

Proceedings - Actas

25<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONGRESS  
ON PROJECT MANAGEMENT AND ENGINEERING

XXV CONGRESO INTERNACIONAL  
DE DIRECCIÓN E INGENIERÍA DE PROYECTOS

ALCOY

06.07.2021

07.07.2021

08.07.2021

09.07.2021



**AEIPRO**

**IPMA<sup>»</sup>**

international  
project  
management  
association



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



ISBN 978-84-09-34228-0

ISSN 2695-5067

Editado por AEIPRO

© AEIPRO, 2021

NOTA: Los datos relativos a los autores (nombre y filiación), así como el título de las comunicaciones, aparecen en el documento tal y como han sido facilitados por los autores.

El XXV Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos ha sido coorganizado por el Campus de Alcoy de la Universitat Politècnica de València (UPV).

04-010

## **DESIGN OF A TOOL FOR CALCULATING THE CARBON FOOTPRINT IN UNIVERSITIES. APPLICATION CASE.**

Valls-Val, Karen <sup>(1)</sup>; Bovea, Maria D. <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universitat Jaume I, <sup>(2)</sup> Universitat Jaume I

Climate change has been identified as one of the greatest actual challenges. In response, initiatives to limit Greenhouse Gas emissions and tools to quantify them are being developed and implemented. However, to date there is no specific Carbon Footprint calculation tool for universities that incorporates the specificities of this type of organisation for scopes 1+2+3 and that it is fully adaptable to the specificities of each center, both in terms of emission sources and emission factors. Therefore, the aim of this study is to design a tool able to calculate and communicate the Carbon Footprint of universities, verify its emissions reduction over time and analyse the offset of emissions through CO<sub>2</sub> Absorption Projects. As a case of application, the Carbon Footprint of Universitat Jaume I for the period 2016-2019 is analysed, in order to give a tangible value with which to compare itself with other academic institutions and to provide a reference level against which mitigation future efforts on the university campus can be compared.

Keywords: Carbon footprint; scope 3; university.

## **DISEÑO DE HERRAMIENTA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN UNIVERSIDADES. CASO DE APLICACIÓN.**

El cambio climático se ha identificado como uno de los mayores retos de la sociedad actual. Como respuesta, se están desarrollando e implementando iniciativas para limitar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la atmósfera y herramientas para cuantificarlas. Sin embargo, hasta el momento no existe ninguna herramienta de cálculo de la Huella de Carbono específica para universidades que incorpore las especificidades de este tipo de organización para alcance 1+2+3 y que sea totalmente adaptable a las especificidades de cada centro, tanto en cuanto a fuentes de emisión como a factores de emisión. Por ello, el objetivo de este estudio es diseñar una herramienta para calcular y comunicar la Huella de Carbono de universidades, verificar su reducción en el tiempo y analizar la compensación de las emisiones mediante Proyectos de Absorción de CO<sub>2</sub>. Como caso de aplicación, se analiza la Huella de Carbono de la Universidad Jaume I para el período 2016-2019, con el fin de disponer de un valor tangible con el que compararse con otras instituciones y cuantificar los esfuerzos de mitigación implementados y los que puedan implementarse en un futuro.

Palabras claves: Huella de carbono; alcance 3; Universidad.

Correspondencia: Karen Valls Val [kvals@uji.es](mailto:kvals@uji.es)

Agradecimientos: Este estudio se ha realizado gracias a la financiación del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (DPI2017-89451-R y FPU18/02816).



## 1. Introducción

La lucha frente al cambio climático es una de las prioridades de la política a nivel mundial. El principal factor que contribuye al cambio climático es el calentamiento global, que se mide por la concentración de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) liberadas a la atmósfera, y cuya cuantificación es conocida como Huella de Carbono (HC). Así pues, la HC aplicada al ámbito de una organización puede definirse como la cantidad total de emisiones de GEI generadas directa o indirectamente por las actividades realizadas por la organización (GHG Protocol, 2004), y se calcula empleando la ecuación 1.

$$HC = \sum_{i=1}^n DA \times FE \quad [\text{eq. 1}]$$

Donde  $i$  es el número de fuentes de emisión,  $DA$  es la cantidad de un dato de actividad en unidades que se pueden combinar con el factor de emisión,  $FE$  es el valor para convertir el dato de actividad en emisiones ( $\text{kgCO}_2\text{eq/u}$ ),  $HC$  es la huella de carbono expresada en  $\text{kg}$  de dióxido de carbono equivalente ( $\text{kgCO}_2\text{eq}$ ).

Para su cálculo se pueden considerar diferentes alcances:

- El **alcance 1** incluye las emisiones de GEI procedentes de fuentes directas que son propiedad o están controladas por la organización: combustión de combustibles fijos, transporte en vehículos propiedad de la organización y emisiones fugitivas.
- El **alcance 2** incluye las emisiones de GEI procedentes de fuentes indirectas, producidas fuera de los límites de la organización -compras de electricidad, calor o vapor-.
- El **alcance 3** incluye otras fuentes indirectas de emisiones de GEI que pueden ser resultado de las actividades de la institución pero que se producen en fuentes que son propiedad o están controladas por otra organización: viajes de negocios, actividades y contratos subcontratados, residuos generados por la institución, hábitos de desplazamiento de los miembros de la comunidad, etc.

Las universidades, como organizaciones dedicadas a la educación, la investigación y los servicios a la comunidad, deberían asumir un papel de liderazgo en la lucha contra el cambio climático y tomar la iniciativa en todo lo relacionado con el cálculo, el seguimiento, la notificación, la reducción o incluso la compensación de su HC como ejemplo de organizaciones sostenibles.

Actualmente, ya se han realizado numerosos informes y artículos que analizan el cálculo de la HC en universidades europeas, entre las que se incluyen varias españolas: Álvarez, Blanquer y Rubio (2014) para la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes - Universidad Politécnica de Madrid (España), Gómez, Cadarso y Monsalve (2016) para la Universidad de Castilla-La Mancha (España), Gu et al. (2019) para la Universidad de Keele (Reino Unido), Larsen et al. (2013) para la Universidad Noruega de Tecnología y Ciencia (Noruega), Ozawa-Meida et al. (2013) para la Universidad de Montfort (Reino Unido) o Rodríguez-Andara, Río-Belver y García-Marina (2020) para la Universidad del País Vasco (España).

A nivel nacional, el Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico promueve el Registro Nacional de Huella de Carbono (MITECO, 2021), en el que se han inscrito varias universidades nacionales con los valores de HC que se muestran en la Tabla 1, global anual, desglosados por alcance y desglosado por persona y estudiante.

En este contexto, el objeto de esta comunicación consiste en realizar una revisión de las herramientas de HC, diseñar una herramienta adaptada a las fuentes de emisión típicas de

una organización de ámbito educativo e investigación, y aplicarla al caso de estudio de la Universitat Jaume I.

**Tabla 1: Huella de Carbono de universidades inscritas en el Registro del MITECO.**

		HUELLA DE CARBONO				
		Alcance 1 (tCO <sub>2</sub> eq)	Alcance 2 (tCO <sub>2</sub> eq)	Alcance 1+2 (tCO <sub>2</sub> eq)	tCO <sub>2</sub> /persona	tCO <sub>2</sub> /alumno
<b>UNIVERSIDAD</b>	Universidad Politécnica de Cartagena	545	491	1.036		0,18
	Universidad Politécnica Valencia	4.344	14.171	18.515	0,44	
	Universidad de Cantabria	1.562	3.713	5.275		0,42
	Universidad de Vigo	2.163	4.669	6.831		0,36
	Universidad de Zaragoza	5.423	8.842	14.266		0,45
	Universidad Miguel Hernández de Elche	1.665	7.496	9.160	0,60	
	Universidad Politécnica de Madrid	4.667	10.780	15.447	0,38	
	Universidad de San Jorge	149	468	618	0,50	
	Universidad de Alcalá	3.523	4.535	8.058		
	Universidad Córdoba	1.788	2.184	4.030	0,42	
		<b>PROMEDIO</b>	<b>2.583</b>	<b>5.735</b>	<b>8.323</b>	<b>0,47</b>

## 2. Revisión de herramientas






En los últimos años se han desarrollado diferentes herramientas para el cálculo de la HC de las organizaciones en general y de las universidades en particular.

A nivel internacional, destaca la herramienta Campus Carbon Calculator (CA-CP, 2020), desarrollada por la organización estadounidense Clean Air-Cool Planet (CA-CP) en colaboración con la Universidad de New Hampshire, puede descargarse gratuitamente, permite una modelización de alcance 1+2+3, tiene la forma de una hoja de cálculo de Microsoft Excel y utiliza los factores de emisión de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, 2020a). Sin embargo, se ha dejado de utilizar en 2018 y la herramienta SIMAP (2020) la ha sustituido. SIMAP es una herramienta comercial (requiere cuota de suscripción) que incluye el alcance 3 para desplazamientos del personal/estudiantes, viajes, residuos sólidos, aguas residuales y papel, pero sigue siendo aplicable sólo a Estados Unidos debido a los factores de emisión que incluye.

Dado que el objetivo de esta comunicación es calcular la HC de una universidad española, se ha realizado un estudio y revisión más en profundidad de herramientas desarrolladas en España. No existe hasta la fecha ninguna específicamente orientada a universidades, pero sí para cálculo de organizaciones en general:

- **CEACV.** Herramienta de cálculo diseñada por la “Conselleria d’Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural” de la Comunidad Valenciana. Presenta una interfaz en formato Excel sencilla y poco automatizada, la mayoría de datos deben ser introducidas por el usuario, lo cual puede conllevar

variaciones en los resultados obtenidos dependiendo del usuario que haya realizado el cálculo. (CEACV 2015)

- **ENECO.** Herramienta creada para el proyecto ENECO “Gestión ambiental y energética de las PYMEs y desarrollo de la eco-economía por un desarrollo económico transfronterizo sostenible”. Se trata de un proyecto para mejorar la eficiencia medioambiental y energética de las PYMEs, que uno de los parámetros que necesita es la HC, por lo que se creó una herramienta Excel propia de cuantificación de emisiones de CO<sub>2</sub>eq. Actualmente se encuentra desactualizada, ya que el proyecto finalizó en 2011. (ENECO, 2015)
- 
- **IHOBE.** Herramienta desarrollada por el Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco. Tiene formato Excel y está orientada a organizaciones públicas y privadas, con razón social o con instalaciones en la Comunidad Autónoma del País Vasco o España en general, que quieran calcular su HC y puedan inscribirla como "Iniciativa Voluntaria de Cambio Climático" en el Registro de Actividades con incidencia ambiental de la CAPV. (IHOBE, 2020)
- 
- **MITECO.** Conjunto de calculadoras perteneciente al Ministerio para la Transición Ecológica del Gobierno de España. Facilita el cálculo de la HC de organizaciones que quieran inscribirse en el Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de CO<sub>2</sub> (MITECO, 2021). Todas ellas tienen formato Excel. La *Calculadora de cálculo la HC* permite evaluar la HC para Alcance 1 y 2, y dispone de formatos específicos de calculadora para Ayuntamientos y organizaciones del sector agrícola. La *Calculadora de reducción* permite verificar si se cumplen los requisitos necesarios para la activación de la etiqueta “Reduzco” en el sello, mientras que la *Calculadora de proyectos de absorción* permite estimar las absorciones útiles que pueden ser empleadas para la compensación. (MITECO, 2020a)
- 
- 
- **OCCC.** Herramienta en formato Excel perteneciente a la “Oficina Catalana del Canvi Climàtic” que va acompañada de una guía con el fin de facilitar su utilización. Se actualiza anualmente para incluir los últimos factores de emisión disponibles, y es útil para la elaboración del inventario de emisiones de GEI de las organizaciones adheridas al programa de acuerdos voluntarios para la reducción de emisiones de GEI (OCCC, 2020).
- 

Con el objetivo de comprobar si estas herramientas se podrían emplear para el cálculo de la HC de universidades, en la Tabla 2 se analiza en mayor detalle las fuentes de emisión que incluye cada una de estas herramientas.

En base al análisis realizado, se llega a las siguientes conclusiones.

- Todas las herramientas tienen una interfaz en formato Excel y son gratuitas.
- Todas son bastante similares en cuanto a los datos de entrada relativos a los Alcances 1 y 2. Sin embargo, existe una mayor variedad en cuanto a la consideración del Alcance 3 del cálculo.
- La herramienta óptima en lo referente a las emisiones de Alcance 1 y Alcance 2 es la del MITECO, ya que tiene en cuenta un gran número de combustibles y gases refrigerantes, emplea el mix eléctrico de todas las comercializadoras españolas, permite indicar si se dispone de garantía de origen e incorpora la cantidad de energía renovable producida en las instalaciones propias.

- Las herramientas que incluyen un mayor número de fuentes de emisión del Alcance 3 son las de la CEACV, ENECO y la OCCC.
- Ninguna herramienta considera todas las fuentes de emisión representativas de las universidades y además, ninguna incluye el consumo de reactivos de laboratorio, de equipos eléctricos y electrónicos, etc. ENECO es la que considera las categorías de emisión más representativas en el campo de la educación. Sin embargo, se trata de una herramienta desactualizada.

Por lo tanto, a partir de estos antecedentes es posible concluir que no existe ninguna herramienta (pública o comercial, de ámbito internacional o nacional-español) que pueda ser adaptada a las particularidades de cualquier universidad. Teniendo en cuenta este contexto, es necesario desarrollar una herramienta de evaluación de HC que cubra el alcance 1+2+3 y que pueda adaptarse a cualquier universidad.

**Tabla 2: Fuentes de emisión incluidas en las herramientas españolas.**

ALCANCE		CEACV	ENECO	IHOBE	MITECO	OCCC	
1	Combustión fija <sup>1</sup>	BM,GN, D,GS,P, B	BM,GN,D,G,CP, FO,Q,GS,C,GLP	BM,GN,CP,FO,Q ,GS,C,GLP,P,B	BM,GN,D,G,CP, FO,GS,C,GLP,P, B	BM,GN,D,CP, FO,C,GLP,P, B	
	Fluorados		x	x	x	x	
	Combustión móvil <sup>2</sup>	D,G	D,G,GLP,GLN	D,BD,G,ETH, GLP,GNL,GNC, E	D,BD,G,ETH,GLP ,GNL,GNC,E	D,BD,G,ETH, GLP,GNC,E,H	
2	Electricidad <sup>3</sup>		x	x	x	x	
	ME		x	x	x	x	
	GdO						
	RN	SF,ST,E	SF,E		SF,ST,E,H,G	x	
	Calor, vapor, frío		x			x	
3	Consumos <sup>4</sup>		A,MP,P,E	A,L		A	
	Residuos <sup>5</sup>		R,V	R,V		R,V	
	Emisiones atmósfera		x	x			
	DESP.	Medio					
		Priv. <sup>6</sup>	T,F,M,B	T,F,M	T,F,M		T,F,M
	Pub. <sup>7</sup>	AU,ME, TE,TA, AV	AU,TE,AV,MA	AU,ME,TE,TR, TA,AV,MA		AU,ME,TE,TR ,MA	
	Tipo <sup>8</sup>	I,U	I,U,MP,PF	I,VN		I,MP	

<sup>1</sup> Combustión fija: BM (biomasa), GN (gas natural), D (diésel), G (gasolina), CP (coque petróleo), FO (fuel oil), Q (queroseno), GS (gasoil), C (carbón), P (propano), B (butano).

<sup>2</sup> Combustión móvil: D (diésel), BD (biodiésel), G (gasolina), ETH (ethanol), E (eléctrico), H (híbrido)

<sup>3</sup> Electricidad: ME (Mix eléctrico de la comercializadora), GdO (garantía de origen), RN (renovable): SF (solar fotovoltaica), ST (solar térmica), E (eólica), H (hidráulica), G (geotérmica)

<sup>4</sup> Consumos: A (agua), MP (materia prima), P (papel), E (envase), L (lubricante)

<sup>5</sup> Residuos: R (reciclaje), V (vertedero)

<sup>6</sup> Privado: T (turismo), F (furgoneta/camión), M (motocicleta), B (bicicleta)

<sup>7</sup> Público: AU(autobús), ME(metro), TE(tren), TR(Tranvía), TA(taxi), AV(avión), MA(marítimo)

<sup>8</sup> Tipo transporte: I (in itinere), U (usuarios/clientes), VN (viaje negocios), MP (materias primas), PF (producto final)

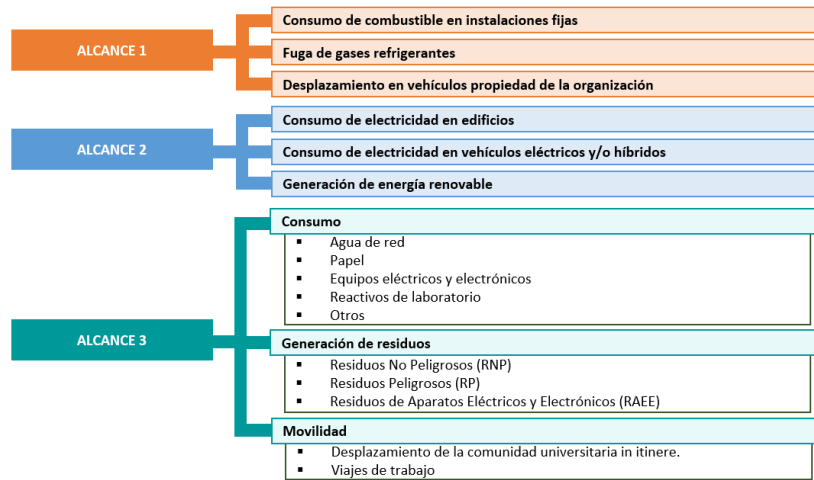
### 3. Diseño de herramienta propia

#### 3.1 Requisitos

El objetivo es obtener una herramienta dirigida a las universidades que permita la cuantificación más completa y precisa posible y que tenga en cuenta la mayoría de fuentes de emisión típicas de una organización de este ámbito. Por ello, el requisito fundamental es que incluya todas las fuentes de emisión que tienen un gran impacto en las universidades.

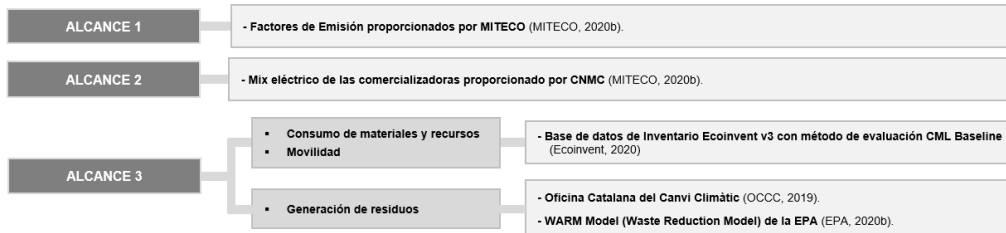
Por lo tanto, debe incluir las fuentes de emisión que aparecen en la Figura 1, y además de presentar la opción de incluir otras fuentes según las necesidades del caso de aplicación.

**Figura 1: Fuentes de emisión incorporadas en la herramienta.**



En cuanto a los factores de emisión, éstos han de ser oficiales y válidos para permitir la inscripción de la HC en la sección a) del Registro del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO, 2021). Por lo tanto, la herramienta ha de incorporar por defecto los Factores de Emisión de la Figura 2, aunque también permitir que el usuario los modifique según las necesidades del caso de aplicación.

**Figura 2: Factores de emisión incluidos en la herramienta.**



Por otro lado, se considera interesante que, en caso de que la organización disponga de la HC de los 3 años anteriores al cálculo y las introduzca junto con el índice de actividad de estudiantes y empleados, la herramienta verifique si se ha realizado una reducción del ratio de emisiones de alguno de los dos índices de actividad y por tanto la organización puede activar la etiqueta “Reduzco” del sello del MITECO. Además, puesto que en este tipo de organización se suele realizar actividades de voluntariado y sostenibilidad, se incluye la posibilidad de realizar el cálculo de absorciones de CO<sub>2</sub> que se dan en los diferentes proyectos que dirige la universidad, con el fin de comprobar si se produce compensación de las emisiones y de este modo activar la etiqueta “Compenso” del sello del MITECO.

Finalmente, la herramienta debe ser capaz de presentar los resultados de HC de forma numérica y gráfica, y de forma agregada y desagregada por alcance, por edificios, etc., y para diferentes unidades (estudiantes, personal, etc.).

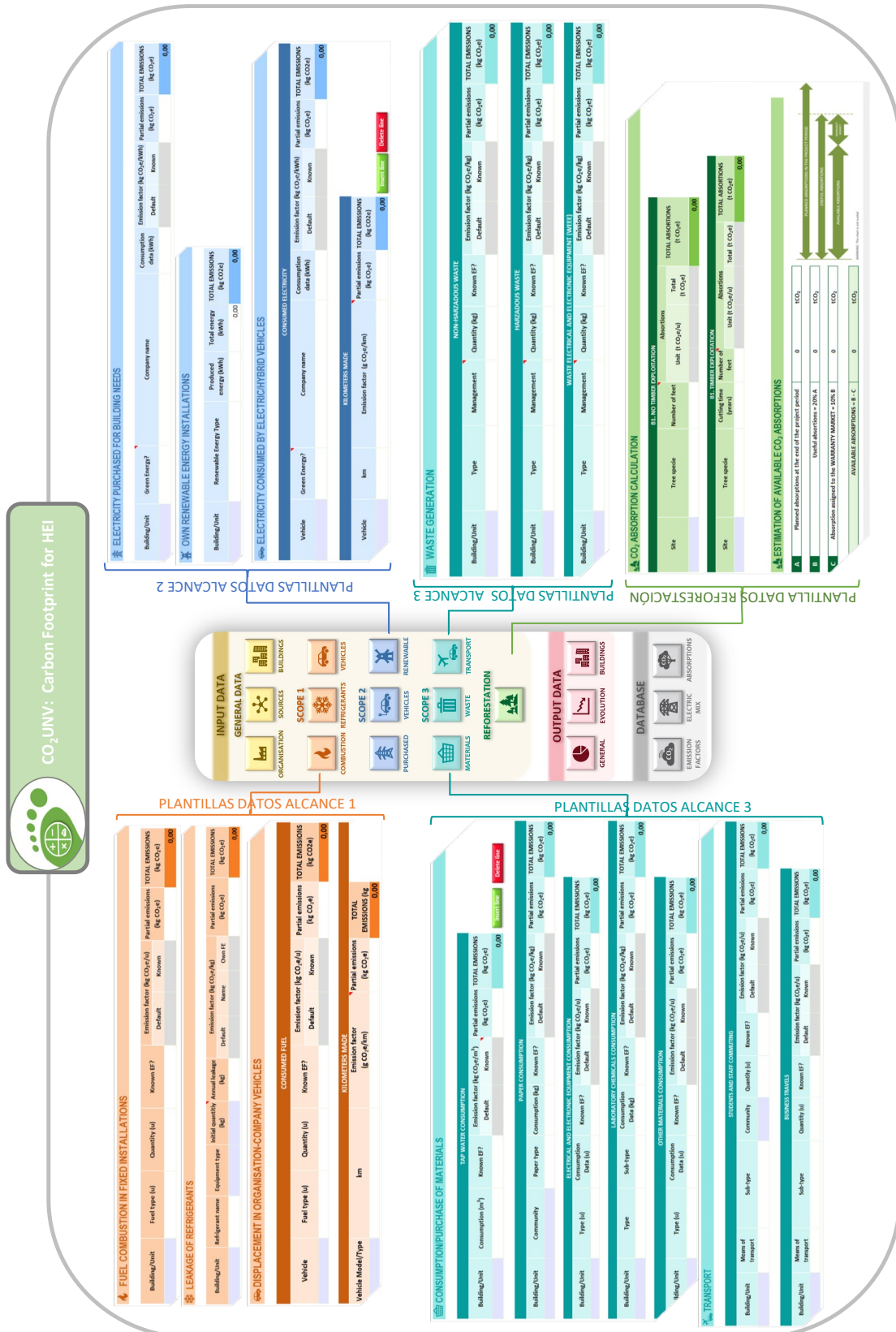
### 3.2 Implementación

Teniendo en cuenta todos estos requisitos, se desarrolla la herramienta utilizando el lenguaje de programación Visual Basic for Applications (VBA) en Microsoft Excel, y se estructura en tres módulos (datos de entrada, base de datos y resultados) conectados por un menú situado



en la parte central de la Figura 3. Cada uno de estos iconos centrales, dirige al usuario a la plantilla correspondiente (ver lateral derecho e izquierdo), donde se incorporan los datos de entrada para Alcance 1, 2 y 3 del caso de estudio.

Figura 3: Esquema de la herramienta desarrollada (Menú central y Plantillas de entrada de datos para los Alcances 1, 2 y 3.



#### 4. Caso de aplicación

Como caso de aplicación, se analiza la HC de la Universidad Jaume I para el periodo 2016-2019, con el fin de disponer de un valor con el que compararse con otras instituciones, cuantificar los esfuerzos de mitigación y comprobar si se ha producido una reducción de las emisiones y se puede obtener la activación de la etiqueta “reduzco” y “compenso” del sello del MITECO.

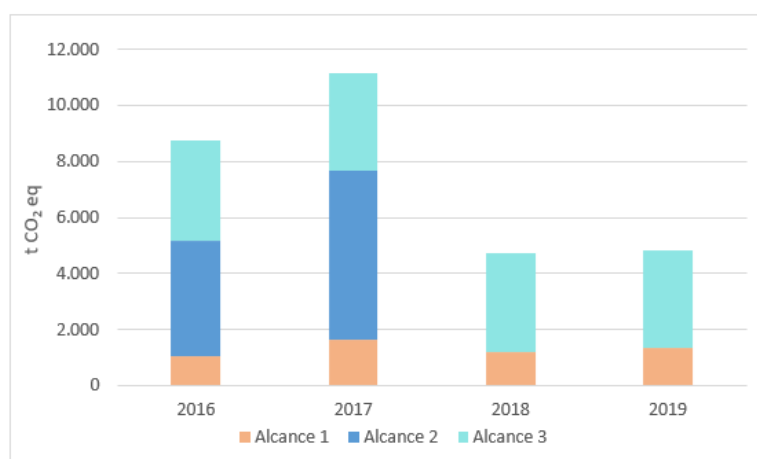
La Universitat Jaume I es una institución pública de educación superior e investigación ubicada en Castellón de la plana. Fue fundada en el año 1991 y actualmente cuenta con 14.000 estudiantes aproximadamente y se encuentra en un único campus universitario, el campus del Riu Sec. El límite organizacional incluye las operaciones que son propiedad absoluta o están bajo el control de la Universidad y se dan en todos los edificios ubicados dentro del Campus.

El proceso de recopilación de la información ha sido una labor tediosa puesto que los sistemas de la universidad no estaban preparados para una recogida de datos al nivel de detalle requerido. La información se ha solicitado a diferentes servicios, departamentos y oficinas de la UJI (área de mantenimiento de la UJI, oficina de Prevención y Gestión Medioambiental (OPGM), Oficina de Cooperació al Desenvolupament i solidaritat (OCDS) y departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción), que han aportado los datos en diferentes formatos (papel, hojas Excel, documentos escritos, etc.). Por ello, el siguiente paso ha consistido en realizar una depuración y adaptación de esta información para que sea útil para rellenar las plantillas mostradas en los laterales de la Figura 3 para cada uno de los alcances (1, 2 y 3).

##### 4.1 Cálculo de la Huella de Carbono

Una vez recopilados los datos de actividad de la Universitat Jaume I, se introducen en la herramienta diseñada y se obtienen los resultados globales mostrados en la realiza el análisis y cuantificación de la HC Alcance 1+2+3 empleando la herramienta diseñada en el apartado 3. Para ello, se han introducido los datos de actividad en la herramienta desglosados por edificios y se han obtenido los resultados que aparecen en la Figura 4.

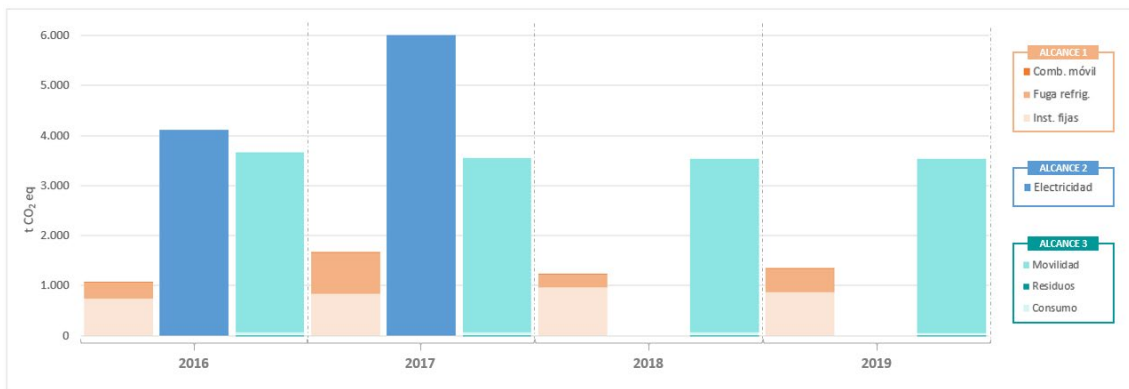
**Figura 4: Resultados Huella de Carbono UJI, por alcance y global.**



##### Contribución de las fuentes de emisión.

En la Figura 4, se muestra la gráfica de contribución de las fuentes de emisión.

**Figura 4: Gráfica de contribución de las fuentes de emisión.**



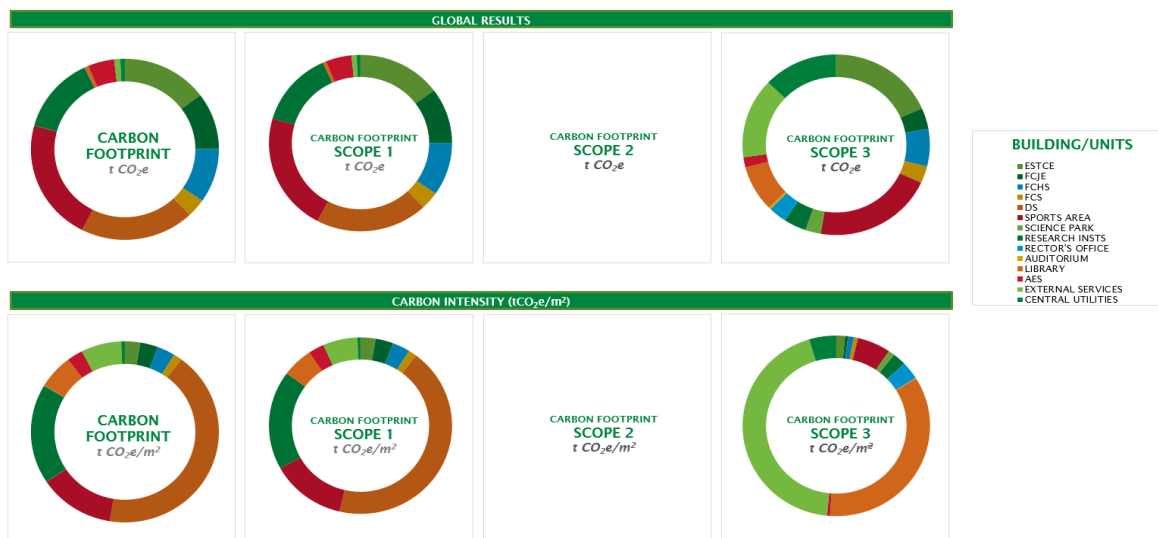
En la Figura 4 se observa que en los dos casos el Alcance 1 (emisiones directas) es el que presenta una menor contribución en la HC total de la organización, suponiendo entre un 15% y un 25% del total de las emisiones de la Universitat Jaume I. Las emisiones derivadas del desplazamiento de vehículos son prácticamente nulas, mientras que la contribución de las instalaciones fijas y climatización varía de un año a otro.

Además, se observa que para el año 2016, el Alcance 2 (Emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica) es el que presenta una mayor contribución en la HC, suponiendo entre un 50% y un 60% del total de las emisiones de CO<sub>2</sub>eq. Sin embargo, en el año 2019, el Alcance 3 es el que presenta una mayor contribución, puesto que la universidad dispone del certificado de garantía de origen del consumo eléctrico y por lo tanto las emisiones procedentes del Alcance 2 son nulas. El nivel de contribución del Alcance 3 varía entre un 70% y un 30% en función de si se dispone o no de garantía de origen, porcentajes bastante importantes en ambos casos

### Contribución por edificio

La herramienta también desglosa las emisiones de GEI por edificio, con el fin de observar aquellos que contribuyen en mayor medida y poder encontrar las mejoras óptimas. En la Figura 5 se muestran las gráficas realizadas automáticamente por la herramienta para 2019. Se puede observar que aquellos edificios que presentan una mayor contribución a la HC de la UJI son los centros (5), las instalaciones deportivas y la biblioteca.

Figura 5: Gráfica contribución por edificios (año 2019)




## Reducción de emisiones

La herramienta proporciona de forma automática la comprobación de si se ha producido reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>eq (Figura 6), a partir de la introducción de los valores de HC de los tres años anteriores (2016-2018) en el cálculo del último año (2019). Se observa que la Universitat Jaume I puede obtener la activación de la etiqueta “Reduzco” si inscribe en el Registro de Huella de Carbono de los años 2016-2019, puesto que los ratios de emisiones promedio del último trienio son menores que correspondientes al trienio anterior.

Figura 6: Reducción de emisiones

Trienio	REDUCCIÓN EMISIONES			
	Estudiante (tCO <sub>2</sub> eq/estudiante)		Superficie (tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> )	
	Alcance 1+2	Alcance 1+2+3	Alcance 1+2	Alcance
Promedio trienio anterior	0,333	0,584	0,0207	0,0361
Promedio último trienio	0,246	0,498	0,0150	0,0300
¿Se produce reducción?	SI	SI	SI	SI



## Compensación de las emisiones.

Los datos de los proyectos de reforestación de la UJI se introducen en la herramienta, considerando un periodo de permanencia de 30 años en el que la universidad se compromete a mantener el número de ejemplares que se plantan inicialmente.

La Figura 7 muestra las absorciones de los proyectos de reforestación, la HC y el porcentaje de compensación obtenidos en la herramienta para 2016-2019. Se observa que los proyectos de reforestación realizados no compensan totalmente la HC. Sin embargo, se considera oportuno inscribir los proyectos ya que al compensar parte de la HC, se puede obtener la activación del sello “compenso”.

Figura 7: Compensación de emisiones.

AÑO	COMPENSACIÓN DE EMISIONES		AÑO	COMPENSACIÓN DE EMISIONES	
	Compensación emisiones	Emisiones Alcance 1+2		Compensación emisiones	Emisiones Alcance 1+2
AÑO 2016	17,00 tCO <sub>2</sub> eq abs.	5174,61 tCO <sub>2</sub> eq	AÑO 2018	26,00 tCO <sub>2</sub> eq abs.	1221,32 tCO <sub>2</sub> eq
	Emisiones Alcance 1+2	8761,70 tCO <sub>2</sub> eq		Emisiones Alcance 1+2+3	4707,38 tCO <sub>2</sub> eq
	¿Se produce compensación de emisiones?	NO		¿Se produce compensación de emisiones?	NO
	Porcentaje de compensación (Alcance 1+2)	0,33%		Porcentaje de compensación (Alcance 1+2)	2,13%
AÑO 2017	9,00 tCO <sub>2</sub> eq abs.	7662,38 tCO <sub>2</sub> eq	AÑO 2019	14,00 tCO <sub>2</sub> eq abs.	1353,84 tCO <sub>2</sub> eq
	Emisiones Alcance 1+2	11170,07 tCO <sub>2</sub> eq		Emisiones Alcance 1+2+3	4810,84 tCO <sub>2</sub> eq
	¿Se produce compensación de emisiones?	NO		¿Se produce compensación de emisiones?	NO
	Porcentaje de compensación (Alcance 1+2)	0,12%		Porcentaje de compensación (Alcance 1+2)	1,03%

## Comparación con otras universidades

En base a los resultados plasmados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se puede afirmar que la UJI I presenta un buen comportamiento en cuanto a HC producida, obteniendo resultados de HC global y por persona por debajo de la media nacional.

Sin embargo, el ratio de emisiones por estudiante resulta ligeramente superior que en el resto de universidades.

## 5. Conclusiones

En lo que respecta a la herramienta de cálculo de HC de universidades se extraen las siguientes conclusiones:

- Incluye las emisiones directas e indirectas más significativas de este sector y por tanto consigue obtener valores precisos y transparentes que motivan respuestas efectivas para la protección del medio ambiente.
- Está basada en las guías oficiales MITECO (2020c,d) para la inscripción de la HC en el Registro y la guía OCCO (2019) para el cálculo del Alcance 3.
- Emplea Factores de Emisión compatibles con el Registro y permite que este sea introducido por el usuario, consiguiendo adaptarse al máximo a cada caso de estudio.
- Verifica si se cumplen las condiciones para la activación de las etiquetas “reduzco” y “compenso” del sello del MITECO, el cual otorga visibilidad a las acciones medioambientales llevadas a cabo en la organización.
- Los resultados se analizan en función de las fuentes de emisión, los edificios y la evolución en el tiempo.

En cuando al caso de aplicación se puede concluir:

- Existe un gran nivel de dificultad y complejidad en la obtención de los datos de actividad; el procesamiento, filtrado y adaptación de los datos de adquisición requiere de gran cantidad de tiempo.
- La compra de energía eléctrica con certificado de garantía de origen puede conllevar resultados engañosos, ya que pueden producirse grandes aumentos de consumo eléctrico que no se ven traducidos en el aumento de las emisiones de GEI.
- Los desplazamientos de estudiantes y empleados tienen un gran impacto en la HC, a pesar de pertenecer al alcance 3 del cálculo y no calcularse de forma obligatoria para el Registro del MITECO.
- La UJI opta a la activación de las 3 etiquetas del sello del MITECO (calculo, reduzo, compenso).
- La HC de la UJI presenta valores inferiores al promedio de emisiones del resto de universidades españolas
- Se considera interesante completar el estudio con el cálculo de la Huella Ambiental para extraer conclusiones que consideren más aspectos ambientales y de la Huella Hídrica con el fin de considerar el aspecto ambiental de los consumos de agua

## 6. Referencias

Álvarez, S., Blanquer, M. & Rubio, A. (2014). Carbon footprint using the Compound Method based on Financial Accounts. the case of the School of Forestry Engineering, Technical University of Madrid. *Journal of Cleaner Production*, 66, 224–232.

CA-CP (2020). Clean Air Cool Planet Campus Carbon Calculator. Disponible en: <https://cleanenergysolutions.org/es/resources/clean-air-cool-planet-ca-cp-campus-carbon-calculator>

- CEACV (2015). Calculadora de la “Conselleria d’Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural” de la Comunidad Valenciana. Disponible en: <http://www.agroambient.gva.es/es/web/ceacv/calculadora-huella-de-carbono>
- Ecoinvent (2020). Ecoinvent v3 Data Base.
- ENECO (2015). Calculadora del proyecto ENECO de la fundación CRANA.
- EPA (2020a). Carbon Dioxide EPA Emission Factors. <https://www.epa.ie/pubs/reports/air/airemissions/>
- EPA (2020b). Emission Factors of Waste Reduction Model (WARM). Disponible en: <https://www.epa.gov/warm/documentation-chapters-greenhouse-gas-emission-energy-and-economic-factors-used-waste-reduction>
- GHG Protocol, 2004. The Greenhouse Gas Protocol, World Resources Institute/World Business Council for Sustainable Development.
- Gómez, N., Cadarso, M.Á. & 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, 119–130.
- Gu, Y., Wang, H., Xu, J., Wang, Y., Wang, X., Robinson, Z.P., Li, F., Wu, J., Tan, J. & Zhi, X. (2019). Quantification of interlinked environmental footprints on a sustainable university campus: A nexus analysis perspective. *Applied Energy*, 246, 65–76.
- IHOBE (2020). Calculadora de la Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco (IHOBE). <https://www.ihobe.eus/publicaciones/huella-carbono-en-organizaciones-herramienta-caculo-ano-calculo-2019-2>
- Larsen, H.N., Pettersen, J., Solli, C. & Hertwich, E.G. (2013). Investigating the Carbon Footprint of a University - The case of NTNU. *Journal of Cleaner Production*, 48, 39–47.
- MITECO (2020a). Calculadoras del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO). Disponibles en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.aspx>
- MITECO (2020b). Factores de emisión del Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono.
- MITECO (2020c). Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un Plan de Mejora de una organización, MITECO.
- MITECO (2020d). Guía para la estimación de Absorciones de Dióxido de Carbono, MITECO.
- MITECO (2021). Registro Nacional de Huella de Carbono. Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, Gobierno de España. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/registro-huella.aspx>
- OCCC (2019). Guia pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH), versió 2019. Oficina Catalana del Canvi Climàtic (OCCC)
- OCCC (2020). Calculadora de la Oficina Catalana del Canvi Climàtic (OCCC). Disponible en: [https://canviclimatic.gencat.cat/es/actua/calculadora\\_demissions/](https://canviclimatic.gencat.cat/es/actua/calculadora_demissions/)
- Ozawa-Meida, L., Brockway, P., Letten, K., Davies, J. & Fleming, P. (2013). Measuring carbon performance in a UK University through a consumption-based carbon footprint: De Montfort University case study. *Journal of Cleaner Production*, 56, 185–198.
- SIMAP (2020). Sustainable Indicator Management & Analysis Platform (SIMAP) Tool.

Rodríguez-Andara, A., Río-Belver, R.M. & García-Marina, V. (2020). Sustainable university institutions: Determination of gases greenhouse effect in a university center and strategies to decrease them. *Dyna Ingeniería e Industria*, 95, 47–53.

**Comunicación alineada con los  
Objetivos de Desarrollo Sostenible**

