realizar estimaciones y observar tendencias que son de ayuda para comparación con estudios realizados a menor escala. El informe planeta vivo 2012 atribuye a El Salvador una Huella Ecológica de 1.99 hectáreas globales por persona (WWF, 2012), el cual es un valor inferior al valor promedio per cápita estimado para el mundo, presentado en el mismo documento (2.70 hectáreas globales por persona). Sin embargo, la HE nacional sobrepasa por mucho las 0.62 hectáreas globales de biocapacidad disponibles por persona en el país; esto significa que existe un déficit de 1.37 hag per cápita que se traduce en una reducción continua del capital natural. La Figura 2.3 presenta una comparativa entre el área geográfica de El Salvador, y su Huella Ecológica (área de color verde).

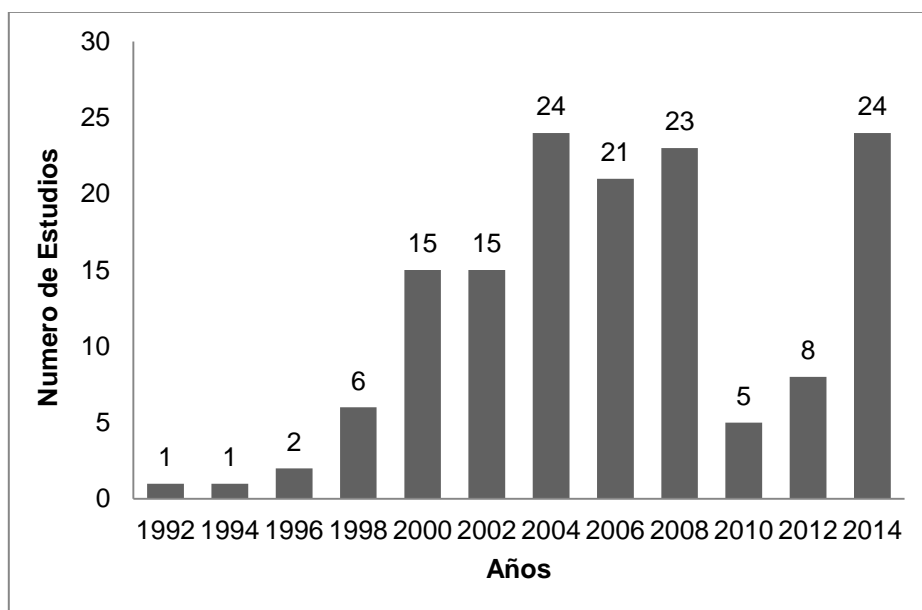


Figura 2.2 Estudios realizados referentes a Huella Ecológica. Fuente: FootPrint Network



Figura 2.3. Escala comparativa de la Huella Ecológica de El Salvador con respecto al territorio geográfico. Fuente Elaboración propia a partir de resultados de “Informe Planeta Vivo 2012”.

2.5 HUELLA ECOLÓGICA EN UNIVERSIDADES.

En el presente apartado se presentara una breve reseña sobre estudios realizados utilizando la Huella Ecológica como indicador de sostenibilidad ambiental en distintas universidades, con el fin de mostrar la importancia que esta herramienta ha tomado, además de exponer los resultados referentes a este tipo de estudios, y así poder obtener una base de comparación con los resultados obtenidos. Cabe destacar que no se descarta que existan más estudios relacionados con la temática en otras universidades y aquí se presenta información sobre estudios a los cuales se ha podido tener acceso (Tabla 2.3).

Tabla 2.3 Estudios de Huella Ecológica en Universidades

	CAMPUS								
	Universidad de Illinois en Chicago	Universidad de Redlands	Universidad de Newcastle	Holme Lacy College, UK	Universidad Northeastern, China	Universidad de Toronto en Mississauga	Colorado College	Kwantlen University College	Universidad Estatal de Ohio, Columbus
Año	2008	1997	1999	2001	2003	2005	2006	2006	2007
Huella Ecológica	97,601	5700	3592	296	24,787	8744	5603	3039	650,666
HE/Campus	1005	40	26	1.23	50	97	154	81	916
Per cápita	2.66	0.9	0.19	0.57	1.06	1.07	2.24	0.33	8.66
Energía	72.66%	49.50%	47%	19%	67.97%	69.40%	87%	28.90%	23.30%
Transporte	12.60%	32.50%	46%	23%	0.08%	16.10%	1.40%	53%	72.24%
Residuos	11.83%	12.50%	2%	32%	5.74%	4%	N/A	N/A	4.46%
Papel	N/A	N/A	N/A	N/A	2%	N/A	N/A	7.20%	N/A
Alimentos	2.60%	N/A	2%	25%	21.80%	9.20%	10%	9.60%	N/A
Construcción	0.18%	N/A	2%	1%	0.44%	1.20%	N/A	1.10%	-
Agua	0.14%	5%	1%	-	2%	0.20%	1%	0.16%	N/A
Autor		Venetoulis (2001)	Flint (2001)	Dawe et al. (2004)	Li et al. (2008)	Conway et al. (2008)	Wright (2002)	Burgess and Lai (2006)	Janis (2007)

Fuente: Adaptación de "An urban university's ecological footprint and the effect of climate change", Cynthia Klein-Banai, Thomas L. Theis (2011)

2.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN EL USO DE LA HUELLA ECOLÓGICA COMO INDICADOR.

Hasta el momento se ha destacado la importancia que ha adquirido la aplicación de la Huella Ecológica como Herramienta para la evaluación de la sostenibilidad ambiental. Sería difícil comparar de manera puntual con respecto a todo los indicadores que se han generado hasta la fecha, a pesar de ello a la hora de realizar estudios mediante este enfoque se pueden resaltar las siguientes ventajas y puntos de mejora.

Ventajas.

- Se trata de un indicador de índice único, debido a que los valores de las variables de entradas son convertidos a unidades comunes, de forma que se pueden agregar y comparar una amplia variedad de impactos antropogénicos y usos de recursos naturales (Herva, Franco, Carrasco, & Roca, 2008).
- Las unidades en que se presentan los resultados facilitan la comprensión a todos los niveles, incluso para aquellas personas poco familiarizadas con este tipo de metodologías (Herva, Franco, Carrasco, & Roca, 2008).
- Debido a su fácil comprensión una vez implementada la metodología se facilita el seguimiento, interpretación y difusión de resultados (Herva, Franco, Carrasco, & Roca, 2008).
- En el ámbito corporativo las HE se puede convertir en un índice de sostenibilidad que facilitara la detección de posibles mejoras y el desarrollo de proyectos que disminuirá el impacto ambiental de empresas (Herva, Franco, Carrasco, & Roca, 2008).
- El análisis de HE puede ayudar a visualizar el verdadero costo social del crecimiento porque hace visibles muchos impactos sobre los cuales otros indicadores tienen punto de vista ciego (Gachet Otañez, 2002).

- Permite identificar puntos en que el crecimiento económico se hace insostenible en un planeta finito (Toscano Perez, Vilches, Gil Pérez, & Toscano, 2011).
- La HE permite entender implicaciones de equidad social mediante la comparación de huellas entre personas o naciones (Gachet Otañez, 2002).
- Al implementarlo nos puede enseñar en cuanto tenemos que reducir nuestro consumo, mejorar nuestra tecnología o cambiar nuestro comportamiento para poder alcanzar la sostenibilidad (Muños Gullón & Moratilla, 2013).

Desventajas.

- Tiene en cuenta principalmente aquellos consumos de recursos y producción de residuos que pueden ser potencialmente sostenibles, es decir considera recursos que dentro de determinados límites pueden ser regenerados, y aquellos residuos que en cantidades determinadas pueden ser absorbidos por la naturaleza. Por lo cual se convierte en un indicador que puede subestimar el impacto real de la actividad humana sobre el entorno (Claveria Villalobos & Paredes Bel, 2003).
- Aun se deben establecer y estandarizar metodologías a aquellos impactos que aún no se contemplan (por ejemplo para gases diferentes al dióxido de carbono).
- No se consideran algunos impactos, especialmente los de carácter cualitativo, como lo son la contaminación del suelo, la contaminación del agua, la erosión, la contaminación atmosférica, la pérdida de biodiversidad o la afectación a paisajes.
- Se asume que las prácticas de los sectores agrícolas, ganaderos y forestales son sostenibles, esto es, que la productividad del suelo no disminuye con el tiempo. Obviamente, dependiendo de las técnicas agrícolas la productividad puede disminuir, a causa entre otras, de la erosión y contaminación (Muños Gullón & Moratilla, 2013).

- No se tienen en consideración el impacto asociado al uso de agua, más que la ocupación directa de suelo por embaces e infraestructuras hidráulicas y la energía asociada a la gestión del ciclo del agua (Muños Gullón & Moratilla, 2013).
- Como criterio general se procura no contabilizar aquellos aspectos para los que existan dudas sobre la calidad del cálculo. A este respecto, también se tiende siempre a elegir la opción menos abultada cuando se presentan ocasiones en las que hay que escoger entre dos posibilidades diferentes de realización del cálculo. (Marino, s.f.).

3. CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLOGICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Se inicia este capítulo con la delimitación y descripción del sistema en estudio, luego se presenta la metodología y ecuaciones implementadas para la determinación de la muestra utilizada; posteriormente se identifica y describe cada uno los flujos de entrada y salida del sistema empleados para la determinación de la HE, finalizando con la descripción de la metodología aplicada para el cálculo de la HE de cada una de los consumos y residuos identificados.

3.1 ESPECIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La Universidad de El Salvador (UES) fue fundada el 16 de febrero de 1841. Es el primer y único centro de estudios superiores estatal de la República de El Salvador. Ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de la sociedad salvadoreña sobre los ámbitos educativo, social, económico y político. Ciudad Universitaria, su campus central, está ubicado en la ciudad de San Salvador; también cuenta con sedes en las ciudades de Santa Ana, San Miguel y San Vicente. Ciudad Universitaria se encuentra dividida en las siguientes facultades:

1. Facultad de Ciencias y Humanidades.
2. Facultad de Ingeniería y Arquitectura
3. Facultad de agronomía.
4. Facultad de Odontología.
5. Facultad de Medicina.
6. Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales.
7. Facultad de Química y Farmacia.
8. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas.
9. Facultad de Ciencias económicas.

El presente estudio se encuentra delimitado geográficamente por el área correspondiente a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA) de la Universidad de El Salvador, siendo los sujetos de estudio: el sector Estudiantil, docente y administrativo; los cuales según informes presentados por el sector Administrativo para el año lectivo 2013, están conformados correspondientemente por una población estudiantil de 5543 estudiantes para el Ciclo I y de 4650 estudiantes para el Ciclo II, 93 trabajadores administrativos y 146 docentes. Además existe la población de postgrado que para este estudio no es tomada en consideración.

La Facultad cuenta con una extensión de 6.2 hectáreas (Calculado a través de la herramienta Google Maps), lo que corresponde al 14.9% del área total de la UES. La FIA ofrece las siguientes carreras:

- Arquitectura
- Ingeniería Civil
- ingeniería Industrial
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería Química
- Ingeniería de Alimentos
- Ingeniería de Sistemas Informáticos

La Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA) está conformada por:

- Sector docente: responsable de investigación, formación profesional de los estudiantes, entre otros.
- Sector administrativo: compuesto por las unidades de Decanato, Secretaría de la FIA, Unidad de Planificación, Administración Académica, Administración General y Biblioteca. Dentro de la Facultad también operan

las Unidades de Ciencias Básicas y Postgrado por parte del área académica.

- El sector estudiantil, conformado por los estudiantes de las diferentes carreras y posgrados. Este sector se puede considerar como el más numeroso en cuanto a cantidad de personas que aportan a la Facultad con respecto a los dos sectores mencionados anteriormente.

Según información de la Administración Académica de la FIA, la población estudiantil para el año 2013 era de 10,193 estudiantes inscritos, y se distribuía según se presenta en la Tabla 3.1

Tabla 3.1 Estudiantes inscritos en el año 2013.

Carrera.	Nuevo Ingreso.			Antiguo Ingreso.		
	M	F	Total	M	F	Total
Ingeniería Civil.	259	83	342	655	254	909
Ingeniería Industrial.	283	129	412	895	541	1436
Ingeniería Mecánica.	210	22	232	573	32	605
Ingeniería Eléctrica.	223	10	233	929	52	981
Ingeniería Química.	112	54	166	264	188	452
Arquitectura.	111	91	202	416	352	768
Ingeniería De Alimentos.	118	88	206	477	394	871
Ingeniería De Sistemas Informáticos.	213	30	243	1676	459	2135
Total Inscritos.	1529	507	2036	5885	2272	8157

Fuente: Administración Académica de la FIA.

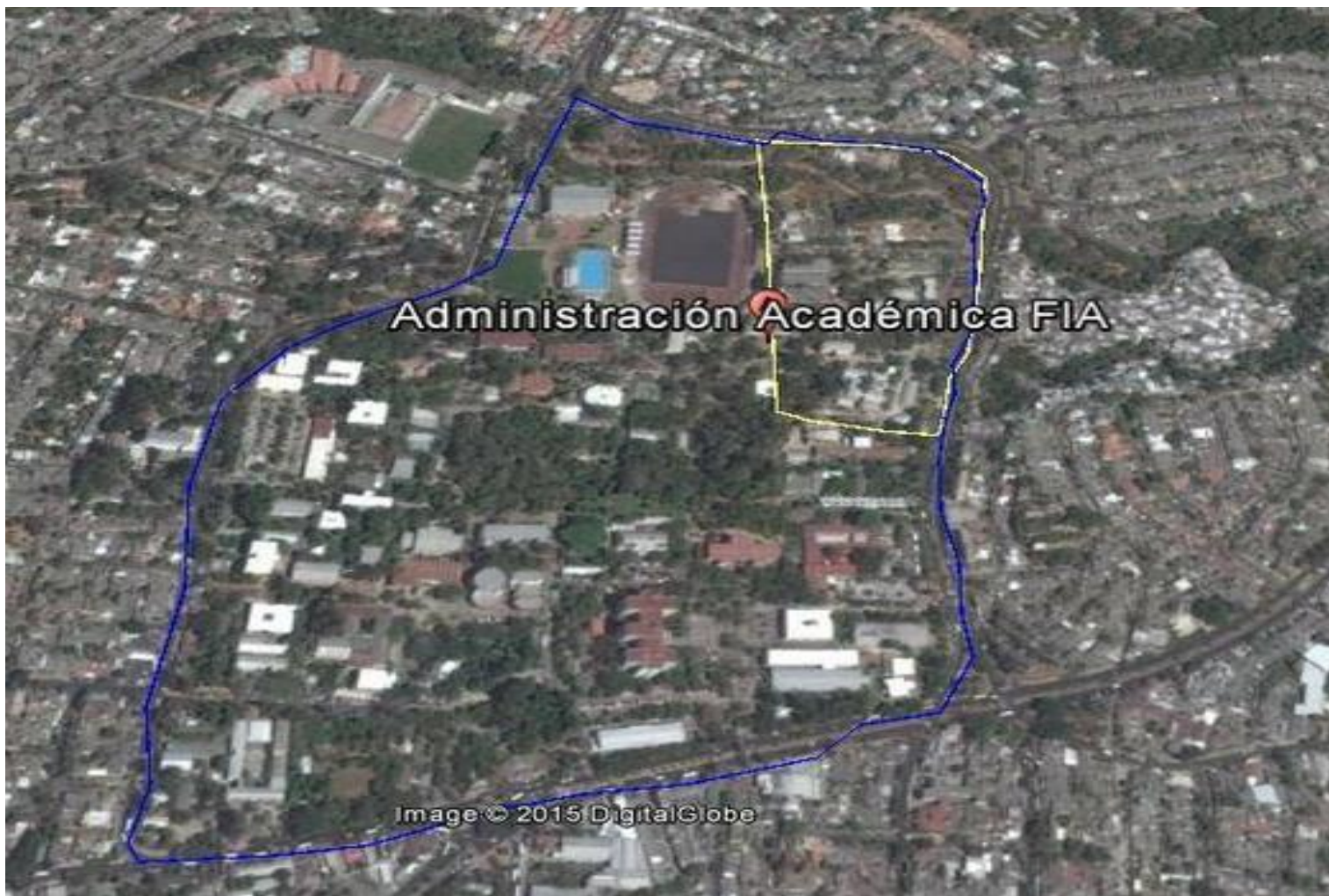


Figura 3.1 Esquema de Ubicación Facultad de Ingeniería y Arquitectura (línea amarilla). Fuente: Google Maps.

3.2 SELECCIÓN DE LA MUESTRA Y TÉCNICA DE MUESTREO.

Todo estudio lleva implícito en la fase de diseño la determinación del tamaño de muestra necesario para la ejecución del mismo. Lo cual se realiza por dos razones: en primer lugar obtener el número suficiente de sujetos para el estudio con lo que a su vez se logra mayor precisión en la estimación de parámetros y visibilidad de diferencias significativas. Como segundo punto se evita realizar el estudio con un número innecesario de estudiantes lo cual generaría una mayor inversión de recursos y pérdida de la aleatoriedad de la muestra.

3.2.1 Determinación de la Muestra.

Para determinar el tamaño de la muestra se utiliza el muestreo estratificado, en este método se divide la población en subpoblaciones, llamados estratos, los cuales en el presente estudio corresponden a un año de estudio en la FIA, en teoría estos estratos no se traslapan y conforman la población completa, de modo que cada unidad de muestreo pertenece exactamente a un estrato (Lohr, 2000).

Las razones para utilizar el muestreo estratificado son las siguientes:

1. Protección contra la posibilidad de obtener una mala muestra. No represente a la población estudiada.
2. Se quieren datos de precisión conocida sobre los subgrupos.
3. El muestreo estratificado, si se hace correctamente, da estimaciones más precisas (con menor varianza) para toda la población.

Tabla 3.2 Total de estudiantes de la FIA por nivel académico en el año 2013

Estratos.	Ciclo I.	Ciclo II.	Total de estudiantes.
Primer Año.	2726	2182	4908
Segundo Año.	1264	1237	2501
Tercer Año.	752	780	1532
Cuarto Año.	514	648	1162
Quinto Año.	646	646	1292

Fuente. Administración académica de la FIA.

Para evitar una doble contabilización, se selecciona en este caso para cada estrato la población estudiantil del Ciclo II 2013, una vez delimitado se puede realizar una estimación del número total de estudiantes que serán encuestados para cada año académico cursado.

Las ecuaciones utilizadas para determinar los estratos en el sector estudiantil y docente son las empleadas a continuación:

Tamaño total de la muestra:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^l N_i P_i Q_i}{NE + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^l N_i P_i Q_i}$$

Ecuación 3.1

$$E = \frac{d^2}{Z_{1-\alpha/2}^2}$$

Ecuación 3.2

Tamaño en cada estrato:

$$n_i = \left(\frac{N_i}{N} \right) = n(W_i)$$

Ecuación 3.3

La muestra total a encuestar es de 72 personas, y para cada estrato se presenta en la Tabla 3.3:

Tabla 3.3 Estratos utilizados para la selección de la muestra de estudiantes.

Estratos.	Total de estudiantes.	Muestra por estrato.
Primer Año.	2182	29
Segundo Año.	1237	16
Tercer Año.	780	10
Cuarto Año.	648	8
Quinto Año.	646	8
Total.	5493	72

Fuente: Elaboración propia

La muestra de la población docente es de 49 personas. Para cada estrato se presenta en la Tabla 3.4:

Tabla 3.4 Estratos utilizados para la selección de la muestra de docentes.

Estratos.	Total de docentes.	Muestra por estrato.
Arquitectura	18	6
CIAN	4	1
Civil	24	8
Eléctrica	12	4
Industrial	19	6
Mecánica	8	3
Química	11	4
Sistemas	17	6
UCB	33	11
Total	146	49

Fuente: Administración Académica de la FIA.

Para el sector administrativo, aplicando muestreo aleatorio simple se obtiene una muestra de 41 trabajadores. Ya definidas todas las muestras, se aplican las

metodologías descritas para el cálculo de la Huella Ecológica procedente de la población estudiantil, administrativa y docente.

Para evaluar la HE en las categorías de Transporte, Papel y Alimentos en cada uno de los sectores considerados, el mecanismo de recolección de información empleado fueron encuestas, así como información brindada por autoridades de la FIA (Ver ANEXO I,II y III).

3.3 DESCRIPCION FLUJOS DE ENTRADA Y SALIDA.

En el sistema de estudio las entradas y salidas tomadas en cuenta para el cálculo de la Huella Ecológica se presentan esquematizadas en la Figura 3.2.

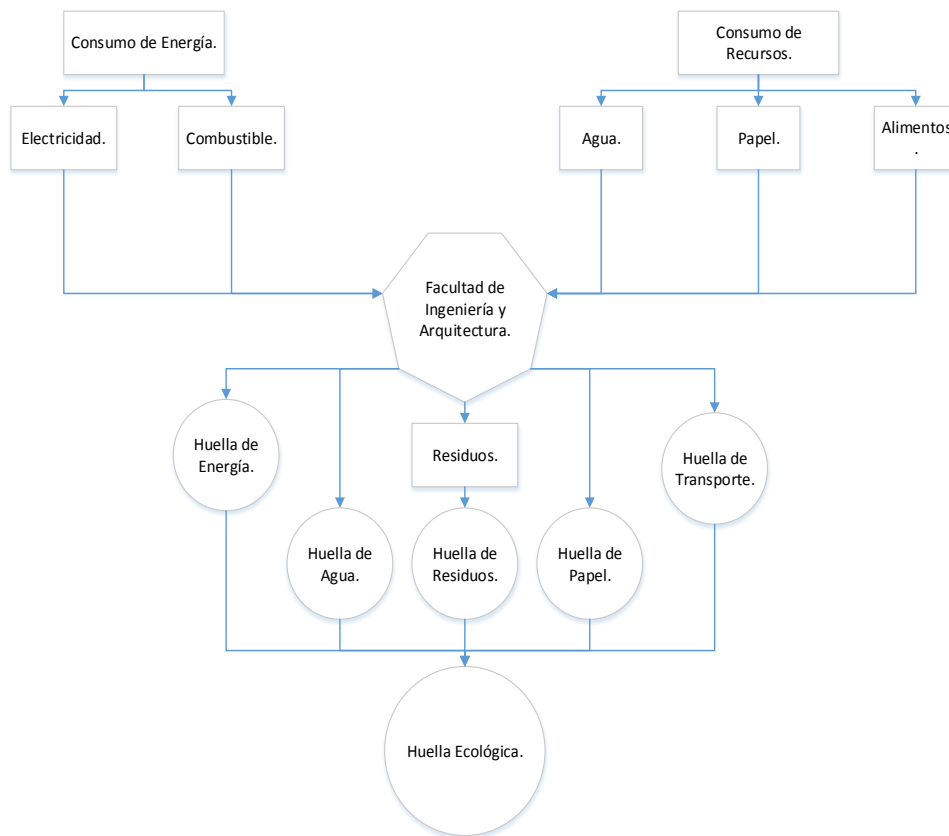


Figura 3.2 Esquema de los flujos de entrada y salida de la FIA. Fuente: Elaboración propia.

A continuación se hace una descripción de cada uno de los flujos de entrada y salida:

Flujos de Entrada.

i. Consumo de Energía.

- Electricidad.

Representa el consumo de energía eléctrica de la FIA, dicho consumo proviene del uso de luminarias, y los diferentes equipos electrónicos empleados por el sector administrativo, docente y estudiantil.

- Combustible (Transporte).

Este proviene del gasto en combustible por el desplazamiento de administrativos, docentes y estudiantes desde sus hogares hacia la FIA y viceversa. También contempla el gasto de combustible por el uso de los vehículos universitarios.

ii. Consumo de recursos.

- Papel:

Representa el número de resmas de papel bond consumidas por administrativos, docentes y estudiantes, además del consumo de cuadernos para los diferentes años de estudio. También incluye la cantidad de fotocopias consumidas por los estudiantes de los diferentes años.

- Agua.

Metros cúbicos de agua calculados a partir de la facturación mensual de ANDA a la Universidad.

- Alimentos.

Se focaliza en la comida consumida dentro de las instalaciones de la universidad. Incluye la mayoría de los alimentos de la canasta básica alimentaria y la contabilización de las porciones de cada uno de ellos se extrajeron de la página web de la Dirección General de Estadísticas y

Censos (DIGESTYC, s.f.). Expresado en kilogramos, estos se dividen en 2 clases:

- Origen Vegetal: Incluye los siguientes alimentos: plátanos, frijoles, trigo, naranja, guineo, maíz, azúcar, arroz, papa, tomate, cebolla.
- Origen Animal: Incluye los siguientes alimentos: Res, cerdo, pollo y huevos

Flujos de Salida.

iii. Residuos.

- Cartón:

Es la cantidad de cartón en toneladas desechadas en los contenedores de la Facultad.

- Orgánicos.

Es la cantidad de residuos sólidos orgánicos, expresados en toneladas, provenientes de las actividades de jardinería y cafetería

- Plásticos.

Es la cantidad de residuos de plásticos en toneladas desechados en los contenedores de la FIA.

3.4 METODOLOGÍA DE CÁLCULO APLICADA AL ESTUDIO.

3.4.1 Huella de Energía.

Cada fuente de energía posee un método de cálculo de Huella Ecológica en función de su impacto en el medio ambiente. En el caso de los combustibles fósiles que emiten diversos tipos de gases al hacer combustión, la metodología a seguir es determinar las toneladas de CO₂ que se generan por cada GJ de combustible utilizado, y posteriormente traducir este CO₂ generado en el área de bosque necesaria para absorberlo.

Para caracterizar las diferentes fuentes de energía utilizadas en el país, se utilizó la matriz energética nacional, entendiendo que esta es una representación cuantitativa de toda la energía disponible en un determinado territorio, región, país, o continente para ser utilizada en los diversos procesos productivos. La matriz energética empleada es la que presenta el Consejo Nacional de Energía en su Informe Anual 2013 (CNE, 2013). Ver Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Matriz de generación eléctrica de El Salvador.

Fuente Energética.	GWh.	Porcentaje [%].
Térmica.	2355	38.6
Geotérmica.	1443	23.7
Hidráulica.	1785	29.3
Biomasa.	229	3.8
Importación Neta.	283	4.6

Fuente: Consejo Nacional de Energía 2013.

Para el cálculo de la HE de energía, se trabajara con las fuentes de generación de energía nacionales, excluyendo importaciones netas. En la Tabla 3.6 se presenta la redistribución de la matriz energética excluyendo estas.

Tabla 3.6 Matriz Energética Nacional excluyendo las Importaciones Netas.

Fuente Energética.	GWh.	Porcentaje [%].
Térmica.	2355	40.5
Geotérmica.	1443	24.8
Hidráulica.	1785	30.7
Biomasa.	229	3.9

Fuente: Elaboración propia a partir de datos tomados de: Consejo Nacional de Energía

2013

3.4.1.1 Hidroeléctrica.

Para la determinación de la Huella Ecológica correspondiente al consumo de energía de origen hidroeléctrico, se realizó una adaptación de la metodología planteada por Rees y Wackernagel en su obra *Nuestra Huella Ecológica*. Según los autores, la huella se determina dividiendo la suma del área inundada y el área ocupada por la infraestructura de distribución de alta tensión, entre la producción anual de electricidad. Sin embargo para los fines de esta investigación, se toma en cuenta únicamente el área inundada de la central hidroeléctrica.

A partir de esta información, se genera un índice de productividad energética en unidades de GWh/km²/año. El área de inundación se clasifica en la categoría de terrenos para construcción. La Tabla 3.7 presenta los diferentes índices de productividad para cada uno de los diferentes embalses nacionales.

Tabla 3.7 Índices de productividad energética de las diferentes centrales eléctricas.

Central hidroeléctrica	Área Embalse (km ²)	Generación media anual GWh	Índice de productividad GWh/(km ²)/año
Guajoyo	26.3	64.2	2.4411
Cerrón Grande	135	488	3.6148
5 de Noviembre	16	57.4	28.5875
15 de Septiembre	35.5	605.2	17.0479

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL).

3.4.1.2 Biomasa.

La biomasa es uno de los recursos menos utilizados para la generación de energía eléctrica en el país, para el año 2013 represento el 3.8 por ciento de la matriz energética nacional.

En El Salvador la caña de azúcar es uno de los recursos agrícola con mayor potencial y mayor capacidad para generar energía eléctrica a partir del bagazo, este es ocupado por los ingenios para producir su propia energía, vendiendo el exceso en el mercado mayorista.

Esta generación de electricidad puede contabilizarse como una contra huella, para calcularse se necesita la siguiente información:

1. El carbono almacenado dentro del bagazo de caña.
2. Los m³ de bagazo por hectárea.
3. La densidad del bagazo de caña.

Según Doménech una tonelada de biomasa seca equivale a 0.45 ton de carbono, con toda esta información es posible estimar la productividad energética en unidades de GJ/ha/año, sin embargo para esta investigación no se realiza el cálculo del valor de esta contra huella.

3.4.1.3 Térmica.

Se presentan los pasos a seguir para la determinación de la HE por la generación de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles:

1. Transformar los consumos de energía eléctrica en KWh, a Gigajoule, empleando el factor de conversión de unidades: $1\text{KWh}=0.0036\text{ GJ}$.
2. Aplicar los rendimientos indicados, que para el caso de combustibles fósiles, se utiliza una eficiencia del 30%, consecuencia de la termodinámicas del proceso (Doménech, 2006). Esto es $0.0036/0.3 = 0.0120\text{ GJ/KWh}$.
3. Determinar el área necesaria para el consumo de energía eléctrica para cada una de las fuentes de energía consideradas en el estudio, utilizando

índices de productividad energética. (Coto-Millán, Domenech, & Mantecón, 2008).

4. Calcular la Huella Ecológica utilizando la Ecuación 2.2.

Las emisiones procedentes de combustibles fósiles se ubican dentro de áreas de Bosques para Absorción de CO₂.

3.4.1.4 Geotermia.

Para calcular esta HE, se usa el mismo concepto planteado en la sección 3.4.1.1, donde se usa un factor que asocia la producción de la energía eléctrica y el área disponible para producirla; a partir de la referencia bibliográfica, y dada la capacidad de producción eléctrica en el país a partir de las fuentes de energía geotérmica, se determina un factor de productividad energética de 900 m²/GWh (MIT, 2015).

Conversión de unidades: $900 \frac{m^2}{GWh} = 0.09 \frac{ha}{GWh}$

Por lo tanto el valor a utilizar es de: $11.1111 \frac{GWh}{ha}$

La HE se determina según la Ecuación 2.2. La asignación de la HE referente a la Geotérmica son los terrenos para construcción.

3.4.2 Huella de Transporte.

El procedimiento a seguir en este caso es similar al cálculo de la HE procedente de fuentes térmicas, el combustible es distribuido y vendido bajo unidades de volumen, por lo que es necesario convertirlo en función de su rendimiento

energético a unidades energéticas para poder determinar las emisiones de CO², los pasos a seguir son los siguientes:

1. Calcular el consumo de combustible (en m³).
2. Utilizando la densidad, convertir a kilogramos.
3. Obtener el valor de la producción energética mediante el uso del poder calórico correspondiente al combustible usado (Gj/kg).
4. Definido el consumo en GJ, utilizar el índice de productividad energética de Coto-Millán.
5. Calcular la Huella Ecológica utilizando la Ecuación 2.2.

3.4.3 Huella de Papel.

El uso de papel es vital para el desarrollo de actividades académicas y administrativas en la FIA, por lo que incorporar este consumo en el cálculo de la HE es fundamental.

El papel en hoja o en rollos para escritura que se consume en el país, es importado en su totalidad (BCR, 2014). Para determinar el índice de productividad natural es necesario tomar en cuenta que una tonelada de papel requiere 2 m³ de madera, y el rendimiento de producción de las especies maderables es de 32.5 m³ de madera/por hectárea (Guerrero & Guiñirgo, 2008). Obteniendo así un índice de productividad natural de 16.25 ton/ha. Para el cálculo de la HE se utilizan las ecuaciones de la sección 2.2 en la que relaciona la productividad natural y el consumo de papel, dicha información fue recolectada a partir de encuestas a estudiantes (ANEXO I, II y III), así como de información solicitada a las autoridades administrativas (ANEXO X). La materia prima para la producción de papel son los árboles, por lo que la asignación de la Huella Ecológica relacionada a la productividad natural de este, se asigna a bosques.

Para el cálculo que corresponde a la intensidad energética, se toma en cuenta que para producir una tonelada de papel virgen se requiere 0.00972 GWh/ton y una tonelada de papel reciclado requiere 0.004861 GWh/ton (Doménech, 2006). Además es necesario conocer el gasto total de papel de la FIA, el cual para fines de esta investigación, se asumirá como materia virgen en su totalidad.

Finalmente una vez obtenido el consumo total de energía para la producción del papel utilizado en la FIA, se sigue la metodología de la sección 3.4.1 para la determinación de la Huella Ecológica.

3.4.4 Huella de Alimentos.

Para el cálculo de la HE de la FIA es necesario contabilizar los consumos originados por todos los agentes que intervienen en la dinámica universitaria de la facultad. Por tanto los consumos alimenticios son una fuente de impacto a tomar en cuenta.

Los alimentos se expresan habitualmente en kilogramos o toneladas consumidas, por lo que estas deben ser transformadas en hectáreas a través de los índices de productividad. De hecho, en el análisis de Huella Ecológica por componentes para Universidades uno de los componentes habituales de estudio es el consumo de alimentos. (Cynthia Klein-Banai, 2010).

Cuando se analiza la producción de alimentos, la productividad se denomina específicamente productividad natural y se utiliza la ecuación 2.2 para el cálculo de su Huella Ecológica. También es necesario que a cada uno de los bienes de consumo se le asigne su correspondiente territorio productivo. La lógica de asignación se puede ver reflejada en los siguientes ejemplos:

- La huella del consumo de maíz y cualquier otro tipo de cultivo ya sean, frutas u hortalizas, se asignan a terrenos cultivables

- La huella del consumo de carne se asigna a pastos, ya que ese es el tipo de territorio en el que se ubican los distintos tipos de animales de los que procede la carne que se consume

Por otro lado, existen alimentos que requieren de un procesamiento para poder ser finalmente consumidos, estos procesos demandan energía ya sea de origen eléctrico, térmico o ambas. Tal es el caso de los productos cárnicos así como los lácteos. En el caso de este tipo de alimentos se contabilizó el coste energético y se incluyó en el cálculo de la HE.

Los alimentos evaluados fueron aquellos que pertenecen a la canasta básica alimentaria urbana. Para cuantificar la ración de consumo de estos por parte de la población universitaria, se recurrió a la información proporcionada por el sitio web de la DIGESTYC. Los datos se recolectaron a partir de encuestas (ANEXO I, II y III), donde se consultó la frecuencia de consumo de los distintos alimentos en una semana, estos datos fueron extrapolados para un año. Se excluyeron los siguientes alimentos: Aceite, Margarita, Manteca vegetal, güisquil, repollo y chile verde. La totalidad de los factores de productividad natural fueron recolectados de los datos contenidos en el sitio oficial del Ministerio de Agricultura y Ganadería (ANEXO V).

3.4.5 Huella de Agua.

La Huella Ecológica referida al consumo de agua se encuentra definida por dos componentes: el primero es el consumo energético que representa la potabilización de la misma. Por lo que se debe calcular la huella referida al consumo energético empleando la metodología citada anteriormente, partiendo de la información resumida en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8 Consumo de energía eléctrica para la potabilización del agua de la zona metropolitana año 2013.

Metros cúbicos de agua potabilizada	Energía eléctrica consumida (kWh)
183,464,681	307,042,459

Fuente: Oficina de Información y respuesta de ANDA

A través de esta información se calcula el índice de intensidad energética dividiendo los metros cúbicos de agua potabilizada por los kWh de energía eléctrica consumidos.

La segunda componente del cálculo se encuentra definida por la productividad natural del agua a nivel nacional. Para determinarla se parte del promedio de lluvia a nivel nacional, que para el año 2013, registró un promedio de 1872 mm de lluvia (SNET, 2014). Con este dato se puede determinar el índice de productividad natural partiendo de la asunción de que el volumen de agua total se distribuye uniformemente en el territorio nacional, por lo cual mediante el cociente del volumen de agua precipitado entre el área del territorio nacional se obtiene el índice de productividad natural (Doménech, 2006). Finalmente se aplica la Ecuación 2.2 para obtener la HE.

La información del consumo de agua de la Universidad se obtuvo a través de la Unidad de acceso a la información pública (ANEXO XI). No existe registro de un valor de consumo de agua ya que ANDA factura una cuota fija mensual a la universidad por el servicio. Con la cuota se determinó a través del pliego tarifario de ANDA los metros cúbicos correspondientes, y se extrapolaron para un año. El consumo total se dividió entre la población universitaria para obtener un valor de consumo de agua por persona, y posteriormente se multiplicó por la población de la FIA, obteniendo así, una estimación del consumo de agua total de la FIA.

3.4.6 Huella de Residuos.

Para la determinación de la HE de residuos es necesario contabilizar y clasificar la cantidad de residuos generados por la FIA. Esto se realizó basándose en la metodología del trabajo de graduación "*Propuesta Para La Gestión De Residuos Sólidos En La Universidad De El Salvador*" (Nuñez & Ramirez, 2000). Su procedimiento se describe a continuación:

Se muestrearon los cuatro contenedores ubicados frente al edificio de la Escuela de Ingeniería Industrial durante cuatro días (4 de Noviembre - viernes 7 de Noviembre). Las muestras fueron colectadas entre horarios de 5:00 a 6:00 a.m. Se realizó la cuantificación del peso de la basura a través de la selección de 2 bolsas por contenedor, se prosiguió a pesarlas en una báscula de cocina y se realizó un promedio de ambos pesos para obtener un valor de libras por bolsa. El resultado se multiplicó por el número de bolsas apiladas en cada contenedor, obteniendo el peso total de residuos por día. Este valor se extrapolaron para un periodo de 40 semanas a fin de calcular el peso total de residuos anual. Para obtener la cantidad de basura generada por una persona en la FIA, se dividió la cantidad total de residuos depositada en los contenedores en un año entre la población total de la FIA, a manera de obtener un valor de generación de residuos por persona.

En el caso de los residuos sólidos orgánicos, el cálculo de la HE para su asimilación, se determinó a través del área geográfica que ocupa para su disposición, y el combustible consumido por los equipos que se utilizan para su movilización y compactación (Gasto energético). Entre estos se encuentran Retroexcavadoras y tractores Buldócer.

En el caso de residuos plásticos, debido a la lenta velocidad de absorción que presenta en un sistema biológico, se determinó el valor de la HE a través de datos

de la energía necesaria para su extracción, procesamiento, y manipulación (Global Footprint Network, 2014), igualmente esto se aplica para residuos de cartón. A continuación el detalle de cada metodología.

a) Residuos sólidos orgánicos.

El cálculo de la HE por disposición final de residuos requiere de la información siguiente:

1. Cantidad de residuos sólidos orgánicos generados en la FIA.
2. Relación de área de celda de Relleno Sanitario por cantidad de residuos.
3. Gasto energético para la operatividad de la maquinaria en el Relleno Sanitario.

Para obtener la relación entre la cantidad de materia orgánica dispuesta y el área que esta ocupa (ton/ha), se utiliza el valor del volumen de compactación generado en el Relleno Sanitario MIDES el cual es de 1 ton/ m³ (Chamorro, 2008), asumiendo una altura de celda de 40 metros, y utilizando la ecuación de volumen = área*altura se obtuvo un valor de 2.5x10⁻⁶ hectáreas para apilar 1 ton de residuos sólidos orgánicos. (Acuña, 2008)

Se mencionó anteriormente que se requiere del consumo de combustible para la movilización y compactación de los residuos sólidos orgánicos dispuestos en el Relleno Sanitario. A continuación se presentan los rendimientos del consumo de combustible de los equipos para el proceso de compactación y movilidad por toneladas de residuos tratados (Rivera & Chavarria, 2005):

1. Buldócer 1.8 toneladas de residuos por litro de diésel.
2. Retroexcavadora 10.36 ton de residuos por litro de diésel.

Tomando en cuenta los rendimientos antes mencionados y la cantidad de residuos sólidos orgánicos, se calculó el valor de la HE referida al consumo de combustible siguiendo la metodología de la sección 3.4.1.3.

b) Residuo plástico y cartón.

En este caso, la HE es calculada a partir del consumo de energía para la extracción, procesamiento y manipulación. Los datos son presentados a continuación:

Residuos plásticos:

- 1 kg de plástico requiere 0.00026 kg Gasoil y 0.0640 kWh. (Garraín, Vidal, Franco, & Martínez, 2008).

Residuos de cartón:

- 0.66 kg de caja de cartón requiere de 0.28 ml de diésel (Naranjo, 2011).

Tomando en cuenta los consumos de energía antes mencionados y la cantidad de residuos generados de plástico y cartón en un año, se calcula el valor de la HE, aplicando la metodología de la sección 3.4.1.3.

4. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los consumos y residuos evaluados en la FIA según los sectores que la conforman, y acompañado de su respectivo análisis. Los flujos totales de entrada-salida se presentan en la Figura 4.1.

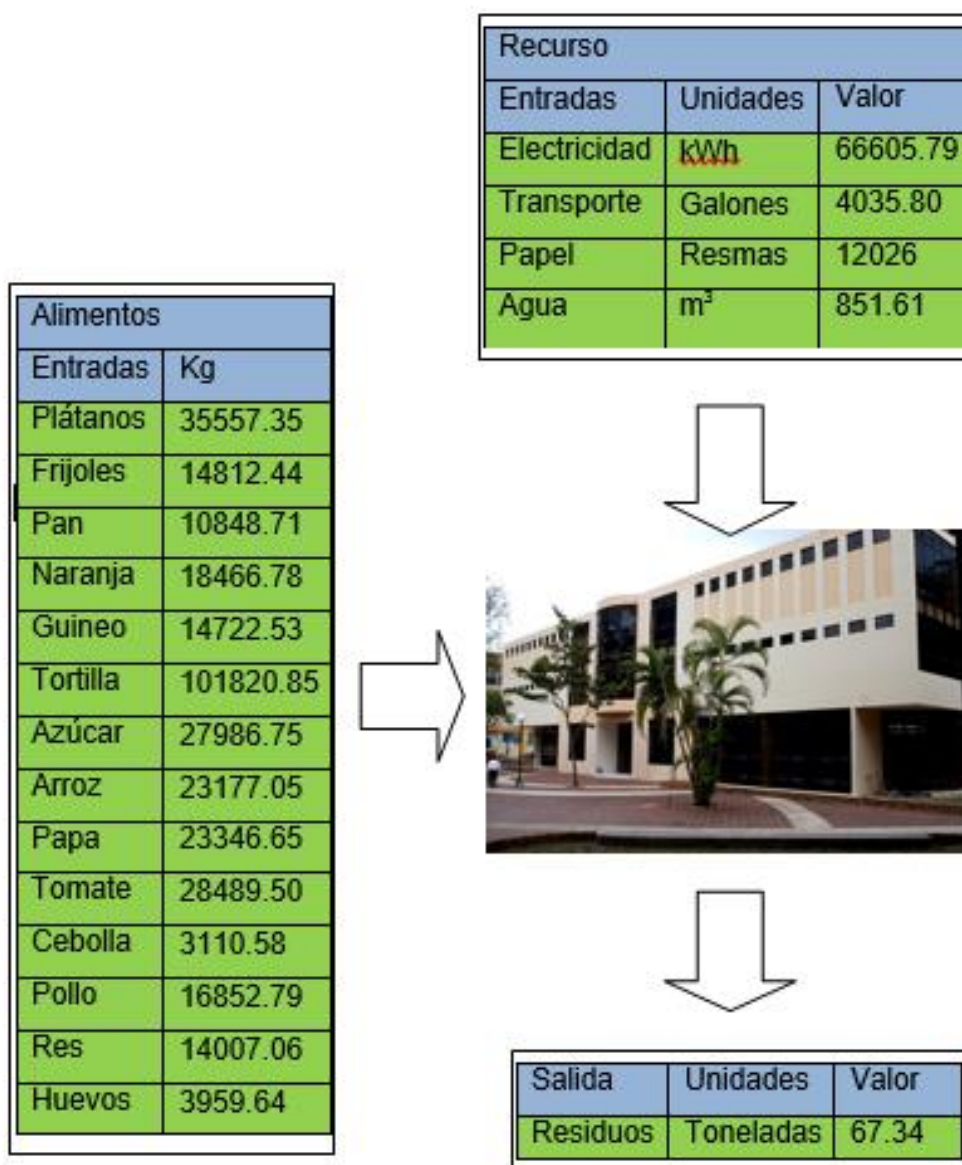


Figura 4.1 Balance de Flujos de Entrada y Salida de la FIA en el año 2013.

La información se presenta de la siguiente forma:

1. Resultados de la HE per cápita y total del sector estudiantil para cada una de las categorías en estudio.
2. Resultados de la HE per cápita y total del sector docente y administrativo para cada una de las categorías en estudio, contrastadas con los resultados del sector estudiantil.
3. Cálculo de HE per cápita y total de la FIA.

Los resultados presentes en el trabajo se incluyen en la hoja de cálculo ANEXO XII ANEXO XII

4.1 SECTOR ESTUDIANTIL.

Con 5,493 estudiantes para el año 2013, el sector estudiantil representa el 96 por ciento de la población total de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. A continuación se presentan la evaluación de la HE según los consumos evaluados.

4.1.1 Energía.

El consumo anual de electricidad facturado por la Universidad en el año 2013 fue de 629,362 kWh (Hernández, 2014), en ese año la población universitaria fue de 54,162 personas. Con esta información se determinó un factor de 11.62 kWh/persona, que representa el consumo eléctrico promedio de un individuo ya sea que pertenezca al sector docente, administrativo o estudiantil. Con base a esta información se calculó el consumo eléctrico de la FIA y se determinó su respectiva HE.

La Tabla 4.1 muestra que es necesario de 0.82 hectáreas globales para generar la energía eléctrica que consumen los estudiantes en un año.

Tabla 4.1 Huella Ecológica del consumo eléctrico para estudiantes.

Consumo eléctrico total de estudiantes . [kWh]	Huella Ecológica.	
	hag/estudiante/año	hag/año
63,828.62	0.00015	0.82

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Transporte.

En estudios consultados sobre HE en Universidades, esta categoría genera una alta contribución a la HE. Ejemplo de esto son: la Universidad Central Marta Abreu de las Villas, la Universidad de Málaga, la Universidad de Granada, la Universidad de San Francisco Quito y la Universidad de Redlands. En esta investigación se identificaron tres tipos de medios de transporte que son utilizados por la población de la FIA, estos son: automóvil, transporte público y peatonal. La Figura 4.2 presenta el porcentaje de uso de los distintos medios de transporte por parte de los estudiantes.

En la Figura 4.2 se puede observar que el transporte público es el medio más utilizado por parte de los estudiantes para transportarse. Mientras que la Figura 4.4 muestra que la Huella Ecológica per cápita es menor cuando se utiliza el transporte público; esto se debe a que el consumo de combustible utilizado por el colectivo se distribuye entre todas las personas que viajan en él. En promedio son 72 personas que se transportan por unidad colectiva (Gonzalez & Umaña, 2013).

La distancia promedio recorrida en kilómetros desde el hogar hasta las instalaciones de la universidad para cada año de estudio se presenta en la Figura 4.3.

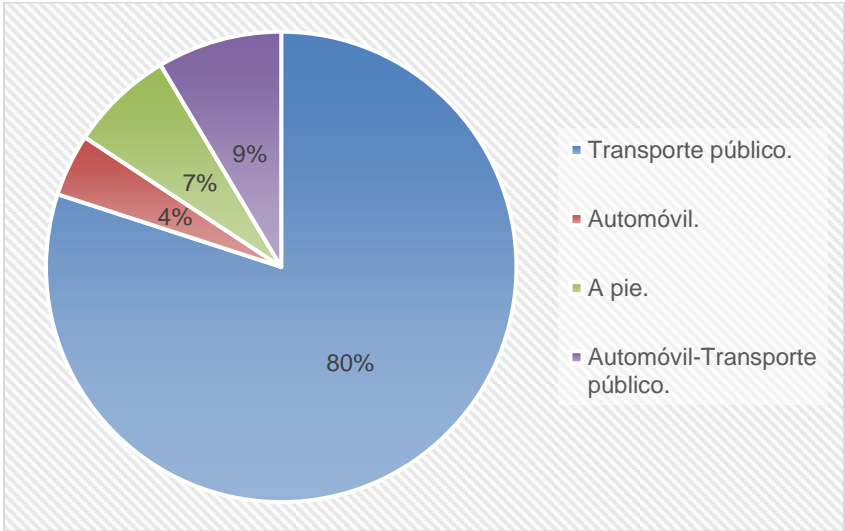


Figura 4.2 Distribución del tipo de transporte utilizado por los estudiantes.

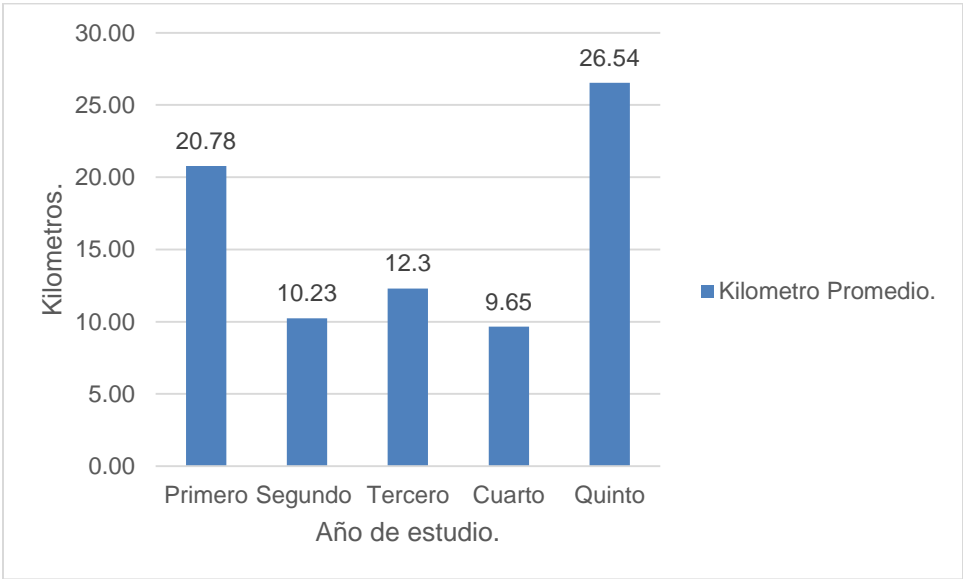


Figura 4.3 Distancia promedio recorrida según año de estudio.

No se observa una tendencia definida en los valores de los kilómetros viajados, sin embargo los estudiantes de quinto año son los que en promedio recorren una

mayor distancia, seguido por los estudiantes de primer año. Al consultar a los estudiantes encuestados estos manifestaron en ambos casos que se trasladan con mayor frecuencia desde sus casas, fuera del área de San Salvador, mientras que los estudiantes de otros años prefieren quedarse en San Salvador y no viajar al interior del país. Con los estudiantes que prefieren caminar, sus residencias se encuentran cerca de la UES, por lo que no contribuyen en la HE. También existen estudiantes que utilizan los dos medios para transportarse (colectivo y automóvil). Se realizó una comparación entre las HE per cápita procedentes del uso de automóvil y transporte público, los resultados se presentan en la Figura 4.4

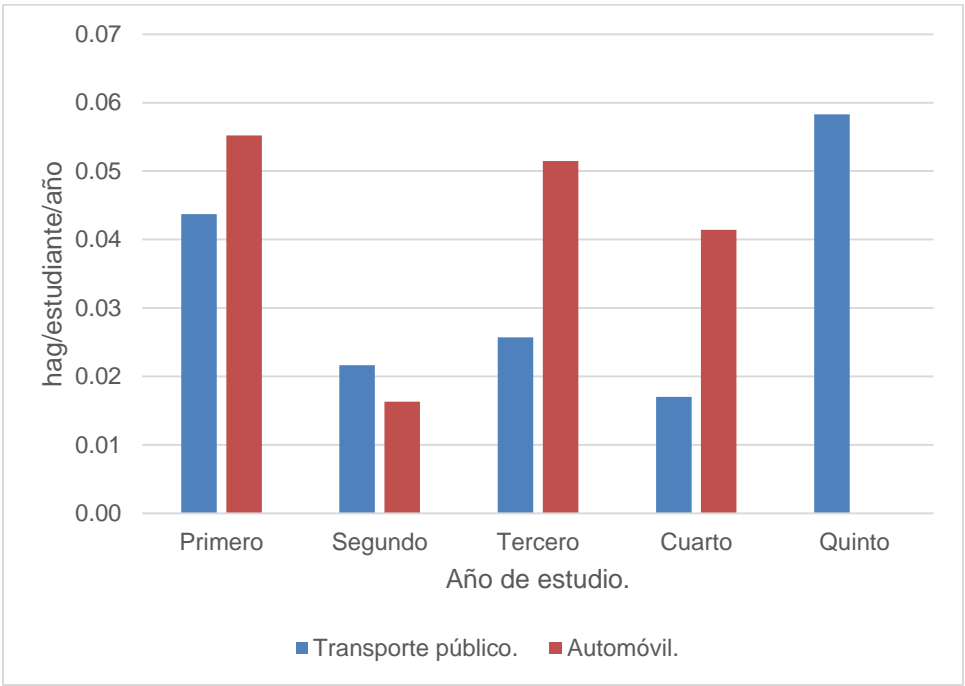


Figura 4.4 HE por tipo de transporte utilizado.

Los resultados de la HE por el uso de automóvil o colectivo se muestran en la Tabla 4.2, Según estos, se necesitan de 190.89 hag para satisfacer la demanda por el uso de transporte en un año.

Tabla 4.2 Huella Ecológica de Transporte.

Año de estudio.	hag/estudiante/año	hag/año
Primer Año.	0.04373	95.42
Segundo Año.	0.02162	26.75
Tercer Año.	0.02572	20.06
Cuarto Año.	0.01699	11.01
Quinto Año.	0.05829	37.65
Promedio ponderado.	0.03475	190.89

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Papel.

El consumo de papel por año de estudio se muestra en la Tabla 4.3. Se ha estimado que el sector estudiantil requiere de 26.93 ton de papel virgen, que equivalen a 9,934 resmas anuales. Esta también presenta los datos correspondientes al número de resmas promedio consumidas por estudiante según el año que cursan.

Tabla 4.3 Consumo de papel por año de estudio

Año de estudio.	Nº resmas.	Resmas/ Estudiante.	hag/año.	hag/ Estudiante/año.
Primero.	3262	1.50	1.79	0.00082
Segundo.	3095	2.51	1.70	0.00140
Tercero.	1736	2.23	0.95	0.00120
Cuarto.	946	1.47	0.52	0.00080
Quinto.	843	1.40	0.35	0.00054
Total	9934		5.29	Promedio Ponderado. 0.00100

Fuente: Elaboración propia

En el primer, cuarto y quinto año, los valores de las huellas per cápita por consumo de papel son menores al ser comparados con las de segundo y tercer año; para el caso de primer año se observa un menor consumo de fotocopias; esto debido a que la carga académica y los trabajos desarrollados en esta etapa

académica suelen ser en promedio de 15 páginas (según lo expresado por estudiantes). También hay que destacar que durante el primer año de estudio el pensum curricular cuenta con un número de nueve materias para las carreras de ingeniería, número inferior al de años posteriores donde en general se cursan 10 materias (UES, 1997).

En cuanto los estudiantes del cuarto y quinto año, el proceso se orienta más por la implementación de herramientas digitales, tales como el aula virtual, evaluaciones en línea y uso de libros digitales. Estas son algunas de las razones que explican los bajos valores de la HE en estos años (Figura 4.5).

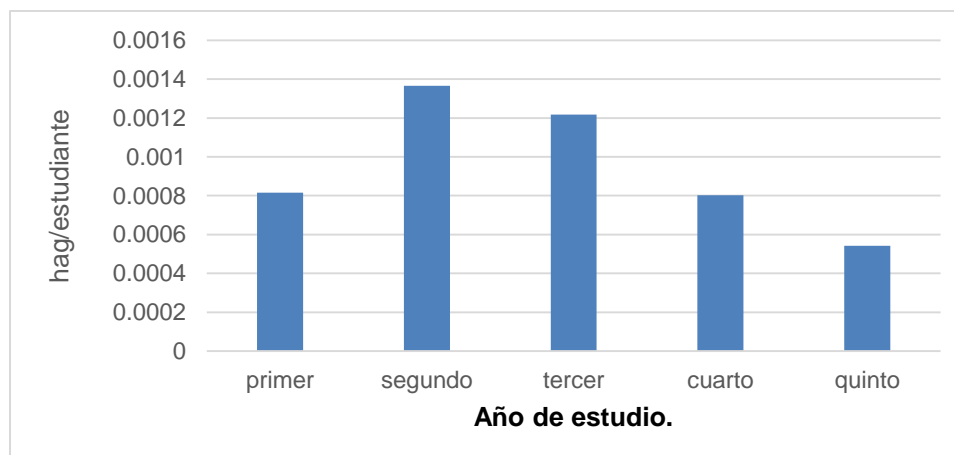


Figura 4.5 Huella Ecológica per cápita por año académico.

En la Figura 4.6 se observa que los estudiantes de primer año aportan el 33 por ciento del valor de la Huella Ecológica de los estudiantes por consumo de papel; esto a pesar de no contar con la mayor HE per cápita. Este resultado se debe a que representan el 40 por ciento de la población total de estudiantes, por lo que el nivel de consumo es superior comparado a otros años.

La contribución más baja la aportan los estudiantes de quinto año, con un 9 por ciento, debido al consumo de una menor cantidad de papel, y representan el estrato con menor cantidad de personas del sector estudiantil.

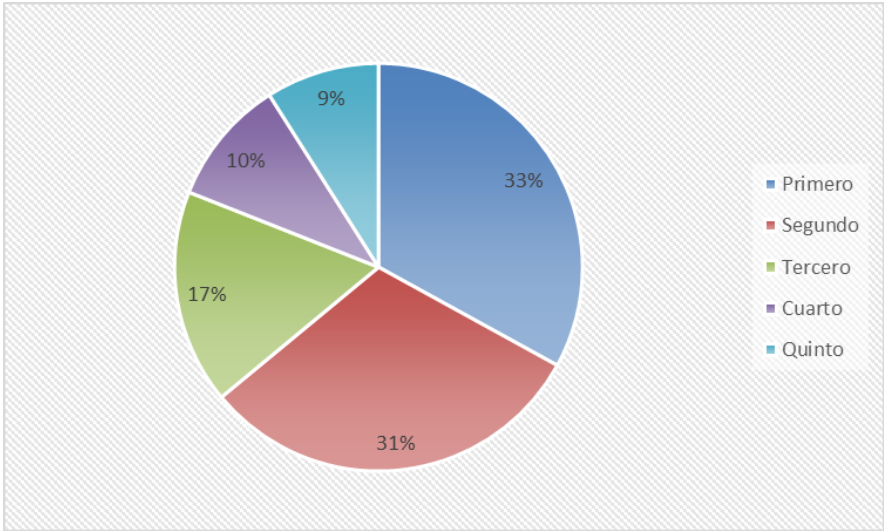


Figura 4.6 Porcentaje de contribución al valor de la HE por el consumo de papel para cada año de estudio.

4.1.4 Alimentos.

El Figura 4.7 presenta la huella per cápita por el consumo de alimentos para cada uno de los diferentes años de estudio. En este se puede ver que los estudiantes del quinto año presentan la huella más alta, por otro lado el menor valor de la huella por persona pertenece a los estudiantes de segundo año.

Se tabularon los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes con la finalidad de relacionarlos con los resultados de la Figura 4.7. La información se presenta en la Tabla 4.4. Dicha tabla muestran la cantidad de alimento promedio en kilogramos que consumen los estudiantes de los diferentes años según tiempo de comida. Los estudiantes de segundo año consumen más alimento en desayunos, mientras que en los almuerzos son los estudiantes de quinto año.

Importante resaltar que los estudiantes del segundo año son los que consumen la mayor cantidad de alimento incluyendo ambos tiempos de comida, sin embargo es quinto año quien tiene la Huella Ecológica más alta.

Tabla 4.4 Consumo semanal de alimentos en kilogramos según año de estudio

Año de estudio.	Desayunos(kg)/estudiante	Almuerzo (kg)/estudiante
Primer año.	0.48	0.88
Segundo año.	0.59	1.26
Tercer año.	0.33	1.10
Cuarto año.	0.27	0.88
Quinto año.	0.44	1.27

Fuente: Elaboración propia

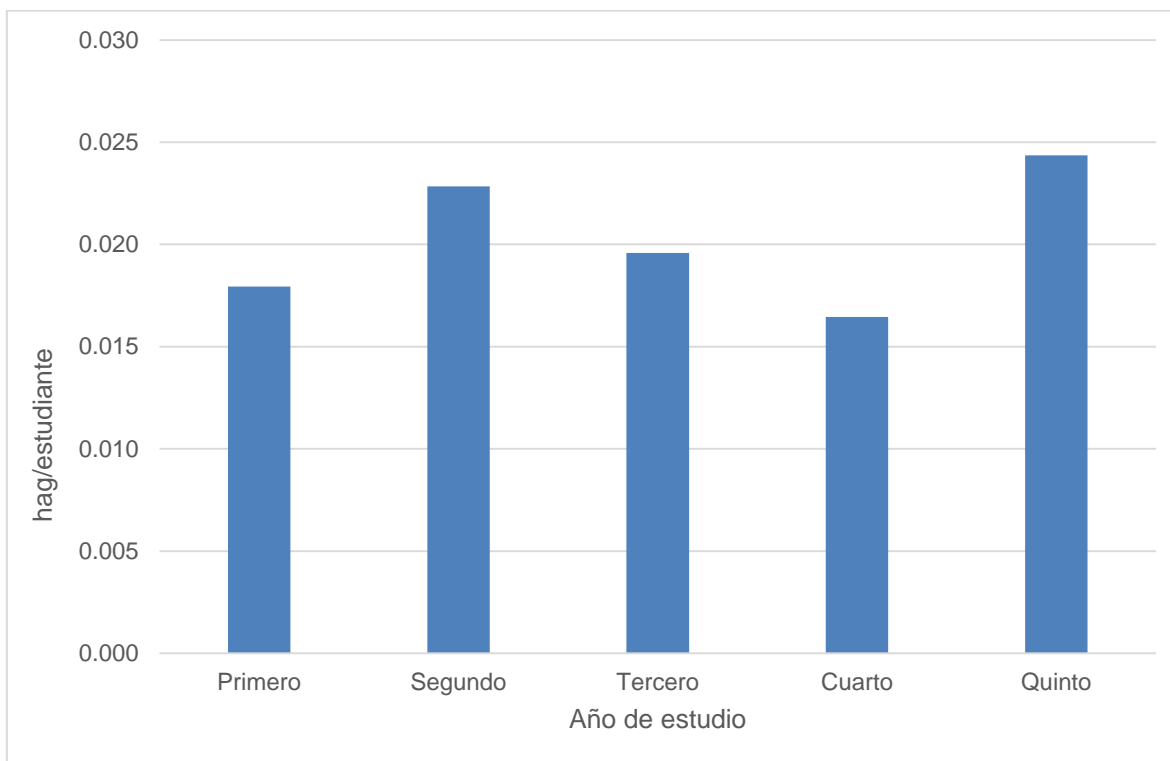


Figura 4.7 Huella Ecológica per cápita del consumo de alimentos de los estudiantes de la FIA según año de estudio.

La razón de esto tiene que ver con los rendimientos de producción de los alimentos por área de superficie. El almuerzo de la dieta salvadoreña comúnmente incluye el consumo de carne de res, pollo y cerdo. La carne de res posee el menor de los rendimientos de producción por superficie de área, es decir que se necesita una gran cantidad de recursos para poder producir un kilogramo de carne, diferente es el caso de alimentos de origen vegetal como el maíz, donde se obtienen mayores cantidades de alimento por superficie de área. Esto implica que un almuerzo promedio de la dieta salvadoreña posee una mayor Huella Ecológica que un desayuno.

Tabla 4.5 Huella Ecológica de la FIA por el consumo de alimentos.

Año de estudio.	Huella Ecológica. [hag/estudiante/semana]	Huella Ecológica [hag/año]
Primer año	0.0179	39.16
Segundo año	0.0228	28.25
Tercer año	0.0196	15.28
Cuarto año	0.0165	10.66
Quinto año	0.0244	15.73
Promedio	0.0198	Total 109.09

Fuente: Elaboración propia

La Huella Ecológica de la población estudiantil por el consumo de alimentos se estimó en 109.09 hectáreas (Tabla 4.5). Estas se distribuyen según se muestra en la Figura 4.8. La mayor contribución es realizada por los alumnos de primer año, que aunque posean el cuarto lugar en el valor de la huella per cápita, cuentan con la mayor cantidad de estudiantes de todos los años. La huella per cápita de quinto año es tal que aunque posea una cantidad de estudiantes inferior que tercer año, esta es suficiente para obtener una HE superior. Finalmente se determinó una HE per cápita promedio (ponderada) con un valor de 0.0198 hag por estudiante independientemente del año de estudio.

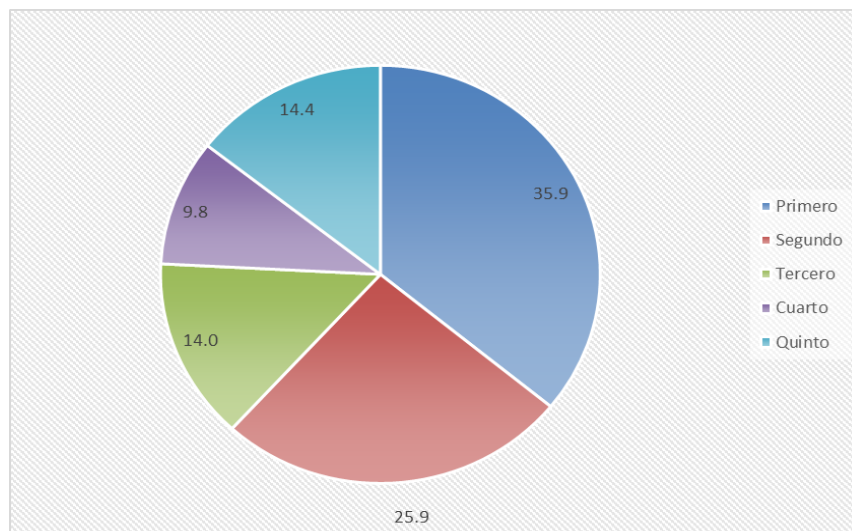


Figura 4.8 Porcentaje de contribución a la HE de la FIA por el consumo de alimentos de estudiantes según año de estudio.

4.1.5 Agua.

Los resultados de la HE por consumo de agua se presentan en la Tabla 4.6. El consumo per cápita de agua se determinó dividiendo el total de agua facturada por ANDA a la universidad en el año 2013 entre la población total de la UES. El resultado de la HE es un valor de 0.0099 hag/cap/año, que corresponde a la huella de cualquier individuo que pertenezca a la facultad independientemente del estrato poblacional al que pertenezca. La HE de los estudiantes de la FIA por el consumo de agua se calculó en un valor de 54.71 hag/año. El porcentaje de contribución por el consumo de agua según año de estudio se presenta en la Figura 4.9

Tabla 4.6 Huella Ecológica por el consumo de agua según año de estudio.

Año de estudio.	Huella Ecológica. [hag/año]
Primer año.	21.7327
Segundo año.	12.3205
Tercer año.	7.7688
Cuarto año.	6.4541
Quinto año.	6.4342
Total	54.7103

Fuente: Elaboración propia

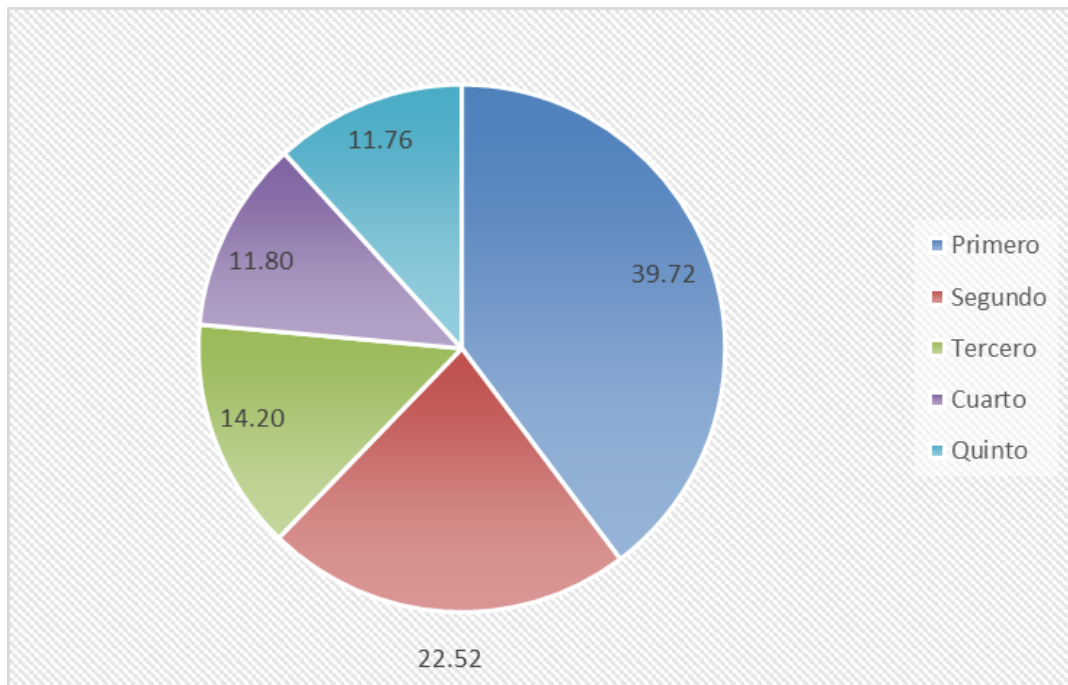


Figura 4.9 Porcentaje de contribución a la HE por el consumo de agua según año de estudio.

4.1.6 Residuos.

Por medio de la cuantificación y caracterización de los residuos sólidos realizado en los contenedores de la FIA, se calculó una generación de 67.34 toneladas anuales, de los cuales un 96 por ciento es generado por la actividad de estudiantes. El cincuenta por ciento corresponde a sólidos orgánicos, cuarenta por ciento a plásticos y un 10 por ciento a cartón.

En la Figura 4.10 se observa que los residuos sólidos orgánicos se generan en mayor porcentaje comparado con el resto, no obstante la Figura 4.11 muestra que la mayor contribución al valor de la HE es atribuida a plásticos provenientes de bandejas para alimentos, envoltorios de comida, botellas y bolsas; le siguen los residuos orgánicos que son generados por excedentes de comida y residuos de jardinería. El resto es cartón.

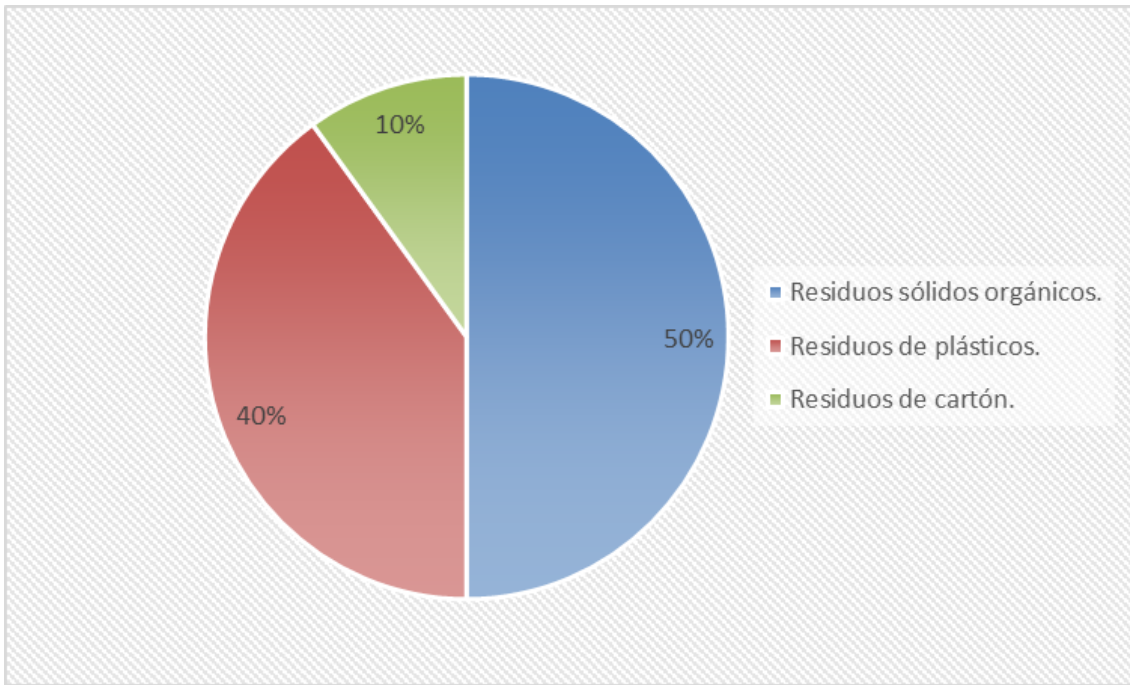


Figura 4.10 Porcentaje de distribución de los residuos generados en la FIA.

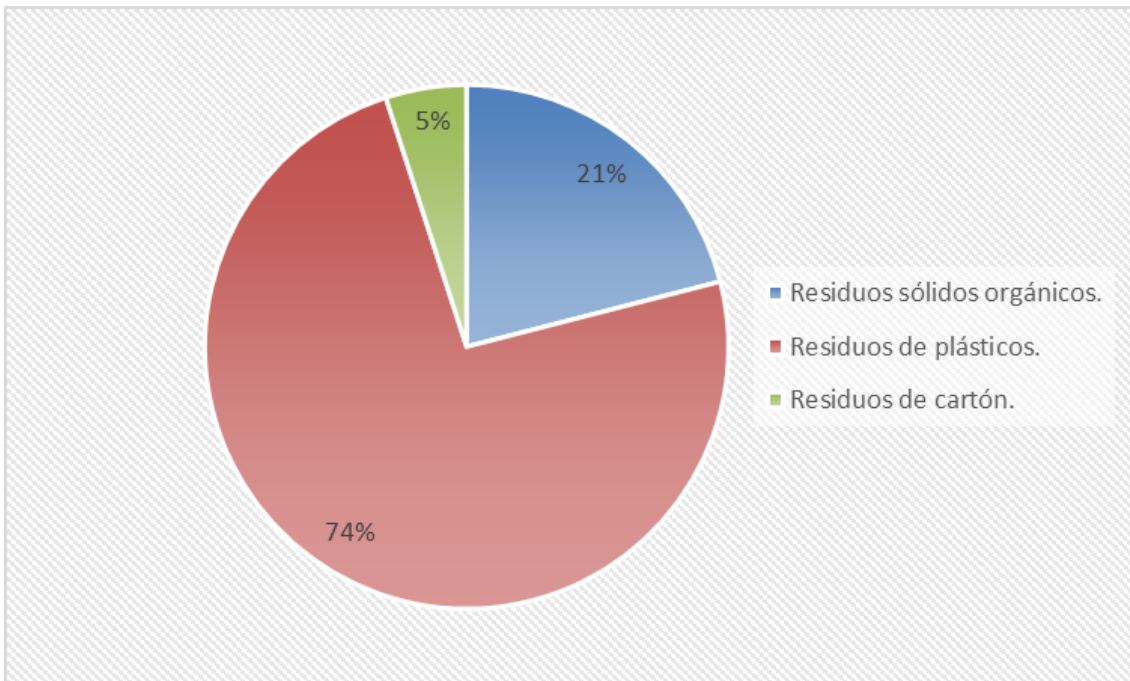


Figura 4.11 Porcentaje de contribución al valor de la HE de los diferentes residuos.

La contribución por año de estudio se presenta en la Figura 4.12; en este se observa que los estudiantes de primer año generan la mayor contribución a la HE por residuos debido a que constituyen la mayor población estudiantil.

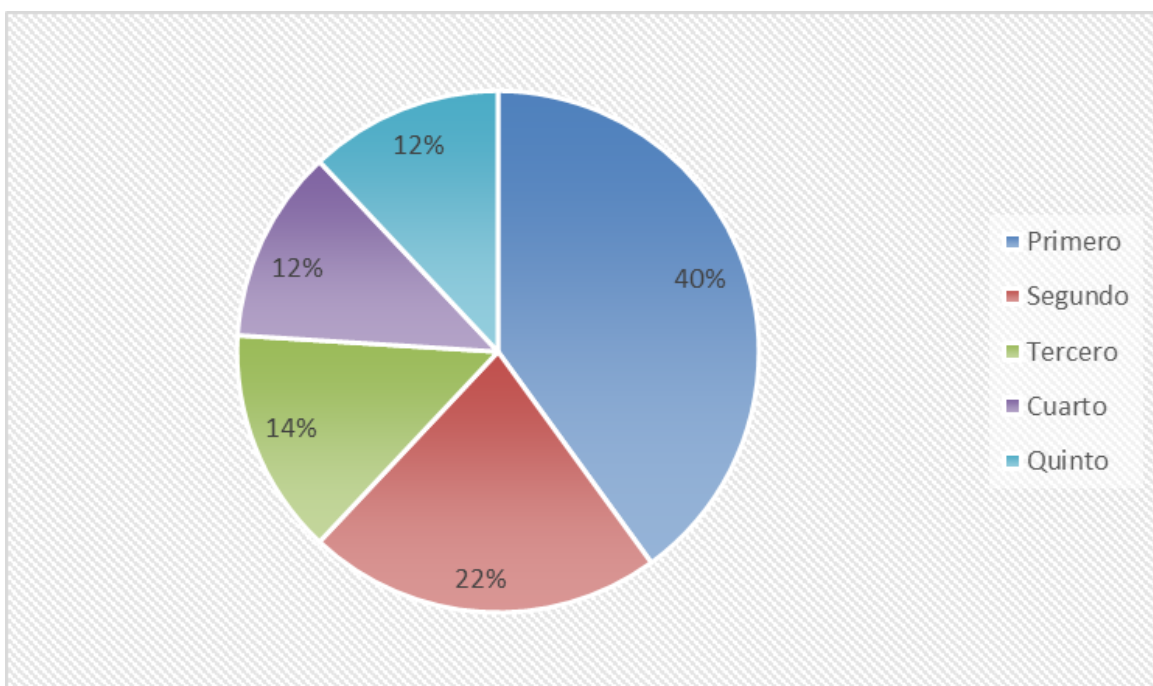


Figura 4.12 Porcentaje de contribución a la HE de residuos por año académico.

El valor de la HE global referida a la asimilación de residuos generada por estudiantes es de 0.0952 hag (Tabla 4.7), esta representa la menor contribución al valor de la HE de los diferentes consumos evaluados (agua, alimentos, electricidad, etc.).

Tabla 4.7 Huella Ecológica por asimilación de residuos.

Tipo de residuos	Huella Ecológica [hag/año].
Sólidos orgánicos.	0.0200
Plásticos.	0.0700
Cartón.	0.0050
Total.	0.0952

Fuente: Elaboración propia

4.2 SECTORES DOCENTES Y ADMINISTRATIVOS.

El sector administrativo para el año 2013 poseía un total de 93 empleados y el sector docente 146 (ANEXO X), ambos sectores representaban el 4 por ciento de un total de población de 5,732 personas. A continuación se presentan la evaluación de la HE según categorías.

4.2.1 Energía.

El porcentaje de contribución de docentes y administrativos a la HE por el consumo de energía eléctrica es del 5 por ciento, siendo este valor de 0.03 hag (Tabla 4.8). Esta aportación es baja debido a que se estima que el consumo de electricidad para cada individuo dentro de la FIA es el mismo, sin considerar aspectos como el tiempo de permanencia y los hábitos de consumo. Evaluar estos factores se encuentra fuera de los alcances de este trabajo.

Se necesitan de 0.84 hectáreas globales para sostener el nivel de consumo de energía eléctrica de la FIA en un año.

Tabla 4.8 Huellas Ecológica del consumo eléctrico de la FIA.

Sector	Consumo de Electricidad. [kWh]	Huella Ecológica.	
		hag/persona/año	hag/año
Docentes	1,696.52	0.00015	0.02
Administrativos	1,080.66	0.00015	0.01
Estudiantes	63,828.62	0.00015	0.81
Total:	66,605.79	-	0.84

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Transporte

Los datos muestran que la HE per cápita es mayor para los sectores administrativos y docentes en comparación con los estudiantes. Estas diferencias en cada están determinadas principalmente por el medio de transporte empleado para trasladarse desde sus viviendas hasta la universidad.

En la Figura 4.13 se observa que el 85 por ciento de los docentes utilizan automóvil contra un 51 por ciento por parte de los administrativos, el poder adquisitivo de estos dos sectores permite que utilicen este medio de transporte a diferencia de los estudiantes donde el 4 por ciento utilizan el automóvil; sin embargo, de forma general el sector estudiantil demanda una mayor cantidad de hectáreas globales debido a su superioridad poblacional (Tabla 4.9)

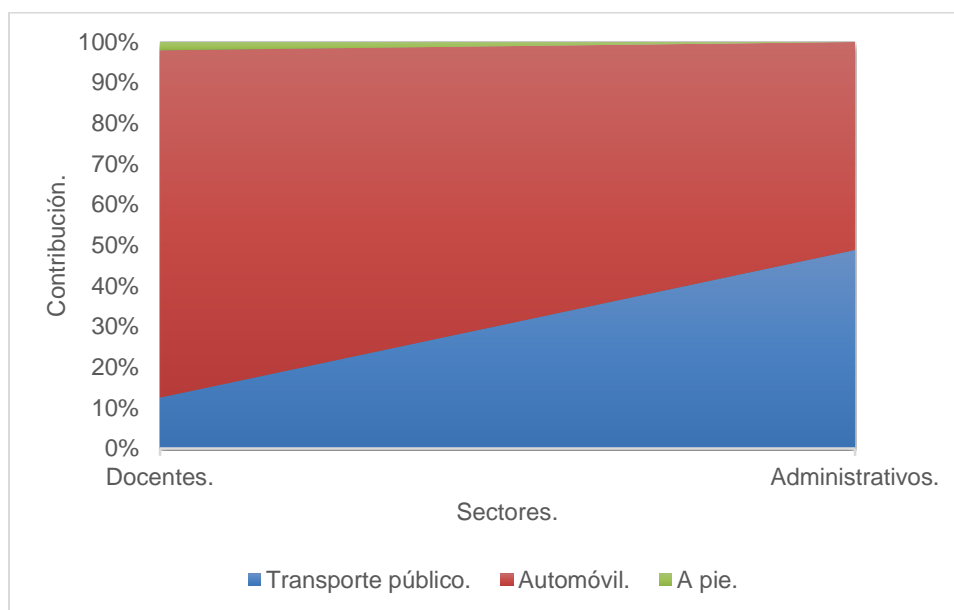


Figura 4.13 Porcentaje de uso de transporte, sector administrativo y docente.

Se necesitan 208.60 hectáreas globales para sostener el nivel de consumo de combustible para trasladar a toda la población de la FIA en un año.

Tabla 4.9 Huella Ecológica por el uso de Transporte según sector.

Sectores.	Huella Ecológica.	
	hag/persona/año	hag/año
Administrativos.	0.0465	3.96
Docentes.	0.0426	6.79
Estudiantes.	0.0337	190.89
Promedio ponderado.	0.0416	208.60

Fuente: Elaboración propia

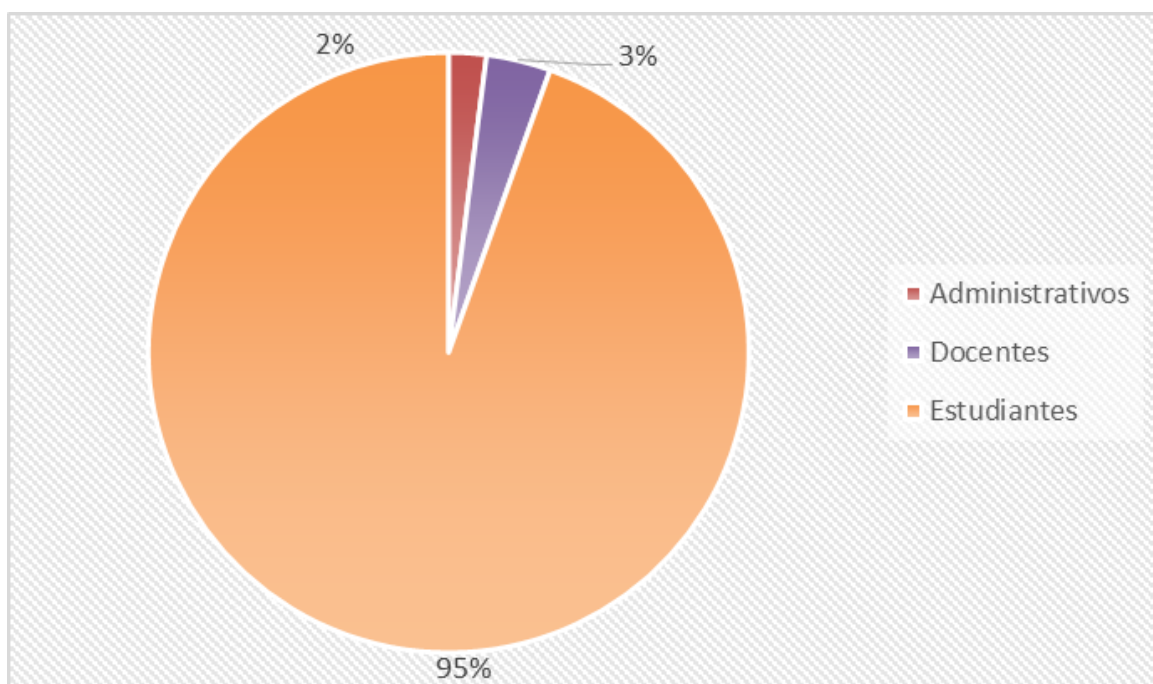


Figura 4.14 Porcentaje de contribución a la HE de transporte de cada sector.

4.2.3 Papel.

Los resultados del consumo de resmas anuales de los sectores se muestran en la Tabla 4.10.

Tabla 4.10 Consumo anual de resmas para cada sector.

Sectores.	Consumo Resmas Anuales.
Administrativos.	783
Docentes.	1309
Estudiantes.	9934
Total	12026

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.11 Huella Ecológica por consumo de papel según sector.

Sectores.	Huella Ecológica.	
	hag/persona/año.	hag/año.
Administrativos.	0.00486	0.43
Docente.	0.00462	0.71
Estudiante.	0.00098	5.29
Total		6.52

Fuente: Elaboración propia

El consumo de papel de los tres sectores demanda de 6.52 hectáreas globales al año (Tabla 4.11). La contribución de cada uno de ellos se presenta en la Figura 4.16, en el cual los estudiantes representan un 83 % de la HE, 11 % corresponde a docentes, y un 6% para administrativos.

Observando la Figura 4.15, docentes y administrativos presentan un valor mayor de Huella Ecológica per cápita en comparación a los estudiantes.

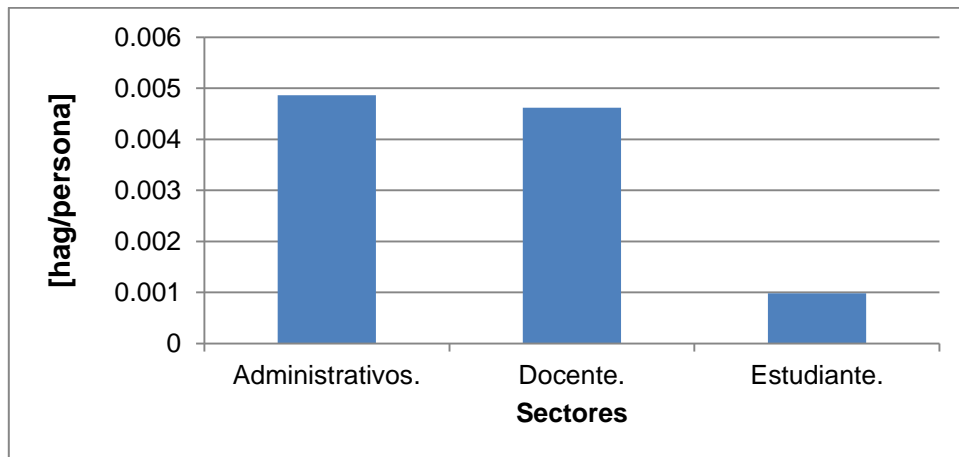


Figura 4.15 Huella Ecológica per cápita referida a consumo de papel.

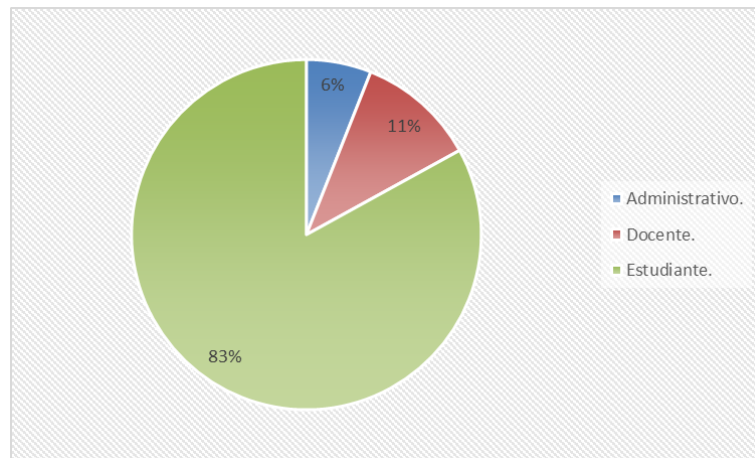


Figura 4.16 Porcentajes de contribución a la HE total de papel de cada sector.

4.2.4 Alimentos.

La Tabla 4.12 muestra la cantidad promedio de consumo de alimento de una persona promedio por cada sector en una semana. En el Figura 4.17 se observa la relación directa que existe entre el consumo de alimento y la Huella Ecológica. Los docentes poseen el mayor valor de consumo de alimento por persona a la semana, en segundo lugar está el sector estudiantil y por último el sector administrativo.

Tabla 4.12 Consumo de alimento promedio en Kg por persona según sector.

Sector.	Alimento (Kg)/persona/semana.
Administrativos.	1.16
Docentes.	1.57
Estudiantes.	1.50

Fuente: Elaboración propia

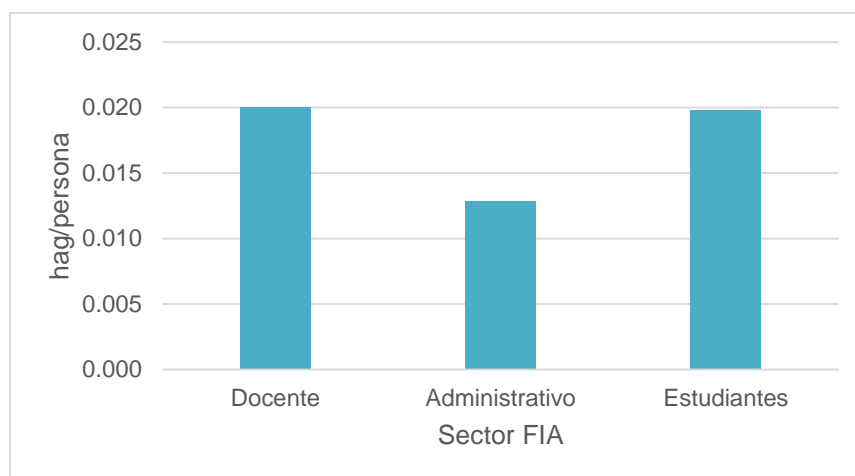


Figura 4.17 Huella Ecológica per cápita del consumo de alimentos de los sectores de la FIA.

La Figura 4.18 presenta el porcentaje de contribución a la HE por el consumo de alimentos de cada uno de los sectores de la FIA. Como es de esperarse el sector estudiantil es el mayor contribuyente a la Huella Ecológica (mayor población), secundan los docentes que además de poseer un mayor consumo alimenticio, también tienen una mayor cantidad de personal que el sector administrativo. La Tabla 4.13 resume los resultados.

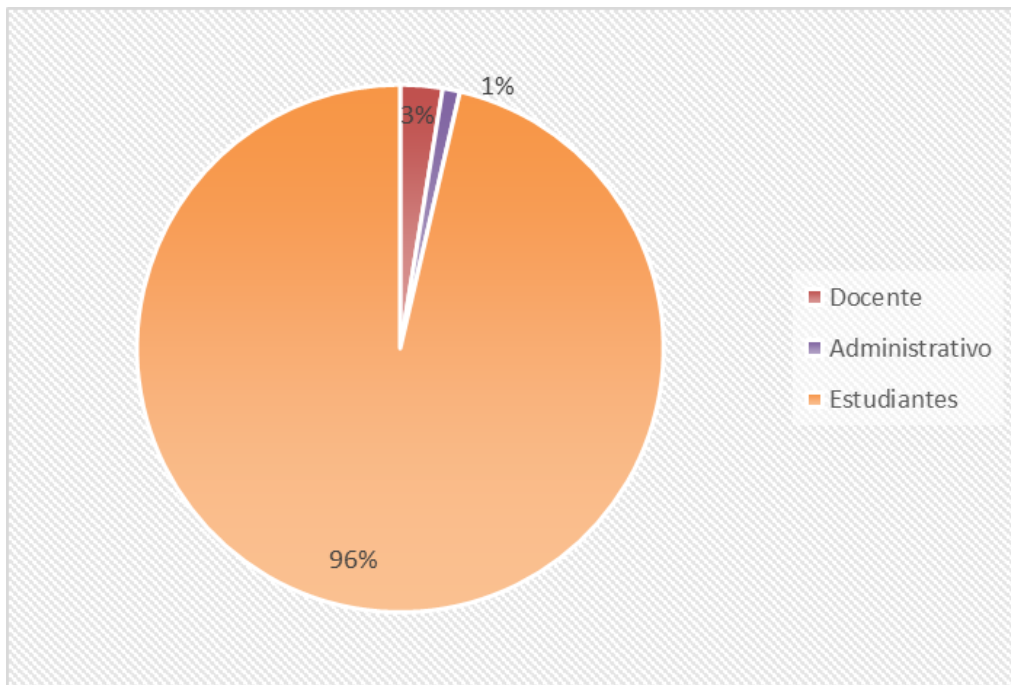


Figura 4.18 Porcentaje de contribución a la HE de alimentos.

Tabla 4.13 Huella Ecológica por consumo de alimentos según sector.

Sector.	Huella Ecológica. [hag/persona/año]	Huella Ecológica. [hag/año]
Administrativos.	0,0129	1.1971
Docentes.	0,0200	2.9261
Estudiantes.	0,0198	109.0931

Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Agua.

La Huella Ecológica per cápita por consumo de agua es de 0.0099 hag. La HE por consumo de agua de la facultad y el porcentaje de contribución se presentan en la Tabla 4.14.

Debido a que la HE per cápita es la misma para todos, aquel sector que cuenta con el mayor número de personas es el que presentara la mayor contribución a la HE; Es por eso que son los estudiantes los que representan en mayor porcentaje la HE de la Facultad por el consumo de agua.

Tabla 4.14 Huella Ecológica per cápita por consumo de agua de cada uno de los sectores de la FIA.

Sector	Huella Ecológica. [hag/año]	Porcentaje de contribución (%)
Docentes.	1.45	2.54
Administrativos.	0.92	1.61
Estudiantes.	54.71	95.85
Total.	57.09	100

Fuente: Elaboración propia

4.2.6 Residuos.

La Huella Ecológica per cápita para la asimilación de residuos sólidos de la FIA es de 1.65×10^{-4} hag. En la Tabla 4.15 se observa que los estudiantes presentan la mayor contribución a la huella con un 96 por ciento del valor de la HE. La Tabla 4.15 presenta los valores de HE según sector en estudio.

Tabla 4.15 Huella Ecológica de Residuos.

Sector.	Huella Ecológica. [hag/año]	% de Contribución.
Administrativos.	0.002	2
Docentes.	0.002	2
Estudiantes.	0.091	96
Total.	0.095	

Fuente: Elaboración propia

4.3 CONTRIBUCION DE CADA CATEGORIA A LA HUELLA ECOLOGICA.

Se presenta en La Figura 4.19 como cada una de las distintas categorías estudiadas (alimento, electricidad, transporte, etc.) contribuyen a la HE de una persona ya sea que pertenezca al sector administrativo, docente o estudiantil. También se aprecia como las categorías de transporte, agua y alimentos son las que mayor aportan a la HE personal.

Se determinó que una persona en promedio, necesita de 0.065 hectáreas globales para desarrollar todas sus actividades académicas o administrativas en la FIA. Según datos de la organización Footprint Network, la HE anual per cápita de El Salvador para el año 2012 era de 1.99 hectáreas globales (WWF, 2012), la HE per cápita de la FIA representa un 3.25% de este valor.

La HE de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura se calculó en 372.38 hag, este valor supera considerablemente las hectáreas ocupadas por la facultad cuyo valor es de 11.85 hectáreas globales. En área bioproductiva, la facultad necesita de 103.19 hectáreas, que representa el 1.43 % del territorio del municipio de San Salvador, el cual posee una extensión territorial de 7,230 hectáreas (Alcaldía Municipal de San Salvador, 2013). Ver ANEXO VIII

Finalmente la Figura 4.20 muestra el porcentaje de contribución de cada una de las categorías a la HE total de la FIA. Alimentos, transporte y agua representan un 98 por ciento, mientras que el 2 por ciento restante corresponde a las categorías de electricidad, papel y residuos.

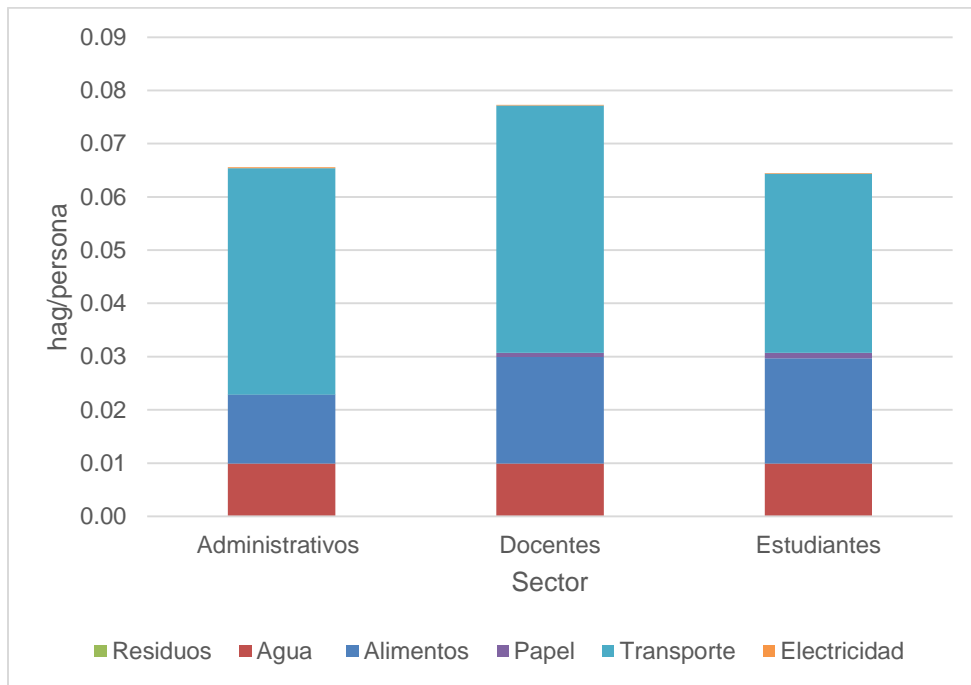


Figura 4.19 Contribución a la Huella Ecológica Per cápita de cada categoría evaluada

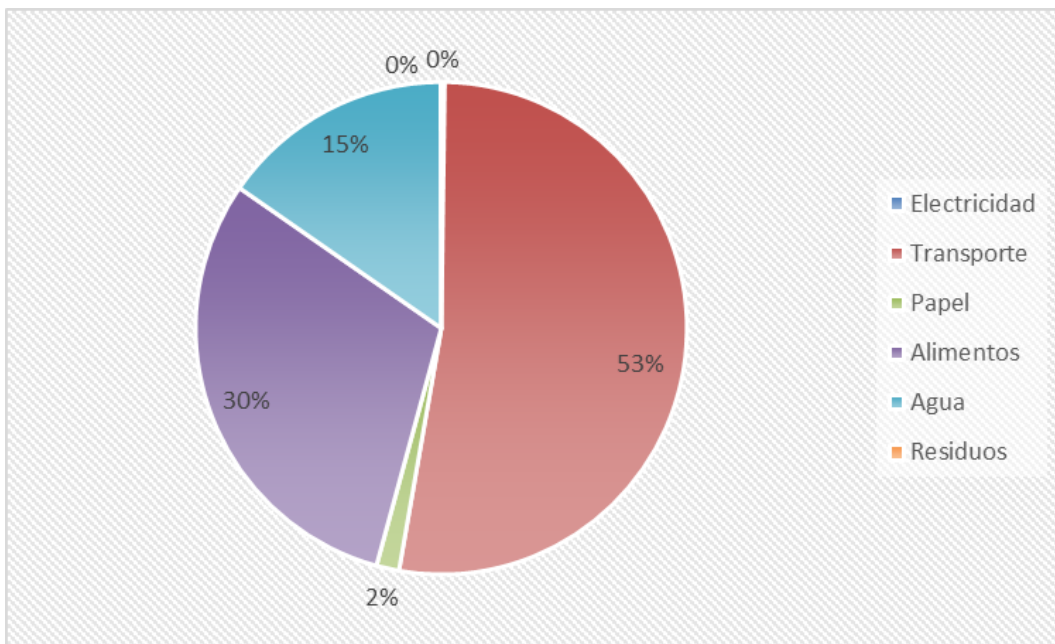


Figura 4.20 Porcentaje de contribución a la HE de la FIA.

El consumo de energía eléctrica presenta un bajo aporte a la HE en comparación a otra clase de consumos, esto debido a que el 60 por ciento de la matriz energética nacional corresponde a fuentes de energía renovables. Si toda la energía producida en el país provinieran de fuentes térmicas (combustibles fósiles), se necesitarían 2.09 hectáreas globales para generar la energía eléctrica que la FIA consume en un año, por lo que la diversificación, y más aún, la producción de energía a partir de fuentes renovables es una alternativa a la reducción de la HE y un paso adelante en la dirección de la sostenibilidad ambiental.

La Universidad Central Marta Abreu de las Villas (Cuba) posee un consumo anual de electricidad de 3, 934,230 kWh, con una HE de 1,036.98 hectáreas globales. Si la FIA tuviera este nivel de consumo de energía eléctrica, su HE sería de 50.12 hag. El consumo de energía para la Huella Ecológica de la Universidad de Granada (España) representa un 48 por ciento de su HE; estas variaciones en el consumo de electricidad para cada universidad dependen del tipo de actividades y condiciones de vida, sin embargo la forma en la que está constituida nuestra matriz es un punto clave a que la HE de la FIA se encuentre por debajo del 1%.

La categoría de transporte es la que posee una mayor HE; en la Figura 4.14 se puede observar que los estudiantes aportan al 95 por ciento al valor de la HE por el uso de medios de transporte, esto producto de que representan el sector con mayor población en la FIA, por lo que contribuyen de mayor manera en los resultados de la HE. También se presenta la problemática de la baja eficiencia en los motores de los autobuses, el cual es el principal medio de transporte (Figura 4.2). El 75 por ciento de la flota muestra un alto grado de envejecimiento y su construcción oscila entre los años 1971 y 1985 (Gonzalez & Umaña, 2013). Aun así, el uso de este servicio de transporte favorece la generación de una menor HE en comparación al uso de automóviles, ya que las unidades colectivas tienen una

mayor capacidad de transporte, distribuyéndose así, el consumo de combustible entre una mayor cantidad de personas.

El rendimiento promedio de los autobuses en El Salvador es de 8.74 km/gal, y unidades con fabricación más reciente poseen un rendimiento hasta de 17.6 km/gal; si se evalúa la HE con esta eficiencia, se necesitarían de 105.68 hectáreas globales, lo que representaría una reducción del 46 por ciento en la HE.

Si se implementan los buses articulados del SITRAMSS, cuya cantidad de pasajeros variaría entre 105 a 160 (VMT, 2012), con el mismo rendimiento de los buses actuales, se obtendría una HE de 140.61 hectáreas globales, logrando así, una reducción del 28 por ciento de la Huella de Transporte.

Debido a la intensa actividad académica es necesario tomar muy en cuenta la contribución del consumo de papel al valor de la HE. La FIA requiere actualmente de 32.60 ton de papel anual, que en caso de provenir de fibra virgen, es necesario para su fabricación 456 árboles (Soto, 2006). Estos pueden proceder de madera de plantaciones o de bosques naturales de países como China o Indonesia, Finlandia, Rusia o Brasil. Es necesario de un área de 6.52 hectáreas globales para satisfacer este consumo, lo que equivale al 55% de las disponibles en la FIA.

La Huella Ecológica por el consumo de alimentos representa el segundo mayor contribuyente a la HE de la FIA. Desde un inicio existía el indicio que el valor de la huella sería considerable, ya que además de ser un bien de consumo diario, la dieta salvadoreña acostumbra un consumo importante de alimentos de origen animal. Estos requieren de una gran cantidad de insumos para su producción; por ejemplo, la carne de res necesita de 7 kilogramos de granos y 43 litros de agua para producir un kilogramo de carne, el cerdo requiere de 4 kg de grano y 6 litros de agua, mientras que el pollo solo 2 kg de granos y 3.5 litros de agua para producir un kilo de carne (INSIGHTS, s.f.)

Además de esto, las carnes necesitan de un procesamiento para ser acondicionadas como producto final, esto significa más consumo de energía eléctrica, térmica, además del uso de químicos para su preservación.

Los resultados también indican que dentro del cálculo de la huella de alimentos, los valores de la HE como resultado del cálculo a partir de los factores de productividad natural, son los que generan la mayor contribución a esta. Una de las razones de esto son las características de la matriz energética nacional, donde el 60 por ciento de la energía es producida a partir de fuentes de energía renovables. A manera de ejemplo, para el caso de la carne de res, se determinó a partir de los factores de productividad natural que 0.46 hectáreas globales son necesarias para producir 976.74 kilogramos de carne. En cuanto a la intensidad energética, para procesar esa misma cantidad de carne se necesitan de 130 MJ, esto se traduce en 0.0045 hag. Estos valores son sumados y así se determina la HE por el consumo de carne. El valor de la huella calculado a partir de la productividad natural es poco más de cien veces mayor que el valor de la huella estimada por el consumo energético para su producción.

La Huella Ecológica de residuos presenta la más baja contribución a la HE de la FIA en comparación a los demás consumos evaluados. La razón de esto es principalmente a la distribución, compactación y configuración de los residuos en las celdas del relleno sanitario, estas permiten acumular una buena cantidad de residuos en un área pequeña (Chamorro, 2008).

La Tabla 4.16 presenta un consolidado de los resultados de la HE para cada sector de la FIA evaluado, según la categoría en estudio. La información de los estudiantes se desglosa en los diferentes años de estudio a manera de apreciar la contribución de cada año a la HE. La Tabla 4.17 presenta los resultados del cálculo de la HE per cápita realizados por diferentes universidades, incluyendo la HE de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Tabla 4.16 Huella Ecológica de estudiantes, docentes y administrativos para cada categoría de estudio. Unidades en hectáreas globales.

Sector.	Consumo de energía.	Uso de transporte.	Consumo de papel.	Consumo de alimentos.	Consumo de agua.	Residuos.	HE total.
Primer año	0.38	95.42	1.79	39.16	21.73	0.03	188.26
Segundo año	0.18	26.72	1.7	28.25	12.32	0.01	65.13
Tercer año	0.10	20.06	0.95	15.28	7.76	0.01	42.25
Cuarto año	0.10	11.01	0.52	10.66	6.45	0.01	28.53
Quinto año	0.09	37.65	0.35	15.73	6.43	0.01	58.80
Docente	0.02	3.96	0.71	2.92	1.45	0.01	9.58
Administrativos	0.02	6.79	0.43	1.2	0.92	0.01	2.56
TOTAL							372.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.17 Huella Ecológica en distintas universidades incluyendo la FIA

Nombre	Localización	Año	Estudiantes	HE Per cápita
Universidad de Málaga	Málaga (España)	2011	40229	0.2
Universidad de Granada	Granada (España)	2010	56343	0.08
Universidad de Marta Abreu	Santa Clara (Cuba)	2010	---	0.21
Ohio State Universidad	Ohio (EEUU)	2007	51818	2.24
Universidad de San Francisco de Quito	Ecuador (Quito)	2004	3988	0.21
Collorado College	Colorado (EEUU)	2001	---	2.24
Universidad of Newcastle	Newcastle (Australia)	1999	800	0.19
Universidad of Redlans	California (EEUU)	1998	---	0.85
Universidad de EL Salvador (FIA)	El Salvador	2013	5493	0.065

Fuente: Elaboración propia

5. CONCLUSIONES

Se identificó que los consumos que poseen una mayor Huella Ecológica y por ende generan un mayor impacto al medio ambiente, son los relacionados al consumo de alimentos, agua y combustibles, respectivamente.

Se debe destacar que de manera general, la HE constituye una herramienta de decisión con vistas a lograr la sostenibilidad de la FIA, ya que permite identificar aquellas actividades de mayor impacto ambiental, facilitando así la focalización de políticas con vistas al mejoramiento de la sostenibilidad.

La Huella Ecológica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura para el año 2013 fue de 372.4 hag/año. Esto representa 31 veces su contrahuella, lo que significa que los niveles de consumo de la FIA son insostenibles. Esta área representa el 1.43% del área superficial del municipio de San Salvador, que posee un área de 7,230 hectáreas.

Una matriz energética diversificada y con una mayor participación de fuentes de energía renovables contribuye a una reducción de la HE, y en consecuencia es un paso adelante hacia la sustentabilidad.

De todos los alimentos estudiados, la carne de res es la que genera un mayor impacto en el medio ambiente, ya que cuenta con la productividad natural más baja. Esto significa que es el recurso que demanda la mayor cantidad de área bioproductiva en la producción de un kilogramo de producto cárnico.

La huella por consumo de agua representa la tercera mayor contribución a la Huella Ecológica total de la FIA, con una demanda de 57.09 hag. Una alternativa para su disminución sería la implementación de sistemas de captación y

almacenamiento del agua lluvia en depósitos especiales, misma que podría usarse posteriormente para actividades de riego, reduciendo así el consumo de agua tratada por ANDA. Bajo las condiciones actuales esta medida debería ir acompañada de un control en el consumo de agua para contabilizar el ahorro económico real por la implementación de dicha medida.

Un punto potencial para el aumento del valor de la contrahuella es la creación de actividades de reciclaje de papel, teniendo en cuenta el consumo total de resmas de papel bond, y, asumiendo que el 100% se reciclara, se obtendría un valor de contra huella de 4.56 hag, lo cual generaría una disminución del valor de la HE por el consumo de papel de 6.52 a 1.96 hectáreas globales.

La HE nos ayuda a entender la relación existente entre el nivel de demanda del capital natural y la disponibilidad de este. Si se dispusiera únicamente del área geográfica de la FIA para el sustento de los hábitos de consumo de una persona promedio por un tiempo indefinido, únicamente se podrían sostener las actividades de 182 personas.

Dado que los estudiantes representan más del 90% de la población total de la FIA, es importante orientar esfuerzos hacia este sector, enfocados en generar conciencia en las repercusiones de nuestras actividades diarias en el medio ambiente. La HE es una herramienta que puede contribuir en este aspecto.

La metodología del cálculo de la HE desarrollada en este trabajo, es factible como herramienta de medición de la sostenibilidad ambiental en cualquier otra facultad, así como también en la universidad.

RECOMENDACIONES

El impacto o beneficio de este tipo de trabajos, depende en gran medida en el acceso a la información confiable y oportuna.

Este tipo de estudios, dada la importancia, debería de extenderse a todas las instituciones del sector público e instituciones del sector privado sensible a este tipo de temáticas, y preocupadas por la problemática ambiental a nivel mundial

Incluir en la formación de los estudiantes de las carreras de ingeniería, e incluso en todas las carreras a nivel de universidad.

Que los resultados de esta investigación sirvan para que la institución adopte medidas que reduzcan el impacto ambiental de las diferentes actividades que realiza la población universitaria: Manejo de desechos, consumo energético, conservación de zonas verdes del campus, nuevas edificaciones, etc.

Proponer reformas a la normativa universitaria que permitan un uso amigable y responsable de los recursos naturales, manejo de desechos, consumo energético de la Ciudad Universitaria; así como del comportamiento de las personas que la conforman.

Realizar campañas de concientización en la facultad que tengan que ver con esta temática, y que favorezcan cambios de actitudes y acciones más responsables con el medio ambiente y los recursos materiales y energéticos.

REFERENCIAS.

- Acuña, I. T. (27 de Marzo de 2008). Huella Ecológica y Biocapacidad: Indicadores Biofísicos para la Gestión Ambiental. El caso de Manizales, Colombia. *Luna Azul*, 1-12.
- Alcaldía Municipal de San Salvador. (2013). *Plan municipal de ordenamiento territorial*. Obtenido de Alcaldía Municipal de San Salvador: <http://www.sansalvador.gob.sv/>
- BCR. (Septiembre de 2014). *Revista trimestral del Banco Central de Reserva de El Salvador*. Obtenido de Banco Central de Reserva: www.bcr.gob.sv
- Brundtland, & Harlem, G. (1987). *Our Common Future: From One Earth to One World*. New York: Oxford University.
- Campos, J. R., Delgado, J. V., & Romero, H. (2012). *Análisis de Sostenibilidad del Servicio de Agua Suministrada por ANDA en la Ciudad de San Miguel, Año 2012*. (Trabajo de Graduación Inédito), Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental. Obtenido de <http://opac.fmoues.edu.sv/infolib/tesis/50107798.pdf>
- Carballo, A., Garcia, M. D., Doménech, J. L., Villasante, C. S., Rodriguez, G., & Gonzalez, M. (2008). La Huella Ecológica corporativa: concepto y aplicación a dos empresas pesqueras de Galicia. *Revista Galega de Economía*, 1-29.
- Carpintero, O. (2002). La economía española: el dragón europeo en flujos de energía, materiales y huella ecológica.

- Castro, M. (2002). *Indicadores de Desarrollo Sostenible Urbano. Una aplicación para Andalucía*. (Tesis Doctoral), Universidad de Málaga, Departamento de Economía Aplicada. Estadística y Econometría, España.
- CEL. (2012). *Centrales*. Obtenido de CEL: <http://www.cel.gob.sv/>
- CEPAL. (s.f.). *Conferencia sobre el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: <http://www.cepal.org>
- Chamorro, J. S. (29 de Abril de 2008). *Manejo Integral de Desechos Sólidos Experiencia en El Salvador de A.P.P.* Obtenido de Fundacion Nicaraguense para el desarrollo económico y social: www.funides.com
- Claveria Villalobos, A., & Paredes Bel, K. (Julio de 2003). *Educación para el medio ambiente*. Obtenido de Research Gate: http://www.researchgate.net/publication/40883146_Conceptos_basicos_sobre_medio_ambiente_y_desarrollo_sustentable
- CNE. (2013). *Informe Anual del Mercado Eléctrico de El Salvador*. Obtenido de Sistema de Información Energética Dirección de Planificación y Seguimiento: <http://estadisticas.cne.gob.sv>
- CNPML. (2010). *Análisis de ciclo de vida del Cloro*. Obtenido de SAICM El Salvador: <http://saicm.cnpml.org.sv/>
- Coto-Millán, P., Domenech, J. L., & Mantecón, I. M. (2008). Corporate Ecological Footprint: New Conversion Factors. *Research Letters in Ecology*.
- Cynthia Klein-Banai, T. L. (2010). An urban university's ecological footprint and the effect of climate change. *Ecological Indicators*, 857-860.

- DIGESTYC. (s.f.). *Índice de Precios al Consumidor (IPC), Canasta Básica Alimentaria*. Obtenido de Dirección General de Estadísticas y Censos: <http://www.digestyc.gob.sv/index.php/servicios/en-linea/canasta-basica-alimentaria.html>
- Dixon, J., & Hamilton, K. (1996). Expanding the measure of wealth. *Finance and Development*, 15-18.
- Doménech, J. L. (2006). *Guía metodológica para el cálculo de la huella*. Obtenido de Centro Argentino de Estudios Internacionales: <http://www.caei.com.ar/>
- Foladori, G., & Pierri, N. (2005). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentables*. México: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Gachet Otañez, I. F. (2002). *La huella Ecológica. Teoría, método y tres aplicaciones al análisis económico*. Quito, Ecuador: Abya-Yala.
- Gallopín, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistematico*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Garraín, D., Vidal, R., Franco, V., & Martínez, P. (2 de Junio de 2008). *Análisis del ciclo de vida del reciclado del polietileno*. Obtenido de Repositori Universitat Jaume I: <http://repositori.uji.es>
- Global Footprint Network. (30 de octubre de 2014). *Preguntas tecnicas mas frecuentes*. Obtenido de Global Footprint Network: <http://www.footprintnetwork.org/>
- Gonzalez, J. C., & Umaña, M. (2013). *Diagnostico del Transporte Público de Pasajeros en El Salvador*. Obtenido de INCAE Business School: <http://www.incae.edu/>

- Grupo Xaxeni. (s.f.). *Alimentación de bovinos de engorda*. Obtenido de Cosechando Natural: <https://www.cosechandonatural.com.mx/>
- Guerrero, E. M., & Guiñirgo, F. (27 de Junio de 2008). Indicador espacial del metabolismo urbano. Huella Ecológica de la ciudad de Tandil, Argentina. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 31-44.
- Hanley, N., Moffatt, I., Faichney, R., & Wilson, M. (1999). Measuring sustainability: A time series of alternative indicators for Scotland. *Ecological Economics*, 55-73.
- Hecht, J. E. (1999). *Environmental Accounting. Where we are now, where we are heading*. Obtenido de Resources for the future: <http://www.rff.org/>
- Hernández, A. (2014). *Propuesta de Normativa para el Ahorro y uso eficiente de la energía Eléctrica en el Campus Central de la Universidad de El Salvador*. (Trabajo de Graduación Inédito), Universidad de El Salvador, Escuela de Ingeniería Eléctrica, El Salvador.
- Herva, M., Franco, A., Carrasco, E. F., & Roca, E. (2008). *La Huella ecológica de procesos productivos como indicador de sostenibilidad*. España: Universidad de Santiago de Compostela.
- Inhobe. (2009). *Análisis de ciclo de vida y Huella ecológica: Dos maneras de medir el impacto ambiental de un producto*. España.
- INSIGHTS. (s.f.). *Meat: the good, the bad & the complicated*. Obtenido de International Food Policy Research Institute: <http://www.ifpri.org/>

- Junta de Andalucía. (s.f.). *Indicadores de Sostenibilidad y Medio Ambiente: Métodos y escalas*. Obtenido de Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio: <http://www.juntadeandalucia.es/index.html>
- Lohr, S. L. (2000). *Muestreo: Diseño y análisis*. Madrid: International Thomson Editores.
- López, N. A. (2008). *Evaluación de la sostenibilidad de las fincas asistidas por el programa de Agricultura Sostenible de la pastoral de la*. (Tesis de Maestría), Universidad de El Salvador. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/1657>
- Ludwig, S. (2004). *Criterios para la evaluación de las políticas de medio ambiente: una referencia para la evaluabilidad del cumplimiento del protocolo de kioto*. Obtenido de Instituto Nacional de Administración Pública: <http://revistasonline.inap.es/index.php?journal=GAPP&page=article&op=view&path%5B%5D=360&path%5B%5D=360>
- MAG. (s.f.). *Anuario de estadísticas agropecuarias 2012-2013*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <http://www.mag.gob.sv/>
- MAG. (s.f.). *Informe Frutales. El Salvador. Superficie, producción y rendimiento*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería: www.mag.gob.sv
- Marino, M. D. (s.f.). *Sostenibilidad y territorio. Análisis de la Huella ecológica de España*. Obtenido de Global Footprint Network: <http://www.footprintnetwork.org/>
- MIT. (2015). *The future of geothermal energy*. Obtenido de MIT Energy Initiative: <https://mitei.mit.edu/>

- Muños Gullón, N., & Moratilla, E. F. (1 de abril de 2013). *Sostenibilidad y territorio*.
Obtenido de Global Footprint Network:
<http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Huella%20ecologica%20de%20Espana.pdf>
- Naranjo, C. (5 de septiembre de 2011). *“Análisis de Ciclo de Vida”, como los negocios pueden usarlo para reducir su huella*. Obtenido de Grupo Bancolombia: <http://www.grupobancolombia.com>
- Núñez, K., & Ramírez, E. (2000). *Propuesta para la la Gestión de Residuos Sólidos en la Universidad de El Salvador*. (Trabajo de Graduación inédito), Universidad de El Salvador, Escuela de Ingeniería Química, El Salvador.
- ONU. (1977). Declaración de las naciones unidas sobre el medio humano: proclamaciones y principios. En Tamames, *“Anexo”, Ecología y Desarrollo* (págs. 195-203). España: Madrid Alianza.
- ONU. (2002). *Cumbre Johannesburgo 2002: reseña España*. Obtenido de Naciones Unidas: <http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/wssd/spain.pdf>
- ONU. (2012). *El futuro que queremos*. Obtenido de Naciones Unidas: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/66/288>
- ONU. (s.f.). *Desarrollo sostenible*. Recuperado el 30 de Enero de 2015, de Naciones Unidas: www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml
- Palmero, F. M., Laxe, F. G., Pose, F. M., Pérez, E. M., & Castro, J. D. (2004). *Desarrollo Sostenible y Huella Ecológica. Una aplicación a la economía Gallega*. A Coruña: Netbiblo, S.L.

- Pearce, D. (2015). *Public policy and natural resource management: a framework for integrating concepts and methodologies for policy evaluation*, University College London. Obtenido de London's Global University: <http://www.ucl.ac.uk/>
- Rees, W. E. (1996). Revisiting Carrying Capacity: Area- Based Indicators of sustainability population and environment. *Population and Environment*, 195-215.
- Rees, W., & Wackernagel, M. (1996). *Our Ecological footprint, Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island: New Society Publisher.
- Rivera, J., & Chavarria, D. (6 de Junio de 2005). *La experiencia del Relleno Sanitario de Izucar de Matamoros, una opinión sustentable para la región del valle de Izucar*. Obtenido de Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental: <http://www.bvsde.paho.org/>
- Simmons, C., Lewis, K., & Barret, J. (2000). Two feet- two approaches: a component-based model of ecological footprinting. *Ecological Economics*, 375-380.
- SNET. (10 de Noviembre de 2014). *Boletín Climático Anual*. Obtenido de Servicio Nacional de Estudios Territoriales: <http://www.snet.gob.sv/>
- Soto, M. A. (2006). *Manual de autoayuda. Practicas cotidianas para mejorar tu relacion personal con los bosques*. Obtenido de Greenpeace International: <http://www.greenpeace.org/>

- Toscano Perez, V., Vilches, A., Gil Pérez, D., & Toscano, J. (9 de marzo de 2011). *Economía y sostenibilidad*. Obtenido de Organización de Estados Iberoamericanos: <http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=3>
- UES. (Agosto de 1997). Catálogo Académico. Imprenta Universitaria.
- Urpí, J. L. (2008). *Tecnología y margen de refino del petróleo*. MADRID: Ediciones Díaz de Santos.
- Van Alfen, N. K. (Ed.). (2014). *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems* (Vol. I). San Diego: Elsevier.
- Vengoechea, A. d. (2012). *Las cumbres de las naciones unidas sobre el cambio climático*. Colombia: Friedrich Ebert Stiftung.
- VMT. (2012). *Autoridades supervisan obras del SITRAMSS*. Obtenido de Viceministerio de Transporte: <http://www.vmt.gob.sv/>
- Wackernagel, M., & Rees, W. (1996). Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable—And why they are a key to sustainability. *Environ Impact Assess*, 223-248.
- Wackernagel, M., Monfreda, C., & Deumling, D. (2002). *Ecological Footprint of nations*. Obtenido de Redefining Progress: <http://rprogress.org/>
- Wackernagel, M., Simmons, C., & Chambers, N. (2003). *Sharing Nature's Interest: Ecological Footprints as an Indicator of Sustainability*. New York: earthscan.
- WWF. (2012). *Informe Planeta Vivo 2014*. Obtenido de Global Footprint Network: <http://www.footprintnetwork.org/>

ANEXOS.

ANEXOS

ANEXO I. ENCUESTA DEL SECTOR ESTUDIANTIL.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS

El objetivo de esta encuesta es determinar sus hábitos de consumo dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y determinar la contribución de cada sector al grado de sostenibilidad ambiental de la misma.

Información del estudiante encuestado:

Carrera: _____

Año de estudio: _____ Género: _____ Edad: _____

SECCION I. ALIMENTOS.

Esta sección tiene la finalidad de determinar únicamente el consumo de alimentos dentro del alma mater.

1. ¿Con que frecuencia desayunas en la UES a la semana? _____

De estos desayunos semanales, ¿cuántos incluyen los siguientes alimentos?

Plátanos	_____	Huevos	_____	Frijoles	_____
Pan	_____	Leche	_____	Queso	_____

Crema _____ Frutas _____ Jugo Naranja _____
Tortilla _____ Pupusas _____ Chocolate _____

2. Si consumes frutas ¿Cuáles contiene tu desayuno regularmente?

3. ¿Cuántas tazas de café consumes al día? _____

4. ¿Cuántas cucharaditas de azúcar consumes con tu café? _____

5. ¿Cuántos panes/tortillas consumes con tu desayuno? _____

6. ¿Con que frecuencia almuerzas en la UES a la semana? _____

7. De estos almuerzos semanales, ¿Cuántos incluyen los siguientes alimentos?

Pollo _____ Carne (Res) _____ Carne (Cerdo) _____
Arroz _____ Ensalada _____ Pescado _____
Papas _____

8. ¿Qué vegetales acostumbra llevar tu ensalada?

9. ¿Cuántas tortillas consumes por almuerzo? _____

10. ¿Cuántas veces a la semana sueles consumir antojitos o meriendas?

11. De estos antojitos o meriendas, ¿Cuántos consumes a la semana?

Empanadas _____ Canoas _____ Poleada _____
Yuca Frita _____ Pastelitos _____ Arroz en Leche _____
Papas _____ Enchiladas _____ Pupusas _____
Tamales _____ Otro (especificar) _____

SECCION II. CONSUMO DE PAPEL.

Esta sección tiene la finalidad de determinar únicamente el consumo de papel utilizado en las diferentes actividades académicas.

Estudiantes.

12. ¿Compras resmas de papel bond en tu casa?

Si _____ No _____ Si tu respuesta es No, pasar a la pregunta 14.

13. En un Ciclo ¿Cuántas resmas de papel utilizas?

Trabajos Individuales _____ Trabajos Grupales _____

14. ¿Cuántas hojas de papel bond en promedio dirías que consumes a la semana en la facultad?

	0- 10	10- 20	20- 30	30- 40	40- 50	50- 60	Otra (Especificar)
Fotocopias.							
Impresiones Individuales.							
Impresiones Grupales.							

15. ¿Cuántos cuadernos gastas en un Ciclo?

Tipo de Cuaderno	1	2	3	4	5	6	Otra (Especificar)
Nº1							
Nº2							
Nº3							
Otros							

SECCION III. TRANSPORTE

Esta sección tiene la finalidad de determinar únicamente el consumo de combustible asociado al traslado de tu vivienda hasta la Universidad.

16. ¿Normalmente en que te transportas para llegar a la Universidad?

Automóvil _____ Transporte público _____ Motocicleta _____ A pie _____

Automóvil o Motocicleta.

17. ¿Con que frecuencia semanal utilizas tu vehículo para desplazarte desde tu vivienda a la Universidad? _____

18. ¿Cuántas personas viajan contigo cuando te movilizas hacia la Universidad? _____

19. ¿Qué combustible utiliza tu vehículo? Diésel _____
Gasolina _____

Otro (Especificar) _____

20. ¿Cuánto dinero gastas en combustible a la semana? _____

Transporte público.

21. ¿Con que frecuencia semanal utilizas el transporte público para desplazarte desde tu vivienda a la Universidad? _____ ¿En promedio cuanto tiempo te toma en llegar hasta la Universidad? _____

22. (Contestar si resides en San Salvador para asistir a la Universidad) ¿Desde qué parte de la zona central te transportas para asistir a la Universidad?

Zona: _____ Municipio _____

23. (Contestar si resides fuera de San Salvador para asistir a la Universidad).
¿Desde qué municipio y departamento te transportas para asistir a la Universidad? Municipio _____ Departamento _____

24. ¿Cuántos km aproximadamente recorres en autobús para transportarte desde tu vivienda a la Universidad? _____

ANEXO II. ENCUESTA DEL SECTOR DOCENTE.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS

El objetivo de esta encuesta es determinar sus hábitos de consumo dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y determinar la contribución de cada sector al grado de sostenibilidad ambiental de la misma.

Información del docente encuestado:

Escuela: _____ Género: _____

Edad: _____

SECCION I. ALIMENTOS.

Esta sección tiene la finalidad de determinar únicamente el consumo de alimentos en la Universidad.

A. DESAYUNO

1. ¿Cuántas veces a la semana consumes de estos alimentos en tu desayuno?

Plátanos _____ Huevos _____ Frijoles _____

Pan _____ Leche _____ Queso _____

Crema _____ Frutas _____ Jugo Naranja _____

Tortillas _____ Pupusas _____ Chocolate _____

2. Si consumes frutas ¿Cuáles contiene tu desayuno regularmente?

3. ¿Cuántas tazas de café consumes al día? _____

4. ¿Cuántas cucharaditas de azúcar consumes con tu café? _____

5. ¿Cuántos panes/tortillas consumes con tu desayuno? _____

6. ¿Con que frecuencia almuerzas en la UES a la semana? _____

7. De estos almuerzos semanales, ¿Cuántos incluyen los siguientes alimentos?

Pollo _____ Carne (Res) _____ Carne (Cerdo) _____

Arroz _____ Ensalada _____ Pescado _____

Papas _____

8. ¿Qué vegetales acostumbra llevar tu ensalada?

¿Cuántas tortillas consumes por almuerzo? _____

9. ¿Cuántas veces a la semana sueles consumir antojitos o meriendas?

10. De estos antojitos o meriendas, ¿Cuántos consumes a la semana?

Empanadas _____ Canoas _____ Poleada _____

Yuca Frita _____ Pastelitos _____ Arroz en Leche _____

ENCUESTA. TRABAJO DE GRADUACION



Papas _____ Enchiladas _____ Pupusas _____
Tamales _____ Otro (especificar) _____

SECCION II. CONSUMO DE PAPEL.

Esta sección tiene la finalidad de determinar únicamente el consumo de papel utilizado en las diferentes actividades académicas.

En este apartado se debe incluir todo el papel consumido no proporcionado por la facultad.

11. ¿Acostumbra Comprar resmas de papel bond para labores académicas? Si _____ No _____

12. En un Ciclo ¿Cuántas resmas de papel utilizas para fines académicos?

SECCION III. TRANSPORTE

Esta sección tiene la finalidad de determinar únicamente el consumo de combustible asociado al traslado de tu vivienda hasta la Universidad.

13. ¿Normalmente en que te transportas para llegar a la Universidad?

Automóvil _____ Transporte público _____ Motocicleta _____ A pie _____

Automóvil o Motocicleta.

14. ¿Cuántas veces a la semana utilizas tu vehículo para desplazarte desde tu vivienda a la Universidad? (**Viaje de ida y vuelta cuenta por 2**) _____

15. ¿Cuántas personas viajan contigo cuando te movilizas hacia la Universidad?

16. ¿Cuántas personas viajan contigo cuando te movilizas desde la Universidad hacia tu hogar?

17. ¿Qué combustible utiliza tu vehículo? Diesel _____ Gasolina _____
Otro (Especificar) _____

18. ¿Cuánto dinero gastas en combustible a la semana?

Transporte público.

19. ¿Cuántas veces a la semana utilizas el transporte público para desplazarte desde tu vivienda a la Universidad (**Viaje de ida y vuelta vale por 2**)? _____

20. ¿En promedio cuanto tiempo te toma en llegar hasta la Universidad?

21. (Contestar si resides en San Salvador para asistir a la Universidad) ¿Desde qué parte de la zona central te transportas para asistir a la Universidad?

Zona: _____

Municipio _____

22. (Contestar si resides fuera de San Salvador para asistir a la Universidad). ¿Desde qué municipio y departamento te transportas para asistir a la Universidad?

Municipio _____

Departamento _____

23. ¿Cuántos km aproximadamente recorres en autobús para transportarte desde tu vivienda a la Universidad? _____

ANEXO III. ENCUESTA DEL SECTOR ADMINISTRATIVO.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS

El objetivo de esta encuesta es determinar sus hábitos de consumo dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y determinar la contribución de cada sector al grado de sostenibilidad ambiental de la misma.

Información del Administrativo encuestado:

Género: _____ Edad: _____

SECCION I. ALIMENTOS.

Esta sección tiene la finalidad de determinar únicamente el consumo de alimentos en la Universidad.

A. DESAYUNO

1 ¿Cuántas veces a la semana consumes de estos alimentos en tu desayuno?

Plátanos	_____	Huevos	_____	Frijoles	_____
Pan	_____	Leche	_____	Queso	_____
Crema	_____	Jugo Naranja	_____	Tortilla	_____
Pupusas	_____	Chocolate	_____		

2. Si consumes frutas ¿Cuáles contiene tu desayuno regularmente?

3. ¿Cuántas tazas de café consumes al día? _____
4. ¿Cuántas cucharaditas de azúcar consumes con tu café? _____
5. ¿Cuántos panes consumes con tu desayuno? _____
6. ¿Cuántas tortillas consumes con tu desayuno? _____
7. ¿Cuántas pupusas acostumbras comer por desayuno? _____

B. ALMUERZO

8. ¿Cuántas veces a la semana consumes de estos alimentos en tu almuerzo?

Pollo	_____	Carne (Res)	_____	Carne (Cerdo)	_____
Arroz	_____	Ensalada	_____	Pescado	_____
Papas	_____				

9. ¿Qué vegetales acostumbra llevar tu ensalada?

10. ¿Cuántas tortillas consumes por almuerzo? _____

C. MERIENDA

11. De estos antojitos o meriendas, ¿Cuántos consumes a la semana?

Empanadas	_____	Canoas	_____	Poleada	_____
Yuca Frita	_____	Pastelitos	_____	Arroz en Leche	_____
Papas	_____	Enchiladas	_____	Pupusas	_____
Tamales	_____	Otro (especificar)	_____		

SECCION II. TRANSPORTE

Esta sección tiene la finalidad de determinar únicamente el consumo de combustible asociado al traslado de tu vivienda hasta la Universidad.

12. ¿Normalmente en que te transportas para llegar a la Universidad?

Automóvil _____ Transporte público _____ Motocicleta _____ A pie _____

Automóvil o Motocicleta.

13. ¿Cuántas veces a la semana utilizas tu vehículo para desplazarte desde tu vivienda a la Universidad? (**Viaje de ida y vuelta cuenta por 2**) _____

14. ¿Cuántas personas viajan contigo cuando te movilizas hacia la Universidad?

15. ¿Cuántas personas viajan contigo cuando te movilizas desde la Universidad hacia tu hogar?

16. ¿Qué combustible utiliza tu vehículo? Diésel _____ Gasolina _____
Otro (Especificar) _____

17. ¿Cuánto dinero gastas en combustible a la semana?

Transporte público.

18. ¿Cuántas veces a la semana utilizas el transporte público para desplazarte desde tu vivienda a la Universidad? (**Viaje de ida y vuelta vale por 2**) _____

19. ¿En promedio cuanto tiempo te toma en llegar hasta la Universidad?

20. (Contestar si resides en San Salvador para asistir a la Universidad) ¿Desde qué parte de la zona central te transportas para asistir a la Universidad?

Zona: _____

Municipio _____

21. (Contestar si resides fuera de San Salvador para asistir a la Universidad).
¿Desde qué municipio y departamento te transportas para asistir a la Universidad?

Municipio _____

Departamento _____

22. ¿Cuántos km aproximadamente recorres en autobús para transportarte desde tu vivienda a la Universidad? _____

ANEXO IV. ESTRUCTURA DE LA HOJA DE CÁLCULO.

Todo el método de cálculo descrito en el trabajo se realizó mediante la siguiente hoja de Excel.

Las columnas se dividen en 6 grupos, correspondiendo el primero a la descripción de las diferentes categorías de los flujos de entrada y salida de la FIA. Estos se han agrupado por su similitud, resultando cuatro grandes bloques: consumo energético (distribuido en dos subgrupos), consumo de papel, consumo de agua, consumo de alimentos (distribuido en dos subgrupos) y residuos (distribuido en tres subgrupos).

**Flujos de
Entrada.**



CATEGORIAS	INVENTARIO DE LA FIA	
	CANTIDADES	UNIDADES
FLUJOS DE ENTRADA		
. ENERGIA.		
1.1. Electricidad.		KWh
1.2. Combustible.		Galones
. RECURSOS MATERIALES.		
2.1. Papel.		Resmas
2.2. Agua.		metros cubicos
. ALIMENTACION		
3.1. De origen Vegetal.		
arroz		Kilogramos.
rijoles		Kilogramos.
ortillas		Kilogramos.
pan Francés		Kilogramos.
zucar		Kilogramos.
comate		Kilogramos.
cebolla		Kilogramos.
papa		Kilogramos.
laranja		Kilogramos.
latano		Kilogramos.
guineo		Kilogramos.
laranja		Kilogramos.
latano		Kilogramos.
guineo		Kilogramos.
3.2. De origen Animal.		
huevos		Kilogramos.
pollo		Kilogramos.
aves		Kilogramos.
cerdo		Kilogramos.

Flujo de salida.



CATEGORIAS	INVENTARIO DE LA FIA	
	CANTIDADES	UNIDADES
FLUJO DE SALIDA		
4. RESIDUOS		
4.1 Cartón.		Toneladas
4.2 Sólidos orgánicos		Toneladas
4.3 Plásticos		Toneladas

El segundo grupo de columnas muestra el inventario de los consumos anuales de la FIA expresados en unidades específicas, (primera columna) cantidades, segunda columna) unidades en Kwh, galones, resmas, m³, kilogramos y toneladas.

CATEGORIAS	INVENTARIO DE LA FIA	
	CANTIDADES	UNIDADES
FLUJOS DE ENTRADA		
1. ENERGIA.		
1.1. Electricidad.		KWh
1.2. Combustible.		Galones
2. RECURSOS MATERIALES.		
2.1. Papel.		Resmas
2.2. Agua.		metros cubicos
3. ALIMENTACION		



Inventario de la FIA.

El tercer grupo muestra la conversión de unidades del segundo grupo, (tercera columna) en toneladas, (cuarta columna) a m³ y (quinta columna) el gasto energético en GWh.

CATEGORIAS	INVENTARIO DE LA FIA		Consumo Anual		
	CANTIDADES	UNIDADES	Toneladas [t/año]	[m ³ /año]	[GWh/año]
FLUJOS DE ENTRADA					
1. ENERGIA.					
1.1. Electricidad.		KWh			0
1.2. Combustible.		Galones		0	
2. RECURSOS MATERIALES.					
2.1. Papel.		Resmas	0		0
2.2. Agua.		metros cubicos		0	0
3. ALIMENTACION					

⇒ Cambio de Unidades.

El cuarto grupo muestra la productividad, con dos columnas, la productividad natural en toneladas por hectárea o en metros cúbicos por hectárea y la productividad energética, en gigajulios por hectárea.

INVENTARIO DE LA FIA		Consumo Anual			Factores Conversión	
CANTIDADES	UNIDADES	Toneladas [t/año]	[m ³ /año]	[GWh/año]	Productiv. natural [t/ha/año] o [m ³ /ha/año]	Productiv. energética [GJ/ha/año]
	KWh			0		48.2
	Galones		0			53.1
	Resmas	0		0	16.25	48.2
	metros cubicos		0	0	18.72	48.2

⇒ Productividades.

El cuarto grupo consta de 7 columnas, donde 6 muestran el área productiva (en hectáreas) por tipo de suelo: “bosques para CO₂”, “tierra cultivable”, “pastos”, “bosques”, “terreno construido” y “mar”. La columna 7 muestra el área productiva total.

Factores Conversión		AREA PRODUCTIVA A CONDICIONES LOCALES						AREA TOTAL
Productiv. natural [t/ha/año] o [m3/ha/año]	Productiv. energética [GJ/ha/año]	Bosques para CO2 [ha]	Tierra cultivable [ha]	Pastos [ha]	Bosques [ha]	Terreno construido [ha]	Mar [ha]	[ha]
	48.2	0			0	0		0.00
	53.1	0						0.00
16.25	48.2	0			0	0		0.00
18.72	48.2	0			0	0		0.00



Área Productiva.

El quinto grupo consta de 6 columnas, convierte las superficies de hectáreas al multiplicar por un *factor de equivalencia* en hectáreas globales, con el fin de unificar los diferentes tipos de ecosistema del grupo cuatro.

AREA TOTAL [ha]	Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas globales					
	Bosques para CO2 [hag]	Tierra cultivable [hag]	Pastos [hag]	Bosques [hag]	Terreno construido [hag]	Mar [hag]
0.00	0			0	0	
0.00	0					
0.00	0			0	0	
0.00	0			0	0	



Hectáreas Globales.

El sexto y último grupo muestra la Huella Ecológica total o terreno "consumido" y la huella per cápita.

Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas globales						HUELLA TOTAL	HUELLA PER CAPITA
Bosques para CO2 [hag]	Tierra cultivable [hag]	Pastos [hag]	Bosques [hag]	Terreno construido [hag]	Mar [hag]	[hag]	[hag/persona]
0			0	0		0.00	0.00
0						0.000	0.000
0			0	0		0.00	0.00
0			0	0		0.00	0.00

⇒ Huella Ecológica Per Cápita.



Huella Ecológica.

ANEXO V. FACTORES UTILIZADOS.

FACTORES ENERGÍA.

	Productividad energética.	Unidades.	Referencia.
ENERGÍA			
HIDROELÉCTRICA.			
Guajoyo.	2.4411	GWh/km ² /año	(CEL, 2012)
Cerrón Grande.	3.6148	GWh/km ² /año	(CEL, 2012)
5 de Noviembre.	28.5875	GWh/km ² /año	(CEL, 2012)
15 de Septiembre.	17.0479	GWh/km ² /año	(CEL, 2012)
ENERGÍA			
GEOTERMICA.			
	11.1111	GWh/ha/año	(MIT, 2015)
COMBUSTIBLE.			
Gasolina	53.1	Gj/ha/año	(Coto-Millán, Domenech, & Mantecón, 2008)
Diésel	49.8	Gj/ha/año	(Coto-Millán, Domenech, & Mantecón, 2008)

Fuente: Elaboración propia

FACTOR DE ABSORCIÓN DE CO₂

	Valor	Unidades	Referencia
Absorción de CO ₂ .	3.6666	tCO ₂ /ha/año	(Coto-Millán, Domenech, & Mantecón, 2008)

Fuente: Elaboración propia

FACTORES COMBUSTIBLE.

Combustible.	Densidad	Unidades	PODER CALORÍFICO.		Unidades	Referencia.
			Superior	Inferior		
Diésel	845	kg/m ³	0.04564	0.0427	Gj/kg	(Urpí, 2008)
Gasolina	737.5	kg/m ³		0.04355	Gj/kg	(Urpí, 2008)

Fuente: Elaboración propia

FACTORES RESIDUOS.

	Valor	Unidades	Referencia
Rendimiento de equipo			
Buldócer.	1.8	Litros/ton	(Rivera & Chavarria, 2005)
Rendimiento de			
Retroexcavadora.	10.36	Litros/ton	(Rivera & Chavarria, 2005)
Espacio requerido por			
tonelada de residuos.	0.0000025	Ha/ton	(FUNIDES, 2008)
Producción de plástico.	64	KWh/ton	(Gachet Otañez, 2002)
Producción de plástico.	3.846	Kg/ton	(Garraín, Vidal, Franco, & Martínez, 2008)
Producción de cartón.	0.424	Litros/ton	(Naranjo, 2011)

Fuente: Elaboración propia

FACTORES PAPEL

	Valor	Unidades	Referencia
Productividad natural del Papel virgen.	16.25	ton/ha	(Guerrero & Guiñirgo, 2008)
Intensidad energética papel virgen.	0.00972	GWh/ton	(Doménech, 2006)
Intensidad energética papel reciclado.	0.004861	GWh/ton	(Doménech, 2006)

Fuente: Elaboración propia

FACTORES ALIMENTOS (PRODUCTIVIDAD NATURAL).

Alimento	Productividad natural (kg/ha)	Referencia
Plátanos	31628.57	(MAG, s.f.)
Frijoles	2028.57	(MAG, s.f.)
Pan	5100	(MAG, s.f.)
Naranja	60671.43	(MAG, s.f.)
Guineo	28100	(MAG, s.f.)
Tortilla	7171.43	(MAG, s.f.)
Azúcar	9757.14	(MAG, s.f.)
Arroz	14071.43	(MAG, s.f.)
Papa	65128.57	(MAG, s.f.)
Tomate	89257.14	(MAG, s.f.)
Cebolla	66785.73	(MAG, s.f.)
Pollo	196975.6458	(MAG, s.f.)
Res	976.74	(Grupo Xaxeni, s.f.), (MAG, s.f.)
Huevos	15,000,000	(MAG, s.f.)
Plátanos	31628.57	(MAG, s.f.)

Fuente: Elaboración propia

FACTORES ALIMENTOS (INTENSIDAD ENERGETICA)

INTENSIDAD		
ALIMENTO	ENERGÉTICA (MJ/KG)	REFERENCIA
Pollo	3.096	(Van Alfen, 2014)
Res	1.39	(Van Alfen, 2014)
Cerdo	2.097	(Van Alfen, 2014)

Fuente: Elaboración propia

FACTORES AGUA.

Recurso	Productividad	Referencia
Agua	18.72 m ³ /ha	(SNET, 2014)
Agua	0.5974 m ³ /kWh	Oficina de Información y Respuesta (ANDA)

Fuente: Elaboración propia

ANEXO VI. EJEMPLOS DE CÁLCULO.

FORMULAS GENERALES

$$\text{Área Bioproductiva} = \left(\frac{\text{Consumo}}{\text{Productividad natural o intensidad energética}} \right)$$

$$HE = (\text{Área Bioproductiva}) * Fe$$

Fe: Factor de equivalencia (Extraídos de la Tabla 2.1)

Todos los factores de productividad natural o intensidad energética se encuentran en el ANEXO V.

❖ HE por consumo de Energía.

• Hidroeléctrica.

- ✓ Contribución de la matriz energética: 30.7%
- ✓ Factor de equivalencia de Terreno construido: 2.51

$$\text{Área Bioproductiva} = \left(\left(\frac{66,605.79 \text{ Kwh}}{12.9228E6 \text{ kwh/ha}} \right) \right) * 0.307$$

$$\text{Área Productiva} = 0.0001$$

$$HE = 0.0004$$

• Térmica.

- ✓ Eficiencia del 30 %: $\frac{1200 \text{ GJ}}{1 \text{ Gwh}}$.
- ✓ Contribución de la matriz energética: 40.5%
- ✓ Factor de equivalencia de Absorción de bosques: 1.26

Área Bioproductiva

$$= 66,605.79 \text{Kwh} * \frac{1 \text{ Gwh}}{1000000 \text{ kwh}} * \frac{1200 \text{ GJ}}{1 \text{ Gwh}} * \frac{\frac{\text{ha}}{\text{año}}}{48.2 \text{ GJ}} * 0.405$$

$$\text{Área Bioproductiva} = 0.67 \text{ ha}$$

$$\text{HE} = 0.85 \text{ hag}$$

- Geotérmica.

- ✓ Contribución de la matriz energética: 24.8%

- ✓ Factor de equivalencia de Terreno construido: 2.51

$$\text{Área Bioproductiva} = \left(\frac{66,605.79 \text{ Kwh}}{11.1111 \text{ kwh/ha}} \right) * 0.248$$

$$\text{Área Bioproductiva} = 0.0015 \text{ ha}$$

$$\text{HE} = 0.0037 \text{ ha g}$$

- Transporte.

- ✓ Factor de equivalencia de Absorción de bosques: 1.26

Área Bioproductiva

$$= 2013 \text{ Galones Diesel} * \frac{0.003785 \text{m}^3}{\text{Galones}} * \frac{845 \text{kg}}{\text{m}^3} * 0.0427 \text{Gj/kg} * \frac{\frac{\text{ha}}{\text{año}}}{49.8 \text{ GJ}}$$

$$\text{Área Productiva} = 5.52 \text{ ha}$$

$$\text{HE} = 6.96 \text{ hag}$$

- ❖ HE por consumo Papel.

- Componente natural del consumo de papel virgen

- ✓ Factor de equivalencia de bosques: 1.26

- ✓ Productividad natural del Papel virgen = $16.25 \frac{\text{ton}}{\text{ha}}$
- ✓ Consumo por estudiantes 26.93 toneladas de papel virgen.

$$\text{Área Bioproductiva} = \left(\frac{\text{Consumo (ton)}}{\text{Índice de productividad natural } \left(\frac{\text{ton}}{\text{ha}} \right)} \right)$$

$$HE = \text{Área Productiva} * 1.26$$

$$HE = 2.09 \text{ hag}$$

- Componente energética del consumo de papel virgen y reciclado.

- ✓ Factor de equivalencia absorción de CO2: 1.26
- ✓ Intensidad energética producción de papel virgen: $0.00972 \frac{\text{ton}}{\text{GWh}}$
- ✓ Intensidad energética producción de papel reciclado: $0.004861 \frac{\text{ton}}{\text{GWh}}$

$$\text{Área Bioproductiva} = \left(\frac{\text{Consumo (ton)}}{\text{Intensidad energética } \left(\frac{\text{ton}}{\text{GWh}} \right)} \right) (\text{I de productividad})$$

$$HE = \text{Área Bioproductiva} * 1.26$$

Nota: después de multiplicar el consumo de papel en toneladas se multiplica por su intensidad energética obteniendo un resultado en KWh y proseguirá a seguir la metodología descrita por el consumo de energía.

- ❖ He por absorción de residuos.
 - ❖ Área para distribución de residuos sólidos orgánicos en Relleno sanitario.

- ✓ Densidad de compactación: $1 \frac{ton}{m^3}$
- ✓ Altura de celda: 40 m.
- ✓ Factor de equivalencia por terreno construido: 2.51
- ✓ Cantidad de residuos sólidos orgánicos tratados: 33.67 ton.

$$Volumen = \text{área} * altura$$

$$\text{Área} = \frac{altura}{volumen}$$

Área por absorción de residuos

$$= \left(\frac{(residuos\ tratados)}{(densidad\ de\ compactación) * altura} \right) * 0.0001$$

$$HE = \text{Área por absorción de residuos solidos organicos} * 1.26$$

$$HE = 8.4175 \times 10^{-5} \text{ hag.}$$

- HE por gasto de combustible para distribución de residuos sólidos orgánicos en Relleno Sanitario.

- ✓ Gasto de combustible para movilización y compactación:

$$\text{Equipo Buldócer: } 1.8 \frac{tn}{litro\ de\ diésel}$$

$$\text{Retroexcavadora: } 10.36 \frac{tn}{litro\ de\ diésel}$$

- HE por absorción de residuos de plástico.

✓ Intensidad energética para la extracción, procesamiento y manipulación: $3.85 \frac{\text{tn de de residuos de plastico}}{\text{kg Gasoil}}$

✓ Poder calorífico Diesel: $0.0427 \frac{\text{Gj}}{\text{Kg}}$

Área Bioproductiva

$$= \left(\frac{\text{Consumo (ton)}}{\text{Intensidad energética} \left(\frac{\text{ton}}{\text{Kg Gasoil}} \right)} \right) (PC)(I. Productividad)$$

$$HE = \text{Área por absorción de residuos solidos organicos} * 1.26$$

Nota: Se seguirá la metodología para el cálculo de la HE descrita por el consumo de energía térmica.

- HE por absorción de residuos de cartón.

✓ Intensidad energética para la extracción, procesamiento y manipulación: $2357.14 \frac{\text{tn de cartón}}{\text{diésel m}^3}$

✓ Densidad del diésel: $845 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

✓ Poder calorífico diesel: $0.04564 \frac{\text{Gj}}{\text{Kg}}$

Área Bioproductiva

$$= \left(\frac{\text{Consumo (ton)}}{\text{Intensidad energética} \left(\frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \right)} \right) (\rho \text{ de diésel})(PC)(I. productividad)$$

$$HE = \text{Área por absorción de residuos de cartón} * 1.26$$

Nota: Se seguirá la metodología para el cálculo de la HE descrita por el consumo de energía.

❖ HE por consumo de Alimentos

- Arroz.

$$HE = \left(\frac{\text{Consumo}}{\text{Productividad}} \right) * Fe$$

- ✓ Consumo = 23,177.05 kg/año
- ✓ Productividad = 14,071.43 kg/ha/año
- ✓ Factor de equivalencia de Cultivos = 2.51

Sustituyendo

$$HE = \left(\frac{23,177.05 \text{ kg/año}}{\frac{14,071.43 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}}{\text{año}}} \right) * 2.51$$

$$HE = (1.65 \text{ ha}) * 2.51$$

Las 1.647 hectáreas calculadas representan el área bioproductiva necesaria para producir el consumo de arroz de la FIA en un año. Multiplicando por el factor de equivalencia (2.51) transformamos las hectáreas calculadas en las unidades de la Huella Ecológica (hag)

$$HE = 4.16 \text{ hag}$$

❖ HE por consumo de Agua

$$HE = \left(\frac{\text{Consumo}}{\text{Productividad Natural}} \right) * Fe$$

- ✓ Consumo = 851.61 m³/año
- ✓ Productividad = 18.72 m³/ha/año
- ✓ Factor de equivalencia de Bosques = 1.26

Sustituyendo

$$HE = \left(\frac{851.61 \text{ m}^3/\text{año}}{\frac{18.72 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}}{\text{año}}} \right) * 1.26$$

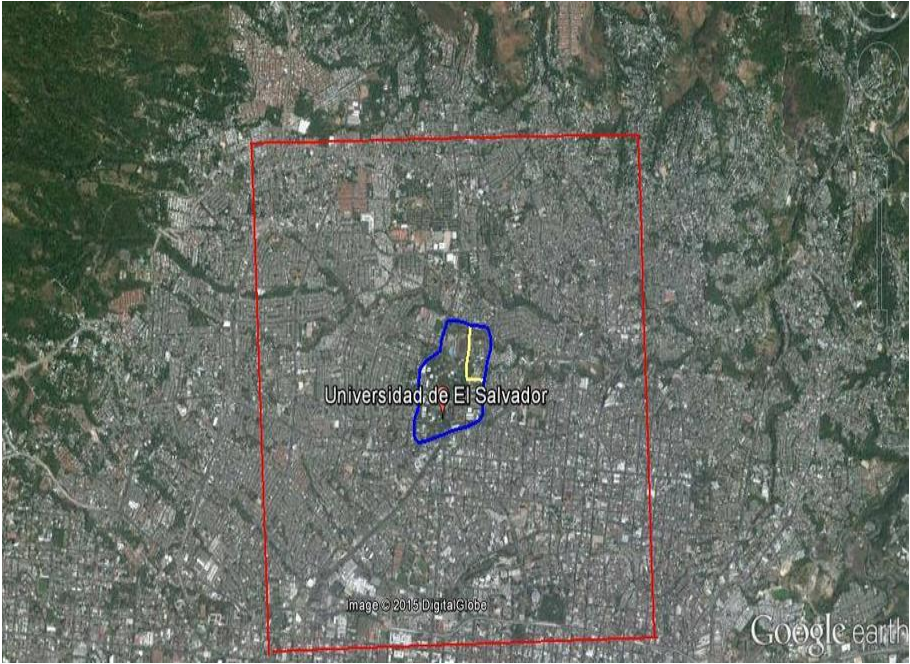
$$HE = 57.32 \text{ hag}$$

ANEXO VII. PROCESO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS.

Se presenta imágenes tomadas en el proceso de caracterización y cuantificación de los residuos, en los contenedores de la FIA.



ANEXO VIII. AREA BIOPRODUCTIVA DEMANDADA POR LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITACTURA.



- : HE de la FIA
- : Área geográfica del Campus Universitario
- : Área geográfica de la FIA

ANEXO IX. COSTO MENSUAL DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE DE LA UES

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
UNIDAD FINANCIERA INSTITUCIONAL
SUBSISTEMA DE CONTABILIDAD

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
UNIDAD FINANCIERA INSTITUCIONAL
SUBSISTEMA DE CONTABILIDAD

COSTO MENSUAL DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE DE LA UES
DURANTE EL PERIODO DE ABRIL A SEPTIEMBRE 2013.

Meses del año 2013	COSTO POR CADA SEDE					
	Campus Central (Oficinas Centrales y Facultades)	Campo Experimental de Agronomía Comalapa (EMASALT)	Facultad Multidisciplinaria de Oriente	Facultad Multidisciplinaria de Occidente	Facultad Multidisciplinaria Paracentral	Total mensual y acumulado del periodo
Abril	\$ 1,220.16	\$ 106.54	\$ 121.57	\$ 2,325.14	\$ 897.18	\$ 897.18
Mayo	\$ 1,220.16	\$ 106.54	\$ 121.57	\$ 2,325.14	\$ 869.49	\$ 869.49
Junio	\$ 1,220.16	\$ 106.54	\$ 121.81	\$ 2,325.14	\$ 609.91	\$ 609.91
Julio	\$ 1,220.16	\$ 106.54	\$ 122.32	\$ 2,325.14	\$ 441.64	\$ 441.64
Agosto	\$ 1,220.16	\$ 106.54	\$ 121.81	\$ 2,325.14	\$ 773.23	\$ 773.23
Septiembre	\$ 1,220.16	\$ 106.54	\$ 121.81	\$ 2,325.14	\$ 413.65	\$ 413.65
TOTAL	\$ 7,320.96	\$ 639.24	\$ 730.89	\$ 13,950.84	\$ 4,005.10	\$ 4,005.10

Nota: Del Campus Central el costo se presenta como una cifra consolidada, ya que el consumo de agua potable no se puede desagregar por facultades pues los medidores del agua están en lugares estratégicos de la red de tuberías de agua que abarca varias Unidades y facultades y no podemos medir cuánta agua gasta cada facultad. Es una facturación general, en el campo experimental de agronomía el agua potable es servida por la administradora EMASALT

Fuente: Facturas y documentación de pago que resguarda el Subsistema de Contabilidad.

ELABORÓ

Licda. Marissa Isabel Bonilla
Técnico Contable

REVISÓ

Lic. Roosevelt Giovanni Bolaños García
Coordinador del Subsistema de Contabilidad UES

AUTORIZÓ

Lic. Manuel Antonio Mejía
Jefe de la Unidad Financiera Institucional UES

ANEXO X. CONSUMO DE PAPEL DEL SECTOR DOCENTE Y ADMINISTRATIVO DE LA FIA (2013)



Universidad de El Salvador
"Hacia la libertad por la cultura"

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ADMINISTRACION FINANCIERA

Ciudad Universitaria, 13 de Octubre 2014.

Ingeniera
Tania Torres Rivera
Directora de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos
Universidad de El Salvador

Con relación a solicitud de información para el trabajo de graduación CALCULO DE LA HUELLA ECOLOGICA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR me permito remitirle la información siguiente:

TOTAL DE EMPLEADOS DEL SECTOR ADMINISTRATIVO	93
DOCENTES A TIEMPO COMPLETO ARQUITECTURA	18
DOCENTES A TIEMPO COMPLETO CIAN	4
DOCENTES A TIEMPO COMPLETO CIVIL	24
DOCENTES A TIEMPO COMPLETO ELECTRICA	12
DOCENTES A TIEMPO COMPLETO INDUSTRIAL	19
DOCENTES A TIEMPO COMPLETO MECANICA	8
DOCENTES A TIEMPO COMPLETO QUIMICA	11
DOCENTES A TIEMPO COMPLETO SISTEMAS	17
DOCENTES A TIEMPO COMPLETO UCB	33
CANTIDAD DE PAPEL USADO (RESMAS)	2013

Con relación a consumo de energía eléctrica y de agua potable esta pendiente la respuesta de oficina central y lo del número de estudiantes es en la Administración Académica de la Facultad.

De Usted atentamente



"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"

RODRIGO MARROQUIN CAMPOS
ADMINISTRADOR GENERAL FIA

Cc archivo

Final Av. "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.
Apartado Postal No. 740 Teléfono: (503) 2235-3035, Telefax: (503) 2225-1500 Ext.: 5138

ANEXO XI. CONSUMO ELÉCTRICO EN LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE LA ZONA METROPOLITANA EN EL 2013



IP-069-05-2014

En las instalaciones de la Unidad de Acceso a la Información Pública de LA ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (ANDA): En la ciudad de San Salvador, a las nueve horas con cincuenta minutos del día nueve de julio del año dos mil catorce.

La suscrita Oficial de Información CONSIDERANDO QUE:

- i) El día siete de julio del presente año, se recibió en la Unidad de Acceso a la Información Pública de ANDA (en adelante UAIP ANDA), solicitud de información por parte del Joven RAMÓN ERNESTO PORTILLO, quien se identificó por medio de su documento de identificación número: 03690165-8, requiriendo la siguiente información:

“Cantidad de agua potabilizadora en la Región Metropolitana y consumo de energía eléctrica para la potabilización de ésta para el año 2013.”

- ii) El artículo 70 de la Ley de Acceso a la Información Pública (en adelante LAIP), establece que el o la Oficial de Información transmitirá la solicitud a la unidad administrativa que tenga o pueda poseer la información, con el objeto de que ésta la localice, verifique su clasificación y, en su caso, le comunique la manera en que se encuentra disponible.

En virtud de lo anterior, se remitió la solicitud de información número 069-05-2014 mediante correo electrónico de fecha ocho de julio del presente año, a la Dirección Técnica de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (en adelante ANDA), el cual pudiese poseer la información solicitada por el ciudadano.

Quien atendiendo el contenido remitió respuesta mediante correo electrónico,



UNIDAD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA
Final Av. Don Bosco, Centro Urbano Libertad, Edificio ANDA 5º Nivel, San Salvador,
Correo Electrónico: morena.juarez@anda.gob.sv . www.anda.gob.sv Tel. 2244-2610

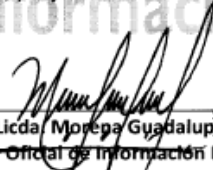
sobre la información solicitada por el Joven Ramón Ernesto Portillo Castro respondió lo siguiente:

La cantidad de agua potabilizada en la Región Metropolitana en el año 2013 fue: **183,434, 681 M3.**

El consumo de energía eléctrica consumida para potabilizar el agua de la Región Metropolitana fue: **307,042,459 Kwh.**

- III) A partir del deber de motivación establecido en los artículos 65 y 72 LAIP, las resoluciones de los entes obligados deberán entregarse a la solicitante, a través del oficial de información mediante escrito con mención breve pero suficiente de sus fundamentos.

Con base a las facultades legales previamente señaladas y en vista que la solicitud si cumple con todos los requisitos establecidos en el Art. 66 de La ley de Acceso a la Información Pública (LAIP) y los Artículos 50, 54 del Reglamento de la Ley de Acceso a la Información Pública, luego de haber analizado el fondo de lo solicitado y haber realizado el procedimiento de Ley que establece el Artículo 70 de la LAIP, la suscrita Oficial de Información **RESUELVE: I) CONCÉDASE EL ACCESO LA INFORMACIÓN** dentro del plazo establecido por la LAIP, información que fue suministrada por la Dirección Técnica de ANDA mediante correo electrónico, la cual se encuentra relacionada en el romano II) de la presente resolución; **II) ENTRÉGASELE** la información solicitada por medio el presente informe oficial y **III) NOTIFIQUESE** la presente resolución al correo electrónico mulobima@hotmail.com, medio por el cual el peticionario expresó en el formulario número 069-05-2014 que desea se le notifique la presente resolución; y déjese constancia en el expediente respectivo.


Licda. Morena Guadalupe Juárez
Oficial de Información Pública



UNIDAD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA
Final Av. Don Bosco, Centro Urbano Libertad, Edificio ANDA 5º Nivel, San Salvador,
Correo Electrónico: morena.juarez@anda.gob.sv , www.anda.gob.sv Tel. 2244-2610

ANEXO XII. HOJA DE CÁLCULO

Huella Ecológica.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR:

Introducir datos:

Año: 2013

CATEGORIAS	INVENTARIO DE LA FIA		Consumo Anual			Factores Conversión		Bosques para CO2 [ha]
	CANTIDADES	UNIDADES	Toneladas [t/año]	[m ³ /año]	[GWh/año]	Productiv. natural [t/ha/año] o [m3/ha/año]	Productiv. energética [GJ/ha/año]	
1. ENERGIA.								
1.1. Electricidad.								
Consumo FIA	66605.19	KWh			0.06660519		48.2	0.6715793
1.2. Combustible.								
ADMINISTRATIVOS								
Público								
Consumo de Gasolina		Galones		0			53.1	0
Consumo de Diesel	176.71	Galones		0.66884694			49.8	0.48459841
Vehiculo								
Consumo de Gasolina	282.59	Galones		1.06961662			53.1	0.6469695
Consumo de Diesel	67.88	Galones		0.25692881			49.8	0.18615214

AREA PRODUCTIVA A CONDICIONES LOCALES					AREA TOTAL [ha]	Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas						HUELLA TOTAL [hag]
Tierra cultivable [ha]	Pastos [ha]	Bosques [ha]	Terreno construido [ha]	Mar [ha]		Bosques para CO2 [hag]	Tierra cultivable [hag]	Pastos [hag]	Bosques [hag]	Terreno construido [hag]	Mar [hag]	
		0.00148663	0.00015948		0.67	0.84618992			0.00187315	0.000400291		0.8485
					0.00	0						3.96
					0.48	0.61059399						
					0.65	0.81518157						
					0.19	0.2345517						

Huella Ecológica.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR:

Introducir datos:

Año: 2013

CATEGORIAS	INVENTARIO DE LA FIA		Consumo Anual			Factores Conversión		
	CANTIDADES	UNIDADES	Toneladas [t/año]	[m ³ /año]	[GWh/año]	Productiv. natural [t/ha/año] o [m ³ /ha/año]	Productiv. energética [GJ/ha/año]	Bosques para CO2 [ha]
Consumo de Gasolina		Galones		0			53.1	0
Consumo de Diesel	82.30	Galones		0.31151003			49.8	0.22569777
Vehiculo								
Consumo de Gasolina	600.45	Galones		2.27270983			53.1	1.37467379
Consumo de Diesel	39.74	Galones		0.15039735			49.8	0.10896711
ESTUDIANTES								
PRIMER AÑO								
Público								
Consumo de Gasolina		Galones		0			53.1	0
Consumo de Diesel	329.05	Galones		1.24545074			49.8	0.90236407
Vehiculo								
Consumo de Gasolina	57.44	Galones		0.21741514			53.1	0.13150597
Consumo de Diesel		Galones		0			49.8	0

AREA PRODUCTIVA A CONDICIONES LOCALES					AREA TOTAL [ha]	Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas						HUELLA TOTAL [hag]
Tierra cultivable [ha]	Pastos [ha]	Bosques [ha]	Terreno construido [ha]	Mar [ha]		Bosques para CO2 [hag]	Tierra cultivable [hag]	Pastos [hag]	Bosques [hag]	Terreno construido [hag]	Mar [hag]	
					0.00	0						6.791
					0.23	0.28437919						
					1.37	1.73208898						
					0.11	0.13729856						
					0.00	0						95.419
					0.90	1.13697873						
					0.13	0.16569752						
					0.00	0						

Huella Ecológica.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR:

Introducir datos:

Año: 2013

CATEGORIAS	INVENTARIO DE LA FIA		Consumo Anual			Factores Conversión		Bosques para CO2 [ha]
	CANTIDADES	UNIDADES	Toneladas [t/año]	[m ³ /año]	[GWh/año]	Productiv. natural [t/ha/año] o [m3/ha/año]	Productiv. energética [GJ/ha/año]	
Consumo de Diesel		Galones		0			49.8	0
SEGUNDO AÑO								
Público								
Consumo de Gasolina		Galones		0			53.1	0
Consumo de Diesel	93.87	Galones		0.35528283			49.8	0.2574124
Vehiculo								
Consumo de Gasolina	11.31	Galones		0.04282419			53.1	0.02590269
Consumo de Diesel		Galones		0			49.8	0
TERCERO AÑO								
Público								
Consumo de Gasolina	0	Galones		0			53.1	0
Consumo de Diesel	44.66	Galones		0.16904024			49.8	0.1224744

AREA PRODUCTIVA A CONDICIONES LOCALES					AREA TOTAL [ha]	Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas						HUELLA TOTAL [hag]
Tierra cultivable [ha]	Pastos [ha]	Bosques [ha]	Terreno construido [ha]	Mar [ha]		Bosques para CO2 [hag]	Tierra cultivable [hag]	Pastos [hag]	Bosques [hag]	Terreno construido [hag]	Mar [hag]	
					0.00	0						
					0.00	0						26.747
					0.26	0.32433962						
					0.03	0.03263739						
					0.00	0						
					0.00	0						
					0.12	0.15431775						

Huella Ecológica.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR:

Introducir datos:

Año: 2013

CATEGORIAS	INVENTARIO DE LA FIA		Consumo Anual			Factores Conversión		Bosques para CO2 [ha]
	CANTIDADES	UNIDADES	Toneladas [t/año]	[m ³ /año]	[GWh/año]	Productiv. natural [t/ha/año] o [m3/ha/año]	Productiv. energética [GJ/ha/año]	
Público								
Consumo de Gasolina		Galones		0			53.1	0
Consumo de Diesel	29.51	Galones		0.111683			49.8	0.08091748
Vehiculo								
Consumo de Gasolina	57.44	Galones		0.21741514			53.1	0.13150597
Consumo de Diesel		Galones		0			49.8	0
QUINTO AÑO								
Público								
Consumo de Gasolina	0.00	Galones		0			53.1	0
Consumo de Diesel	134.95	Galones		0.51077771			49.8	0.37007281
Vehiculo								
Consumo de Gasolina	0.00	Galones		0			53.1	0
Consumo de Diesel	0.00	Galones		0			49.8	0

AREA PRODUCTIVA A CONDICIONES LOCALES					AREA TOTAL [ha]	Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas						HUELLA TOTAL [hag]
Tierra cultivable [ha]	Pastos [ha]	Bosques [ha]	Terreno construido [ha]	Mar [ha]		Bosques para CO2 [hag]	Tierra cultivable [hag]	Pastos [hag]	Bosques [hag]	Terreno construido [hag]	Mar [hag]	
					0.00	0						11.011
					0.08	0.10195602						
					0.13	0.16569752						
					0.00	0						
												37.653
					0.00	0						
					0.37	0.46629174						
					0.00	0						
					0.00	0						

Huella Ecológica.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR:

Introducir datos:

Año: 2013

CATEGORIAS	INVENTARIO DE LA FIA		Consumo Anual			Factores Conversión		
	CANTIDADES	UNIDADES	Toneladas [t/año]	[m ³ /año]	[GWh/año]	Productiv. natural [t/ha/año] o [m ³ /ha/año]	Productiv. energética [GJ/ha/año]	Bosques para CO2 [ha]
2. RECURSOS MATERIALES.								
2.1. Papel.								
FIA								
Papel, cartón y sus manufacturas	783	Resmas	2.1233394		0.02063886	16.25	48.2	0.20810136
Papel, cartón y sus manufacturas reciclado								
DOCENTES								
Papel, cartón y sus manufacturas	1309	Resmas	3.5497462		0.03450353	16.25	48.2	0.34789869
Papel, cartón y sus manufacturas reciclado								
PRIMER AÑO								
Papel, cartón y sus manufacturas	3262	Resmas	8.8458916		0.08598207	16.25	48.2	0.8669561
Papel, cartón y sus manufacturas reciclado								

AREA PRODUCTIVA A CONDICIONES LOCALES					AREA TOTAL [ha]	Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas						HUELLA TOTAL [hag]
Tierra cultivable [ha]	Pastos [ha]	Bosques [ha]	Terreno construido [ha]	Mar [ha]		Bosques para CO2 [hag]	Tierra cultivable [hag]	Pastos [hag]	Bosques [hag]	Terreno construido [hag]	Mar [hag]	
		0.1311277	4.9417E-05		0.34	0.26220771		0.1652209	0.000124038			0.43
		0.21921604	8.2615E-05		0.57	0.43835235		0.27621221	0.000207363			0.71
		0.54628168	0.00020587		1.41	1.09236469		0.68831492	0.000516744			1.78

Huella Ecológica.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR:

Introducir datos:

Año: 2013

CATEGORIAS	INVENTARIO DE LA FIA		Consumo Anual			Factores Conversión		Bosques para CO2 [ha]
	CANTIDADES	UNIDADES	Toneladas [t/año]	[m ³ /año]	[GWh/año]	Productiv. natural [t/ha/año] o [m ³ /ha/año]	Productiv. energética [GJ/ha/año]	
SEGUNDO AÑO								
Papel, cartón y sus manufacturas	3091	Resmas	8.3821738		0.08147473	16.25	48.2	0.82150868
Papel, cartón y sus manufacturas reciclado								
TERCER AÑO								
Papel, cartón y sus manufacturas	1736	Resmas	4.7076848		0.0457587	16.25	48.2	0.46138436
Papel, cartón y sus manufacturas reciclado								
CUARTO AÑO								
Papel, cartón y sus manufacturas	943	Resmas	2.5572274		0.02485625	16.25	48.2	0.25062526
Papel, cartón y sus manufacturas reciclado								
QUINTO AÑO								
Papel, cartón y sus manufacturas	843	Resmas	2.2860474		0.02222038	16.25	48.2	0.22404782
Papel, cartón y sus manufacturas reciclado								

AREA PRODUCTIVA A CONDICIONES LOCALES					AREA TOTAL [ha]	Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas						HUELLA TOTAL [hag]
Tierra cultivable [ha]	Pastos [ha]	Bosques [ha]	Terreno construido [ha]	Mar [ha]		Bosques para CO2 [hag]	Tierra cultivable [hag]	Pastos [hag]	Bosques [hag]	Terreno construido [hag]	Mar [hag]	
		0.5176446	0.00019508		1.34	1.03510094		0.65223219	0.000489656			1.69
		0.29072502	0.00010956		0.75	0.5813443		0.36631352	0.000275006			0.95
		0.15792263	5.9515E-05		0.41	0.31578783		0.19898252	0.000149384			0.51
		0.1411758	5.3204E-05		0.37	0.28230026		0.17788151	0.000133542			0.46

Huella Ecológica.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR:

Introducir datos:

Año: 2013

CATEGORIAS	INVENTARIO DE LA FIA		Consumo Anual			Factores Conversión		Bosques para CO2 [ha]
	CANTIDADES	UNIDADES	Toneladas [t/año]	[m ³ /año]	[GWh/año]	Productiv. natural [t/ha/año] o [m3/ha/año]	Productiv. energética [GJ/ha/año]	
2.2 AGUA								
Consumo de Agua FIA	851.61	metros cubicos			0.00142531	18.72	48.2	0.01437141
4. ALIMENTACION								
Platanos	35557.35	kg	35.55735			31.63		
Frijoles	14812.44	kg	14.81244			2.03		
Pan	10848.71	kg	10.84871			5.1		
Naranja	18466.78	kg	18.46678			60.67		
Guineo	14722.53	kg	14.72253			28.1		
Tortilla	101820.85	kg	101.82085			7.17		
Azucar	27986.75	kg	27.98675			9.76		
Arroz	23177.05	kg	23.17705			14.07		
Papa	23346.55	kg	23.34655			65.13		
Tomate	28489.5	kg	28.4895			89.23		

AREA PRODUCTIVA A CONDICIONES LOCALES					AREA TOTAL [ha]	Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas						HUELLA TOTAL [hag]
Tierra cultivable [ha]	Pastos [ha]	Bosques [ha]	Terreno construido [ha]	Mar [ha]		Bosques para CO2 [hag]	Tierra cultivable [hag]	Pastos [hag]	Bosques [hag]	Terreno construido [hag]	Mar [hag]	
		45.492019	3.4127E-06		45.51	0.01810798			57.3199439	8.566E-06		57.34
1.12416535									2.82165503			2.82165503
7.29676847									18.3148889			18.3148889
2.12719804									5.33926708			5.33926708
0.30438075									0.76399568			0.76399568
0.52393345									1.31507296			1.31507296
14.2009554									35.644398			35.644398
2.86749488									7.19741214			7.19741214
1.64726724									4.13464076			4.13464076
0.35846077									0.89973653			0.89973653
0.31928163									0.8013969			0.8013969

Huella Ecológica.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR:

Introducir datos:

Año: 2013

CATEGORIAS	INVENTARIO DE LA FIA		Consumo Anual			Factores Conversión		
	CANTIDADES	UNIDADES	Toneladas [t/año]	[m ³ /año]	[GWh/año]	Productiv. natural [t/ha/año] o [m3/ha/año]	Productiv. energética [GJ/ha/año]	Bosques para CO2 [ha]
Cebolla	3110.58	kg	3.11058			6.78		
Pollo	16852.79	kg	16.85279			196.98		
Res	14007.06	kg	14.00706			0.98		
Huevos	825	kg	0.825			825		
FLUJO DE SALIDA								
4. RESIDUOS								
Residuos sólidos orgánicos	37.67	Toneladas		0.02456388			49.8	0.01779722
Residuos de plásticos consumo de energía	26.94	Toneladas			1.723904		48.2	
Residuos de plásticos consumo de combustible	26.94	Toneladas		0.0317892			53.1	0.01922805
Residuos de cartón	6.73	Tonelads		0.0057239			49.8	0.00414713

AREA PRODUCTIVA A CONDICIONES LOCALES					AREA TOTAL [ha]	Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas						HUELLA TOTAL [hag]
Tierra cultivable [ha]	Pastos [ha]	Bosques [ha]	Terreno construido [ha]	Mar [ha]		Bosques para CO2 [hag]	Tierra cultivable [hag]	Pastos [hag]	Bosques [hag]	Terreno construido [hag]	Mar [hag]	
0.45878761							1.1515569					1.1515569
			0.08555584									0.21474517
	14.2929184											35.8752251
			0.001									0.00251
					0.02	0.0224245						0.02
		0.03847758	0.00412769		0.04	0		0.04848175	0.010360508			0.059
					0.02	0.02422734						0.024
					0.004147	0.00522538						0.005