

Aportes para la Inclusión de la Dimensión Medioambiental en los Sistemas de Información

Contributions for the Inclusion of the Environmental Dimension in Information Systems

Alicia Inés Zanfrillo¹, María Antonia Artola Eraso²

RESUMEN

El propósito del trabajo es determinar la huella de carbono -HC- en una institución de educación superior de gestión pública argentina analizando los requerimientos informativos para su cálculo a fin de establecer sus limitaciones y realizar aportes al diseño de políticas institucionales. Si bien las universidades informan su quehacer en materia ambiental, desarrollan programas de conducta responsable y adhieren a redes y estándares internacionales para promover el compromiso con la sociedad y el entorno, se encuentra ausente la cuantificación de las emisiones contaminantes que permitan establecer planes para su reducción.

Se abordó una investigación cuantitativa, de tipo descriptiva, para determinar la HC en la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad Nacional de Mar del Plata del año 2018 desde dos propuestas: el Método de las Cuentas Contables Comparadas o MC3 (Doménech, 2004) y una metodología específica para universidades (Álvarez y Heras, 2008). Para el cálculo de cada tipo de emisión se accedió a estados contables, facturas, notas e informes de los sistemas de Compras, Suministros y Registros.

Los resultados muestran una mayor proporción de emisiones directas por la combustión de gas natural frente a una menor contribución de las indirectas por movilidad de la comunidad académica con un total de 150,76 kgCO₂eq. per cápita para el año de estudio.

El análisis revela las dificultades para el cálculo de la HC centradas en la falta de institucionalización de esta métrica. La adopción de un enfoque proactivo en el desarrollo de planes de mejora que permitan la reducción y/o compensación de las emisiones implicará no solo la adopción de nuevas tecnologías, más eficientes, que reemplacen las existentes de mayor consumo energético, sino, además, la disposición de sistemas que brinden información tanto de la dotación tecnológica y su grado de obsolescencia como sobre el impacto ambiental de su empleo.

Palabras clave: educación superior, huella de carbono, sistema de información, sostenibilidad.

Recepción: 8/05/2019, Aprobación: 25/07/2019

1 Alicia Inés Zanfrillo, Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Mar del Plata, Argentina, alicia@mdp.edu.ar

2 María Antonia Artola Eraso, Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Mar del Plata, Argentina, martola@mdp.edu.ar

ABSTRACT

The purpose of the work is to determine the carbon footprint -CF- in a higher education institution of public management in Argentina by analyzing the information requirements for its calculation in order to establish its limitations and make contributions to the design of institutional policies. Although the universities report their work in environmental matters, develop responsible behavior programs and adhere to international networks and standards to promote commitment to society and the environment, the quantification of polluting emissions that allow establishing plans for their reduction is absent.

A descriptive, quantitative investigation was undertaken to determine the CF in the Facultad de Ciencias Económicas y Sociales of the Universidad Nacional de Mar del Plata in 2018 from two proposals: the Comparative Accounting Accounts Method or MC3 (Doménech, 2004) and a specific methodology for universities (Álvarez and Heras, 2008). To calculate each type of issue, financial statements, invoices, notes and reports from the Purchasing, Supply and Registration systems were accessed.

The results show a higher proportion of direct emissions from natural gas combustion compared to a lower contribution of indirect emissions due to mobility of the academic community with a total of 150.76 kgCO₂eq. per capita for the year of study.

The analysis reveals the difficulties for calculating the CF centered on the lack of institutionalization of this metric. The adoption of a proactive approach in the development of improvement plans that allow the reduction and / or compensation of emissions will imply not only the adoption of new, more efficient technologies that replace the existing ones with higher energy consumption, but also the provision of systems that provide information on both the technological endowment and its degree of obsolescence and on the environmental impact of its employment.

Keywords: carbon footprint, higher education, information system, sustainability.

INTRODUCCIÓN

El calentamiento global tiene su origen en la acumulación de emisiones en la atmósfera denominados gases efecto invernadero -GEI-. Este fenómeno que implica el aumento gradual de la temperatura en el planeta ha tenido una aceleración sin precedentes en los últimos dos siglos con un amplio consenso en la comunidad científica en atribuir a la acción humana la mayor influencia en los cambios operados sobre el clima global (Frohmann y Olmos, 2013; Fernández y Montoya, 2014). Esta aceleración es producto principalmente de la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) utilizados para producir tanto energía eléctrica como térmica y por el transporte, la deforestación, la contaminación del aire y la generación de residuos en las grandes ciudades, así como por el metano por el aumento de la producción agropecuaria (García, 2013). Los países industrializados con mayor volumen de emisiones de dióxido de carbono son China y EE. UU, mientras que América Latina tiene una pequeña representación frente a estos grandes generadores. Aunque algunos de los países que la integran como Brasil y México tienen una importante contribución al calentamiento global por este gas (Banco Mundial, 2019; Sánchez, Ordóñez, y Moreno, 2018; WWF, 2018).

Organizaciones de distintos sectores, preocupadas por el incremento de los efectos de la actividad económica en el ambiente, han adoptado estrategias centradas en la reducción y compen-

sación de los gases que aceleran el efecto invernadero. Sequías, inundaciones y otras variaciones climáticas extremas llevan a las empresas a tomar conciencia de la necesidad de incorporar medidas para reducir el impacto de sus acciones. La atención de las empresas de los países latinoamericanos por asumir una conducta responsable se ha incentivado a través de las exigencias de las exportaciones en términos de sostenibilidad y de los requerimientos de un consumidor cada vez más informado y exigente respecto de aquello que se produce (Frohmann y Olmos, 2013). El interés por el seguimiento de las acciones humanas en términos de emisiones ha llevado a desarrollar diferentes metodologías a fin de establecer los inventarios de GEI donde el principal responsable de este efecto es el dióxido de carbono (CO₂) aunque sin consenso sobre los métodos de cálculo (Carballo, Doménech y García, 2009).

En los últimos tiempos el indicador de huella de carbono -HC- se ha constituido a nivel global en una medición estratégica para reconocer y comunicar el impacto de la actividad humana sobre el cambio climático. Se define como una medida de la cantidad total de dióxido de carbono que se origina en forma directa o indirecta por las actividades de producción y consumo humano o en el ciclo de vida de un producto (Wiedman y Minx, 2008). Como indicador ambiental, la huella de carbono -HC- permite cuantificar las emisiones de gases efecto invernadero -GEI- por causas antrópicas, ya sea que correspondan al quehacer de una organización, la actividad de un sujeto o el desarrollo de un evento o producto. Es decir que esta métrica de sostenibilidad ambiental identifica la cantidad de gases contaminantes que son liberados a la atmósfera como consecuencia del desarrollo de cualquier actividad realizada por el hombre, facilitando además la identificación de las fuentes de dichas emisiones.

En la medición de la HC el punto de partida se encuentra en la identificación de las fuentes de emisión que se contemplarán en el análisis. Estas se clasifican según el control que la institución ejerce sobre dichas fuentes (Frohmann y Olmos, 2013; Doménech, Carballo, Jiménez y De la Cruz, 2010):

- Emisiones directas: son aquellas cuyo origen es propiedad de la entidad o son controladas por ella, como por ejemplo los combustibles fósiles. Este tipo de emisiones se denomina además como Alcance 1.
- Emisiones indirectas: su procedencia resulta como consecuencia de las actividades de la entidad, pero sin que pertenezcan a la entidad o que tenga autoridad sobre ellas, como por ejemplo el consumo de alimentos y el transporte de personas o mercaderías. En este tipo de emisiones se encuentran las de Alcance 2 que derivan de la generación de energía eléctrica y las de Alcance 3 que comprende otras emisiones indirectas como consecuencias de las actividades de la institución pero que no son controladas por ella, como los viajes y la gestión y disposición de residuos.

Para la medición de la HC existen diferentes metodologías a nivel internacional que pueden agruparse según el objeto de medición. Entre las iniciativas orientadas al producto o *bottom-up* se encuentran la PAS 2050 desarrollada por *Carbon Trust* y el *Department for Environment, Food and Rural Affairs* del gobierno británico, el *Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard* de *Greenhouse Gas Protocol* (GHG Protocol) y la ISO 14.067. En el enfoque orientado hacia las organizaciones o *top-down* se pueden distinguir el *GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard*, la ISO 14.064 y los Indicadores GRI (*Global Reporting Initiative*, 2018). El desafío que se

plantea para estas metodologías es contemplar los impactos del ciclo de vida completo (Weidman y Minx, 2008). Un enfoque mixto, resultante de un modelo híbrido entre las metodologías anteriores que permite la estimación de las emisiones del ciclo de vida del producto a través del análisis de las organizaciones es el “Método Compuesto de las Cuentas Contables” (MC3) enmarcado en la norma ISO 14.064 del 2006.

La metodología MC3 fue creada por Doménech (2004) a partir del trabajo de Rees y Wackernagel (1996) y Wackernagel y Yount (2000) basándose en los consumos de las principales categorías de productos que se utilizan en el desarrollo de la actividad empresarial, los residuos generados y el uso del suelo incluyendo en el cálculo tanto las emisiones directas como las indirectas. Las primeras son las que tienen origen en el consumo de recursos y materiales en las instalaciones de la empresa y las segundas se generan por la adquisición de productos que requieren energía para su extracción, permitiendo además el cálculo de la huella de un producto a partir de las huellas de las empresas que participan en el desarrollo de su ciclo de vida (Carballo et al., 2009). La segunda versión de la metodología MC3 V. 2.0 ofrece frente a las metodologías con enfoque de procesos un enfoque orientado hacia la organización, la cuantificación de las emisiones tanto para la HC como para la HE, la provisión de información de las cuentas contables facilitando el acceso y la comparación y la integración con los ciclos de vida previos de los productos (Doménech, Carballo, Jiménez y De la Cruz, 2010).

El conocimiento que provee la HC permite la reducción del impacto de la actividad humana ilustrando el comportamiento individual y colectivo, así como el consumo y acceso a los recursos (Galli, Wiedmann, Ercin, Knoblauch, Ewing y Giljum, 2012). El interés de las organizaciones por adoptar una conducta responsable frente a la sociedad y el medio ambiente no se limita al sector privado. A esta tendencia se suman en los últimos años las instituciones de educación superior -IES-, visible este interés a través de la adopción de estándares como el GRI en la elaboración de un Balance Social Universitario y en la determinación de las emisiones a través de la metodología MC3 (Álvarez y Heras, 2008; Mas, Rico y Nodal, 2012; Chavarría-Solera, Molina-León, Gamboa-Venegas y Rodríguez-Flores, 2016). También se puede apreciar el desarrollo de otros mecanismos como la creación de redes para promover una conducta responsable y estimar la sostenibilidad de su quehacer de este tipo de instituciones como la Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sustentabilidad y el Ambiente -ARIUSA- y la participación voluntaria en rankings internacionales a través de la medición de su impacto en el ambiente como *Green Metric* propuesto por *Universitas Indonesia* desde 2010.

El rol transformador de las IES en la sociedad las sitúa en una posición ventajosa para la adopción de una cultura de la sostenibilidad. La masificación de la matrícula, en particular, la explosión de la matrícula en Argentina en los últimos años, la intensidad y pertinencia de la investigación científica, así como la profusa actividad de extensión que se lleva a cabo a través de la difusión de la cultura, la transferencia y las acciones de divulgación hacia la comunidad transforman a estas instituciones en escenarios propicios para sociedades más sostenibles. En este sentido, una de las estrategias para una gestión ambiental sostenible consiste en planificar las acciones para reducir el impacto sobre el ambiente involucrando a diferentes actores de la comunidad a través de desarrollos tecnológicos favoreciendo la eficiencia energética por el uso de energías renovables y edificios inteligentes y el aprovechamiento de los recursos por medio de la reutilización y reciclaje (Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética, 2017).

La problemática se sitúa en el impacto ambiental que generan las IES como organizaciones y en consecuencia deben determinar su magnitud a efectos de proponer un conjunto de acciones que permitan la reducción de sus emisiones. La ausencia de estas métricas impide determinar comparativamente cuáles son los efectos que generan en el entorno y posteriormente, si las acciones que se emprenden resultan suficientes para mitigarlos. Dado que las métricas que corresponden a la medición de los impactos ambientales no constituyen un requisito en las instancias de evaluación institucional y acreditación de carreras estas responden a un acto volitivo de la gestión. El objetivo del trabajo consiste en estimar la HC en una institución de educación superior de gestión pública argentina analizando los requerimientos informativos para su cálculo a fin de contribuir al diseño de una política institucional.

La metodología propuesta se aplica al cálculo de la huella de carbono de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales -FCEyS- de la Universidad Nacional de Mar del Plata (República Argentina) en el año 2018. En función del binomio recursos-efectos se cuantifican los consumos realizados en combustibles fósiles, energía eléctrica, construcción de edificios, papel, movilidad y residuos para el año 2018 a fin de dar a conocer el impacto en el ambiente de las funciones sustantivas de la institución y propiciar acciones para mitigar las consecuencias de las emisiones de dióxido de carbono que agravan el efecto invernadero.

La investigación tiene su inicio en las respuestas a los siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las principales contribuciones que se pueden detectar mediante la medición de la HC?

¿Cuáles son las limitaciones primordiales que surgen al medir la HC en instituciones educativas?

¿Qué recomendaciones se pueden formular para implementar y concebir mediciones adecuadas de la HC en instituciones educativas?

En función de estas preguntas la proposición del trabajo se define en relación a los recursos empleados por la institución educativa respecto del impacto de su consumo:

P1: La emisión de dióxido de carbono por el uso de combustible es la mayor contribución de los GEI en la institución educativa.

El trabajo se estructura en tres secciones donde se presenta en primer lugar una adaptación de la metodología empleada por el análisis del Método Comparado de las Cuentas Contables (MC3) junto con el método propuesto por Álvarez y Heras aplicable a las instituciones de educación superior. Una vez definidas las métricas y los factores de emisión correspondientes al país se presentan los resultados de su aplicación en la FCEyS, estableciendo para cada categoría las emisiones de dióxido de carbono correspondientes. Se comparan las diferentes categorías a fin de observar la representatividad de cada una en el total de emisiones. Finalmente se exponen las principales conclusiones del trabajo junto con las recomendaciones para la incorporación de nuevos datos en los sistemas de Suministros y Compras y la definición de las futuras líneas de investigación.

METODOLOGÍA, MATERIAL Y MÉTODOS

La opción metodológica es un estudio de tipo cuantitativo, no experimental y descriptivo a efectos de estimar las emisiones de dióxido de carbono en un año en la FCEyS y analizar las debilidades en términos de acceso a la información para su cálculo. En el año 2018 el número de personas que desarrollaban actividades en la Unidad Académica ascendía a 5.408 con 4.908 estudiantes, 470 docentes -entre los que se encuentran aquellos con actividades de gestión, investigación y extensión- y 30 correspondientes al personal universitario.

Para el cálculo del inventario de emisiones de dióxido de carbono de la FCEyS se realizó una adaptación de la metodología MC3 de Doménech (2004) y la propuesta para el cálculo de la huella ecológica en universidades desarrollado en la Universidad de Santiago de Compostela por Álvarez y Heras (2008). Se analizaron las emisiones directas, indirectas y aquellas definidas como otras indirectas. En las directas se incluyó la combustión de combustibles fósiles utilizados para calefacción, en las indirectas se analizó el uso de energía eléctrica determinada por su uso en iluminación y alimentación de equipos. Por último, se estudiaron otras emisiones indirectas de CO₂ correspondientes a las generadas por terceros en el consumo de materiales o recursos que se utilizan en la institución (servicios, viajes, movilidad) como así también la generación de desechos (residuos) según las expresiones 1 y 2 siguientes, de elaboración propia conforme a los aportes de Mas, Rico y Nodal 2012.

$$\text{Emisión de CO}_2 \text{ (recurso)} = \text{Consumo del recurso} * \text{Factor de conversión} \quad (1)$$

$$\text{Emisión de CO}_2 \text{ (residuo)} = \text{Volumen generado del residuo} * \text{Factor de conversión} \quad (2)$$

Se estableció el año 2018, con los consumos y residuos de enero a diciembre como el año base para la medición dada la posibilidad de acceso a la información y la inexistencia de estudios previos. El límite de la organización es de control dada su autonomía y autoridad para desarrollar e introducir propuestas de mejora.

Las fuentes de información empleadas en el estudio se basan en las propuestas por la metodología de MC3. Se accedió al Estado Contable-Presupuestario y Financiero al 31/12/18 de la Universidad Nacional de Mar del Plata y a las facturas remitidas por los proveedores de servicios públicos (luz eléctrica, gas) y privados (materiales), planos de construcción edilicia y estimaciones sobre la movilidad de docentes, estudiantes y personal universitario y del volumen de residuos generado.

El inventario de emisiones de la FCEyS presenta los factores de emisión necesarios para la estimación de dióxido de carbono, el factor representa la relación entre la actividad a estimar y la cantidad de contaminante emitido (Tabla 2). Según la metodología propuesta, se recomienda que estos factores procedan de fuentes nacionales para ajustar los cálculos según los valores correspondientes al uso de suelo, tipo de combustibles, etc. Este coeficiente se multiplica por el consumo o volumen de materiales para obtener una estimación de la proporción de gas contaminante que se libera por su uso. Los efectos producidos por el consumo de materiales y recursos, así como la generación de residuos se estiman como el producto entre el consumo o volumen generado y el factor de emisión correspondiente (Mas *et al.*, 2012), tal como se aprecia en las expresiones (1) y (2).

Tabla 1
Fuentes de emisiones de GEI definidas por GHG Protocol (2011)

Alcance	Elemento	Factor de emisión	Fuente
Directo (alcance 1)	Combustible (gas natural)	2,15kgCO ₂ /m ³	Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero. 2011
Indirecto (alcance 2)	Energía eléctrica	508 kgCO ₂ /MWh	Secretaría de Energía. Cálculo Factor de Emisión 2007-2017
	Construcción de edificios	15,63 kgCO ₂ / m ² por año	Buildcarbonneutral. Center for Maximum Potential Building Systems. University of Texas at Houston Health Sciences Center. / Medición de la huella de carbono institucional. UNNOBA. 2017
Otros indirectos (alcance 3)	Papel (resmas de papel A4)	1,32 kgCO ₂ /kg papel	Red Argentina de Municipios frente al cambio climático. 2014
	Movilidad (auto y colectivo)	0,264 kgCO ₂ / km (auto) 0,063 kgCO ₂ / km (colectivo)	Oficina Catalana del Canvi Climàtic. 2013
	Residuos sólidos	0,383 kgCO ₂ /kg	Medición de la huella de carbono institucional. UNNOBA. 2017

Nota: Elaboración propia del inventario de emisiones de dióxido de carbono para la estimación de la huella de carbono en una institución de educación superior.

Para la determinación de la movilidad se consideraron los viajes de estudiantes, docentes y personal universitario. Según una encuesta tomada a estudiantes y docentes de la FCEyS (Narvarte, Zanfrillo y Artola, 2018) los estudiantes emplean en promedio un 60% los viajes en colectivo y el 40% restante en vehículos automotor. Mientras que para los docentes y personal universitario se registró un 80% con viajes en vehículos automotor y el 20% restante en colectivo durante los meses de febrero a diciembre sin contemplar el receso invernal.

La calidad de la información para el alcance 1 y 2 es muy alta pues procede de las facturas de los proveedores. Para las estimaciones desarrolladas en el alcance 3 se encuentran diferentes calidades en la obtención de los datos. Uno es la construcción de edificios cuya estimación surge de los planos edilicios y el factor de emisión específico para el tipo de zona donde está localizado. Otro es la emisión por consumo de papel cuyos datos proceden de las facturas de los proveedores.

En tercer lugar, se encuentran los residuos sólidos que si bien toman la estimación de la ciudad de Mar del Plata se obtienen a partir de una comprobación del volumen generado en las oficinas y aulas de la institución a partir de la observación directa y muestreo diario en las oficinas, aulas e instalaciones sanitarias. Por último, los datos que tienen una confiabilidad de un 70% a un 75% pues proceden de encuestas a estudiantes y docentes corresponden a los de movilidad que se extrapolan a toda la población de la FCEyS.

RESULTADOS

Los resultados de la estimación de dióxido de carbono en la institución educativa se expresan en términos de kg de dióxido de carbono equivalente emitidos por la FCEyS durante el año 2018. En el alcance directo se generaron 342.289 kgCO₂eq (42%), en el alcance indirecto 261.768 kgCO₂eq (32,1%) y en el alcance que corresponde a otros indirectos 211.244 kgCO₂eq (25,9%) (Tabla 3). El total de emisiones alcanza los 815.301 kgCO₂eq con 150,76 kgCO₂eq. per cápita. La mayor proporción de emisiones se encuentran en el alcance directo, es decir, en el uso de combustibles fósiles seguido en forma cercana por el alcance indirecto a través del empleo de energía eléctrica mientras que en la categoría otros indirectos el de mayor representatividad se encuentra en la movilidad o transporte de estudiantes, docentes y personal en los trayectos que realizan para desarrollar sus actividades en la Unidad Académica.

Consumos

Entre las fuentes de emisiones de mayor emisión se encuentran el gas natural empleado para la calefacción del edificio y la energía eléctrica empleado para iluminación y alimentación de aparatos eléctricos y electrónicos. Este consumo es coincidente con la contribución de los combustibles fósiles a la matriz energética del país con el gas natural como el más utilizado con un 76% de uso (Cámara del Mercado Mayorista Eléctrico, 2010).

Tabla 2

Descripción de los componentes de la huella de carbono en la FCEyS. 2018

Alcance	Elemento	Consumo/Generación anual	Equivalente CO ₂ [kg]
Directo - 1	Combustible	159.204 m ³	342.289
Indirecto - 2	Energía eléctrica	515,29 MWh	261.768
	Construcción de edificios ³	3.270 m ²	51.121
	Papel ⁴	15.640 kg	20.645
Otros indirectos - 3	Movilidad	Automóvil: 449.541 km	136.148
		Colectivo: 277.294 km	
		Total: 726.835 km	
	Residuos sólidos	8.694 kg	3.330

Fuente: elaboración propia.

³ Se estima una vida útil de 30 años para el edificio.

⁴ Se consideran 6.800 resmas de papel A4.

Residuos

La producción diaria de residuos sólidos en la ciudad de Mar del Plata es de 0,9 kg por habitante (Ente Municipal de Servicios Urbanos, 2018) cuyo destino final es el relleno sanitario en el que se disponen 12.000 toneladas por día o el tratamiento por la Cooperativa CURA de aquellos residuos reciclables estimándose para los residuos generados en la institución un valor de 0,45 para las oficinas y para las aulas se contempla una disposición mayor (0,9) por los tres turnos en que se desarrolla la actividad académica como para las instalaciones sanitarias o de aseo. Los desechos tecnológicos de la institución no alcanzan esa categoría pues su destino final se dispone a través de transferencias a terceros o donaciones a fin de extender la vida útil del bien generalmente en una organización sin fines de lucro o del ámbito público (García, Zanfrillo y Schualle, 2017). La universidad de esta forma genera bienes de segunda mano para su consumo en las organizaciones del medio promoviendo la reutilización de los aparatos eléctricos y electrónicos -AEE-.

Los resultados de la estimación muestran una mayor proporción de emisiones por el alcance directo seguido por los alcances indirectos, la proporción en la estimación de estos dos alcances muestran un impacto directo en el nivel de presupuesto, situación que amerita la continuidad de su medición y la implementación de políticas para su mitigación.

CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El desarrollo sostenible como paradigma frente a la crisis social y ecológica resulta una alternativa para generar una conducta más comprometida con el medio ambiente. Este resulta un espacio en el cual las instituciones educativas tienen un rol fundante no solo en la difusión de buenas prácticas y acciones a favor de conductas de cuidado ambiental, sino en adoptar modelos de gestión que contemplen nuevas formas de generación y aprovechamiento energético, así como un uso efectivo de los recursos en términos de sostenibilidad. El ejercicio de este rol requiere la disponibilidad de información y sistemas que faciliten la implementación de programas de eficiencia y reducción.

De los cálculos desarrollados para la determinación de la HC para la FCEyS se puede inferir que el uso de combustibles fósiles de alcance directo es la más contributiva en la emisión de gases efecto invernadero, aportando el 42% del total de emanaciones, lo cual permite corroborar la proposición planteada y por su alcance se encuentra en la órbita decisoria de la institución promover acciones correctivas para producir una disminución en el requerimiento institucional de energía calórica, por ejemplo, propiciando cambios de artefactos de mejor regulación del consumo.

El segundo elemento contaminante es la energía eléctrica, que representa el 32,1%. Si bien es de alcance indirecto porque el mayor contaminante se da en la generación de este tipo de energía más que en su consumo, desde la institución se debería mantener un programa de recambio constante hacia elementos que produzcan menor consumo con un mayor aprovechamiento energético. El tercer gran contaminante de GEI está provocado por la movilidad, con el 16,7% de participación, donde la institución podría fomentar a través de programas de comunicación el incentivo hacia medios de transporte menos contaminantes, como por ejemplo bicicletas y caminatas. También se podría trabajar en conjunto con las autoridades municipales para propiciar mejoras en los medios de transporte público, que permitieran trasladarse por la ciudad de manera más

eficiente, con menor tiempo de demoras y costos más accesibles. Del resto de los elementos el 6,3% está representado por la amortización ambiental de los edificios, mientras que el papel tiene una escasa incidencia con el 2,5% y casi nula para los residuos 0,4%.

La obtención de información medioambiental sobre el quehacer de la institución educativa plantea dos desafíos, por una parte, las dificultades inherentes al acceso y pre-procesado de los datos para la determinación de la HC y por otra, parte, las pautas a considerar en el desarrollo de sistemas de información que permiten su monitoreo más allá de un caso puntual. Respecto a las dificultades de obtención de información estas se originan en las particularidades de las instituciones educativas junto con el contexto en que se desarrollan. Las delimitaciones organizativas que rara vez coinciden con las espaciales como puede apreciarse en el análisis de una Facultad situada en un predio donde se ubican otras Unidades Académicas y dependencias de la Universidad. Esta situación implica para la estimación de emisiones disponer de información directa o indirecta de las unidades energéticas consumidas. La directa se obtiene a partir del documento de origen (factura/nota) mientras que la indirecta surge del producto entre la posición relativa que ocupa la Facultad y el valor agregado del servicio.

A fin de no constituir un evento único y facilitar la continuidad de las estimaciones y su comparación para delinear un camino hacia la implementación de una política institucional, se requiere adoptar algunas pautas que permitan el ingreso de nuevos datos en el Sistema de Suministros (Sistema de compras de bienes y servicios del sector público) y Sistema de Patrimonio (sistema que registra el inventario de todos los bienes de la entidad):

- marca de los bienes tecnológicos,
- vida útil de los bienes tecnológicos según las Normas Nacionales de Valuación TTN 11.4 del Tribunal de Tasaciones de la Nación del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda del 7/10/13 y Anexo a la norma TTN 11.x de fecha 7/10/13,
- eficiencia energética de los bienes eléctricos y consumo en modo espera (*standby*).

Como corolario del estudio se puede observar que la estimación de las emisiones constituye para la institución educativa una oportunidad para reflexionar sobre los impactos que genera su desempeño a la vez que plantea un desafío respecto de la definición de estrategias para su mitigación. Las emisiones relacionadas con el alcance directo ofrecen además la posibilidad de gestionar el consumo energético de forma diferente no solo a través de la racionalización de su uso sino en la provisión de fuentes alternativas de energía para el funcionamiento operativo. La divulgación de estos estudios puede contribuir a crear una mayor conciencia sobre los impactos ambientales, entendiendo a las acciones de reducción de las emisiones bajo la asignación de responsabilidad compartida entre todos los actores de la comunidad universitaria, preparando así a los estudiantes para los desafíos en el liderazgo por un futuro sostenible, más allá de lo discursivo (Gómez, Cadarso y Monsalve, 2016).

Como líneas futuras del trabajo se pretende desarrollar la huella de servicios referida a la movilidad en la institución educativa considerando los actores propuestos en otras investigaciones (Chavarría-Solera, Molina-León, Gamboa-Venegas y Rodríguez-Flores, 2016; Mas, Rico y Nodal, 2012; Álvarez y Heras, 2008) pero contemplando además el profundo desarrollo de la unidad aca-

démica en sus actividades de extensión, transferencia, vinculación con el medio e investigación que incorporan otros actores a los tradicionalmente contemplados como autoridades, docentes, personal universitario y estudiantes. En el futuro estudio se pretende abordar la movilidad de los actores mencionados y además considerar a los participantes en eventos y jornadas como aquellos que intervienen en actividades de capacitación a la comunidad a través del análisis de la ocupación de aulas según disponibilidad y ocupación.

Este tipo de estudios se recomienda para fomentar la comparación de iniciativas de diferentes instituciones, con la finalidad de promover un aprendizaje mutuo (Jain, Jani, Singhal, Sharma y Jala, 2017). Por otra parte, no solamente es aconsejable realizar la socialización de las experiencias sobre el impacto de las medidas correctivas que tienen efecto en los gases de efecto invernadero, sino que deben completarse con análisis que consideren las amortizaciones de las inversiones ya que todo afectará financieramente a las instituciones (Bull, Gupta, Mumovic y Kimpian, 2014).

La práctica y la continuidad en el trabajo permitirá ajustar la metodología de abordaje para la medición de las emisiones de GEI a fin de poder desarrollar planes de mejora acordes con el nivel de contaminación que se está generando en el ambiente como los ajustes que se realizan en la Universidad Athabasca de Canadá (Stewart y Khare, 2018) y los planes de reducción elaborados por la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (2017). Si bien actualmente existen propuestas de gran interés para la difícil y necesaria transformación de los hábitos y costumbres en el cuidado del ambiente como Festejo Responsable para los egresados y Separación de Residuos Reciclables para toda la comunidad universitaria, no se dispone de una medición sobre el impacto de su quehacer en el ambiente. La continuidad en la cuantificación de las emisiones, así como su sistematización permitirá diseñar propuestas de mejora basadas tanto en los consumos que se realizan como en las tecnologías empleadas y así propender al cambio fundante que la sociedad requiere.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, N. L., y Heras, D. B. (2008, 1-5 de diciembre). *Metodología para el Cálculo de la huella ecológica en universidades* [ponencia]. Noveno Congreso Nacional del Medio Ambiente, Madrid. http://www.premioconama.org/conama9/download/files/CTs/987984792_NL%F3pez.pdf
- Banco Mundial (2019). *Emisiones de CO₂ (kt)*. Banco Mundial. Consultado el 10 de abril de 2019. <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT>
- Bull, J., Gupta, A., Mumovic, D., y Kimpian, J. (2014). Life cycle cost and carbon footprint of energy efficient refurbishments to 20th century UK school buildings. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 3(1), pp. 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2014.07.002>
- Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (2010). *Datos relevantes. Mercado electrónico mayorista*. Informe anual. Argentina. CAMMESA. <http://portalweb.cammesa.com/MEMNet1/Documentos%20compartidos/VAnnual10.pdf>
- Carballo, A., Doménech, J. L., y García, M. C. (2009). El ecoetiquetado en base a la huella ecológica y del carbono: una herramienta de marketing verde. *UAI Sustentabilidad*, 3(7), pp. 1-2.

- Chavarría-Solera, F., Mario Molina-Leon, O., Gamboa-Venegas, R., y Rodríguez-Flores, J. (2016). Measurement of Carbon Footprint at National University of Costa Rica for 2012-2014. Heading for Carbon Neutrality. *UNICIENCIA*, 30(2), pp. 47-62. <https://doi.org/10.15359/ru.30-2.4>
- Doménech, J. L. (2004, 24-26 noviembre). *La huella ecológica empresarial: el caso del puerto de Gijón* [ponencia]. Actas del VII Congreso Nacional del Medio Ambiente, Madrid, España.
- Doménech, J. L., Carballo, A., Jiménez, L., y De La Cruz, J. L. (2010). *Estándares 2010 de huella de carbono MC3* [ponencia]. Conama 10, Décimo Congreso Nacional de Medio Ambiente, Madrid, España.
- Fernández, F. G., y Montoya, L. (2014). La huella de carbono como herramienta para lograr una producción sostenible en un cultivo de flores ubicado en la Sabana de Bogotá-Colombia. *Revista de Tecnología*, 13(3), pp. 73-86. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6041514>
- Frohmann, A., y Olmos, X. (2013). *Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático*. (Colección Documentos de Proyectos). Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/4101>
- Galli, A., Wiedmann, T., Ercin, E., Knoblauch, D., Ewing, B., y Giljum, S. (2012). Integrating ecological, carbon and water footprint into a “footprint family” of indicators: definition and role in tracking human pressure on the planet. *Ecological indicators*, 16, pp. 100-112. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.017>
- García, J. C.; Zanfrillo, A. I., y Schualle, M. (2017, 2-3 noviembre). *Caracterización de los procesos de inventario en bienes tecnológicos* [ponencia]. Décimo Congreso Argentino de Ingeniería Industrial (COINI), Argentina. <http://nulan.mdp.edu.ar/2791/>
- García, S. L. (2013). Un futuro en peligro. *Cuadernos del Tomás*, (5), pp. 283-295. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4462541.pdf>
- Gómez, N., Cadarso, M., y Monsalve, F. (2016). Carbon footprint of a university in a multiregional model: the case of the University of Castilla-La Mancha. *Journal of Cleaner Production*, 138, pp.119-130. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.009>
- Jain, S., Agarwal, A., Jani, V., Singhal, S., Sharma, P., y Jalan, R. (2017). Assessment of carbon neutrality and sustainability in educational campuses (CaNSEC). A general framework. *Ecological Indicators*, 76, pp. 131-143. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.01.012>
- Ente Municipal de Servicios Urbanos (2018). *Higiene urbana*. Municipalidad del Partido de General Pueyrredon, EMSUR. Consultado el 10 de abril de 2019. <https://www.mardelplata.gob.ar/serviciosurbanos>
- Mas, J. L., Rico, I. L. R., y Nodal, P. M. (2012). Cálculo de la huella ecológica en universidades cubanas. Caso de estudio: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. *Afinidad*, 69(557). <https://www.raco.cat/index.php/afinidad/article/view/268345>
- Narvarte, A., Zanfrillo, A. I., y Artola, M. A. (2018, 28-29 noviembre). *Alternativas de gestión de los efectos indirectos de la huella de carbono en una institución de educación superior* [ponencia]. Noveno Congreso de Costos del Mercosur, Montevideo, Uruguay. <http://nulan.mdp.edu.ar/3019/>
- Oficina Catalana del Canvi Climàtic (2013, marzo). *Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)*. Generalitat de Catalunya. <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&id=97531>
- Penela, A. C., Negro, M. D. C. G., y Quesada, J. L. D. (2009). El MC3 una alternativa metodológica para estimar la huella corporativa del carbono (HCC). *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, 2(5), pp.1-16.

- Rees, W., y Wackernagel, M. (1996). Urban ecological footprints. Why cities cannot be sustainable—And why they are a key to sustainability. *Environmental impact assessment review*, 16(4-6), pp.223-248. [https://doi.org/10.1016/s0195-9255\(96\)00022-4](https://doi.org/10.1016/s0195-9255(96)00022-4)
- Sánchez, P. M., Ordóñez, O. F. O., y Moreno, W. S. O. (2018). Emisiones de CO₂, crecimiento económico y escolaridad: análisis subnacional para Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 11(2), pp. 69-76. <https://doi.org/10.18779/cyt.v11i2.186>
- Secretaría de Energía (2019). *Cálculo del Factor de Emisión de CO₂ de la Red Argentina Eléctrica*. Secretaría de Energía del Ministerio de Desarrollo Productivo, Argentina. <http://datos.minem.gob.ar/dataset/calculo-del-factor-de-emision-de-co2-de-la-red-argentina-de-energia-electrica>
- Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética (2017). *Proyecto de autodiagnóstico de eficiencia energética en Escuelas Técnicas*. Manual de contenidos y guía de aplicación. Ministerio de Energía y Minería, Buenos Aires. <https://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7654>
- Stewart, B., y Khare, A. (2018). Athabasca University Reduces ICT Carbon Footprint. *GSTF Journal on Computing (JoC)*, 1(4).
- Tribunal de Tasaciones de la Nación (2019). *Normas nacionales de valuación*. TTN 11.4 del 7/10/13. Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/tribunal-de-tasaciones-de-la-nacion/normas-nacionales-de-valuacion>
- Universidad Nacional de Mar del Plata (2018). *Estado Contable-Presupuestario y Financiero al 31/12/18*. Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. <http://www.mdp.edu.ar/index.php/institucional/areas-rectorado/secretaria-de-administracion-financiera/transparencia>
- Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia De Buenos Aires. (2017). *Huella de Carbono de la Universidad Nacional del Noroeste de Buenos Aires. Medición de la Huella de Carbono Institucional*. UNNOBA y Red Argentina de Municipios frente al cambio climático. <http://www.unnoba.edu.ar/wp-content/uploads/2017/07/Informe-final-Huella-de-Carbono-1.pdf>
- University of Indonesia (2019). *What is GreenMetric. World University Rankings*. University of Indonesia, Indonesia. <http://greenmetric.ui.ac.id/what-is-greenmetric/>
- Wackernagel, M., y Yount, J. D. (2000). Footprints for Sustainability: The Next Steps. *Environment, development and sustainability*, 2(1), pp. 23-44. <https://doi.org/10.1023/a:1010050700699>
- Wiedmann, T., y Minx, J. (2008). Una definición de 'huella de carbono'. *Tendencias de la investigación en economía ecológica*, 1, pp.1-11.
- World Wildlife Fund (2018). 2018: *Apuntando más alto*. (Serie Informe Planeta Vivo). WWF, Gland, Suiza. https://doi.org/10.1007/978-1-349-94186-5_1283