

Cálculo de la huella ecológica de la Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura

Luis Ariel Pellegrino

(autor)



Cálculo de la huella ecológica de la Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura

LUIS ARIEL PELLEGRINO
(AUTOR)

Pellegrino, Luis Ariel

Cálculo de la huella ecológica de la Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura / Luis Ariel Pellegrino. - 1a edición para el profesor - Corrientes : Editorial de la Universidad Nacional del Nordeste EUDENE, 2023.

Libro digital, PDF - (Ciencia y técnica)

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-950-656-217-5

1. Ecología. 2. Ambiente. 3. Impacto Ambiental. I. Título.

CDD 577.55

Edición: Natalia Passicot

Corrección: José Facundo Alarcón

Diseño y diagramación: Julia Caplan



© EUDENE. Coordinación General de Comunicación Institucional,
Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina, 2023.

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723.
Reservados todos los derechos.

25 de Mayo 868 (CP 3400) Corrientes, Argentina.
Teléfono: (0379) 4425006
eudene@unne.edu.ar / www.eudene.unne.edu.ar

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. CONCEPTO DE HUELLA ECOLÓGICA (HE)

1.1. La huella ecológica a distintas escalas	9
1.2. Biocapacidad	11
1.3. Huella ecológica nacional y local.....	15

CAPÍTULO 2. CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA EN LA FADYCC-UNNE

2.1. Análisis del sistema: entradas y salidas	21
2.2. Tipos de recursos y de residuos considerados en el cálculo de la HE	21
2.3. Cálculos de emisiones de CO ₂	24
2.4. Cálculo actual de la huella ecológica.....	41

CAPÍTULO 3. ESTÁNDARES INTERNACIONALES PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO Y BENEFICIOS DEL CÁLCULO DE LA HE PARA LA FADYCC

3.1. Huella de carbono de una organización	46
3.2. Beneficios del cálculo de la huella ecológica para la institución.....	47

CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE ACCIONES PARA MITIGAR LA HE DE LA FADYCC

4.1. Propuesta para mitigar la HE asociada al transporte	49
4.2. Propuesta para disminuir el consumo de papel.....	51
4.3. Propuestas para la reducción del consumo de energía.....	53
4.4. Propuesta de reducción en el consumo de agua.....	55
4.5. Propuestas para un campus universitario verde	56

CONSIDERACIONES FINALES.....	58
------------------------------	----

Introducción

Todos los miembros de la comunidad que desarrollan sus tareas cotidianas en una universidad generan un impacto en su entorno, y este está asociado al desarrollo de las actividades que allí realicen, de estudio, docencia, investigación, administración y gestión: movilidad hacia y desde la institución, consumo de recursos, generación de residuos, etc. Las universidades, por otro lado, ejercen un fuerte impacto sobre los entornos sociales en que se ubican.

Las universidades en los últimos tiempos se van comprometiendo en mayor medida a tratar los criterios de sostenibilidad en los distintos ámbitos, que involucran desde tareas de dictado de clases, docencia, investigación, administración hasta gestión. Asumen el compromiso de incorporar medidas que consigan una actividad docente e investigadora desarrollada bajo criterios de sostenibilidad (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino; Gobierno de España, 2007), fomentando entre todos los miembros de la comunidad universitaria el sentido de la responsabilidad sobre el medio ambiente y la protección del mismo.

La investigación que dio origen a esta publicación calculó y determinó la huella ecológica (HE) que deja la institución y que permite tanto evaluar el impacto ambiental de las actividades universitarias como identificar los factores que más contribuyen a él y, a partir de los resultados, elaborar planes, programas y proyectos que incluyan medidas correctoras para minimizar los efectos generados.

Este estudio ambiental está basado en la determinación de una serie de indicadores que permiten elaborar un diagnóstico sobre la situación ambiental de la Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADyCC), en la ciudad de Resistencia, durante 2017. La importancia de este estudio radica en el establecimiento de pautas de análisis de situación y evaluación ambiental para averiguar el estado actual y posterior grado de avance hacia la sostenibilidad, y que pueden ser adaptadas para su aplicación y réplica en otras Facultades.

De los distintos indicadores ambientales que existen, el de la huella ecológica interesa porque permite efectuar un seguimiento de las actividades que se realizan y comparar el



consumo de un determinado sector de la población con relación a la limitada productividad ecológica de la Tierra (Ministerio de Medio Ambiente, Alianza del Clima, Unión Europea, s/f).

La huella ecológica fue definida por William Rees y Mathis Wackernagel en 1998 de la siguiente manera:

El área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistema acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre esta área.

La huella ecológica evalúa y determina una forma, estilo o modelo de vida que se expresa en hectáreas por persona por año –aunque actualmente se tiende a expresar en hectáreas globales/persona/año– y representa la superficie del planeta necesaria para asimilar el impacto de las actividades del modelo de vida que se analice (Iturbe y Guerrero, 2014). La huella de una población o comunidad está dada por el número de miembros, el volumen de consumo y la intensidad con que se usan los recursos para proveerla de bienes y servicios.

Considerada una herramienta de educación ambiental, la huella ecológica es un indicador que facilita dar a conocer los impactos que se producen en la vida diaria, ya que en la mayoría de los casos no existe conciencia de la magnitud de las acciones que provoca el ser humano.

El impacto ambiental que puede generar una Facultad o la Universidad en general se puede entender como un sistema, dentro de su entorno, con entradas asociadas al consumo de recursos naturales: agua, materiales (construcción y mantenimiento de edificios), papel y combustibles fósiles (energía eléctrica, energía calorífica, movilidad) y salidas (producción de residuos y emisiones de CO₂).

Para este estudio en particular, en el sistema se utilizarán como entradas los consumos que se obtienen directamente o indirectamente de recursos naturales: agua, energía eléctrica, papel, movilidad y el mantenimiento de los edificios; y como salidas o emisiones: emisiones de CO₂ y los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.



Capítulo 1. Concepto de huella ecológica (HE)

Al concepto de huella ecológica (HE) de William Rees y Mathis Wackernagel de la School for Community & Regional Planning se sumaron otros, como el propuesto por Badii (2000), quien define a la huella ecológica (del inglés *ecological footprint*) como:

un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana que se hace de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta, relacionándola con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos. Representa el área de tierra o agua ecológicamente productivos (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) e idealmente también el volumen de aire, necesarios para generar recursos y además para asimilar los residuos producidos por cada población determinada de acuerdo a su modo de vida, de forma indefinida. Estas medidas se pueden efectuar realizándose a diferentes escalas: individuo (la huella ecológica de una persona), poblaciones (la huella ecológica de una ciudad, de una región, de un país...), comunidades (la huella ecológica de las sociedades agrícolas, de las sociedades industrializadas, etc.)

El Gobierno del Principado de Asturias y la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del territorio e infraestructuras (2011) la definen como

un indicador biofísico de sostenibilidad de carácter integrado en el que se relacionan las demandas de una determinada comunidad humana –país, región o ciudad– con la capacidad productiva y ecológica del territorio que ocupa o administra, considerando tanto los recursos necesarios, como los residuos generados para mantener el modelo de producción y consumo de dicha sociedad.

Por otro lado, y de acuerdo a la World Wild Foundation (2018):

La huella ecológica es la medida del impacto de las actividades humanas sobre la naturaleza, representada por la superficie necesaria para producir los recursos y absorber los impactos de dicha actividad. Esta superficie suma la tierra productiva (o biocapacidad) necesaria para los cultivos, el pastoreo y el suelo urbanizado, zonas pesqueras y bosques, el área de bosque requerida para



absorber las emisiones de CO₂ de carbono que los océanos no pueden absorber. Tanto la biocapacidad como la huella ecológica se expresan en una misma unidad: hectáreas globales (hag).

Por su parte el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino del Gobierno de España (2007), entienden a la huella ecológica como:

un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana de recursos existentes en los ecosistemas del planeta, relacionándola con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos. Representa el área de tierra o agua ecológicamente productivos (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos, e, idealmente, también el volumen de aire) utilizados para generar los recursos necesarios y asimilar los residuos producidos por cada población determinada, de acuerdo a su modo de vida y de forma indefinida.

En nuestro país, y de acuerdo al Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) en Rosso (2010), se considera a la huella ecológica:

como la demanda de recursos biológicos globales que produce el planeta durante un año calendario. Para estimar esta demanda se unifican todas las demandas de biorrecursos en una unidad común denominada Hectárea Global (gHa), es decir, una hectárea hipotética que incluye la suma de todas las áreas de superficie del mundo utilizadas para satisfacer las necesidades de productos biológicos de un país, una región o incluso una persona. La Hectárea Global se calcula a partir de las áreas utilizadas para cultivos agrícolas, pastoreo, recursos pesqueros, maderas, pulpas y fibras, también por las áreas en bosques para absorber el exceso de dióxido de carbono en la atmósfera y, finalmente, las áreas ocupadas directamente por asentamientos humanos directos (ciudades, industrias, rellenos sanitarios, espejos de agua artificiales y rutas, entre otros).

A escala internacional, Global Footprint Network (2018) asegura que la contabilidad de la huella ecológica

mide la demanda y el suministro de la naturaleza [...] Por el lado de la demanda, la huella ecológica mide los activos ecológicos que una población determinada necesita para producir los recursos naturales que consume (incluidos alimentos y productos de fibra vegetal, ganado y productos pesqueros, madera y otros productos forestales, espacio para la infraestructura urbana) y absorber sus desechos, especialmente las emisiones de carbono.

El sitio en línea de Global Footprint Network, en su glosario, afirma que es:

una medida de la cantidad de área de tierra y agua biológicamente productiva que un individuo, población o actividad requiere para producir todos los recursos que consume y para absorber los desechos que genera, utilizando las prácticas de gestión de recursos y tecnología predominantes. La huella ecológica generalmente se mide en hectáreas globales. Debido a que el comercio es global, la Huella de un individuo o país incluye tierra o mar de todo el mundo. Sin más especificaciones, la Huella Ecológica generalmente se refiere a la Huella Ecológica del consumo.

Ahora bien, no se debe confundir el concepto de «huella ecológica» con el concepto de «huella de carbono». De acuerdo a la Global Footprint Network (2018):

Hoy en día, el término «huella de carbono» a menudo se usa como una forma abreviada de la cantidad de carbono emitido (por lo general en toneladas) por una actividad u organización. El componente de carbono de la Huella ecológica, que llamamos Huella de carbono, adopta un enfoque ligeramente diferente. Nuestra medición de la huella de carbono traduce la cantidad de emisiones de dióxido de carbono en la cantidad de tierra productiva y área marina requerida para secuestrar esas emisiones de dióxido de carbono. Esto nos dice la demanda en el planeta que resulta de la quema de combustibles fósiles. Medirlo de esta manera nos permite abordar el desafío del cambio climático de una manera holística que no simplemente cambia la carga de un sistema natural a otro.

Mientras que para la página web de Natura Medio Ambiental la huella de carbono se conoce como «la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto».

1.1. LA HUELLA ECOLÓGICA A DISTINTAS ESCALAS

Como una hectárea hipotética que incluye la suma de todas las áreas de superficie del mundo utilizadas para satisfacer las necesidades de productos biológicos de un país, una región o incluso una persona, la huella ecológica debe describirse a escala.

Huella ecológica mundial

En 2014, la Global Footprint Network calculaba que la huella ecológica global *per cápita* a escala mundial era de 2,8 hag/habitante.

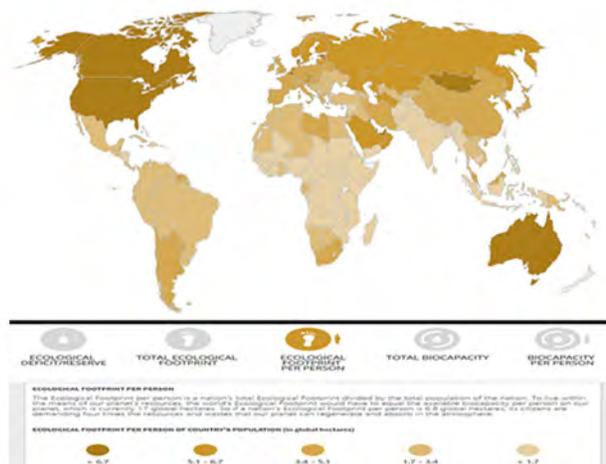


Figura 1. Huella ecológica de la población mundial *per cápita* (2,8 hag/habitante)

Fuente: Global Footprint Network (2014), Ecological Wealth of Nations

La huella ecológica (HE) por persona es la huella ecológica total de una nación dividida la cantidad de habitantes de ese país. Para vivir en equilibrio con los recursos de nuestro planeta, la huella ecológica mundial debería ser igual a la biocapacidad disponible por persona en nuestro planeta, que actualmente es de 1,7 hectáreas globales.

En el mapa mundial (Fig. 1) se pueden apreciar los países con mayor HE *per cápita*, medida en hectáreas globales (hag) y en colores de tonalidad marrón más oscuro, como ejemplos, tenemos a Qatar con 15,7; a los Emiratos Árabes Unidos con 9,8; a Mongolia con 9,5; a los Estados Unidos con 8,4 y a Canadá con 8 hag.

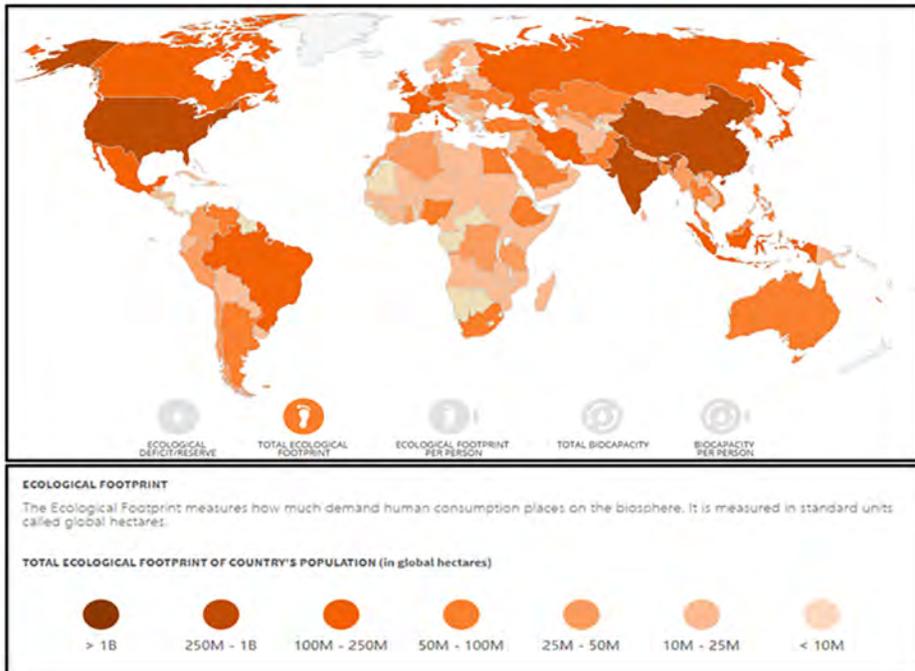


Figura 2. Huella ecológica mundial total

Fuente: Global Footprint Network (2014), Ecological Wealth of Nations

En la figura 2 se observa un mapamundi coloreado con distintas tonalidades de color marrón, las huellas ecológicas totales por naciones en todo el mundo (Global Footprint Network, 2018). Mide cuál es la superficie en hectáreas globales (hag) que necesita la demanda del consumo humano en la Tierra por cada país. Del mismo modo, los colores más oscuros representan a los países que tienen una HE más fuerte, más alta, más importante; por ejemplo, USA, Canadá, Australia, Mongolia, Finlandia, Emiratos Árabes Unidos, Qatar, entre otros.

Con colores más suaves, se reflejan los países con menor HE que, en general, están asociados a estas características y son las naciones con menor grado de desarrollo, por ejemplo, América Central y Sud América, África y el Sudeste Asiático, etcétera.

Y, por último, con intensidades intermedias de marrón, países en vías de desarrollo, por ejemplo, Argentina, países del Norte y Sur de África, Europa Oriental, y demás (Cobot, 2015).

1.2. BIOCAPACIDAD

La biocapacidad, según el glosario de la Global Footprint Network (2018f), es la capacidad de los ecosistemas para regenerar lo que la gente demanda de esas superficies. La vida, incluida la vida humana, compite por el espacio. La biocapacidad de una superficie particular representa su capacidad de renovar esa demanda. Por lo tanto, la biocapacidad es la capacidad de los ecosistemas para producir materiales biológicos utilizados por las personas y para absorber los materiales de desecho generados por los seres humanos, bajo los esquemas de gestión y las tecnologías de extracción actuales.

Esta puede cambiar de un año a otro debido al clima, a la gestión y también a qué porciones se consideran insumos útiles para la economía humana. En las cuentas nacionales de la HE, la biocapacidad de un área se calcula multiplicando el área física real por el factor de rendimiento y el factor de equivalencia apropiado (Guerra y Rincón, 2017). Generalmente, se expresa en hectáreas globales.

A continuación, se presentan algunos ejemplos comparativos de distintos tipos de HE a escala mundial:



Figura 3. HE de Estados Unidos

Figura 4. HE de Canadá

Fuente: Global Footprint Network, Advancing the Science of Sustainability: Ecological Wealth of Nations

Se observa en las figuras 3 y 4 que algunos países, a pesar de tener una huella alta, como Estados Unidos y Canadá, son diferentes entre sí debido a la distinta biocapacidad que cada uno posee. Canadá, con una biocapacidad muy alta, tiene un saldo positivo con relación a Estados Unidos, que tiene un saldo negativo.

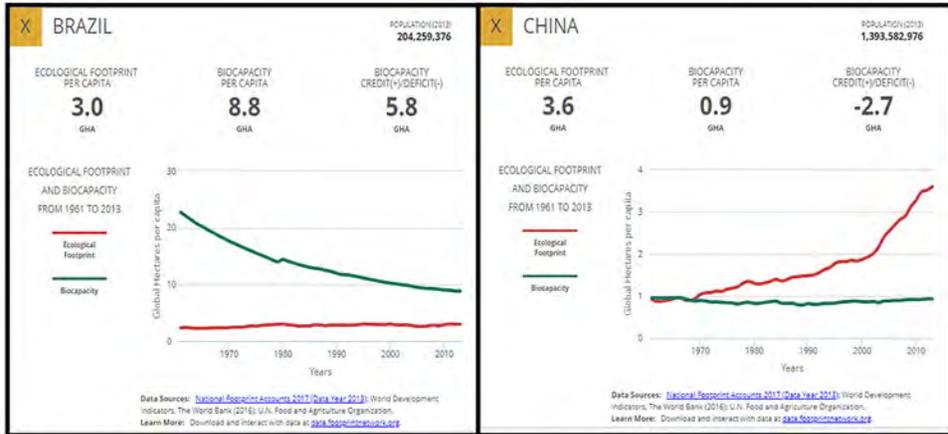


Figura 5. HE de Brasil

Figura 6. HE de China

Fuente: Global Footprint Network, Advancing the Science of Sustainability: Ecological Wealth of Nations

Países que son totalmente distintos en su comportamiento final parten de tener una HE baja, pero su biocapacidad diferente da como resultado que el saldo sea positivo para el caso del Brasil y negativo para China. En estos dos casos vale resaltar tanto la baja importante en la biocapacidad del Brasil como el aumento muy significativo de la HE de China en los últimos años.

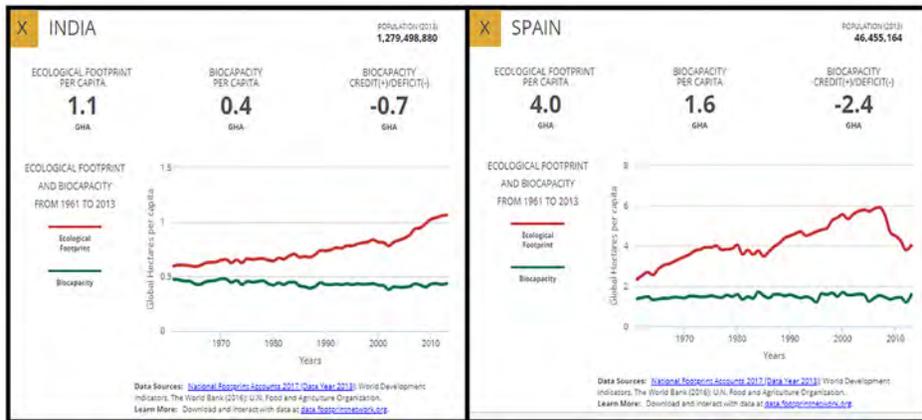


Figura 7. HE de India

Figura 8. HE de España

Fuente: Global Footprint Network, Advancing the Science of Sustainability: Ecological Wealth of Nations

En el caso de países como India y España, se destaca la India que, a través de los años, fue elevando su HE, sobre todo en los últimos diez años; mientras que España, en el mismo lapso, fue decreciendo considerablemente su HE, posiblemente en función de sus políticas ambientales.

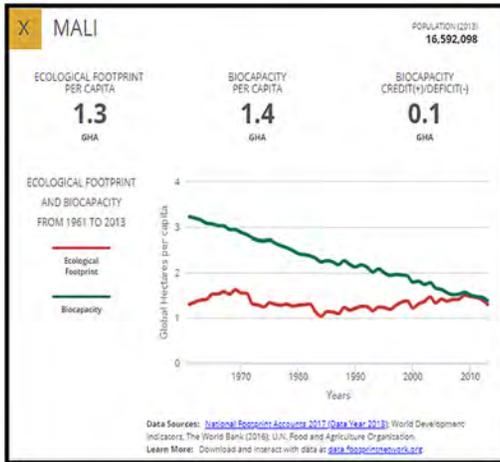


Figura 9. HE de Mali



Figura 10. HE de Libia

Fuente: Global Footprint Network, Advancing the Science of Sustainability: Ecological Wealth of Nations

Países como Mali (Fig. 9) mantuvo la HE y su biocapacidad fue decreciendo drásticamente, mientras que países como Libia (Fig. 10) mantuvieron su biocapacidad a lo largo del tiempo, pero su HE creció rápidamente, haciendo que el saldo pasara a ser negativo y teniendo ahora un déficit.

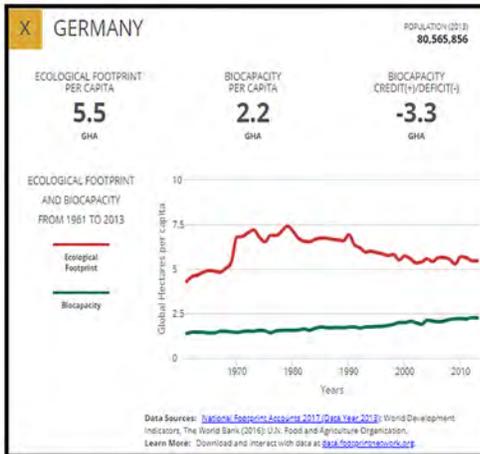


Figura 11. HE de Alemania



Figura 12. HE de Finlandia

Fuente: Global Footprint Network, Advancing the Science of Sustainability: Ecological Wealth of Nations

Países con alta HE y baja biocapacidad como Alemania (Fig. 11) dan un saldo negativo, y países como Finlandia (Fig. 12) que, a pesar de tener una HE considerable, tienen una biocapacidad elevada y provocan que la HE se mantenga alta, resultando su saldo positivo.

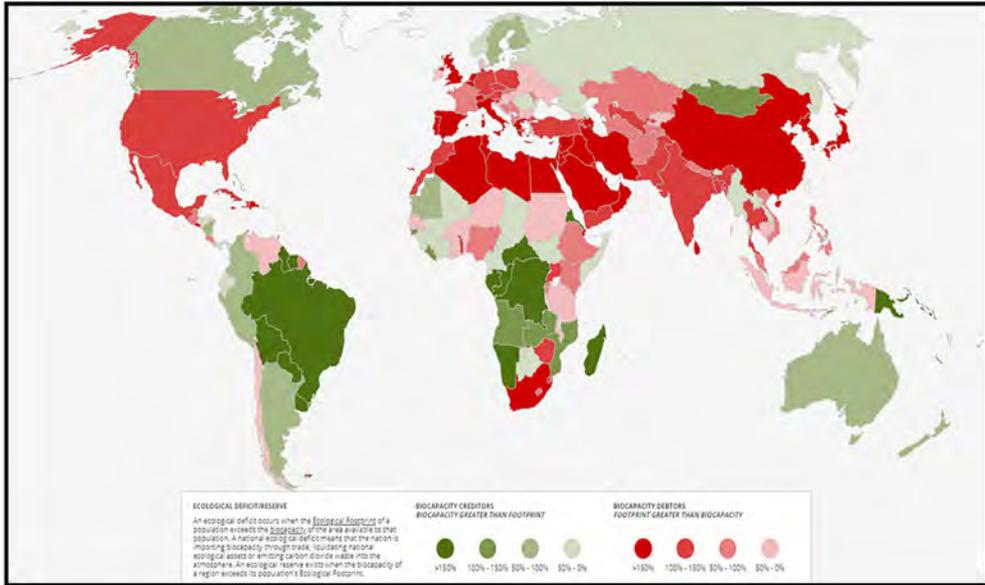


Figura 13. Mapa mundial de la HE: créditos o déficits de los países en función de la relación HE/Biocapacidad

Fuente: Global Footprint Network, Advancing the Science of Sustainability: Ecological Wealth of Nations

La figura 13 es el mapa resultante de relacionar las HE y las biocapacidades de todos los países del mundo. El déficit se da cuando el consumo de una población excede la biocapacidad del área disponible para esa población; caso contrario, si la HE no sobrepasa la biocapacidad, existe un saldo positivo que se denomina reserva ecológica.

En este mapa se muestran en color rojo los países con déficit ecológico; por ejemplo, se podría decir que los países más desarrollados y con alta cantidad de emisiones y utilización de recursos naturales son USA, Europa occidental, Japón y la península arábiga. Otros países con muy bajas biocapacidades o altas cantidades de población se encuentran en el sudeste asiático y Asia Central. Por último, existen países que, a pesar de tener HE bajas, también cuentan con biocapacidades muy bajas, como los países del norte, sur y centro este de África.

Y, por otro lado, tenemos a los países que se encuentran coloreados de distintas tonalidades de verde, que representan sus saldos entre HE y biocapacidad como positiva. Por ejemplo, países como Brasil, países del centro de África, de la zona andina de América Central y del Sur, con baja HE y bajas biocapacidades; y, además, países que, a pesar de tener una HE alta, tienen una muy alta biocapacidad, lo que provoca un saldo positivo, como Australia, Canadá, países escandinavos, Mongolia y Nueva Zelanda.

HUELLA ECOLÓGICA NACIONAL Y LOCAL

Con un déficit positivo de 3,1 Hag/per cápita, la República Argentina tiene una HE de 3,70 Hag/per cápita, y su biocapacidad es de 6,8.

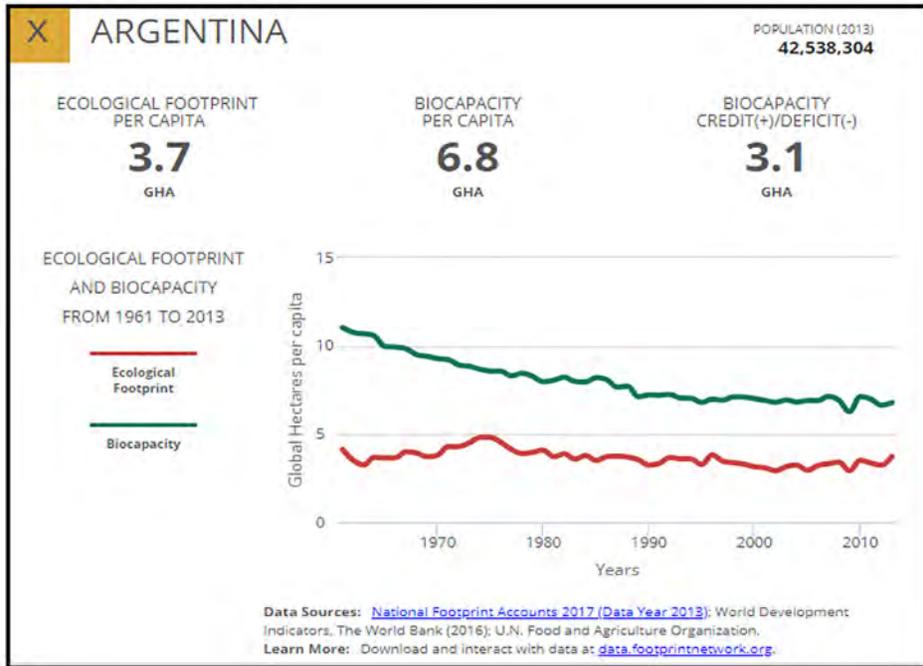


Figura 14. HE de Argentina

Fuente: Global Footprint Network, Advancing the Science of Sustainability: Ecological Wealth of Nations

La situación de Argentina muestra que la huella ecológica se mantiene estable a través del tiempo y que tiene una biocapacidad más alta, ya que presenta un saldo positivo de 3,1 hag. Cabe destacar, sin embargo, que su HE es de 3,7 que, comparativamente con el resto de los países del mundo, no es una HE baja, pero tiene aún una buena biocapacidad, a pesar de que esta última está decreciendo paulatinamente desde 1961, cuando tenía alrededor de 11, acerca de 7 hag en 2013.

Huella ecológica de la ciudad de Resistencia

La Municipalidad de Resistencia ha realizado el cálculo de la HE generada por la ciudad con datos de 2010. Para el cálculo realizado utilizaron el método modificado y adaptado de Wackernagel y Rees (1998), que se basa en determinar, para un territorio y una población determinados, la superficie necesaria para la obtención de recursos de origen biológico, el consumo total de energía y el consumo de energía relacionada con la producción

de bienes. A estos valores se añadieron el consumo de suelo por asentamientos humanos e infraestructuras de comunicación.

Para el cálculo de la HE, es preciso asociar el consumo total de las siguientes variables que se detallan en la Figura 15, con un área determinada. Esta relación entre el consumo en toneladas y la superficie ocupada se conoce como productividad (Mayor Farguell, Quintana Gozalo y Belmonte Zamora, 2008) que posteriormente se divide por la población censada en nuestro país, cuyo índice nos arroja una población de 290 723 hab para 2010 en la ciudad de Resistencia. Los resultados que obtuvieron son los que se muestran a continuación:

CALCULO HUELLA ECOLÓGICA DE LA CIUDAD DE RESISTENCIA					
CATEGORÍAS	VALOR	UNIDADES DE MEDIDA	FACTOR DE EMISIÓN	VALOR TOTAL EN EL PERIODO 2016-2017	UNIDAD
DEMANDA DE AGUA DE RED	4.465,98	M ³ /H	0,065	290,29	TN/CO ₂ /AÑO
DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	680.858	GW/H	1,08	735.326,64	TN/CO ₂ /AÑO
GENERACIÓN DE CO ₂ POR VEHICULOS	12.267,37	TN./DÍA	0,66	8.096,46	TN/CO ₂ /AÑO
GENERACIÓN DE RESIDUOS	436.084,50	KG./DÍA	0,054	23.548,56	TN/CO ₂ /AÑO
POBLACIÓN	290.273	HAB.	TOTAL	767.261,95	TN/CO ₂ /AÑO
SUP. TOTAL DE LA LOCALIDAD	187.201	KM ²	HUELLA ECOLÓGICA 1,08 Ha/hab.		
SUP. DEL EJIDO URBANO	79.222	KM ²			

Figura 15. HE de Resistencia, Chaco, Argentina. Fuente: Municipalidad de la ciudad de Resistencia, Chaco, Argentina



Capítulo 2. Cálculo de la huella ecológica en la FADyCC-Unne

Los sistemas ecológicos son necesarios para la obtención de flujos de materiales y energía requeridos para la producción de cualquier tipo de producto, para la absorción de los residuos de los procesos de producción y del uso final de los productos y para la creación de infraestructuras (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Colombia, 2016). Para su cálculo, se toma como base la «Metodología para el Cálculo de la Huella Ecológica en Universidades», planteada por Noelia López Álvarez (2008), de la Universidad de Santiago de Compostela.

Por lo anterior, se plantea a la Universidad como un «sistema integrado» con entradas y salidas (Molina Restrepo y Ocampo Rodríguez, 2016) que tienen un impacto ambiental en su entorno:

- Entradas asociadas al consumo de recursos naturales: combustibles fósiles (energía eléctrica, calorífica, movilidad), agua, materiales (construcción de edificios) y papel.
- Salidas: emisiones CO₂ y residuos sólidos.

Para el cálculo de las variables, se deben tener en cuenta los siguientes datos. La Universidad Nacional del Nordeste (Unne) fue creada oficialmente el 14 de diciembre de 1956, aunque su historia ya había comenzado en 1920, cuando todavía formaba parte de Facultades, Carreras e Institutos creados en el Nordeste por las Universidades Nacionales del Litoral y de Tucumán, y subordinados a ellas, como las Facultades de Ciencias Agrarias y la de Ciencias Económicas, que a su vez empezaron a funcionar oficialmente en 1951.

La Unne es una institución regional y sus edificios se hallan ubicados en dos ciudades de dos provincias diferentes: Corrientes (Corrientes) y Resistencia (Chaco), y las Facultades se dividen entre una y otra ciudad, pero tienen su rectorado en Corrientes.

Las Facultades que conforman la Unne son las que se enumeran a continuación:

- Ciencias Agrarias (Corrientes)
- Ciencias Económicas (Resistencia)
- Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (Corrientes)



- Ciencias Veterinarias (Corrientes)
- Derecho y Ciencias Sociales y Políticas (Corrientes)
- Humanidades (Resistencia)
- Ingeniería (Resistencia)
- Medicina (Corrientes)
- Odontología (Corrientes)
- Instituto de Ciencias Criminalísticas y Criminología (Corrientes)

La Unne tenía 1500 alumnos en 1957; en la actualidad, esa cifra asciende a alrededor de 60 000; unos 13 000 estudiantes ingresan por año y egresan de las distintas Facultades cerca de 3000 profesionales al año.



Figura 16. Rectorado de la Unne, ciudad de Corrientes. Fuente: FADyCC–Unne

La huella ecológica se calculó en una de las Facultades de la Unne, la Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADyCC), ubicada en la ciudad de Resistencia. Es una Facultad muy joven, creada el 1 de enero de 2010, que divide su organización en tres áreas: Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura.

Las carreras que se dictan en la FADyCC son las siguientes:

- Licenciatura en Gestión y Desarrollo Cultural (Área de Ciencias de la Cultura)
- Licenciatura en Turismo (Área de Ciencias de la Cultura)
- Licenciatura en Artes Combinadas (Área de Artes)
- Tecnicatura en Diseño de Imagen, Sonido y Multimedia (Área de Diseño)

Existen alrededor de 1400 alumnos distribuidos entre las distintas carreras mencionadas anteriormente, y un personal de 239 personas: 180 profesores y 59 administrativos y no docentes.



Figura 17. Frente de la FADyCC



Figura 18. Imagen del frente de la FADyCC



Figura 19. Frente de la FADyCC-Unne



Figura 20. Logo de la Facultad y pasillo

2.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA: ENTRADAS Y SALIDAS

El sistema en estudio elegido (FADyCC) presenta las siguientes consideraciones para su análisis: como entradas se consideran el consumo de recursos naturales (agua, materiales para el mantenimiento de edificios, papel y combustibles fósiles: energía eléctrica, energía calorífica, movilidad) y como salidas, la producción de residuos y las emisiones de CO₂.

Para la obtención de datos, tanto de la entrada como de la salida de variables del sistema, se utilizaron diferentes métodos, de acuerdo al tipo de dato: fuente de información directa, mediante encuestas a personas calificadas (administrativos de la Facultad) y estudiantes. Otro grupo de datos ameritó su obtención a través de cálculos (emisiones de CO₂). A continuación, se presenta la tabla 1 con la descripción del sistema con sus entradas y salidas.

Tabla 1. Entradas y salidas del sistema

<u>ENTRADAS (CONSUMO DE RECURSOS NATURALES)</u>	<u>SALIDAS (EMISIONES)</u>
<u>Agua</u>	<u>CO₂</u>
<u>Energía eléctrica</u>	
<u>Papel</u>	<u>Residuos sólidos (peligrosos y no peligrosos)</u>
<u>Movilidad</u>	
<u>Mantenimiento de edificios</u>	

Fuente: elaboración propia, a partir de López Álvarez (2008)

2.2. TIPOS DE RECURSOS Y DE RESIDUOS CONSIDERADOS EN EL CÁLCULO DE LA HE

Los consumos de recursos naturales de la FADyCC anualmente se presentan como «entradas» en la Tabla 2 y como «salidas» en la Tabla 3, mientras que la Tabla 4 expresa otros datos necesarios para el análisis de este sistema.

Tabla 2. Entradas

<u>CONSUMO DEL RECURSO</u>	<u>FORMAS DE OBTENER</u>	<u>DATOS OBTENIDOS</u>
<u>Agua</u>	<u>Boletas de consumo eléctrico proporcionadas por la administración de la Facultad</u>	<u>Consumo anual: 1316 M3-1316000 L</u>

<u>Energía eléctrica y calórica</u>	<u>Boletas de consumo eléctrico proporcionadas por la administración de la Facultad</u>	<u>Consumo anual: 101486 KWH</u>
<u>Movilidad del personal</u>	<u>Encuesta</u>	<u>Se detallan más adelante</u>
<u>Movilidad del estudiante</u>	<u>Encuesta</u>	<u>Se detallan más adelante</u>
<u>Papel del personal</u>	<u>Datos de compras de papel realizadas por la administración de la Facultad</u>	<u>260 resmas de 500 hojas de 80 gr por año</u>
<u>Papel del estudiante</u>	<u>Encuesta</u>	<u>Se detallan más adelante</u>

Tabla 3. Salidas

<u>PRODUCCIÓN</u>	<u>FORMAS DE OBTENER</u>	<u>DATOS OBTENIDOS</u>
<u>Residuos urbanos no peligrosos</u>	<u>Peso de las bolsas</u>	<u>5 kg/día</u>
<u>Residuos urbanos peligrosos</u>	<u>Peso de los residuos peligrosos*</u>	<u>7,4 kg/año</u>

*(Peligrosos: aceites, ácidos y álcalis, absorbentes biosanitarios usados, disolventes, baterías, equipos electrónicos, incluye tubos fluorescentes, envases plásticos, metálicos y de vidrio, filtros de aceite, pilas, tóner, etcétera).

Tabla 4. Otros datos necesarios para el análisis del sistema

<u>DATOS</u>	<u>CANTIDADES</u>
<u>Superficie total del campus</u>	<u>1865 m²</u>
<u>Cantidad de personal</u>	<u>239 (180 profesores y 59 no docentes)</u>
<u>Cantidad de alumnos</u>	<u>1400</u>

A continuación, se detalla el contenido de las encuestas realizadas para este análisis.

Encuesta 1. Consumo de papel por parte del estudiante:

1. Consumo aproximado de papel durante una semana lectiva.

El consumo de papel por parte de los alumnos se calculó teniendo en cuenta la contribución de tres principales formas de consumo entre estudiantes:

- a. Papel consumido para apuntes durante las clases (número de hojas de papel, folios y hojas de cuadernos empleados por semana);
- b. papel consumido para realizar trabajos encargados en diferentes materias (se consideran 5 hojas/trabajo/estudiante);
- c. papel consumido en fotocopias en el año académico (cantidad total de hojas consumidas al año).

Porcentaje de consumo de papel reciclado a lo largo del curso (número de hojas de papel recicladas).

Datos suministrados por el área administrativa relacionados al consumo de papel por parte del personal: compras realizadas durante todo el año por parte del área encargada de compras, cantidad de resmas y gramos de las mismas.

Encuesta 2. Movilidad (por el personal y por los estudiantes)

Entre otras cosas se les preguntó:

1. Medio de transporte empleado en los desplazamientos entre el lugar de residencia y la FADyCC (auto-moto-colectivo);
2. Número semanal de desplazamientos;
3. Distancia media en kilómetros por trayecto.

A partir de estos datos, se calcula el número de kilómetros anuales por medio de transporte

MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO PARA IR DE SU CASA A LA FADyCC Y VICEVERSA				
<input type="checkbox"/> AUTO a NAFTA	<input type="checkbox"/> AUTO DIESEL	<input type="checkbox"/> MOTO	<input type="checkbox"/> COLECTIVO	<input type="checkbox"/> OTRO ESPECIFICAR
NÚMERO DE VECES POR SEMANA QUE VA DE:			<input type="checkbox"/> SU CASA A LA FADyCC: <input type="checkbox"/> FADyCC A SU CASA:	
DISTANCIA APROXIMADA EN KM DE CADA TRAYECTO			<input type="checkbox"/> SU CASA A LA FADyCC: <input type="checkbox"/> FADyCC A SU CASA:	

Encuesta a estudiantes de la FADyCC

MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO PARA IR DE SU CASA A LA FADyCC Y VICEVERSA				
<input type="checkbox"/> AUTO A NAFTA	<input type="checkbox"/> AUTO DIESEL	<input type="checkbox"/> MOTO	<input type="checkbox"/> COLECTIVO	<input type="checkbox"/> OTRO ESPECIFICAR
NUMERO DE VECES POR SEMANA QUE VA DE:			<input type="checkbox"/> SU CASA A LA FADyCC: <input type="checkbox"/> FADyCC A SU CASA:	
DISTANCIA APROXIMADA EN KM DE CADA TRAYECTO			<input type="checkbox"/> SU CASA A LA FADyCC: <input type="checkbox"/> FADyCC A SU CASA:	

2.3. CÁLCULOS DE EMISIONES DE CO₂

El cálculo de las emisiones de CO₂ se puede realizar de manera directa, cuando a los valores de los consumos se los conoce de antemano, o de forma indirecta, cuando hay que hallarlos, como en este caso específico, que algunos valores se obtienen a través de una encuesta.

Cálculo directo

Se aplica un cálculo directo en los casos en que se tengan los datos de consumos conocidos, por lo que habrá que transformar los consumos a emisiones equivalentes de CO₂, mediante los factores de conversión correspondientes y coherentes en unidades (López Álvarez, 2008). Si se obtienen los consumos y sus correspondientes factores de conversión, se unificarán las unidades, lo que permitirá analizar y cotejar los resultados. Finalmente, todos los cálculos de emisiones de CO₂ deben tener las mismas unidades.

En general, una vez que se conocen los factores de emisión y se dispone de los datos de consumo, únicamente hay que multiplicar por el correspondiente factor de emisión para conocer las emisiones asociadas.

Emisiones asociadas a la movilidad propia de vehículos de la FADyCC

La FADyCC cuenta con un vehículo propio, con motor diésel, que consumió en 2017 un total de 2864 litros de gasoil. Si aplicamos el factor de conversión para gasoil tendremos emisiones asociadas a la movilidad del vehículo propio de la FADyCC:

$$\begin{aligned} \text{Consumo (litros)} \ 2\ 864 \times \text{Factor de emisión gasoil (kg CO}_2\text{/litro gasoil)} \ 2,79 \\ 2\ 864 \times 2,79 = 7\ 990,56 \text{ kg de CO}_2 \end{aligned}$$

Emisiones asociadas a la generación de residuos

CONSUMO DE COMBUSTIBLE MOVILIDAD PROPIA (LITROS) (KG CO ₂ /LITRO GASOIL)	FACTOR DE EMISIÓN
2 864	2,79
Emisiones asociadas a vehículos propios = 7990,56 kg CO ₂	

Residuos urbanos no peligrosos

La FADyCC produce 5 kg de residuos urbanos no peligrosos por día, entre los que se destacan: yerba, café, papel, botellas de plástico, latas, pañuelos descartables, entre otros, si se tienen en cuenta los 365 días del año; para saber cuántos días corresponden al año lectivo universitario, hay que restar los días de fines de semana (100), días feriados (15) y días de vacaciones (45). Esto da un resultado de unos 200 días hábiles al año en los que se genera basura y si se realiza la operación de 200 días hábiles por 5 kg, el resultado es que se producen 1000 kg de basura urbana al año en la Facultad.

En este caso, como se dispone de datos de generación de residuos, se aplica directamente el factor de emisión y se obtienen las emisiones de CO₂ (Norverto, 1997), tal como se muestra en la siguiente fórmula, donde «(un)» indica las unidades en las que se computa cada consumo o generación y el factor de emisión según Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2006), que considera para residuos urbanos (no peligrosos) 91,70 kg CO₂/kg residuo.

Donde:

Emisiones (kg CO₂) = consumo o generación (un) x Factor Emisión kg CO₂/(un)

Para una producción de 100 kg de residuos y su factor de conversión de 91,70, aplicando la fórmula se obtiene:

Emisiones (kg CO₂) = 1000 kg x 91,70 kg CO₂/kg

Emisiones = 91 700 kg CO₂

GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS (KG)	FACTOR DE CONVERSIÓN (KG CO ₂ /KG)
1000	91,70
Emisiones asociadas a la generación de residuos = 91 700 kg CO ₂	

Residuos urbanos peligrosos

En cuanto a la generación de residuos peligrosos, solamente se produce generación de residuos electrónicos (incluyendo tubos fluorescentes y tóner), de los cuales la FADyCC

produce 7,4 kg anuales. Cabe aclarar que no son producidos otros tipos de residuos peligrosos debido al tipo de tareas que se realizan en la Facultad. Los anteriormente citados residuos peligrosos tienen un factor de emisión de $1,35 \cdot 10^{-02}$, aplicando la misma fórmula del caso anterior de los residuos urbanos se tendría lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Emisiones (kg CO}_2\text{)} &= \text{consumo o producción (un)} \times \text{Factor Emisión kg CO}_2\text{/ (un)} \\ \text{Emisiones (kg CO}_2\text{)} &= 7,4 \text{ kg} \times 1,35 \cdot 10^{-02} \text{ kg CO}_2\text{/kg} \\ \text{Emisiones} &= 7,4 \times 0,0135 = 0,0999 \text{ kg CO}_2 \end{aligned}$$

<u>GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS PELIGROSOS (KG)</u>	<u>FACTOR DE CONVERSIÓN (KG CO₂/KG)</u>
<u>7,4</u>	<u>1,35x10⁻⁰²</u>
<u>Emisiones asociadas a la generación de residuos peligrosos = 0,0999 kg CO₂</u>	

Cálculo indirecto

Como se comentó anteriormente, para obtener datos relacionados con transporte y hábitos de consumo de papel de los estudiantes, los mismos se evaluaron a partir de encuestas, es lo que se denomina cálculo indirecto (Fundación Aranjuez Paisaje Natural y Centro de Educación Ambiental del Paisaje de Aranjuez, 2005-2006). Una vez obtenidos los datos, se aplican directamente los factores de emisión.

Para el estudio de huella es necesario disponer de datos relativos a la totalidad de la Universidad, por lo que se emplearon los factores de extrapolación sobre los valores obtenidos a partir de encuestas realizadas a una cantidad estadísticamente representativa de miembros de la Universidad.

El cálculo del tamaño muestral se realizó con la siguiente fórmula, para un muestreo aleatorio simple, con un nivel de confianza del 95% y un error de estimación del 5%:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Siendo: n = tamaño de la muestra (número de entrevistas a realizar); N = tamaño de la población; α = el nivel de confianza elegido, se tomó un 95%; Z_{α} = el valor de Z (siendo Z una variable normal centrada y reducida) que deja fuera del intervalo a $\pm Z_{\alpha}$, una proporción α de los individuos; p = proporción en que la variable estudiada se da en la población, en nuestro caso 0.5; q = 1 - p; y e = error de la estimación, para nuestro caso, se tomó 5%.

Una vez diseñada la muestra y realizadas las encuestas, se calcula el valor medio de las respuestas y se lo multiplica por el total de la población.

Emisiones asociadas al consumo de electricidad

Se incluyen aquí todos los consumos de electricidad de 2017 en la FADyCC, obtenidos por cálculo directo: Cálculo del Factor de Emisión de CO₂ de la Red Argentina de Energía Eléctrica¹ que han realizado los cálculos correspondientes a la red argentina para 2015: 0,509 kg CO₂/KWH.

<u>CONSUMO TOTAL DE ELECTRICIDAD (KWH)</u>	<u>FACTOR DE CONVERSIÓN (KG CO₂/KWH)</u>
101 486	0,509

Emisiones asociadas a consumo de electricidad = 51 656,37 kg CO₂

Emisiones asociadas al mantenimiento edilicio

Se consideró en el presente cálculo que la vida útil de los edificios de la Facultad es de 50 años, que es el tiempo estimado que transcurre sin que sea necesario realizar obras de acondicionamiento de envergadura suficiente como para modificar el valor del factor.

La superficie total construida de todos los edificios en la FADyCC es de 1865 m². El factor de emisión estimado, para un edificio universitario, a partir de las emisiones de dióxido de carbono, debidas a la construcción de la estructura, cubiertas, pavimentos, paredes, sistemas de iluminación, instalaciones, revestimientos y pinturas es de 521 kg CO₂/m², según Cuchí I Burgos, López y López-Redondo ([1999] 2005).

Por tanto, las emisiones asociadas a construcción en este trabajo son:

$$\begin{array}{l} \text{Superficie construida x factor de emisión} = 1865 \times 521 \\ \text{Vida útil de la construcción} \quad \quad \quad 50 \text{ (años)} \quad \quad \quad 50 \end{array} \quad \frac{971\ 665}{50} = 19\ 433,30$$

<u>SUPERFICIE CONSTRUIDA (M²)</u>	<u>FACTOR DE CONVERSIÓN (KG CO₂/M²)</u>
1 865	521

Emisiones asociadas al mantenimiento edilicio: 19 433,30 kg CO₂/año

Emisiones asociadas a la movilidad de vehículos no propios del personal docente y no docente de la FADyCC

Como se describiera anteriormente, para obtener datos relacionados con transporte y hábitos de consumo de papel de los estudiantes, fue necesaria la elaboración de encuestas, a lo que se llama cálculo indirecto. De igual manera, se utilizaron las mismas para

1. La Secretaría de Energía y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

calcular las emisiones asociadas a la movilidad de vehículos no propios. Una vez obtenidos los datos, se aplicaron directamente los factores de emisión.

Para el estudio de la HE fue necesario disponer de datos de la totalidad de la Facultad, por lo que, a tal fin, se emplearon factores de extrapolación sobre los valores obtenidos de las encuestas realizadas a una cantidad estadísticamente representativa de integrantes de la Facultad.

El cálculo del tamaño muestral se realizó con la siguiente fórmula para un muestreo aleatorio simple, con un nivel de confianza del 95% y un error de estimación del 5%, ya que la FADyCC cuenta en su planta de personal con 180 docentes y 59 no docentes (administrativos, técnicos y ordenanzas), y entre ambas plantillas suman 239 personas.

De este total general de personal, se saca el tamaño de la muestra, a través de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Siendo: n = tamaño de la muestra (número de entrevistas a realizar); N = tamaño de la población: 239; α = el nivel de confianza elegido: 95%; Z_{α} = el valor de Z (siendo Z una variable normal centrada y reducida) que deja fuera del intervalo a $\pm Z_{\alpha}$, una proporción α de los individuos: 1,96; p = proporción en que la variable estudiada se da en la población, en nuestro caso 0,5; q = 1 - p; e = error de la estimación, para este estudio, se tomó un 5%.

Aplicando la fórmula:

$$\frac{239 \times 1,96^2 \times (0,5 \times 0,5)}{0,05^2 \times (239-1) + 1,96^2 \times (0,5 \times 0,5)} = \frac{239 \times 3,8416 \times 0,25}{0,0025 \times 238 + 3,8416 \times 0,25} = \frac{229,5356}{0,595 + 0,9604}$$

$$n = \frac{229,5356}{1,5554} \quad n = 147,573$$

Tamaño de la muestra para realizar la encuesta = 148 personas 1,5554

Una vez diseñada la muestra y realizadas las encuestas, se calculó el valor medio de las respuestas y se multiplicó por el total de la población (Fig. 21).

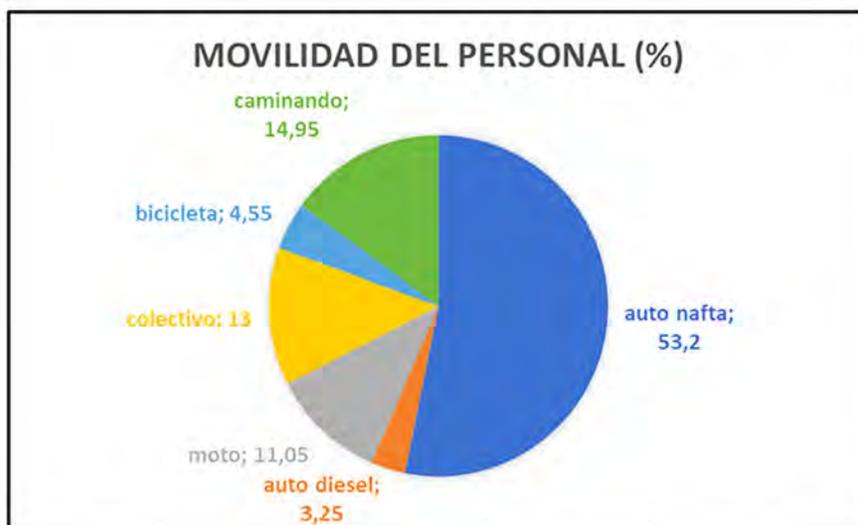


Figura 21. Movilidad del personal de la Facultad

Según las encuestas realizadas al personal docente y no docente de la Facultad, en promedio cada persona recorre 18 km por día para ir y volver a la Facultad, y también en promedio lo hacen 3 veces por semana, con lo cual se tendrá que cada persona recorre 54 km por semana. Si a esa cantidad se la divide por los 5 días hábiles de la semana, implica que cada persona recorre 10,8 km por día.

Asimismo, como resultado de las encuestas se pudo obtener el porcentaje de personas que realiza el recorrido según medio de transporte (Tabla 10) y los resultados fueron:

Tabla 10. Porcentaje de personas que realiza el recorrido según medio de transporte

<u>TIPO DE MOVILIDAD</u>	<u>% DE PERSONAS</u>	<u>CANTIDAD DE PERSONAS/MOVILIDAD</u>
<u>Auto Nafta</u>	<u>53,20</u>	<u>127</u>
<u>Auto Diésel</u>	<u>3,25</u>	<u>8</u>
<u>Colectivo</u>	<u>13</u>	<u>31</u>
<u>Moto</u>	<u>11,05</u>	<u>26</u>
<u>Bicicleta</u>	<u>4,55</u>	<u>11</u>
<u>Caminando</u>	<u>14,95</u>	<u>36</u>

Cada una de las personas recorre en promedio 10,8 km por día. En este caso, solo se utilizarán los medios de transporte que impliquen un consumo de combustible y, por lo tanto, no se tendrá en cuenta la movilidad del personal que se traslada en bicicleta ni a pie.

El paso siguiente fue el de calcular cuánto combustible consumieron esas personas en cada medio de transporte que utilizaron (Tabla 10), en función de los distintos rendimientos de los motores y combustibles utilizados para que funcionen.

Tabla 11. Consumo de combustible de personas según medio de transporte

<u>TIPO DE MOVILIDAD</u>	<u>DISTANCIA KM/DÍA</u>	<u>RENDIMIENTO PROMEDIO (L/KM)</u>	<u>CONSUMO TOTAL DE COMBUSTIBLE (L/DÍA)</u>
<u>Auto nafta</u>	<u>1372</u>	<u>0,081</u>	<u>111,13</u>
<u>Auto diésel</u>	<u>86</u>	<u>0,053</u>	<u>4,56</u>
<u>Colectivo</u>	<u>335</u>	<u>0,33</u>	<u>110,55</u>
<u>Moto</u>	<u>281</u>	<u>0,030</u>	<u>8,43</u>

Consumo de combustible = km recorridos x rendimiento de combustible

Una vez que se hallaron los totales de consumo de combustible por cada persona y por cada tipo de movilidad, se necesitó multiplicarlos por los Factores de Conversión de cada tipo de combustible, que en realidad son solo dos, para el combustible nafta o gasolina 2,38 kg CO₂/litro y para el combustible diésel 2,61 kg CO₂/litro.

Tabla 12. Consumo de combustible por persona y por tipo de movilidad

<u>TIPO DE MOVILIDAD</u>	<u>FACTOR DE CONVERSIÓN</u>	<u>EMISIONES ASOCIADAS CO₂ (KG/DÍA)</u>
<u>Auto nafta</u>	<u>2,38</u>	<u>265</u>
<u>Auto diésel</u>	<u>2,61</u>	<u>12</u>
<u>Colectivo</u>	<u>2,61</u>	<u>289</u>
<u>Moto</u>	<u>2,38</u>	<u>20</u>
<u>Total</u>		<u>586</u>

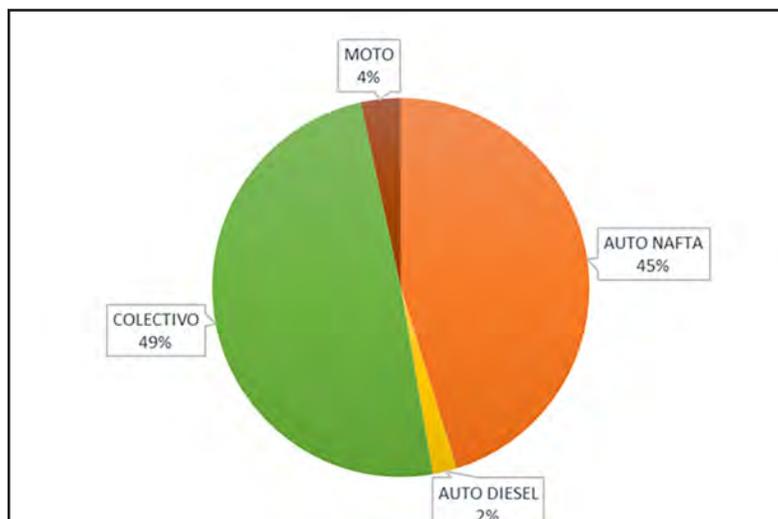


Figura 22. Contribución de emisiones de CO₂ según el medio de transporte utilizado

Por lo tanto, la FADyCC tiene emisiones diarias de 586 kg/día de CO₂ (Fig. 22), y si se tiene en cuenta que la cantidad de días lectivos al año es de alrededor de 200, se obtienen emisiones de 117 200 kg/CO₂ anuales, producidos por los distintos medios de transporte que utiliza el personal de la Facultad.

Emisiones asociadas a la movilidad de vehículos no propios de alumnos de la FADyCC

Para completar el cálculo de las emisiones de CO₂ por el tipo de medio de transporte utilizado por los alumnos, se realizó el procedimiento completo igual al anteriormente calculado para la movilidad del personal docente.

El primer paso fue calcular el tamaño de la muestra para realizar la encuesta, con lo cual se volvió a aplicar la fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Siendo: n = tamaño de la muestra (número de entrevistas a realizar); N = tamaño de la población: 1 400; = el nivel de confianza elegido: 95%; Z = el valor de Z (siendo Z una variable normal centrada y reducida) que deja fuera del intervalo a $\pm Z$, una proporción de los individuos: 1,96; p = proporción en que la variable estudiada se da en la población, en este caso, 0.5; q = 1 - p; y e = error de la estimación, para este estudio: 5%.

Aplicando la fórmula:

$$1400 \times 1,962 \times (0,5 \times 0,5) = 0,052 \times (1400-1) + 1,962 \times (0,5 \times 0,5) = 1344,56$$

$$1400 \times 3,8416 \times 0,25 = 0,0025 \times 1399 + 3,8416 \times 0,25 = 1344,56$$

$$3,4975 + 0,9604$$

$$n = \frac{1344,56}{4,4579} \quad n = 301,61$$

Tamaño de la muestra para realizar la encuesta = 302 alumnos

Según los resultados de las encuestas realizadas a los alumnos de las carreras de Licenciatura en Gestión y Desarrollo Cultural, Licenciatura en Artes Combinadas y Licenciatura en Turismo, en promedio cada persona recorre 12 km por día para ir y volver a la Facultad, y también en promedio lo hacen 5 veces por semana, con lo cual se tendrá que cada persona recorre 60 km por semana, a esa cantidad la dividimos por los 5 días hábiles de la semana y, en conclusión, recorre 12 km por día.

También como resultado de las encuestas se pudo obtener el porcentaje de personas que realiza el recorrido según medio de transporte y los resultados fueron:

Tabla 13. Cantidad de personas según medio de movilidad y porcentaje de uso

TIPO DE MOVILIDAD	% DE PERSONAS	CANTIDAD DE PERSONAS/MOVILIDAD
Auto nafta	9	126
Auto diésel	2	28
Colectivo	64	896
Moto	9	126
Bicicleta	7	98
A pie	9	126

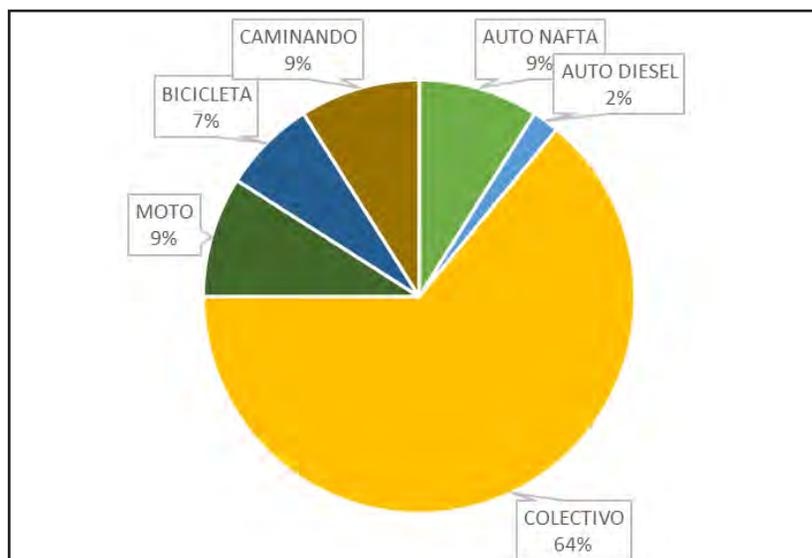


Figura 23. Movilidad de los alumnos de la Facultad

En este análisis solo se utilizan los medios de transporte que impliquen un consumo de combustible, por lo tanto, no se tuvieron en cuenta las movibilidades de los estudiantes que se trasladan en bicicleta ni caminando (Fig. 23).

El paso siguiente fue el de calcular cuánto combustible consumieron esas personas en cada medio de transporte que utilizaron, en función de los distintos rendimientos de los motores y combustibles utilizados para que funcionen.

Tabla 14. Distancia, rendimiento y consumo de combustible según tipo de movilidad

<u>TIPO DE MOVILIDAD</u>	<u>DISTANCIA KM/DÍA</u>	<u>RENDIMIENTO PROMEDIO (L/KM)</u>	<u>CONSUMO TOTAL DE COMBUSTIBLE (L/DÍA)</u>
<u>Auto nafta</u>	<u>1512</u>	<u>0,081</u>	<u>122,47</u>
<u>Auto diésel</u>	<u>336</u>	<u>0,053</u>	<u>17,80</u>
<u>Colectivo</u>	<u>10 752</u>	<u>0,33</u>	<u>3548,16</u>
<u>Moto</u>	<u>1512</u>	<u>0,030</u>	<u>45,36</u>

Consumo de combustible = km recorridos x rendimiento de combustible

Una vez que se hallaron los totales de consumo de combustible por cada persona y por cada tipo de movilidad, se necesitó multiplicarlos por los Factores de Conversión de cada tipo de combustible, que en realidad son solo dos, para el combustible nafta o gasolina 2,38 kg CO₂/litro y para el combustible diésel 2,61 kg CO₂/litro y se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 15. Factor de conversión y emisiones asociadas según tipo de movilidad

<u>TIPO DE MOVILIDAD</u>	<u>FACTOR DE CONVERSIÓN</u>	<u>EMISIONES ASOCIADAS CO₂ (KG/DÍA)</u>
<u>Auto nafta</u>	<u>2,38</u>	<u>291,47</u>
<u>Auto diésel</u>	<u>2,61</u>	<u>46,46</u>
<u>Colectivo</u>	<u>2,61</u>	<u>9260,70</u>
<u>Moto</u>	<u>2,38</u>	<u>107,96</u>
<u>Total</u>		<u>9707</u>

Como se puede observar en la Tabla 15, las mayores emisiones de CO₂ expresadas en (kg/día) corresponden a la movilidad generada por el transporte de los alumnos en colectivo, con un total de 9260,70 kg de CO₂ por día, seguido por el transporte en auto a nafta con 291,47 kg de CO₂ por día, las motos con 107,96 kg de CO₂ por día y, por último, los que se transportan en auto diésel con 46,46 kg de CO₂ por día.

Si ahora esos totales de emisiones de CO₂ por medio de transporte se los pasa a porcentajes del total, se tendrá que las emisiones producidas por el transporte en colectivo generan el 95% de las emisiones totales de CO₂, seguidas con mucho menos porcentaje de emisiones las generadas por el auto a nafta con el 3%, y por la moto y el auto diésel con un 1% cada uno de los medios. Esto se puede apreciar en la siguiente figura.

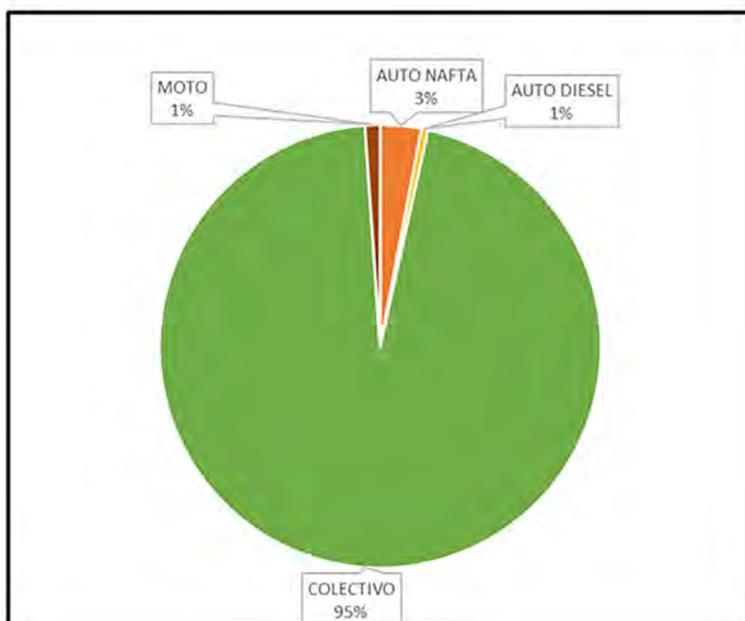


Figura 24. Emisiones de CO₂ según medio de transporte utilizado

Por lo tanto, la FADyCC tiene emisiones de CO₂ diarias de 9 707 kg/día de CO₂, y si se tiene en cuenta que la cantidad de días lectivos al año es de alrededor de 200, se obtienen emisiones de 1 941 400 kg/CO₂ anuales producidos por los distintos medios de transporte que utiliza el alumnado de la Facultad.

Emisiones asociadas al consumo de agua

El agua consumida en la FADyCC es suministrada por la empresa Servicio de Agua y Mantenimiento Empresa del Estado Provincial (Sameep). Los datos de los consumos fueron obtenidos de las facturas que recibe la Facultad, con sus correspondientes consumos mensuales para el pago.

En este tipo de emisión en particular, para calcularlas, se utilizaron los datos aportados por la propia compañía suministradora, que ha obtenido su factor de conversión: 0,12 kg CO₂/m³ procesado, siendo «m³ de agua procesado», los m³ de agua potabilizados más m³ de agua depurados, ya que la organización consume energía eléctrica y gas natural tanto en potabilizar como en depurar.

CONSUMO TOTAL DE AGUA (M ³)	FACTOR DE CONVERSIÓN: KG CO ₂ /M ³
1316	0,12

Emisiones asociadas al consumo de agua: 157,92 kg CO₂

Emisiones asociadas al consumo de papel

Para obtener las emisiones relacionadas al consumo de papel, se tomaron como base para el cálculo los datos aportados por el área administrativa de la FADyCC y las encuestas realizadas a los alumnos. Posteriormente, se realizaron extrapolaciones para la totalidad de la población universitaria (personal + alumnos), obteniéndose así la cantidad total de papel utilizado:

Personal

Consumo: 260 resmas anuales de hoja tamaño A4.

Como la densidad del papel es de 80 g/m² y 1 m de papel contiene 16 hojas de A4, se puede calcular el peso del papel empleado:

$$\text{Peso de papel} = \frac{g}{16 \times 10^6} \times N \quad P = \frac{80}{16\ 000\ 000} \times (260 \times 500) \quad P = \frac{80 \times 130.000}{16\ 000\ 000}$$

$$P = \frac{10\ 400\ 000}{16\ 000\ 000} = 0,65 \text{ tn } 650 \text{ kg}$$

Peso de papel A4 (toneladas) = P es el peso de papel (kg), g es el gramaje papel (g/m²) y N, número de hojas.

Factor de conversión papel virgen (Mg CO₂/Mg papel) = 1,84

CONSUMO PAPEL PERSONAL FADyCC (TN)	FACTOR DE CONVERSIÓN (MG CO ₂ /MG PAPEL)
0,65	1,84

Emisiones asociadas al consumo de papel: 1,196 kg CO₂

Alumnos

En el caso del consumo de papel por parte de los alumnos, se necesitó realizar una encuesta para ver cuánto papel consumieron, entre apuntes, trabajos presentados y fotocopias.

Para realizar la encuesta, primero, como en el caso anterior de la movilidad, se necesitó contar con el total de la población, en este caso 1400 alumnos, para saber el tamaño muestral. En función del total de alumnos con que cuenta la FADyCC, se aplicó la fórmula siguiente:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Siendo: n = tamaño de la muestra (número de entrevistas a realizar); N = tamaño de la población: 1400; e = el nivel de confianza elegido, tomaremos 95%; Z = el valor de Z (siendo Z una variable normal centrada y reducida) que deja fuera del intervalo a ±Z, una

proporción de los individuos: 1,96; p = proporción en que la variable estudiada se da en la población, en nuestro caso 0,5; q = 1 - p; e = error de la estimación, para nuestro caso, tomaremos 5%.

Aplicando la fórmula:

$$\frac{1400 \times 1,96 \times (0,5 \times 0,5)}{0,05^2 \times (1400-1) + 1,96^2 \times (0,5 \times 0,5)} = \frac{1400 \times 3,8416 \times 0,2}{0,0025 \times 1399 + 3,8416 \times 0,25} = \frac{1.344,56}{3,4975 + 0,9604}$$

$$n = \frac{1.344,56}{4,4579} \quad n = 301,61$$

Tamaño de la muestra para realizar la encuesta = 302 alumnos

Los resultados obtenidos a través de las encuestas son:

Tabla 18. Cantidad total de hojas por alumnos según tipo de uso

<u>TIPO DE PAPEL</u>	<u>CONSUMO DE PAPEL</u>	<u>CANTIDAD TOTAL POR ALUMNO (HOJAS/AÑO LECTIVO)</u>	<u>CANTIDAD TOTAL (HOJAS/AÑO LECTIVO)</u>
Hojas para apuntes		280	392 000
Hojas para trabajos		500	700 000
Fotocopias		652	912 800
Total		1432	2 004 800

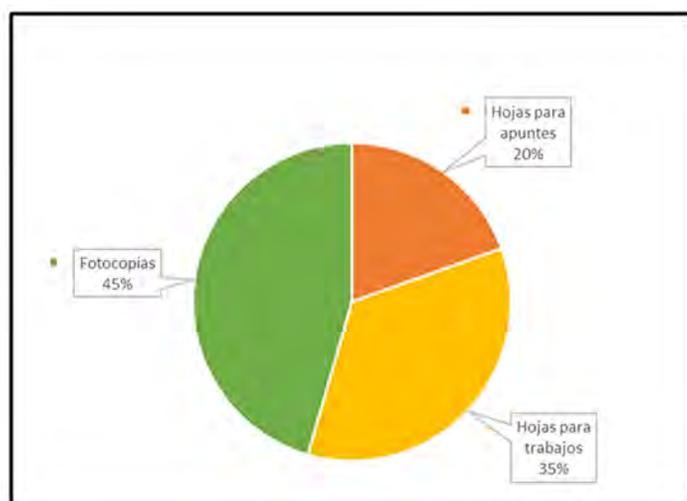


Figura 25. Porcentaje de hojas consumidas por los alumnos por año lectivo y tipo de uso

Del total de 2 004 800 hojas consumidas por el alumnado por año, 1 663 984 son A4 vírgenes y 340 816 son A4 reutilizadas. Ahora, con la cantidad de hojas por tipo de uso y por año lectivo, se halló el peso correspondiente a esos montos. Como la densidad del papel es de 80 g/m² y 1m de papel contiene 16 hojas de DIN A4, se pudo calcular el peso del papel empleado:

$$\text{Peso de papel A4 virgen (Tn)} = \frac{80 \times n}{16 \times 10^6} = \frac{80 \times 1\,663\,984}{16 \times 10^6} = 8,32 \text{ toneladas de A4 virgen}$$

$$\text{Peso de papel A4 reutilizado (Tn)} = \frac{80 \times n}{16 \times 10^6} = \frac{80 \times 340\,816}{16 \times 10^6} = 1,70 \text{ toneladas de A4 reutilizado}$$

Siendo: 80 los gramos de las hojas y N, el número de hojas A4.

Los resultados son:

- Peso papel A4 virgen = 8,32 toneladas.
- Peso papel A4 reutilizado = 1,70 toneladas.

Factor de conversión papel virgen (Mg CO₂/Mg papel) =1,84

Factor de conversión papel reutilizado (Mg CO₂/Mg papel) =0,61

Emisiones de CO₂ del papel virgen = (8,32 Tn X 1,84) = 15,308 Tn CO₂ o 15 308 kg CO₂

Emisiones de CO₂ del papel reutilizado = (1,70 Tn X 0,61) = 1,037 Tn CO₂ o 1037 kg CO₂

Emisiones totales de CO₂ debidas al consumo de papel = 16 345 kg CO₂

Cálculo de emisiones totales de CO₂

Una vez halladas las emisiones en kg/CO₂ de cada una de las categorías, como se aprecia en la Tabla 19, se procedió a pasar esos resultados a toneladas de CO₂. Luego se hallaron los porcentajes de emisión de CO₂ que tiene cada categoría o consumo, con la finalidad de tener una mejor apreciación y comparación.

Tabla 19. Cantidad de emisiones en Kg, Tn y % de emisiones de CO₂, por categorías

<u>CATEGORÍA/EMISIONES</u>	<u>(KG DE CO₂)</u>	<u>(TN DE CO₂)</u>	<u>% EMISIÓN DE CO₂</u>
Movilidad vehículo de la FADyCC	7 990,56	8	0,35
Movilidad de estudiantes	1 941 400	1941	86
Movilidad personal	117 200	117	5
Residuos urbanos	91 700	92	4
Residuos peligrosos	0,0999	0,0001	0,000004
Electricidad	51 656,37	52	2
Construcción de edificios	19 433,30	19	0,8

Consumo de agua	157,92	0,2	0,009
Consumo de papel personal	1,196	0,002	0,00009
Consumo de papel estudiantes	16 345	16	0,7
TOTAL	2 245 884,45	2245	99

Como se observa en la Tabla 19, se obtiene como valor final el total de toneladas de emisiones de CO₂ de la FADyCC: 2 245 Tn/CO₂ en 2017.

El total de estas emisiones estuvieron generadas por todas las actividades de docencia, investigación, administración y docencia que realiza la Facultad para su normal funcionamiento.

También se puede observar que la categoría que más aporta emisiones es la movilidad propia que realizan los estudiantes para acudir a la Facultad, con 86% del total, seguida muy de lejos por la movilidad del personal (5%), la generación de residuos urbanos (4%) y el consumo de electricidad (2%). Luego, con mucho menos influencia sobre la generación de emisiones de CO₂, siguen la utilización de recursos para la construcción y el mantenimiento de los edificios (0,8%), consumo de papel por parte de los estudiantes (0,7%), la utilización del vehículo propio de la Facultad (0,35%), el consumo de agua (0,009%), consumo de papel por parte del personal de la Facultad (0,00009%) y, por último, la generación de residuos peligrosos (0,00004%).

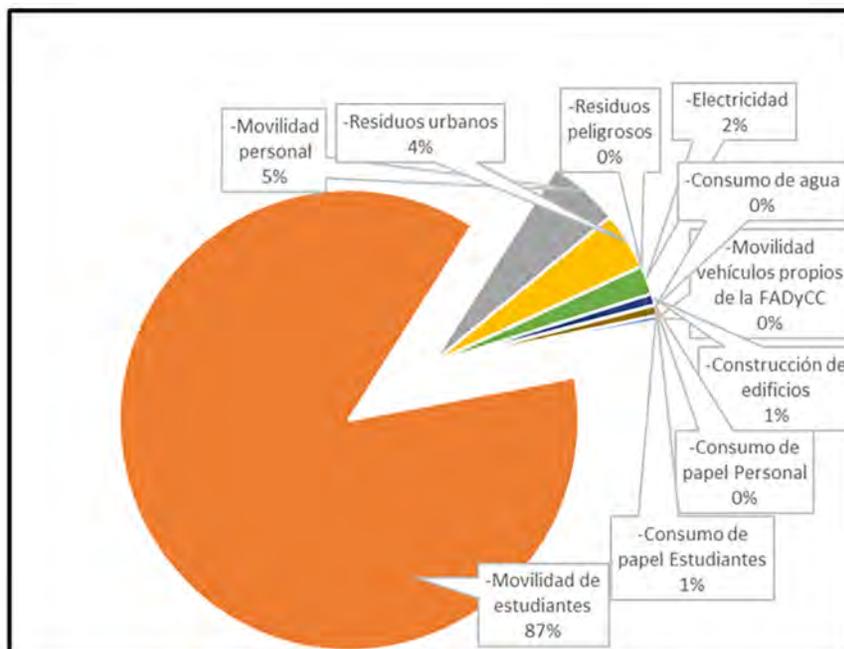


Figura 26. Emisiones en Tn/CO₂/año

En síntesis, si se unifican los tipos de movilidad (vehículo de la Facultad o propio, transporte de alumnos y transporte del personal) en un solo ítem denominado «Movilidad»; de residuos generados (urbanos y peligrosos) en un solo ítem denominado «Residuos» y, por último, de consumo de papel (del personal y de los estudiantes) en un solo ítem denominado «Papel» se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 20. Emisiones de la FADyCC en toneladas y porcentaje anual según consumo de recursos

CONSUMOS	EMISIONES FADYCC (TN/CO ₂ /AÑO)	% EMISIONES FADYCC (TN/CO ₂ /AÑO)
Agua	0,2	0,009
Energía	52	2,32
Papel	16	0,71
Edificios	19	0,85
Movilidad	2066	92
Residuos	92	4,1
Total	2245	100

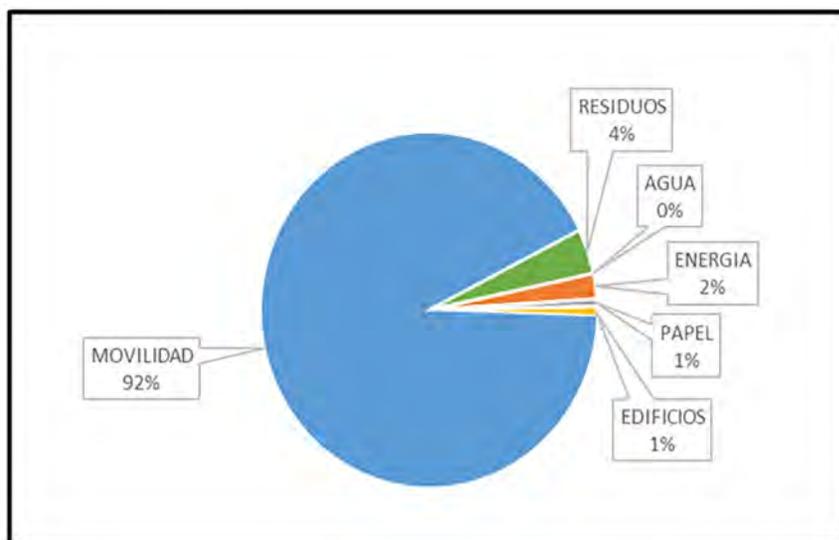


Figura 27. Porcentaje de emisiones de CO₂ en función de los consumos de recursos y actividades

Si ahora, al valor total de emisiones hallado para la Facultad de 2245 t/CO₂/año, se lo divide por la cantidad de personas que conforman la totalidad de la comunidad universitaria de la FADyCC, compuesta por los estudiantes (1400), personal docente (180) y personal no

docente (59), que da un total de 1639 personas, se puede afirmar que las emisiones de CO₂ en la FADyCC son de 1,37 toneladas anuales de CO₂ por persona.

Tabla 21. Comparación de emisiones de CO₂ de la FADyCC y otras Universidades

CATEGORIAS	EMISIONES UNIV. VALLADOLID (ESPAÑA) (22 000 ALUMNOS) (Tn/CO ₂ /AÑO)	EMISIONES UNIV. TEC. PEREIRA (COLOMBIA) (18 500 ALUMNOS) (Tn/CO ₂ /AÑO)	EMISIONES UNIV. SGO. DE COMPOSTELA (ESPAÑA) (32 200 ALUMNOS) (Tn/CO ₂ /AÑO)	EMISIONES FADYCC - UNNE (ARGENTINA) (1400 ALUMNOS) (Tn/CO ₂ /AÑO)
Agua	12	3	170	0,2
Energía	6657	480	9904	52
Papel	292	19	438	16
Edificios	5498	590	5029	19
Movilidad	4200	6271	5750	2066
Residuos	146	116	420	92
Total	22 080	7479	32 408	2245

Como se puede apreciar en la Tabla 21, se compararon las emisiones totales de CO₂ de tres Universidades con la FADyCC. En color están marcados los valores más altos para cada una de las instituciones, a pesar de haber una diferencia de las tres Universidades, dos de España y una de Colombia, con nuestra Facultad en función de tamaño y cantidad de alumnos. Esto se puede observar en que prácticamente existió una concordancia en razón de cuáles son las categorías que más emiten CO₂, teniendo la movilidad, el consumo de energías y el mantenimiento de sus edificios como las variables que más suman a las emisiones totales.

Tabla 22. Emisiones *per cápita* de la FADyCC y otras Universidades

INSTITUCIÓN	UNIV. VALLADOLID (22 000 ALUMNOS)	UNIV. TEC. PEREIRA (18 500 ALUMNOS)	UNIV. SGO. DE COM- POSTELA (32 200 ALUMNOS)	FADYCC- UNNE (1400 ALUMNOS)
Emisiones Tn/ CO ₂ /año per cápita	1	0,40	1	1,37

Para obtener los datos del total de emisiones de CO₂ hallados más comparativos aún, se dividen las emisiones generadas por cada una de ellas por la cantidad de alumnos que concurren y se obtienen las emisiones *per cápita* al año; la cantidad de emisiones de CO₂ al año que genera cada una de las personas que concurre a estudiar o trabajar a cada una

de las instituciones universitarias antes mencionadas.

De acuerdo a una noción más general, según el Banco Mundial, para 2015 la media anual mundial *per cápita* de toneladas de emisión de CO₂ era de 5,0; la media para la Unión Europea era de 6,4 y por países, por ejemplo, para España, 5,0; para Alemania, 8,9; y en países menos desarrollados, como Mozambique, era menos de 0,3, y en Argentina se emitieron 4,7 toneladas de CO₂ *per cápita* al año, Chile 4,7 y Brasil 2,6.

Los países que más emiten son: Qatar (45,4), Kuwait (25,2), Emiratos Árabes Unidos (23,3), Australia (15,4), USA (16,5) y China (7,5), como ejemplos.

2.4. CÁLCULO ACTUAL DE LA HUELLA ECOLÓGICA

Una vez que se calcularon las emisiones de CO₂ y teniendo como dato la extensión de terreno ocupada por las instalaciones, la huella ecológica de la FADyCC fue determinada aplicando directamente la fórmula:

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

De las incógnitas de esta fórmula, ya se cuenta con las emisiones y la superficie de los edificios, la única variable que faltaría encontrar sería el carbono fijado que asimilará el CO₂ emitido.

La capacidad de fijación de CO₂ se refiere a qué ecosistema será el encargado de fijar o secuestrar las emisiones de CO₂ generadas por la institución en estudio (Castillo Marín y Petrillo, 2008).

Como referencias de otros estudios realizados para el cálculo de HE, se han utilizado en función de la ubicación de la institución o Universidad los siguientes valores, la Universidad de Valladolid (Oficina de Calidad Ambiental y Sostenibilidad, Vicerrectorado de Patrimonio e Infraestructuras y Universidad de Valladolid, 2014), al estar ubicada en áreas de bosques, tomó como valor de absorción 4,04 Tn CO₂/ha/año; la Universidad de Santiago de Compostela, ubicada sobre terreno forestal gallego, 6,27 Tn CO₂/ha/año; la Universidad Tecnológica de Pereira, localizada en zonas del bosque tropical maduro, 5,51 Tn CO₂/ha/año.

Otros ejemplos de capacidad de fijación de CO₂ son, de acuerdo a Mota, Alcaraz, Iglesias, Martínez y Carvajal (2011):

- Plantación de eucalipto: 7,9 Tn CO₂/ha/año
- Plantación de pino: 4,25 Tn CO₂/ha/año
- Plantación de naranjos: 5,6 Tn CO₂/ha/año
- Selvas: 8,5 Tn CO₂/ha/año

- Bosques tropicales: 6 Tn CO₂/ha/año

Para el caso particular de la FADyCC, está ubicada en un área de humedales, que se corresponden con los humedales denominados «Humedales Chaco», según la Convención de Humedales de Ramsar. Se tomó como referencia el trabajo «Suelos de humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano», de María Elizabeth Hernández (2010), que en su estudio estima que los humedales herbáceos de agua dulce secuestran o fijan de 3 a 7 Tn CO₂/ha/año. Por lo tanto, se tomará para el cálculo de la HE como capacidad de fijación el valor de 7 Tn CO₂/ha/año.

Tabla 23. Emisiones totales y huella ecológica de la FADyCC

VARIABLE	EMISIONES FADYCC (TN/CO ₂ /AÑO)	HUELLA ECOLÓGICA (HA/AÑO)
Agua	0,2	0,03
Energía	52	7,43
Papel	16	2,29
Edificios	19	2,71
Movilidad	2065	295
Residuos	92	13
Total	2245	320,46

Se calculó el área de humedales requeridos para absorber las emisiones producidas por el consumo de recursos y la producción de residuos mencionados anteriormente. A partir de la cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera, dividiendo por la capacidad de fijación del humedal (7 Tn CO₂/ha/año), se obtuvo la superficie requerida. A esta cantidad de humedal se sumó directamente también el espacio ocupado por los edificios universitarios de la FADyCC que ocupan 1865 m².

Para comparar los resultados de huella ecológica a partir de áreas con diferentes características, se expresaron los cálculos siguiendo una única medida común, la hectárea global (hag), que se define como una hectárea con la capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber residuos. Para determinar este factor de equivalencia se utiliza la tabla elaborada por la Global Footprint Network que se muestra a continuación y para cada tipo de terreno productivo, se tienen las siguientes definiciones:

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

Figura 28. Definición de las distintas áreas productivas

Fuente: Global Footprint Network.

De allí se desprende la siguiente tabla que muestra los factores de equivalencia de cada superficie.

Categoría de Terreno Productivo	Factor de Equivalencia
Cultivos	2, 18
Pastos	0, 49
Bosques	1, 37
Mar productivo	1, 37
Superficie artificializada	2, 18
Área de absorción de CO ₂	0, 36

Figura 29. Factores de equivalencia según terrenos productivo

Fuente: Global Footprint Network

Para el cálculo de la HE Global dado, que no presenta la GFN, el factor de equivalencia para humedales, se tomó el factor de equivalencia referido a los bosques con un valor de 1,37 (Tabla 24):

Tabla 24. Cálculo de la huella ecológica global

VARIABLE	EMISIONES FADyCC (TN/CO ₂ /AÑO)	HUELLA ECOLÓGICA (HA/AÑO)	FACTOR DE EQUIVALENCIA	HUELLA ECO- LÓGICA GLOBAL (HAG/AÑO)
Agua	0,2	0,03	1,37	0,04
Energía	52	7,43	1,37	10,18
Papel	16	2,29	1,37	3,14
Edificios	19	2,71	1,37	3,71
Movilidad	2065	295	1,37	404
Residuos	92	13	1,37	17,81
Total	2245	320,46		438,88

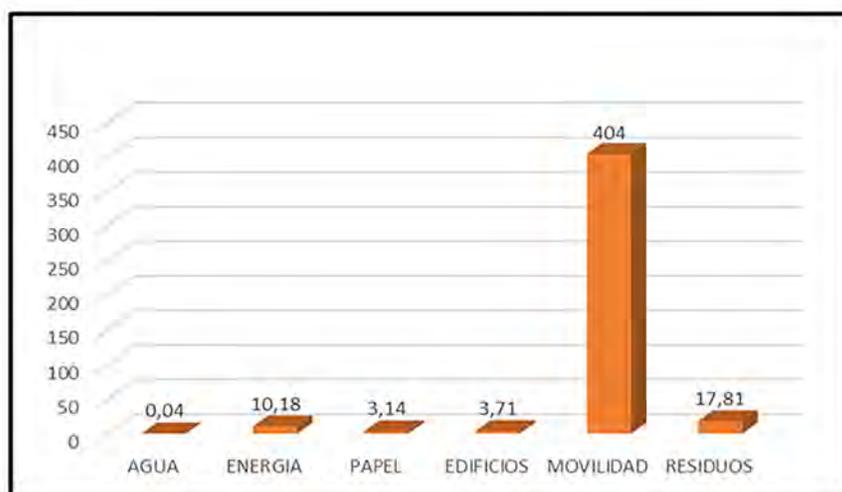


Figura 30. Huella ecológica global de la FADyCC

La Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADyCC) tiene una huella ecológica total de 320,46 ha/año y una huella ecológica global de 438,88 hag/año.

Si se analizan los datos hallados y se observa el gráfico superior, se puede determinar que de los indicadores trabajados el que más aportó a la HE fue la movilidad general (404 hag/año), de estudiantes y personal docente, no docente e investigadores, con una diferencia muy marcada con el resto de los indicadores. Siguió muy de lejos la generación de residuos (17,81 hag/año); el consumo de energía (10,18 hag/año), que en este caso particular es la electricidad, ya que no se ocupa gas; los recursos utilizados para el mantenimiento de los edificios (3,71 hag/año); el consumo de papel (3,14 hag/año), tanto el utilizado por los estudiantes como por los docentes y no docentes; y, por último, el consumo de agua (0,04 hag/año).

Considerando el tamaño de la población universitaria que, entre personal docente y

no docente, y estudiantes, asciende a 1639 personas, la huella ecológica de la FADyCC fue de 0,20 ha/año o 0,27 hag/año *per cápita*. Por lo tanto, la huella ecológica *per cápita* de la FADyCC para 2017 fue de 0,27 hag/persona/año y serían necesarias 439 hectáreas globales de tierra para suplir esas emisiones generadas por la comunidad universitaria.

A modo comparativo, se presentan otras Universidades con sus huellas ecológicas totales y *per cápita* (Tabla 25), para poder apreciar las diferencias o semejanzas existentes entre ellas.

Tabla 25. Huellas ecológicas totales y *per cápita* de FADyCC y otras Universidades

INSTITUCIONES	HE GLOBAL TOTAL (HAG)	HE GLOBAL P/CÁPITA (HAG)
Universidad de Valladolid (España)	7488	0,34
Universidad Tecnológica Pereira (Colombia)	2111	0,11
Universidad de Santiago de Compostela (España)	6991	0,21
Universidad de Toronto (Canadá)	7827	1,04
Universidad Autónoma de Madrid (España)	4740	0,14
Universidad de León (España)	6646	0,46
Universidad Nacional del Nordeste. FADyCC (Argentina)	439	0,27

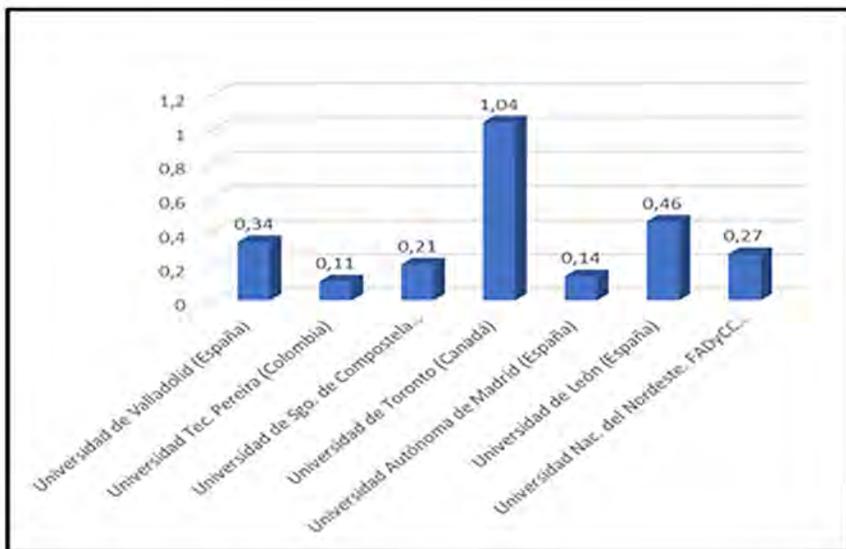


Figura 31. HE global *per cápita* de FADyCC comparada con la HE de otras Universidades

La huella ecológica *per cápita* a nivel mundial es de 2,8 ha/habitante, la de la República Argentina es de 3,18 ha/habitante y la de la ciudad de Resistencia, donde se encuentra localizada la Facultad, es de 1,08 ha/habitante.



Capítulo 3. Estándares internacionales para la medición de la huella de carbono y beneficios del cálculo de la HE para la FADyCC

Como primera medida es necesario plantear que no existen estándares internacionales para la medición de la huella ecológica. Sí existen para la medición de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) o huella de carbono (World Resources Institute, 2014). A su vez, los estándares internacionales utilizados para la medición de la huella de carbono dependerán de la certificación correspondiente a una organización o a un producto.

3.1. HUELLA DE CARBONO DE UNA ORGANIZACIÓN

Para calcularla se analizan las emisiones de GEI de la organización a lo largo de un año o durante un período determinado. Los estándares más utilizados para generar ese inventario son los que corresponden al GHG Protocol (Protocolo de Gases Efecto Invernadero) e ISO 14064.

Para determinar la huella de carbono de productos o servicios se consideran las emisiones de GEI realizadas durante el ciclo de vida del producto o servicio analizado. Los estándares de referencia son PAS 2050:2011, ISO/TS 14067:2013, con el apoyo de ISO 14040 e ISO 14044 para la elaboración del análisis de ciclo de vida.

Las normas ISO 14064 que se aplican a una organización se dividen en tres tipos, dependiendo de las emisiones:

- Emisiones de alcance 1: son las relacionadas a las emisiones directas generadas por la organización.
- Emisiones de alcance 2: son las relacionadas a las emisiones indirectas por energía, dependen tanto del productor de la energía que necesita la organización como de la red que las provee.
- Emisiones de alcance 3: son las denominadas otras emisiones indirectas y se las relaciona con las emisiones para producir los productos y servicios que adquiere la organización.



Como conclusión, si se quisiera aplicar algún estándar internacional para el cálculo de emisiones de GEI para la FADyCC, se necesitaría certificar a través de la norma ISO 14064-1.

3.2 BENEFICIOS DEL CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA PARA LA INSTITUCIÓN

Este proyecto de investigación que implicó la realización del estudio de la Huella Ecológica de la FADyCC contó desde sus inicios con el apoyo de su autoridad principal, el arquitecto Federico Veiravé. Esto incluyó, además, una toma de posición frente a la responsabilidad de las actividades y el compromiso de la Facultad hacia su comunidad.

Se planteó al decano, bajo la visión y con la función de analizar la eficiencia en el uso de recursos como el agua, la energía y el papel como los más importantes, y tomar acciones pertinentes, una serie de alternativas con su consiguiente seguimiento, que le permitan a la Facultad un mejor desempeño ambiental.

La medición de la HE es un indicador que nos permitió la comparación de los resultados con otras Universidades y Facultades a escala local, regional y global. La FADyCC se convirtió así en pionera en el país en este sentido y pretendió seguir el modelo de desarrollo sostenible.

Los resultados obtenidos sirvieron como una herramienta en la toma de decisiones, medidas, elaboración de programas ambientales, investigaciones y una mayor concientización de la comunidad universitaria hacia un tema que representa uno de los mayores desafíos ambientales, como es la mitigación del cambio climático.

La concienciación sobre un mundo más sostenible es, afortunadamente, cada vez más mayor y es necesario indicar la importancia del establecimiento de una serie de indicadores de sostenibilidad en las Universidades que determinen la necesidad de establecer un sistema común de indicadores de diagnóstico de la sostenibilidad universitaria. La HE debería ser uno de los referentes de este sistema (Leiva Mas, Rodríguez Rico y Quintana Pérez, 2010).

Existen programas que abarcan el ámbito mundial, como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), implementado en 170 países. Sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Mundiales, son 17 y se orientan hacia el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible, y la paz y la justicia, entre otras prioridades. Estas acciones requieren de la colaboración de los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y los ciudadanos por igual, para asegurar un mejor planeta a las generaciones futuras.

Conocer la HE de cualquier institución ayuda a tomar decisiones ecoeficientes con su entorno, haciendo incluso que mejore la imagen de la institución entre sus propios trabajadores y usuarios. Servirá también para identificar las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero y para elaborar planes para reducirlos. Esto se relaciona directamente con la eficiencia y se traduce en un ahorro no solamente de recursos, sino también de los gastos propios de la Facultad, como ser consumos de agua, electricidad, papel, combustible, y demás.

Incluso, permite seleccionar de una manera más inteligente y sostenible, como ser qué productos comprar, establecer criterios de compra y contrataciones que reduzcan el impacto ambiental, haciendo mejorar la gestión universitaria.

El cálculo que este libro detalla se realizó a partir de datos provenientes de la primera sede de la FADyCC. El edificio inaugurado recientemente implementa medidas tendientes a las bajas de los consumos e impactos propios, como ejemplo iluminación led, uso responsable de la energía y el agua, medidas bioclimáticas y otros cambios en construcción. En unos años podría volver a evaluarse el impacto de los hábitos de esa comunidad universitaria y sus acciones cotidianas.



Capítulo 4. Propuesta de acciones para mitigar la HE de la FADyCC

La propuesta surgió a partir del PI y que se presenta en esta publicación está basada en propuestas similares que hicieron tanto la Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia) como la Universidad de Valladolid (España). Fue adaptada a la realidad actual de Argentina, a la provincia del Chaco, a la ciudad de Resistencia, a la comunidad universitaria y a los requerimientos y necesidades de la FADyCC y, por supuesto, fue trabajada en conjunto con las autoridades de la Facultad, con el fin de poder aplicarla y de mitigar los impactos ambientales de los consumos de recursos y la generación de residuos.

Es muy importante mencionar aquí que la FADyCC está construyendo en estos momentos su nueva sede; se estima que el edificio esté finalizado en un par de años, con lo cual la Facultad se trasladará por completo al nuevo campus. Esto tiene la gran ventaja de poder implementar todo lo que en este trabajo se sugiera importante, en pos de una disminución del impacto ambiental generado por la Facultad, tendiendo a contar con un campus lo más sostenible posible.

4.1. PROPUESTA PARA MITIGAR LA HE ASOCIADA AL TRANSPORTE

La movilidad hacia y desde la Facultad representa el mayor impacto que se ejerce sobre el medio ambiente y la mayor cantidad de emisiones de CO₂ de las variables analizadas.

El campus congrega diariamente miles de vehículos tanto particulares como públicos, respondiendo a la problemática regional y nacional asociada a la movilidad que cada día es más evidente en nuestro país. Por lo anterior, las fallas en las políticas de movilidad repercuten directamente en los procesos internos. Esta problemática está conectada a la priorización del transporte individual, y el estado y funcionamiento del transporte público que genera que cada vez más personas utilicen vehículos particulares y, en los últimos años, motos, contribuyendo así a acrecentar un problema que está lejos de encontrar una solución.



A continuación, se incluyen algunas de las acciones recomendadas:

Plan de movilidad sostenible

Se creó un plan de movilidad sostenible para la FADyCC. Para esto, se hicieron estudios específicos sobre la dinámica de transporte de la comunidad universitaria, para lo que se analizaron rutas, patrones de uso, frecuencia, entre otras variables. Esta investigación logró hallazgos importantes, pero insuficientes aún para proponer una solución total a una problemática compleja.

El plan diseñado contempló también el análisis de la movilidad dentro del campus universitario. Consideró también que fuera la adecuada para todo tipo de personas y orientada a garantizar un proceso inclusivo de formación. Para esto, se necesitó:

- Garantizar la movilidad interna a las personas con discapacidad en todos los edificios y espacios del campus;
- reducir las necesidades de transportarse en vehículos particulares;
- fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible.

Para consolidar el uso de la bicicleta como medio de transporte, no solo para los estudiantes, sino para todos los actores sociales dentro de la comunidad educativa se debió:

- Formar un grupo de propuestas por parte de los usuarios de bicicletas. No se puede llegar a ninguna solución si no se conocen bien las necesidades, inquietudes y propuestas de las personas que habitualmente usan la bicicleta como medio de transporte, ya que desde la experiencia de ellos se puede corregir y potencializar las soluciones que promuevan e incrementen el porcentaje de personas que se movilizan utilizando este medio.
- Instalar estacionamientos para bicicletas. En el campus universitario no se contaba con una infraestructura adecuada para estacionar las mismas y, por este motivo, se hizo necesario que se adecuen espacios donde los usuarios tuvieran seguridad respecto al estado de sus vehículos (se eviten robos) y cumplan con las condiciones adecuadas y necesarias para el estacionamiento.
- Garantizar la movilidad adecuada dentro del campus. Se debían adecuar senderos para el flujo de bicicletas dentro del campus, de igual forma señalar las vías de acceso al campus, con igual preferencia que los vehículos motorizados.
- Integrar una asociación de usuarios de bicicletas. Para que haya una comunicación constante con la administración de la Universidad, de forma que se velara el cumplimiento de los acuerdos y cada vez sea un proceso más íntegro y aceptado.
- Campañas de sensibilización de transportes alternos y movilidad sostenible. Se reflejaron los alcances logrados en materia de movilidad sostenible para que la comunicación adecuada sirva de incentivo al fomento de la bicicleta entre todos los actores de la comunidad, teniendo en cuenta el bajo número de docentes, administrativos y otros empleados que usaban este medio de transporte alternativo.
- Creación de rutas para bicicletas. En conjunto con la Municipalidad de la ciudad

de Resistencia se garantizó la movilidad para los ciclistas en toda el área urbana del Gran Resistencia, de esta forma se facilitó el uso de este medio de transporte como una opción alternativa en la ciudad. Se crearon rutas solo para bicicletas, así como la adecuación de algunas ya existentes, de modo que sea factible el flujo de vehículos y bicicletas por igual.

- Uso compartido de automóvil. Se promovió el uso compartido de vehículo, mediante campañas donde se evidenció que las emisiones de CO₂ se reducen mientras más alto es el nivel de ocupación. Se puede por oficinas y grupos de trabajo planear días en que un solo vehículo transporte al mayor número de personas que vivan en el mismo sector e incentivar esta práctica. Igualmente, se puede hacer entre los docentes y estudiantes.
- Vehículos oficiales con combustible alternativo. Se apostó por el uso de combustibles alternativos cuando se adquirieron vehículos para la Universidad, como también en la contratación de transporte para salidas académicas.
- Proyectos de investigación. Se impulsaron proyectos de investigación desde las distintas disciplinas sobre tecnologías limpias en los motores y carburadores de los vehículos, también propuestas holísticas sobre transporte sostenible de forma que se contribuya con la gestión y control del sistema de transporte local.
- Indicadores de contaminación. Se realizaron muestras del estado del aire en el campus universitario y alrededores, para hacer un seguimiento a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), así como de contaminación auditiva para llevar un control sobre el sistema de transporte y aportar soluciones concretas a la problemática.

4.2. PROPUESTA PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE PAPEL

Uno de los retos más complejos fue la disminución en el uso de papel, ya que culturalmente muchas de las actividades que se realizan en instituciones educativas y áreas administrativas requieren comúnmente su uso. Sin embargo, como sociedad, somos cada vez más conscientes de la necesidad de alcanzar un desarrollo sostenible y si bien el consumo de papel ha estado ligado históricamente al desarrollo económico y social, también son claras las consecuencias y la presión ambiental que ejerce en los recursos naturales.

A pesar de estar en una transición tecnológica histórica e importante, el desarrollo de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) de la mano con la digitalización no ha sido una solución a la reducción de consumo de papel, seguimos siendo una sociedad dependiente. El consumo de papel para impresión y escritura creció mucho en los últimos años.

Algunos impactos ambientales asociados a la producción de papel son:

- Consumo energético: obtener una hoja de papel a partir de 100% de madera consume 17 Wh y a partir de papel reciclado, 12 Wh;
- consumo de agua: para obtener 1 tonelada de papel, se necesitan 2 toneladas de agua, si se trata de papel reciclado, o 15 toneladas, si se trata de papel de pasta química;

- vertimientos que tienen una elevada carga contaminante;
- deforestación de bosques;
- por imprimir en hoja de papel se genera: tóner, embalajes, impresoras, que son residuos especiales y representan contaminación ambiental.

Por lo anterior, es necesario reducir el consumo de papel lo máximo que se pueda y, para esto, se necesita un compromiso real por parte de la administración de la FADyCC, que permita el uso mínimo de papel en las actividades administrativas y docentes, dentro del campus.

Algunas acciones sugeridas son:

Fortalecer las campañas de reciclaje dentro del campus. Generar conciencia es la principal acción a seguir si se quieren lograr cambios culturales en cuanto al uso de papel.

Para esto se necesita:

- Establecer porcentajes de papel reciclado sobre la base de la cantidad destinada a las diferentes oficinas del campus;
- reducir el volumen de desperdicios de papel desechado en oficinas evitando el desperdicio;
- educación ambiental sobre uso de papel en la comunidad estudiantil. Con el proceso de reciclar se disminuye la presión sobre los bosques, pues el papel reciclado requiere menos árboles para su fabricación y supone menos emisiones de contaminantes;
- formular un programa de reciclaje y disminución del consumo de papel. Este debe contar con acciones claras que permitan reducir el consumo de papel dentro del campus, también definir las responsabilidades de los diferentes grupos dentro de la comunidad universitaria (estudiantes, docentes, administrativos, otros) y estrategias para el manejo racional del papel.

Este programa debe contener:

- Diseños de programas de gestión documental que incorporen una gestión electrónica de documentos: el papel y el cartón constituyen el 90% de los residuos generados en una oficina, por esto es fundamental formular nuevas estrategias de comunicación, donde no todo documento, carta o solicitud deba ser física y optar por una comunicación por medio electrónico, dejando solo el uso de papel para casos específicos y necesarios. Con esto se evitará el desperdicio de papel que es común en las áreas administrativas;
- formulación de indicadores: esto facilita realizar diagnósticos y formular medidas para mejorar el ahorro de papel;
- comunicación: mediante la tecnológica y diferentes medios de comunicación difundir los avances para promover un cambio en la cultura organizacional en cuanto al uso de papel y los procedimientos administrativos;
- cambios en los procesos actuales por parte de docentes y estudiantes: para generar cambio, todos debemos ser partícipes de nuevas prácticas en el proceso educativo, y se recomienda:

- Trabajos entregados por medio electrónico. Utilización del Aula Virtual, una de las mejores maneras de disminuir el uso de papel es permitiendo que la mayoría de trabajos e investigaciones que se asignen a los estudiantes puedan ser enviados por medio electrónico, de esta forma se evitará impresiones que en muchos casos son innecesarias. Para esto se debe contar con el compromiso por parte de los docentes que permita generar cambios culturales en el sistema educativo actual.
- Trabajos permitidos con impresión a doble cara. Una forma eficaz de reducir el consumo de papel es que los docentes permitan que los trabajos que requieran ser entregados de forma física durante el semestre puedan ser impresos a doble cara, de esta forma se evita el mal uso que comúnmente se le da al papel, ya que en la mayoría de las veces se imprime por una sola parte de la hoja, desperdiándose el 50% de su uso potencial.
- Reducir el tamaño de la hoja y la fuente. Muchas fotocopiadoras cuentan con la opción de reducir el tamaño de la hoja de forma que en una sola cara quepan dos páginas, así se estará maximizando el uso de papel. También se puede permitir fuentes de escritura más pequeñas a las comúnmente recomendadas por las diferentes normas (APA, Icontec), aprovechándose mejor el área de papel.
- Evitar impresiones y fotocopias que no sean indispensables. Muchas de las copias que se sacan por parte de los estudiantes se pueden evitar si se utilizan medios alternos como correo electrónico, carpetas compartidas en la web, uso adecuado de la red interna y portales de comunicación dentro de la Universidad. De esta forma, el alumno accede a la información de forma fácil sin necesidad de imprimir hojas que luego no tendrán ningún uso.
- El 45% del consumo de papel por parte de los alumnos está destinado a fotocopias, y las mismas son de apuntes de las distintas cátedras a las que asisten año a año. La propuesta generada por los mismos alumnos de la FADyCC es la creación de un banco de apuntes, donde cada alumno a medida que va terminando de cursar las asignaturas, vaya entregando los apuntes que ya no ocupará más y, a su vez, si cada uno hace lo mismo, podrá tomar de ese Banco los apuntes que necesite para la próxima cátedra a cursar.
- Reutilizar el papel impreso por una sola cara. Si la impresión es necesaria y el trabajo está en proceso de desarrollo, es decir, es un borrador, se debería permitir ser impreso en hojas que se han reciclado de impresiones anteriores y que aún tienen un uso potencial.

4.3. PROPUESTAS PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA

Actualmente, la Unne está llevando a cabo un programa denominado Plan de Uso Responsable de la Energía (Pure). A partir de la realización de una Auditoría Energética en el Campus Resistencia, se identificarán acciones o medidas que se desarrollarán en nuestro campus, a través de los objetivos planteados en dicho plan:

- Realizar una gestión de uso responsable de la energía;
- implementar normativa de consumo responsable en áreas administrativas;
- incrementar la eficiencia e incentivar el ahorro energético para reducir el consumo de alumbrado e instalaciones de climatización mediante medidas de mejoramiento y optimización de infraestructuras, equipos e instalaciones térmicas;
- integrar energías renovables en los edificios;
- educar, sensibilizar y concientizar en el uso responsable de la energía a la comunidad universitaria.

Propuesta de recomendaciones técnicas

- Reemplazo de tecnologías en el sistema de iluminación;
- reemplazo de tecnologías en el sistema de climatización;
- incorporación de sensores de movimiento en áreas comunes;
- incorporación de sensores de temperatura en aulas, talleres, oficinas y laboratorios;
- incorporación de medidores seccionales de energía;
- incorporación de energías renovables para calentamiento de agua;
- incorporación de sistemas de renovación del aire interior;
- rehabilitación energética de la envolvente arquitectónica.

Propuesta de recomendaciones procedimentales

- Adquisición de equipos bajo criterios de eficiencia energética;
- ampliación de la información patrimonial con datos de antigüedad y consumo energético de equipos;
- conformación de un grupo de trabajo para mantenimiento. Capacitación periódica;
- realizar charlas/talleres relativas a la problemática del uso responsable de la energía;
- implementar campañas de concientización y sensibilización a través de redes sociales;
- conformación de una comisión permanente a cargo de la gestión de la energía;
- seguimiento de la evolución del consumo energético mediante mediciones periódicas *in situ*;
- seguimiento de la evolución del consumo energético mediante el seguimiento de las facturas.

Propuesta de recomendaciones normativas

- Cumplimiento de la normativa argentina vigente en materia de aislación térmica y eficiencia energética;
- creación de reglamentaciones a nivel universitario y a nivel de las facultades orientadas a la disminución del consumo de energía.

4.4. PROPUESTA DE REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE AGUA

Se estima que en el mundo existen unos 1400 millones de km³ de agua, de los cuales solo el 2,5% son de agua dulce (FAO). A continuación, se identifican acciones para la medición, uso y aprovechamiento del recurso hídrico de manera sostenible que permitan abordar la problemática existente y lleven a generar indicadores de gestión con perspectivas a una mejora continua.

Educación ambiental y concientización respecto al consumo de agua

Mediante la educación ambiental, reducir la demanda sobre el recurso hídrico, adecuando el consumo de agua del campus a la realidad hidrológica de la zona, de manera que los cambios y la percepción en el consumo estén de la mano con el respaldo científico para hacer un campus eficiente en cuanto a la oferta y demanda de los recursos naturales. Para esto, se deben desarrollar medidas en la gestión de la demanda del recurso hídrico, donde se formule un objetivo claro en la reducción del consumo de agua. Para un periodo de 5 años, puede ser alrededor del 20% menos de consumo dentro del campus universitario.

- *Instalación de medidores por edificio y dependencia.* En la actualidad, el campus universitario cuenta con un medidor de consumo de agua general, lo que dificulta el análisis del comportamiento en el consumo del recurso hídrico y las posibles acciones para disminuirlo. Por esto, es importante sectorizar el campus de manera que se tengan diferentes consumos que den cuenta de la dinámica interna de forma más precisa.
- *Medir consumo individual y colectivo del campus.* Conocer los índices de consumo por estudiante que permita, a partir de los datos, emprender acciones en pro del debido aprovechamiento del recurso hídrico, proyectar costos reales de cada una de las secretarías y el personal asignado, identificación de fugas localizadas y acciones correctivas directas en la locación afectada son algunos de los beneficios que se obtienen de la micromedición dentro de la Facultad.
- *Control de vertimientos específicos.* Un debido manejo a los vertimientos realizados desde cada uno de los laboratorios permite realizar acciones en pro de la compensación, mitigación o corrección de impactos ambientales.
- *Control de inventarios en uso de químicos.* Para tener un control constante y correcto de las sustancias que se están vertiendo derivadas de las actividades de investigación dentro del campus, de esta forma se pueden generar acciones más precisas en pro de mejorar el agua en la planta de tratamiento.
- *Tecnologías sanitarias eficientes.* Minimizar consumo en los depósitos sanitarios instalando sistemas de reducción de descargas y minimizando la capacidad de los tanques, también sistemas de ahorro en las duchas de las instalaciones deportivas que disminuyan el desperdicio y mal uso del recurso hídrico. Es muy importante el uso de bioquímicos para la limpieza, para ello se debe diseñar e implementar tecnologías eficientes que permitan mejores índices en el aprovechamiento de los recursos tanto naturales como financieros. Se pueden instalar biodigestores o pantanos

artificiales para aguas salientes para lograr el 100% de los vertimientos que se realizan dentro del campus.

- *Aprovechamiento de aguas lluvias.* Sobre todo, en un campus localizado en un área con precipitaciones de alrededor de 1500 mm anuales. Para aprovechar esta abundante cantidad de lluvias, el campus universitario debe contar con un sistema de canalización de agua de lluvias para el aprovechamiento del 100% de las precipitaciones.
- *Realizar auditorías ambientales.* Este es un instrumento fundamental para la evaluación de los hábitos en el consumo de agua de la universidad. De esta forma se pueden aplicar medidas que conduzcan a aumentar la eficiencia del consumo y mejorar la calidad ambiental dentro del campus.

4.5. PROPUESTAS PARA UN CAMPUS UNIVERSITARIO VERDE

Las posibilidades en este aspecto son muchas, pero no son sencillas de implementar. Sin embargo, se pueden proponer mejoras como las que se mencionan a continuación.

- *Edificaciones ecológicas.* Es difícil que se puedan adaptar tecnologías eficientes en los edificios ya construidos, pero una meta que debe trazarse la Universidad es ir incluyendo en las futuras edificaciones y remodelaciones de edificios sistemas ecológicos que contribuyan a la sustentabilidad del campus. Para esto se pueden planificar edificaciones futuras con recolección de aguas de lluvia para el uso y funcionamiento interno diario (agua para uso en los servicios sanitario, aseo y mantenimiento del edificio y zonas verdes), teniendo en cuenta que la ciudad se caracteriza por precipitaciones abundantes, más de 1 500 mm de lluvias anuales, por lo que es una opción muy útil para el ahorro de agua potable.
- *Criterios bioclimáticos en las edificaciones futuras.* Se deben seleccionar criterios bioclimáticos en los edificios que se planean construir, de forma que se incorporen sistemas de captación solar, sistemas con uso de vegetación (paredes y techos verdes) que regulen la temperatura y humedad, implementar diseños en los espacios que potencialicen el uso de la luz natural y sistemas de ventilación que permitan un ambiente adecuado sin el uso excesivo de aire acondicionado.
- *Bebederos en el campus.* El campus universitario ya cuenta con bebederos en algunas áreas, la propuesta es extender este sistema a las zonas o focos de concentración de personas donde el consumo de agua sea alto, con el fin de incentivar el consumo de agua potable y disminuir el uso del plástico de botellas de agua. De esta manera se reducen los desechos contaminantes dentro del campus.
- *Fortalecer las zonas verdes y los jardines.* Plantar más especies de arbustos autóctonos, que se adapten a las condiciones naturales de la zona (pluviosidad, luminosidad, radiación UV, etcétera) y contribuyan a la regulación climática dentro del campus.
- *Jardinería verde.* Fomentar mecanismos para la reutilización de los residuos vegetales que se producen en las zonas verdes, así como limitar tratamientos químicos para control de plagas y utilizar abonos naturales.

- **Potencializar el conocimiento del patrimonio arqueológico y biodiverso del campus.** Mediante la conservación de los hallazgos arqueológicos y del patrimonio natural, fortaleciendo el papel de los espacios naturales dentro del campus universitario.

Construcción y mantenimiento de edificios

Los edificios considerados en este estudio tienen entre 30 y 50 años de antigüedad, por lo que la huella ecológica de los más antiguos dista mucho de la huella que obtendrán los nuevos. En este sentido, la FADyCC asumió el compromiso de la construcción de los nuevos edificios con principios de construcción sostenible que colaboren con la reducción de la huella ecológica, en cuanto a técnicas y materiales, e intentará acercarse lo más posible a los edificios cero emisiones.

Gestión de residuos

Actualmente se dispone de contenedores de recogida selectiva de papel, plásticos, orgánicos y latas; también se recogen selectivamente residuos electrónicos, fluorescentes, lámparas de bajo consumo y pilas. Se pretende continuar la expansión de estos puntos de recogida ampliando los tipos de residuos recogidos y la cantidad de puntos de recogida.

En cuanto a residuos informáticos, existe dentro de la Unne un proyecto que se denomina EcoCompus, que tiene como objetivo la reutilización, donación de equipos informáticos a escuelas rurales y de escasos recursos, y posterior envío a plantas de reciclaje o disposición final adecuada de los restos que no se puedan reutilizar o reciclar.

A su vez, la Unne está diseñando un proyecto, que se encuentra en etapa de prueba, que una vez que sea certificarlo por el Inti permitirá el descarte de pilas y baterías.

El Plan de Gestión de Residuos tiene como principios el fomento de la minimización de residuos a través de la prevención de la producción de residuos, la reutilización, el reciclado, la valorización energética y, finalmente, la eliminación, cuando no sea posible ninguno de los anteriores.

Además, la Unne posee en vigencia un programa para manejo de residuos peligrosos en un todo de acuerdo a la legislación nacional existente, si bien cabe aclarar que la FADyCC no genera actualmente ningún tipo de residuo peligroso.



Consideraciones finales

En este trabajo se propuso utilizar la metodología para el cálculo de la HE aplicada por la Universidad de Santiago de Compostela (USC) de España para calcular la HE de la Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADyCC), y analizar el impacto ambiental generado por la misma que permita adoptar un protocolo ambiental para desarrollar sus actividades propias (docencia, administración, extensión e investigación) en un marco de sustentabilidad.

La Universidad Nacional del Nordeste (Unne) tiene asiento en dos ciudades del Nordeste Argentino, Corrientes y Resistencia, y la FADyCC, que es una de las Facultades de la Unne, se encuentra localizada en la ciudad de Resistencia. Los datos que se utilizaron para todos los cálculos fueron a partir de consumos y generación de residuos correspondientes a 2017.

Una vez obtenidas las emisiones de CO₂ generadas por los consumos de agua, electricidad, movilidad, papel, edificios, y la generación y disposición final de residuos, se aplicó el cálculo para hallar la HE generada por cada una de esos indicadores, posteriormente la HE general y, por último, la HE global, que dividiéndola por las personas pertenecientes a la comunidad total dio el resultado de la HE *per cápita* y por año.

Los resultados muestran que la FADyCC necesitaría una extensión de 320 has de humedales para asimilar las emisiones de CO₂ producidas, cuando en realidad sus edificios ocupan 0,18 has. La HE era de 0,20 ha/persona/año, estaba por debajo de la media mundial (2,37), de la generada por Argentina (3,7) e, incluso, de la generada por los habitantes de la ciudad donde se encuentra localizada, Resistencia (1,08).

Pero si se compara con otras Universidades que también hallaron su HE global, se tiene que la FADyCC, con sus 0,27 ha/persona/año, está por debajo de la Universidad de Valladolid (España, 0,34), la Universidad de Toronto (Canadá, 1,04) y la Universidad de León (España, 0,46); y por arriba de la Universidad de Santiago de Compostela (España, 0,21), la Universidad Autónoma de Madrid (España, 0,14) y la Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia, 0,11), y para compararlo con una Facultad, en vez de hacerlo con Universidades, se tiene como ejemplo a la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, perteneciente a la USC, con 0,13 ha/persona/año.



Con respecto a las emisiones asociadas a los consumos, el principal impacto ambiental es producido, y por mucha diferencia con el resto de los consumos, por la movilidad generada por toda la comunidad universitaria que asiste con un 92% del total de emisiones. Luego le siguen la generación de residuos y el consumo de energía.

Las Facultades que la Unne tiene en las dos ciudades de Corrientes y Resistencia se encuentran a unos 20 km de distancia una de otra. La FADyCC está ubicada en Resistencia, pero acuden tanto alumnos como profesores desde Resistencia como de la vecina ciudad de Corrientes, y esto demuestra un alto grado de distancia recorrida en promedio por estudiantes y profesores, siendo de 12 km por día para los estudiantes y de 10 km para los profesores y administrativos.

En el caso del personal docente y no docente, el 49% de las emisiones totales para esta variable lo genera el desplazamiento en colectivo, y el 45% del personal, por desplazarse en auto a nafta. En el caso de los estudiantes, el 95% de las emisiones generadas por la movilidad es por causa de la utilización de colectivos.

El impacto generado por los desplazamientos es un claro reflejo de la problemática actual existente en torno al transporte en general para cualquier país del mundo y, sobre todo, para países como Argentina, con tecnologías antiguas y utilización solamente de gasoil, en vez de gas o electricidad como en otros casos.

El segundo impacto es el producido por la generación de residuos, con el 4,10% del total; este también es un tema con problemas a nivel de resolución local, regional y mundial. Pero se podría manejar con cierto grado de posibilidad de bajar esta generación, haciendo separación, reciclaje y reutilización de los residuos.

El tercer impacto es el del consumo de electricidad, con el 2,32% del total. La mayor parte de las actividades universitarias están acompañadas de un elevado consumo de electricidad: iluminación de los edificios y sus dependencias, empleo de equipos informáticos, alimentación de equipos de aire acondicionado y calefacción dependiendo la estación del año, entre otros.

Actualmente, la Unne está realizando un diagnóstico energético, con el objetivo de realizar un ahorro bajando los consumos de toda la Universidad y sus Facultades. Las medidas dirigidas a la contención del gasto energético deben incidir en tres aspectos principales: mejora de la eficiencia energética en los sistemas de iluminación, mejora de la eficiencia energética en los sistemas de calefacción y refrigeración, y adquisición de equipos eléctricos eficientes (etiquetado energético clase A o superior).

Estos criterios deberán ser considerados no solo en la construcción de los nuevos edificios, sino en las reformas de los actuales. Todas estas medidas conllevan un compromiso por parte del gobierno de la Universidad para aprobar una política comprometida con el ahorro energético. Es de esperar que este trabajo, presentado a las autoridades como resultado del PI, sirva como punto de partida para un mejor desempeño ambiental de la Facultad.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BADII, Mohamed H. (2000). *La huella ecológica y sustentabilidad*. Recuperado de: en https://es.wikipedia.org/wiki/Huella_ecologica
- CABOT, D. (2015). «La Argentina saca 5 en contaminación». Diario *La Nación*. Recuperado de: <https://www.lanacion.com.ar/1797323-la-argentina-saca-5-en-contaminacion>.
- CASTILLO MARÍN, N. y Petrillo, D. (2008). *Cálculo de la huella de carbono del argentino promedio*. Argentina: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Ambiente. Recuperado de: <http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/Huella-de-carbono-Presentacion.pdf>
- CENTRO LATINOAMERICANO DE ECOLOGÍA SOCIAL (Claes). (2015, 30 de agosto). *Huella ecológica y déficit ecológico planetario*. Nota de El Universo, de Ecuador. Recuperado de: <http://ambiental.net/2015/08/huella-ecologica-y-deficit-ecologico-planetario/>
- CUCHÍ I BURGOS, A., López y López-Redondo, I. ([1999] 2005). *Informe MIES. Una aproximació a l'impacte ambiental de l'Escola d'Arquitectura del Vallès. Bases per a una política ambiental a l'ETSAV*. España: Universidad Politécnica de Cataluña con el apoyo del Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=264064>
- DIVISIÓN DE ESTADÍSTICAS DE LAS NACIONES UNIDAS (2002). *Lista de países por emisiones de dióxido de carbono*. Nueva York: Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Pa%C3%ADses_por_emisiones_de_di%C3%B3xido_de_carbono
- FUNDACIÓN ARANJUEZ PAISAJE NATURAL y Centro de Educación Ambiental del Paisaje de Aranjuez (2005-2006). «Huella Ecológica: conceptos básicos y metodología». En el marco de *Pensar la huella ecológica*, curso escolar. Aranjuez, España. Recuperado de: http://titulaciongeografia-sevilla.es/contenidos/profesores/materiales/archivos/huella_ecologica.pdf
- GLOBAL FOOTPRINT NETWORK (2018a). *Ecological Footprint*. EE.UU. Recuperado de: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>
- GLOBAL FOOTPRINT NETWORK (2018b). *Ecological Footprint nations per capita*. EE.UU. Recuperado de: http://www.footprintnetwork.org/content/documents/ecological_footprint_nations/ecological_per_capita.html
- GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. (2018c). *Glossary: Biocapacidad*. EE.UU. Recuperado de: <https://www.footprintnetwork.org/resources/glossary/>
- GLOBAL FOOTPRINT NETWORK (2018d). *Climate Change*. EE.UU. Recuperado de: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/climate-change/>
- GLOBAL FOOTPRINT NETWORK (2018e). *Glossary: Global Footprint Network*. EE.UU. Recuperado de: <https://www.footprintnetwork.org/resources/glossary/>
- GLOBAL FOOTPRINT NETWORK (2018f). *Advancing the Science of Sustainability. Glossary*. EE.UU. Recuperado de: <https://www.footprintnetwork.org/resources/glossary/>
- GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del territorio e infraestructuras (2011). *Análisis de la Huella Ecológica en el Principado de Asturias (2009). Metodología estándar*. España: Fundación Universidad de Oviedo, Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio, Universidad de Oviedo. Recuperado de: https://www.asturias.es/medioambiente/articulos/ficheros/RI-12_Huella%20Ecol%C3%B3gica%20-2009-Estandar_%2020110707.pdf



- GOBIERNO DE ESPAÑA, Vicepresidencia Cuarta del Gobierno, Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (2012). *Global Footprint Network*. España. Recuperado de: <http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/global-footprint-network.aspx>
- GOBIERNO DE ESPAÑA, Vicepresidencia Cuarta del Gobierno, Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (2012). *Sección de huella de carbono y de compromisos de reducción*. Recuperado de: http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm7-379901.pdf
- GUERRA, J. y Rincón, I. (2017). «Cálculo de la Huella Ecológica. Campus de la Universidad Central de Venezuela». *Revista Luna Azul*. Venezuela: Universidad de Caldas. Recuperado de: <http://vip.ucaldas.edu.co/lunazul/index.php/site-map/articulos/91-coleccion-articulos-espanol/269-calculo-de-la-huella-ecologica-campus-de-la-universidad-central-de-venezuela>
- HERNÁNDEZ, M. (2010). «Suelos de humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano». En *Terra Latinoamericana*, (28). Chapingo, México: Sociedad Mexicana de la Ciencia Del Suelo AC. Recuperado de: <https://www.globalnature.org/bausteine.net/f/7880/HumedalesyCarbono.pdf?fd=2>
- ITURBE, A. y Guerrero, E. (2014). «Una aproximación a la huella ecológica de Malargüe, Argentina. Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (Cinea). FCH. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires». En *Revista de Estudios Ambientales*, (2)2. ISSN: 2347-0941.
- LEIVA MAS, J.; Rodríguez Rico, I. y Quintana Pérez, C. (2010). «Cálculo de la Huella Ecológica de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas». En *RTQ*, (31)1. Santiago de Cuba: Universidad Central
- Marta Abreu de Las Villas, Santa Clara, Cuba. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-6185201000100006
- LÓPEZ ÁLVAREZ, N. (2009). *Metodología para el Cálculo de la huella ecológica en universidades*. En el marco del 9º Congreso del Medio Ambiente. Cumbre del Desarrollo Sostenible. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela, Oficina de Desarrollo Sostenible.
- MAYOR FARGUELL, X.; Quintana Gozalo, V. y Belmonte Zamora, R. (2008). *Aproximación a la huella ecológica de Catalunya*. Documents de Recerca 7. España: Generalitat de Catalunya Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible. Recuperado de: <http://sostenibilidadurbana.files.wordpress.com/2008/10/aproximacion-a-la-huella-ecologica-de-cataluna.pdf>
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, ALIANZA DEL CLIMA, UNIÓN EUROPEA. (Sin fecha). *Emisiones en el Norte y en el Sur: ¿de quién es la responsabilidad? Materiales Complementarios*. Valencia, España. Recuperado de: http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/clarity/castellano/download/background-materials-postero9.pdf
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2007). Gobierno de España. *Análisis de la Huella Ecológica de España*. España: Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Recuperado de: <http://www.footprintnetwork.org/content/images/uploads/Huella%20ecologica%20de%20Espana.pdf>
- MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES, República de Colombia (2016). *Módulo de Sensibilización y Contaminación Ambiental*, Capacitaciones KVD. Recuperado de: <http://capacitacioneskvd.blogspot.com.ar/>
- MOLINA RESTREPO, J. y Ocampo Rodríguez,

- M. (2016). *Cálculo de la Huella Ecológica en el Campus de la Universidad Tecnológica de Pereira*. Pereira, Risaralda, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales, Administración Ambiental. Recuperado de: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6819/333714M722.pdf?sequence=1>
- MOTA, C.; Alcaraz, L.C.; Iglesias, M.; Martínez, B. y Carvajal, M. (2011). Investigación sobre la Absorción de CO₂ por los Cultivos más Representativos. Murcia, España: Departamento de Nutrición Vegetal, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Espinardo. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/228395534_INVESTIGACION SOBRE_LA_ABSORCION_DE_CO2_POR_LOS_CULTIVOS_MAS_REPRESENTATIVOS
- MOSCOSO, M. (Sin fecha). *La importancia de la Huella de Carbono*. Tarija, Bolivia. Recuperado de: <https://www.natura-medioambiental.com/la-importancia-de-la-huella-de-carbono-2/>
- MUNICIPIO DE RESISTENCIA (Sin fecha). *Estimación de la huella ecológica de Resistencia*. Resistencia, Chaco. Recuperado de: <http://resistencia.gob.ar/mia/wp-content/uploads/sites/4/estimacion-de-la-huella-ecologica-de-resistencia.pdf>
- NORVERTO, C. (1997). «La Fijación de CO₂ en Plantaciones Forestales y en Productos de Madera en Argentina». Proyecto Forestal de Desarrollo. Argentina: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0043-B2.HTM#fn1>
- OFICINA DE CALIDAD AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD, Vicerrectorado de Patrimonio e Infraestructuras y Universidad de Valladolid (2014). *La huella ecológica de la Universidad de Valladolid*. Valladolid, España: UVA, Ed. Rector Tejerina.
- PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (2006). *Directrices de IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*.
- ROSSO, A. (2010). *¿Cuán grandes son nuestros pies?* En el marco del Programa Huella ecológica y biocapacidad argentina. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial (Inti). Recuperado de: <https://www.inti.gob.ar/sabercomo/sc95/inti9.php>
- SECRETARÍA DE ENERGÍA Y LA SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE (2016). *Cálculo del Factor de Emisión de CO₂ de la Red Argentina de Energía Eléctrica*. Argentina: Ministerio de Energía y Minería, Presidencia de la Nación. Recuperado de: <https://www.minem.gob.ar/www/830/25597/calculo-del-factor-de-emision-de-co2-de-la-red-argentina-de-energia-electrica>
- WACKERNAGEL, M., y Rees, W. (1998). *Nuestra huella ecológica: reducir el impacto humano en la tierra* (Vol. 9). Canadá: New Society Publishers.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE (2014). *Estándar de objetivos de mitigación. Resumen ejecutivo. Un estándar de contabilización y generación de reportes para objetivos de reducción de gases de efecto invernadero nacionales y regionales*. EE.UU. Recuperado de: http://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards_supporting/Executive%20Summary%20%28Espa%C3%B1ol%29_o.pdf
- WORLD WILD FOUNDATION (WWF) (2018). *Informe Planeta vivo. 2018: apuntando más alto. Huella Ecológica*. España: WWF internacional. Recuperado de: https://www.wwf.es/nuestro_trabajo_/informe_planeta_vivo/huella_ecologica/

Cálculo de la huella ecológica de la Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura se compuso y diagramó en Eudene, en el mes de marzo de 2023.



Rector

Gerardo Omar Larroza

Vicerrector

José Leandro Basterra

**Coordinación General de
Comunicación Institucional**

María Gabriela Bissaro

Gerente

Carlos Quiñonez



Este estudio ambiental está basado en la determinación de una serie de indicadores que permiten elaborar un diagnóstico sobre la situación ambiental de la Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADyCC), de la ciudad de Resistencia. La importancia de este estudio radica en el establecimiento de pautas de análisis de situación y evaluación ambiental para averiguar el estado actual y posterior grado de avance hacia la sostenibilidad, y que pueden ser adaptadas para su aplicación y réplica en otras Facultades.

La investigación que dio origen a esta publicación calculó y determinó la huella ecológica (HE) que deja la institución y que permite tanto evaluar el impacto ambiental de las actividades universitarias como identificar los factores que más contribuyen a él y, a partir de los resultados, elaborar planes, programas y proyectos que incluyan medidas correctoras para minimizar los efectos generados.

