

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

ESCUELA DE POSGRADO



PUCP

Título

**ESTIMACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTRA EN DESARROLLO AMBIENTAL**

AUTORA

Leslie Luz Jaimes Gutierrez

ASESOR

Fernando Héctor Roca Alcázar

Marzo, 2019

RESUMEN

El consumo sostenible implica satisfacer nuestras necesidades de bienes y servicios, presentes y futuras, de tal modo que sean sostenibles ambiental, económica y socialmente. La Huella Ecológica (HE) es un indicador útil en este campo pues ayuda a identificar los impactos de una población o una actividad mediante la determinación de la superficie necesaria para mantener su ritmo de consumo de recursos y asimilación de desechos. Las universidades no son ajenas a las tendencias actuales de consumo y debido al alto impacto en su comunidad e influencia hacia el exterior, es relevante realizar investigaciones como la presente que se desarrolla en la Universidad Peruana Unión (UPeU). La presente investigación tiene como objetivo estimar la HE de la UPeU en el periodo 2017, basando los cálculos en el análisis de 05 variables: agua, energía eléctrica, superficie construida, papel y movilidad. Para realizar este análisis se utiliza la metodología propuesta por López y Blanco, a partir de los consumos y sus emisiones para luego obtener la superficie requerida para absorber el dióxido de carbono generado por el consumo. Teniendo en cuenta esta metodología se realiza dos tipos de cálculos; el directo para información de consumo disponible por la institución; y el indirecto para variables de las cuales no se cuenta información como el papel consumido por el alumnado y los hábitos de movilidad (transporte) de la comunidad universitaria, para lo cual se aplica cuestionarios. Como resultado general, se obtiene que durante el 2017 la UPeU requirió de 462.2 hag productivas globales de bosques para asimilar las emisiones generadas por las 05 variables analizadas; y un miembro de la comunidad universitaria requirió de 0.08 hag. Así mismo, la HE 2017 de la UPeU es 7.3 veces el tamaño de la superficie que ocupa su campus. Es importante conocer la HE a escala de una universidad limeña pues las acciones para reducir el impacto como miembro de una comunidad universitaria, también serán positivas como habitante de una ciudad. Las conclusiones de la presente investigación incluyen ejemplos de acciones puntuales para la reducción de la HE por parte de la institución.

ABSTRACT

Sustainable consumption means satisfy our needs for goods and services, present and future, in such a way that they are environmentally, economically and socially sustainable. The Ecological Footprint (HE) is a useful indicator in this field because it helps to identify the impacts of a population or an activity by determining the area needed to maintain its rate of consumption of resources and assimilation of waste. Universities are not alien to current consumer trends and due to the high impact on their community and influence abroad, it is relevant to carry out research such as the one that is being developed at the Universidad Peruana Unión (UPeU). The objective of this research is to estimate the HE of UPeU in the 2017 period, basing the calculations on the analysis of 05 variables: water, electric power, constructed surface, paper and mobility. To carry out this analysis, the methodology proposed by López and Blanco is used, based on the consumption and its emissions, in order to obtain the surface area required to absorb the carbon dioxide generated by consumption. Taking into account this methodology, two types of calculations are carried out; the direct one for consumption information available by the institution; and the indirect for variables that do not include information such as the paper consumed by the students and the mobility habits (transport) of the university community, for which questionnaires are applied. As a general result, it is obtained that during 2017 UPeU required 462.2 global productive hectares of forest to assimilate the emissions generated by the 05 variables analyzed; and a member of the university community required 0.08 hag. Likewise, the HE 2017 of UPeU is 7.3 times the size of the surface occupied by its campus. It is important to know the HE at the scale of a university in Lima because the actions to reduce the impact as a member of a university community, will also be positive as an inhabitant of a city. The conclusions of the present investigation include examples of specific actions for the reduction of HE by the institution.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Fernando Jaimes e Iliana Gutierrez, por su motivación constante y apoyo incondicional durante todo el proceso de desarrollo de esta tesis; a mis hermanas Hillary Jaimes e Iliana Jaimes por su apoyo en la difusión y promoción del cuestionario en su comunidad universitaria y por sus constantes palabras de aliento.

A Alexis Alcázar, por su incesante brío e inspiración para el logro de mis objetivos y por ser un soporte multifacético a lo largo del desarrollo de esta investigación.

A mi asesor, el Dr. Fernando Roca, quién aceptó ser mi guía académico en este proceso, por sus valiosas acotaciones y recomendaciones; por su tiempo y priorización, que me ayudaron a desarrollar y pulir esta investigación, y así culminarla de la mejor forma.

Finalmente, mi agradecimiento a la Universidad Peruana Unión, en especial a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, por permitirme y darme la oportunidad de investigar los hábitos de consumo de la comunidad universitaria, por toda la valiosa información proporcionada, por demostrar apertura con sus ex alumnos y por su compromiso con la promoción del desarrollo sostenible.

ÍNDICE

RESUMEN.....	II
ABSTRACT.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	VII
ÍNDICE DE MAPAS.....	VII
LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	VII
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problema.....	1
1.2 Justificación.....	3
1.3 Preguntas de investigación.....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.5 Metodología.....	5
1.5.1 Metodologías utilizadas para la estimación de la Huella Ecológica.....	5
1.5.2 Categorías de consumo.....	8
1.5.3 Cálculo de la Huella Ecológica (HE).....	11
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 La Huella Ecológica y el Desarrollo Sostenible.....	18
2.2 La Huella Ecológica en Universidades.....	30
2.3 Enfoque socioambiental del consumo sostenible en el proceso de educación.....	35
2.4 La Huella Ecológica en el Perú.....	44
CAPÍTULO 3. ÁREA DE ESTUDIO.....	48
3.1 Descripción física.....	48
3.1.1 Ubicación.....	48
3.1.2 Ecosistema interno de la universidad.....	50
3.1.3 Descripción física del distrito.....	56
3.1.4 Vulnerabilidad ante el cambio climático.....	59
3.2 Descripción social.....	61
3.2.1 Breve reseña histórica de la universidad.....	61
3.2.2 Comunidad universitaria y servicios académicos.....	62
3.2.3 Compromiso de la universidad con el desarrollo sostenible.....	65
3.2.4 Características urbanas del distrito.....	66
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LA HE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN.....	68

4.1	Construcción de edificios.....	68
4.2	Energía eléctrica.....	69
4.3	Agua.....	70
4.4	Movilidad.....	71
4.5	Papel.....	75
4.6	Cálculo de la Huella Ecológica de la UPeU.....	79
CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		81
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES.....		90
BIBLIOGRAFÍA.....		94
ANEXOS.....		105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	- Categorías de consumo (variables) que se consideran en el cálculo de la HE de la UPeU.....	11
Tabla 2	- Factores de equivalencia por áreas productivas.....	26
Tabla 3	- HE de diferentes universidades a nivel mundial.....	32
Tabla 4	- Comparativa de categorías evaluadas en el cálculo de HE de universidades.....	33
Tabla 5	- Flora existente en la UPeU.....	51
Tabla 6	- Avifauna existente en la UPeU.....	56
Tabla 7	- Cantidad de alumnos por programa de estudios de pregrado.....	62
Tabla 8	- Cantidad de alumnos por programa de estudios de posgrado.....	63
Tabla 9	- Régimen de dedicación - docentes periodo 2017.....	64
Tabla 10	- Iniciativa 2022 de la UPeU y Desarrollo Sostenible.....	65
Tabla 11	- Factores de conversión de CO ₂ por categorías de consumo.....	68
Tabla 12	- Reporte de edificios construidos en la UPeU.....	68
Tabla 13	- Reporte de consumo de energía en la UPeU.....	69
Tabla 14	- Reporte de consumo de agua en la UPeU.....	70
Tabla 15	- Medio de transporte empleado vs distancia media por trayecto.....	71
Tabla 16	- Lugares desde donde se desplazan los participantes para ir a la UPeU.....	73
Tabla 17	- Distancia anual recorrida por medio de transporte.....	73
Tabla 18	- Factores de Emisión para transporte en auto según nivel de ocupación.....	74
Tabla 19	- Emisiones de CO ₂ del medio de transporte Auto.....	74
Tabla 20	- Factor de Emisión para transporte en motocicleta y transporte público.....	74
Tabla 21	- Emisiones de CO ₂ para la categoría movilidad.....	75

Tabla 22 - Kg. de papel consumido por personal docente y administrativo en el periodo 2017 ...	77
Tabla 23 - Kg. por tipo de papel consumido por los alumnos participantes en el periodo 2017 ...	78
Tabla 24 - Cantidad de CO ₂ por consumo de papel de toda la comunidad universitaria	79
Tabla 25 - Estimación de la Huella Ecológica 2017 de la UPeU	80
Tabla 26 - Contraste de la HE en diferentes escalas	85
Tabla 27 - Equivalencia de acciones y emisiones de CO ₂	92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Etapas de la investigación	8
Gráfico 2 - Análisis del Sistema	8
Gráfico 3 - Valores de HE por persona en diferentes países.....	24
Gráfico 4 - Cantidad de planetas requeridos para satisfacer las necesidades de consumo por país.....	24
Gráfico 5 - Medio de transporte empleado y distancia media por trayecto en 2017.....	72
Gráfico 6 - Distribución de las emisiones de CO ₂ por categoría del periodo 2017	84
Gráfico 7 - Aporte por categoría a la HE para el periodo 2017	84
Gráfico 8 - HE de universidades Latinoamericanas.....	88

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1 - Ubicación de la UPeU en el distrito de Lurigancho Chosica.....	49
Mapa 2 - Vista satelital de UPeU	50

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CO₂	Dióxido de Carbono
COP21	Conferencia de las Partes 21
DARS	Dirección Académica de Responsabilidad Social
GFN	Global Footprint Network
HE	Huella Ecológica
IASD	Iglesia Adventista del Séptimo Día

INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INGEMMET	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
MC3	Método Compuesto de las Cuentas Contables
MINAM	Ministerio del Ambiente
OCDE	Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo
ODS	Objetivos del Desarrollo Sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PDA	Personal Docente y Administrativo
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PUCP	Pontificia Universidad Católica del Perú
SEDAPAL	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SPDA	Sociedad Peruana de Derecho Ambiental
SUNEDU	Superintendencia Nacional de Educación
UPeU	Universidad Peruana Unión
USC	Universidad Santiago de Compostela
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema

Para abordar el problema, es necesario entender lo que significa el consumo y en consecuencia el consumo sostenible. El concepto del consumo no está bien definido, sin embargo, se entiende que este "representa la cantidad total de recursos extraídos del medio ambiente, que en parte son utilizados para fines económicos, pero cuyo mayor porcentaje se desecha como desperdicios" (Masera 2001: 6). Como se puede inferir, el término de consumo sostenible tiene como procedencia al desarrollo sostenible. Una de las definiciones más populares de desarrollo sostenible es la formulada por la Comisión de Brundtland, la cual señala que "el desarrollo sostenible es aquel desarrollo que cubre las necesidades presentes sin poner en riesgo la habilidad de próximas generaciones para cubrir sus propias necesidades" (Masera 2001: 6).

Así mismo, se desarrolló una relación entre los términos desarrollo sostenible y consumo sostenible en el Principio 8 del informe resultado de la Cumbre de la Tierra en Río de 1992, el cual menciona que "para lograr un desarrollo sostenible y una mayor calidad de vida para sus pueblos, los estados deberán reducir y eliminar los patrones insostenibles de producción y consumo y promover políticas demográficas apropiadas" (Masera 2001: 6). La noción de insostenibilidad en las prácticas y estándares de producción y consumo también se aborda en el Capítulo 4 de la Agenda 21 que señala lo siguiente: "Debemos considerar la necesidad de adoptar nuevos conceptos de riqueza y prosperidad, lo cual no sólo permitirá alcanzar mayores estándares de vida mediante el cambio de los estilos de vida, sino también nos hará menos dependientes de los recursos finitos de la Tierra y nos colocará en armonía con las capacidades de ésta" (Masera 2001: 6). Teniendo en cuenta que en estos informes se realiza una aproximación al consumo sostenible, también se puede atisbar que no se establece un concepto para este término.

En una ampliación de las Recomendaciones de las Naciones Unidas para la Protección del Consumidor del año 1999 se incluyó un capítulo sobre el consumo sostenible, en cuya cláusula 42

se logra establecer un concepto, para esta expresión: "El consumo sostenible incluye cumplir con las necesidades de las generaciones presentes y futuras para bienes y servicios de tal forma que sean sostenibles económica, social y ambientalmente" (Maserá 2001: 7).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible también tratan el consumo responsable en el ODS 12 "Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, el cual consiste en fomentar el uso eficiente de los recursos y la energía, ...hacer más y mejores cosas con menos recursos, ...reducción de la degradación y contaminación durante todo el ciclo de vida, logrando una mejor calidad de vida" (Naciones Unidas 2016: 39 - 40). Este es un compromiso entre todas las partes suscritas (incluyendo al Perú), alentando la participación en este proceso de distintos agentes, entre ellos investigadores y científicos, lo que incluye a la academia. (Naciones Unidas 2016: 1 – 14).

Uno de los grandes retos para promover el consumo sostenible es lograr simplificar las variables de consumo, como la energía, combustibles, agua, alimentos, generación de desechos, etc. a un indicador común, que sea medible y que permita realizar comparaciones en el tiempo y entre casos. Es así como a mediados de los '90, William Rees y Mathis Wackernagel desarrollaron un indicador denominado Huella Ecológica (HE), que no sólo puede ayudar a estimar los impactos ambientales producidos por el consumo de recursos de una actividad humana o población, sino que también es útil en la toma de decisiones para corregir dichos impactos (Martínez 2008: 1 - 28).

Muchas empresas y organizaciones vienen utilizando la HE y han remarcado el potencial de este indicador en su utilidad para la gestión empresarial (Carballo et al 2008: 1 - 29). En las organizaciones, cada vez es más común observar prácticas voluntarias para integrar a las operaciones la gestión ambiental o responsabilidad social empresarial como una respuesta comercial ante la necesidad del desarrollo sostenible que proteja al medio ambiente y todas las partes interesadas relacionadas directa e indirectamente a la organización (Carballo 2010: 1 - 17).

Las instituciones educativas, en específico las universidades, también son partícipes del cambio hacia el consumo sostenible, más aún por que impactan en el desarrollo de la sociedad. Según López y Blanco (2009: 1 - 24), especialmente en países desarrollados, se incrementa la cantidad de universidades comprometidas con la promoción del desarrollo sostenible en sus actividades y con su promoción entre todos los miembros de la comunidad universitaria.

Es necesario determinar la huella ecológica como indicador ecológico en instituciones educativas como la Universidad Peruana Unión donde se muestre la realidad del consumo de recursos naturales, ya sea de energía eléctrica, construcciones o infraestructura, papel, agua y combustibles en el transporte, y además que defina si ese consumo actual es sostenible o insostenible a través del tiempo para mostrar los impactos que el consumo de recursos genera en su entorno.

La carencia de conocimiento sobre la estimación y el uso de indicadores ecológicos, puede dificultar la promoción del consumo sostenible en la comunidad unionista, por lo que se considera necesario el desarrollo de un proyecto de estimación de la huella ecológica en todas las actividades que desarrolla la UPeU, fortaleciendo la actitud responsable en el consumo de recursos y la promoción del desarrollo sostenible en su entorno.

1.2 Justificación

Estimar la Huella Ecológica (HE) de la Universidad Peruana Unión (UPeU), de acuerdo a la metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades propuesta por López y Blanco, utilizando información de consumo de recursos de un año, obtenida de forma directa e indirecta, es de vital importancia para tener un indicador de sostenibilidad que muestre la realidad del consumo de recursos y que ayude a plantear medidas de ecoeficiencia que permitirán ahorrar recursos y asegurarlos para las futuras generaciones; y así las actividades de la UPeU se desarrollen de manera sostenible cumpliendo el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 12 que es garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

Las medidas de ecoeficiencia también ayudarán a reducir el gasto de recursos económicos, y los ahorros podrán ser derivados a la mejora de la calidad de vida de la comunidad universitaria. Estas acciones contribuyen con la mejora en la gestión ambiental de la institución, así como en su imagen institucional, beneficio que también va a repercutir en el posicionamiento de la UPeU como institución social y ambientalmente responsable.

La estimación de la HE mediante el cálculo de emisiones de CO₂ de las categorías energía eléctrica, agua, superficie construida, consumo de papel y movilidad, permitirá tener un primer panorama del consumo de recursos de la UPeU, determinando así la magnitud del terreno productivo que está utilizando esta institución para realizar sus actividades en el marco del respeto de la biocapacidad planetaria para producir los recursos.

Luego del análisis de la HE, se presentará recomendaciones prácticas que permitan a la administración de la UPeU tomar decisiones para realizar sus actividades de forma más sostenible y reducir su HE, esto beneficiará directamente los intereses de la gerencia, ya que, como se sabe, a nivel mundial, “la sostenibilidad es un modo de diferenciarse en los mercados, contribuyendo a incrementar la productividad y competitividad, además se considera que la gestión de la sostenibilidad adoptando una óptica proactiva tiene repercusiones directas y positivas en la competitividad del negocio” (Shaltegger y Wagner, citado por Carballo y Do Carme 2010: 1 - 25).

1.3 Preguntas de investigación

Pregunta general

¿Cuál fue la Huella Ecológica de la Universidad Peruana Unión en el periodo 2017?

Preguntas secundarias

¿Cuáles son los valores de consumo para las categorías agua, energía eléctrica, superficie construida, papel y movilidad?

¿Cuáles son las huellas ecológicas de las categorías de consumo agua, energía eléctrica, superficie construida, papel y movilidad?

1.4 Objetivos

Objetivo General

Estimar la Huella Ecológica de la Universidad Peruana Unión sede Lima del periodo 2017, con el fin de brindar a la institución una herramienta para identificar los impactos ambientales que genera y así contribuir a una discusión de sostenibilidad de las actividades que desarrolla.

Objetivos Específicos:

1. Determinar los consumos del año 2017 para cada una de las categorías de consumo a determinar.
2. Determinar mediante cálculo directo las huellas ecológicas del año 2017 en las categorías energía eléctrica, superficie construida, agua y papel.
3. Determinar mediante cálculo indirecto las huellas ecológicas del año 2017 para las categorías movilidad y papel (alumnos).

1.5 Metodología

1.5.1 Metodologías utilizadas para la estimación de la Huella Ecológica

Chávez et al (2006) proponen un método de estimación de la HE basado en el uso de un cuestionario construido por la organización Global Footprint Network (GFN) que consta de 16 preguntas agrupadas en 04 categorías (Alimento, Movilidad, Bienestar, Bienes y Servicios) de las principales actividades humanas relacionadas al consumo de recursos y que se representan en hectáreas productivas. Este cuestionario digital opera con una base de datos propia que

internamente procesa la información y arroja resultados para cada tipo de categoría. Métodos de este tipo, con los que no es posible visualizar el procedimiento de los cálculos o factores utilizados, se conocen como caja negra. También la Pontificia Universidad Católica del Perú calculó la Huella Ecológica de su campus, en convenio con Global Footprint Network. (PUCP 2011:1-10).

Otra opción utilizada es el “método compuesto de las cuentas contables” (MCCC o MC3), propuesto por Carballo y Do Carme (2010: 1 - 25) inicialmente desarrollado por Doménech (2006: 1 - 38) quien se sustenta en la determinación de la huella familiar propuesta por Wackernagel. Para realizar los cálculos se utiliza una matriz que facilite la recopilación de información referente a las diferentes categorías de consumo que la empresa va a trabajar. Los autores señalan que esta recopilación incluye también aspectos como la generación de desechos y las superficies utilizadas para el desarrollo de las actividades. La principal fuente para la obtención de información son los libros contables de la organización sin dejar de lado inputs importantes para los cálculos como superficie ocupada o generación de residuos, provenientes de otras fuentes.

Este método puede ser utilizado en organizaciones que quieran calcular su huella ecológica a través de sus registros contables, sin embargo, no se ha comprobado su aplicación eficaz en instituciones como por ejemplo universidades, por lo que no existe certeza en cuanto a la obtención de resultados positivos y didácticos de la HE. Esto principalmente debido a que este tipo de organizaciones por lo general “no presentan muchas categorías de consumo ni ingresos de insumos específicos” (Carballo 2010: 1 - 17).

López y Blanco (2009: 1 - 24) proponen un método para realizar el cálculo de la HE, estimando las emisiones de CO₂ mediante el producto de los valores de consumo de la organización y factores de emisión (Tabla 5). A este procedimiento lo denominan “cálculo directo” y recomiendan su uso para las categorías edificaciones, energía eléctrica, agua, combustibles, consumo de papel y generación de desechos.

Para el caso de categorías en las cuales no existe registros o valores de consumo, López y Blanco (2009: 1 - 24) proponen realizar un “cálculo indirecto” para determinar los consumos mediante la aplicación de una encuesta, con el fin de obtener datos estadísticos de una muestra representativa que permita estimar el consumo total de dicha categoría. Los autores recomiendan este tipo de cálculo para las categorías de transporte y consumo de papel.

Finalmente, para estimar la HE total de la institución, “el cálculo consiste en determinar el área de bosque necesario para absorber el CO₂ generado por el consumo. A partir de la cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera dividida por la capacidad de fijación de CO₂, se obtiene la superficie de bosque requerida y finalmente se le suma el espacio ocupado por los edificios universitarios” (López y Blanco 2009: 1 - 24). Esta descripción se simplifica más adelante en la ecuación 1. Tal como manifiestan Leyva et al (2010: 60 - 67), a esta metodología se le pueden realizar ajustes para adaptarla a las condiciones propias de cada universidad.

Según Leyva et al (2010: 60 - 67) y Cárdenas et al (2010: 5 - 9), este método ha sido utilizado por varias universidades en España, otros países de Europa y también en América Latina, y lo resaltan principalmente por el mayor desglose que presenta, en el cálculo de la HE.

Para la presente investigación, se toma como referencia esta última metodología propuesta por López y Blanco en el año 2009, para lo cual se ha establecido un esquema de trabajo, con el fin de ordenar los pasos y actividades a realizar para obtener la HE de la Universidad Peruana Unión.

En el gráfico 1 se muestran las etapas de desarrollo de la investigación.

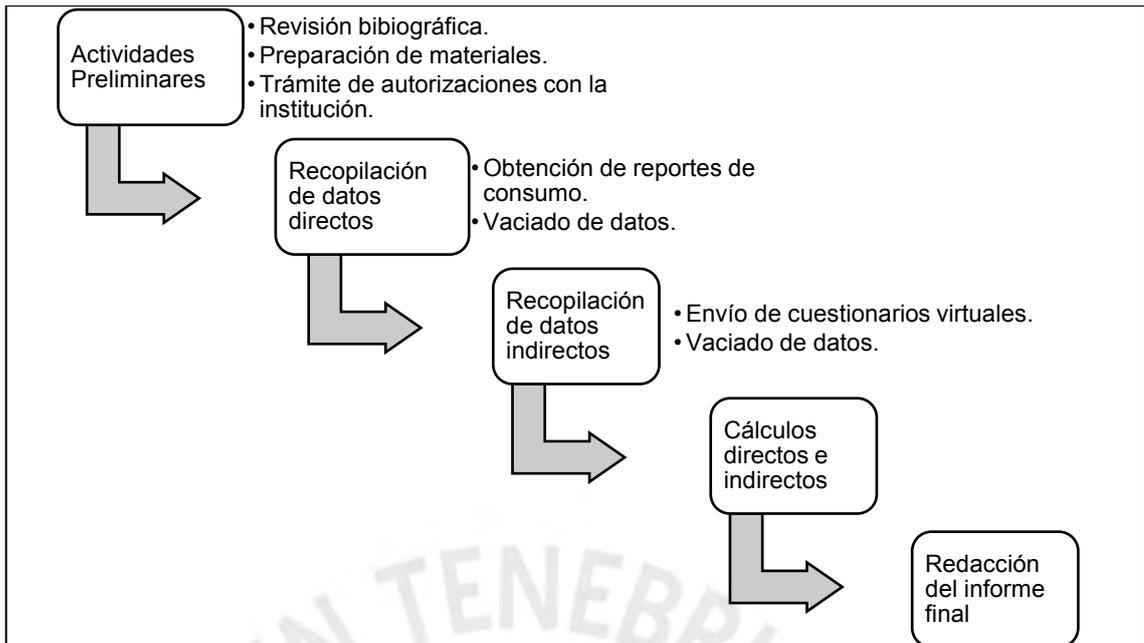


Gráfico 1 - Etapas de la investigación

1.5.2 Categorías de consumo

Antes de seleccionar las categorías a trabajar, es necesario señalar que estas provienen de un análisis de la institución como sistema dentro de un entorno. La identificación de impactos ambientales asociados a este sistema se facilita al identificar los inputs y outputs del mismo que vienen a ser las categorías de la HE. (Leyva et al 2010: 60 - 67). En el gráfico 2 se muestra un esquema de lo indicado, especificando algunos ejemplos de categorías como papel, residuos, etc.

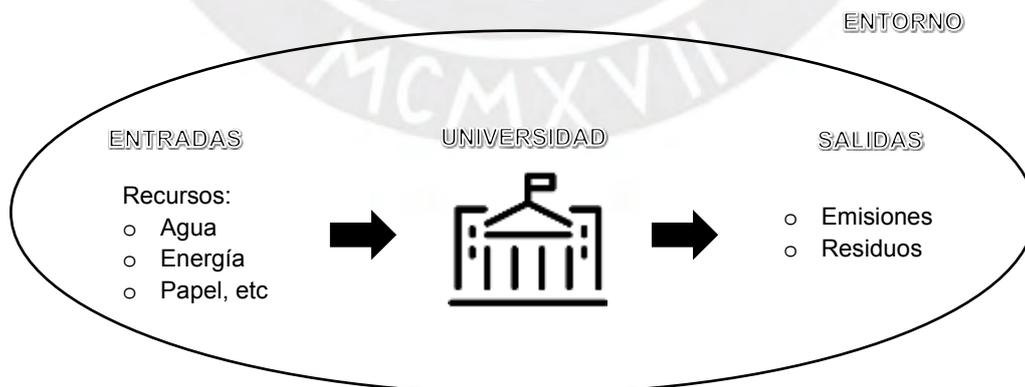


Gráfico 2 - Análisis del Sistema

Fuente: Elaborado a partir de Universidad de Málaga 2014.

Teniendo en cuenta estas variables, identificadas como entradas y salidas, y como se observará más adelante en las tablas 3 y 4, distintas universidades han estimado la Huella Ecológica de sus actividades, y las principales categorías identificadas en estos estudios son 09, y son las siguientes:

- | | | |
|-------------------|------------------------|------------|
| ✓ Alimentos | ✓ Bienes y servicios | ✓ Agua |
| ✓ Movilidad | ✓ Energía eléctrica | ✓ Papel |
| ✓ Infraestructura | ✓ Combustibles fósiles | ✓ Residuos |

Sin embargo, no todas las universidades realizan la estimación de la Huella Ecológica en todas las categorías. Según los antecedentes encontrados, las categorías más trabajadas son movilidad (18 casos), energía eléctrica (16 casos), e infraestructura (14 casos).

De los antecedentes analizados, existen 03 categorías que en la mayoría de los casos obtienen las mayores huellas ecológicas y en consecuencia la mayor cantidad de toneladas de CO₂; estas son Infraestructura, Movilidad y Energía Eléctrica.

Respecto a la cantidad de categorías a considerar, encontramos casos en los que sólo se ha trabajado con 3 categorías (Ohio State University) hasta 8 categorías como las universidades Universidad Politécnica de Valencia, Willamette University, y la Universidad Central Marta Abreu. La cantidad de categorías a considerar varía de acuerdo a los recursos con los que se cuenta para realizar la investigación y de la información disponible por la institución. Se debe tener en cuenta, que, aunque la cantidad de categorías sea mínima, este cálculo establece una base y una mirada referencial sobre el consumo de recursos de la institución, y ofrece la posibilidad de ir complementando la huella en años posteriores con otras categorías para obtener un valor más real y representativo de la huella como institución.

A nivel mundial, también se cuenta con información disponible sobre las actividades antrópicas de mayor generación de CO₂. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio

Climático (IPCC 2007: 2 - 11), la mayor fuente de crecimiento de las emisiones de Dióxido de Carbono - CO₂ (componente de mayor crecimiento de los Gases de Efecto Invernadero, aproximadamente el 80%), proviene de la generación y suministro de energía, así como del transporte terrestre.

El componente energético fue uno de los temas más importantes en la Conferencia de las Partes (COP21) celebrada a finales del 2015 en París, pues la producción y el uso de energía “representan dos tercios de las emisiones mundiales de Gases de Efecto Invernadero, que tienen como principal y mayor aportante al CO₂” (International Energie Agency 2015: 1 - 6). Debido a ello, muchos de los compromisos de gobiernos para reducir emisiones de CO₂, están relacionadas a la gestión en el sector energético (International Energie Agency 2015: 1 - 6).

En el Perú, el componente energético también es una de las principales fuentes de gases de efecto invernadero, en especial de CO₂, ubicándose después de fuentes como Cambio de uso de suelo / silvicultura, y Agricultura que ocupan los primeros lugares; tomando como referencia datos del 2009. Asimismo, en cuanto a emisiones de CO₂, al 2009 el Perú emitía 47 356 miles de toneladas anuales, superando a países como Bolivia, Chile, Paraguay y Uruguay (INEI 2013: 397-416).

Para la presente investigación, se han seleccionado 05 categorías listadas en la tabla 1, considerando las que, en estudios previos, han resultado con mayor aporte a la HE, y teniendo en cuenta la información disponible por la universidad y los recursos del investigador para recopilar la misma. Así mismo se ha tenido en cuenta, las actividades humanas con mayor contribución a las emisiones de CO₂ según información disponible en organismos internacionales y a nivel nacional, encontrándose como categorías, definitivamente a tener en cuenta, energía y transporte.

Tabla 1 - Categorías de consumo (variables) que se consideran en el cálculo de la HE de la UPeU

Variables
Energía eléctrica
Movilidad
Construcción de edificios
Agua
Papel

Fuente: Elaboración propia

1.5.3 Cálculo de la Huella Ecológica (HE)

Para estimar la HE se debe determinar la superficie de bosque necesaria para asimilar las emisiones de CO₂ producidas por cada categoría de consumo identificada y seleccionada para evaluar en la institución. Esta superficie de bosque se obtiene calculando el cociente de la masa total de emisiones estimadas (de todas las categorías) y el factor que representa la capacidad de absorción o fijación de carbono. Al valor final obtenido se le adiciona la superficie ocupada por las edificaciones del campus universitario (López y Blanco 2009: 1 - 24).

Según MINAM (2014: 21 – 31, 49 - 59) la fijación media de carbono forestal en la costa, que se acumula en biomasa (viva y muerta) y suelo (tierra vegetal y suelo mineral), es de 8.37 tonC/ha/año y específicamente en Lima, según Carnegie Institución for Science (2014: 6 - 19), se estima un valor de 3.3 tonC/ha/año; que traducido a fijación de CO₂ equivale a 12.1¹ ton CO₂/ha/año. Este valor se utilizará como capacidad de fijación en los cálculos a realizar.

Teniendo en cuenta las explicaciones anteriores, la HE se calcula aplicando la ecuación 1.

$$HE = \frac{EmCO_2}{CFCO_2} + SCp \quad (1)$$

¹ La conversión a toneladas de CO₂ se realizó utilizando el factor de conversión propuesto por el IPCC 1996, citado por Chávez (2018: 43 - 45), que establece que: 1 tonelada de C, equivale a 3.67 toneladas de CO₂.

Donde:

HE= huella ecológica (ha/hab/año)

Em CO₂= emisiones de CO₂ (tn)

CF CO₂= coeficiente de fijación (tn CO₂/ha/año)

SCp= superficie campus (ha/año)

Se debe tener en cuenta que para fines del cálculo de la HE, cualquier referencia a CO₂, se debe entender como el gas en sí, no como CO₂ equivalente, utilizado para expresar el conjunto de gases de efecto invernadero (GEI) en el cálculo de la huella de carbono.

El resultado final de HE se expresa en hectáreas globales (hag); esta unidad representa una hectárea con la capacidad mundial promedio de brindar los servicios ecosistémicos necesarios para el desarrollo humano, como la producción de recursos y absorción de residuos. Esta unidad de medida es importante pues permite realizar comparaciones de resultados de HE obtenidos de distintos lugares o tipos de terreno. Otra parte importante en el cálculo de la HE son los factores de equivalencia publicados por la organización Global Footprint Network. Estos factores fueron creados para convertir distintos tipos de terreno, ya sea forestales, de cultivo, zonas de pesca, etc., en una hectárea global (hag), que como se describió líneas arriba, viene a ser una unidad universal o promedio para las superficies productivas. Los factores de equivalencia se elaboran teniendo en cuenta la productividad del terreno, su uso y el tiempo de uso (López y Blanco 2009: 1 - 24). Los factores de equivalencia se muestran más adelante en la tabla 2.

Para la presente investigación, se empleará el factor de equivalencia correspondiente a bosques, pues se asume que las emisiones producidas por la universidad serán asimiladas por este tipo de superficie, además, uno de los principales servicios ecosistémicos de los bosques a nivel global es el de sumidero de carbono, a comparación de otros sistemas de uso de suelo, como los agrícolas o ganaderos que también son sumideros de carbono, sin

embargo son considerablemente pequeños en comparación a los bosques. (MINAM 2013: 1 - 36 y Brown et al. 1989, citados por Chávez 2018: 11 - 19).

Las cantidades de emisiones obtenidas serán posteriormente traducidas a superficie de bosque necesaria para asimilarlas. Para el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) se emplean factores de emisión, los cuales se aplican teniendo en cuenta el tipo de categoría a trabajar. Como se explicó anteriormente, existen dos tipos de cálculo en función de la disponibilidad de información, las cuales se presentan a continuación.

a) Cálculo directo a partir de los consumos

El cálculo directo se aplica para las categorías de las que se dispone información o registros de consumo, como los recibos de agua o energía eléctrica, planos o inventarios de las superficies construidas o los registros de cantidades de compra de papel que utiliza la administración y docencia de la institución. Seguidamente, las emisiones del CO₂ se obtienen con el producto de las emisiones por categoría y los factores de emisión que permiten convertir dicho resultado parcial a unidades de masa (kg o tn) para que finalmente se puedan sumar todos los resultados de las categorías. En la ecuación 2 se simplifica esta descripción y se observa que el factor de emisión toma en cuenta la unidad propia de cada categoría (un) que puede representar kilovatios en caso de energía eléctrica o metros cúbicos en caso de agua. Se debe tener en cuenta que, para el caso de edificios construidos, el método propuesto y uso de factor correspondiente es válido para edificios con menos de 50 años de antigüedad, pues luego de ello se entiende que actividades de remodelación, reparación, etc. podrán causar variaciones en las emisiones de CO₂ a considerar. (López y Blanco 2009: 1 - 24).

$$\text{Emisiones} = \text{Consumo} \times \text{Factor Emisión} \quad (2)$$

Donde:

Emisiones= Emisiones de CO₂ (kg CO₂)

Consumos= Consumo de cada categoría (un/año)

Factor Emisión= de acuerdo a cada categoría (kg CO₂/un)

b) Cálculo indirecto de los consumos a partir de datos estadísticos extraídos de cuestionarios

El cálculo indirecto se aplica a categorías de las cuales no se cuenta registros de consumo como los hábitos de transporte de toda la comunidad universitaria (docentes, personal administrativo y alumnos) y el consumo de papel por parte de los alumnos. Para recoger esta información es necesario realizar una encuesta construyendo un cuestionario que recoja toda la información necesaria para estimar la cantidad de emisiones de CO₂ por cada categoría. La encuesta recoge datos de una muestra estadísticamente representativa de la comunidad universitaria, sin embargo, para la estimación de la HE se requiere disponer de datos totales, y para ello, como explican los autores, se aplican factores de extrapolación a los resultados obtenidos de las encuestas (López y Blanco 2009: 1 - 24). En las ecuaciones 3 y 4 se muestra como obtener el factor de extrapolación y como aplicarlo para obtener el valor total a nivel universidad.

$$\text{Valor Universidad} = \text{Factor extrapolación} \times \text{Valor de encuesta} \quad (3)$$

$$\text{Factor extrapolación} = \frac{\text{Población}}{\text{Individuos muestra}} \quad (4)$$

Consumo de papel

Los estudiantes utilizan el papel, fundamentalmente, para tomar apuntes y entregar trabajos académicos. Los datos relativos al consumo de papel se obtendrán a partir de un cuestionario sobre hábitos de consumo por parte del alumnado. La realización de la encuesta es necesaria pues generalmente las universidades no cuentan con información concreta de este tipo de consumo. Regularmente sólo se tiene datos de los registros de compras realizadas por el departamento de logística que luego es distribuido a los distintos departamentos, unidades administrativas y facultades de acuerdo a sus requerimientos (López y Blanco 2009: 1 - 24).

La información básica a obtener a partir del cuestionario es la siguiente:

- Consumo aproximado de papel virgen (blanco) durante un ciclo.
- Consumo aproximado de papel reciclado a lo largo del ciclo.

Una vez conocidas las hojas consumidas por los estudiantes y transformadas a kg de papel, únicamente habría que multiplicar por el correspondiente factor de conversión para conocer las emisiones de CO₂ como se muestra en la ecuación 2. Los factores de emisión o conversión difieren por el tipo de papel utilizado, por ello se deberá aplicar de acuerdo a cada tipo.

Movilidad

Para estimar las emisiones de CO₂ asociadas a los hábitos de transporte de la comunidad universitaria, también se aplica un cuestionario donde se obtiene información sobre el tipo de transporte empleado en los desplazamientos entre el lugar de residencia y la institución, el número de desplazamientos por semana y la distancia media por trayecto. A partir de estos datos se calcula la cantidad de kilómetros realizados anualmente por cada tipo de transporte utilizado. Para el caso de esta categoría, existe un factor de emisión por cada tipo de transporte por lo que se aplicarán respectivamente para poder estimar las emisiones por cada uno y finalmente para toda la categoría (López y Blanco 2009: 1 - 24).

Cuestionario

La información de consumo de papel y hábitos de transporte, necesaria para realizar los cálculos de tipo indirecto, se obtuvo de encuestas virtuales realizados a los miembros de la comunidad universitaria de la UPeU sede Lima (López y Blanco 2009: 1 - 24). Para ello se utilizó la aplicación gratuita de administración de formularios Google Forms.

El diseño del cuestionario se realizó tomando en cuenta las principales características recomendadas por Fowler (2014: 61 – 74) como muestreo (la cantidad requerida), tipo de población (habilidades informáticas, de lectura, escritura, etc.), la forma de las preguntas (respuestas haciendo clic, marcando una casilla, etc), contenido de la pregunta (proporcionado por la metodología de López y Blanco), la tasa de respuesta, costos, duración de la recopilación de datos y si la recopilación de datos será asistida por computadora (preguntas filtro, obligatorias, etc.).

De acuerdo a lo señalado por Fowler (2014: 61 – 74) y López-Roldan y Fachelli (2015: 13 – 16) a continuación se resumen las principales ventajas y desventajas de realizar encuestas virtuales (por correo / internet) identificadas en el desarrollo de la presente investigación:

Ventajas:

- Bajo costo
- Se pudo lograr con un mínimo de recursos (personal, equipamiento, etc.)
- Se evitó la influencia por acción del entrevistador
- El anonimato de la encuesta ayudó a minimizar las respuestas socialmente deseables.
- Le permitió al participante tener tiempo para dar respuestas bien pensadas o realizar algún tipo de consulta si fuera necesario.

Desventajas:

- Considerando que se envía masivamente a los correos electrónicos, existe un bajo grado de respuesta.
- Lentitud de respuesta, pues el participante puede no culminar o postergar el formulario.
- Pudo haber influencia de terceras personas en el sentido de la respuesta.
- Existe un sesgo por el tipo de persona predispuesta a contestar.

El desarrollo del cuestionario se inició con la formulación de preguntas, siguiendo lo recomendado por López y Blanco (2009: 1 - 24). El enlace (link) del cuestionario final se envió vía correo electrónico al personal y alumnos, indicando a modo de restricción que es sólo para las personas que han laborado o estudiado en el periodo 2017. El cuestionario estuvo abierto a respuestas desde el 02/10/2018 hasta el 09/11/2018. Se envió en 04 oportunidades al observarse pocas respuestas en el aplicativo. En total se logró obtener la información de 116 participantes, entre alumnos y personal. Finalmente se descargó del aplicativo las respuestas obtenidas en formato Excel para procesar y analizar la información.

En los anexos 2 y 3 se muestra el diseño del cuestionario aplicado a la comunidad universitaria de la UPeU.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 La Huella Ecológica y el Desarrollo Sostenible

Existen varias definiciones de medio ambiente que ayudan a entender lo que representa para el ser humano. Una muy completa señala que “el medio ambiente es el conjunto de todos los componentes bióticos (animales, microorganismos, plantas, etc) y abióticos (agua, aire, suelos, temperatura, etc) que se encuentran alrededor de un individuo o población. Así mismo, también considera todos los elementos y procesos desarrollados por el hombre” (PNUD 2014: 2).

A nivel nacional, el Ministerio del Ambiente, en el Glosario de términos para la gestión ambiental peruana, también ha definido al ambiente como “el conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de origen natural o antropogénico, que rodean a los seres vivos y determinan sus condiciones de existencia” (MINAM 2012: 43 – 45).

Teniendo en cuenta que el desarrollo humano influye en el estado del medio ambiente, y la dependencia de la sociedad en cuanto a la dotación de recursos, los servicios ecosistémicos y otros beneficios recibidos del medio ambiente, un indicador general muy importante para la sociedad debería estar orientado a la medición del consumo por parte de la población y actividades económicas según las diversas características aplicables a cada caso (Gallopín 1979: 33 – 39).

La Huella Ecológica (HE) es un indicador que relaciona el consumo humano y la bioproductividad y es definido como “la superficie de tierra productiva o ecosistema acuático necesario para mantener el consumo de recursos y energía, así como, para absorber los residuos producidos por una determinada población humana o actividad económica,

considerando la tecnología existente, independientemente de la ubicación de esta superficie” (Carballo y Do Carme 2008^a; Carballo y Do Carme 2008^b: 8 - 26).

Para el concepto de la HE, un déficit ecológico significa que la huella producida por el consumo humano es mayor al terreno disponible para producir los recursos consumidos y asimilar los residuos generados. En este caso, que es una realidad para muchas economías, para satisfacer el ritmo de consumo se viene utilizando terrenos productivos de otras poblaciones con el fin de suplir los recursos que demanda su ritmo de desarrollo, y esto representa un traslado o externalización de contaminación o escasez de recursos necesarios para tener calidad de vida, no sólo a otros lugares del planeta, sino también a generaciones futuras. El autor manifiesta que, de llegar a una situación en que la mayoría de países tenga el mismo nivel de consumo, se podría desencadenar crisis no sólo ecológicas sino también del tipo económico y social que nunca antes se había visto (Bueno 2005: 1 - 5).

En las organizaciones cada vez se hace más popular el uso de indicadores como la HE debido a su potencial como herramienta de fortalecimiento de los sistemas de gestión empresariales, que favorecen los indicadores de la gestión de sostenibilidad, ambiental o responsabilidad social (Carballo y otros 2008: 1 - 29). Y en las organizaciones, cada vez es más común observar prácticas voluntarias para integrar a las operaciones la gestión ambiental o responsabilidad social empresarial como una respuesta comercial ante la necesidad del desarrollo sostenible que proteja al medio ambiente y todas las partes interesadas relacionadas directa e indirectamente a la organización (Carballo 2010: 1 - 17).

Las instituciones educativas también están inmersas en este cambio hacia el desarrollo sostenible, ya que estas organizaciones ejercen un fuerte impacto sobre los entornos sociales donde se ubican. Según López y Blanco (2009: 1 - 24) especialmente en países desarrollados, se incrementa la cantidad de universidades comprometidas con la promoción

del desarrollo sostenible en sus actividades y con su promoción entre todos los miembros de la comunidad universitaria.

“Asumir y cumplir el compromiso de sostenibilidad es una cuestión ética y moral, no científica, y se centra en una convivencia social, colaboración sin exigencias y en la participación; características que deben identificarse en instituciones educativas” (Inostroza 2005: 28 - 41).

La superproducción industrial y el sobreconsumo de bienes naturales son causa de señales de alarma del planeta en cuanto a agotamiento de recursos y contaminación. Basados en ello, científicos y activistas han promovido la necesidad de contar con indicadores que brinden información y faciliten el entendimiento sobre el impacto que causa el sobreconsumo humano en la capacidad natural de abastecimiento de los sistemas ecológicos (Martínez 2008: 1 - 28).

A fines de los noventa, la población que habita en los países desarrollados (principalmente en el hemisferio norte) “consumía o usaba aproximadamente el 45% de la carne y pescado disponible a nivel mundial, el 58% de la energía, el 68% de las conexiones telefónicas, el 82% de los teléfonos celulares, el 84% de papel y el 87% de los autos disponibles a nivel mundial” (Gachet 2002: 13 - 15). Según la Organization for Economic Co-operation and Development - OECD (2001: 67-71) se requieren entre 45 y 85 tn de recursos naturales per cápita anuales para sostener el nivel de consumo de los habitantes de estos países desarrollados. De estas cifras se puede entender que en ese momento los países desarrollados representaban el mayor consumo de recursos del planeta.

En la actualidad, los países con economías emergentes o en desarrollo concentran más de la mitad (51%) del gasto mundial en los productos de consumo masivo y en los países desarrollados las cifras se mantienen estables, información que confirma que los modelos de consumo no están mejorando, al contrario, más países se suman e imitan el comportamiento de los países en desarrollo (Kantar World Panel: 2017).

El elevado nivel de consumo de bienes y servicios de los países desarrollados ha provocado una sobrecarga en la capacidad ecológica de la mayoría de estos países.

A través de la dinámica comercial entre países es que los desarrollados logran apropiarse de la capacidad productiva de los menos desarrollados, debido al déficit en la disponibilidad de recursos para sustentar sus elevadas tasas de consumo (Hernández y López 2004: 95 - 110).

En este sentido, se debe señalar que “el elevado nivel de consumo de la mayoría de las economías desarrolladas está originando una deuda ecológica de países con economías en desarrollo, por la apropiación de la capacidad ecológica” (Soto 2007: 1 - 7). En la mayoría de casos los países en desarrollo no reciben ningún tipo de compensación por esta apropiación y ello pone en riesgo el bienestar de sus generaciones futuras (Soto 2007: 1 - 7). “Las compensaciones se refieren a pagos entre los que se apropian de la capacidad ecológica de otros lugares y las víctimas, por un monto igual a los daños o beneficios extraídos” (Caffera 2001: 1 - 4).

En ese sentido, las compensaciones bien ejecutadas y dirigidas a tratar las pérdidas identificadas tienen la capacidad de equilibrar la deuda ecológica y expeler perturbaciones causadas por otras poblaciones. A las deudas ecológicas también se las puede denominar como externalidades, término que se explicará más adelante.

A escalas poblacionales (ciudad, región, etc) el consumo se determina mediante “la suma de la producción total e importaciones a la cual se le resta las exportaciones... entonces, para poder establecer una política que pueda contrarrestar la minimización del consumismo se debe trabajar en esas tres dimensiones” (Municipalidad de Villanueva de Gallego 2009: 1 - 17).

Wackernagel y Rees (2001: 25 – 29) construyeron un indicador que ayuda a identificar los impactos de las poblaciones humanas mediante la determinación de la superficie necesaria para mantener un cierto número de individuos, y lo denominaron huella ecológica. Se basan en la bioproductividad o capacidad de carga, que viene a ser la capacidad de un ecosistema de mantener indefinidamente a una población sin perturbar la productividad del mismo.

La Universidad de Málaga refiere que Rees y Wackernagel definen la HE como “el área de terreno productivo necesario para producir los recursos utilizados por una población específica, así como, para asimilar los residuos producidos por esta” (Universidad de Málaga 2014: 2 - 18). La metodología de cálculo de HE creada por Rees y Wackernagel, faculta un análisis numérico específico, lo que “convierte el concepto en un verdadero índice que expresa a nivel general el impacto de las actividades humanas en términos de superficies productivas de los ecosistemas” (Universidad de Málaga 2014: 2 - 18).

El concepto de la HE se fundamenta en dos simples hechos: “medir la mayoría de los recursos que consumimos y desechos que generamos, para traducirlos a sus correspondientes áreas o territorios de los ecosistemas que cuentan con la capacidad de productividad biológica y de absorción de impactos humanos” (Olalla 2003: 1 - 17).

La Municipalidad de Villanueva de Gallego (2009: 1 - 17) explica que si es que se determina una HE menor o igual a la biocapacidad, se puede interpretar como que dicha población, región u organización realiza sus actividades de modo sostenible pues es autosuficiente en cuanto a recursos consumidos y terreno ocupado. Por otro lado, si se determina que la HE es mayor a la biocapacidad, entonces se demostraría un déficit ecológico y deuda ecológica con otros lugares a los que se traslada la presión del consumo.

La organización WWF (2016: 12 – 14, 74 - 83) señala que la HE es una forma de expresar las relaciones entre nuestra conducta y la capacidad de carga del planeta. Representa cuánto

le exigimos a nuestros ecosistemas para abastecernos de recursos y otros servicios ecosistémicos.

La capacidad de carga es el “límite máximo impuesto por el ambiente ante las relaciones desequilibradas entre una población, y el medio ambiente” (Odum 1959: 182 - 187). Esta resistencia o límites impuestos por la naturaleza son fundamentales para el desarrollo y la dinámica de las poblaciones. Para otro autor más actual, la capacidad de carga se define como “un balance entre la tierra y el ser humano, y que se mantiene debido a las buenas prácticas de las poblaciones que habitan en la zona; teóricamente es la cantidad máxima de población que se puede sostener indefinidamente en un ambiente específico” (Morales 2011: 47 - 53).

Actualmente la humanidad requiere de 1.6 planetas anuales para mantener su ritmo de consumo. Además, otros datos disponibles muestran que la HE per cápita de los países con economías importantes es superior a la de los países de ingresos medios y bajos. (WWF 2016: 12 – 14, 74 - 83).

Los últimos datos disponibles en la plataforma virtual de Global Footprint Network, correspondientes al año 2014 indican que la biocapacidad de la Tierra, es de 1.68 hectáreas globales disponible por cada habitante; y según el modelo de la huella ecológica, se utilizan en promedio 2.84 has por persona; o sea que se está excediendo la capacidad ecológica de la biosfera en casi un 70% (Global Footprint Network 2014). Según se observa en el gráfico 3, varios países desarrollados presentan una HE que excede el valor disponible de 1.68 hag/hab. En el gráfico el país con mayor HE es Estados Unidos, que excede casi en 500% la biocapacidad, sin embargo, existen países como Qatar o Emiratos Árabes Unidos cuya HE es 15.65 y 9.75 respectivamente, alcanzando superar la biocapacidad hasta en un 932% aproximadamente (Global Footprint Network 2014). En el gráfico 4 se muestra la cantidad de planetas necesarios para satisfacer el modelo de consumo de cada país, y como se observa, las mejores economías requieren hasta más de 04 planetas para mantener su ritmo de vida.

Respecto a países de Latinoamérica, Chile presenta el mayor valor y consume como si existieran 2.39 planetas. Según la información disponible, a nivel mundial, la humanidad se desarrolla como si se tuviera disponibles 1.69 planetas y a nivel Latinoamérica y Caribe 1.65 planetas. Lamentablemente sólo contamos con 01 planeta (Global Footprint Network 2014).

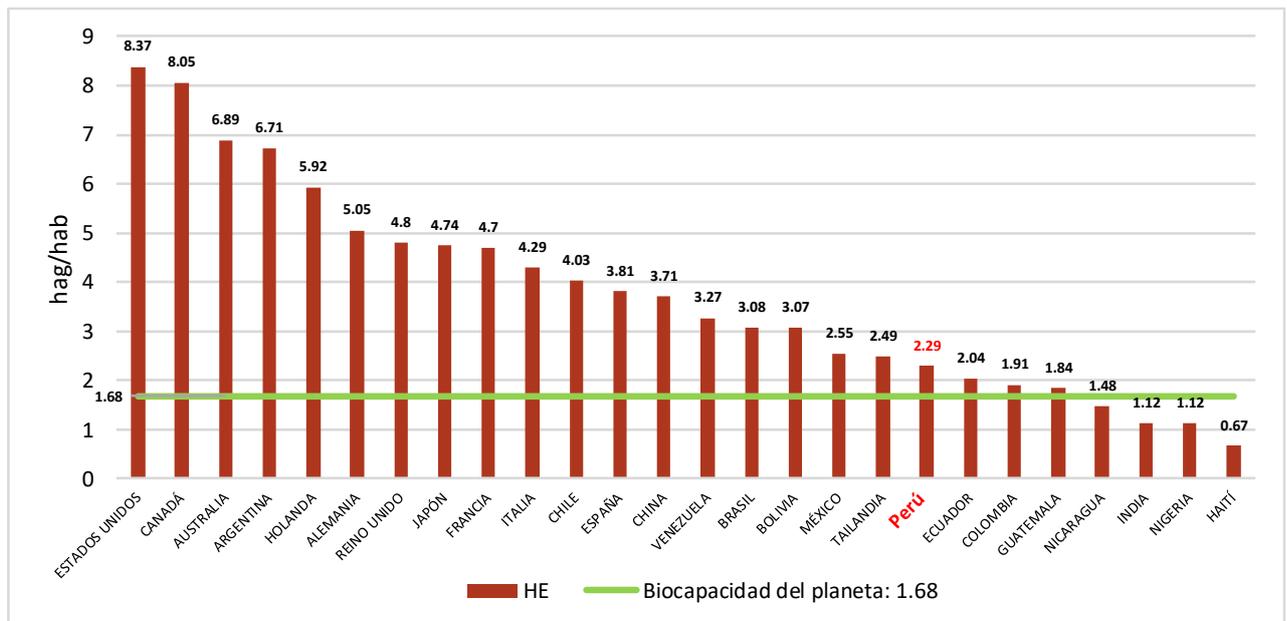


Gráfico 3 - Valores de HE por persona en diferentes países

Fuente: Elaborado a partir de datos de Global Footprint Network 2014

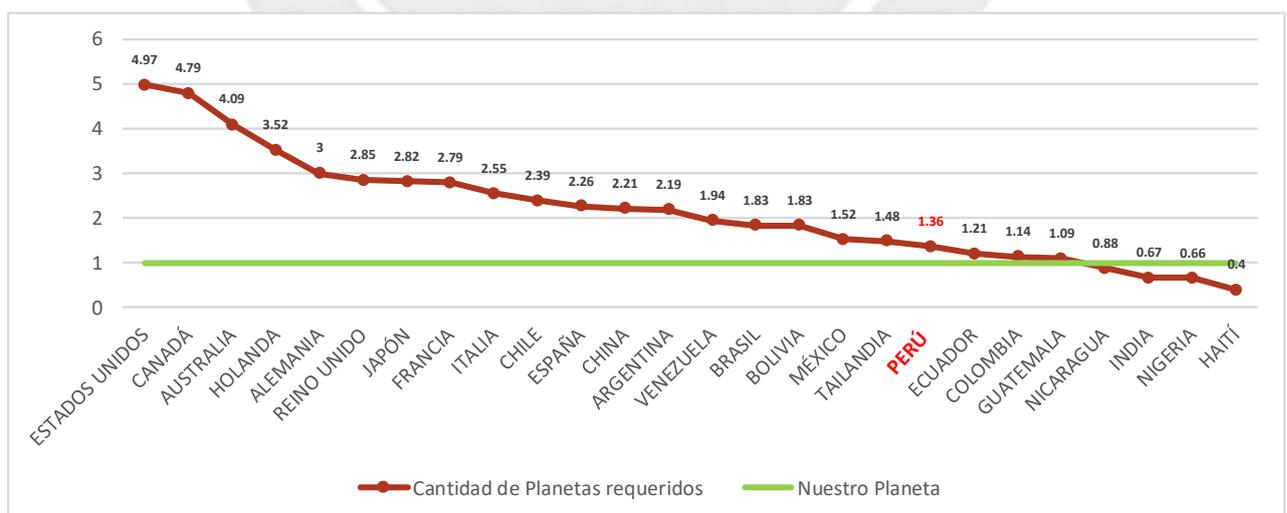


Gráfico 4 - Cantidad de planetas requeridos para satisfacer las necesidades de consumo por país

Fuente: Elaborado a partir de datos de Global Footprint Network 2014

Como se observa en el gráfico 3, en el caso de Perú y su HE, los habitantes exceden en un 36% las hectáreas disponibles por persona a nivel global, para satisfacer sus necesidades de consumo, esto reafirmado por el gráfico 4 en donde se observa que, en total, los habitantes del Perú, mantiene un ritmo de consumo como si se tuviera disponible 1.36 planetas para producirlos.

Los gráficos y estadísticas muestran que estamos consumiendo más de lo que la naturaleza tiene la capacidad de abastecer, y esto pone en riesgo el capital natural que recibirán las siguientes generaciones, siendo evidentemente menor al recibido por nuestra generación o anteriores. La HE permite analizar los modelos de vida para expresarlos en hag/hab/año para el caso de un individuo; y para obtener la HE de comunidades o poblaciones, se debe multiplicar por el número de habitantes que conforman el grupo estudiado (Cárdenas y otros 2010: 5 - 9).

El cálculo de la HE implica convertir los consumos de materia y energía a hectáreas de terreno productivo (agricultura, mar, ganadería, bosques, suelo construido, etc); esto nos ofrece una imagen concisa de cómo las actividades humanas impactan sobre el ecosistema. Para poder convertir los consumos a hectáreas se utilizan los factores de equivalencia, que se muestran más adelante en la tabla 2, y son fundamentales pues permiten que diferentes tipos de territorios se analicen en una unidad común, las hectáreas globales. “Es un factor de escala basado en la productividad que convierte una hectárea de tierra promedio mundial en un número equivalente de hectáreas globales” (Global Footprint Network, 2018).

Actualmente los factores de equivalencia se calculan utilizando índices de idoneidad del modelo de Zonas Agro-ecológicas Globales y datos reales actuales sobre áreas de tierras de cultivo, áreas de bosques y áreas de tierras de pastoreo obtenidos de FAOSTAT. El modelo utilizado divide todas las tierras a nivel mundial en cinco categorías, basadas en productividad potencial de los cultivos bajo el supuesto de insumos agrícolas. A todos los tipos de tierra se

le asigna un índice cuantitativo de idoneidad: muy adecuado (0.9), adecuado (0.7), moderadamente adecuado (0.5), marginalmente adecuado (0.3) y no adecuado (0.1) (Borucke et al 2013: 9 – 11). El cálculo de los factores de equivalencia supone que, “dentro de cada país, la tierra más adecuada disponible será para siembra de cultivos, después de lo cual las tierras restantes más adecuadas se utilizarán como tierras forestales, y las tierras menos adecuadas se dedicarán a pastoreo” (Borucke et al 2013: 9 – 11). Cada año, los factores de equivalencia son calculados como “la relación del índice de idoneidad promedio mundial para un tipo de uso de suelo y el promedio del índice de idoneidad para todos los tipos de uso del suelo” (Borucke et al 2013: 9 – 11).

Tabla 2 - Factores de equivalencia por áreas productivas

Tipos de uso de tierra ²	Factores de Equivalencia ³ (hag ⁴)	
	2016	2018
Tierra de cultivo	2.52	2.52
Tierras forestales	1.28	1.29
Tierras de pastoreo	0.43	0.46
Zona de pesca marina	0.35	0.37
Infraestructura	2.52	2.52
Zona de pesca terrestre	0.35	0.37
Carbono	1.28	1.29

Fuente: Elaborado a partir de Global Footprint Network (2016, 2018)

El hecho de obtener un resultado final medido en hectáreas, y que se exprese en términos globales y únicos, obtenido a partir de diferentes tipos de unidades de consumo y residuos generados, hace de la HE un indicador “final” (Doménech 2006: 1 - 38).

² Los tipos de tierra en el planeta.

³ Los factores de equivalencia reflejan la productividad relativa de las hectáreas promedio mundiales de diferentes tipos de uso de la tierra; son los mismos para todos los países y cambian ligeramente de un año a otro.

⁴ Hectárea global, que se define como una hectárea con la capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber residuos.

Cada sector económico presenta un determinado consumo, aumentando así la HE total de cada zona del planeta, sin embargo, Carballo et al (2006) señalan que la HE del sector energético es superior al resto de sectores económicos pues en grandes ciudades representa aproximadamente el 58% de su HE, en contraste otros sectores, como transporte con un 17%. Lo mencionado anteriormente confirma la relevancia del cálculo de la huella ecológica, no sólo en actividades productoras de energía sino aquellas que consumen este recurso en grandes cantidades, ya sea para producción y/o para la prestación de servicios.

A nivel mundial, distintas organizaciones y empresas, han adoptado el uso de indicadores ecológicos, (huella ecológica, huella de carbono, huella hídrica) como herramientas de medición de sostenibilidad ambiental ya que no sólo les ayuda a cumplir su política y requisitos legales ambientales, sino que muestra su responsabilidad social y ambiental con su entorno (Chávez et al 2006).

Un ejemplo conocido es el de la empresa multinacional Apple, que en el 2010 determinó su contribución a los gases de efecto invernadero en toneladas de CO₂, donde se estimó que las emisiones totales de la empresa son de 14.8 millones de toneladas métricas y que el 46% de esta cantidad se genera en la etapa de manufactura y el 6% en la etapa de transporte o distribución. También se determinó que, de ese total, el 1% de emisiones es reciclado, es decir aproximadamente 96 mil toneladas métricas (Apple 2010).

Tras diferentes aplicaciones de la HE revisadas, es posible reunir los distintos beneficios y críticas de diferentes autores (Burgos y Figueroa 2016: 164 - 187, Molina y Ocampo 2016: 56 - 64, Guerra y Rincón 2017: 1 - 18) que han trabajado con este indicador ambiental:

Beneficios:

- ✓ Muchos autores coinciden en que la HE es un indicador fácil de comprender y utilizar. En términos pedagógicos es práctico y didáctico lo que hace posible que se continúe actualizando por periodos, complementándolo y que la difusión sea más fácil y rápida.
- ✓ La HE puede utilizarse para medir los impactos a diferentes escalas: a nivel individual, en organizaciones, para poblaciones, a nivel global, etc.
- ✓ Permite identificar y visibilizar las variables más importantes en cuanto a generación de impacto, y esto permite una correcta priorización en la atención o planteamiento de soluciones.
- ✓ Tiene un efecto que trasciende los límites del contexto de estudio, pues permite entender que los impactos de las actividades que se desarrollan en su interior superan los límites de su extensión, y en consecuencia los impactos generados son asumidos o transferidos hacia otros territorios.

Críticas:

- ✓ El modelo de la HE asume que las diferentes clases de superficies o terrenos productivos tienen un único uso, según se tipifica en los factores de equivalencia, lo que podría causar un análisis laxo de las características del ecosistema en estudio. Adicionalmente el modelo tampoco considera los posibles impactos ocasionados por el uso directo o indirecto de superficies no productivas, por parte de las personas.
- ✓ No toma en cuenta el área que necesitan las otras especies para sobrevivir.
- ✓ El cálculo sólo considera la asimilación de CO₂, y se excluye al resto de gases de efecto invernadero.
- ✓ El déficit ecológico interpretado a partir de la biocapacidad, no reflejan la dinámica económica. Se podría entender que la HE tiene un sesgo “anti-comercio”, pues el escenario más deseable en su discurso es la autosuficiencia o consumir lo que somos capaces de producir en un área similar a la que ocupamos, dejando de lado la idea de que gracias al comercio se pueden distribuir las cargas ambientales entre ecosistemas en mejores condiciones o más preparados para sostenerlas.

- ✓ No toma en cuenta otro tipo de problemas que pueden influir en el deterioro ambiental, como los de tipo social, económico o natural (fenómenos físicos naturales) por ejemplo. Entonces, no es recomendable utilizarla como única herramienta para implementar criterios de sostenibilidad, sino como complemento a otro tipo de evaluaciones y análisis para tener un diagnóstico real e integral de los impactos generados.

Un indicador ambiental o de sostenibilidad debería basarse en un análisis integral del medio, esto no sólo implica tener en cuenta los factores físicos y biológicos, sino también los sociales, como se mencionaba en la última de las críticas listadas líneas arriba. Para ello es importante definir claramente los objetivos que se persiguen con el indicador y su configuración y estructura. Por otro lado, la falta de información puede ser origen de dificultades en cuanto a la definición y uso de indicadores (Gallopín 1979: 33 – 39).

El Perú es uno de los 193 estados miembros que suscribieron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la cual establece 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) que establecen “una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental” (ONU 2016: 1 – 14, 39 - 40). También son una herramienta para la planificación y el seguimiento, no sólo a nivel nacional sino también local. El ODS número 12 Producción y consumo responsables, fomenta el uso eficiente de los recursos y la eficiencia energética, infraestructuras sostenibles, entre otros aspectos, que en resumen es hacer más y mejores cosas con menos recursos, también reduciendo la degradación y la contaminación ambiental. Según el ODS 12, en este proceso hacia la producción y consumo responsables participan diversos interesados, como empresas, todo tipo de consumidores, investigadores, etc. Adoptando métodos de concientización y educación sobre consumo sostenible, y mediante la elaboración y difusión de información adecuada se debe impulsar el involucramiento de los consumidores con este objetivo global. El ODS 12 tiene ocho metas, dos de las cuales se relacionan con la presente investigación. La meta 12.2 que señala “De aquí a 2030, lograr la

gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales” (ONU 2016: 1 – 14, 39 - 40) y la meta 12.8 que indica “De aquí a 2030, asegurar que las personas de todo el mundo tengan la información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza” (ONU 2016: 1 – 14, 39 - 40).

2.2 La Huella Ecológica en Universidades

La búsqueda de sostenibilidad no es ajena a las instituciones educativas, y esto se demuestra con el aumento de universidades que adquieren compromisos ambientales y promueven el desarrollo sostenible en todos los ámbitos de su gestión (López y Blanco 2009: 1 - 24).

La Universidad de Santiago de Compostela (USC) de España, a través de su Plan de Desarrollo Sostenible, implementó medidas para incorporar criterios de sostenibilidad en sus actividades administrativas y académicas. Esto ayudó a fomentar el cuidado del medio ambiente entre todos los integrantes, alumnos, docentes y trabajadores. Fue a partir de ello que la oficina de Desarrollo Sostenible de la USC, desarrolló una metodología para identificar y evaluar el impacto ambiental de sus actividades, con el fin de elaborar programas que incluyan medidas correctoras para minimizar los impactos más significativos encontrados. La iniciativa de la USC, consistió en la estimación de indicadores que permitan elaborar un diagnóstico, siendo la HE el más importante, por su gran potencial pedagógico. Los resultados del estudio muestran que la USC necesita una extensión de 5 217 has de bosque para asimilar las emisiones de CO₂ producidas, lo que equivale a 55 veces la extensión ocupada por el campus. A partir de estos resultados se empezaron a tomar medidas que fomenten la ecoeficiencia y desarrollo sostenible de la universidad (López y Blanco 2009: 1 - 24).

Por otro lado, la Universidad de Granada ha asumido el compromiso de incorporar la ética ambiental a todas sus actividades, para adaptarse y cumplir el principio de sostenibilidad y legado a las generaciones futuras. El estudio de HE muestra que esta institución necesita

para abastecerse de 48 104 520 m² y la superficie total del campus sólo abarca 484 335 m² de lo que se deduce que son necesarios 100 campus de esa área para abastecer sus actividades (Cárdenas y otros 2010: 5 - 9).

Otras instituciones de prestigio, como es el caso de la Universidad de Málaga, Universidad Autónoma de Madrid, Universidad de Toronto, Universidad de Newcastle y muchas otras, están comprometidas con el cuidado del medio ambiente y el fomento del desarrollo sostenible; estas instituciones han calculado la huella ecológica con el fin de evaluar sus impactos ambientales. También universidades latinoamericanas, mediante investigaciones desarrolladas por alumnos y docentes, han calculado la huella ecológica de sus actividades. La Universidad Central Marta Abreu de Santa Clara, Cuba, ha realizado el cálculo de la HE para mejorar su gestión ambiental a través de la ecoeficiencia e incluyendo criterios de sostenibilidad en su gestión. Se obtuvo como resultado de este estudio que la HE por persona es de 0.215 ha (Leyva y otros 2010: 60 - 67).

Así mismo, 02 universidades colombianas, la Universidad de Nariño y la Universidad Tecnológica de Pereira han desarrollado el indicador y a partir de ello, se han podido proponer medidas para paliar los principales impactos de sus actividades (Burgos y Figueroa 2016: 164 - 187; Molina y Ocampo 2016: 56 - 64). Otro caso latinoamericano identificado es el de la Universidad Central de Venezuela, cuya investigación del 2017 es la más reciente de los casos revisados. Esta institución ha determinado como HE el valor de 0.03 ha/hab/año, que viene a ser el mínimo valor respecto al resto de universidades, considerando que la investigación se basó en los cálculos para siete categorías (Guerra y Rincón 2017: 1 – 18).

En la tabla 3 se observa un resumen de la HE estimada por varias universidades a nivel mundial. Así mismo se indica el valor de biocapacidad para el país en que se ubican las universidades y la biocapacidad global. Estos valores corresponden al año respectivo de la estimación de la HE.

Tabla 3 - HE de diferentes universidades a nivel mundial

Nombre	Localización	Año	Huella Ecológica (ha/hab/año)	Biocapacidad Reserva/Déficit (País)	Biocapacidad Reserva/Déficit (Global)
University of Redlands	California (EEUU)	1998	0.85	3.15	1.07
University of Newcastle	Newcastle (Australia)	1999	0.19	17.51	1.71
Colorado College	Colorado (EEUU)	2001	2.24	1.56	-0.38
University of Holme	Herefordshire (UK)	2001	0.56	0.74	1.3
University of Sidney	Sidney (Australia)	2002	6.8	10.2	-4.96
Willamette University	Oregon (EEUU)	2003/2004	2.27	1.53	-0.44
Texas A&M University	Texas (EEUU)	2004	0.69	3.11	1.14
University of Toronto	Ontario (Canadá)	2005	1.04	15.56	0.75
Universidad de León	León (España)	2006	0.45	0.95	1.32
Ohio State University	Ohio (EEUU)	2007	8.66	-4.96	-6.9
Universidad de Santiago de Compostela	Galicia (España)	2007	0.16	1.34	1.6
Universidad Central Marta Abreu	Santa Clara (Cuba)	2008	0.45	0.25	1.32
Universidad Politécnica de Valencia	Valencia (España)	2009	0.81	0.59	0.93
Pontificia Universidad Católica del Perú	Lima (Perú)	2011	0.13	3.87	1.58
Universidad de Valladolid	Valladolid (España)	2014	0.25	1.15	1.43
Universidad de Nariño	Nariño (Colombia)	2014	0.32	3.39	1.36
Universidad Tecnológica de Pereira	Risaralda (Colombia)	2016	0.11	3.60	1.57
Universidad Central de Venezuela	Caracas (Venezuela)	2017	0.03	2.66	1.65

Fuente: Elaborado a partir de Cárdenas y otros (2010), Torregrosa (2010), Leyva y otros (2008), PUCP (2011), Hernández et al (2014), Burgos y Figueroa (2016), Molina y Ocampo (2016), Guerra y Rincón (2017), Footprint Network (2018).

La variación de resultados de HE en las diferentes instituciones educativas se ve influenciada porque existen diferentes categorías de consumo de recursos evaluadas en cada casa de estudio (ver tabla 4). Esta heterogeneidad de variables de consumo hace que la comparación de HE entre universidades no sea equitativa.

Tabla 4 - Comparativa de categorías evaluadas en el cálculo de HE de universidades

UNIVERSIDAD	CATEGORÍAS									
	ALIMENTOS	MOVILIDAD	INFRAESTRUCTURA	BIENES Y SERVICIOS	ENERGÍA ELÉCTRICA	COMBUSTIBLES FOSILES	AGUA	PAPEL	RESIDUOS	OTROS
Redlands University	-	X	-	-	X	X	X	-	X	-
University of Newcastle	X	X	X	X	-	X	-	-	X	X
Colorado College	X	X	X	-	X	-	X	-	X	-
University of Holme	X	X	-	-	X	-	X	-	X	-
University of Sydney	X	X	-	X	X	-	-	X	-	X
Willamette University	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-
Texas A&M University	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
Toronto University	X	X	X	-	X	X	X	-	X	-
Universidad de León	-	X	X	-	X	X	X	X	X	-
Ohio State University	-	X	-	-	X	-	-	-	X	-
Universidad de Santiago de Compostela	-	X	X	-	X	X	X	X	X	-
Universidad Central Marta Abreu	X	X	X	-	X	-	X	X	X	X
Universidad Politécnica de Valencia	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-
Pontificia Universidad Católica del Perú	X	X	X	-	X	X	-	X	-	-
Universidad de Valladolid	-	X	X	-	X	X	X	X	X	-
Universidad de Nariño	-	X	X	-	X	-	X	X	-	-
Universidad Tecnológica de Pereira	X	X	X	-	X	-	X	X	X	-
Universidad Central de Venezuela	X	X	X	-	X	-	X	X	X	-

Fuente: Elaborado a partir de Cárdenas y otros (2010), Torregrosa (2010), Leyva y otros (2008), PUCP (2011), Hernández et al (2014), Burgos y Figueroa (2016), Molina y Ocampo (2016), Guerra y Rincón (2017).

Como se observó en las tablas anteriores, ya existen avances importantes de investigaciones sobre la HE en varias universidades, sin embargo, en la mayoría de los casos, la dificultad más común es la carencia de información y registro de datos para trabajar ciertas categorías de consumo. Este es el principal motivo por el cual las metodologías difieren en ciertos aspectos, aunque siempre se mantienen las características principales del indicador, como la aplicación de fórmulas, factores, enfoque en la biocapacidad, etc. (Burgos y Figueroa 2016: 29 – 40).

Ante la cantidad de información recopilada a partir universidades que han estimado la HE y la utilizan como una herramienta para mejorar su desempeño ambiental, surge la pregunta de ¿por qué es importante incluir criterios de sostenibilidad en este tipo de instituciones?

“Las universidades, a través de sus principales propósitos como la formación humana y profesional, y la construcción de nuevos conocimientos, tienen impactos específicos que pueden ser agrupados en cuatro rubros, los mismos que constituyen los ejes de acción que deben guiar a las universidades hacia una gestión socialmente responsable” (Domínguez 2009: 1, 48 - 53). Estos impactos son:

- ✓ Impactos de funcionamiento organizacional: son los impactos en la vida personal de la comunidad (alumnado, personal docente y administrativo) y también el impacto ambiental cómo las salidas (desechos, efluentes, emisiones) y las entradas (consumos).

- ✓ Impactos educativos: la formación de profesionales, su comprensión y comportamiento, ética y moral en referencia al mundo.

- ✓ Impactos cognoscitivos y epistemológicos: la producción del conocimiento, tecnología y tendencia a la especialización en determinada rama. También la generación de posturas y paradigmas relacionadas a ciencia y sociedad.

- ✓ Impactos sociales: impacto sobre la sociedad en cuanto al desarrollo económico, social y político. Es un actor social importante que puede promover el progreso a través de la creación de capital social y generación de vínculos con la realidad social del entorno.

Respecto a la transmisión de conocimientos al exterior, esta depende del tipo de relación entre la universidad y la sociedad. Pero aún no se conoce un método que la establezca, sin embargo, existen algunos modelos que en sus interacciones consideran una bidireccionalidad entre universidad y sociedad (Dominguez, 2009 pp 1, 48-53).

En base a ello, se reconoce la relevancia de una universidad como área de estudio en investigaciones socio ambientales, no sólo por los impactos que genera en su entorno, sino también por la transmisión de conocimientos que puedan proyectar los miembros de la comunidad de forma particular, así como la propia institución a través de actividades de proyección social.

2.3 Enfoque socioambiental del consumo sostenible en el proceso de educación

La presente investigación se realiza en el marco de contribuir al desarrollo sostenible, desde una posición y paradigma inclinada hacia la teoría posestructuralista. Para ello sirve mucho describir algunas variables que caracterizan esta teoría según el autor Escobar (2005: 20 – 23), por ejemplo, identifica y da sentido al debate entre las prácticas políticas y académicas, considerando al conocimiento como poder y a las prácticas como mecanismos para el cambio de una comunidad o sociedad. Los postestructuralistas señalan que el asunto “no es proveer

una representación más precisa de lo real; al resaltar la naturaleza y los efectos del desarrollo (discurso general) se busca la construcción de un objeto de crítica para el debate y la acción tanto académica como política” Escobar (2005: 20 – 23).

Las ciudades, las instituciones, las universidades, son construcciones sociales, sistemas artificiales que se proveen directa e indirectamente de los servicios ecosistémicos de los sistemas naturales para poder subsistir y desarrollarse. Existe una clara dependencia de nuestra sociedad con la naturaleza y debido a ello cada vez más la humanidad, mediante ordenamiento y acuerdos no vinculantes internacionales, regionales y locales, busca incorporar y mejorar los enfoques y mecanismos para promover la conservación de los recursos naturales y demás beneficios de los sistemas naturales.

Para Comas (1998: 115 -125), el desarrollo tecnológico y crecimiento industrial nos ha despojado del ambiente natural, transformándolo en un ambiente artificial. La naturaleza verde se ha cambiado por otra más hostil llena de movimiento y contaminación; ahora existen más edificios, carreteras, fábricas, ciudades, etc. Al hablar hoy en día de recursos y de medio ambiente, es necesario hablar en un lenguaje económico. La economización de los recursos naturales los convierte en mercancías potenciales o reales. En la actualidad el mundo muestra preocupación notoria por los problemas ambientales, que someten a los recursos naturales a presiones cada vez mayores, amenazando la salud pública y el desarrollo económico de los países, por lo que se impone la necesidad de realizar una buena gestión como prevención, puesto que los recursos no tienen crecimiento ilimitado y deben economizarse, su escasez pone en riesgo la sostenibilidad de la tasa de beneficios. El mismo término de sustentabilidad que hoy en día es reconocida como opción de desarrollo está lleno del lenguaje económico. En este contexto los conceptos de naturaleza y medio ambiente se separan y adquieren diferentes significados porque el primero nos recuerda un estado primigenio, con mucha armonía, en donde el hombre convive con la naturaleza sin alterarla.

Según Biersack (2011:150), la naturaleza se muestra bajo dos formas diferentes, a la primera la denomina naturaleza original, independiente de las actividades humanas, una naturaleza extrahumana y primordial. A la segunda la denomina naturaleza transformada, dependiente de las actividades humanas, una naturaleza que precedió a la historia humana, por tanto lleva el sello de la humanidad, una naturaleza impactada por el desarrollo tecnológico, pero sin ser plenamente, de lo humano. En ese sentido, Biersack (2011:150), menciona que, si la naturaleza original pertenece a las ciencias, la naturaleza transformada viene a ser un subproducto de la humanidad, por lo que pertenece al estudio de la política, el arte, la religión y a las ciencias suaves y duras que las estudian. Por ejemplo, la capacidad de carga mide la capacidad demográfica de un entorno específico bajo determinadas características y condiciones sociales, y es así un concepto de segunda naturaleza (Biersack 2011: 150).

Entonces, al embarcarnos en un estudio de estimación de un indicador como la Huella Ecológica que enmarca temas como la biocapacidad del planeta para producir recursos y el consumo sostenible; debemos entender que tratamos con la segunda naturaleza.

El autor Gudynas (2011: 268 - 290), al referirse al dominio de la naturaleza por el hombre menciona la aparición de una visión utilitarista, en donde la naturaleza es convertida en una canasta de recursos de la cual pueden extraerse y utilizarse recursos como minerales, animales y plantas; indefinidamente ya que estaban al alcance de la mano. El no aprovechar los recursos de esa canasta y descuidarlos fue visto como desperdicio, preocupación que desarrollaron los primeros conservacionistas utilitaristas, puesto que su fin no fue proteger la naturaleza sino utilizar con eficiencia los recursos que sustentan la economía. Paralelamente, a mediados del siglo XIX, fueron cambiando los conceptos sobre la naturaleza, con los avances de la botánica y zoología, apareció la ecología como ciencia, con la cual la naturaleza poseería sus propios mecanismos, concebidos como leyes que el hombre no debería violar. Entonces se empezó a reconocer a la naturaleza como sistema, desde el punto de vista de los físicos y más tarde se conoció como ecosistema, término que reemplazó al de naturaleza. Las fuerzas de competencia presentes en los ecosistemas hacían que éstos se encontraran

bajo condiciones de equilibrio dinámico. Sin embargo, la ecología que entonces se enseñaba a los biólogos no implicaba preocupación por la conservación ni por el desarrollo. Bajo esta visión, la naturaleza pierde el equilibrio dinámico de los ecosistemas, entra en un continuo cambio, sin un orden establecido, creándose el desorden y la ecología pierde la capacidad para encontrar el camino de retorno a un estado natural.

La finalidad de un proyecto de Desarrollo Ambiental debe ser contribuir al desarrollo sostenible. La historia ha demostrado que el desarrollo no sólo implica crecimiento económico, sino también social y ecológico.

Para Stiglitz (2006: 75 - 85), el mundo en la globalización se caracteriza por una intensa competencia, incertidumbre e inestabilidad; donde el éxito es sinónimo de desarrollo equitativo y democrático, en el cual debe existir un equilibrio. Por ello se debe entender que no sólo es importante el incremento económico y aumento de capital a costa de agotar los recursos naturales y destruir el medio en el que vivimos, sino buscar un crecimiento sostenible, que ligado al desarrollo se preocupe por mejorar la salud tanto del hombre como del medio ambiente. En vista de ello es importante considerar los proyectos de desarrollo ambiental para mejorar la calidad de vida de nuestra sociedad actual.

Los problemas ambientales casi siempre están relacionados con peligro de agotamiento de los recursos naturales renovables, por su sobreexplotación (Dasgupta y Maler 1991: 25 - 44). De este modo se puede citar recursos como el agua, los alimentos, la madera, y otros, los cuales se utilizan en diferentes actividades tanto económicas como sociales, desde las viviendas más sencillas hasta las grandes industrias, modernos edificios e instituciones educativas.

Sin embargo, la disminución de la disponibilidad de recursos no es lo único preocupante. “Esto se ve con más claridad en el caso de los recursos no renovables como los combustibles fósiles: negarse a reducir los inventarios equivale a no utilizarlos en absoluto, y es improbable

que este sea el camino correcto” Dasgupta y Maler (1991: 25 - 44). Pero este no es el caso de los recursos naturales renovables pues podemos limitar su consumo a su tasa natural de regeneración o a la biocapacidad de la tierra de producirlos, y de este modo evitar que disminuya su disponibilidad Dasgupta y Maler (1991: 25 - 44).

De acuerdo con Ostrom (2001: 50), muchos investigadores coinciden con la existencia de diferentes variables con indicadores confiables y válidos que aumenten la probabilidad que el hombre pueda organizarse para evitar pérdidas sociales que están asociadas con los recursos naturales, como cuando los usuarios dependen de éstos al realizar una actividad importante y comparten imágenes de cómo opera el sistema de recursos y cómo sus acciones afectan al sistema. Considerando para ello no solo los recursos naturales de acceso abierto sino también los sistemas artificiales ya que los indicadores permiten a los usuarios entender que sus prácticas relacionadas con el consumo influyen en un gran sistema del que forman parte.

Barbier y Markandya, citados por Dasgupta y Maler (1991: 25 - 44), concluyen que no debe haber variaciones negativas en la producción de recursos naturales por parte de los ecosistemas, ni en la capacidad de asimilación de desechos de los ambientes receptores. En consecuencia, una condición necesaria para el desarrollo sostenible es la estabilidad de las existencias de capital natural con el fin de lograr el bienestar presente y futuro del hombre y la naturaleza.

Según Mayer (1994: 480 - 520), el consumo exosomático de energía puede darse si se consume los recursos naturales utilizando las formas de energía externa en muchas actividades que se generan fuera del cuerpo y que conllevan a un agotamiento y deterioro del medio ambiente, este tipo de consumo puede restringirse considerando el ámbito económico, legislativo y educativo.

Para fines de esta investigación, nos enfocaremos en el segundo punto, pues la herramienta que se propone investigar será aplicada a una institución educativa (universidad) seleccionada por su alto impacto en la sociedad local dónde se desarrolla.

De acuerdo con la ecología social, la sociedad juega un rol importante en cualquier propuesta o solución que se considere en camino a la adaptación de instituciones sociales a los requerimientos ecológicos, denominándose ecológicamente compatible a toda práctica social que se adapte a las condiciones locales. Es así que de los diferentes modos de adaptación estudiados por Mayer (1994: 480 - 520), el que puede aplicarse a una institución social como una universidad es el aprendizaje, resultado de muchas investigaciones que la universidad realiza, donde el mecanismo que ha de regular las adaptaciones es el reconocer de una manera consciente la existencia de un problema que debe ser afrontado socialmente, y que requiere de respuestas humanas.

Las personas son los principales actores del desarrollo, pues este consiste en mejorar la calidad de vida de las personas y no sólo el crecimiento económico. En consecuencia, es importante “considerar las políticas de educación como mecanismo principal de formación de personas” (Stiglitz 2006: 75 - 85). “Los economistas se refieren a la educación como capital humano, pues invertir en ello reporta beneficios, del mismo modo que hacerlo en maquinaria” (Stiglitz 2006: 75 - 85).

En la reunión regional de Ministros de Educación de América Latina y el Caribe del 2017, se desarrolló las metas para alcanzar el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 “Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos” (UNESCO - OREALC 2017: 5 - 11). La meta 4.7 señala que, “de aquí al 2030 se debe garantizar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible y la adopción de estilos de vida sostenibles (...) y la valoración de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al

desarrollo sostenible, entre otros medios” (UNESCO - OREALC 2017: 5 - 11). Así mismo, entre los acuerdos regionales, los países se comprometieron a diseñar e implementar programas integrales de educación para el desarrollo sostenible (EDS), fundamental para adquirir valores y actitudes vinculadas a la protección del medio ambiente y la vida en el planeta, y para enfrentar los desafíos del cambio climático. (UNESCO - OREALC 2017: 5 - 11).

Según la Política Nacional de Educación, aprobada en el D.S. 017-2012-ED, la educación ambiental, es considerada como un proceso educativo integral, por lo que debe darse durante todas las etapas de la vida del hombre, en donde el individuo debe mostrar cambios de conducta, valores y prácticas, a través de los conocimientos, lo que le permitirá desarrollar buenas prácticas ambientales y de ese modo contribuir con el desarrollo sostenible del país, orientándose a construir culturas sostenibles. “En las instituciones educativas de nivel superior universitario, la educación ambiental se asume a través de sus roles en formación profesional, investigación, proyección social y ecoeficiencia institucional” (Ministerio de Educación 2012).

Pero, ¿qué es la ecoeficiencia? Según el Ministerio del Ambiente (2016: 9 y 94), la ecoeficiencia es crear más valor con menos recursos, por medio del rediseño de productos y servicios, y a través de nuevas soluciones. Es una filosofía de gestión actual que alienta en la búsqueda de mejoras ambientales y que al mismo tiempo produzcan beneficios económicos. Se consigue mediante el desarrollo de bienes o servicios que satisfagan las necesidades humanas con una reducción progresiva de los impactos ecológicos y de la intensidad en el uso de recursos de todo el ciclo de vida, hasta un nivel que como mínimo no supere la capacidad de carga estimada de la Tierra.

La ecoeficiencia institucional también es abordada por el marco legal peruano con el D.S. 009-2009-MINAM que aprueba medidas de ecoeficiencia para el sector público, que, aparte

de generar menos impactos negativos en el ambiente, tiene como principal objeto el ahorro en el Gasto Público a través del ahorro de papel, ahorro de energía, ahorro de agua y segregación y reciclado de residuos (MINAM 2009: 1 - 6). Para ayudar en ello, el MINAM también ha desarrollado una Guía de Ecoeficiencia para instituciones de Sector Público que tiene como objetivo facilitar la identificación, implementación y monitoreo de las medidas de ecoeficiencia (MINAM 2016: 8 – 10).

Entonces, ¿cómo podemos promover la ecoeficiencia en una institución educativa? Y ¿cómo podemos lograr que una comunidad universitaria conozca la cantidad de recursos que pueden consumir, en relación a la biocapacidad del terreno que habitan o a la tasa regenerativa de dichos recursos? Por sí misma las personas no podemos relacionar estas variables con facilidad, debido a ello la importancia del uso de indicadores ecológicos para fomentar un consumo sostenible, compatible con el medio ambiente, y así contribuir a la ecoeficiencia institucional. Es aquí donde resalta la necesidad de utilizar un indicador global que reúna varias categorías de la ecoeficiencia y de consumo sostenible; este es la Huella Ecológica. También es importante mencionar el beneficio económico que se lograría de promover la ecoeficiencia gracias a su estimación, pues como se mencionó anteriormente, el objetivo de la ecoeficiencia también es el ahorro, y esto incluye indirectamente la disminución de las externalidades negativas que pueda generar este tipo de actividad.

Caffera (2001: 1 – 4) realiza una revisión de lo que se entiende por externalidades según distintos autores, de la cual se puede resumir que es la influencia de las acciones o actividades de una persona u organización repercute en el bienestar de otras que no pagan o reciben compensación por ello, y que el sistema de precios o transacciones del mercado no tiene en cuenta (no son contabilizadas). En ese sentido, el autor concluye que existen externalidades positivas y negativas.

Para Elinor Ostrom (2001: 49 - 51) los recursos de acervo común están relacionados con gran parte del sistema de recursos naturales utilizados por muchos individuos que generan cantidades finitas de unidades de recursos que disminuyen con el uso de una persona a otra y cuando estos recursos poseen valores altos benefician a las apropiaciones que hace un individuo creando externalidades negativas a los demás.

Tomando como referencia el modelo de conducta estándar mundial realizado por Meadows et al (1972: 122 - 125), actualmente estamos en un periodo de disminución de recursos y aumento de población, eso quiere decir que, si estamos consumiendo insosteniblemente (más recursos de los que nos corresponde), otras personas y otros territorios en algún lugar están asumiendo esas externalidades negativas del déficit de recursos disponibles para su subsistencia.

Definitivamente las universidades no deberían contribuir con el aumento de estas externalidades negativas (energía eléctrica, agua, recursos forestales, etc.) y gracias al indicador propuesto se tendrá un valor estimado real del consumo a modo de línea base, que sirva para priorizar categorías de ecoeficiencia y proponer medidas que promuevan el consumo sostenible de recursos.

Según Young y Postigo (2016: 421 – 430), el liderazgo de las ciencias naturales tiene su influencia en la relación naturaleza-sociedad y está basada en la dinámica de los ecosistemas, cuyo objeto de estudio es comprendida al entender las interrelaciones con los sistemas sociales, derivadas no solo de una necesidad académica sino también práctica. Al definir las fronteras planetarias se concluye que nuestras actividades afectan el planeta, pero al mismo tiempo estos límites planetarios son normas que buscan establecer umbrales que no deben ser superados sino para definir mecanismos que regulen actividades que generen impactos, de ese modo se busca un espacio de actuación segura para el desarrollo humano, pero se percibe una forma predominante en la relación naturaleza-sociedad marcada por el

capitalismo que en la actualidad, demanda estudios multidisciplinarios que permitan analizar, predecir , planificar y diseñar políticas, que ayuden a incrementar la resiliencia de los ecosistemas dañados así también su capacidad de recuperación, mejorando la relación socio-ecológica (Young y Postigo 2016: 421 – 430).

2.4 La Huella Ecológica en el Perú

El incremento de consumo exagerado de muchos productos a nivel nacional está generando grandes cantidades de residuos sólidos e incrementando el uso de suelo para su disposición final, afectando no solo el paisaje natural sino produciendo cambios dramáticos y desequilibrios en la naturaleza, conocidos como cambios climáticos que incrementa la desertificación, el déficit energético, las sequías y escasez de agua, fenómenos que se relacionan con el calentamiento global, lo que nos lleva a reflexionar sobre la necesidad de hacer cambios en los “ modelos de desarrollo, así como en los hábitos y costumbres de los habitantes que son al final los que determinan la demanda de bienes y servicios” (Alfaro 2007: 1 - 9).

El Perú está considerado como uno de los países con alta vulnerabilidad ante el cambio climático y sus efectos, por tanto, se ven afectados su producción agrícola y la seguridad alimentaria de su población. Así también, se encuentran más propenso a fenómenos naturales como heladas, derretimiento glaciar, inundaciones, sequías, y otros que además de afectar el paisaje natural dañan la economía del país. Por lo expuesto, es necesario e importante incrementar la capacidad de respuesta ante estos efectos con políticas de prevención y planificación (INEI 2013: 397 - 401).

Por lo tanto, toda iniciativa que contribuya con la disminución de generación de gases de efecto invernadero como el CO₂, no sólo servirá de apoyo para la lucha contra el cambio climático a nivel global, sino también, y con justificada necesidad, a nivel nacional.

Existe un mecanismo denominado MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) a través del cual los países industrializados pueden financiar proyectos en países en vías de desarrollo, con la finalidad de capturar o mitigar los gases de efecto invernadero, y de esta manera poder alcanzar sus metas. Esto como parte de los compromisos asumidos por los países que ratificaron el Protocolo de Kioto (FONAM 2018). El Perú cuenta con 64 proyectos validados por la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) como proyectos MDL, y son de diversas categorías, como proyectos de captación y combustión de gas de relleno sanitario, diversas plantas hidroeléctricas, proyectos de reforestación, etc. Gracias a este mecanismo el Perú ha logrado reducir emisiones GEI y contribuir con las metas globales de lucha contra el cambio climático (UNFCCC: 2018).

A nivel nacional, fue recién a partir del año 2010 que a nivel de gobierno surge el interés por el uso de este indicador. Por medio del Ministerio del Ambiente, a través de la Dirección General de Investigación e Información Ambiental, se inicia un proceso de investigaciones y cálculos para determinar la Huella Ecológica a nivel nacional y departamental. Según Ministerio del Ambiente (2013: 5) la HE siempre se refiere a dos preguntas: “¿Cuánta superficie estamos utilizando? y ¿Cuánta es la superficie de la cual disponemos?; apunta hacia la medición de superficies productivas, que un individuo necesita para satisfacer sus necesidades de consumo, utilizando la tecnología actual” (Ministerio del Ambiente 2013: 5).

El Perú es el país con una de las menores Huella Ecológica per cápita de Sudamérica; sin embargo, no se debe considerar como valor representativo para todos los peruanos, teniendo en cuenta los contrastes internos del país. El departamento de Lima presenta la huella ecológica más alta a nivel nacional superando los parámetros ecológicamente permisibles,

esto quiere decir que, si todos los seres humanos mantuviéramos los hábitos de un limeño promedio, utilizaríamos 1,27 planetas. En el Perú, los hábitos de consumo se encuentran dentro de los parámetros ecológicamente permisibles, sin embargo, la tendencia es creciente y en menos de cinco años podría ingresar al grupo de países con un consumo mayor al permitido por el planeta, junto con México, España, Estados Unidos, Chile, Argentina, Francia y muchos más. (Ministerio del Ambiente 2012: 7). En el año 2012, la Huella Ecológica departamental per cápita del Perú fue de 2.03 hag, mientras que para Lima era de 2.355 hag, seguido por Madre de Dios con 2.111hag y Tacna con 1.879 hag; generando la ciudad de Lima, más el 48% de la Huella ecológica del país, esto debido a que más el 34% de la población habita en el departamento de Lima; por otro lado Huancavelica es el departamento con menor Huella Ecológica, 0.736 hag (MINAM 2013: 1 – 36).

En el Perú, existen normas relacionadas con el desarrollo sostenible y ahorro de recursos naturales, entre las cuales resalta las Medidas de Ecoeficiencia que tienen como efecto el ahorro público. Hasta la actualidad este dispositivo solo es de aplicación obligatoria en todas las entidades del sector público y a todas las personas que prestan sus servicios al estado independientemente de su régimen laboral o de contratación, sin embargo, algunas empresas privadas también han tomado como referencia esta norma para implementar medidas de ecoeficiencia en sus empresas (MINAM 2009: 1 - 6).

Las universidades peruanas también deben asumir compromisos de sostenibilidad en su estilo de vida y modus operandi, y deben difundir este compromiso en toda la comunidad universitaria; y para desarrollar ese cambio las investigaciones ambientales de estas instituciones pueden utilizar como herramientas a los indicadores ecológicos que muestren clara y cuantificadamente el impacto del consumo en los ecosistemas.

A nivel nacional, sólo se tiene antecedentes de una universidad que ha desarrollado el indicador de la HE para obtener una línea base de consumo de recursos y en función a ello, mejorar sus prácticas de ecoeficiencia mediante políticas y/o programas institucionales.

La Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), como parte de su estrategia de posicionar el enfoque del cuidado del medio ambiente en la gestión universitaria, toma la iniciativa del estudio de la Huella Ecológica desde la Dirección Académica de Responsabilidad Social (DARS). En el año 2008, firman un convenio con Global Footprint Network (GFN), según el cual GFN brindaría asesoría a la PUCP en la elaboración del estudio, y es así que el primer cálculo se realiza en el periodo 2008 – 2009. El último cálculo se realizó en el periodo 2010 – 2011 en el cual se observa un incremento en el valor de las huellas ecológicas para las categorías movilidad, alimentos, energía y productos de papel (PUCP 2011: 2-10).

En el último informe disponible, se observa que, en el caso de la PUCP, gracias al convenio con GFN, no se aplicó metodologías específicas para el cálculo de la HE, sino que se utilizó la calculadora electrónica creada por GFN, que para fines de réplica en otras instituciones peruanas no tiene aplicación pues se hace a modo de caja negra, ya que se desconocen los índices, factores y fórmulas utilizados.

CAPÍTULO 3. ÁREA DE ESTUDIO

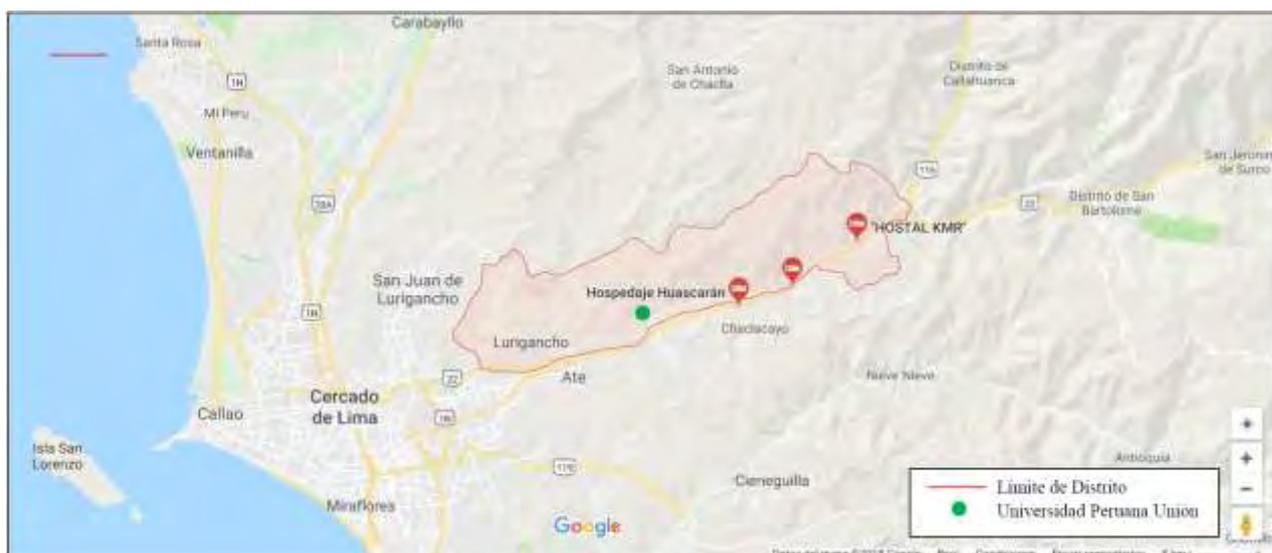
El alcance de la investigación es la estimación de la Huella Ecológica (HE) en la Universidad Peruana Unión (UPeU) sede Lima y todas las actividades de educación superior que en ella se desarrollan, así mismo actividades administrativas – logísticas relacionadas a ellas.

3.1 Descripción física

3.1.1 Ubicación

El área de estudio es el campus universitario de la UPeU, sede Lima, ubicada en el Km. 19 de Lurigancho Chosica, provincia de Lima, departamento de Lima, Perú. En el Mapa 1 se puede visualizar la ubicación de la UPeU dentro del distrito de Lurigancho Chosica y también otros distritos cercanos a esta institución por ser colindantes con el distrito de Lurigancho Chosica, como los distritos de San Juan de Lurigancho, Ate y Chaclacayo.

Estos distritos son las principales zonas de residencia del público objetivo de los servicios académicos que brinda la Universidad Peruana Unión, sin dejar de considerar el alumnado, docentes y trabajadores que provienen de distritos más lejanos del departamento de Lima.



Mapa 1 - Ubicación de la UPeU en el distrito de Lurigancho Chosica

En el mapa 2 se puede observar una vista satelital del campus de la UPeU. Se observa la cercanía con el río Rímac y también poblaciones situadas en los alrededores de esta institución, como Urb. La Alameda de Ñaña, Centro Poblado Virgen del Carmen, Asoc. de Propietarios El Inti y Asoc. de Propietarios Los Sauces.

En estas localidades cercanas a la institución, muchos alumnos que provienen de provincia y también de distritos muy alejados a la universidad, rentan habitaciones y/o departamentos para poder estar cerca de su centro de estudios.

También cabe indicar que la universidad cuenta con residencias internas para varones y señoritas, por lo que una porción de estudiantes reside dentro de la universidad durante los periodos académicos.



Mapa 2 - Vista satelital de UPeU

3.1.2 Ecosistema interno de la universidad

De acuerdo a un trabajo realizado por la UPeU en el año 2016 se ha realizado una descripción general de fauna (avifauna principalmente) y flora del campus de la UPeU.

Flora

Como se observa en el mapa 2, la universidad cuenta con áreas verdes dispersas por todo el campus. Las 02 áreas verdes más representativas de la universidad son: la zona conocida como “La Mansión” dónde se ubica una pequeña laguna, y el proyecto de reverdecimiento del cerro colindante con la universidad denominado “Sembrando vidas” que consistió en la siembra y mantenimiento de 1500 ejemplares de tara y molle. Sin embargo, aún no se cuenta con un mapeo de las especies presentes en cada espacio de área verde del campus, ni inventarios con datos de extensión y número de ejemplares por especie (UPeU 2016: 1 – 24).

Según la información proporcionada, se ha identificado 31 especies de flora en la UPeU, las mismas que se presentan en la siguiente tabla, en la que también se muestra fotografías de dichas especies tomadas al interior de la universidad (UPeU 2016: 1 – 24).

Tabla 5 - Flora existente en la UPeU

<p>Nombre común: Achira, achera Nombre científico: <i>Canna indica</i></p> 	<p>Nombre común: Aguaymanto Nombre científico: <i>Physalis peruviana</i></p> 
<p>Nombre común: Bambúes Nombre científico: <i>Bambusa vulgaris</i></p> 	<p>Nombre común: Banano topocho Nombre científico: <i>Musa paradisiaca</i></p> 
<p>Nombre común: Cactus San Pedro Nombre científico: <i>Echinopsis pachanoi</i></p> 	<p>Nombre común: Carnavalito mucuteno Nombre científico: <i>Senna carnava</i></p> 

<p>Nombre común: Croton Nombre científico: <i>Codiaeum</i></p> 	<p>Nombre común: Duranta Nombre científico: <i>Golden durata</i></p> 
<p>Nombre común: Enredadera Nombre científico: <i>Ipomoea purpurea</i></p> 	<p>Nombre común: Escobillón rojo Nombre científico: <i>Callistemon citrinus</i></p> 
<p>Nombre común: Ficus Nombre científico: <i>Ficus benamina</i></p> 	<p>Nombre común: Fresno norteño Nombre científico: <i>Fraxinus excelsior</i></p> 
<p>Nombre común: Gramínea o ichu Nombre científico: <i>Stipa ichu</i></p>	<p>Nombre común: Granado Nombre científico: <i>Punica granatum</i></p>

	
<p>Nombre común: Helecho Nombre científico: <i>Polypodium</i></p> 	<p>Nombre común: Huarango Nombre científico: <i>Prosopis pallida</i></p> 
<p>Nombre común: La adelfa Nombre científico: <i>Nerium oleander</i></p> 	<p>Nombre común: Mimosa Nombre científico: <i>Acacia dealbata link</i></p> 
<p>Nombre común: Molle Nombre científico: <i>Schinus molle</i></p>	<p>Nombre común: Olivo Nombre científico: <i>Olea europea</i></p>



Nombre común: Palma Areca
Nombre científico: *Dyopsis lutescens*



Nombre común: Palma blanca
Nombre científico: *Brahea armata*



Nombre común: Palma sago
Nombre científico: *Cycas revoluta*



Nombre común: Palmera de abanico mexicana
Nombre científico: *Washingtonia robusta*



Nombre común: Pecano
Nombre científico: *Carya illinoensis*



Nombre común: Pino
Nombre científico: *Pinus caribaea*



<p>Nombre común: Pino de hoja larga Nombre científico: <i>Pinus palustris</i></p> 	<p>Nombre común: Plumería Nombre científico: <i>Plumeria rubra var. acutifolia</i></p> 
<p>Nombre común: Sábila Nombre científico: <i>Aloe vera</i></p> 	<p>Nombre común: Tara Nombre científico: <i>Tara spinosa</i></p> 
<p>Nombre común: Tulipanero africano Nombre científico: <i>Spathodea campanulata</i></p> 	<p>Nombre común: Yucca Nombre científico: <i>Yucca elephantipes</i></p> 

Fuente: Información e imágenes proporcionadas por la Universidad Peruana Unión

Autor de las fotos: Bgo. Gina Tito Tolentino

Fauna

La universidad sólo cuenta con información disponible de avifauna gracias a un avistamiento por actividad docente realizado en el año 2016. No se cuenta con data

disponible de otro tipo de fauna. En esta actividad se identificaron 04 especies de aves, las cuales se muestran en la siguiente tabla (UPeU 2016: 1 – 24):

Tabla 6 - Avifauna existente en la UPeU

<p>Nombre común: Garza blanca grande Nombre científico: <i>Ardea alba</i></p> 	<p>Nombre común: Garcita blanca Nombre científico: <i>Egretta thula</i></p> 
<p>Nombre común: Huaco común Nombre científico: <i>Nycticorax Nycticorax</i></p> 	<p>Nombre común: Cormorán neotropical Nombre científico: <i>Phalacrocorax brasilianus</i></p> 

Fuente: Información e imágenes proporcionadas por la Universidad Peruana Unión

Autor de las fotos: Bgo. Gina Tito Tolentino

3.1.3 Descripción física del distrito

La UPeU se encuentra ubicada en el valle del río Rímac, a menos de 200 metros de distancia tal como se aprecia en el mapa n°2. Debido a ello, y a los riesgos naturales que caracterizan al distrito de Lurigancho Chosica, es importante describir las características físicas y biológicas del entorno en el cual se desarrolla la institución.

Geomorfología

Según lo publicado por Instituto Nacional de Defensa Civil (2005:12 -24), el distrito de Lurigancho Chosica se encuentra ubicado en la cuenca del río Rímac.” Esta cuenca es el resultado de procesos tectónicos y geomorfológicos ocurridos en miles de años, y presenta un relieve caracterizado por fuertes contrastes topográficos” (Instituto Nacional de Defensa Civil 2005: 12 – 24).

Chosica presenta una topografía muy variada, considerando zonas planas o ligeramente onduladas, característico de una zona de vida de desierto seco sub tropical y otras zonas accidentadas, típicas de montaña, combinando con zonas planas a lo largo del río y la quebrada afluente (Instituto Nacional de Defensa Civil 2005: 12 – 24). Las principales unidades geomorfológicas son:

- ✓ Flanco occidental de los Andes, conocida por presentar su pendiente hacia el oeste, así mismo sus cuencas y sub cuencas.
- ✓ Valle del río Rímac; asimétrico en el entorno del área urbana y flanco de la margen izquierda con mayor pendiente que la ladera de la margen derecha. Aproximadamente con una longitud de 140 km-

Como sub unidades geomorfológicas locales se tiene quebradas, cárcavas, terrazas y conos de deyección (Instituto Nacional de Defensa Civil 2005: 12 – 24).

Geología

El distrito de Chosica presenta una Geología formada por capas gravosas con aglomerantes areno-limosos y con una amplia granulometría cuyas partículas se vuelven más finas hacia el oeste, intercalando en su composición capas de arenas medias a finas, limos, arcillas y gravas, muy utilizadas en cimentaciones. (Serracín 2000: 28 - 40).

Fisiografía y suelos

Los depósitos fluviales forman una fisiografía con paisaje aluvial y un sub paisaje de valle encajonado. Los suelos presentan textura variable desde ligeros a finos hasta cálcicas como el yeso, de buena a baja fertilidad, limitando las características de una zona agrícola, al presentar problemas de salinidad y/o drenaje, debido a infiltraciones o por la calidad del agua de riego (Serracín 2000: 28 - 53).

Clima

Un clima cálido y seco es característico de este distrito, el cual se ubica en una zona de vida de desierto seco sub tropical según la escala de Holdridge, cuyas variaciones meteorológicas dependen del comportamiento del anticiclón del Pacífico Sur. Chosica presenta una altitud de 400 msnm, latitud de 12°, la temperatura media anual varía entre 18.3 y 19.3°C, registrándose en algunos veranos temperaturas máximas de 27°C y en invierno temperaturas mínimas de 15°C. La cuenca del Rímac pertenece a la vertiente del pacífico, por ello las precipitaciones se originan por desplazamiento de norte a sur de la zona de convergencia intertropical durante el verano austral, alcanzándose hasta 900 mm por año, pero siendo insignificante en la zona de desembocadura con el Océano Pacífico. En la zona urbana se registran promedios de 2 mm aproximadamente. Las cantidades más altas de humedad relativa se presentan en invierno con 88% y las más bajas en verano con 80%. El promedio anual de nubosidad es de 6 octavos, cubriendo el 75% del cielo. Los cielos cubiertos por nubes estratos con la base entre los 300 – 500m es característico de la estación de invierno (Serracín 2000: 28-53).

Flora y fauna

Chosica presenta flora variada; en las laderas altas de los cerros se puede encontrar cactáceas y bromeliáceas, pero en la ribera de la cuenca abundan comunidades de perennifolias, trepadoras, herbáceas y hasta arbóreas, entre ellas se encuentran el

carrizo, la caña brava, la tara, el molle, el sauce, y otros. En áreas donde existe riego se cultiva una variedad de hortalizas que se comercializa en los mercados de la zona, entre ellas se tiene las beterragas, rabanitos, cebolla china, zanahorias, nabos, lechugas, y otras (Serracín 2000: 28-53). Cerca de la UPeU se desarrollan actividades agrícolas de este tipo en la zona conocida como Carapongo.

La fauna se encuentra representada por animales pequeños como algunos mamíferos, aves, insectos, reptiles, etc. Se podría decir que en este distrito la fauna es escasa y está influenciada por la intervención del hombre (Serracín 2000: 28-53).

3.1.4 Vulnerabilidad ante el cambio climático

El distrito de Chosica por el tipo de suelo que presenta descrito anteriormente, la falta de vegetación en las zonas altas desarrolla procesos climáticos relacionados a fenómenos hidrológicos, topográficos y antrópicos, los cuales son una amenaza para la zona urbana, siendo algunos de ellos destructivos y generan caos, muertes y atraso en el desarrollo (INDECI 2005: 12 – 24).

Según INDECI (2005: 12 - 24) y Herrera (2013: 62 - 66), los principales fenómenos relacionados a procesos geológico climáticos en la zona de Chosica son:

- ✓ Huaycos (flujo de detritos): se presentan generalmente en épocas de precipitaciones altas, las cuales afectan los suelos produciendo deslizamientos con elevada concentración de material detrítico, que se mueve hacia los valles y afecta a los suelos mezclando materiales finos y en mayor proporción materiales gruesos con cantidades de agua variables, lo cual permite que todo el volumen se desplace como un único cuerpo, afectando las viviendas construidas cerca de la zona, esto por un mal planeamiento territorial.
- ✓ Desprendimiento de rocas: característico de laderas de cerros con fuerte pendiente.

- ✓ Erosión fluvial: este fenómeno que ocurre en ambas márgenes de la cuenca, ocasionando ensanche de su cauce, el cual muchas veces invade a otro cuyo cauce ha disminuido
- ✓ Inundaciones y desbordes: evento típico en la época de lluvias de la sierra central, que ocurre entre los meses de diciembre a marzo.

Herrera (2013: 62 - 66) menciona que las caídas de roca y desbordamiento de río causadas por precipitaciones, sismos y actividad antrópica son las que ocasionan más daños, este tipo de fenómenos de geodinámica externa es conocido como huaycos o flujo detritos, los cuales han venido ocurriendo en Chosica con gran intensidad en los años 1909, 1915, 1925, 1926, 1936, 1939, 1950, 1952, 1954, 1955, 1959, 1967, 1970, 1972, 1976, 1983, 1985, 1987, 1998, 2009, 2012, 2015, 2017; activándose en todos estos casos en diferentes quebradas y teniendo como factor desencadenante la ocurrencia del fenómeno del niño, en el cual se presentó con mayor agresividad, produciendo daños y pérdidas materiales y humanas, debido a la morfología y relieve de la zona, sin cobertura vegetal que lo soporte y como causas antrópicas el cauce de quebradas colmatados con residuos sólidos y la presencia de viviendas construidas en el cauce de quebradas y sostenidas artesanalmente, sin material noble (Herrera 2013: 62 – 66; INGEMMET 2015: 1-33).

En el Perú, algunos portales de comunicación, como Cambia.pe⁵ y Servindi.org⁶ han hecho pública la relación que existe entre los huaycos e inundaciones que ocurren en diferentes zonas del Perú y el cambio climático. Para ello se basan en información disponible por el IPCC y SENAMHI que indica que los gases de efecto invernadero producidos por el cambio climático, influyen en la magnitud de las precipitaciones en

⁵ Iniciativa de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental – SPDA, que busca promover una cultura de cambio frente a los desafíos y oportunidades que supone el cambio climático.

⁶ Sitio web especializado en promover el diálogo intercultural sobre temas de interés indígena y ecológico.

Lima; y un agente importante de este calentamiento es el Fenómeno del Niño. (Cambia.pe 2017, Servindi.org 2017)

Según el resumen ejecutivo del Quinto reporte de evaluación del IPCC y su implicancia para Latinoamérica, realizado por Alianza Clima y Desarrollo (2014: 1-11) el aumento de la temperatura en la tierra produce el incremento de precipitaciones fuertes y estas, a su vez crean las condiciones para un escenario de riesgos por deslizamientos de tierra e inundaciones, en especial en el sudeste y el norte de América de Sur, así como en América Central. Si la temperatura de la Tierra sigue incrementándose, uno de los impactos será el aumento del riesgo de inundaciones y deslizamientos de tierra en las zonas urbanas debido a las precipitaciones extremas. En líneas generales, el cambio climático amenazará progresivamente el crecimiento económico y la seguridad humana en formas complejas, tanto en la región de Latinoamérica como en el mundo entero.

La información consultada, constituye sustento para definir al distrito de Lurigancho Chosica, como uno de los distritos más vulnerables ante el cambio climático dentro de la Provincia de Lima.

3.2 Descripción social

3.2.1 Breve reseña histórica de la universidad

La Universidad Peruana Unión (UPeU), tiene como promotora a la Iglesia Adventista del Séptimo Día (IASD), la cual tiene presencia en más de 200 países a nivel mundial, desarrollando en todas ellas una red de sistema educativo integral. La UPeU fue creada en el año de 1983 con el nombre de “Universidad Unión Incaica”, siendo la primera institución de nivel superior adventista de Latinoamérica, autorizándola con las carreras de enfermería, industrias alimentarias, contabilidad y educación. En 1993 la Asamblea Nacional de Rectores

autoriza la apertura de la escuela de postgrado, ampliando de ese modo la cobertura al máximo nivel de educación universitaria. En 1995 por Ley N°26542 cambia su denominación a Universidad Peruana Unión. El año 2002 amplía su cobertura autorizándole el funcionamiento de su filial en la ciudad de Juliaca, departamento de Puno y en el año 2005 se le autoriza el funcionamiento de su filial en Tarapoto, departamento de San Martín. El 7 de junio del año 2018 la UPeU obtiene el licenciamiento por la SUNEDU, con Resolución del Consejo Directivo N°054 – 2018 – SUNEDU/CD (Universidad Peruana Unión 2018; SUNEDU 2017).

3.2.2 Comunidad universitaria y servicios académicos

Actualmente la UPeU sede Lima cuenta con cinco facultades que se subdividen en 21 programas de pregrado o carreras profesionales. En el año 2017 estudiaron en promedio 4019 alumnos. A continuación, en la tabla 7 se detallan las facultades, programas y alumnado del periodo 2017 (UPeU 2017).

Tabla 7 - Cantidad de alumnos por programa de estudios de pregrado

Facultad	Programa de estudio	Alumnado	
		2017-I	2017-II
Ciencias empresariales	Administración y Negocios Internacionales	371	331
	Contabilidad y Gestión Tributaria	277	260
Ciencias humanas y educación	Ciencias de la Comunicación	207	199
	Educación, especialidad Educación Física	8	7
	Educación, especialidad Lingüística e inglés	46	44
	Educación Musical y Artes	49	37
	Educación Inicial y Puericultura	61	59
	Educación Primaria	30	32
	Educación Inicial Intercultural Bilingüe	10	6
	Educación Primaria Intercultural Bilingüe	6	10
Ingeniería y arquitectura	Arquitectura	324	281
	Ingeniería Ambiental	436	414
	Ingeniería Civil	392	375
	Ingeniería de Sistemas	242	226
	Ingeniería de Alimentos	121	111

Ciencias de la salud	Enfermería	172	159
	Medicina Humana	347	342
	Nutrición Humana	229	213
	Psicología	454	420
Teología	Teología	376	354
Sub total		4158	3880
Promedio 2017 de alumnos pregrado		4019	

Fuente: Elaborado a partir del portal de transparencia de la Universidad Peruana Unión, 2017

Respecto a la escuela de posgrado, en el periodo 2017 la universidad ofreció servicios académicos en 23 programas de maestría y 7 programas de doctorado. En el año 2017 estudiaron en promedio 633 alumnos. En la tabla 8 se detallan los programas y alumnado de la escuela de posgrado (UPeU 2017).

Tabla 8 - Cantidad de alumnos por programa de estudios de posgrado

Programa de estudio	Alumnado	
	2017-I	2017-II
Maestrías		
Maestría en Administración de Negocios con mención en Administración de Recursos Humanos	7	6
Maestría en Administración de Negocios con mención en Finanzas	13	13
Maestría en Administración de Negocios con mención en Gestión Empresarial	36	32
Maestría en Auditoría con mención en Auditoría Integral	28	24
Maestría en Ciencias de la Familia con mención en Terapia Familiar	54	42
Maestría en Educación con mención en Administración Educativa	43	39
Maestría en Educación con mención en Investigación y Docencia universitaria	151	137
Maestría en Educación con mención en Psicología Educativa	33	31
Maestría en Enfermería con mención en Administración y Gestión	25	49
Maestría en Ingeniería Ambiental	15	8
Maestría en Ingeniería de Sistemas con mención en Dirección y Gestión de Tecnologías de información	34	21
Maestría en Ingeniería de Sistemas con mención en Ingeniería de Software	11	11
Maestría en Nutrición Humana con mención en Nutrición Vegetariana	33	27
Maestría en Salud Pública con mención en Gestión de los Servicios de Salud	14	15
Maestría en Salud Pública con mención en Salud Colectiva y Promoción de la salud	28	21
Maestría en Teología	48	47
Maestría en Teología Bíblica	15	14
Sub total	588	537
Doctorados		
Doctorado en Administración de Negocios	22	18
Doctorado en Educación con mención en Gestión Educativa	38	34

Doctorado en Ingeniería de Sistemas	0	18
Doctorado en Teología	5	5
Sub total	65	75
Sub total escuela de posgrado	653	612
Promedio 2017 de alumnos posgrado	633	

Fuente: Elaborado a partir del portal de transparencia de la Universidad Peruana Unión, 2017

Respecto al género, según información disponible de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria – SUNEDU (2017) la proporción oscila entre 53% alumnos matriculados del género femenino y 47% alumnos del género masculino. Como se observa, la proporción entre géneros es similar.

Otro dato disponible respecto al alumnado es el número de ingresantes anual. Se tiene como valores promedio para pregrado la cantidad de 2187⁷ alumnos y para posgrado 625⁸ haciendo un total promedio de 2812 alumnos ingresantes anuales. Los alumnos egresados anualmente en promedio son 1356 entre estudios de pregrado y posgrado (UPeU 2017).

Tomando en cuenta los programas de estudios para pregrado y posgrado, en el año 2017, la UPeU sede Lima brindó servicios académicos con 350 docentes, según la información brindada a la SUNEDU. A continuación, se muestra la distribución de docentes según su régimen de dedicación (UPeU 2017).

Tabla 9 - Régimen de dedicación - docentes periodo 2017

	Tiempo parcial	Tiempo completo	Dedicación exclusiva
Subtotal	160	119	71
Total	350		

Fuente: Elaborado a partir del portal de transparencia de la Universidad Peruana Unión, 2017

⁷ Valor promedio obtenido del número de alumnos ingresantes de pregrado, correspondiente a los años 2015, 2016 y 2017. Se observó que la menor cantidad de ingresantes fue en el año 2017.

⁸ Valor promedio obtenido del número de alumnos ingresantes de posgrado, correspondiente a los años 2016, 2017 y 2018. Se observó que la menor cantidad de ingresantes fue en el año 2018.

Según información proporcionada por la UPeU, respecto a personal no docente, se tiene 505 trabajadores como personal de oficina y 312 como personal que no trabaja en oficinas, haciendo un total de 817 trabajadores. Cabe mencionar que todos los trabajadores no docentes laboran en horario de oficina de lunes a jueves, y los viernes hasta el mediodía (UPeU 2017).

3.2.3 Compromiso de la universidad con el desarrollo sostenible

Como parte de las políticas institucionales que contempla el documento “Iniciativa 2022”, la UPeU ha establecido como ítem 06 el “Compromiso con la sostenibilidad ambiental y el desarrollo del país”. En ese sentido, el cuarto objetivo estratégico establecido por la institución es “Contribuir con el desarrollo sostenible, vinculándose con el medio para mejorar su calidad de vida”. En referencia a este objetivo, la institución ha desarrollado procesos e indicadores para realizar un seguimiento adecuado del cumplimiento del objetivo. Dentro del desglose de procesos propuestos por la universidad para fortalecer la vinculación con el medio, se tiene uno en particular directamente relacionado con la contribución al desarrollo sostenible, y es el siguiente (UPeU 2014: 1 – 20):

Tabla 10 - Iniciativa 2022 de la UPeU y Desarrollo Sostenible

Procesos	Indicador estratégico	Indicador operativo
Gestionar la responsabilidad ambiental en la comunidad universitaria y su entorno.	Eficacia del programa ambiental.	% de participantes en el programa ambiental.

Fuente: Elaborado a partir del portal de transparencia de la Universidad Peruana Unión, 2014

Actualmente la institución viene trabajando en la elaboración y mejora del programa ambiental. La casa de estudios ya tiene el compromiso y los objetivos trazados para mejorar su desempeño ambiental y así contribuir con el desarrollo sostenible.

3.2.4 Características urbanas del distrito

Población y densidad poblacional

Según el último censo nacional realizado en el año 2017, en el distrito de Lurigancho Chosica reside una población aproximada de 240 814 habitantes con una tasa de crecimiento promedio anual de 3.6%. El territorio de Lurigancho (Chosica) tiene una superficie de 236,47 Km² y se tiene una densidad poblacional de 716.2 hab/Km². (INEI 2018: 40 – 45; INEI 2008: 25-26).

Actividades económicas

El sector económico preponderante del distrito de Lurigancho Chosica es el comercio (18,3%), a este le sigue los servicios varios (17.4%), el sector manufactura (14.7%), el sector de transporte y comunicaciones (11.5%), sector construcción (7.9%), sector educación (7.1%), entre otros; encontrándose la mayor cantidad de estos sectores en la cuenca media del Rímac y a los alrededores de la Carretera Central. Chosica posee un 73.7% de su población en edad de trabajar (INEI 2008: 134, 151-157; INDECI 2005: 20 – 24).

Usos de suelo urbano

El suelo urbano predominante en el distrito de Lurigancho Chosica es de uso residencial, siendo el 42.6% el área ocupada y distribuida en su mayoría en la zona central de la ciudad y en las márgenes del río Rímac. Seguidamente está el equipamiento urbano con área ocupada de 12.8%, constituida por educación, salud, parque zonal y áreas de recreación. El área ocupada para el uso recreacional privado es de 5.7%; todas éstas ubicadas en su mayoría en la carretera central, al oeste de la ciudad de Chosica (INDECI 2005: 20 – 24).

Características de viviendas

El tipo de vivienda que predomina en este distrito es el de tipo casa independiente (91.2%) seguida por viviendas improvisadas (2.7%) y departamentos en edificios (2.2%). El material de construcción que predomina es el cemento y ladrillo (72%) seguido por tierra, en forma de adobes (27%) (INEI 2008: 179 - 182).

Servicios básicos

Las viviendas particulares de este distrito en su mayoría se abastecen de agua por la red pública, es decir utilizan el agua potable (36%), otra forma de abastecimiento de agua es a través del uso de cisternas o similares (30.5%), también se utilizan pilones de uso público (6 - 7%) y red pública fuera de viviendas, pero dentro de edificaciones (5%), entre otros. El 38.2% de viviendas cuentan con servicios higiénicos a través de la red pública de desagüe dentro de la vivienda y el 26.7% tiene instalado un pozo ciego o letrina en su vivienda. Algunas viviendas utilizan también pozos sépticos (18.3%). La mayoría de viviendas es abastecida con el servicio de alumbrado eléctrico por red pública (85.1%) (INEI 2008: 183 – 185, 197 - 199).

Accesibilidad

La principal vía de acceso a este distrito es por la Carretera Central la cual pasa a través de toda el área urbana; la Carretera Central es la que conecta a la ciudad de Lima con Las ciudades del centro del País como Huancayo, La Oroya, Tarma, Junín, etc. Los problemas de congestión de carretera se ocasionan por el excesivo transporte de carga pesada, muchas veces en el mismo horario de transporte público. Esta carretera, así como el ferrocarril Central, son paralelos al río Rímac, razón por la cual, ambos márgenes del distrito se articulan mediante puentes vehiculares y peatonales (INDECI 2005: 20 – 24).

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LA HE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

Siguiendo la metodología propuesta por López y Blanco (2009: 1 - 24), para el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) se emplean factores de emisión de acuerdo a cada categoría de consumo. Los factores de emisión a utilizar en los siguientes análisis por cada categoría se muestran en la tabla 11 y se aplicarán de acuerdo a lo indicado en la sección de metodología, (ecuación 2).

Tabla 11 - Factores de conversión de CO₂ por categorías de consumo

Categoría de consumo	Factor de conversión	Unidades	Fuente
Agua de pozo	0.25	KWh/m ³	Molina y Ocampo
Construcción de edificios	10.4	kg CO ₂ /m ²	Informe MIES
Energía eléctrica	0.547	tn CO ₂ /MWh	FONAM-BM ⁹
Papel Reciclado	0.61	kg CO ₂ /kg papel	López y Blanco
Papel Virgen	1.84	kg CO ₂ /kg papel	López y Blanco

Fuente: Molina y Ocampo (2016), FONAM (2009) y López y Blanco (2007)

4.1 Construcción de edificios

La Universidad Peruana Unión (UPeU) cuenta con un campus constituido por 33 edificaciones, las cuales se han agrupado en 6 categorías, y en la tabla 12 se resume el área construida por cada categoría y el área total.

Tabla 12 - Reporte de edificios construidos en la UPeU

Categoría Edificación	Área Construida m ²
Laboratorios	3007.33
Pabellones y Edificios administrativos	14205.19
Otros servicios académicos	7770.29
Auditorios	13144.91
Servicios de soporte	2279.30
Residencias (alumnos, personal)	13819.65
TOTAL	54226.67

Fuente: elaborado a partir de información proporcionada por la UPeU

⁹ Factor de emisión del SEIN peruano, ya utilizado en otras investigaciones peruanas (Ponce y Rodríguez 2016).

Para obtener la cantidad de emisiones de CO₂ se aplicará la ecuación 2. El producto del área construida total por el factor emisión es el siguiente:

$$54226.67m^2 \times 10.4 \frac{kgCO_2}{m^2} = 563\,957.4 \text{ kg } CO_2$$

De acuerdo al cálculo realizado, se ha obtenido que para la categoría de edificios construidos hasta el 2017, se genera 564 toneladas de dióxido de carbono (CO₂).

4.2 Energía eléctrica

Se ha obtenido 12 datos de consumo de energía eléctrica por cada mes del periodo 2017. Estos datos fueron extraídos de recibos de energía emitidos por la empresa distribuidora de energía, en este caso Luz del Sur, compilados y proporcionados por la universidad.

Se ha agrupado los valores de consumo promedio por trimestre y se obtiene el total por año, los cuales se muestran en la siguiente tabla resumen:

Tabla 13 - Reporte de consumo de energía en la UPeU

Trimestre	kW.h
1er trimestre (Ene – Mar)	884929
2do trimestre (Abr – Jun)	933797
3er trimestre (Jul – Set)	838186
4to trimestre (Oct – Dic)	845623
TOTAL	3502535

Fuente: elaborado a partir de información proporcionada por la UPeU

Para obtener la cantidad de emisiones de CO₂ se aplicará la ecuación 2. El producto del consumo total de energía eléctrica por el factor emisión indicado en la tabla 9 y convertido a kw.h es el sgte:

$$3502535 \text{ kWh} \times 0.000547 \text{ Tn } CO_2 / \text{kWh} = 1915.9 \text{ Tn } CO_2$$

De acuerdo al cálculo realizado, se ha obtenido que para la categoría energía eléctrica en el periodo 2017, se ha generado 1915.9 toneladas de dióxido de carbono (CO₂).

4.3 Agua

Para el caso del consumo de agua, la universidad se abastece de 03 pozos de agua subterránea. Debido a ello, la universidad no tiene recibos de agua para el periodo 2017 por parte de SEDAPAL pues sólo se pagaba un monto base por el consumo de este recurso. Ya a partir del 2018, y en vista del cambio (aumento) en las tarifas por consumo de agua de pozo, la institución viene gestionando con SEDAPAL la instalación de medidores con el fin de obtener tarifas acordes al consumo.

La universidad por medios propios, ha estimado valores aproximados del consumo de agua en base a la información disponible de los pozos, cisternas y equipos. Los datos disponibles fueron proporcionados en valores expresados por persona al día y al año, mismos que fueron utilizados para realizar los cálculos de la HE en esta categoría, multiplicando el dato proporcionado por el total de personas (alumnos, docentes, trabajadores) correspondientes al periodo 2017 y así obtener un valor estimado anual.

Tabla 14 - Reporte de consumo de agua en la UPeU

Valor	Unidades
11.2	L / persona / día
4.088	m ³ / persona / año

Fuente: elaborado a partir de información proporcionada por la UPeU

Entonces, el cálculo es el siguiente:

$$4.088 \frac{m^3}{persona} \times 5819 \text{ personas} = 23788.072 m^3$$

Para obtener la cantidad de emisiones de CO₂ se aplicará la ecuación 2. Primero se obtuvo el producto del consumo total de agua de pozo por el factor de conversión indicado en la tabla 11. Una vez que se cuenta con el consumo en KWh, se aplica el factor de emisión de energía eléctrica de la tabla 11. Se muestra el resumen de estos cálculos:

$$23788.072 m^3 \times 0.25 \text{ KWh}/m^3 = 5947.0 \text{ KWh}$$

$$5947.0 \text{ KWh} \times 0.000547 \text{ Tn CO}_2/\text{KWh} = 3.3 \text{ Tn}$$

De acuerdo al cálculo realizado, se ha obtenido que para la categoría agua en el periodo 2017, se ha generado 3.3 toneladas de dióxido de carbono (CO₂).

4.4 Movilidad

De acuerdo a lo explicado en la metodología, para obtener datos de esta categoría se realizaron cuestionarios virtuales a 116 personas de la comunidad universitaria 2017, entre personal docente, administrativo y alumnado en general. Los resultados obtenidos se resumen a continuación.

Tabla 15 - Medio de transporte empleado vs distancia media por trayecto

	A pie o en bicicleta	Auto	Motocicleta o mototaxi	Transporte público	Total
0-3 km	21%	8%	28%	7%	63%
3-5 km	2%	0%	2%	3%	6%
5-10 km	0%	0%	1%	2%	3%
10-20 km	4%	2%	5%	3%	14%
20-30 km	0%	1%	1%	3%	4%
30-45 km	1%	0%	3%	6%	10%
Total	28%	10%	40%	22%	100%

De la tabla 15 se observa que el medio de transporte más utilizado por la comunidad universitaria es la motocicleta o mototaxi con un 40% de incidencia, y este resultado también es explicado por la distancia media pues la mayor parte de personas participantes del cuestionario (63%), se desplazan menos de 3 km desde su domicilio hacia la universidad. En los alrededores cercanos a la universidad, el tipo de transporte característico son los mototaxis y también se observan usuarios de motocicletas.

En la tabla también se observa que hay un porcentaje importante (28%) de personas que señalan ir a pie o en bicicleta a la universidad, y la mayoría de ellos reside también a menos de 3 km de la institución. En el siguiente gráfico, se visualizan los valores resumidos en la tabla 15.

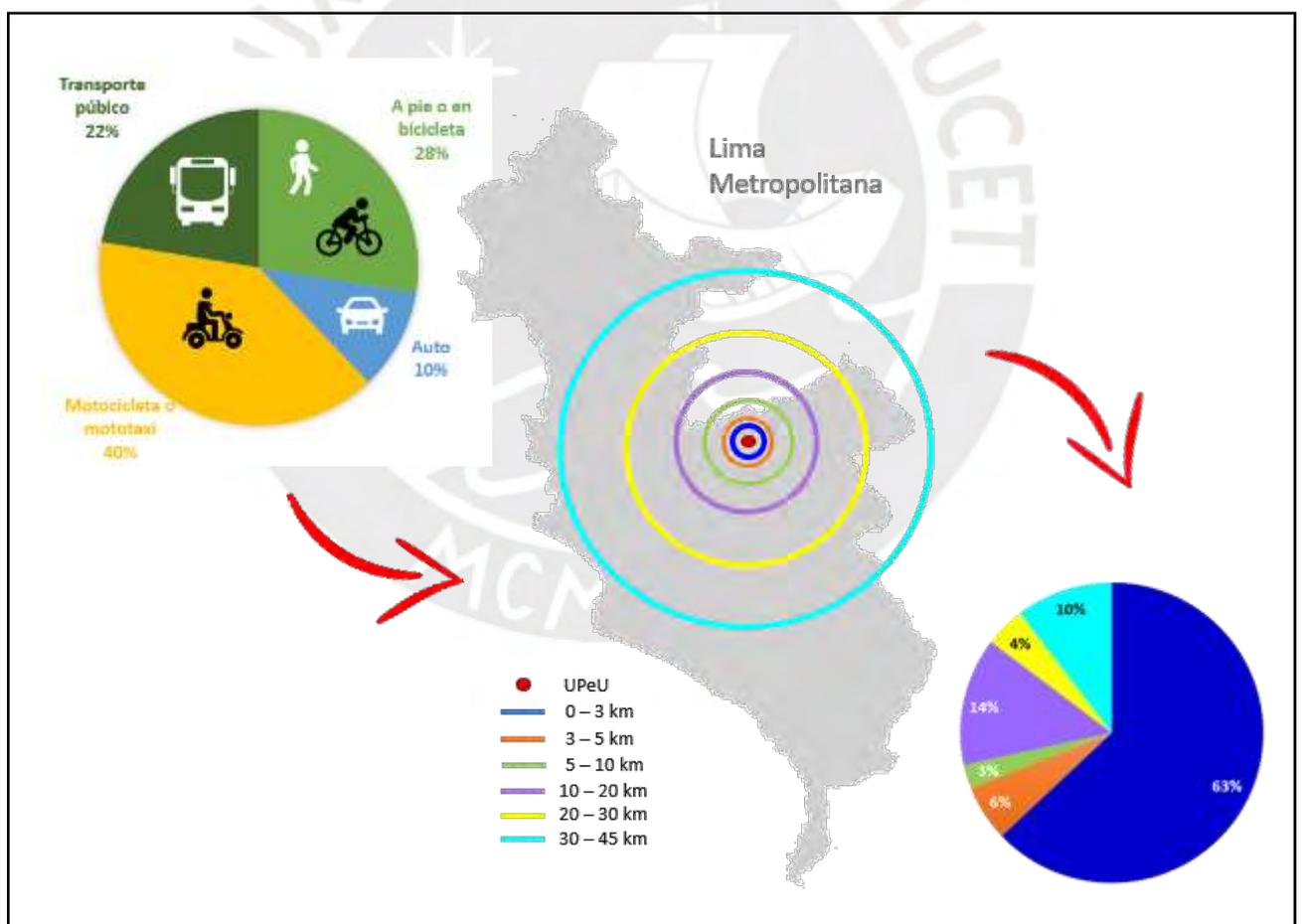


Gráfico 5 - Medio de transporte empleado y distancia media por trayecto en 2017

Los rangos de distancia se han agrupado de acuerdo a los distritos y urbanizaciones señalados por los participantes, y los kilómetros han sido estimados utilizando el Google Earth (herramienta regla – ruta) y el Google Maps que estima las distancias medias entre distritos.

El resumen de distancias se ha agrupado de la siguiente forma:

Tabla 16 - Lugares desde donde se desplazan los participantes para ir a la UPeU

0 - 3 km	3 - 5 km	5 - 10 km	10 - 20 km	20 - 30 km	30 - 45 km
Localidades cercanas a la UPeU: La Alameda, El Inti, Virgen del Carmen, Villa, Los Sauces, Los Pinos, San Francisco.	Localidades: Carapongo, Ñaña.	Distrito: Chaclacayo	Distritos: Chosica (centro), Ate	Distritos: Santa Anita, La molina, El agustino	Distritos: San Juan de Lurigancho, San Juan de Miraflores, Chorrillos Surquillo, Jesús María, Surco, Los Olivos, Comas.

El cuestionario también incluyó una pregunta para estimar cuántas veces en promedio el participante realizaba el recorrido de dicha distancia por semana, que varía desde 1 día (02 recorridos) hasta todos los días 04 veces cada día, para lo casos con más recorridos. Este dato, multiplicado por los kilómetros recorridos, y luego llevados a un año, dan el total de kilómetros recorridos por año, y para obtener el valor total de los participantes, se sumó por tipo de movilidad. En la siguiente tabla se muestra el resumen de lo explicado:

Tabla 17 - Distancia anual recorrida por medio de transporte

Nº	Medio de transporte	Kilómetros recorridos en 2017
1	A pie o en bicicleta	95773.6
2	Auto	26010.4
3	Motocicleta o mototaxi	147116.4
4	Transporte público	154051.2

Para convertir estos kilómetros en kilogramos de CO₂, se aplicó diferentes factores de emisión según el medio de transporte.

Respecto al primer medio de transporte, “a pie o en bicicleta”, este no genera emisiones de CO₂, por lo tanto, no se realizó el cálculo para ese caso.

Según la metodología utilizada, para el caso del auto, el factor de emisión se utiliza según el nivel de ocupación del vehículo al momento de realizar el recorrido, y se aplica de la siguiente forma:

Tabla 18 - Factores de Emisión para transporte en auto según nivel de ocupación

Nivel de ocupación (%)	Cantidad de personas	Factor de emisión de automóvil (kg CO ₂ /km)
25	1 o 2	0.2
50	3	0.1
75	4	0.07
100	5	0.05

Fuente: López y Blanco (2007)

Teniendo las distancias recorridas en auto por cada nivel de ocupación, se multiplicó directamente los factores de la tabla 18 para obtener los kilogramos de CO₂ por cada nivel y el total para el medio de transporte. El resumen de los cálculos realizados se muestra en la tabla 19.

Tabla 19 - Emisiones de CO₂ del medio de transporte Auto

Ocupación del auto	Km recorridos en 2017	Kg de CO ₂
1-2 personas	10254.4	2050.9
3 personas	8140	814
4 personas	7616	533.1
Total		3398.0

Para el caso de los medios de transporte “motocicleta o mototaxi” y “transporte público”, según la metodología, se aplicó directamente los siguientes factores de emisión:

Tabla 20 - Factor de Emisión para transporte en motocicleta y transporte público

Medio de transporte	Factor de Emisión (Kg CO ₂ /km)
Motocicleta / mototaxi	0.07
Transporte público	0.04

Fuente: López y Blanco (2007)

Para realizar el cálculo, a la distancia anual recorrida por cada medio de transporte mostrada en la tabla 17, se aplicaron directamente los factores de la tabla 18 y se obtuvieron los kilogramos anuales de CO₂ emitidos. En la siguiente tabla se resumen las emisiones por cada medio de transporte y el total para toda la categoría movilidad.

Tabla 21 - Emisiones de CO₂ para la categoría movilidad

Medio de transporte	Kg de CO₂
Auto	3398.0
Motocicleta o mototaxi	10298.1
Transporte público	6162.0
Total Kg CO ₂	24076.2
Total Tn CO ₂	24.1

De acuerdo a la metodología propuesta por López y Blanco (2009: 1 - 24), el valor final obtenido a partir del cuestionario se debe multiplicar por un factor de extrapolación con el fin de poder estimar el valor para toda la universidad. Para determinar el factor de extrapolación, se aplica la ecuación 4 (de la sección metodológica), considerando como población total de la comunidad universitaria en el año 2017 a 5819 personas, y como población muestra a 116 personas, que vienen a ser los participantes del cuestionario.

El factor de extrapolación obtenido es 50; este factor se aplica a la ecuación 3 (de la sección metodológica) junto con la cantidad total de CO₂ obtenida para la categoría movilidad, y se obtiene un valor estimado de 1207.8 tn de CO₂ emitidas por la universidad en el periodo 2017.

4.5 Papel

Los datos para realizar los cálculos de esta categoría se obtuvieron de dos formas, de forma directa e indirecta. A continuación, se muestra el análisis realizado para cada una de ellas y finalmente se suman ambos resultados con el fin de obtener las emisiones totales estimadas para la categoría consumo de papel.

Cálculo directo

Para realizar el cálculo directo, se utilizó el dato de consumo de papel proporcionado por la oficina de logística de la UPeU. Este dato corresponde a todo el papel utilizado en el año 2017 por el personal administrativo y docente de la universidad, para realizar sus actividades laborales y para fines académicos. Es importante señalar que, para el periodo de estudio, el consumo de papel por parte de la institución sólo se refiere a papel bond comercial virgen, no del tipo reciclado.

El dato proporcionado es de 95 millares de hojas bond tamaño A4 por mes en promedio durante el año 2017, con una proporción similar (50%) entre papel de 75 gr y de 80 gr, que son algunos de los gramajes más comerciales en el Perú. Esta cantidad es equivalente a 190 paquetes de 500 hojas al mes y 2280 al año, lo que a su vez es equivalente 1140000 hojas en el año 2017. Teniendo en cuenta la proporción de cada gramaje de papel indicada por la oficina de logística, se tiene un consumo de 570000 hojas tamaño A4 de 75 gr al año y la misma cantidad para las hojas de 80 gr.

El dato de gramaje de papel indicado en los paquetes de hojas bond, por ejemplo, el de 80 gr, representa el peso de una hoja de 1 metro cuadrado. Entonces, una hoja bond tamaño A4 que tiene unas medidas de 210 x 297 mm pesa 5 gr; y el mismo cálculo aplica para las hojas de gramaje de 75 gr, cuyo peso por hoja tamaño A4 es de 4.67 gr.

Teniendo los datos de cantidad y peso para ambos gramajes de hoja, se realizó una multiplicación para obtener el valor en kilogramos de papel bond consumido en el 2017. El resumen se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 22 - Kg. de papel consumido por personal docente y administrativo en el periodo 2017

Gramaje de papel	Peso de papel bond tamaño A4		
75 gr	2661900 gr/año	5511900 gr/año	5511.9 kg/año
80 gr	2850000 gr/año		

Fuente: elaborado a partir de información proporcionada por la UPeU

Para obtener la cantidad de emisiones de CO₂ se aplicará la ecuación 2. El producto de los kilogramos de papel virgen consumidos por parte de personal docente y administrativo, y el factor emisión indicado en la tabla 11 es el siguiente:

$$5511.9 \text{ kg} \times 1.84 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kg papel}} = 10141.9 \text{ kg CO}_2$$

Cálculo indirecto

El cálculo indirecto se utilizó para estimar el consumo de papel por parte de los alumnos de la universidad. Para ello se utilizó un cuestionario, según el modelo presentado en la parte metodológica del Capítulo 1, y también mencionado al inicio del análisis de la categoría movilidad.

El cuestionario contempló preguntas para que el participante pueda indicar cuanto papel reciclado utilizó o consumió en un ciclo académico del 2017. Del conteo realizado, 24 alumnos participantes del cuestionario indicaron haber utilizado papel reciclado y estimaron la cantidad. Debido a ello, los cálculos indirectos para esta categoría se realizarán por cada tipo de papel (papel virgen y papel reciclado), considerando los mismos gramajes y proporción utilizados por el personal docente y administrativo; pues, el asumir que todo el alumnado utilizó papel de un mismo gramaje sesgaría la estimación. Así mismo, no se consideró como pregunta del cuestionario indicar la proporción de gramaje del papel utilizado, pues es un dato del que generalmente los consumidores no somos conscientes al momento de utilizar el material, por lo tanto, desconocido para los participantes.

Entonces, respecto al gramaje de papel, se realizaron los mismos cálculos ya analizados para el caso de consumo de papel por parte del personal docente y administrativo, y el resumen de los cálculos indirectos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 23 - Kg. por tipo de papel consumido por los alumnos participantes en el periodo 2017

Tipo de papel	N° hojas/año	Peso de papel bond tamaño A4	
Virgen	49064	237224.4 gr/año	237.2 kg/año
Reciclado	7092	34289.8 gr/año	34.3 kg/año

Para obtener la cantidad de emisiones de CO₂ se aplicará la ecuación 2. El producto de los kilogramos por cada tipo de papel, consumidos por el alumnado, y los factores de emisión indicados en la tabla 11, es el siguiente:

$$237.2 \text{ kg} \times 1.84 \text{ kgCO}_2/\text{kg papel} = 436.5 \text{ kg CO}_2$$

$$34.3 \text{ kg} \times 0.61 \text{ kgCO}_2/\text{kg papel} = 20.9 \text{ kg CO}_2$$

Al realizar la suma de ambos resultados, se obtiene el valor de 457.4 kilogramos de CO₂ emitidos por los alumnos participantes del cuestionario, en relación al consumo de papel.

De acuerdo a la metodología, y al igual que el análisis realizado para el cálculo indirecto de la categoría movilidad, el valor final obtenido a partir del cuestionario se debe multiplicar por un factor de extrapolación con el fin de poder estimar el valor para todo el alumnado de la universidad en el periodo de estudio. Para determinar el factor de extrapolación, se aplica la ecuación 4 (de la sección metodológica), considerando como población total de alumnos en el año 2017 a 4652 personas, y como población muestra a 51 personas, que vienen a ser los alumnos participantes del cuestionario.

El factor de extrapolación obtenido es 91; este factor se aplica a la ecuación 3 (de la sección metodológica) junto con la cantidad de CO₂ obtenida, y se obtiene un valor estimado de 41722.9 kg de CO₂ emitidos por estudiantes en el periodo 2017.

Integración del cálculo directo e indirecto para la categoría papel

En la siguiente tabla se resume los resultados obtenidos por cada tipo de cálculo:

Tabla 24 - Cantidad de CO₂ por consumo de papel de toda la comunidad universitaria

Consumidor	Cantidad de CO₂
Personal docente y administrativo (cálculo directo)	10141.9 kg/CO ₂
Alumnado (cálculo indirecto)	41722.9 kg/CO ₂
Total Kg CO ₂	51864.8
Total Tn CO ₂	51.9

De acuerdo al cálculo realizado, se ha obtenido que para la categoría papel en el periodo 2017, se han generado 51.9 toneladas de dióxido de carbono (CO₂).

4.6 Cálculo de la Huella Ecológica de la UPeU

Teniendo las cantidades de CO₂ obtenidas por cada categoría, para el cálculo de la HE se aplicó la ecuación 1 (de la sección metodológica), considerando el dato de fijación explicado en la metodología y considerando como superficie total del campus de la UPeU 490170.54 m² o su equivalente 49 hectáreas (dato proporcionado por la UPeU). Seguidamente, y de acuerdo a lo que establece la metodología de cálculo de HE, los resultados se deben expresar siguiendo una única medida común que son las hectáreas globales (hag). Para ello, al resultado obtenido, se aplicó el factor de equivalencia para bosques del 2018 establecido por Global Footprint Network según la tabla 2 y como se explicó también en la sección metodológica.

Con esta operación se logró estimar la HE total de la universidad, asimismo las huellas por cada categoría. En la siguiente tabla se muestra el resumen de los cálculos de CO2 por categoría y la estimación de la HE.

Tabla 25 - Estimación de la Huella Ecológica 2017 de la UPeU

Categoría	TN CO₂	HE (ha/año)	HE (hag/año)
Construcciones	564	46.6	60.1
Energía	1915.9	158.3	204.3
Agua	3.3	0.2727	0.3518
Movilidad	1207.8	99.8	128.8
Papel	51.9	4.3	5.5
Superficie ocupada	-	49.0	63.2
Total	3742.9	358.3	462.2

Los resultados de la tabla 25 indican que la UPeU necesitaría un área de 358.3 ha de bosque limeño para asimilar las emisiones de CO2 emitidas en el periodo 2017. Asimismo, requiere de 462.2 hag de bosque estándar mundial para asimilarlas.

También es necesario estimar la HE por miembro de la comunidad universitaria. Para ello se debe considerar la cantidad total de personas (estudiantes, personal docente y administrativo) que integraron la comunidad en el periodo 2017 (5819 personas). Con este valor se obtuvo la HE de la UPeU, que es 0.06 ha/persona/año ó 0.08 hag/persona/año.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estimar y conocer la HE de la Universidad Peruana Unión es importante para poder brindar a la institución una herramienta con la que pueda identificar impactos ambientales y así contribuir a una discusión de sostenibilidad en el desarrollo de sus actividades. Los resultados obtenidos también podrán complementar la información necesaria para la toma de decisiones de la universidad en cuanto al desarrollo de políticas, estrategias y planes relacionados a sus compromisos internos con el desarrollo sostenible, así como la alineación de su gestión a políticas nacionales (Política nacional de educación D.S. N°017-2012-ED) e internacionales (Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS 12).

De acuerdo a lo indicado en la tabla 27, la HE de la UPeU en el periodo 2017 es de 462.2 hag/año. Es decir, el consumo y actividades de la UPeU durante el año 2017, en relación a las categorías energía eléctrica, construcciones, movilidad, agua y papel, requiere de 462.2 hag productivas globales de bosques para asimilar las emisiones generadas. Al contrastar este resultado con la superficie ocupada por la institución, tenemos que la HE de la UPeU es 7.3 veces el tamaño del campus.

Respecto al resultado por persona, en el año 2017, un miembro de la comunidad universitaria requirió de 0.08 hag de terreno productivo global de bosque para asimilar las emisiones de CO₂ emitidas por sus actividades en las categorías energía eléctrica, construcciones, movilidad, agua y papel.

En cuanto a los resultados por categorías, en primer lugar, tenemos los resultados estimados para emisiones de CO₂ de acuerdo al resumen mostrado en la tabla 27. Se realizó una distribución porcentual que se muestra a continuación en el gráfico 6, en donde se observa que el 51.2% de emisiones totales corresponde a las generadas por el consumo de energía

eléctrica. Este resultado coincide con la información disponible a nivel nacional e internacional, en la cual se encontró que, en el Perú, el componente energético es una de las principales fuentes de CO₂, luego de cambio de uso de suelo, silvicultura y agricultura (INEI 2013: 397-416).

Luego tenemos a la categoría movilidad, cuyo porcentaje de las emisiones totales de CO₂ es de 32.3%, entonces, más de la cuarta parte de las emisiones generadas por la universidad son producto de los hábitos de movilidad de la comunidad universitaria. A nivel mundial los sectores energía y transportes componen la mayor fuente de gases de efecto invernadero, aproximadamente un 80% (IPCC 2007: 2 - 11), en consecuencia, los resultados obtenidos para ambas categorías (energía eléctrica y movilidad) también coinciden con la información disponible a nivel internacional. Es importante resaltar una característica de esta categoría, y es que más de la cuarta parte de la comunidad universitaria se moviliza a pie o en bicicleta (28%) debido a que en los alrededores cercanos de la universidad existe bastante oferta de alquiler de habitaciones para estudiantes; así mismo, la UPeU cuenta con residencias internas de varones y señoritas (para alumnos) y también algunas viviendas para personal fijo de la institución, con lo que se incrementa la población que se desplaza a pie a sus actividades en la universidad. Esta podría ser una característica única de la UPeU pues a nivel nacional no hay universidades que brinden servicio de alojamiento al alumnado.

Luego se tiene la categoría construcciones, que aporta un total de emisiones anuales de 564 tn de CO₂, que representa el 15.1% del total. La metodología señala que el cálculo para esta categoría se ha planteado en relación a la vida útil de la edificación, que según López y Blanco (2009: 1 - 24) corresponde a 50 años. La Universidad Peruana Unión tiene una antigüedad de 35 años, tal como se describió en la reseña histórica, por lo que el cálculo realizado es adecuado para el presente caso. Si bien el cálculo de esta categoría es muy representativo a la realidad del campus debido a que se han considerado todas las edificaciones para fines académicos, administrativos, servicios, etc.; no se tomó en cuenta los metros cuadrados

construidos en veredas, senderos, sardineles, etc., pues la institución no cuenta con dicha información. Debido a ello, la contribución del espacio construido a las emisiones totales de CO₂ dentro del campus, pueden ser mayores a las estimadas.

Respecto a la categoría papel, de acuerdo a la distribución porcentual realizada en el gráfico 6, las emisiones de CO₂ (51.9 tn) representan el 1.4% del total estimado. De este resultado, sólo un 3.6% corresponde a toneladas de CO₂ producidas por papel reciclado por una parte de alumnos que hace uso de este tipo de papel. Entendiendo esto, se puede inferir que si un porcentaje del papel adquirido por la universidad para distribuir entre los docentes, oficinas administrativas, servicios, etc, fuera reciclado, se podría disminuir de forma importante el aporte a las emisiones generadas por el papel, más no significativamente a la cantidad total de emisiones o a la Huella ecológica de la universidad.

Por último, en la categoría agua se obtuvo el menor aporte a las emisiones de CO₂, con un total de 3.3 Tn de CO₂ emitidas en el año 2017, que representa el 0.1% del total de emisiones estimadas para la universidad. La universidad, al abastecerse exclusivamente de agua de pozo, evita incorporar en su cálculo a las emisiones generadas por tratamientos de potabilización y sólo tiene en cuenta las emisiones generadas por los procesos de tratamiento de agua residual. Debido a ello el factor utilizado es menor al que es considerado para instituciones que se abastecen de la red pública, y definitivamente ello influye en la cantidad de emisiones de CO₂ estimadas, y en consecuencia en la HE. Si bien el cálculo realizado es correcto, se debe tener en cuenta que la data de consumo utilizada para el cálculo fue estimada por la institución, tal como se explicó en el análisis. Cuando la universidad implemente medidores de agua, se contará con datos más precisos para los cálculos de HE y emisiones de CO₂.

En el gráfico 6 se observa la distribución de las emisiones de CO₂, teniendo mayor aporte de la categoría energía (más del 50%) y despreciable de la categoría agua. En el gráfico 7 se

visualiza en porcentajes cuanto aporta cada categoría a la HE total de la UPeU, en el cual se mantienen los niveles de orden y proporción por categorías del gráfico 6, considerando la incorporación del componente superficie ocupada de acuerdo a lo requerido por la ecuación para el cálculo de HE, la cual se contabiliza sólo en unidades de hectáreas, y representa el 13.7% de la HE de la universidad.

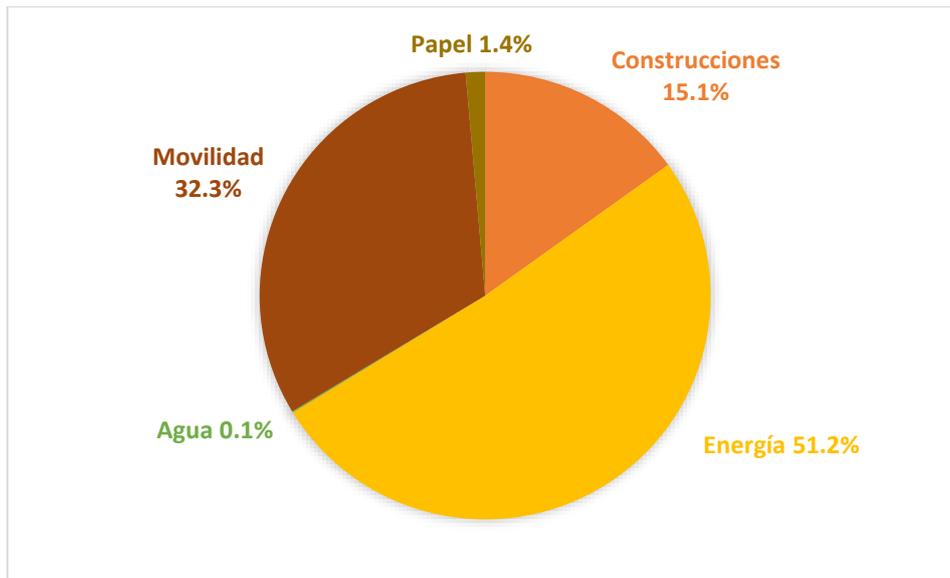


Gráfico 6 - Distribución de las emisiones de CO₂ por categoría del periodo 2017

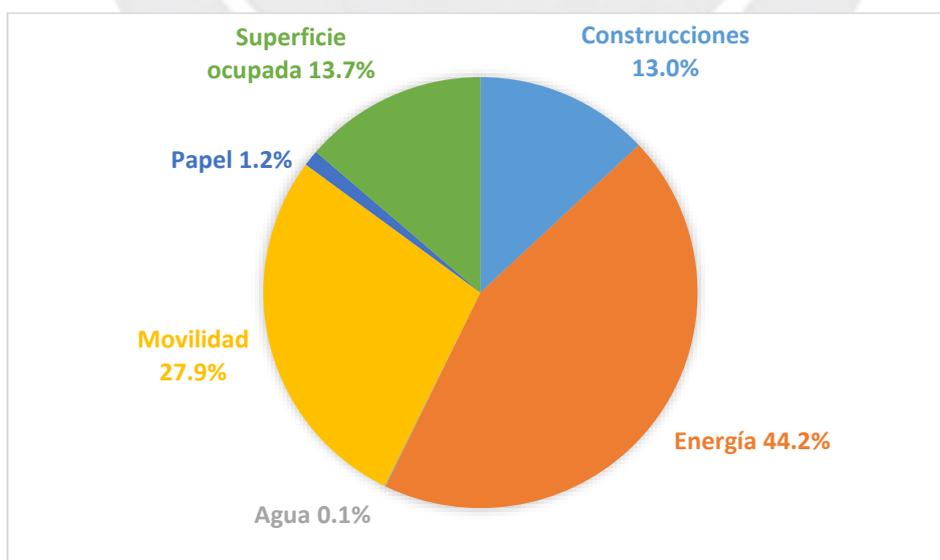


Gráfico 7 - Aporte por categoría a la HE para el periodo 2017

Así mismo, es posible contrastar la HE per cápita de la UPeU con las HE disponibles a nivel mundial, regional, nacional y departamental, según la información disponible.

En la siguiente tabla se muestra los valores de HE a diferentes escalas de acuerdo a información disponible a nivel nacional e internacional:

Tabla 26 - Contraste de la HE en diferentes escalas

Escalas	HE (hag/hab/año)	Biocapacidad	Reserva / Déficit
UPeU (2017)	0.08	-	-
Lima (2012)	2.36	-	-
Huancavelica (2012)	0.74	-	-
Perú (2014)	2.29	3.79	1.5 (R)
Latinoamérica (2014)	2.77	5.27	2.5 (R)
Mundial (2014)	2.84	1.68	-1.16 (D)

Fuente: esta investigación, MINAM 2013, Global Footprint Network 2014

Antes de realizar una discusión de la HE a diferentes escalas, es importante resaltar que los valores presentados corresponden a diferentes años de estimación debido a que aún no se han publicado las actualizaciones respectivas. Este desfase temporal puede interferir en la exactitud de los valores a discutir, pero no en gran proporción pues nos es posible variar en gran magnitud la HE, en pocos años, para poblaciones grandes a nivel de ciudad o mayores.

Entonces podemos estimar que, según la presente investigación, para un miembro de la comunidad universitaria, un 3.4% de la huella ecológica como habitante de Lima, corresponden a las actividades relacionadas a la UPeU. Así mismo, un 3.5% de la HE como peruano corresponden a sus actividades en la UPeU. También se incluyó el valor de HE del departamento peruano con menor HE, del cual se obtiene que la HE ecológica de un miembro de la UPeU representa el 10.8% de la HE de un habitante del departamento de Huancavelica.

A nivel internacional, un 2.9% de la HE como habitante latinoamericano, corresponden a ser miembro de la comunidad universitaria de la UPeU. Y a nivel mundial, un 2.8% de la HE como ser humano es causado por las actividades relacionadas a la UPeU.

De la tabla 26, también se puede discutir sobre la biodisponibilidad que tenemos como peruanos, que es 3.79 hag por persona, por lo que tenemos una reserva de 1.5 hag por persona. Sin embargo, como se observa, un ciudadano limeño tiene mayor HE a nivel departamental que a nivel país, pero al no contar con una estimación de la biocapacidad a nivel departamental, no podemos estar seguros de que el estilo de vida de un limeño no genere un déficit a la capacidad ecológica de Lima y en consecuencia, se esté valiendo de la capacidad ecológica de otros departamentos del Perú. Por ello, la importancia de conocer la HE a escala de una universidad limeña pues cualquier acción para disminuir el impacto ambiental en la universidad, será positivo en la HE como habitante limeño.

Teniendo en cuenta que el presente estudio no es de tipo comparativo, es posible realizar comparaciones con los datos obtenidos de investigaciones de otras universidades, dentro de las restricciones y limitaciones identificadas.

De acuerdo a lo señalado en el marco teórico (2.2), a pesar de que el método para calcular la HE de las universidades difiere debido a la disponibilidad de información de las diferentes categorías, sigue siendo factible su comparación pues en esencia se utiliza la información fundamental para la estimación de la HE.

En el gráfico 8 se va a comparar el resultado obtenido para la UPeU, con el de la PUCP que es el único caso peruano encontrado, y con otros 04 casos de universidades latinoamericanas, con el fin de buscar similitudes o diferencias con casos más cercanos a la realidad peruana.

Antes de realizar una comparación, se debe tener en cuenta las restricciones identificadas por las que esta discusión a realizar es sólo referencial:

- ✓ Los estudios fueron realizados en distintos años.
- ✓ El método utilizado por la PUCP difiere del utilizado por las otras 05 universidades latinoamericanas.
- ✓ El cálculo de la HE de la UPeU ha contemplado diferentes categorías a las de otras universidades, a excepción de la Universidad de Nariño, con la que se ha tenido coincidencia.
- ✓ A pesar de estar en Latinoamérica, las realidades de cada universidad son diferentes, en cuanto a magnitud (tamaño de universidad, cantidad de miembros de la comunidad, etc.), factores socioeconómicos (diferentes estratos socioeconómicos y también culturales en caso de países distintos) y factores de equivalencia para la asimilación de CO₂ por terrenos forestales.
- ✓ Diferentes porcentajes de participantes en el cuestionario para realizar el cálculo indirecto de las categorías movilidad y papel, para el caso de las universidades que han utilizado la misma metodología.

Entonces, teniendo en cuenta lo descrito, en el siguiente gráfico se visualiza las diferentes HE para seis casos de universidades ubicadas en Latinoamérica:

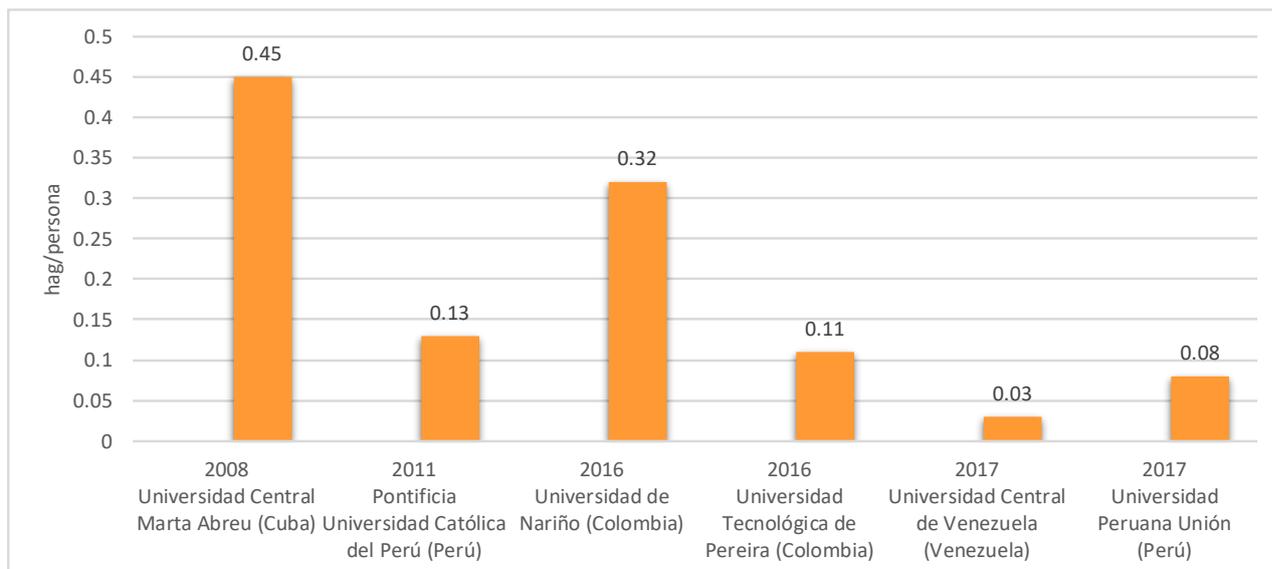


Gráfico 8 - HE de universidades Latinoamericanas

Del gráfico 8 se observa que la HE por persona de la Universidad Tecnológica de Pereira es muy cercano al resultado obtenido por la PUCP (ligeramente inferior) y también cercano al obtenido para la UPeU (ligeramente superior).

La mayor HE es de la Universidad Central Marta Abreu (Cuba), el resultado de la Universidad de Nariño (Colombia) es la segunda más alta y es cuatro veces mayor a la HE de la UPeU. La menor HE es la de la Universidad Central de Venezuela que es casi tres veces menor a la HE de la UPeU.

Para el caso de universidades peruanas, cómo se observa, la HE obtenida para la UPeU es menor a la estimada por la PUCP en el año 2011, así mismo, en el caso de la PUCP la categoría con mayor impacto ambiental fue la de movilidad y en la UPeU la de energía. La segunda categoría con mayor impacto para el caso de la PUCP es la de alimentos, misma que no se ha trabajado en el caso de la UPeU, y en la que la segunda categoría de mayor impacto es la de movilidad.

Respecto a la Universidad de Nariño (Colombia), como se mencionó anteriormente, se tiene coincidencia en cuanto a cantidad y tipos de categorías analizadas; así mismo la metodología aplicada es la misma. Debido a ello, también se realizó una comparación a nivel de categorías con esta institución. La HE de la UPeU es menor, y las categorías con mayor impacto ambiental se invierten, pues en la Universidad de Nariño la de mayor impacto es la categoría movilidad seguida de electricidad y viceversa en el caso de la UPeU. La tercera categoría con mayor impacto para ambas universidades fue la de construcciones.



CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Luego de los análisis y discusiones realizadas, se pudo responder las preguntas de investigación, y los resultados obtenidos muestran cual fue la HE total y por persona de la UPeU, así mismo se determinó para cada categoría los valores anuales de consumo, las emisiones de CO₂ generadas y sus respectivas HE, para el periodo 2017. Este tipo de estudio enmarcado dentro de un paradigma posestructuralista, cumple su objetivo al fomentar mecanismos de cambio (saber y hacer) y construye un objeto de debate que promueve la acción académica.

La academia debe promover este tipo de investigaciones pues sus efectos en la comunidad universitaria trascienden los límites de la universidad. Se expanden no sólo a su contexto cercano sino a su futuro desempeño profesional.

Esta primera aproximación a la HE de la UPeU puede ser complementada con datos más específicos proporcionados por la institución, como los discutidos en el caso de construcciones y agua; y esto permitirá obtener datos más exactos y amplios lo cual debe ser objeto de futuras investigaciones. De acuerdo a la revisión teórica, la falta de información y datos críticos durante el desarrollo de indicadores ambientales suele ser el causante de problemas en su utilidad.

Para complementar la HE de la UPeU en futuras investigaciones se debe tener en cuenta 02 categorías adicionales importantes como Alimentos y Residuos, y para ello se requiere empezar a generar información respecto a estas categorías. Para el caso de alimentos, es necesario que la universidad cuente con un inventario y registro de cantidades de los principales alimentos utilizados en los comedores de la universidad. La huella ecológica para la categoría alimentos se estima en función a tres factores de equivalencia, terrenos

productivos para agricultura, para ganadería y para pesca, por lo que los productos alimenticios se deberán agrupar en esas tres secciones. En el caso de residuos, la UPeU, debe llevar un control y mantener registros de las cantidades de residuos que generan y evacúan. Es muy importante operar un programa de segregación para contar con información por cada tipo de residuo, pues se debe tener en cuenta que para estimar las emisiones de CO₂, en el caso de los residuos, se aplica factores de emisión distintos por cada tipo de residuo, y si sólo se registran cantidades totales no segregadas no se podrán desarrollar los cálculos.

La UPeU también debe tener en cuenta que la HE no es la única herramienta que ayuda en la identificación de impactos ambientales, por ello es recomendable también trabajar en otros indicadores que complementen la estimación de impactos, como la Huella de Carbono que considera a los otros gases de efecto invernadero (GEI).

A modo de generar información más específica y poder priorizar la atención de impactos y medidas o acciones a considerar, la información de la HE puede tratarse de forma más fragmentada, considerando huellas por docentes, administrativos o alumnos, por especialidad o facultad, pregrado y posgrado, etc. De esta forma, si se identifica grupos con impactos más significativos que otros, podrá desarrollarse distintos planes o actividades de acuerdo al grupo objetivo y de esta forma influir en mayor magnitud y de forma positiva a la disminución de la HE de la institución.

Otro aspecto que se puede incluir en futuras investigaciones es el ingreso económico mensual de los estudiantes, pues estudios de estimación de HE a grupos específicos de estudiantes, como el desarrollado por Pardo et al (2017: 18 - 28) en una universidad colombiana, demuestran que, a mayores ingresos del estudiante, mayor huella ecológica. En su análisis estadístico, otras variables como el género, la edad, el semestre o el estado civil, no fueron relevantes ni representativas; sin embargo, se estimó que por cada 10000 pesos en el

aumento de ingresos (10.8 soles, según tasa de cambio a octubre 2018), el estudiante aumenta sus emisiones de CO₂ en 3.5 kg.

A fin de proporcionar acciones puntuales y prácticas para disminuir las emisiones de CO₂ y en consecuencia, la HE, se presenta una serie de equivalencias resumidas en la siguiente tabla:

Tabla 27 - Equivalencia de acciones y emisiones de CO₂

N°	Acción	Cantidad de CO₂ a asimilar¹⁰ / reducir
1	Si la UPeU reforesta 309.3 ha con especies de la zona, al interior del campus, alrededores o fuera del mismo.	Se asimilarían 3742.9 tn CO ₂ (valor total de emisiones estimadas en esta investigación)
2	Cuando se complete el Proyecto de la UPeU “Sembrando vidas” que consiste en reforestar 15 ha del cerro colindante.	Se asimila 181.5 tn CO ₂ , que representa 4.8% del total de emisiones generadas por la UPeU, según esta investigación.
3	Si la administración de la UPeU decide que el 50% del total del papel que compran es de tipo reciclado.	Se reducirían 3389.7 kg de CO ₂ , que representa el 6.5% de emisiones de la categoría papel estimadas en esta investigación.
4	Si la administración de la UPeU decide implementar medidas de ecoeficiencia y logran reducir el consumo de energía eléctrica en un 5%.	Se reducirían 95.8 tn de CO ₂ , que representan el 2.6% del total de emisiones generadas por la UPeU, según esta investigación.
5	Si la administración de la UPeU decide implementar una planta de tratamiento para sus efluentes domésticos, y con ello recupera el 25% del agua consumida, para luego utilizarla en riego.	Se reducirían 813.3 kg de CO ₂ , que representa el 0.02% del total de emisiones generadas por la UPeU, según esta investigación.

De acuerdo a la teoría revisada, se demuestra la importancia de difundir los conceptos de biocapacidad o capacidad de carga entre la comunidad universitaria, para conocer los límites naturales de los ecosistemas locales, o nacionales y relacionarlos con las modalidades de desarrollo y consumo que caracterizan a una persona o a un grupo de personas. Como se discutió en el capítulo anterior, el aporte de los impactos causados por ser miembro de la

¹⁰ Para las equivalencias 1 y 2, se ha considerado el factor de capacidad de fijación media de carbono forestal en Lima, explicado en la sección metodológica.

comunidad universitaria de la UPeU, a la HE como ciudadano de Lima o del Perú, es mínimo, sin embargo, gracias a este indicador se pudo establecer este contraste de escalas y comprender que, si bien el impacto no es muy importante, se puede reducir o paliar aún más, con cambios sencillos en el estilo de vida como persona o decisiones y planes a nivel institucional. Finalmente, estos cambios podrán reproducirse fuera del contexto universitario, en las localidades o distritos aledaños y organizaciones o empresas hacia donde migren los alumnos para desempeñar su profesión, por lo que la reducción del impacto ambiental también se verá reflejado como ciudadano y como ser humano.

El uso de indicadores ambientales, como la HE, es un constructo social, que relaciona a las personas con la naturaleza, por lo tanto, es un tipo de estudio que abarca no sólo conceptos de ciencias duras, sino también de ciencias suaves por integrar a la sociedad.

De acuerdo a lo expuesto en la revisión teórica, si bien uno de los frentes para restringir el consumo excesivo es la educación, no se debe dejar de lado fomentar acciones desde los ámbitos económicos y políticos, pues sólo con una visión integral se podrá obtener resultados positivos a mayores escalas. Sin embargo, se resalta la importancia de trabajar desde la educación pues es el único medio para producir capital humano que luego podrá influir en los otros dos ámbitos.

Es importante promover las investigaciones e iniciativas que puedan influir en la reducción de gases de efecto invernadero (como el CO₂), especialmente en zonas que han sido afectadas directamente por la variabilidad climática actual, causada por el cambio climático. Es el caso del distrito de Chosica, en el cual se encuentra ubicada la UPeU, que, de acuerdo a lo detallado en la descripción del área de estudio, viene siendo afectado directamente por esta problemática global. De esta forma, se promueve que los ciudadanos de este distrito comprendan la relación entre los desastres y las actividades humanas; y que existen formas sencillas en que pueden contribuir con la reducción de los gases de efecto invernadero.

BIBLIOGRAFÍA

ALFARO MEDINA, Arturo

2007 *La huella ecológica y los costos energéticos del Perú, una aproximación*. Foro ciudades para la vida. Lima, pp. 1 – 9.

ALIANZA CLIMA Y DESARROLLO - CDKN

2014 *El quinto reporte de evaluación del IPCC - ¿Qué implica para Latinoamérica?* Resumen ejecutivo. Quito - Ecuador, pp. 1 – 11.

APPLE

2010 *The story behind Apple`s environmental footprint*. Fecha de consulta: 28/03/2017 <<http://www.apple.com/environment/>>.

BIERSACK, Aletta

2011 Reimaginar la ecología política: cultura / poder / historia / naturaleza. En *Cultura y Naturaleza: aproximaciones a propósito del bicentenario de la independencia de Colombia*. Ed. Leonardo Montenegro Martínez. 1ra Ed. Bogotá – Colombia, pp. 150.

BORUCKE, Michael, David MOORE, Gemma CRANSTON, Kyle GRACEY, Katsunori IHA, Joy LARSON, Elias LAZARUS, Juan Carlos MORALES, Mathis WACKERNAGEL, Alessandro GALLI

2013 *Accounting for demand and supply of the biosphere`s regenerative capacity: the National Footprint Accounts` underlying methodology and framework*. Global Footprint Network. Suiza, pp. 9 – 11.

BUENO GONZÁLEZ, Ester

s/f *Nuestra huella ecológica*. Ecología de la vida cotidiana. Centro Nacional de Educación Ambiental - CENEAM. Ministerio de Medio Ambiente. España, pp. 1 - 5.

BURGOS, Christian, Miguel FIGUEROA

2016 *Aproximación al cálculo de la Huella Ecológica de la Universidad de Nariño sede Torobajo para el primer semestre 2014*. Trabajo de grado para optar el título de economista. Universidad de Nariño. Colombia - Nariño, pp. 29 – 40, 164 - 187.

CAFFERA Marcelo

2001 Estados, mercados, comunidades y recursos naturales – Apuntes teóricos para la discusión de una política de integración ambientalmente sustentable. En *Sur Sustentable 2025, Ambiente, Sociedad, Democracia y Desarrollo en la Integración Regional*. Reporte de Avance N° 18 CLAES, Montevideo, pp. 1 – 4.

CAMBIA.PE

2017 *Huaicos, cambio climático y la falta de prevención*. Fecha de consulta: 29/10/2018 <<http://www.cambia.pe/cual-es-la-relacion-entre-los-huaicos-y-el-cambio-climatico/>>.

CARBALLO PENELA, Adolfo

2010 *Utilidad de la huella ecológica y del carbono en el ámbito de la responsabilidad social corporativa (RSC) y el ecoetiquetado de bienes y servicios*. Revista Desarrollo Local Sostenible. Galicia, pp. 1 – 17.

CARBALLO PENELA, Adolfo, María DO CARME GARCÍA-NEGRO

2008^a *La huella ecológica y su aplicación a organizaciones: el caso de una empresa conservera en Galicia*. Revista Desarrollo Local Sostenible. Vol. 1, no. 03. España. Fecha de consulta: 20/10/2017. <<http://www.eumed.net/rev/delos/03/cpgn.htm>>

2008^b *Hacia el desarrollo sostenible de organizaciones y empresas: la huella ecológica corporativa y su aplicación a un productor de mejillón en Galicia*. Revista Luna Azul. Vol. 27. España, pp. 8 - 26.

2010 *El método compuesto de las cuentas contables (MC3): una herramienta para la responsabilidad social corporativa*. Universidad de Santiago de Compostela. España, pp. 1 – 25.

CARBALLO PENELA, Adolfo, María DO CARME GARCÍA-NEGRO, Juan DOMENECH QUESADA, Carlos SEBASTIÁN VILLASANTE, Gonzalo RODRIGUEZ RODRIGUEZ, Mónica GONZALEZ ARENALES

2008 *La huella ecológica corporativa: concepto y aplicación a dos empresas pesqueras de Galicia*. Revista Galega de Economía. Vol. 17, no. 02. España, pp 1- 29.

CARBALLO PENELA Adolfo, C. VILLASANTE LARRAMENDI, y ZOTES TARRIO
2006 *Consumo de energía y medio ambiente en Galicia: una visión desde la huella ecológica*. España: Universidad de Santiago de Compostela. Fecha de consulta: 08/08/2017. <<http://www.ucm.es/info/ec/jec10/ponencias/404carballoetal.pdf>>.

CÁRDENAS PAIZ, Carolina, Adelina PEINADO MUÑOZ, Adelardo MORA CASADO DE AMEZÚA, Laura MORENO HUESO
2010 *La Huella Ecológica de la Universidad de Granada (UGR)*. Universidad de Granada. España, pp. 5 – 9.

CARNEGIE INSTITUCION FOR SCIENCE

2014 *The high-resolution carbon geography of Perú*. A collaborative report of the Carnegie Airborne Observatory and the Ministry of Environment of Perú. California, Estados Unidos, pp. 06 – 19.

CHÁVEZ DAGOSTINO, Rosa, Edmundo ANDRADE ROMO, Rodrigo ESPINOZA SÁNCHEZ
2006 *Una aproximación a la huella ecológica – Caso Puerto Vallarta, Jalisco, México*. Universidad de Guadalajara. Fecha de consulta: 10/08/2017. <<http://www.eumed.net/eve/resum/06-07/rmd.htm>>.

CHÁVEZ SUAZO, Jhoan

2018 *Captura y almacenamiento de carbono de los bosques estacionalmente secos de la costa norte (Lambayeque), como mitigación frente al cambio climático*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú, pp. 11-19, 43-45

COMAS D'ARGEMIS, Dolors

1998 *Antropología económica*. Capítulo 5 Ecología, naturaleza y cambio social. Ed. Ariel S.A. España, pp. 115 – 125.

DASGUPTA, Partha, Maler KARL-GÖRAN

1991 *El ambiente y los nuevos temas del desarrollo en Desarrollo y medio ambiente, hacia un enfoque integrador*. Ed. CIEPLAN. Santiago de Chile, pp. 25 – 44.

DOMENECH QUESADA, Juan Luis

2006 *Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa*. Autoridad Portuaria de Gijón. Centro Argentino de Estudios Internacionales - Programa Recursos Naturales & Desarrollo. Málaga, España, pp. 1 – 38.

DOMÍNGUEZ PACHÓN, María Jesús

2009 *Responsabilidad social universitaria*. Revista: Humanismo y trabajo social. León, España, pp. 1, 48 - 53.

ESCOBAR, Arturo

2005 El post desarrollo como concepto y práctica social. En *Políticas de economía, ambiente y sociedad en tiempos de globalización*. Caracas – Venezuela, pp. 20 – 23.

FONAM – CARBON FINANCE ASSIT BANCO MUNDIAL

2009 *Modelo del cálculo del factor de emisiones de CO₂ de la red eléctrica peruana año 2007*. Proyecto: Consolidación del portafolio de proyectos MDL en el Perú. Lima, pp. 1-3.

2018 *¿Qué es el MDL?*. Fecha de consulta: 01/04/2019 < <http://fonamperu.org.pe/que-es-el-mdl/>>.

FOWLER Floyd

2014 *Survey Research Methods*. Applied social research methods series. Center for survey Research, University of Massachusetts. Ed. SAGE. 5ta Ed. Boston, pp. 61 - 74.

GACHET OTÁÑEZ, Iván

2002 *La Huella Ecológica: Teoría, método y tres aplicaciones al análisis económico*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ediciones Abya-Yala. Quito, pp. 13 - 15.

GALLOPIN, Gilberto

1979 *El medio ambiente humano*. Proyecto CEPAL/PNUMA Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina. Santiago, pp. 33 - 39.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK

2014 *Country trends*. Fecha de consulta: 15/09/2018 <<http://data.footprintnetwork.org/>>.

- 2016 *Working guidebook to the national footprint account*. Oakland – USA, pp. 54 – 62
- 2018 *Working guidebook to the national footprint account*. Oakland – USA, pp. 54 – 62
- 2018 *Calculation factors national footprint accounts*. Fecha de consulta: 26/09/2018
<<http://data.world/footprint/calculation-factors-national-footprint-accounts-2018> >

GUDYNAS, Eduardo

- 2011 *Imágenes, ideas y conceptos sobre la naturaleza en América Latina. en Cultura y Naturaleza: aproximaciones a propósito del bicentenario de la independencia de Colombia*. Ed. Leonardo Montenegro Martínez. 1ra Ed. Bogotá – Colombia, pp. 268 – 290.

GUERRA, Johan, Ignacio RINCÓN

- 2017 *Cálculo de la Huella Ecológica Campus de la Universidad Central de Venezuela*. Revista Luna Azul. Caracas, pp. 1-18.

HERNÁNDEZ LAGUNA E., F. LÓPEZ BERMÚDEZ

- 2004 *Cambio temporal en la huella ecológica de la región de Murcia y su uso como indicador de desertificación*. Papeles de Geografía. Vol. 40, no. 6. Universidad de Murcia. España, pp. 95-110.

HERRERA PUMA, Dina Bilha

- 2013 *Caracterización de sitio para el área urbana de Chosica utilizando métodos sísmicos (Distrito de Lurigancho Chosica, Lima)*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geofísico. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa – Perú, pp. 62 – 66.

INOSTROZA PINO, Luis

- 2005 *La huella urbana y ecológica de Magallanes: Una Mirada Sobre Nuestra Insostenibilidad*. Urbano. Vol. 8, no. 11. Universidad del Bío Bío. Concepción - Chile, pp. 28 – 41.

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO - INGEMMET

- 2015 *Evaluación geológica y consecuencias de los huaicos de Chosica del 23-03-15: crónica de un desastre anunciado*. Lima, pp. 1 – 33.

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (INDECI)

- 2005 *Plan de usos del suelo y medidas de mitigación ante desastres ciudad de Chosica*. Proyecto INDECI – PNUD PER/02/051. Lima, pp. 12 – 24.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI)

- 2008 *Perfil sociodemográfico de la Provincia de Lima*. Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda. Lima, pp. 25 – 26, 134, 151 – 157, 179 – 185, 197 – 199.
- 2013 *Anuario de estadísticas ambientales 2013*. Lima, pp. 397 – 416.
- 2018 *Perú: crecimiento y distribución de la población, 2017, Primeros resultados*. Censos nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda. Lima, pp. 40 – 45.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA)

- 2015 *Energy and climate change. World energy outlook special report*. Resumen ejecutivo. Paris - Francia, pp. 1 – 6.

IPCC – Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático

- 2007 *Contribución del grupo de trabajo III al cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de expertos sobre cambio climático*. Ginebra, Suiza, pp. 2-11, 35-38.
- 2008 *Cambio climático 2007, informe de síntesis*. Ginebra, Suiza, pp. 27-32.

KANTAR WORLD PANEL

- 2017 *El gasto de los mercados emergentes en gran consumo supera ya al de los países desarrollados*. Fecha de consulta: 03/04/2019
<<https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/sectores/bienes-de-consumo/noticias/NEW2017716156.html?sector=188>>.

LEYVA MAS, Jorge, Iván RODRÍGUEZ RICO, Cándido QUINTANA PÉREZ

- 2010 *Cálculo de la Huella Ecológica de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas*. Santa Clara – Cuba, pp. 60 – 67.

LÓPEZ ÁLVAREZ, Noelia, Dora BLANCO HERAS

- 2009 *Metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades*. Congreso Nacional de Medio Ambiente. Cumbre del Desarrollo Sostenible. España, pp. 1 – 24.

LÓPEZ-ROLDÁN, Pedro, Sandra FACHELLI

2015 *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Universitat Autònoma de Barcelona. Ed. Creative commons. Barcelona - España, pp. 13 - 16.

MARAÑÓN, Elena, Giovanna IREGUI, Juan Luis DOMÉNECH, Yolanda FERNÁNDEZ-NAVA, Mónica GONZÁLEZ

2008 *Propuesta de índices de conversión para la obtención de la huella de los residuos y los vertidos*. Revista académica: Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía social. N° 4. Universidad de Málaga. España, pp. 4, 20-21.

MARTÍNEZ CASTILLO, Róger

2008 *Educación y huella ecológica*. Actualidades Investigativas en Educación. Vol. 8, no. 1. Universidad de Costa Rica. Costa Rica, pp. 1 – 28.

MASERA, Diego

2001 *Hacia un consumo sostenible en Latinoamérica y el Caribe*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. México, pp. 1 – 35.

MAYER, Enrique

1994 *Recursos naturales, medio ambiente, tecnología y desarrollo*. Ed. SEPIA. Arequipa-Perú, pp. 480 – 520.

MEADOWS, Donella, Dennis MEADOWS, Jorgen RANDERS, William BEHRENS

1972 *The limits to growth. A report for the club of Rome's Project on the predicament of mankind*. New York: Universe Books, pp. 122 – 125.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN

2012 *Aprueban política nacional de educación ambiental D.S. N° 017-2012-ED*. Lima - Perú.

MINISTERIO DEL AMBIENTE

2009 *Medidas de Ecoeficiencia para el Sector Público*. DS: 009-2009-MINAM. Lima – Perú.

2012 *Huella Ecológica en el Perú*. Lima – Perú, pp. 1 – 16.

2012 *Glosario de términos para la gestión ambiental peruana*. Lima – Perú, pp. 43 – 45.

- 2013 *Cálculo de la huella ecológica departamental y por estratos socioeconómicos*. Lima - Perú, pp. 1 – 36.
- 2014 *Estimación de los contenidos de carbono de la biomasa aérea en los bosques de Perú*. Lima - Perú, pp. 21 – 31, 49 - 59.
- 2016 *Guía de ecoeficiencia para instituciones del sector público*. Lima - Perú, pp. 8 – 10, 94.

MOLINA RESTREPO, Jhefrey, Margarita OCAMPO RODRÍGUEZ

- 2016 *Cálculo de la huella ecológica en el campus de la Universidad Tecnológica de Pereira*. Trabajo de grado para optar al título de Administrador Ambiental. Universidad Tecnológica de Pereira. Risaralda, Colombia, pp. 56 - 64

MORALES AYMERICH, Jean Pierre

- 2011 *La capacidad de carga: conceptos y usos*. Revista Recursos Naturales y Medio Ambiente n°63. Universidad Tecnológica de Pereira. Costa Rica – Turrialba, pp. 47 – 53 <<http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/7152>>

MUNICIPALIDAD DE VILLANUEVA DE GALLEGO

- 2009 *Huella Ecológica Villanueva de Gallego*. Zaragoza, pp. 1 – 17.

NACIONES UNIDAS (ONU) - CEPAL

- 2016 *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago – Chile, pp. 1 – 14, 39 - 40.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD)

- 2014 *Documento de apoyo – Medio Ambiente*. Chuo-ku, Kobe – Japón, pp. 1 – 3.

UNESCO - OREALC

- 2017 *E2030: Educación y habilidades para el siglo 21*. Declaración de Buenos Aires. Buenos Aires – Argentina, pp. 5 – 11.

UNFCCC

- 2018 *CDM projects*. Fecha de consulta: 02/04/2019 <<http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>>.

ODUM, Eugene

1959 *Fundamentals of ecology*. University of Georgia. 2nd edition. Georgia: W. B. Saunders Company, pp. 182 – 187.

OLALLA TÁRRAGA, Miguel

2003 *Indicadores de sostenibilidad y Huella Ecológica*. Aplicación a la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), pp. 1 – 17.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD

2001 *Environmental Outlook 2001*. Cap Paris, pp. 67 - 71.

OSTROM, Elinor

2001 *Reformulando los Bienes Comunes*. El Cuidado de los Bienes Comunes. Gobierno y Manejo de los Lagos y Bosques en la Amazonía. Richard Chase Smith y Danny Pinedo (Editores). Instituto del Bien Común. Lima, pp. 49 - 51.

PARDO ROZO, Yelly, Milton ANDRADE ADAIME, Sergio CETINA MARTÍNEZ

2017 *Estimación de la huella ecológica en estudiantes del programa de administración de empresas de la Universidad de la Amazonia*. Sotavento MBA N°29. Caquetá - Colombia, pp. 18 – 28.

PONCE CARRASCO, Rafael, Diego RODRÍGUEZ DEJO

2016 *Determinación de la huella de carbono del Country Club El Bosque – Sede Chosica*. Trabajo de titulación para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, pp. 30 - 33

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ – PUCP

2011 *Huella Ecológica del campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú 2010 – 2011*. Resultados del Estudio. Lima, pp. 1 – 10.

SERRACÍN JIMÉNEZ, Maris del Carmen

2000 *Propuesta de ordenamiento ambiental de la sub-cuenca baja de la quebrada de Huaycoloro en el distrito de Lurigancho Chosica*. Tesis para optar el grado académico de Maestra en Ciencias, mención Gestión Ambiental, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, pp. 28 – 53.

SERVINDI – Servicios en Comunicación Intercultural

2017 *¿Cuál es la relación entre los huaicos y el cambio climático?* Fecha de consulta: 29/10/2018 <<https://www.servindi.org/actualidad-noticias/01/02/2017/cual-es-la-relacion-entre-los-huaicos-y-el-cambio-climatico>>

SOTO TORRES, Giovannie

2007 *Huella Ecológica: el peso de nuestros pies sobre el planeta*. Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. Puerto Rico, pp. 1 – 7.

STIGLITZ, Joseph

2006 *Cómo hacer que funcione la globalización*. Cap. 2 La promesa del Desarrollo. Ed. Taurus. Buenos Aires – Argentina, pp. 75 – 85.

SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE EDUCACIÓN (SUNEDU)

2017 *Estadística de universidades*. Fecha de consulta: 05/09/2018 <<http://www.sunedu.gob.pe/sibe/>>.

TORREGROSA LÓPEZ, Juan

2010 *Un indicador ambiental para medir la sostenibilidad en las universidades, la Huella Ecológica. Caso de Estudio de la Universidad Politécnica de Valencia*. Congreso Nacional del Medio Ambiente. España, pp. 1 – 36.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

2014 *Huella Ecológica Universidad de Málaga*. Vicerrectorado de campus y sostenibilidad. España, pp. 2 – 18.

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN (UPeU)

2014 *Iniciativa 2022*, pp. 1 – 20 Fecha de consulta: 08/10/2018 <<https://www.upeu.edu.pe/transparencia/gestion-estrategica/>>.

2016 *Flora y fauna UPeU*, pp. 1 - 24

2017 Portal de transparencia. *UPeU en cifras*. Fecha de consulta: 03/09/2018 <<http://www.upeu.edu.pe/transparencia/upeu-en-cifras/>>.

2018 Página web de UPeU. Fecha de consulta: 30/10/2018 <<https://www.upeu.edu.pe/resena-historica/>>.

WACKERNAGEL, Mathis y William REES

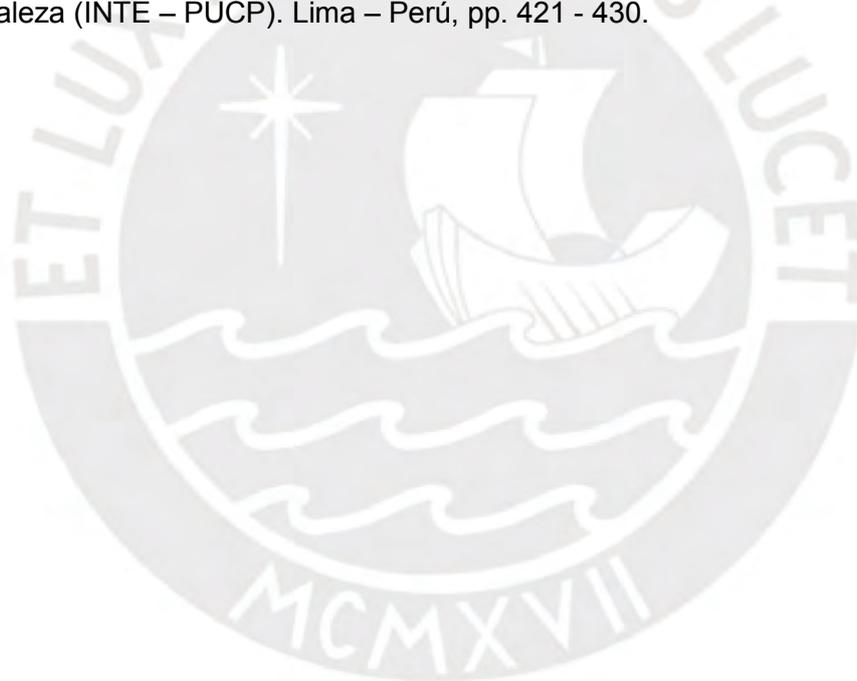
2001 *Nuestra huella ecológica. Reduciendo el impacto humano sobre la tierra*. Santiago: LOM ediciones, pp. 25 – 29.

WWF INTERNATIONAL

2016 *Planeta Vivo Informe 2016*. Riesgo y resiliencia en una nueva era. Suiza, pp. 12 - 14, 74 - 83.

YOUNG, Kenneth, Julio POSTIGO

2016 Reflexiones finales: ámbitos socio – ecológicos y dinamismo ambiental, en *Naturaleza y Sociedad: Perspectivas socio – ecológicas sobre cambios globales en América Latina*. Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo (DESCO). Instituto de Estudios Peruanos (IEP). Pontificia Universidad Católica del Perú, Instituto de Ciencias de la Naturaleza (INTE – PUCP). Lima – Perú, pp. 421 - 430.



ANEXOS

Anexo 1: Autorización para realizar la investigación en la UPeU



Una Institución Adventista

Carta de Autorización

A nombre del área de Investigación de la Facultad de Ingeniería y arquitectura de la Universidad Peruana Unión, autorizamos el proyecto de tesis de la investigadora:

Leslie Luz Jaimes Gutiérrez

Con el título denominado ***“Estimación de la Huella Ecológica de la Universidad Peruana Unión”*** perteneciente a la línea de ***investigación de Cambio Climático y Desastres***, el cual se viene realizando durante los años 2017- 2018, teniendo como asesor al Dr. Fernando Roca y habiendo firmado el compromiso ético del investigado.

Se extiende el presente documento para los fines que el interesado estime conveniente.

Villa Unión, 06 de diciembre del 2018



Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga
Director de investigación
Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Anexo 2: Cuestionario "Hábitos de consumo de papel y movilidad de alumnos de la UPeU"

<p>Su participación será voluntaria. La información que se recoja será estrictamente confidencial y no se podrá utilizar para ningún otro propósito que no esté contemplado en esta investigación. La presente investigación es conducida para fines de elaboración de tesis en Desarrollo Ambiental.</p>
<p>1.- Por favor, indicar si da su consentimiento para participar en el estudio y es consciente de que su participación es enteramente voluntaria.</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p>
<p>2.- ¿Estudió en la UPeU durante el año 2017?</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p>
<p>3.- Si marcó que sí en la pregunta anterior, indicar en qué semestre académico estudió.</p> <p><input type="radio"/> Sólo semestre 2017-I <input type="radio"/> Sólo semestre 2017-II <input type="radio"/> Ambos semestres, 2017-I y 2017-II</p>
<p>4.- Durante los ciclos académicos 2017, ¿utilizó papel reciclado?</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p>
<p>5.- ¿Si marcó que "Sí" en la pregunta anterior, aproximadamente cuántas hojas de papel reciclado consumió en un ciclo académico del 2017? (Considera cuadernos, separatas impresas, tareas, trabajos, etc.)</p>
<p>6.- ¿Aproximadamente cuántas hojas de papel (normal, no reciclado) consumió en un ciclo académico 2017? (Considerar cuaderno, separatas impresas, tareas o trabajos, etc.)</p>
<p>7.- ¿Generalmente qué tipo de movilidad utilizó para ir y retornar de la universidad durante el 2017?</p> <p>a. A pie o en bicicleta b. Transporte público c. Motocicleta o mototaxi d. Auto</p>
<p>8.- ¿Si en la pregunta anterior seleccionó la opción "Auto", generalmente cuantas personas iban en el auto? (considerar periodo 2017)</p> <p>a. 1 o 2 personas b. 3 personas c. 4 personas d. 5 personas</p>
<p>9.- ¿Cuántas veces por semana se movilizó a la universidad? (considerar periodo 2017)</p>
<p>10.- ¿Desde que distrito de Lima se movilizó hacia la universidad durante el 2017? También indicar el nombre específico de la zona del distrito. (Ejemplos: Cercado de Lima, Urb. Geranios / Ate, Asoc. de Viv. 2 de Mayo / Lurigancho Chosica, Centro Poblado La Era.)</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Cuestionario "Hábitos de movilidad de personal de la UPeU"

<p>Su participación será voluntaria. La información que se recoja será estrictamente confidencial y no se podrá utilizar para ningún otro propósito que no esté contemplado en esta investigación. La presente investigación es conducida para fines de elaboración de tesis en Desarrollo Ambiental.</p>
<p>1.- Por favor, indicar si da su consentimiento para participar en el estudio y es consciente de que su participación es enteramente voluntaria.</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p>
<p>2.- ¿Durante el 2017, trabajó para la UPeU? (Como personal docente, administrativo, etc.)</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p>
<p>3.- ¿Generalmente qué tipo de movilidad utilizó para ir y retornar de la universidad durante el 2017?</p> <p>a. A pie o en bicicleta b. Transporte público c. Motocicleta o mototaxi d. Auto</p>
<p>4.- ¿Si en la pregunta anterior seleccionó la opción "Auto", generalmente cuantas personas iban en el auto? (considerar sólo periodo 2017)</p> <p>a. 1 o 2 personas b. 3 personas c. 4 personas d. 5 personas</p>
<p>5.- ¿Cuántas veces por semana se movilizó a la universidad? (Considerar sólo periodo 2017)</p>
<p>6.- ¿Desde que distrito de Lima se movilizó hacia la universidad durante el 2017? También indicar el nombre específico de la zona del distrito. (Ejemplos: Cercado de Lima, Urb. Geranios / Ate, Asoc. de Viv. 2 de Mayo / Lurigancho Chosica, Centro Poblado La Era.)</p>

Fuente: Elaboración propia