

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
DE MONTES, FORESTAL Y DEL MEDIO
NATURAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER



INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA
UNIVERSIDAD
CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE
CARBONO DE LA UPM 2016

Autor: Jonathan Paul Ortiz Cando

Directores: D. Agustín Rubio Sánchez

Dña. Ana Rodríguez Olalla

MADRID, JULIO DE 2018

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
DE MONTES, FORESTAL Y DEL MEDIO
NATURAL



INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA
UNIVERSIDAD
CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE
CARBONO DE LA UPM 2016

Autor

Vº Bº del Director

Vº Bº del Co-Directora

Jonathan Paul Ortiz Cando

D. Agustín Rubio Sánchez

Dña. Ana Rodríguez Olalla

Julio de 2018

“© UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, AÑO 2018, Todos los derechos reservados”

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
DE MONTES, FORESTAL Y DEL MEDIO
NATURAL

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA
UNIVERSIDAD
CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE
CARBONO DE LA UPM 2016

Autor: Jonathan Paul Ortiz Cando

Director: D. Agustín Rubio Sánchez

Co-Directora: Dña. Ana Rodríguez Olalla

Tribunal:

PRESIDENTE

VOCAL

SECRETARIO

Fdo.

Fdo.

Fdo.

CALIFICACIÓN:

Fecha: Madrid,

OBSERVACIONES:

Título: Indicadores de Sostenibilidad en la Universidad. Cuantificación de la Huella de Carbono de la UPM 2016.

Autor: Jonathan Paul Ortiz Cando

Directores: D. Agustín Rubio Sánchez

Dña. Ana Rodríguez Olalla

Departamento: Sistemas y Recursos Naturales

RESUMEN

El cambio climático se ha identificado como uno de los mayores retos a los que deben enfrentarse las naciones, los gobiernos, las industrias y los ciudadanos en las próximas décadas, debido a que supone una alteración del equilibrio en la naturaleza que tiene implicaciones tanto para los humanos como para los sistemas naturales y cuyas consecuencias son imprevisibles.

La Asamblea General de Naciones Unidas aprobó el 25 de septiembre de 2015 los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. En este sentido las instituciones y administraciones públicas, sector privado, sociedad civil y ciudadanos, y muy especialmente las universidades, están moral y éticamente obligadas a contribuir con esta labor.

En este contexto, aparecen varios indicadores de sostenibilidad entre los que destaca la “Huella de Carbono” que permite medir el impacto que nuestras actividades tienen en el medioambiente y, en particular, en el cambio climático. Es por esta razón que cumple con el propósito de ser una herramienta para integrar nuevos criterios ambientales y de sostenibilidad en la toma de decisiones.

El objetivo de este Trabajo Fin de Máster es cuantificar los GEI de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) del año 2016 a través de la cuantificación de las emisiones de GEI de cada uno de los centros y edificios que conforman la UPM y analizar la evolución de los mismos en el periodo 2013-2016 para comprobar la efectividad de las medidas de reducción adoptadas por la universidad a favor de la sostenibilidad.

El resultado de la cuantificación de GEI de la UPM permitirá conocer el impacto y contribución de la universidad al proceso de cambio climático. Asimismo, permitirá diseñar un plan de reducción de emisiones, que dejará sentadas las bases para la obtención del sello Calculo-Reduzco del MAPA.

Title: Indicators of Sustainability at University. Quantification of the Carbon Footprint of the UPM 2016.

Author: Jonathan Paul Ortiz Cando

Directors: D. Agustín Rubio Sánchez

Dña. Ana Rodríguez Olalla

Departament: Sistemas y Recursos Naturales

ABSTRACT

Climate change has been identified as one of the greatest challenges facing nations, governments, industries and citizens in the coming decades, because it involves an alteration of the balance in nature that has implications for both human as for natural systems and whose consequences are unpredictable.

The General Assembly of the United Nations approved on September 25, 2015 the Sustainable Development Goals (SDGs) to eradicate poverty, protect the planet and ensure prosperity for all as part of a new sustainable development agenda. For this reason, institutions and public administrations, the private sector, civil society and citizens, and especially universities, are morally and ethically obliged to contribute to this task.

In this context, several sustainability indicators appear, including the "Carbon Footprint" that allows us to measure the impact that our activities have on the environment and, in particular, on climate change. It is for this reason that it fulfills the purpose of being a tool to integrate new environmental criteria and sustainability in decision making.

The objective of this Final Master's Project is to quantify the GHG of the Polytechnic University of Madrid (UPM) in 2016 through the quantification of GHG emissions from each of the centers and buildings that make up the UPM and analyze the evolution of them in the 2013-2016 period to verify the effectiveness of the reduction measures adopted by the university in favor of sustainability.

The result of the quantification of GHG of the UPM will allow to know the impact and contribution of the university to the process of climatic change. Likewise, it will allow the design of a plan to reduce emissions, for the future obtaining of the Calculo-Reduzco seal of the MAPA.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer al Profesor Agustín Rubio, por haberme enseñado un nuevo campo de estudio con el entusiasmo y capacidad de transmisión de conocimiento que me ha permitido ser un entusiasta de los temas de sostenibilidad.

De igual manera me gustaría agradecer de forma afectuosa a Dña. Ana Rodríguez por ser mi mentora a lo largo de estos meses de trabajo, la cual ha sabido enseñarme y resolver mis dudas con mucho tino y paciencia, a la vez de transmitirme su experiencia con convicción y ahínco.

Agradecer también por la beca que se me ha concedido para la realización de este trabajo por parte del Vicerrectorado de Estrategia Académica e Internacionalización y del Vicerrectorado de Calidad y Eficiencia, y por la colaboración absoluta de dicho Vicerrectorado y de la Jefatura de Servicios de Asuntos Generales y Régimen Interior de la UPM que ha permitido que muchos estudiantes como yo sean partícipes de forma activa en el objetivo de alcanzar la sostenibilidad y ubicar a la universidad a la vanguardia de instituciones concienciadas con el medio ambiente.

Finalmente, agradezco a mi madre y hermana por su infinito apoyo y ánimos a lo largo de estos años de estudio.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	1
1.1.1.	La actividad humana como fuente del cambio climático	1
1.1.2.	Gases de Efecto Invernadero	3
1.2.	HUELLA DE CARBONO	9
1.3.	DESARROLLO SOSTENIBLE Y SOSTENIBILIDAD.....	10
1.4.	SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN LAS ORGANIZACIONES	12
1.5.	SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN UNIVERSIDADES	13
1.5.1.	Declaraciones Internacionales sobre la Sostenibilidad en la Educación Superior	13
1.5.2.	Declaraciones institucionales de sostenibilidad ambiental.....	18
1.5.3.	La complejidad de la educación superior y la sostenibilidad	21
1.5.4.	Marcos teóricos anteriores sobre la sostenibilidad.....	22
1.5.5.	Una perspectiva de investigación complementaria	23
1.6.	PLAN DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA UPM.....	25
1.7.	CONTEXTO INSTITUCIONAL.....	26
1.8.	OBJETIVOS	28
1.9.	FASES DEL PROYECTO	28
2.	HUELLA DE CARBONO UPM 2016.....	33
2.1.	PROCESO DE CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA UPM 2016.....	33
2.2.	HUELLA DE CARBONO DE LOS CAMPUS DE LA UPM 2016.....	37
2.2.1.	Huella de Carbono del Campus de Ciudad Universitaria (CCU).....	37
2.2.2.	Huella de Carbono del Campus de Madrid Ciudad (CMC)	38
2.2.3.	Huella de Carbono del Campus de Montegancedo (CM)	39
2.2.4.	Huella de Carbono del Campus Sur (CS).....	40
2.2.5.	Huella de Carbono del Campus de Tecnoetafe (CT).....	41
2.3.	HUELLA DE CARBONO POR FUENTES DE EMISIÓN UPM 2016	42
2.3.1.	Emisiones de alcance 1 de la UPM	42
2.3.2.	Emisiones de alcance 2 de la UPM	43
2.3.3.	Huella de Carbono Global UPM 2016	44

2.4.	RATIOS DE LA HUELLA DE CARBONO	46
2.5.	EVOLUCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA UPM EN EL PERIODO 2013-2016	48
2.5.1.	Evolución de las emisiones de GEI en los alcances 1 y 2	48
3.	ANÁLISIS DE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	57
3.1.	ANÁLISIS DE LAS REDUCCIONES DE GEI UPM (2013-2016)	57
4.	PROPUESTAS DE MEJORA PARA LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA UPM	67
4.1.	PROPUESTAS SIN INVERSIÓN ECONÓMICA.....	67
4.1.1.	Adhesión a Plataformas de Compromiso de Acción Climática.	67
4.1.2.	Establecimiento de un plan de concienciación de ahorro energético a la comunidad universitaria (Alcances 1 y 2).....	69
4.2.	PROPUESTAS CON INVERSIÓN ECONOMICA.....	70
5.	CONCLUSIONES.....	75
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	81
7.	ANEXO I: INFORME DE CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DE LA UPM 2016	91
7.1.	INTRODUCCIÓN	91
7.2.	OBJETIVOS DEL INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN ..	92
7.2.1.	RESPONSABILIDADES	92
7.2.2.	OBJETIVO DEL INVENTARIO Y CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	92
7.2.3.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	93
7.3.	LÍMITES ORGANIZATIVOS	115
7.4.	LÍMITES OPERATIVOS	116
7.4.1.	ALCANCE 1: EMISIONES DIRECTAS DE GEI	117
7.4.2.	ALCANCE 2: EMISIONES INDIRECTAS DE GEI.....	118
7.4.3.	ALCANCE 3: OTRAS EMISIONES INDIRECTAS DE GEI.....	118
7.4.4.	REMOCIONES: ABSORCIONES DE GEI	118
7.4.5.	EXCLUSIONES.....	118
7.5.	CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GEI.....	119
7.5.1.	IDENTIFICACIÓN DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI.....	119
7.5.2.	FUENTES DE EMISIÓN	119
7.5.3.	SUMIDEROS DE GEI.....	120

7.5.4.	METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN	120
7.5.5.	COMPONENTES DEL INVENTARIO	123
7.5.6.	INCERTIDUMBRE E IMPORTANCIA	128
8.	ANEXO II. PLAN DE REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA UPM 2016	135
8.1.	INTRODUCCIÓN	135
8.2.	CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO: HUELLA DE CARBONO	135
8.3.	ÁMBITO DE ESTUDIO Y DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN	136
8.3.1.	CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES	152
8.3.2.	RATIO DE HUELLA DE CARBONO.....	161
8.4.	OBJETIVOS DE REDUCCIÓN	167
8.5.	MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.....	168
8.5.1.	PLAN DE REDUCCIÓN.....	168
8.5.2.	MEDIDAS DE ÉXITO	168
8.5.3.	PROPUESTAS SIN INVERSIÓN ECONÓMICA.....	168
8.5.4.	PROPUESTAS CON INVERSIÓN ECONOMICA.....	173
8.6.	HUELLA DE CARBONO Y OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE ...	177
9.	ANEXO III: INFORME EJECUTIVO.....	185
9.1.	CONDICIONES TÉCNICAS ESPECIFICAS DEL ESTUDIO.....	185
9.2.	FASES PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO	186
9.3.	DESCRIPCIÓN DE TAREAS.....	186
9.4.	CRONOGRAMA	188
9.5.	COSTES DEL ESTUDIO	189
10.	ANEXO IV. HERRAMIENTA DE CÁLCULO.....	191

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Emisiones antropogénicas anuales totales de GEI por gases, 1970-2010. Fuente: IPCC (2014)	2
Figura 1.2 Efecto Invernadero. Fuente: US National Park Service	4
Figura 1.3 Estimaciones de forzamiento radiativo en 2011 respecto de 1750. Fuente: IPCC (2013)	6
Figura 1.4 Concepto de Desarrollo Sostenible. Fuente: CMMAD (1987).....	11
Figura 1.5 Fases del proyecto de la HC. Fuente: Elaboración propia	29
Figura 2.1 Proceso de Cuantificación de la Huella de Carbono en la UPM Fuente: Rodríguez, 2015	33
Figura 2.2 Esquema GEI de la Organización. Fuente: Pacíficos Seguros (2018).....	36
Figura 2.3 Emisiones de GEI del Campus de Ciudad Universitaria por fuente de emisión. Año 2016.....	38
Figura 2.4 Emisiones de GEI del Campus de Madrid Ciudad por fuentes de emisión. Año 2016.....	39
Figura 2.5 Emisiones de GEI del Campus de Montegancedo por fuentes de emisión. Año 2016.....	40
Figura 2.6 Emisiones de GEI del Campus Sur por fuentes de emisión Año 2016.....	41
Figura 2.7 Huella de Carbono Total por Campus	42
Figura 2.8 Emisiones Alcance 1 por fuentes de emisión en la UPM 2016 Fuente: Elaboración propia.	43
Figura 2.9 Emisiones Alcance 2 por fuentes de emisión en la UPM 2016.	44
Figura 2.10 Emisiones de GEI por fuentes de emisión de la UPM. Año 2016	45
Figura 2.11 Aportación por Campus a la huella de carbono de la UPM. Año 2016.....	45
Figura 2.12 Componentes de la Huella de Carbono UPM 2016.....	46
Figura 2.13 Ratios de la UPM por superficie y persona 2016	47
Figura 2.14 Ratios de la UPM por Campus	48
Figura 2.15 Evolución de las emisiones de GEI UPM (2013-2016).....	50
Figura 2.16 Tendencias lineales de las emisiones de GEI por Campus de los alcances 1 y 2 (2013-2016).....	51
Figura 2.17 Tendencia lineal de las emisiones de GEI TOTAL UPM de los alcances 1 y 2 (2013-2016).....	52

Figura 2.18 Emisiones evitadas de GEI UPM de los alcances 1 y 2 2013-2016.	52
Figura 3.1 Tendencia Ratio UPM ton CO2/ha.	62
Figura 3.2 Ratio Huella de Carbono (ton CO2/personas).	63
Figura AI. I ESTRUCTURA DE LA UPM POR CAMPUS UNIVERSITARIOS	95
Figura AI. 2a: Campus de Ciudad Universitaria. Fuente: www.upm.es	97
Figura AI. 1b: Campus de Ciudad Universitaria. Fuente: www.upm.es	98
Figura AI. 3a: Situación de la ETSI de Industriales y ETSI de Diseño Industrial. Fuente: www.upm.es.....	99
Figura AI.3b: Situación de la ETSI de Minas y Energía y ETSI Civil. Fuente: www.upm.es.	99
Figura AI.4: Situación del Campus de Montegancedo. Fuente: www.upm.es	101
Figura AI.5: Situación del Campus Sur. Fuente: www.upm.es.....	104
Figura AI.6: Situación del Campus Tecno-Getafe. Fuente: www.upm.es	105
Figura AI.7: Emisiones de GEI de la UPM, según Alcances, para el año 2016.....	128
Figura AII.1 y AII.2.Campus de Ciudad Universitaria. Fuente: www.upm.es	137
Figura AII.3. Situación de la ETSI de Industriales y ETSI de Diseño Industrial. Fuente: www.upm.es.....	138
Figura AII.4. Situación de la ETSI de Minas y Energía y ETSI Civil. Fuente: www.upm.es.	138
Figura AII.5. Situación de Campus de Montegancedo. Fuente: www.upm.es	139
Figura AII.6. Situación de Campus Sur. Fuente: www.upm.es	140
Figura AII.7. Situación del Campus Tecno-Getafe. Fuente: www.upm.es	141
Figura AII.8. Emisiones de GEI del Campus de Ciudad Universitaria por fuente de emisión. Año 2016.....	153
Figura AII.9. Emisiones de GEI del Campus de Madrid Ciudad por fuentes de emisión. Año 2016.....	154
Figura AII.10. Emisiones de GEI del Campus de Montegancedo por fuentes de emisión. Año 2016.....	156
Figura AII.11. Emisiones de GEI del Campus Sur por fuentes de emisión. Año 2016	157
Figura AII.12. Emisiones de GEI por fuentes de emisión de la UPM. Año 2016	159
Figura AII.13. Huella de Carbono (alcances 1 y 2) de la Escuelas de la UPM del año 2016..	160
Figura AII.14. Aportación por Campus a la huella de carbono de la UPM. Año 2016	161
Figura AII.15: Huella de Carbono y ODS. Fuente: Elaboración propia a partir de la ONU, 2017	178

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Potenciales de calentamiento global y Potenciales de cambio en la temperatura global.....	8
Tabla 1.2 Resumen de las Iniciativas en la educación superior	17
Tabla 1.3 Resumen de las declaraciones institucionales de algunas universidades sobre sostenibilidad ambiental	20
Tabla 2.1 Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión del Campus Ciudad Universitaria.....	37
Tabla 2.2 Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus Madrid Ciudad	38
Tabla 2.3 Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus Montegancedo ..	39
Tabla 2.4 Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus Sur.....	40
Tabla 2.5 Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus de TecnoGetafe.	41
Tabla 2.6 Emisiones de GEI Alcance 1 de la Universidad Politécnica de Madrid. Año 2016.	43
Tabla 2.7 Emisiones de GEI de Alcance 2 de la Universidad Politécnica de Madrid. Año 2016.....	44
Tabla 2.8 Número total de personas de la UPM en el año 2016	47
Tabla 2.9 Evolución de las emisiones de GEI UPM (2013-2016).	49
Tabla 3.1 Medidas implantadas en la UPM durante los años 2016 y 2017.....	58
Tabla 3.2 Reducción de emisiones de GEI UPM.	62
Tabla A1.1 Escuelas de Ingeniería y Centros de Investigación del Campus Ciudad Universitaria de la UPM.....	96
Tabla AI. 2: Escuelas de Ingeniería y Centros de Investigación del Campus Madrid Ciudad de la UPM	98
Tabla A1. 3: Escuelas de Ingeniería y Centros de Investigación del Campus Montegancedo.	100
Tabla A1. 4: Escuelas de Ingeniería y Centros de Investigación del Campus Sur de la UPM.	102
Tabla A1.5: Centros de Investigación del Campus Tecno-Getafe de la UPM.....	104
Tabla A1.6 Población de la UPM por centros y Escuelas.	111
Tabla A1.7: Superficie total y número de personas total de la UPM en el año 2016.....	115

Tabla A1.8: Tipo de fuente de emisión de GEI.....	118
Tabla A1.9: Fuentes de Emisión de GEI según alcances.....	120
Tabla A1.10: Factores de emisión.....	122
Tabla A1.11: Cuantificación de emisiones de GEI de la UPM año 2016.....	124
Tabla AII.1. Superficie de la UPM por Campus Universitarios.....	142
Tabla AII.2. PAS y Alumnos por Campus y Escuelas/Centros de la UPM en 2016.	149
Tabla AII.3 Número total de personas de la UPM en el año 2016.....	152
Tabla AII.4 Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión del Campus Ciudad Universitaria. UPM. Año 2016.....	153
Tabla AII.5. Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus Madrid Ciudad. UPM. Año 2016.....	154
Tabla AII.6. Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus Montegancedo. UPM. Año 2016	155
Tabla AII.7. Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus Sur. UPM. Año 2016.....	156
Tabla AII.8. Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus de TecnoGetafe. UPM. Año 2016	157
Tabla AII. 9. Emisiones de GEI Alcance 1 de la Universidad Politécnica de Madrid. Año 2016	158
Tabla AII.10. Emisiones de GEI de Alcance 2 de la Universidad Politécnica de Madrid. Año 2016	158
Tabla AII.11. Ratio de la Huella de Carbono por superficie de los campus y escuelas de la de la UPM: año 2016	162
Tabla AII.12: Ratio de la Reducción de emisiones de GEI con el cambio de suministrador de energía eléctrica.	170
Tabla AII.13. Diferencia de consumo y emisiones de CO2 entre AVANCAR y la media del parque automovilístico.	173
Tabla AII.14. Comparación entre sistemas de ventilación para electricidad.	174
Tabla AII.15 Comparación entre sistemas de ventilación para calefacción.....	175
Tabla AII.16. Bombillas incandescentes vs CFL.	176
Tabla AII.17. Beneficio económico y ambiental de la sustitución del tipo de alumbrado.....	176
Tabla AIII.1. Descripción de tareas.	186
Tabla AIII.2. Presupuesto del proyecto.....	189

LISTA DE SIGLAS

CCIU: Campus de Ciudad Universitaria

CM: Campus Montegancedo

CMC: Campus Madrid Ciudad

CMMAD: Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

CRE: Conferencia de Rectores Europeos

CS: Campus Sur

CT: Campus Tecnogetafe

EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

GEI: Gases de Efecto Invernadero

HC: Huella de Carbono

IPCC: Panel Intergubernamental de Cambio Climático

MAPA: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

PCG: Potencial de Calentamiento Global

PCTG: Potencial de Cambio en la Temperatura Global

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

UPM: Universidad Politécnica de Madrid

CAPÍTULO 1:

Introducción

1. INTRODUCCIÓN

1.1. EL CAMBIO CLIMÁTICO

El artículo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas del año 1992, en su párrafo 2 define cambio climático como “*un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables*”.

El cambio climático es uno de los mayores y más importantes desafíos de nuestro tiempo y supone una presión añadida para nuestras sociedades y el medio ambiente. Desde comportamientos meteorológicos cambiantes, que ponen en riesgo la producción de alimentos, hasta el aumento del nivel del mar, que acrecienta el riesgo de inundaciones catastróficas, los efectos del cambio climático son de alcance planetario y de una escala sin precedentes.

Los gases de efecto invernadero (GEI) que se generan de manera natural son fundamentales para la supervivencia de los seres humanos y de millones de otros seres vivos ya que, al impedir que parte del calor del sol se propague hacia el espacio, hacen que la Tierra tenga una temperatura idónea para ser habitable. Un siglo y medio de industrialización, junto con la tala indiscriminada de árboles y el uso de ciertos métodos de cultivo, han aumentado las cantidades de GEI presentes en la atmósfera. A medida que la población, las economías y el nivel de vida crecen, también lo hace el nivel acumulado de emisiones de ese tipo de gases.

1.1.1. La actividad humana como fuente del cambio climático

La variación de las concentraciones de GEI y aerosoles en la atmósfera, perturban el equilibrio energético del sistema climático. Desde el último informe del IPCC (Quinto Informe de Evaluación, 2014) existe certeza de que son las actividades humanas las que están causando las concentraciones atmosféricas de GEI originando un efecto de calentamiento sobre la superficie terrestre.

Los científicos llevan tiempo evidenciado que las mayores concentraciones de GEI están incidiendo en el clima regional y global, a través de la alteración de parámetros relacionados directamente con este como pueden ser la temperatura, las precipitaciones, la humedad, el suelo y el nivel del mar. Recientes estudios (García Fernández, 2011) muestran que el cambio climático tendrá cada vez mayor impacto sobre los ecosistemas naturales y socioeconómicos dado a que cuanto más rápidamente cambie el clima, mayores serán los riesgos para nuestro planeta.

El Informe del Grupo de Trabajo III desarrollado por el IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) en el año 2007 muestra que las emisiones globales de GEI por efecto de

actividades humanas se han incrementado; desde la era preindustrial; en un 70% entre 1970 y 2004. El dióxido de carbono (CO₂), aunque es un gas menos nocivo que otros, es el GEI antropogénico más trascendental, porque es el que más se emite hacia la atmosfera. Sus emisiones anuales crecieron alrededor de un 80% entre 1970 y 2004 (IPCC, 2007a).

Las concentraciones atmosféricas mundiales de CO₂, metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) han aumentado considerablemente por efecto de las actividades humanas desde 1750, y son actualmente muy superiores a los valores preindustriales, determinados a partir de núcleos de hielo que abarcan muchos milenios (IPCC, 2007b).

Las emisiones antropogénicas de GEI han aumentado desde la era preindustrial, en gran medida como resultado del crecimiento económico y demográfico, y actualmente son mayores que nunca. Como consecuencia, se han alcanzado unas concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso sin parangón en, por lo menos, los últimos 800.000 años. Los efectos de las emisiones, así como de otros factores antropogénicas, se han detectado en todo el sistema climático y es sumamente probable que hayan sido la causa dominante del calentamiento observado a partir de la segunda mitad del siglo XX (IPCC, 2014a)

El impacto humano en el sistema climático es evidente, y las emisiones antropogénicas recientes de GEI son las más elevadas de la historia. Los cambios climáticos recientes han tenido impactos generalizados en los sistemas humanos y naturales.

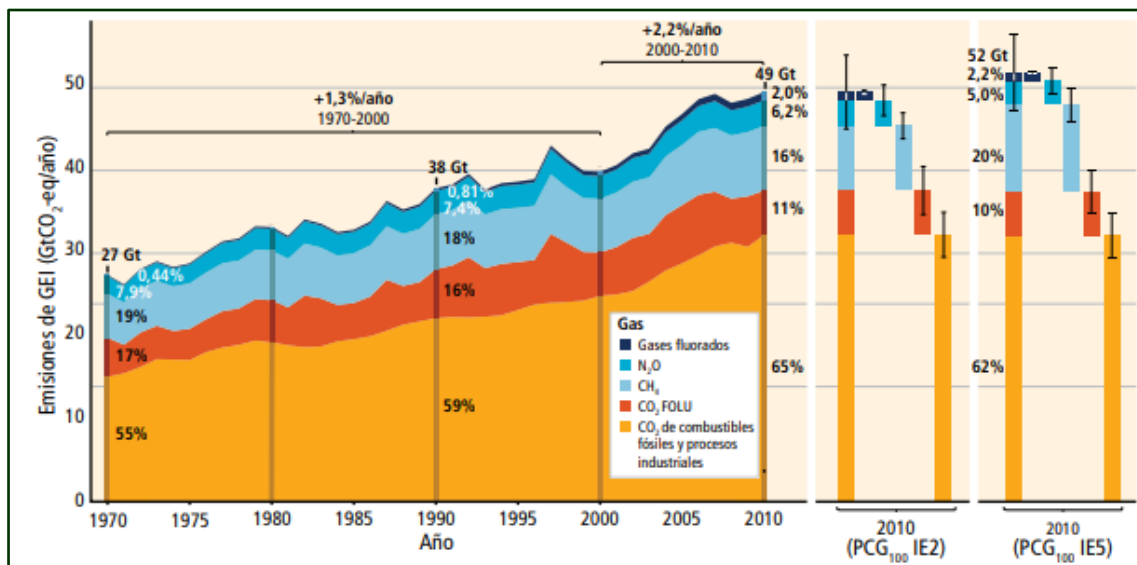


Figura 1.1 Emisiones antropogénicas anuales totales de GEI por tipo de gases, 1970-2010.

Fuente: IPCC (2014).

1.1.2. Gases de Efecto Invernadero

1.1.2.1. Historia de los gases de efecto invernadero

La existencia del efecto invernadero fue defendida por primera vez por el matemático y físico Joseph Fourier en 1824. Los argumentos y evidencias se fortalecieron aún más por las investigaciones llevadas a cabo por el físico francés Claude Pouillet entre 1827 y 1838. John Tyndall profundizó el estudio del efecto invernadero en 1859.

El efecto fue medido en más detalle por el científico sueco Svante Arrhenius en 1896, quien defendió que los combustibles fósiles podrían dar lugar o acelerar el calentamiento de la tierra. Estableció una relación entre concentraciones de dióxido de carbono atmosférico y temperatura.

Sin embargo, el término "efecto invernadero" no se usó tal como lo conocemos hoy hasta los hallazgos realizados por Nils Gustaf Ekholm en 1901 quien llegó a resultados sobre el equilibrio radiativo en lo alto de la atmósfera.

En 1917 Alexander Graham Bell escribió con precisión algunos de los problemas a los que nos enfrentamos hoy en día por el uso masivo de combustibles fósiles y las emisiones de GEI.

1.1.2.2. Efecto Invernadero Natural

La atmósfera generalmente tiene bajo poder de absorción o es transparente en la parte visible del espectro (región del espectro electromagnético que el ojo humano es capaz de percibir), sin embargo, tiene un considerable poder de absorción de radiación ultravioleta o radiación de onda corta procedente del sol. El responsable fundamental de este fenómeno es el ozono. Asimismo, la atmósfera tiene una excelente capacidad para absorber la radiación infrarroja o de onda larga procedente de la Tierra, siendo los responsables en este caso el vapor de agua, el dióxido de carbono y otros gases traza como el metano y el óxido nitroso.

Los gases que tienen la capacidad para absorber la radiación solar son sustanciales en el calentamiento de la atmósfera. Por ejemplo, la absorción de radiación solar por el ozono provee la energía que calienta la estratosfera y la mesosfera. Por otro lado, la absorción de radiación infrarroja procedente de la Tierra es fundamental en el balance energético de la atmósfera.

Este proceso de absorción de radiaciones por los gases traza, calienta la atmósfera, estimulándolos a emitir radiación de onda más larga. Una parte de esta radiación es liberada al espacio y otra parte es irradiada nuevamente a la superficie de la Tierra (ver Figura 1.2). Las dos terceras partes de la energía radiante atmosférica son directamente restituidas a la superficie, proporcionando una fuente de energía adicional a la radiación solar directa. El efecto neto de este fenómeno facilita que la Tierra almacene más energía cerca de su superficie, que la cantidad que podría almacenar

si la Tierra no tuviera atmósfera, por consiguiente, la temperatura es más alta, del orden de 33°C más. Este proceso es conocido como el **efecto invernadero natural**.

Sin el efecto invernadero la temperatura promedio en la superficie sería de alrededor de 18°C bajo cero y la vida, tal y como la conocemos en el planeta, no sería viable.

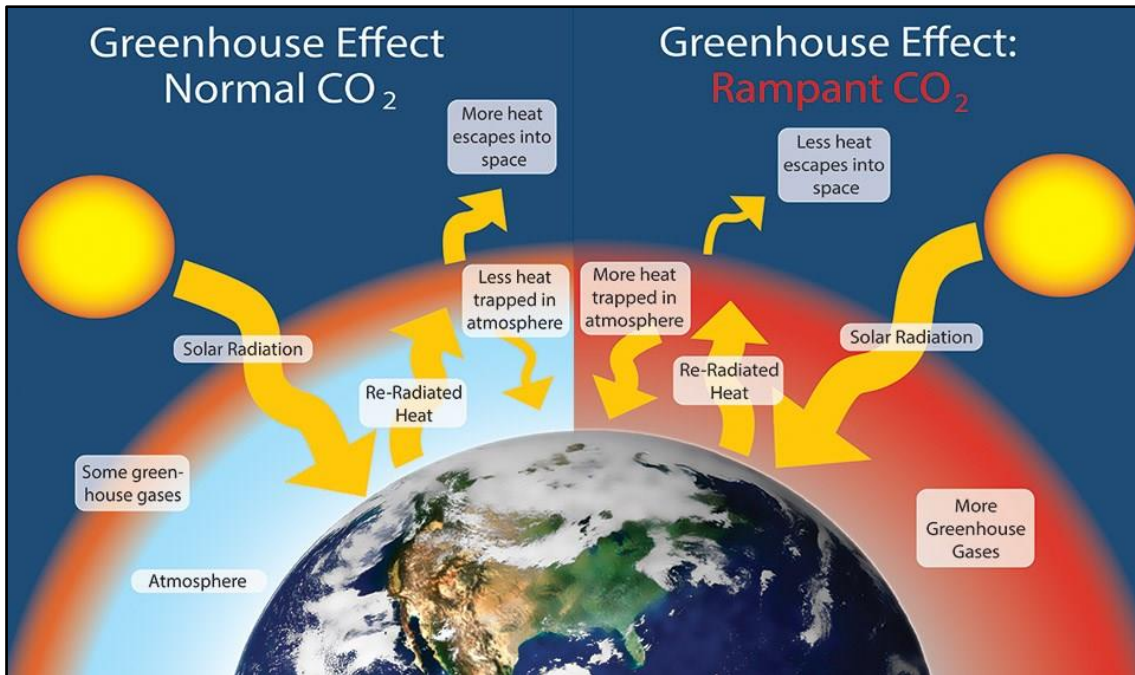


Figura 1.2 Efecto Invernadero. Fuente: US National Park Service (2018)

1.1.2.3. Forzamiento del Efecto Invernadero

Determinados gases emitidos por las actividades humanas como el dióxido de carbono, el óxido nitroso, el metano, algunos halocarbonos (como los CFCs, HCFCs, HFCs y los PFCs), así como el ozono troposférico (formado a partir del monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y otros compuestos orgánicos volátiles), tienen una buena capacidad para absorber la radiación infrarroja, especialmente los halocarbonos porque muchos de ellos absorben energía en una región de longitudes de onda donde la energía no es absorbida ni por el dióxido de carbono ni por el vapor de agua (región conocida como ventana atmosférica).

Variaciones en la concentración atmosférica de los GEI y aerosoles, en la radiación solar y en las propiedades superficiales del suelo perturban la absorción, dispersión y emisión de la radiación dentro de la atmósfera y en la superficie de la tierra. Los resultados positivos o negativos en el balance energético debido a estos factores son expresados como **forzamiento radiativo**, el cual es usado para comparar la influencia del calentamiento o el enfriamiento sobre el sistema climático y que es la causa del incremento de la temperatura en la superficie terrestre.

El forzamiento radiativo es la variación, expresada en W/m^2 , del flujo en la radiación (calor) entrante o saliente en la tropopausa o en la parte superior de la atmósfera, debida a una variación del causante externo del cambio climático; por ejemplo, una variación de la concentración de dióxido de carbono o de la radiación solar. A veces los elementos impulsores internos se siguen considerando forzamientos incluso aunque se deban a su alteración en el clima, como, por ejemplo, las modificaciones de los aerosoles o los GEI en los paleoclimas (IPCC, 2013a).

El forzamiento radiativo tradicional se calcula manteniendo fijas en un valor no perturbado todas las propiedades de la troposfera y dejando que las temperaturas estratosféricas, una vez perturbadas, se reajusten hasta alcanzar el equilibrio dinámico radiativo. Cuando no contempla como variable la temperatura de la estratosfera, se denomina forzamiento radiativo instantáneo (IPCC, 2013b).

Por lo general los valores del forzamiento radiativo son para variaciones referentes a las condiciones definidas en 1970. Estas perturbaciones se originan debido a cambios internos o forzamientos externos del sistema climático, como es el caso, de cambios en la concentración de un GEI o en la radiación emitida por el sol.

Un forzamiento radiativo positivo provoca un calentamiento en la troposfera y uno negativo tiende a enfriarla. El debilitamiento de la capa de ozono como consecuencia de su destrucción por el incremento en las emisiones de halocarbonos desde 1970, ha originado un forzamiento radiativo negativo del sistema climático, dado a que, el ozono es un GEI. Por otro lado, el aumento de los GEI ha provocado un forzamiento positivo.

El forzamiento radiativo antropógeno total de 2011, en relación con 1750, es de 2,29 [1,13 a 3,33] W/m^2 (véase figura 1.3), y ha aumentado más rápidamente desde 1970 que en decenios anteriores. La mejor estimación del forzamiento radiativo antropógeno total de 2011 es un 43% superior al previsto en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC para el año 2005. Esto es debido a una combinación del crecimiento continuado en la mayoría de las concentraciones de GEI y a estimaciones más precisas del forzamiento radiativo por aerosoles, que indican un efecto de enfriamiento neto más débil (forzamiento radiativo negativo) (IPCC, 2013c).

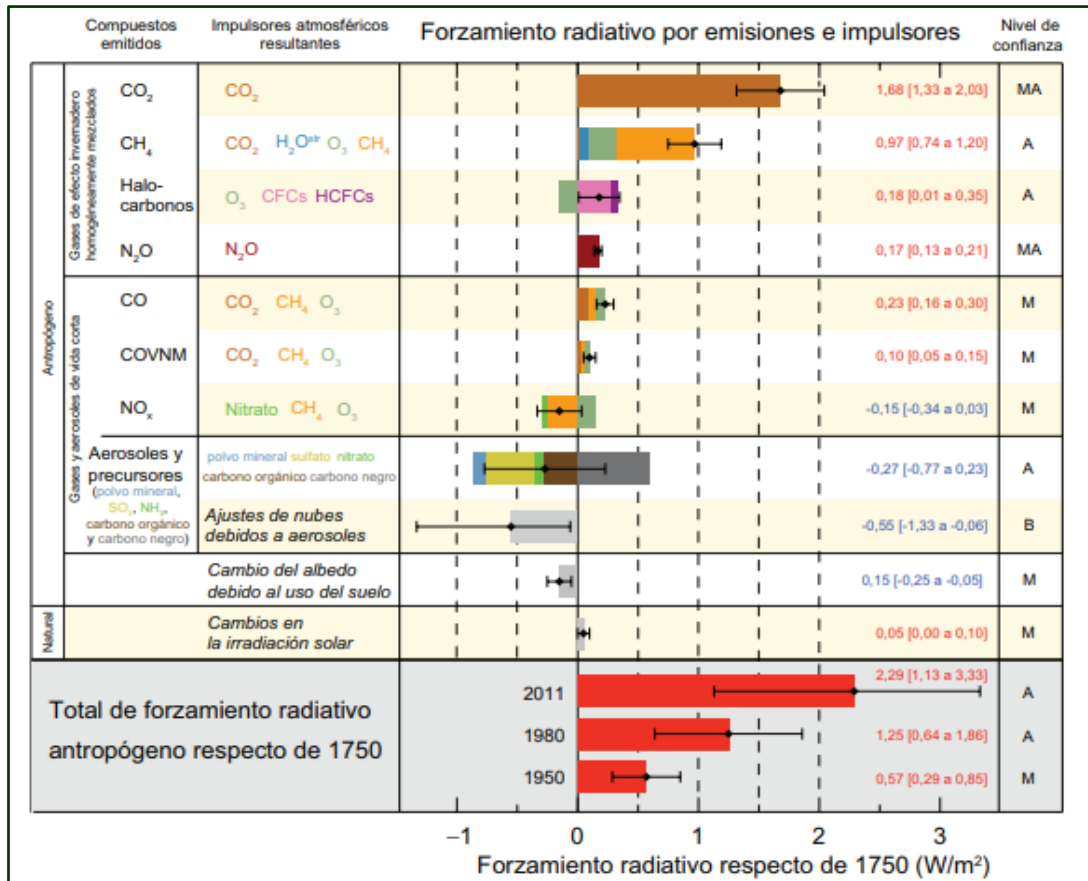


Figura 1.3 Estimaciones de forzamiento radiativo en 2011 respecto de 1750. Fuente: IPCC (2013)

1.1.2.4. Potencial de Calentamiento global

El potencial de calentamiento global (PCG) (GWP, por sus siglas en inglés) se introdujo en el Primer Informe de Evaluación del IPCC (Informe del Grupo de trabajo I de evaluación científica del IPCC, 1990), en el que también se utilizaba para ilustrar las dificultades que entrañaba comparar componentes con distintas propiedades físicas utilizando una única métrica. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y su Protocolo de Kyoto adoptaron el PCG para un horizonte temporal de 100 años (PCG100), y, en la actualidad, se utiliza ampliamente como métrica predeterminada (IPCC, 2014b).

El potencial de calentamiento global se desarrolló para permitir comparaciones de los impactos del calentamiento global de los diferentes gases. Específicamente, es una medida de la cantidad de energía que absorberán las emisiones de una tonelada de gas durante un período de tiempo determinado, en relación con las emisiones de una tonelada de dióxido de carbono. Mientras más grande sea el PCG, mayor será la capacidad que un determinado gas tiene de contribuir al calentamiento de la Tierra en comparación con el CO₂ durante ese período de tiempo.

El período de tiempo generalmente utilizado para analizar el PCG es de 100 años. Los PCG proporcionan una unidad de medida común, que permite a los analistas sumar estimaciones de emisiones de diferentes gases (por ejemplo, para compilar un inventario nacional de GEI) y permite a los responsables de formular políticas comparar las oportunidades de reducción de emisiones entre sectores y gases.

El CO₂, por definición, tiene un valor de PCG igual a 1 independientemente del período de tiempo utilizado, porque es el gas que se utiliza como referencia.

Se estima que el metano tiene un valor de PCG de 28. El CH₄ emitido hoy dura aproximadamente una década en promedio, que es mucho menos tiempo que el CO₂. Pero el CH₄ también absorbe mucha más energía que el CO₂. El efecto neto de la menor duración y la mayor absorción de energía se refleja en el PCG.

El óxido nitroso tiene un PCG de 265 a 298 veces el del CO₂, para una escala de tiempo de 100 años. El N₂O emitido hoy permanece en la atmósfera durante más de 100 años, en promedio.

Los clorofluorocarbonos (CFC), hidrofluorocarbonos (HFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆) a veces se denominan gases de alto PCG, debido a que, para una cantidad dada de masa, atrapan mucho más calor que el CO₂. Los PCG para estos gases pueden ser de miles o decenas de miles.

1.1.2.5. Potencial de cambio en la temperatura global

El potencial de cambio en la temperatura global (PCTG) mide el cambio de la temperatura media global en superficie en un punto temporal determinado tras una emisión de una unidad de masa de cierta sustancia, en comparación con el causado por la sustancia de referencia: el dióxido de carbono (IPCC, 2014c).

De esta forma, el PCTG muestra el efecto conjunto del diferente período de permanencia de esas sustancias en la atmósfera, su eficacia relativa como causantes de forzamiento radiativo y la respuesta del sistema climático.

El PCTG está directamente relacionado con los cambios de temperatura de la superficie como resultado de las emisiones de GEI. Por lo tanto, el PCTG tiene una ventaja en la cuantificación del cambio de temperatura en comparación con PCG (R. K. Fagodiya et al. 2017).

El PCTG se ha definido de dos formas (IPCC, 2014d):

- PCTG fijo: Basado en un horizonte temporal fijo en el futuro (como el PCTG100 para un horizonte temporal de 100 años)

• PCTG dinámico: Basado en un año objetivo (p. ej., el año en el que se prevé que la temperatura media global alcance un nivel determinado). Por lo que se refiere al PCTG dinámico, el horizonte temporal se reduce con el tiempo a medida que se va aproximando el año objetivo y, por tanto, el valor del PCTG cambia con respecto a las emisiones que tendrán lugar en el futuro.

El potencial de cambio en la temperatura global se basa en la respuesta de la temperatura en un punto temporal determinado sin que se atribuya importancia a la respuesta de la temperatura antes o después del punto temporal elegido. Forzosamente, al adoptar un horizonte fijo de, por ejemplo, 20, 100 o 500 años, para estas métricas no se podrá atribuir importancia a los resultados climáticos que se produzcan a la conclusión del horizonte temporal, lo cual es importante para el CO₂ y para otros gases de larga duración. La elección del horizonte temporal afecta en gran medida a la ponderación, especialmente de los agentes de forzamiento climático de corta duración, como el metano.

Tabla 1.1 Potenciales de calentamiento global y Potenciales de cambio en la temperatura global.

	Duración (años)	Potencial de calentamiento global (PCG)		Potencial de cambio en la temperatura global (PCTG)	
		Forzamientos acumulados durante 20 años	Forzamientos acumulados durante 100 años	Cambio de temperatura después de 20 años	Cambio de temperatura después de 100 años
CO ₂	^b	1	1	1	1
CH ₄	12,4	84	28	67	4
N ₂ O	121,0	264	265	277	234
CF ₄	50 000,0	4 880	6 630	5 270	8 040
HFC-152a	1,5	506	138	174	19

Fuente: IPCC (2014)

1.1.2.6. Clasificación de gases de efecto invernadero

El aumento de la concentración atmosférica de dióxido de carbono y otros GEI liberados por las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles y la deforestación, están provocando un aumento de la temperatura de la Tierra (IDEAM, 2007). El mecanismo se conoce comúnmente como “efecto invernadero”, como se ha comentado con anterioridad, que es lo que hace que la Tierra sea habitable. Estos gases en la atmósfera actúan como el vidrio de un invernadero, permitiendo la entrada de luz solar y evitando que escape el calor. Pero las actividades humanas han alterado la composición química de la atmósfera a través de la acumulación de GEI, principalmente dióxido de carbono, metano y óxido nitroso.

El aumento de la temperatura ambiental y los cambios en los procesos relacionados están directamente relacionados con el aumento de las emisiones antropogénicas de GEI en la atmósfera. Se conoce que este aumento de la temperatura sería provocado por la emisión de compuestos a base de carbono del consumo de combustibles fósiles para la generación de energía.

Actualmente las concentraciones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso están aumentando y en los últimos años, por lo que sus GEI, principalmente los clorofluorocarbonos CFC, se han agregado en cuantificaciones significativas a la atmósfera.

Los GEI más abundantes en la atmósfera de la Tierra se puede clasificar según su origen:

Origen Natural, son aquellos originados por reacciones propias de la naturaleza:

- Vapor de agua (H₂O)
- Dióxido de carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido nitroso (N₂O)
- Ozono (O₃)

Origen Antropogénico, son aquellos originados como consecuencia de la actividad humana:

- Dióxido de carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido nitroso (N₂O)
- Perfluorometano (CF₄) y perfluoroetano (C₂F₆)
- Hidrofluorocarbonos (HFC-23, HFCS-134a, HFC-152a)
- Hexafluoruro de azufre (SF₆)
- Trifloruro de nitrógeno (NF₃)

Las concentraciones atmosféricas de los GEI están determinadas por el equilibrio entre las fuentes (emisiones de gas de actividades humanas y sistemas naturales) y sumideros (la eliminación del gas de la atmósfera por conversión a compuesto químico diferente). Como se puede observar en esta categorización, algunos GEI se repiten en ambas clasificaciones, dado que su origen puede ser tanto natural como antropogénico, tal como se explicó anteriormente.

1.2.HUELLA DE CARBONO

La huella de carbono es “*la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto*” (UK Carbon Trust, 2008) y constituye una medida para la contribución de las organizaciones a ser socialmente responsables y un elemento más de concienciación para lograr que todos los ciudadanos del planeta adquieran prácticas más sostenibles.

Su principal objetivo es expresar, en toneladas de CO₂ equivalentes, las emisiones de GEI asociadas a organizaciones, servicios o al ciclo de vida (desde la adquisición de las materias primas hasta su

gestión como residuo). Este análisis permite conocer a los consumidores la contaminación generada como resultado de los procesos por los que ha pasado.

El término “huella de carbono” se ha convertido en un sinónimo del impacto del cambio climático de individuos, comunidades, naciones, empresas o productos (Wiedmann, 2009). Si bien se deriva de los métodos de Huella Ecológica desarrollados por (Wackernagel y Rees, 1996), el uso generalizado de los métodos de cálculo de la Huella de Carbono ha sido promovido principalmente por organizaciones no gubernamentales (ONG), empresas y diversas iniciativas privadas.

Acreditada la magnitud de la huella de carbono es posible efectuar una estrategia para reducirlo en un país o en una organización con el objetivo de efectuar un programa sostenible a nivel mundial, logrando no solo identificar la dimensión del problema de la contaminación global sino tomar medidas correctivas para disminuir el nivel de emisión de la huella.

Así la Huella de Carbono contribuye a (AENOR, 2018):

- La cuantificación, reducción y neutralización de las emisiones de CO₂ en productos y organizaciones en el marco de la mitigación del cambio climático.
- La creación de un mercado de productos y servicios con la reducida generación de carbono, dando respuesta a la demanda social y medioambiental actual.
- La identificación de oportunidades de ahorro de costes en las organizaciones.
- La demostración ante terceros de los compromisos de la organización con la responsabilidad social a través de sus requisitos en mitigación del cambio climático.
- Hacer frente a las preocupaciones de consumidores, accionistas e inversionistas respecto a la política medioambiental de la empresa.

1.3.DESARROLLO SOSTENIBLE Y SOSTENIBILIDAD

El actual concepto de sostenibilidad aparece por primera vez en el Informe Brundtland publicado en 1987, también llamado “Nuestro Futuro Común” (ONU, 1987). Este documento elaborado para Naciones Unidas alerta por primera vez sobre las consecuencias medioambientales negativas del desarrollo económico y la globalización, tratando de ofrecer soluciones a los problemas derivados de la industrialización y el crecimiento poblacional.

En el Informe Brundtland, se utilizó por primera vez el término de desarrollo sostenible, concepto definido por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo como: desarrollo que *"satisface las necesidades de la generación actual sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades"*. Todo ello sin renunciar a ninguno

de los tres pilares esenciales: la protección medioambiental, el desarrollo social y el crecimiento económico.

La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, trató de llamar la atención del mundo sobre "el deterioro acelerado del medio ambiente humano y los recursos naturales y las consecuencias de ese deterioro para el desarrollo económico y social ". Al establecer la Comisión, la Asamblea General de las Naciones Unidas llamó explícitamente la atención sobre dos ideas importantes:

- El bienestar del medio ambiente, de las economías y de las personas está intrínsecamente vinculado.
- El desarrollo sostenible implica la cooperación a escala mundial.

El desarrollo sostenible tiene que ver con la integración: se desarrolla de una manera que beneficia a la más amplia gama posible de sectores, a través de las fronteras e incluso entre generaciones. En otras palabras, nuestras decisiones deben tomar en cuenta el impacto potencial en la sociedad, el medio ambiente y en la economía, teniendo en cuenta que: nuestras acciones tendrán impactos en otros lugares y nuestras acciones tendrán un impacto en el futuro.

El concepto de desarrollo sostenible se ha utilizado para articular varios cambios esenciales en la forma en que nos relacionamos con el mundo que nos rodea. Los gobiernos enfrentan el complejo desafío de encontrar el equilibrio adecuado entre las demandas competitivas sobre recursos naturales y sociales, sin sacrificar el progreso económico.

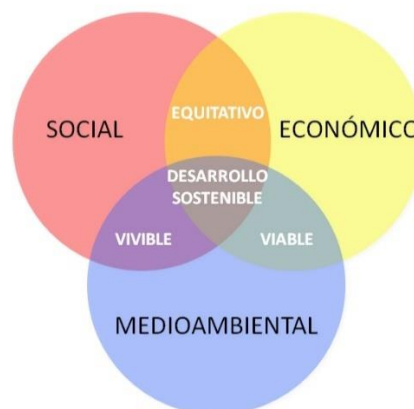


Figura 1.4 Concepto de Desarrollo Sostenible. Fuente: CMMAD (1987)

Por lo tanto, el desarrollo sostenible es un concepto clave, ya que se puede utilizar para definir iniciativas ambientales en diferentes niveles organizacionales. Estos incluyen sistemas de toda la organización (por ejemplo, sistemas de gestión ambiental); prácticas responsables de diseño y

fabricación de productos/procesos (por ejemplo, diseño o fabricación de productos o procesos que sean más sostenibles desde el punto de vista ambiental); y prácticas fragmentarias (por ejemplo, conservación de energía, reducción de residuos de fabricación, reciclaje de residuos de fabricación).

Actualmente muchos de los retos a los que se enfrenta el ser humano tales como el cambio climático o la escasez de agua solo se pueden resolver desde una perspectiva global y promoviendo el desarrollo sostenible.

1.4.SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN LAS ORGANIZACIONES

La importancia de las cuestiones sociales y el entorno ambiental para las sociedades y las empresas ha evolucionado de forma considerable en los últimos 50 años. Los directivos de las organizaciones están tomando conciencia de la necesidad de ampliar sus objetivos, más allá de las expectativas financieras tradicionales. Desde que el término sostenibilidad ha ingresado en el mundo de los negocios, un número cada vez mayor de empresas se dan cuenta de la importancia de la sostenibilidad y enfatizan los objetivos sociales y ambientales de sus organizaciones

La presión está aumentando en una amplia gama de organizaciones para utilizar prácticas ambientalmente sostenibles en la producción de sus productos y servicios. Cada vez más, diferentes actores, como clientes, accionistas, miembros de juntas directivas y empleados están pidiendo o exigiendo a las organizaciones que sean más responsables con el medio ambiente.

Sin embargo, los impactos de las prácticas ambientales responsables en los objetivos organizacionales son aun inciertos. Mientras que algunos investigadores han encontrado que las iniciativas ambientales pueden tener un impacto negativo en el desempeño de la empresa (Freeman, 1994; Judge, 1994), otras investigaciones indican que ser ambientalmente proactivo puede producir ganancias a largo plazo (Hart, 1995; Porter y van der Linde, 1995; Ahmed, Montagno y Firenze, 1998). En una investigación más reciente, Clelland, Dean y Douglas (2000) presentan evidencia de que la prevención de la contaminación y las prácticas de reducción de residuos mejoran las eficiencias operativas. Ahmed, Montagno y Naffziger (2003) encuentran una correlación positiva entre el esfuerzo ambiental y los ingresos.

El objetivo actual de las organizaciones debe ser orientar a las empresas hacia el mercado aumentando la competitividad, pero a su vez, protegiendo al medio ambiente y fomentando la responsabilidad social. Todas las organizaciones han de desarrollar modelos de crecimiento sostenible, con una visión a largo plazo en los que tenga como objetivos prioritarios los asuntos sociales y medioambientales generando así negocios y empresas sostenibles (Elkington, 1997) que respetan los principios de lo que se conoce como Responsabilidad Social Corporativa (Duran, 2009), concepto que alude al deber de todo organismo corporativo para proteger los intereses de

la sociedad en general, teniendo en cuenta que, aunque el motivo principal de los negocios es obtener ganancias, las empresas deben tomar la iniciativa para el bienestar de la sociedad y desarrollar sus actividades dentro del marco de las normas ambientales.

Existen diversas evidencias que indican que el sistema natural, medio ambiente o entorno natural, siempre desde una perspectiva socioecológica, debe ser considerado como un factor clave en la búsqueda de la sostenibilidad en general y de las organizaciones en particular (Rodríguez Olalla, 2017).

La sostenibilidad en las organizaciones por tanto debe considerar los problemas económicos, medioambientales y sociales de forma equilibrada, holística y a largo plazo para beneficiar a las generaciones actuales y futuras.

1.5.SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN UNIVERSIDADES

La sostenibilidad cada vez más forma parte del debate público nacional y se está convirtiendo en un tema cada vez más central en el panorama político actual. Muchos líderes empresariales y legisladores reconocen regularmente la imposibilidad de un crecimiento económico ilimitado en una tierra finita (Onwueme y Bosari, 2007).

En este sentido, las universidades adquieren un protagonismo clave en la resolución de la problemática ambiental, dado al papel crítico de la universidad para liderar el cambio. Los objetivos de las universidades deben ir más allá de aquellos que benefician al individuo, y seguir resaltando la dimensión social de la educación superior que existe desde hace siglos.

Las universidades reconocen que la sostenibilidad debe jugar un papel fundamental en su vida institucional, pero surgen muchas preguntas sobre cómo la educación superior debe mejorar en estos aspectos. Para explorar este problema, es importante examinar los estudios y medidas que se han venido llevando a cabo sobre la sostenibilidad dentro del entorno de la educación superior.

1.5.1. Declaraciones Internacionales sobre la Sostenibilidad en la Educación Superior

La Declaración de Estocolmo, 1972: fue la primera declaración en hacer referencia a la sostenibilidad en la educación superior, aunque de manera indirecta. Si bien la conferencia no se centró específicamente en las iniciativas de sostenibilidad de la universidad, los principios expuestos en la declaración tuvieron una relevancia destacada.

Situándose principalmente en el derecho ambiental, la Declaración de Estocolmo reconoció la interdependencia entre la humanidad y el medio ambiente. Este fue uno de los primeros documentos en discutir la equidad inter e intrageneracional entre los seres humanos, pero fue antropocéntrico en lo poco que se aludía sobre los derechos de la naturaleza. La declaración tenía claramente un enfoque centrado en el ser humano, estableciendo que las naciones deben "*mejorar*

el entorno humano para las generaciones presentes y futuras... un objetivo que debe perseguirse junto y en armonía con los objetivos establecidos y fundamentales de la paz y el desarrollo económico y social en el mundo "(UNESCO, 1972).

La Declaración de Estocolmo incluyó 24 principios para lograr la sostenibilidad ambiental, haciendo hincapié en los acuerdos bilaterales y multilaterales. Si bien la mayoría de los principios se centraron en la legislación, el Principio 19 estableció la necesidad de una educación ambiental dirigida tanto a las generaciones jóvenes como a los adultos. Se argumentó que la educación "*Ensancharía las bases de una opinión pública bien informada, y de una conducta de los individuos, de las empresas y de las colectividades inspirada en el sentido de su responsabilidad en cuanto a la protección y mejoramiento del medio ambiente en toda su dimensión humana.*" (UNESCO, 1972, Principio 19).

La declaración de Tbilisi, 1977: La Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental del año 1977 en Tbilisi fue uno de los momentos más importantes en la evolución de las conferencias internacionales de sostenibilidad relacionadas con la educación. Esta conferencia, patrocinada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, se considera uno de los puntos de partida para las iniciativas relacionadas con la educación ambiental.

La declaración de Tbilisi discutió la necesidad de la educación ambiental y pautas para llevar a cabo estrategias de acción internacionales, incluyendo recomendaciones específicas para la educación universitaria, capacitación de especialistas, cooperación internacional y regional, acceso a la información, investigación y experimentación, capacitación del personal, educación técnica y programas y materiales educativos. La declaración implicó a la educación superior para considerar las preocupaciones ambientales y de sostenibilidad en el marco de la universidad. La Declaración de Tbilisi además reconoció los requisitos para el desarrollo de iniciativas de sostenibilidad dentro de la universidad entre profesores, estudiantes y personal de apoyo, y fue la primera declaración en adoptar un enfoque internacional y holístico del medio ambiente dentro de un contexto de educación superior.

La Declaración de Talloires, 1990: fue la primera declaración hecha por los administradores universitarios por su compromiso con la sostenibilidad en la educación superior. Afirmó que "*los responsables de las universidades deben proporcionar liderazgo y apoyo para movilizar recursos internos y externos a fin de que sus instituciones respondan a este desafío urgente*" (UNESCO, 1990). Llegó a la conclusión de que las universidades signatarias deben trabajar juntas para lograr la sostenibilidad del medio ambiente y alentaban a las universidades que no estuvieron presentes

en la conferencia a que se adhieran a la declaración y se unan a los administradores en sus esfuerzos. Esta tarea se realizó de hecho ya que los signatarios de los Talloires aumentaron hasta octubre de 2008 en 378 instituciones de 50 países de los cinco continentes.

La Declaración de Halifax, 1991: fue un resultado directo de la Conferencia sobre Acción Universitaria para el Desarrollo Sostenible en Halifax, Canadá, 1991. El objetivo principal de la conferencia fue considerar el papel que las universidades podrían desempeñar para mejorar la capacidad de los países para abordar cuestiones ambientales y de desarrollo. El resultado fue la Declaración de Halifax, que reconoció el papel de liderazgo que las universidades podrían jugar en un mundo en serio riesgo de daño ambiental irreparable y afirmó que la comunidad universitaria debe ser desafiada a repensar y reconstruir sus políticas y prácticas ambientales para contribuir al desarrollo sostenible a nivel local, nacional e internacional. La Declaración de Halifax ofreció una nueva dimensión a las declaraciones de sostenibilidad ya que ofreció un Plan de Acción que describía los objetivos a corto y largo plazo para las universidades canadienses y los marcos específicos identificados para la acción dentro de la universidad.

En un estudio sobre la implementación de la Declaración de Halifax, Wright (2002) descubrió que la mayoría de las universidades signatarias no implementaron la declaración dentro de su institución. Los principales desafíos y barreras que impedían su implantación eran la falta de liderazgo, la falta de mecanismos de rendición de cuentas y las limitaciones de los niveles de ingresos (Wright, 2002).

Agenda 21-Capítulo 36, 1992: La Agenda 21 fue el resultado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992. Si bien prácticamente todos los capítulos de la Agenda 21 están relacionados con la sostenibilidad ambiental, el Capítulo 36 (Educación, Capacitación y Toma de conciencia) específicamente aborda cuestiones relacionadas con la sostenibilidad en la educación (CNUMAD, 1992).

El Capítulo 36 reconoció por primera vez las directivas universitarias de sostenibilidad y aseveró que la Declaración de Tbilisi proporcionaba los principios fundamentales para las propuestas enumeradas en el Programa 21.

Los tres principales objetivos fueron:

- Reorientación de la educación hacia el desarrollo sostenible;
- Aumentar la conciencia pública sobre los problemas ambientales; y
- Promover la capacitación ambiental entre los educadores.

El Capítulo 36 incluye iniciativas que individuos, gobiernos y naciones pueden tomar para garantizar el desarrollo sostenible, reconociendo que los países deben desarrollar sus propios

programas de acuerdo con sus necesidades, políticas y responsabilidades específicas. El Capítulo 36 identificó una falta de conciencia ambiental en todo el mundo, y reconoció a la educación formal e informal como una solución al comportamiento ambientalmente insostenible.

La Declaración de Kyoto, 1990: fue el resultado de la iniciativa de 90 líderes universitarios internacionales que se reunieron para la IX Mesa Redonda de la Asociación Internacional de Universidades en 1990, y estuvo estrechamente vinculada a la Agenda 21 y la Conferencia de la Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas de Río de Janeiro. La principal contribución de la Declaración de Kyoto a la discusión actual sobre los marcos para la sostenibilidad fue un llamamiento para una visión más clara de cómo lograr la sostenibilidad dentro de las universidades.

La Declaración de Kioto afirmó que la comunidad universitaria internacional debe crear planes de acción específicos para alcanzar el objetivo de la sostenibilidad. También hizo hincapié en la obligación ética de las universidades con el medio ambiente y los principios de desarrollo sostenible. Una característica final de la declaración fue su desafío a las universidades para no solo promover la sostenibilidad a través de la educación ambiental, sino también a través de las operaciones físicas dentro de la universidad.

La Declaración de Swansea, 1993: reunió a representantes de más de 400 universidades de 47 países y se hizo eco de las declaraciones pasadas que afirmaban que las universidades tenían la gran responsabilidad de ayudar a las sociedades a desarrollarse en un "*mundo ambientalmente seguro y civilizado*" (UNESCO, 1993). La declaración repitió muchos de los principios de las declaraciones de sostenibilidad universitarias pasadas.

Estos incluyen la necesidad de que las universidades revisen sus operaciones físicas, el deseo de formar estudiantes y docentes ambientalmente informados, y un énfasis en las obligaciones éticas que las universidades deben procurar para las generaciones futuras. La Declaración de Swansea añadió una dimensión interesante a la discusión sobre la sostenibilidad en la educación superior, ya que enfatizó la igualdad entre los países como un factor importante para lograr la sostenibilidad.

La Declaración de Swansea también hizo un llamamiento a las universidades de los países más ricos para ayudar en el desarrollo de los programas universitarios de sostenibilidad ambiental en las naciones menos ricas del mundo.

La Carta de CRE-Copernico, 1993: fue desarrollada por la Conferencia de Rectores Europeos (CRE), ahora llamada Asociación de Universidades Europeas en 1993. La Carta de Copérnico fue resultado directo de las discusiones dentro de la organización, que culminó en un llamamiento

para una declaración de sostenibilidad de educación superior que sería relevante para más de 500 universidades de 36 países representados por CRE. La Carta reiteró la necesidad de que las universidades sean líderes en la creación de sociedades sostenibles y destacó la necesidad de generar un conjunto de valores ambientales dentro de la comunidad de la educación superior.

El documento discutió la instrucción ambiental, declarando explícitamente que las universidades no solo deben brindar oportunidades a los estudiantes, sino también a los empleados de la universidad para que todos los individuos dentro de la universidad puedan trabajar de una manera ambientalmente responsable.

La Declaración de Salónica, 1997: reconoció que las iniciativas de sostenibilidad deben tener lugar en todos los niveles de la sociedad y deben ser de naturaleza interdisciplinaria. La declaración argumentó que el concepto de sostenibilidad ambiental debe estar claramente relacionado con la pobreza, la población, la seguridad alimentaria, la democracia, los derechos humanos, la paz y la salud y el respeto por el conocimiento cultural y ecológico tradicional.

Con respecto a la educación formal, la Declaración de Salónica afirmaba que todas las disciplinas deben abordar cuestiones relacionadas con el medio ambiente y el desarrollo sostenible y que los planes de estudios universitarios deben reorientarse hacia un enfoque holístico de la educación.

Finalmente, la declaración instaba a los gobiernos y líderes en educación a cumplir los compromisos que ya habían asumido al firmar declaraciones pasadas de sostenibilidad.

Tabla 1.2 Resumen de las Iniciativas en la educación superior

INICIATIVA	OBJETIVOS
La Declaración de Estocolmo, 1972	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Conseguir la interdependencia entre la humanidad y el medio ambiente. ◆ Equidad inter e intrageneracional entre los seres humanos. ◆ Educación ambiental dirigida tanto a las generaciones jóvenes como a los adultos.
La declaración de Tbilisi, 1977	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Impulsar la sostenibilidad dentro de la universidad entre profesores, estudiantes y personal de apoyo.
La Declaración de Talloires, 1990	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Lograr que las universidades signatarias trabajen juntas para lograr la sostenibilidad del medio ambiente.
La Declaración de Halifax, 1991	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Considerar el papel que las universidades podrían desempeñar para mejorar la capacidad de los países para abordar cuestiones ambientales y de desarrollo.

INICIATIVA	OBJETIVOS
Agenda 21-Capítulo 36, 1992	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Reorientación de la educación hacia el desarrollo sostenible. ♦ Aumentar la conciencia pública sobre los problemas ambientales. ♦ Promover la capacitación ambiental entre los educadores.
La Declaración de Kyoto, 1990	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Crear planes de acción específicos para alcanzar el objetivo de la sostenibilidad.
La Declaración de Swansea, 1993	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Lograr la igualdad entre los países como un factor importante para lograr la sostenibilidad.
La Carta de CRE-Copernicu, 1993	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Conseguir que las universidades sean líderes en la creación de sociedades sostenibles
La Declaración de Salónica, 1997	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Lograr que las iniciativas de sostenibilidad tengan lugar en todos los niveles de la sociedad y que sean de naturaleza interdisciplinaria.

Los ejemplos anteriores han demostrado que las declaraciones de sostenibilidad han tenido un impacto en algunas instituciones de educación superior. Sin embargo, se encontró que muchas universidades firmaron declaraciones nacionales e internacionales y no trabajaron en absoluto para la sostenibilidad en sus instituciones. Algunas instituciones pueden firmar declaraciones solo para fines de relaciones públicas y es posible que no respalden la iniciativa general para llevar la sostenibilidad a la educación superior. Respaldar una declaración ya no es una prueba adecuada de un compromiso para ser más sostenible (Walton, 2000).

1.5.2. Declaraciones institucionales de sostenibilidad ambiental

Si bien muchas instituciones han centrado la atención en las declaraciones de sostenibilidad nacionales e internacionales, algunas han optado por adoptar un enfoque más reducido para la sostenibilidad en la educación superior mediante la creación de políticas institucionales de sostenibilidad ambiental que sean significativas para su situación particular. Esta sección examina algunas de estas políticas.

La Universidad de Waterloo: es un ejemplo de institución que no ha firmado ninguna declaración de sostenibilidad nacional o internacional, pero ha creado una política ambiental sólida, considerándose un caso de buenas prácticas de alto nivel para la sostenibilidad en la educación superior (Dearden & Michell, 1998).

Los responsables de llevar a cabo una política de sostenibilidad para la universidad es el Comité WATgreen. El Comité WATgreen está a cargo de implementar la política ambiental de la universidad e incluye un consorcio de representantes de cada facultad de la universidad, un coordinador de gestión de residuos, un representante de la población estudiantil. etc. Las responsabilidades designadas para el Comité son animar las actividades ambientales en el campus, coordinar las actividades relacionadas con la sostenibilidad desarrolladas por los estudiantes, crear conciencia en la comunidad del campus y desarrollar pautas para prácticas de diseño ambientalmente responsables (WATgreen, 1996).

La mayoría de las filosofías subyacentes que guían al Comité y los resultados ecológicos en el campus son similares a las expresadas en las declaraciones nacionales e internacionales, sin embargo, el comité también debe trabajar dentro de parámetros económicos específicos (WATgreen, 1996). El mandato de WATgreen es tomar en cuenta tanto prácticas ambientalmente apropiadas como sólidas.

La Universidad de Carolina del Sur: es otro ejemplo de universidad que ha desarrollado una política ambiental específica de la institución, pero hasta la fecha no ha firmado ninguna de las principales declaraciones de sostenibilidad dirigidas a la educación superior.

La Política Ambiental de la USC, redactada en la primavera de 2000 por el Comité Asesor Ambiental de la Universidad, establece la obligación moral de la universidad por convertirse en líder en la creación de una sociedad sostenible. Los objetivos establecidos en la política se centran en las operaciones educativas y físicas de la universidad. La política establece que la sostenibilidad debe integrarse en el currículum universitario y reconoce la necesidad de una educación ambiental entre el profesorado y el resto del personal universitario. Hace hincapié en la responsabilidad de la universidad con la comunidad local y el medio ambiente, y se compromete a implementar un sistema de gestión ambiental para llevar a cabo prácticas sostenibles.

La Universidad de Bufalo: tiene múltiples políticas relevantes para la sostenibilidad ambiental. El Grupo de trabajo ambiental de la Universidad se creó en 1990 con la tarea principal de desarrollar políticas ambientales para el campus. Si bien la Universidad de Bufalo firmó la Declaración de Talloires en junio de 1999, muchas de las políticas ambientales universitarias estaban bien establecidas antes de convertirse en signatarios. La universidad tiene 15 políticas relacionadas directamente con actividades medioambientales en el campus, incluida una política de compras de productos respetuosos con el medio ambiente, una política de compras de energía eléctrica, etc.

La Universidad de Toronto: también enmarca su compromiso con la sostenibilidad a través de la mejora de sus operaciones físicas. El preámbulo de la política ambiental universitaria mantiene una responsabilidad moral con la sociedad para ser más sostenible e implica la necesidad de educación para proteger el medioambiente a través de la enseñanza y la investigación. Los objetivos específicos de la política, sin embargo, se centran en aumentar las normas, los reglamentos y las pautas medioambientales. Los principales objetivos se concentran en las operaciones físicas e incluyen la minimización del uso de la energía, el uso del agua, la gestión de residuos y la reducción de la contaminación.

La Universidad George Washington: es un caso único en que ha firmado la Declaración de Talloires, tiene una política ambiental institucional en funcionamiento y tiene una carta de entendimiento y acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) que establece que la Universidad trabajará con la EPA para desarrollar modelos y conocimientos relacionados con la gestión ambiental y la sostenibilidad.

La Universidad ofrece siete principios en la política que abarcan la protección de los ecosistemas, justicia ambiental, prevención de la contaminación, ciencia sólida y datos para asegurar que se tomen decisiones bien informadas, alianzas, reinversión de la gestión y las operaciones ambientales de la universidad y rendición de cuentas. Además, la política reconoce la necesidad de evaluar y medir el éxito del plan e indica la intención de desarrollar estándares e indicadores de desempeño de los objetivos específicos.

Tabla 1.3 Resumen de las declaraciones institucionales de algunas universidades sobre sostenibilidad ambiental.

INICIATIVA	ACCIONES
Universidad de Waterloo	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Crear conciencia en la comunidad del campus y desarrollar pautas para prácticas de diseño ambientalmente responsables en el campus.
Universidad de Carolina del Sur	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Los objetivos de su política ambiental se centran en las operaciones educativas y físicas de la universidad.
Universidad de Bufalo	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Desarrollo de políticas relacionadas directamente con actividades medioambientales en el campus.
Universidad de Toronto	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Conseguir la mejora de sus operaciones físicas para alcanzar la sostenibilidad.
Universidad George Washington	<ul style="list-style-type: none"> ◆ La Universidad ofrece varios principios relacionados con su política ambiental.

La mayoría de las políticas ambientales institucionales revisadas en este apartado esbozan las acciones específicas que deben tomarse dentro de la universidad con el fin de cumplir con los objetivos y metas de sostenibilidad en las instituciones de educación superior. Las universidades individuales descritas anteriormente son solo una pequeña muestra de instituciones en todo el mundo que han tomado en serio el tema de la sostenibilidad y han creado políticas que reflejan su compromiso.

El análisis de estas políticas sugiere que ser signatario de un acuerdo nacional o internacional no es un indicador válido de la dedicación de una institución a la sostenibilidad. Sin embargo, las declaraciones nacionales e internacionales son tan importantes como las políticas institucionales. Las declaraciones son significativas porque simbolizan la relevancia del movimiento de sostenibilidad, ayudan en la comunicación de ideas importantes a las universidades de todo el mundo e instan a aquellos que no se han comprometido con ninguna iniciativa de sostenibilidad para que "se sumen".

Los planes y las políticas de sostenibilidad universitaria también son importantes porque parecen determinar el grado en que una universidad intentará un cambio ambiental institucional y participará en iniciativas de sostenibilidad. Es necesario seguir investigando sobre las declaraciones y políticas institucionales para que se avance en el movimiento de la sostenibilidad en la educación superior.

1.5.3. La complejidad de la educación superior y la sostenibilidad

Al explorar los enfoques de investigación para la sostenibilidad en universidades, es necesario comprender la complejidad de la educación superior en combinación con la complejidad de la sostenibilidad. Las universidades están muy descentralizadas, enfrentan exigencias competitivas, y están inmersos en la tradición, lo que dificulta que arraiguen nuevos conceptos (Tilbury y Whortman, 2008). Como resultado de esta cultura distintiva de gobernanza y comportamiento organizacional, que es diferente de otros tipos de instituciones, los administradores deben adoptar diferentes enfoques de liderazgo, estrategia y esfuerzos de cambio (Baldrige, Curtis, Ecker y Riley, 1978).

El tema de la sostenibilidad también es complejo. Los campos de los que tradicionalmente provienen los temas de sostenibilidad incluyen la ingeniería y la ciencia ambiental, pero los problemas de sostenibilidad trascienden a la mayoría de las divisiones disciplinarias para incluir áreas como, la educación, la filosofía, los negocios y el derecho. Dado que la educación superior generalmente se organiza en áreas académicas altamente especializadas, el diseño de investigaciones relacionadas con la sostenibilidad a menudo requiere superar estos límites disciplinarios (Cortese, 2003). La complejidad de la sostenibilidad también está ligada a la

dimensión de la misma; entender el impacto de la sostenibilidad en última instancia significa cambiar la forma en que los humanos conciben el mundo y su lugar en él (Gardner, 2006).

Más allá de la resistencia psicológica al tema, también radica la resistencia financiera porque las iniciativas de sostenibilidad a menudo requieren una inversión inicial para obtener eficiencia a largo plazo (Rees, 2003).

Por lo tanto, debido a la complejidad de la educación superior y la sostenibilidad misma, aún no se han producido cambios institucionales importantes en la mayoría de los campus universitarios en el mundo. Muchas instituciones solo se han comprometido en pasos pequeños e incrementales en su camino hacia la sostenibilidad. A pesar de las enormes eficiencias que se pueden obtener al adoptar una cultura más sostenible, relativamente pocas universidades han logrado tal cultura. Por ejemplo, muchas instituciones comienzan el camino de la sostenibilidad con la reducción de los residuos o mejoras en la eficiencia energética, pero luego no desarrollan estrategias a largo plazo.

1.5.4. Marcos teóricos anteriores sobre la sostenibilidad

A lo largo de las últimas décadas, aunque los estudios de investigación sobre sostenibilidad en el ámbito de la educación superior han sido limitados, se han utilizado dos enfoques teóricos principales para ayudar a comprender cómo abordar la sostenibilidad en instituciones educativas y universidades: liderazgo y estrategia.

El enfoque teórico más destacado que se ha aplicado es el liderazgo. En sus disertaciones doctorales respectivas, tanto Shriberg (2002) como McNamara (2008) utilizaron el liderazgo como un punto clave para investigar la sostenibilidad en centros de educación superior, examinando cómo estos centros educativos pueden liderar un esfuerzo de cambio exitoso hacia la sostenibilidad. El texto de Barlett & Chase (2004), que incluye estudios de casos sobre iniciativas de sostenibilidad de dieciocho universidades diferentes, también se dirige al principio de liderazgo. Si bien el objetivo de liderazgo no enmarcó su estudio, descubrieron que en la mayoría de los casos las iniciativas de sostenibilidad fueron iniciadas por un individuo, un líder, que decidió crear un cambio en su campus.

El enfoque de la estrategia es otro enfoque teórico de la sostenibilidad en educación. Henson, Missimer y Muzzy (2007) escribieron que, si bien los miembros de las instituciones de educación superior están dando pasos hacia la sostenibilidad, carecen de una estrategia que se origine a partir de una definición clara de éxito. El hecho de que una estrategia sea necesaria cuando se trata de implementar cualquier cambio tiene un sentido lógico. Sin embargo, la forma en que se enmarca el concepto de estrategia a menudo presupone que la visión y el plan de acción posterior deben provenir del liderazgo al frente de la institución.

1.5.5. Una perspectiva de investigación complementaria

Aunque existen pocos estudios de investigación exhaustivos sobre la sostenibilidad dentro del entorno de la educación superior, los estudios que se han llevado a cabo parecen atender inadecuadamente al ámbito de las universidades. Los estudios parecen captar adecuadamente la complejidad de la sostenibilidad, pero carecen de una exploración profunda de la complejidad de las universidades. En otras palabras, los marcos anteriores utilizados para abordar la sostenibilidad en las instituciones de educación superior -principalmente liderazgo y estrategia- no explican de forma exhaustiva la naturaleza descentralizada de la gobernanza de la educación superior y su comportamiento organizacional distintivo.

Quizás esta brecha en la investigación sobre la sostenibilidad en la educación superior se origine debido a que los estudios más exhaustivos sobre el tema han sido realizados por investigadores ajenos al campo de la educación superior.

Por lo tanto, si bien el liderazgo, la estrategia y el pensamiento sistémico aportan valor a la teoría de cómo debe abordarse la sostenibilidad en las universidades, existe la denominada “teoría de la inflexión” (Bezbatchenko, 2010) que puede emplearse de forma complementaria junto con otros enfoques teóricos actuales sobre la sostenibilidad.

Al utilizar la teoría de inflexión como un marco teórico complementario, la investigación sobre la sostenibilidad en la educación superior puede prestar más atención a la naturaleza de las universidades y, en última instancia, servir para comprender mejor y fomentar los cambios culturales institucionales. Un 'punto de inflexión' señala un aparente cambio en la forma en que la gente piensa y se comunica sobre un tema específico (Besel, 2007). Un punto de inflexión es "el efecto de muchos efectos, a menudo pequeños y aparentemente insignificantes" (Warren, 2008). El punto de inflexión es cuando un comportamiento social, idea o tendencia arranca y se propaga rápidamente a través de una comunidad (Gladwell, 2000). La teoría propuesta por Bezbatchenko (2010) define este punto de inflexión como el momento en que la sostenibilidad despegue dentro de una comunidad universitaria y se propaga rápidamente entre los miembros de la comunidad.

Según Bezbatchenko (2010) la teoría de inflexión permite ver a la universidad como un sistema en el que, en las condiciones adecuadas, los cambios pequeños en los inputs producen grandes cambios en los resultados (Meadows, 2006). Los aportes podrían incluir ideas, personas y recursos.

La teoría de la inflexión sigue siendo un recurso poco explotado en la investigación de la educación superior. La teoría de la inflexión es principalmente sobre el cambio, y existe una

cantidad limitada de literatura de procesos de cambio en la educación superior. Sin embargo, la teoría de inflexión se usa con mayor frecuencia en el contexto de las comunidades.

Las universidades son comunidades en sí mismas. Al pensar en las instituciones de educación superior como comunidades con intereses diversos, pero vinculadas a través de un espacio y una estructura comunes, la teoría de la inflexión parece alinearse bien con el entorno de la universidad.

Los miembros que conforman la comunidad de un campus universitario son sensibles al entorno del campus. Por ejemplo, cuando los estudiantes ven cómo se realiza una gestión adecuada de los residuos reciben un mensaje importante para mejorar su propio comportamiento sobre los residuos que generan. La adopción de una cultura sostenible requiere que una gran cantidad de profesores, personal y estudiantes muestren una "ética de la conservación", un hábito arraigado de comportarse de forma que se minimice el impacto sobre el medio ambiente (Friedman, 2008). Una comunidad que demuestra una "ética de la conservación" se impone normas a sí misma y actúa voluntariamente en lugar de tener las normas dictadas desde arriba. Por ejemplo, si una ética de la conservación fuera la norma, aquellos individuos que se involucran en un comportamiento altamente derrochador serían considerados de la misma manera que se vería a alguien que enciende un cigarrillo en un avión (Friedman, 2008).

La teoría de la inflexión, por naturaleza, es creativa y esperanzadora. Estimula a la gente porque les permite explorar el cambio desde un punto de vista completamente diferente (Ringelheim, 2006). El hecho de que pueda usarse en conjunción con otros enfoques teóricos sobre sostenibilidad tiene un gran valor. Por ejemplo, si bien el liderazgo es un principio esencial para usar, el tipo de liderazgo ejercido podría centrarse más en facilitar el pensamiento crítico y la resolución de problemas a los propios miembros de la universidad que en utilizar un liderazgo autoritario.

La teoría de inflexión puede permitir centrar mejor la investigación sobre la sostenibilidad en las instituciones de educación superior y proporciona un punto de partida fundamental para ayudar a enmarcar el diálogo sobre sostenibilidad en la educación superior. Esta perspectiva teórica permite caracterizar el problema y obtener una comprensión más profunda de las intervenciones que podrían afectar el cambio institucional en los campus universitarios.

En conclusión, la sostenibilidad en las universidades es un tema relativamente nuevo y creciente dentro de la investigación en el ámbito de la educación superior. La literatura reciente sobre el tema se centra principalmente en el liderazgo y la estrategia. Si bien los principios de liderazgo y estrategia son seguramente necesarios para avanzar en la investigación sobre la sostenibilidad en la educación superior, se necesita un enfoque de que también capte el comportamiento organizacional y la forma de gobierno dentro de las universidades. La utilización de la teoría de

inflexión junto con el liderazgo y la estrategia parece ser valiosa para investigar cómo llevar a cabo la transición hacia una cultura más sostenible dentro de las universidades.

1.6. PLAN DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA UPM

Cualquier organización, independientemente de su tamaño, debe contar con una política de sostenibilidad efectiva y eficiente. La UPM cuenta con un plan estratégico de sostenibilidad ambiental y se han desarrollado diversas iniciativas significativas en esta materia, creado directrices claras para convertir a la universidad en una organización sostenible.

En los Estatutos de la UPM no se aluden términos como sostenibilidad, contaminación, polución, residuos, emisiones, campus saludable, cambio climático o recursos naturales. Tampoco consta que exista legislación específica universitaria que haga mención o contemple objetivos ambientales en la gestión y el gobierno de las universidades (Memoria del Plan de Sostenibilidad Ambiental de la UPM, 2018).

La UPM dispone entre su profesorado y grupos de investigación, un número destacado de especialistas en múltiples ámbitos técnicos y estratégicos de la sostenibilidad. Lleva a cabo varias iniciativas innovadoras cuyo conocimiento y experiencia pueden ayudarla a establecer su política de sostenibilidad y a poner en marcha líneas de actuación claras y visibles que permitan mejorar su desempeño ambiental.

Entre sus estructuras de investigación, figuran diferentes Centros e Institutos en los que se abordan cuestiones relacionadas con la sostenibilidad: el Instituto de Energía Solar, el Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA), el Centro de Investigación del Transporte (TRANSyT), el Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP), el Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales (CEIGRAM), el Centro de Investigación en Tecnologías Software y Sistemas Multimedia para la Sostenibilidad (CITSEM), el Instituto de Tecnología para el Desarrollo Humano (itdUPM).

El Campus de Excelencia Internacional de Moncloa posee entre su objetivo estratégico la elaboración e implantación de un plan que defina y gestione la responsabilidad social y la sostenibilidad en el campus.

El Observatorio Académico de la UPM, como parte de la política de inteligencia institucional, cuenta con una herramienta avanzada de gestión y análisis de datos cuyo módulo académico y de gestión de alumnos y titulaciones está completamente integrado y funcionalmente operativo. Por su estructura y diseño, es apto de integrar en el almacén de datos corporativos (Data warehouse) información básica ambiental con variables clave para mejorar la gestión de muchos de sus sistemas para toda la Universidad, facilitando la información pública y la investigación.

Durante el año 2016, se han cambiado unos 18 Centros de consumo de gasóleo, por calefacción a gas, permitiendo un mayor control de sus parámetros clave.

Diversas normativas de carácter estatal, autonómica y local como el Real Decreto 795/2010, de 16 de junio; el Real Decreto 773/2017, de 28 de julio; el Real Decreto 818/2018, de 6 de julio; la Directiva (UE) 2016/2284, el Reglamento (CE) nº 1005/2009, etc. inciden aspectos clave de la sostenibilidad y la salud humana, siendo de obligado cumplimiento en las universidades. La UPM no solo no puede ser ajena a estas políticas, sino que tiene que liderar el desarrollo de sus bases técnicas y constituirse en un centro de innovación, emprendimiento social y cambio cultural (Memoria del Plan de Sostenibilidad Ambiental de la UPM, 2018).

En el ámbito académico, en la UPM se imparten varias asignaturas con contenido manifiestamente centrado en cuestiones ambientales o relacionadas con la sostenibilidad, así como varios grados y másteres, y existen además 19 programas de doctorado en cuyo seno se realizan tesis doctorales que investigan sobre cuestiones ambientales.

Por último, como institución de enseñanza superior, investigación y transferencia, la UPM debe contribuir a un mundo más sostenible, disminuyendo los impactos negativos de su actividad y servicios, ayudando la formación en valores de sus estudiantes y fomentando la búsqueda de soluciones para abordar los principales retos ambientales y sociales.

1.7.CONTEXTO INSTITUCIONAL

La UPM es una universidad española, ubicada en Madrid. Fue fundada en 1971 como resultado de la fusión de diferentes Escuelas Técnicas de Ingeniería y Arquitectura, que se originaron principalmente en el siglo XVIII. Más de 35.000 estudiantes asisten a clases durante el año, siendo la universidad más antigua y grande de las Universidades Técnicas españolas.

La Universidad Politécnica de Madrid está constituida por centros, Escuelas de ingeniería e Institutos de formación técnica cuyos objetivos son la creación, desarrollo, transmisión y crítica de la ciencia, de la técnica y de la cultura (www.upm.es).

La UPM ha desarrollado el Plan de Sostenibilidad Ambiental y algunos centros han desarrollado iniciativas importantes en esta materia, dado a que la universidad cuenta con profesorado y grupos de investigación, especialistas en múltiples ámbitos técnicos y estratégicos de la sostenibilidad.

Algunas iniciativas que se están llevando a cabo dentro de la UPM y que son la base del Plan de Sostenibilidad Ambiental de la UPM son las que se enumeran a continuación:

- ♦ Proyecto “**Ciudad del Futuro**” (“City of the Future”), creado en 2014, su objetivo es potenciar la educación, la investigación y las actividades de desarrollo e innovación en el campo de las Ciencias de la Ciudad.
- ♦ **Cuantificación de la HC** de la ETSI de Montes, Forestal y el Medio Natural desde el año 2010.
- ♦ En el año 2013, el gobierno de la antigua ETSI Montes puso en marcha el Proyecto “**Responsables, Sostenibles, Universitarios**” con el objetivo de transformar la Escuela en una organización sostenible. Esta iniciativa es muy relevante dado a que se ha aplicado a la UPM con el Proyecto Responsables Sostenibles Universitarios (RES2+U), siendo un proyecto estratégico de la UPM financiado por la XVIII Convocatoria de Acciones de la UPM para contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU. Se trata de un proyecto pionero que reúne a profesores e investigadores de la mayoría de las Escuelas de Ingeniería de la UPM con el objetivo de sentar las bases de un programa estable que transforme a la UPM en una universidad sostenible.
- ♦ En el año 2011 se formuló un **Plan de Movilidad Sostenible** de la Ciudad Universitaria de Madrid.
- ♦ **Observatorio de la Movilidad Metropolitana**, que se lleva desde TRANSyT (Centro de Investigación del Transporte de la UPM).
- ♦ **Observatorio de Sostenibilidad**, vinculado a la ETSI Montes, Forestal y del Medio Natural.
- ♦ Estudio de 2013 de la “**Huella Ecológica**” de la ETSI Diseño Industrial, con la finalidad de realizar un diagnóstico ambiental de la Escuela.
- ♦ Documento de **Responsabilidad Social Corporativa** de la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la UPM, de publicación bienal.
- ♦ La **Biblioteca Ciudades para un Futuro más Sostenible**, en funcionamiento desde 1996.
- ♦ **Iniciativa para una Arquitectura y un Urbanismo Sostenible.**
- ♦ El **itdUPM20** es un centro de la UPM transversal que canaliza e impulsa la contribución de la Universidad Politécnica de Madrid a la agenda de desarrollo humano y sostenibilidad y, en particular, a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- ♦ En 2013 investigadores de la ETSI de Telecomunicación de la UPM y del CIEMAT trabajan en el **desarrollo de una plataforma** cuyo objetivo es reducir el coste de la energía utilizada en los edificios.
- ♦ **Mediciones de dosimetría ambiental** en la ETSI Telecomunicación, debido a su proximidad geográfica con el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas).

- ♦ El **proyecto EDINSOST** (Educación e innovación social para la sostenibilidad), su objetivo es la formación de titulados capaces de liderar la resolución de los retos actuales de la sociedad mediante la integración de la formación en competencias en sostenibilidad.

La UPM tiene en propiedad un conjunto de edificios destinados a la docencia, investigación y servicios de administración, culturales y deportivos. A efectos de docencia e investigación, la estructura de la UPM se organiza en Escuelas y Facultades, Departamentos e Institutos Universitarios de Investigación y Centros de Investigación, Desarrollo e Innovación. Este conjunto organizativo se agrupa en cuatro Campus Universitarios (Ciudad Universitaria, Montegancedo, Campus Sur y Madrid), además de una serie de centros de investigación situados en Getafe (Tecnogetafe).

Como institución de enseñanza superior, investigación y transferencia, toda universidad debe contribuir a un mundo más sostenible, reduciendo los impactos negativos de su actividad y servicios, favoreciendo la formación en valores de sus estudiantes y potenciando la búsqueda de soluciones para abordar los principales retos ambientales y sociales.

1.8.OBJETIVOS

Los objetivos de este Trabajo Fin de Máster, enmarcado dentro de la Estrategia para la Mejora de la Sostenibilidad Ambiental de la UPM, son los siguientes:

- Calcular la Huella de Carbono de la UPM para el año 2016, y hacer lo propio con los años 2014 y 2015, únicamente con los datos facilitados hasta la fecha de realización de este trabajo, para evaluar si se han reducido las emisiones de GEI mediante la aplicación de las diferentes medidas implementadas en la UPM.
- Identificar oportunidades para optimizar recursos y ahorrar en costes. Mediante el cálculo de la Huella de Carbono, se pueden identificar fuentes de emisión de GEI que, una vez localizadas, permite el diseño de un plan de reducción, que se traduce en el ahorro de consumo cuya consecuencia directa es la disminución de costes.
- Valorar los impactos que genera la UPM sobre el medio ambiente por el desarrollo de sus actividades: docencia, investigación y gestión. Promover la concienciación de los miembros que forman parte de la comunidad universitaria: profesores, estudiantes y trabajadores en general.

1.9.FASES DEL PROYECTO

Para la realización de este Trabajo Fin de Máster (TFM) se ha ido realizando una serie de pasos que se enumeran a continuación.

1. Realizar el inventario de GEI y cuantificación de la Huella de Carbono de la UPM para el año 2016 clasificadas en los Alcances 1 y 2, mediante las directrices de la Norma ISO 14064-1 y la herramienta elaborada por el equipo de Huella de Carbono Montes-UPM. (Capítulo 2).
2. Realizar el inventario de GEI y cuantificación de la Huella de Carbono de la UPM para los años 2014 y 2015, únicamente con los datos que se tuvieron a disposición al momento de la realización del presente trabajo.
3. Presentar los resultados y elaborar un informe de cuantificación de GEI para el año 2016. (Capítulo 2 y Anexo I).
4. Presentar las conclusiones obtenidas y un plan de reducción de GEI para el año 2016. (Capítulo 5 y Anexo II).



Figura 1.5 Fases del proyecto de la HC. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 2:
Huella de Carbono
UPM 2016

2. HUELLA DE CARBONO UPM 2016

2.1. PROCESO DE CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA UPM 2016

En este capítulo se exponen los resultados de la cuantificación de la Huella de Carbono (HC) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) correspondientes al año 2016 y el análisis de su evolución en el periodo 2013- 2016 (la HC de la UPM del año 2016 de forma desagregada por centros y el proceso de cuantificación más exhaustivo se puede observar en el anexo I).

De esta manera, la UPM manifiesta su compromiso con el medio ambiente y su apuesta por la sostenibilidad en la universidad además de su interés en la reducción del impacto derivado de sus actividades en lo relacionado con el cambio climático.

El proceso de cuantificación de las emisiones de GEI de la UPM, sigue el proceso de cálculo llevado a cabo por el Equipo de Huella de Carbono Montes-UPM para el cálculo de la HC de la E.T.S.I. Montes, Forestal y Medio Natural tal como se muestra en la figura (figura 2.1), siguiendo las directrices propuestas en la Norma UNE EN ISO 14064-1.

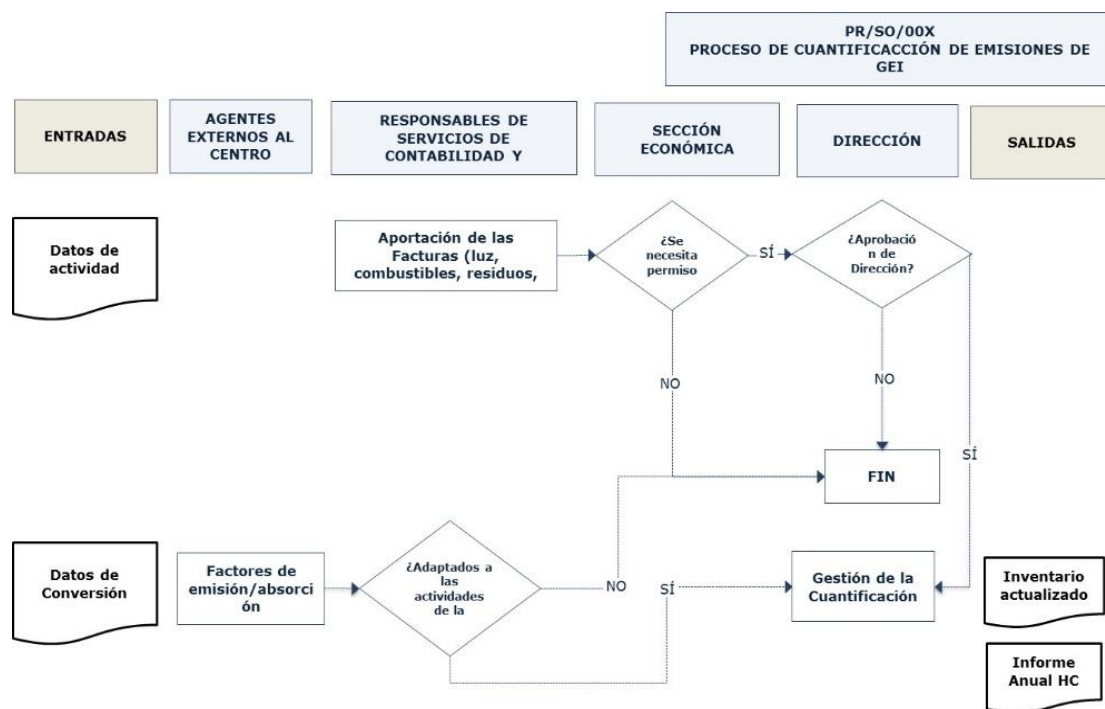


Figura 2.1 Proceso de Cuantificación de la Huella de Carbono en la UPM
Fuente: Rodríguez (2015)

En primer lugar, para cuantificar eficazmente la HC es preciso conocer bien la organización. Por ello es preciso definir perfectamente los límites operacionales que acoten y delimiten el área de

estudio y que definan las consideraciones a tener en cuenta para efectuar el cálculo de la Huella de Carbono. Para ello se definen:

- ♦ **Límites Físicos:** La delimitación de los límites físicos se efectúa según la localización de cada centro asociado a cada uno de los cinco campus universitarios que conforman la UPM.
- ♦ **Límites Organizativos:** Las organizaciones tienen que elegir un enfoque para consolidar sus emisiones de GEI entre dos tipos: enfoque de control operacional o enfoque de cuota de participación. La consolidación de las emisiones de GEI seleccionada para la cuantificación de la HC de la UPM es el de enfoque de control operacional, en el cual la organización contabilizará el 100% de las emisiones de GEI cuantificadas en las instalaciones, que son imputadas a las operaciones sobre las que ejerce el control.
- ♦ **Límites Socioeconómicos:** El ámbito económico para el cálculo de la Huella de Carbono está determinado por los presupuestos de la UPM, en los que se incluye la totalidad del gasto de la actividad docente e investigadora de las Escuelas.

En segundo lugar, será necesario establecer los límites operativos de la organización, identificando y categorizando las emisiones y absorciones asociadas a las operaciones llevadas a cabo en la UPM. Se realizará una clasificación de las mismas en emisiones directas o indirectas y absorciones, seleccionando el alcance de contabilidad en el que se incluirán

- **Alcance 1 y 2 (emisiones directas e indirectas respectivamente):** Incluye las emisiones directas procedentes de las actividades que la organización controla y las emisiones indirectas que generan las centrales de producción de electricidad como consecuencia del propio consumo de la organización. La cuantificación de las emisiones de estos alcances se efectúa mediante la herramienta desarrollada por el equipo de Huella de Carbono-Montes siguiendo los criterios de la Norma ISO 14064 parte 1.
- **Alcance 3 (otras emisiones indirectas):** Son las otras emisiones indirectas derivadas de la cadena de suministro, servicio o valor. Estas emisiones son en parte consecuencia de la actividad, pero no pueden ser directamente controladas por la entidad. En el presente trabajo no se incluyen estas emisiones para el año 2016, si bien se está preparando un plan de identificación y clasificación para su correcto cálculo en un futuro próximo.

La clasificación de las emisiones de GEI de cada uno de los centros que integran cada uno de los campus de la UPM (figura 2.2), es la siguiente:

Alcance 1: Emisiones directas de GEI

Incluye las emisiones directas que proceden de fuentes que son propiedad o están controladas por la organización (Norma UNE-EN ISO 14064-1, 2012), que para el caso de la UPM son aquellas emisiones que resultan del consumo de formas de energía procedentes de combustibles fósiles.

Atendiendo a esta definición y considerando las categorías de fuente de emisión de la universidad, el inventario de las emisiones de la UPM son las resultantes de las fuentes de combustión móvil y fija:

- Combustión fija:
 - ♦ Emisiones asociadas al consumo de combustible de **calefacción, cocina y máquinas para el desarrollo de las actividades de investigación y docencia.**
 - ♦ Emisiones asociadas al consumo de combustible **en maquinaria para mantenimiento de zonas verdes y otras máquinas de laboratorio.**
- Combustión móvil:
 - ♦ Emisiones asociadas al consumo de combustibles en **medios de transporte** propiedad de la UPM.

Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI por consumo de electricidad

Incluyen las emisiones indirectas derivadas de la actividad de la organización, pero que son generadas en otro lugar. Se incluyen las emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por la organización (Norma UNE-EN ISO 14064-1, 2012).

Se entiende por electricidad adquirida la electricidad que es comprada o traída dentro del límite organizacional de la organización. Las emisiones indirectas de GEI son las emisiones de la generación de electricidad que es adquirida por parte de la organización y que es consumida en sus operaciones de trabajo o en sus equipos propios, pero que son generadas en plantas de los cuales la organización no es responsable o no tiene el control (Norma UNE-EN ISO 14064-1, 2012).

Las emisiones incluidas en el alcance 2 son las emisiones asociadas al **consumo de electricidad.**

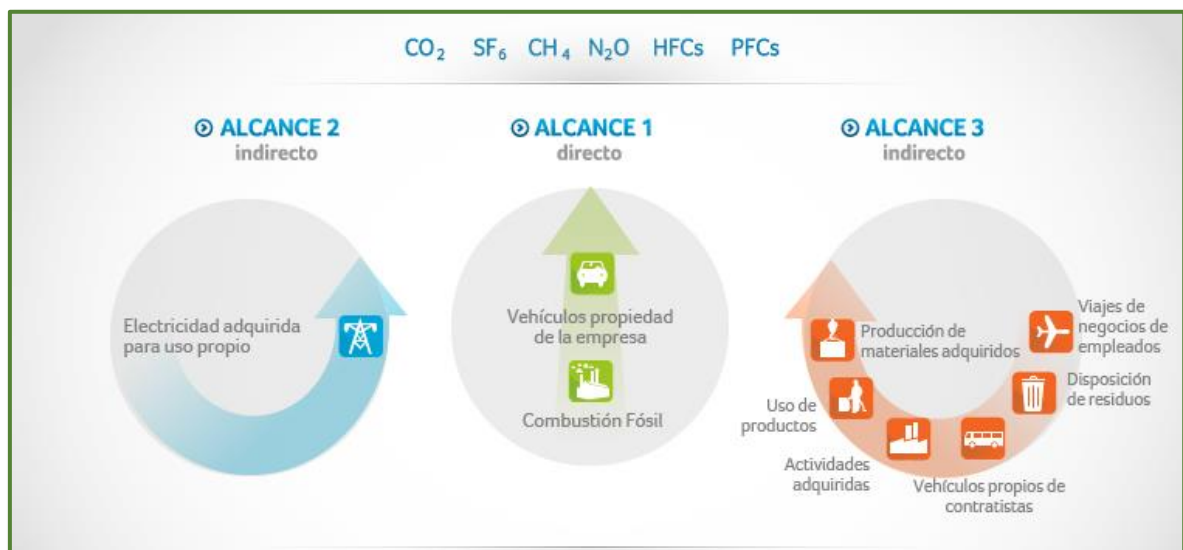


Figura 2.2 Esquema GEI de la Organización. Fuente: Pacíficos Seguros (2018)

Finalmente, una vez se han definido los límites operacionales y operativos se procede a cuantificar las emisiones de GEI a partir de la ecuación propuesta por la Norma UNE-EN ISO 14064-1 multiplicando los datos de actividad recopilados por factores de emisión de GEI seleccionados (Ecuación 1):

$$\text{Emisiones (kg CO}_2\text{)} = \text{Consumos (un)} * \text{Factor de emisión} \left(\frac{\text{kg CO}_2}{\text{un}} \right) \quad (1)$$

Donde (un), indica las unidades de cada consumo considerado.

Los factores de emisión fueron seleccionados de la Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un Plan de Mejora de una Organización (MAPA, 2018).

El resultado de la ecuación 1 son las emisiones de GEI de cada consumo o actividad considerada en el inventario, expresado en kilos de CO₂ equivalente (kg CO_{2e}). Ésta es la unidad de medida aceptada para determinar, de forma global, el impacto que genera cada gas de efecto invernadero que se emite a la atmósfera como consecuencia de las actividades efectuadas en la organización.

En los próximos puntos, se representarán los resultados de las Huellas de Carbono clasificadas por cada uno de los campus que integran la UPM, así como la Huella de Carbono global asociada a toda la organización y se efectuara un análisis de las emisiones generadas por la universidad durante el periodo 2013-2016. Se hace constar que la cuantificación de la Huella de Carbono de los años 2014 y 2015 se ha realizado con los datos parciales que se obtuvieron hasta el momento de realización de este trabajo. Para la cuantificación exacta de la Huella de Carbono de los años

2014 y 2015 será preciso contar con todos los datos de las fuentes de emisión de estos años para que el resultado final de la Huella de Carbono de la UPM se ajuste a la realidad.

2.2.HUELLA DE CARBONO DE LOS CAMPUS DE LA UPM 2016

La UPM está compuesta por centros/escuelas universitarias que integran los cinco campus que conforman la universidad, por tanto, a continuación, se presentan los resultados del cálculo de la Huella de Carbono del año 2016 clasificada por campus y por la totalidad de los GEI generados por la UPM.

2.2.1. Huella de Carbono del Campus de Ciudad Universitaria (CCU)

La cuantificación de las emisiones de GEI relacionadas con los alcances 1 y 2 en el Campus de Ciudad Universitaria durante el año 2016 ha sido de **5.400,02 t CO₂eq**. La clasificación según alcances y fuentes de emisión se puede ver en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión del Campus Ciudad Universitaria.

FUENTE DE EMISIÓN	t CO _{2e} Campus Ciudad Universitaria
ALCANCE 1	1.355,98
Gas natural	1.300,03
Gasóleo A	20,56
Gasóleo C	0
Gasolina	35,39
ALCANCE 2	4.044,22
Energía eléctrica	4.044,22
ALCANCE 1 + 2	5.400,02

Fuente: UPM (2016)

Las emisiones de GEI producidas en el Campus de Ciudad Universitaria proceden, fundamentalmente, del gas natural (24 % de las emisiones) y de la energía eléctrica (75 % de las emisiones). El resto tiene una participación residual (figura 2.3).

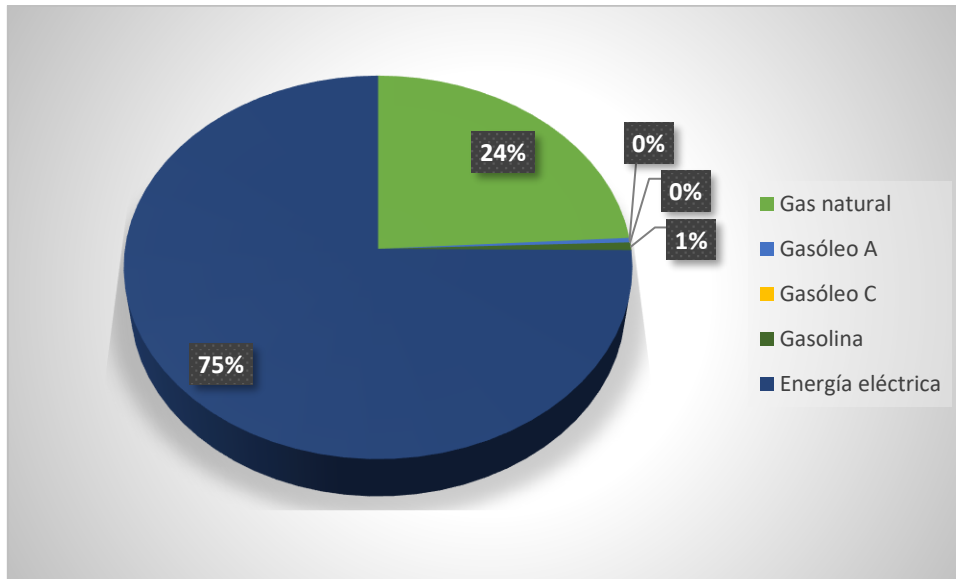


Figura 2.3 Emisiones de GEI del Campus de Ciudad Universitaria por fuente de emisión. Año 2016

2.2.2. Huella de Carbono del Campus de Madrid Ciudad (CMC)

La cuantificación de las emisiones de GEI relacionadas con los alcances 1 y 2 en el Campus de Madrid Ciudad durante el año 2016 ha sido de **1.804,19 t CO_{2eq}**. Las fuentes de emisión causantes de las mismas se resumen en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus Madrid Ciudad.

FUENTE DE EMISIÓN	t CO _{2e} Campus Madrid Ciudad
ALCANCE 1	442,86
Gas natural	415,30
Gasóleo A	0,15
Gasóleo C	21,36
Gasolina	6,05
ALCANCE 2	1.361,33
Energía eléctrica	1.361,33
ALCANCE 1 + 2	1.804,19

Fuente: UPM (2016)

Las principales fuentes de emisión de GEI en el Campus de Madrid Ciudad son el gas natural (23 %) y la energía eléctrica con un 76% (Figura 2.4).

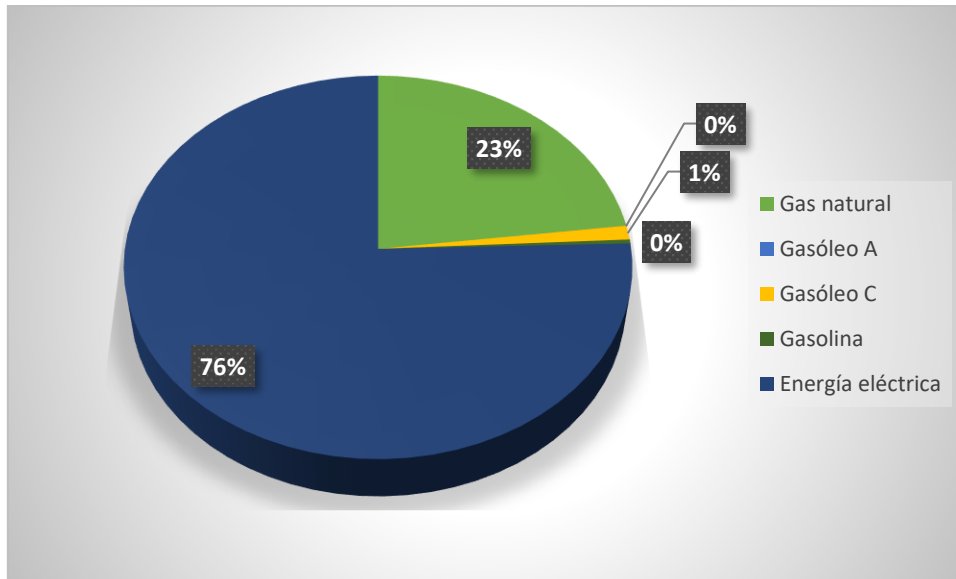


Figura 2.4 Emisiones de GEI del Campus de Madrid Ciudad por fuentes de emisión. Año 2016.

2.2.3. Huella de Carbono del Campus de Montegancedo (CM)

La cuantificación de las emisiones de GEI relacionadas con los alcances 1 y 2 en el Campus de Ciudad Montegancedo durante el año 2016 ha sido de **3.721,78 t CO_{2eq}**, (Tabla 2.3).

Tabla 2.3 Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus Montegancedo.

FUENTE DE EMISIÓN	t CO _{2e} Campus Montegancedo
ALCANCE 1	906,92
Gas natural	785,89
Gasóleo A	3,71
Gasóleo B	3,03
Gasóleo C	77,30
Gasolina	36,99
ALCANCE 2	2.814,86
Energía eléctrica	2.814,86
ALCANCE 1 + 2	3.721,78

Fuente: UPM (2016)

Las principales fuentes de emisión en este Campus son la energía eléctrica un 76% y el gas natural en un 21% (figura 2.5).

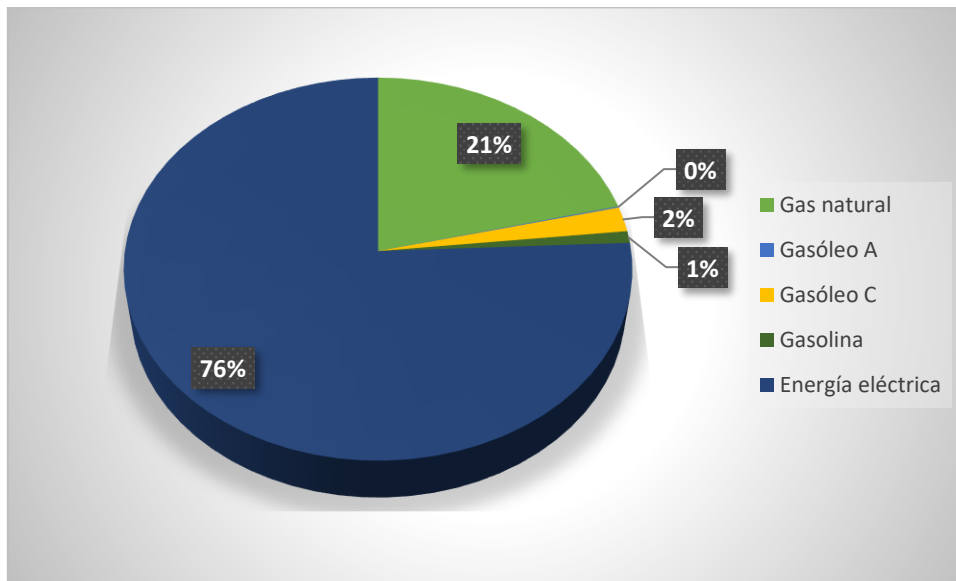


Figura 2.5 Emisiones de GEI del Campus de Montegancedo por fuentes de emisión. Año 2016.

2.2.4. Huella de Carbono del Campus Sur (CS)

La cuantificación de las emisiones de GEI relacionadas con los alcances 1 y 2 en el Campus Sur durante el año 2016 ha sido de **1.571,52 t CO_{2eq}**, y estas son producidas por las siguientes fuentes de emisión (tabla 2.4).

Tabla 2.4 Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus Sur.

FUENTE DE EMISIÓN	t CO _{2e} Campus Sur
ALCANCE 1	469,27
Gas natural	450,44
Gasóleo A	11,81
Gasóleo B	3,00
Gasolina	4,02
ALCANCE 2	1.102,25
Energía eléctrica	1.102,25
ALCANCE 1 + 2	1.571,52

Fuente: UPM (2016)

Las fuentes de emisión de este Campus presentan una tendencia similar a la del resto de los Campus de la UPM; la energía eléctrica genera más emisiones de GEI llegando al 70%, seguida del gas natural con un 29% (figura 2.6).

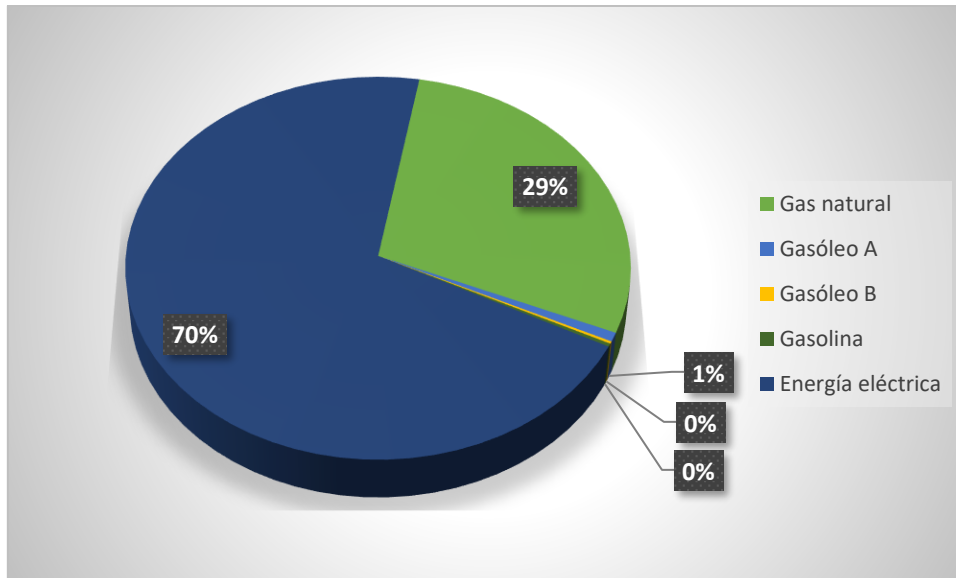


Figura 2.6 Emisiones de GEI del Campus Sur por fuentes de emisión Año 2016.

2.2.5. Huella de Carbono del Campus de Tecnogetafe (CT)

La cuantificación de las emisiones de GEI relacionadas con los alcances 1 y 2 en Tecnogetafe durante el año 2016 ha sido de **602,06 t CO_{2eq}**. Las fuentes de emisión de las que proceden se muestran en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5 Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus de TecnoGetafe.

FUENTE DE EMISIÓN	t CO _{2e} TecnoGetafe
ALCANCE 1	-
Gas natural	-
ALCANCE 2	602,06
Energía eléctrica	602,06
ALCANCE 1 + 2	602,06

Fuente: UPM (2016)

Con los datos disponibles de Tecnogetafe, se muestra que la energía eléctrica es responsable de todas las emisiones generadas por la actividad en este campus.

No obstante, hay que hacer constar que para el cálculo de la Huella de Carbono del Parque Tecnológico y Científico TecnoGetafe, no se ha podido contar con los datos correspondientes a la combustión fija y móvil. Sin embargo, su posible influencia sobre el total de la HC de la UPM se considera que sería ínfima.

En la figura 2.7 se resumen las aportaciones de cada uno de los campus que conforman la UPM resultado de la suma de los GEI asociados a los alcances 1 y 2. Se observa como el campus de Ciudad Universitaria es el que más aporta a la Huella de Carbono de la UPM.

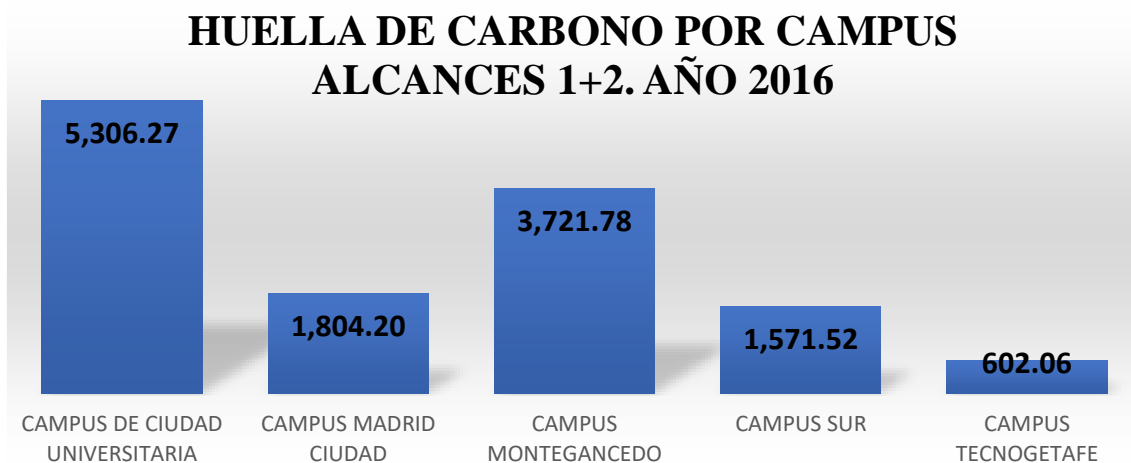


Figura 2.7 Huella de Carbono Total por Campus

2.3.HUELLA DE CARBONO POR FUENTES DE EMISIÓN UPM 2016

A continuación, se representan los resultados correspondientes a las emisiones de GEI consecuencia de una determinada fuente de emisión asociada a los alcances 1 y 2.

2.3.1. Emisiones de alcance 1 de la UPM

Las emisiones de alcance 1 son las emisiones directas generadas principalmente por combustión. El total de la cantidad de emisiones de GEI de este alcance asciende a la cifra de **3.175,03 toneladas CO₂ equivalente.**

Como se observa en la tabla 2.6 y en la figura 2.8, se puede constatar que las emisiones originadas por el gas natural para su uso en calefacción es la fuente que más emite. Las emisiones de la gasolina, el diésel y el gasóleo C apenas son significativas

Tabla 2.6 Emisiones de GEI Alcance 1 de la Universidad Politécnica de Madrid. Año 2016.

ALCANCE 1	FUENTE DE EMISIÓN	CCIU	CMC	CM	CS	CT	UPM
Combustión Fija	Gas natural	1.300,03	415,30	785,89	450,44	-	2.951,66
	Gasóleo C		21,36	77,30		-	98,66
Combustión Móvil	Gasóleo A	20,56	0,15	3,71	11,81	-	36,23
	Gasóleo B			3,03	3,00	-	6,03
	Gasolina	35,39	6,05	36,99	4,02	-	82,45
	TOTAL (t CO₂ eq)	1.355,98	442,86	906,92	469,27	-	3.175,03

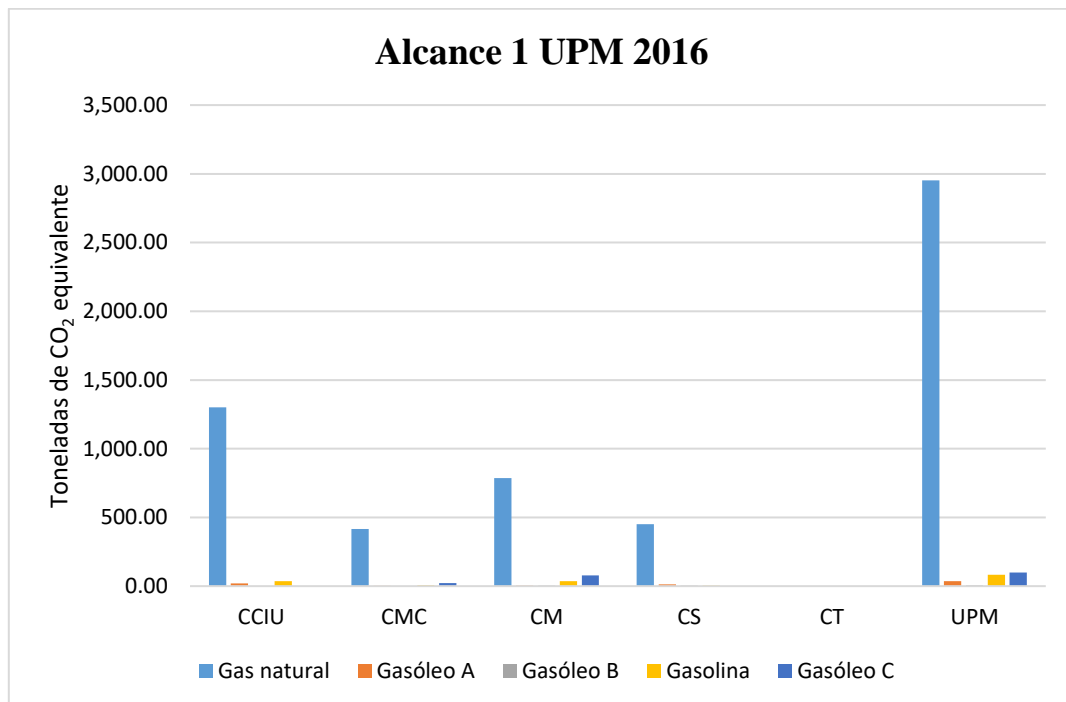


Figura 2.8 Emisiones Alcance 1 por fuentes de emisión en la UPM 2016

2.3.2. Emisiones de alcance 2 de la UPM

Las emisiones de alcance 2 son emisiones indirectas relacionadas con el consumo de electricidad. Las generadas durante el ejercicio del 2016 ascienden a **9.924,72 toneladas CO₂ equivalente**.

En este caso la única fuente de emisión es el consumo de electricidad realizado en la organización.

Tabla 2.7 Emisiones de GEI de Alcance 2 de la Universidad Politécnica de Madrid. Año 2016

ALCANCE 2	FUENTE DE EMISIÓN	CCIU	CMC	CM	CS	CT	UPM
Electricidad	Electricidad	4.044,22	1.361,33	2.814,86	1.102,25	602,06	9.924,72
	TOTAL (t CO ₂ eq)	4.044,22	1.361,33	2.814,86	1.102,25	602,06	9.924,72

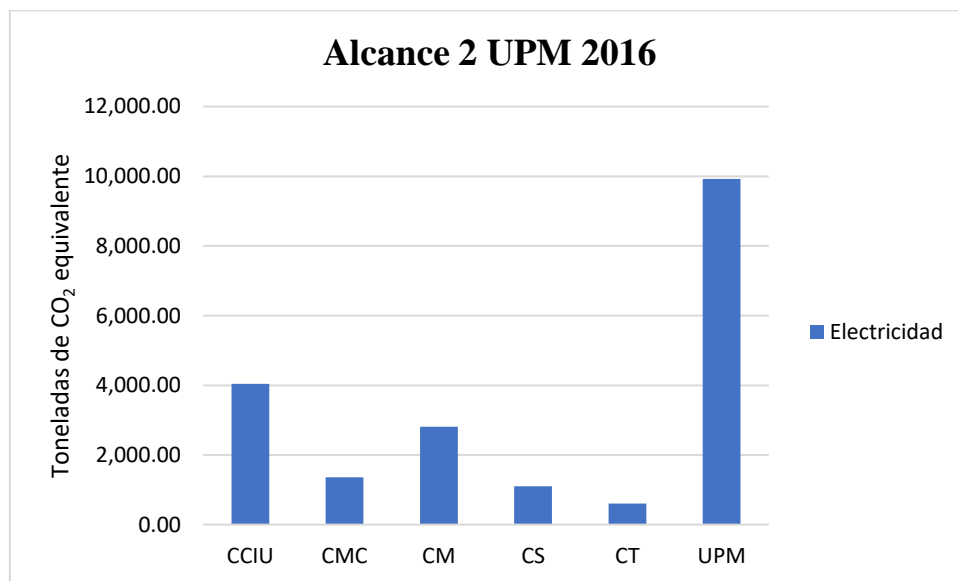


Figura 2.9 Emisiones Alcance 2 por fuentes de emisión en la UPM 2016

2.3.3. Huella de Carbono Global UPM 2016

Si se consolidan las emisiones de GEI de cada Campus, se obtiene, como sumatorio de estas y clasificados según los alcances, la cuantificación de las emisiones de GEI de la UPM. El resultado total de la huella de carbono de UPM es de: **13.132,59 tCO₂eq.**

La fuente de emisión de GEI que más aporta a la HC de la UPM es la electricidad con un 76%, seguido del gas natural con un 22% (figura 2.10). El resto de las emisiones, no pueden considerarse significativas de este indicador para el año 2016.

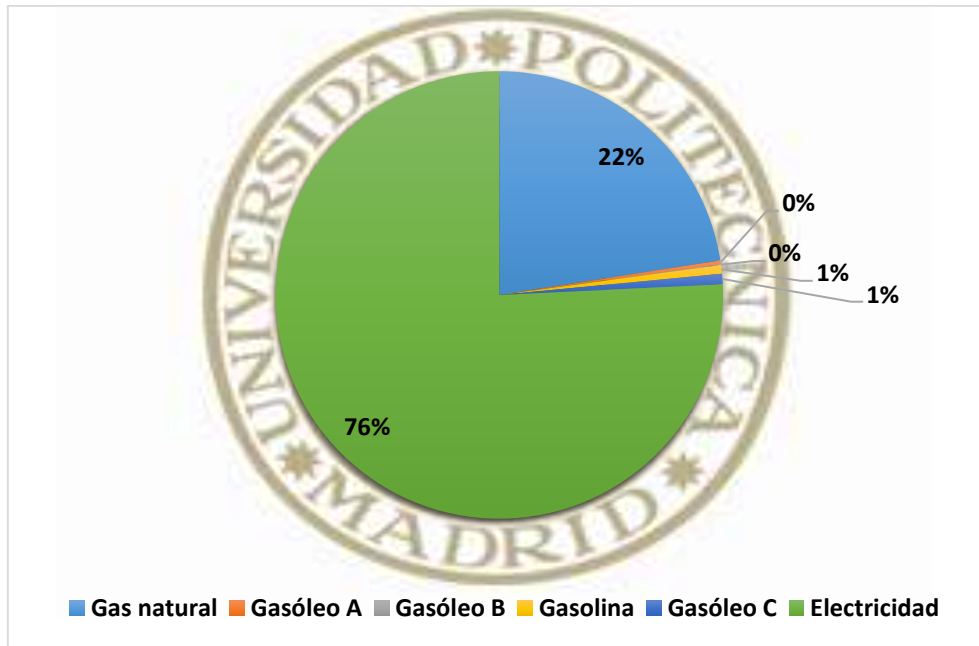


Figura 2.10 Emisiones de GEI por fuentes de emisión de la UPM. Año 2016

En la figura 2.11 se aprecia la contribución de los distintos Campus a la huella de carbono de la UPM. Observamos que el Campus de Ciudad Universitaria es el que mayor HC presenta, con un 41% de las emisiones, mientras que el Campus de Tecnogetafe y el Campus Sur son lo que contribuyen en menor manera, con 5% y 12% respectivamente.

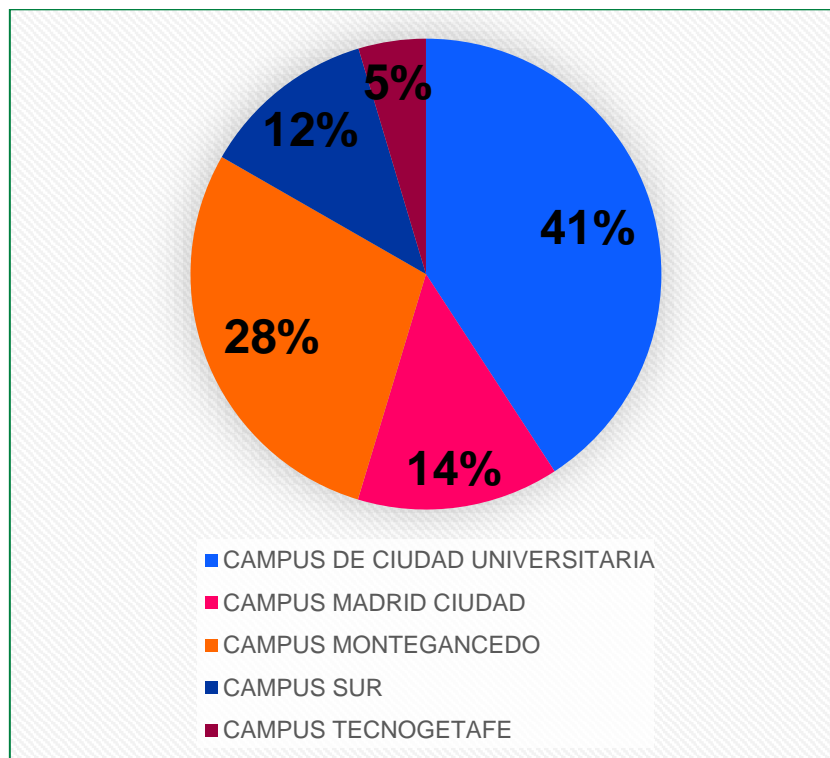


Figura 2.11 Aportación por Campus a la huella de carbono de la UPM. Año 2016

En la figura 2.12 se aprecia la contribución global de cada fuente de emisión a la HC de la UPM en el año 2016, tal y como figuran en la tabla 2.6 (Alcance 1) y en la tabla 2.7 (Alcance 2).

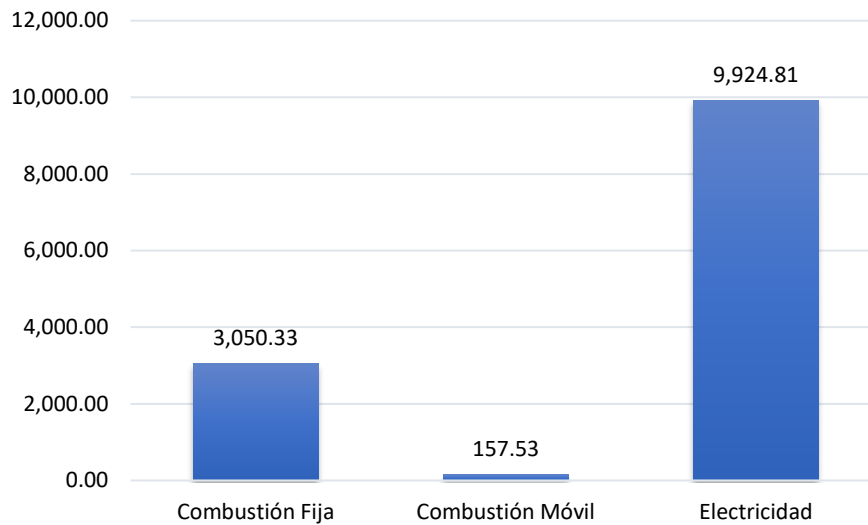


Figura 2.12 Componentes de la Huella de Carbono UPM 2016

2.4.RATIOS DE LA HUELLA DE CARBONO

El ratio de la Huella de Carbono de la UPM es una herramienta que puede ayudar en el entendimiento de los resultados obtenidos de emisiones. Para calcular este ratio, se emplean dos variables representativas, la cuales puede llegar a explicar las diferencias de valores entre los diferentes centros/escuelas que conforman los campus de la UPM.

Estas variables son:

- Superficie de la organización (ha)
- Población (personas)

Estos ratios permiten conocer cuál es la HC por cada persona que integra la organización, y por cada superficie que conforma cada centro/escuela.

La UPM tiene una superficie total es de **539.486,50 m²** (dato obtenido a partir de la información facilitada por el Rectorado de la UPM) repartida por los distintos Campus, desagregado según se detalla en el anexo I que acompaña a este documento.

Otro dato a tener en cuenta en el cálculo de los ratios de la Huella de Carbono es la población, que debido a las características de la organización, se puede clasificar según lo expuesto en la tabla 2.8 en: personal docente-investigador (PDI), personal de administración y servicios (PAS) y alumnos.

Tabla 2.8 Número total de personas de la UPM en el año 2016

PDI	PAS	ALUMNOS	TOTAL PERSONAS
2.983	1.886	43.801	48.670

Fuente: Rectorado UPM (2016)

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, a continuación, se expresan los valores de los ratios según ambas variables.

Ratio de Huella de Carbono relativa a la población total UPM.

En este caso no se puede calcular la huella de carbono relativa a la población de Escuelas y Centros dado que no se disponen de datos de PDI según esta clasificación.

La huella de carbono relativa a la población se obtiene dividiendo las emisiones totales de GEI de UPM y su población (tabla 2.8), cuyo resultado para el año 2016 es: **0,269 t CO_{2eq}/persona.**

Ratio de Huella de Carbono relativa a la superficie total UPM

El ratio de la huella de carbono de la UPM en función de la superficie es: **0,0243 t CO_{2eq}/m².**

Se ha calculado dividiendo el valor total de las emisiones de GEI de la UPM entre la superficie total.

En la figura 2.13 se puede observar gráficamente la comparación entre el Ratio de las emisiones de GEI por superficie y el Ratio de las emisiones de GEI por personas.

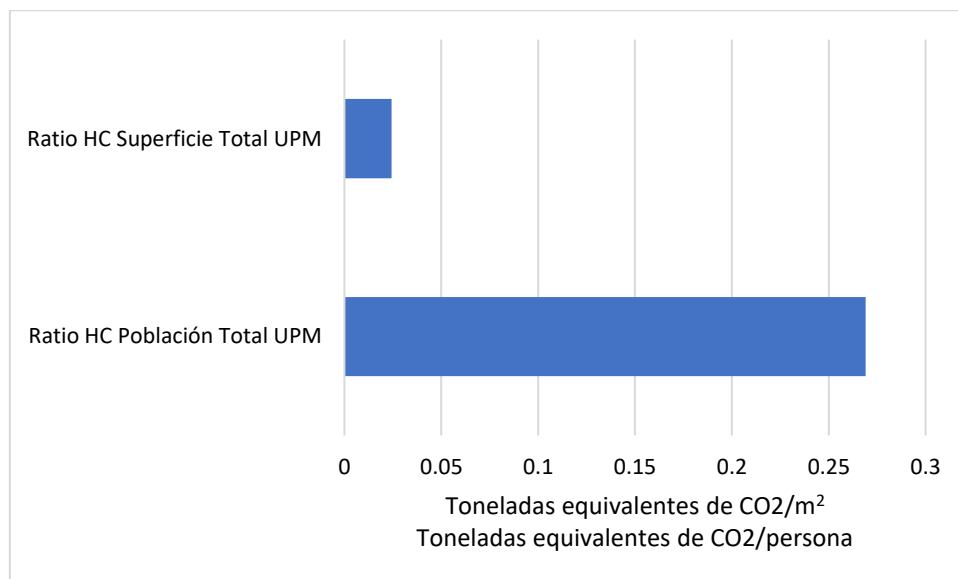


Figura 2.13 Ratios de la UPM por superficie y persona 2016

Ratios de Huella de Carbono en la UPM por Campus

En la figura 2.14 se representan las ratios de la HC por personas y superficie, asociados a cada campus de la UPM.

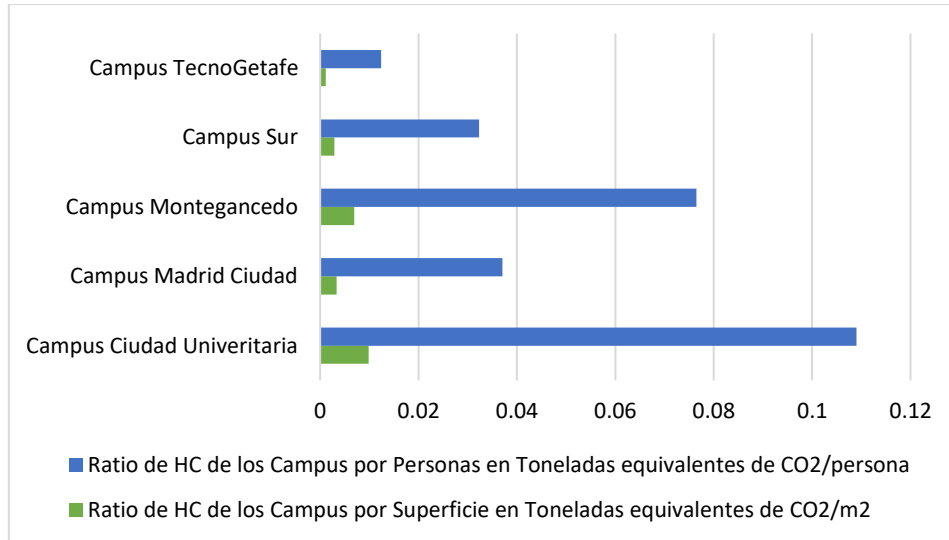


Figura 2.14 Ratios de la UPM por Campus

Para conocer los ratios desglosados para cada centro/escuela en función su superficie se puede acudir al anexo II que acompaña a este documento.

2.5.EVOLUCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA UPM EN EL PERIODO 2013-2016

La Huella de Carbono de la UPM se calcula desde el año 2013 con una metodología que permite la comparación entre los años siguientes, para los que se ha efectuado el cálculo. Este escenario facilita el análisis de la evolución de este indicador y la evaluación de la efectividad de las medidas implementadas en la organización hasta la fecha.

Dado a que el año base es el 2013, para el cual se tiene el sello “Calculo”, se puede verificar si ha habido una reducción de la HC durante los años 2014, 2015 y 2016 generados por la organización respecto al año base. Se vuelve hacer hincapié en el hecho de que la cuantificación para el año 2014 y 2015 se ha efectuado con los datos disponibles hasta el momento del desarrollo de este trabajo.

2.5.1. Evolución de las emisiones de GEI en los alcances 1 y 2

Las emisiones de GEI en la Universidad Politécnica de Madrid, en el periodo 2013-2016 han disminuido una media de **994,65 tCO₂equivalente /año** (tabla 2.9). Se observa en la figura 18, que existe un aumento en las emisiones en el año 2015 respecto a la reducción de las emisiones en el año 2014, probablemente debido al aumento destacado de algunos centros en el consumo de gas

natural (ETS Arquitectura, ETSI Aeronáuticos, ESTI Agronómicos, ETSI Caminos, INEF, ETSI Diseño Industrial, ETSI Industrial) y al aumento del consumo de electricidad (ETSI Minas y Energía, ETSI Industrial, Centro de Tecnología Biomédica, Centro de Apoyo a la innovación Tecnológica, CITEF). Este aumento de los consumos de gas natural y electricidad ha originado este incremento en las emisiones de GEI respecto al año 2014.

Sin embargo, en general se observa una tendencia positiva en la reducción de las emisiones de GEI, que se constata en el hecho de que para el año 2016 se ha logrado una reducción muy notoria respecto al año base (2013). Las emisiones han sufrido un descenso de **2.983,95 ton CO₂ equivalente** desde el año 2013 hasta el 2016.

En el 2016 se han dejado de emitir **5.765,64 ton CO₂equivalente** con respecto al año base 2013 (tabla 2.9). Este descenso se debe a las medidas llevadas a cabo por la UPM para disminuir el impacto de sus actividades en el medio ambiente, destacando la medida correspondiente a la sustitución calderas de gasóleo por otras adaptadas a un combustible más eficiente.

Tabla 2.9 Evolución de las emisiones de GEI UPM (2013-2016).

Fuente de Emisión	ton CO ₂ eq UPM			
	2013	2014	2015	2016
ALCANCE 1	4.847,34	4.397,07	5.840,57	3.207,86
Combustión Fija	4.828,88	4.244,29	5.648,13	3.050,33
Combustión Móvil	18,47	152,78	192,44	157,53
ALCANCE 2	11.269,28	10.222,59	13.057,74	9.924,81
Electricidad	11.269,28	10.222,59	13.057,74	9.924,81
ALCANCE 1+2	16.116,62	14.619,65	18.898,32	13.132,67

Visualizando nuevamente la figura 2.15, se evidencia una clara tendencia a la baja de los valores de emisión del total del alcance 1 y 2 en la Universidad Politécnica de Madrid para el año 2016. Como se comentó con anterioridad esta tendencia es el resultado de la implementación de diferentes estrategias de sostenibilidad que se está desarrollando en la universidad durante este periodo con el fin de obtener unas instalaciones con una mayor eficiencia energética.

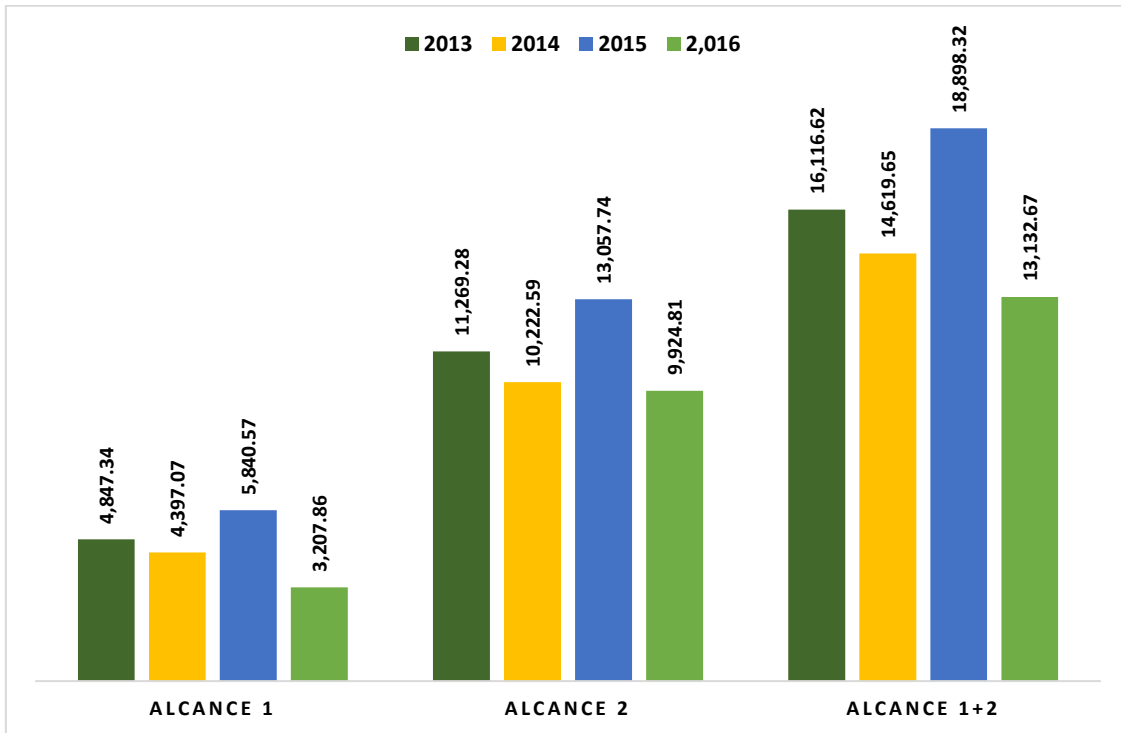


Figura 2.15 Evolución de las emisiones de GEI UPM (2013-2016)

Para apreciar la tendencia de las emisiones de GEI de la UPM clasificado por los campus universitarios que conforman esta organización en el periodo 2013-2016, se ha procedido a generar unas gráficas de líneas, calculando sus funciones de estimación lineal (figura 2.16). Estas funciones permiten conocer cuantitativamente el valor exacto de las pendientes de estas rectas. Como se observa en la figura, las funciones correspondientes al Campus de Ciudad Universitaria, Campus de Madrid Ciudad, Campus Sur y el Campus de TecnoGetafe tienen una pendiente negativa, ratificando el descenso progresivo de las emisiones. Para el Campus de Montegancedo la pendiente es positiva, debido al ligero incremento de sus emisiones respecto al año 2013.

Sin embargo, tal como se constata en la figura 2.17 la tendencia global de las emisiones generadas en la UPM es claramente negativa, lo cual muestra el claro compromiso de la organización a lo largo de los últimos años por reducir el impacto ambiental de sus actividades.

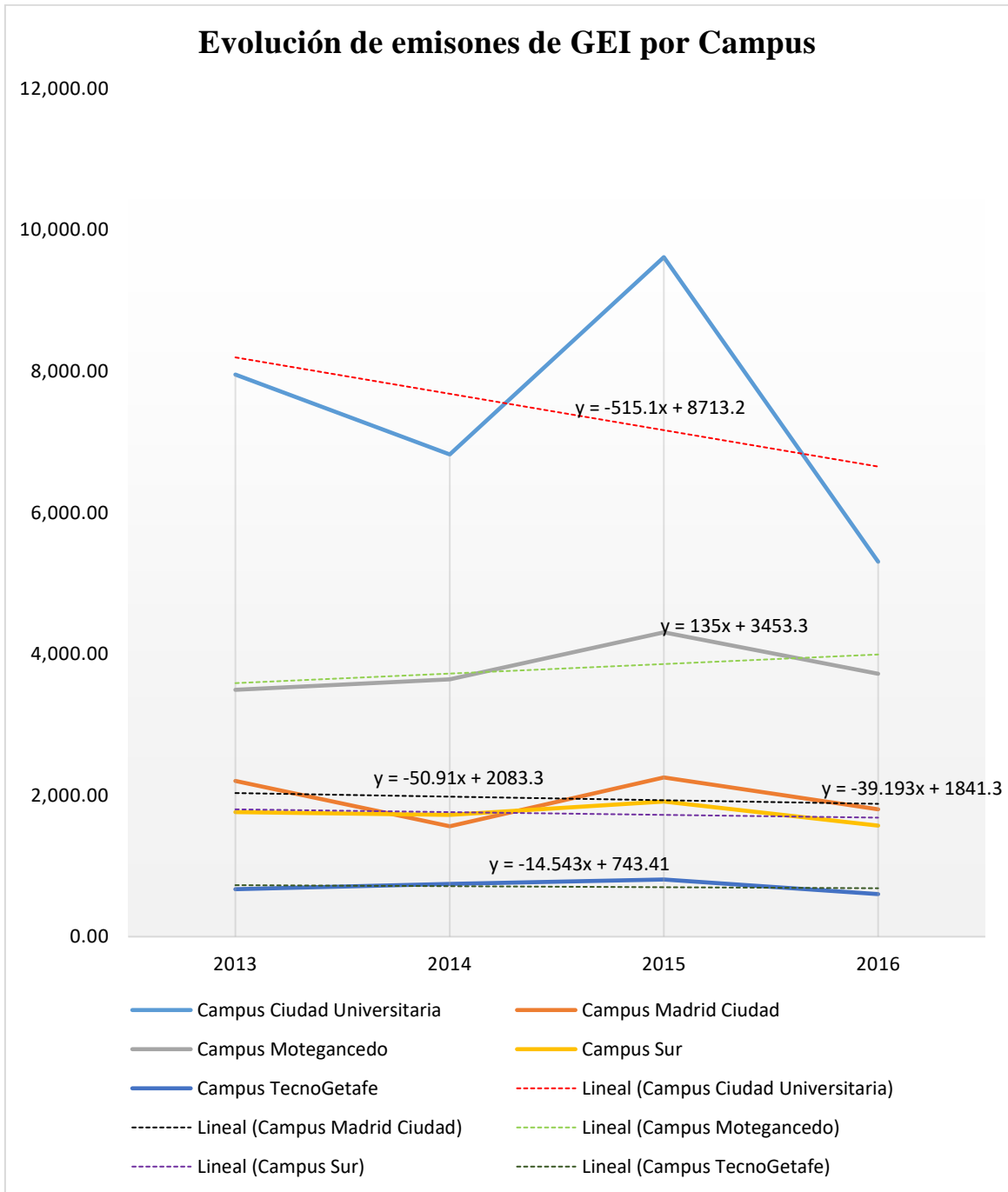


Figura 2.16 Tendencias lineales de las emisiones de GEI por Campus de los alcances 1 y 2 (2013-2016)

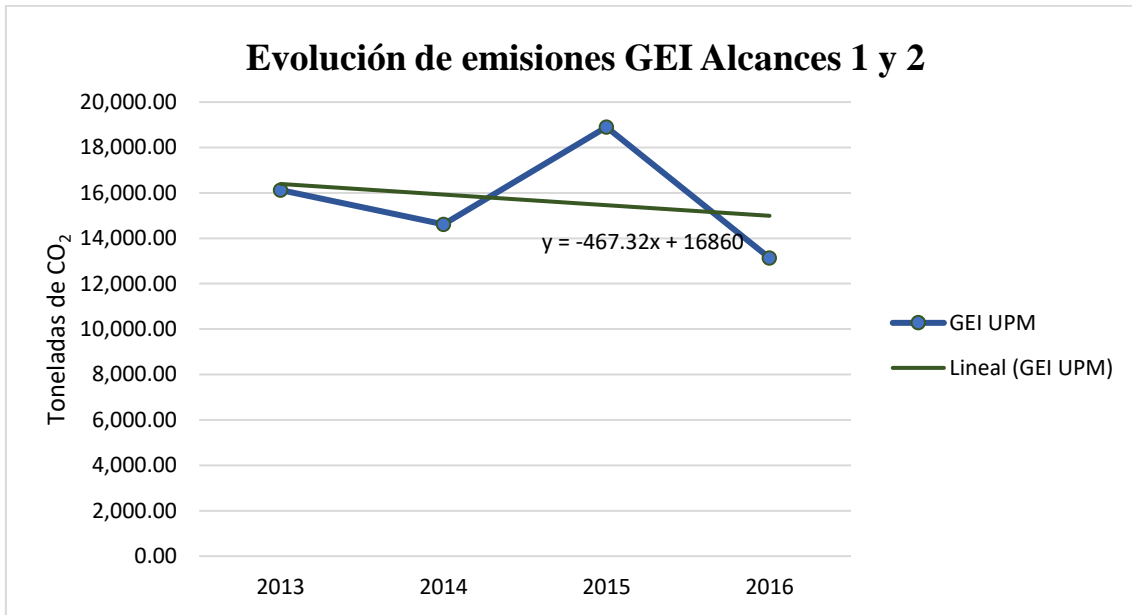


Figura 2.17 Tendencia lineal de las emisiones de GEI TOTAL UPM de los alcances 1 y 2 (2013-2016)

Si se cuantifica las emisiones globales de GEI por alcances, se aprecia una considerable reducción de las emisiones del alcance 1, debido a la sustitución de las calderas. Destaca el incremento de las emisiones de los alcances 1 y 2 en el año 2015, como consecuencia del aumento de los consumos de gas natural y electricidad de ciertos centros tal como se explicó con anterioridad (figura 2.18).

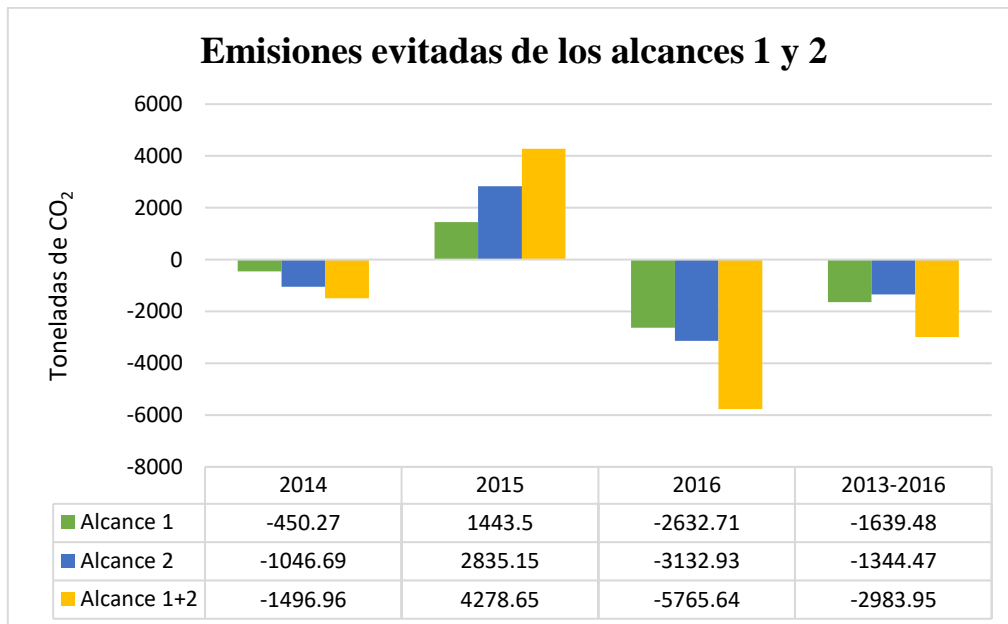


Figura 2.18 Emisiones evitadas de GEI UPM de los alcances 1 y 2 2013-2016

CAPÍTULO 3:
Análisis de la Reducción de
GEI de la UPM

3. ANÁLISIS DE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

La Huella de Carbono es una herramienta que sirve para cuantificar las emisiones de GEI que la UPM genera derivado de sus actividades, el principal objetivo de este indicador, una vez conocido el valor de las emisiones, es desarrollar acciones y medidas que permitan la reducción de las mismas, para contribuir con los objetivos de sostenibilidad de la UPM y dirigir a esta organización hacia un modelo de gestión sostenible.

Con el objetivo de reducir sus emisiones de GEI, la UPM se están aplicando medidas de reducción, concretamente, medidas encaminadas a conseguir la eficiencia energética en el conjunto de edificios que conforman la universidad, demostrando el esfuerzo realizado por esta universidad a favor del medio ambiente y del cambio hacia la sostenibilidad.

3.1. ANÁLISIS DE LAS REDUCCIONES DE GEI UPM (2013-2016)

Como se ha expresado anteriormente, cuantificar la Huella de Carbono es el primer paso para la reducción de emisiones de GEI. La UPM tiene consciencia de este hecho y por ello, está llevando a cabo un conjunto de acciones para reducir las emisiones de GEI.

Un ejemplo claro de estas acciones que está llevando la UPM es la subasta que realizó mediante procedimiento abierto y subasta electrónica en mayo de 2015 para la contratación de la gestión energética de diferentes Centros/Edificios de la misma. El objetivo del contrato era el suministro de calor necesario para atender la demanda de bienestar térmico e higiene, de los diferentes Centros/Edificios de la Universidad Politécnica de Madrid, mediante la sustitución del gasóleo por gas natural como combustible, con la renovación correspondiente de las calderas, componentes y otros elementos requeridos, así como la gestión energética de esas instalaciones térmicas. La renovación alcanzó un total de 63 calderas de 20 centros/edificios (Dirección General de Industria, Energía y Minas, 2017 a).

En los Servicios Energéticos a contratar se incluían las siguientes prestaciones:

- **Gestión Energética:** Incluye el suministro de calor para atender la demanda de los servicios de calefacción, agua caliente sanitaria y la gestión energética necesaria para el funcionamiento correcto de las instalaciones objeto del contrato, gestión del suministro de gas natural destinado a la producción de calor para los servicios de calefacción, agua caliente sanitaria, control de calidad, cantidad y uso, y garantías de aprovisionamiento.

- **Mantenimiento:** Incluye el mantenimiento preventivo para lograr el perfecto funcionamiento de la instalación y limpieza de los equipos con todos sus componentes, con el fin de lograr la permanencia en el tiempo del rendimiento de las instalaciones de producción de calor.
- **Garantía Total:** Incluye la reparación con sustitución de todos los elementos deteriorados en las instalaciones de producción de calor.
- **Suministro, instalación y puesta en servicio de nuevas calderas y otros elementos de la instalación térmica:** Incluye el suministro e instalación de las nuevas calderas para la utilización de gas natural como combustible, el suministro e instalación de nuevos sistemas de bombeo, la ejecución de la instalación receptora de suministro de gas natural y la adaptación de las instalaciones a la normativa aplicable por el nuevo tipo de combustible.

Con estas actuaciones se perseguían varios objetivos, por una parte, el ahorro de energía que se consigue por la instalación de nuevas calderas de gas de una eficiencia que llega hasta el 109%, frente a la eficiencia de las calderas de gasoil con una antigüedad superior a los 20 años, que no superan el 85%; por otro lado, el ahorro monetario, al emplear un combustible más barato y, finalmente, la mejora del medio ambiente, al utilizar un combustible mucho menos contaminante (Dirección General de Industria, Energía y Minas, 2017 b).

En la tabla 3.1 se detallan algunas medidas de ahorro y eficiencia energética implantadas en varios edificios de la UPM en el año 2016 y en el año 2017, que han tenido una influencia decisiva en el objetivo de encaminar a la UPM a la sostenibilidad, y que como se ha comprobado en el análisis de las emisiones de GEI han contribuido a reducir de forma determinante dichas emisiones en el año 2016.

Tabla 3.1 Medidas implantadas en la UPM durante los años 2016 y 2017.

IDENTIFICACIÓN EDIFICICIO	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES AÑOS 2016 Y 2017
INSIA-UPM	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sustitución de 2 calderas de gasoil por 1 de gas natural. ❖ Sustitución de tubos fluorescentes por pantallas led (8 en diversos despachos, 6 en el pasillo del edificio docente, 12 en el pasillo del edificio del laboratorio y 14 focos urbanización). ❖ Sustitución de equipos de aire acondicionado frío/calor. ❖ Sustitución de tubos fluorescentes por pantallas led.
ETS Edificación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sustitución de calderas de gasóleo por dos calderas de condensación de gas natural. ❖ Renovación de las instalaciones de calefacción y climatización.
ETSI Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sustitución del gasóleo de calefacción por combustibles más eficientes. ❖ Sustitución del sistema de aire acondicionado.

IDENTIFICACIÓN EDIFICICIO	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES AÑOS 2016 Y 2017
	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Renovación de las instalaciones de calefacción y climatización. ❖ Instalación luminarias integradas tipo led. ❖ Cambio de luminarias con lámparas fluorescentes por luminarias integradas tipo led con detector de presencia.
ETSI Industriales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sustitución de las calderas de gasóleo por calderas de gas natural. ❖ Instalación de nuevos sistemas de iluminación led y sustitución de los anteriores menos eficientes. ❖ Renovación de las instalaciones de calefacción y climatización. ❖ Suministro de balastos electrónicos y fluorescentes para la mejora de la iluminación en el salón de actos. ❖ Mejora del aislamiento (ventanas, fachadas, cubiertas).
ETSI Informáticos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Gestión energética de los centros/edificios de la universidad cambio de 3 calderas de gasóleo por 3 calderas de gas, ubicación: cuarto de calderas de la ETSI Informáticos. ❖ Sustitución de 10 focos que iluminan la parte alta de la cafetería de la escuela, por focos led. ❖ Renovación de las instalaciones de calefacción y climatización. ❖ Suministro de 15 apliques con sus correspondientes bombillas led para colocar en los descansillos de la escuela. ❖ Mejora del aislamiento (ventanas, fachadas, cubiertas).
Polideportivo Campus Sur	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sustitución de las calderas de gasóleo por unas nuevas calderas de gas natural.
Polideportivo Campus de Montegancedo	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sustitución de las calderas de gasóleo por unas nuevas calderas de gas natural.
ETSI Navales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sustitución del gasóleo de calefacción por combustibles más eficientes. ❖ Renovación de las instalaciones de calefacción y climatización.
ETSI de Telecomunicación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sustitución de calderas de gasoil por calderas de gas natural. ❖ Sustitución de equipos de aire acondicionado de más de 10 años de antigüedad; en biblioteca, salón de grados, y diversas aulas. ❖ Sustitución de 35 bombillas de farolas de 240 w por bombillas de bajo consumo de 85 w, y encendido/apagado por programador astronómico. ❖ Sustitución de pantallas fluorescentes por donwlight de 20 w en diversos wc-s del edificio y pasillos; con encendido por detector de movimiento. ❖ Sustitución de 40 bombillas de farolas de 240w por bombillas de bajo consumo de 85w.

IDENTIFICACIÓN EDIFICIO	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES AÑOS 2016 Y 2017
	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sustitución de pantallas fluorescentes en diversos wc's, por downlight de 20 w, con encendido por sensor de movimiento. ❖ sustitución de 20 bombillas de farolas de 240w por bombillas de bajo consumo de 85w. ❖ Sustitución de pantallas fluorescentes en diversos wc's, por downlight de 20 w, con encendido por sensor de movimiento. ❖ sustitución de las luminarias del salón de actos por downlight de 20 w. ❖ Renovación de las instalaciones de calefacción y climatización.
EUIT Forestal	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se cambian las dos calderas de gasoil a gas natural. ❖ Cambio aire acondicionado despacho UD botánica. ❖ Renovación de las instalaciones de calefacción y climatización. ❖ Cambio aire acondicionado despacho UD matemáticas. ❖ Cambio aire acondicionado laboratorio topografía.
ETSI Montes	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sustitución de calderas de gasóleo por calderas de condensación por gas.
ETSI Topografía, Geodesia y Cartografía	Sustitución de dos calderas de gasóleo c por dos calderas gas natural en el edificio principal
Rectorado Edificio B	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sustitución de las calderas de gasóleo por unas nuevas calderas de gas natural. ❖ Sustitución de 20 pantallas de 4x18w en fluorecencia a pantallas de tecnología led de 1x30w. ❖ Sustitución de 10 pantallas (luminarias) de 4x18w en fluorecencia por pantallas de tecnología led de 1x33w.
Rectorado Edificio A	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sustitución de las calderas de gasóleo por unas nuevas calderas de gas natural. ❖ Sustitución de 100 pantallas de 4x18w en fluorecencia a pantallas de tecnología led de 1x30w. ❖ Mejora del aislamiento (ventanas, fachadas, cubiertas). ❖ Renovación de las instalaciones de calefacción y climatización. ❖ Sustitución de 20 farolas de sodio de 50w con globo por 20 farolas de tecnología led, sin efecto de contaminación lumínica. ❖ Sustitución de 50 pantallas (luminarias) de 4x18w en fluorecencia por pantallas de tecnologia led de 1x33w.
ETSI de Sistemas Informáticos. bloques 111, IV, V Y VIII	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Material de electricidad led. ❖ Instalación puerta automática.
Comunes ETSI de Sistemas Informáticos y ETSI y Sistemas de Telecomunicación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Adquisición material electricidad led.
ETSI Sistemas Informáticos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Instalación n puerta automática.

IDENTIFICACIÓN EDIFICIO	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES AÑOS 2016 Y 2017
ETSI Aeronáutica y del Espacio	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Renovación de equipos de climatización, así como de distintas máquinas de aire acondicionado en diversas dependencias. ❖ Saneamiento y sustitución del aislamiento de la mitad de la cubierta del edificio b de la escuela. ❖ Mejora del sistema de alimentación y sustitución de equipos convencionales de energía eléctrica. ❖ Sustitución de equipos de aire acondicionado. ❖ Reposición de ventanales en fachada .
ETSI Caminos, Canales y Puertos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Mejora de los sistemas de iluminación. ❖ Mejora del aislamiento (ventanas, fachadas, cubiertas). ❖ Sustitución de alumbrado en fachada por luminarias led. ❖ Instalación de luminarias con detección en rellanos escalera exterior torre. ❖ Renovación de las instalaciones de calefacción y climatización.
ETS Arquitectura	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se han cambiado las 6 de calderas de gasóleo por 4 de gas ❖ Renovación de lámparas antiguas por leo, fluorescentes y luces de emergencia. ❖ Renovación de ventanas antiguas por otras de hierro lacado, doble acristalamiento. ❖ Renovación de lámparas antiguas por leo, fluorescentes y luces de emergencia. ❖ Mejora del aislamiento (ventanas, fachadas, cubiertas).
ETS Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Instalación de luminarias de bajo consumo y sensores de presencia en distintas zonas del centro. ❖ Sustitución de sistemas de aire acondicionado por otros más modernos con tecnología Inverter. ❖ Sustitución de distintos tipos de luminarias (panel, downlight y tubos fluorescentes), con un total de 100 elementos por sistemas led de menor consumo.
ETSI Minas y Energía	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sustitución de luminarias fluorescentes por leo

Fuente. Elaboración propia a partir de Dirección General de Industria, Energía y Minas, 2017

De acuerdo al estudio de cuantificación realizado en el capítulo 2, se puede afirmar que se ha cumplido el objetivo de reducción del 10% de emisiones de GEI marcado en el informe de reducción del año 2013 mediante la implementación del conjunto de medidas mencionadas anteriormente, mostrándose valores negativos en las reducciones de emisiones de GEI tanto del año 2016 como del periodo 2013-2016 (tabla 3.2).

Tabla 3.2 Reducción de emisiones de GEI UPM.

	Huella de Carbono		Ratio (t CO ₂ / ha)		Ratio (tCO ₂ /personas)	
	2016	2013-2016	2016	2013-2016	2016	2013-2016
UPM	-5.765,64	-2.983,95	-106,872	-55,310	-0,118	-0,0613

En la tabla 3.2 se puede observar una vez más que la UPM ha conseguido una reducción durante el periodo 2013-2016 de **-5.765,64 t de CO₂ equivalente**. Cabe enfatizar la reducción tan significativa que se ha producido en el año 2016, causado principalmente por el conjunto de iniciativas llevadas a cabo por la universidad a favor de la sostenibilidad, especialmente, por la sustitución de gasóleo por gas llevados a cabo en algunos centros durante los ejercicios 2016 y en otros durante el ejercicio de 2017.

Si se representan las emisiones de GEI por la superficie total de la UPM (figura 3.1), también se evidencia una reducción de las emisiones en el año 2016 respecto del año base 2013. Teniendo en cuenta este ratio se ha conseguido una reducción de **29,97 t CO₂/ha** en el periodo 2013-2016 en la UPM.

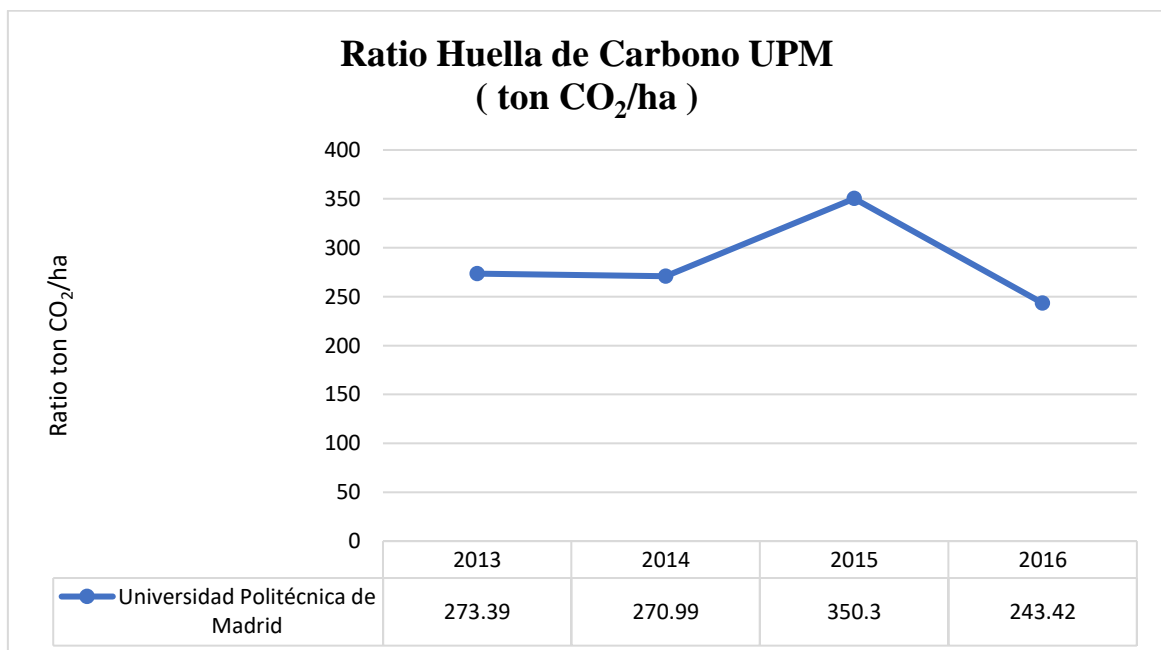


Figura 3.1 Tendencia Ratio UPM toneladas CO₂/ha

De igual manera, si se observan las emisiones de la UPM generada por cada miembro de la comunidad universitaria se manifiesta una reducción de **0,116 toneladas de CO₂ equivalente/persona** en el periodo 2013-2016 (figura 3.2).

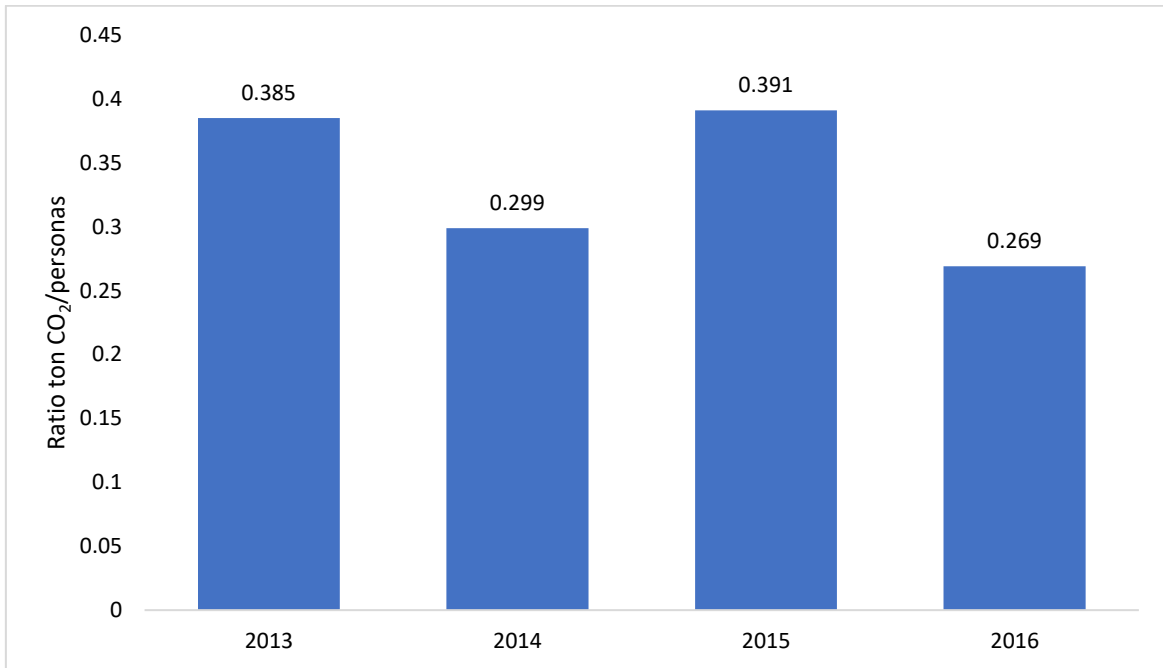


Figura 3.2 Ratio Huella de Carbono (toneladas de CO₂/personas)

La disminución media de las emisiones de GEI de la UPM durante en el periodo 2013-2016 ha sido igual a **994,65 tCO₂equivalente**, que supone una reducción del **6,17 % al año** aproximadamente, logrando una reducción total de **2.983,95 tCO₂ equivalente**, lográndose el objetivo de reducción de emisiones de GEI en el cómputo global de estos cuatro años.

CAPÍTULO 4:
Propuestas de Mejora para
la Reducción de la
Huella de Carbono UPM

4. PROPUESTAS DE MEJORA PARA LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA UPM

Con el objetivo de disminuir las emisiones de GEI asociados a la UPM y, por tanto, reducir los costes asociados a las fuentes de combustión fija, combustión móvil y electricidad, se ha resuelto proponer en este apartado una serie de medidas, que, en caso de ser implantadas, permitirían reducir la Huella de Carbono de la UPM para los próximos años.

El conocimiento de las emisiones de GEI generadas, permite a las organizaciones estar al tanto de las principales actividades que generan dichas emisiones y en qué áreas se puede trabajar para lograr reducirlas llevando a cabo las medidas adecuadas. De esta manera, las organizaciones pueden establecer objetivos cuantitativos de reducción de emisiones de GEI con un horizonte temporal a corto, medio o largo plazo, lo que permite incluir la mejora ambiental en el proceso de toma de decisiones.

La reducción de las emisiones requiere de medidas de actuación. A continuación, se describen una serie de actuaciones clasificadas entre aquellas que no requieren ningún tipo de inversión económica y aquellas que requieren una inversión económica por parte de la organización, cuya implementación implica un estudio de viabilidad. Estas últimas son medidas a largo plazo, que, si bien requieren una implementación más extensa y mayores gastos, pueden aumentar drásticamente la eficiencia de sus instalaciones sin comprometer el entorno de aprendizaje.

Para observar algunas medidas de forma más exhaustiva que se pueden aplicar para conseguir la reducción de GEI en la UPM se puede acudir al anexo II de este documento.

4.1. PROPUESTAS SIN INVERSIÓN ECONÓMICA

Las actividades y acciones que se enumeran a continuación son propuestas que puede implementar la organización que no suponen una inversión económica o dicha inversión es asimilable por la organización.

4.1.1. Adhesión a Plataformas de Compromiso de Acción Climática.

Las plataformas de acción climática son iniciativas para fomentar la participación y alineamiento de las estrategias climáticas de las organizaciones con las acciones gubernamentales para cumplir con el acuerdo mundial de la Conferencia Internacional sobre el Cambio Climático celebrada en París.

En este ámbito destacar dos plataformas de acción climática:

NAZCA (Zona para la Acción Climática de Actores no Estatales): registra los compromisos de la acción climática de empresas, ciudades, regiones gobiernos subnacionales e inversores de manera que sirvan de ejemplo del buen hacer en esta materia.

La Zona para la Acción Climática de Actores no Estatales (NAZCA, por sus siglas en inglés) desarrollada con el apoyo de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) fue lanzada en la conferencia sobre cambio climático de la ONU en Lima en diciembre de 2014 y registra los compromisos para la acción de empresas, ciudades, regiones, gobierno subnacionales e inversores para enfrentar el cambio climático.

Un gran número de compromisos captados en NAZCA se reúnen a nivel mundial bajo la Agenda de Acción Lima-París, que implica tanto a actores estatales como no estatales, y tiene como objetivo acelerar la acción climática cooperativa ahora y en el futuro, sirviendo, además, para exponer proyectos cuyos datos provengan de fuentes establecidas y creíbles. Asimismo, el objetivo de esta plataforma es apoyar el acuerdo global sobre el cambio climático que los gobiernos pactaron en París en diciembre de 2015.

La Agenda de Acción genera cada vez más compromiso por parte de los actores para construir iniciativas concretas de cooperación que sean ambiciosas y duraderas para actuar por el clima y que además ofrece muchos beneficios ambientales y empresariales a los involucrados

Las funciones de NAZCA se han oficializado para que sigan vigentes en los próximos años como parte de las acciones reforzadas hacia 2020, tal como se menciona en el capítulo IV del documento elaborado como resultado del 21^{er} período de sesiones Conferencia de las Partes del año 2015:

“117. *Toma nota* con reconocimiento de los resultados de la Agenda de Acción Lima-París, que se basan en la cumbre sobre el clima convocada el 23 de septiembre de 2014 por el Secretario General de las Naciones Unidas;

118. *Acoge con satisfacción* los esfuerzos realizados por los interesados que no son Partes para aumentar sus medidas destinadas a hacer frente al clima y alienta el registro de esas medidas en la plataforma de la Zona de los Actores No Estatales para la Acción Climática (NAZCA);

119. *Alienta* a las Partes a trabajar estrechamente con los interesados que no son Partes con el fin de catalizar acciones que refuercen la labor de mitigación y de adaptación;

120. *Alienta también* a los interesados que no son Partes a que aumenten su participación en los procesos mencionados en los párrafos 110 supra y 125 infra;

121. *Conviene en celebrar*, en cumplimiento de la decisión 1/CP.20, párrafo 21, basándose en la Agenda de Acción Lima-París y con ocasión de cada período de sesiones de la Conferencia de las Partes que tenga lugar de 2016 a 2020, un evento de alto nivel”.

Plataforma Española de Acción Climática: Tomando la llamada de Naciones Unidas la Plataforma Española de Acción Climática plantea un marco de cooperación público privada fomentando la participación y alineamiento de las estrategias climáticas de las entidades con las acciones gubernamentales para impulsar e intensificar el cumplimiento del Acuerdo de París.

Las entidades que quieran formar parte de la Plataforma deberán unirse a la Comunidad #PorElClima, fijar objetivos cuantificados de reducción de emisiones y comunicar sobre su cumplimiento. En segundo lugar, deberán inscribir su huella de carbono en el Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de CO₂ del MAPA. Y, en tercer lugar, se solicitará la adhesión a la plataforma NAZCA de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

4.1.2. Establecimiento de un plan de concienciación de ahorro energético a la comunidad universitaria (Alcances 1 y 2).

Elaborar un manual de buenas prácticas energéticas: para el comportamiento responsable de la comunidad universitaria en el que se exponga diferentes acciones que se pueden efectuar para el ahorro energético en varias categorías diferenciadas: iluminación, ordenadores, impresoras y fotocopiadoras, calefacción y refrigeración, uso de laboratorios, máquinas expendedoras, etc.

Cambio de suministrador de energía eléctrica: las empresas que suministran la energía eléctrica tienen un factor de emisión que está relacionado con el mix energético, es decir, está relacionado por la cantidad de energía que producen y procede de energía renovable. Cuanta más energía renovable utilizan, menor factor de emisión y eso se traduce en menores emisiones.

Plan de movilidad sostenible: fomentar el empleo del transporte público, el uso de la bicicleta, el uso compartido del coche y de planes personalizados de viaje. Con esta medida se conseguiría una disminución de los niveles actuales de emisión de CO₂ a la atmósfera derivados fundamentalmente de la gran movilidad universitaria, promoviendo el transporte público y la disminución del número de vehículos privados que acceden a los diferentes campus que conforma la UPM.

Otras medidas relacionadas con la movilidad sostenible en la universidad serían la realización de un Reglamento interno vinculado a la circulación vehicular en el entorno de los campus universitarios, la creación de aplicaciones móviles exclusivas para los miembros de la UPM que

permitan compartir coches, así como acuerdos específicos con empresas de coches y bicicletas compartidos.

Fomento de medios de transporte sostenibles: como pueden ser los coches eléctricos, para lo cual será necesario la creación de puntos de carga; motocicletas eléctricas, para lo cual será necesario la creación de plazas de aparcamiento específicas para este medio de transporte evitando así los estacionamientos indebidos en las zonas peatonales; bicicletas eléctricas que funcionan a pedales, para lo que será imprescindible la creación de parkings y zonas de movilidad especiales para bicicletas.

Implantación de un Sistema de Información Energética (SIE): que permita conocer datos en tiempo real sobre los consumos de agua, electricidad y gas y calcule las pérdidas energéticas para poder optimizar recursos. Asimismo, este tipo de sistema controla de forma específica el volumen de emisiones de CO₂ que se genera en las dependencias monitorizadas.

Implantación de un Sistema de Control de Instalaciones: que permita el control y automatización de la climatización y de la iluminación con las mínimas demandas posibles de los diferentes recursos.

Estudios de eficiencia energética: permite certificar a los edificios/centros a partir de la información sobre las características de dicho edificio en relación a sus necesidades energéticas, teniendo en cuenta la zona climática, las características de la envolvente (ventanas, cubiertas, fachadas, etc.) y los sistemas de climatización y de generación de agua caliente existentes en el edificio, permitiendo obtener valores del consumo de energía y las emisiones de CO₂ anuales que se estima tendrá el edificio, determinando de esta forma la calificación energética del mismo.

Obtención del certificado LEED (Leadership in Energy & Environmental Design): permite tener una base para construir edificios “verdes” de forma altamente saludable, eficiente y económica (LEED, 2017), además con este certificado se reconoce los logros medioambientales de la organización.

4.2. PROPUESTAS CON INVERSIÓN ECONOMICA

Las propuestas que se exponen en este punto suponen una inversión económica por parte de la organización cuya implementación supone un estudio de viabilidad.

Las propuestas que se realizan, en base a las características de la organización, son las siguientes:

Mejorar la eficiencia energética de los edificios: algunas acciones para conseguir los objetivos que se pretenden con esta medida son:

- ♦ Sustitución de ventanas de cristal único.

- ♦ Aislamiento térmico de las azoteas en algunos edificios.
- ♦ Aislamiento térmico de tuberías en varias plantas y tejados.
- ♦ Cambio de las luces de alto consumo por luces LED.
- ♦ Programas de retro-commissioning y relamping que permiten optimizar los consumos de calefacción y refrigeración, así como el alumbrado retrofit y los sensores de presencia.
- ♦ Planes de detección y control de espacios infrautilizados y rehabilitación de instalaciones en base a criterios ecoeficientes.

Compensar las emisiones de CO₂: promover la creación de plantas experimentales de energías alternativas que puedan facilitar que la UPM tienda hacia una cierta autonomía energética.

- ♦ Instalación de paneles fotovoltaicos en las azoteas de los edificios de los campus.
- ♦ Generación de energía eólica en áreas idóneas de la universidad.
- ♦ Plantas de generación combinada de calor y energía eléctrica usando biomasa como combustible.

Creación de cubiertas verdes en los edificios: esta medida no solamente añade un cambio estético en las ciudades, sino que también contribuye a generar beneficios sobre el medio ambiente, el bienestar de las personas, la calidad de vida en las ciudades e incrementa el ahorro energético en los edificios (UB, 2014).

Incremento de las zonas verdes en la universidad: para aumentar la biodiversidad del campus, y el fomento de construcciones de jardines en azoteas, que lleva consigo un incremento de la eficiencia energética de los edificios.

Criterios ambientales en el diseño de los nuevos edificios e instalaciones: mediante la aplicación de técnicas arquitectónicas bioclimáticas, la incorporación de soluciones energéticas alternativas o la selección de los materiales de construcción menos contaminantes con el medio ambiente y las personas.

CAPÍTULO 4:

Conclusiones

5. CONCLUSIONES

Debido al creciente interés sobre la sostenibilidad medioambiental que existe hoy en día en todas las sociedades, se empieza a poner en manifiesto un interés creciente en el ámbito universitario para explorar fórmulas concretas y herramientas de gestión que contribuyan a alcanzar el objetivo de lograr una universidad más sostenible desde el punto de vista social, económico y medioambiental. En este sentido la UPM tiene claro el papel que tiene que jugar de cara al futuro para convertirse en una institución educativa de referencia en estos temas.

Los indicadores de sostenibilidad como la Huella de Carbono tienen una influencia crucial para contribuir a alcanzar el objetivo de sostenibilidad de forma práctica y sencilla.

Así, las principales conclusiones que se pueden extraer de este trabajo son los que se especifican a continuación:

- La principal conclusión que se obtiene de este trabajo es la consecución de su objetivo: la cuantificación de las emisiones de GEI de la Universidad Politécnica de Madrid del año 2016 aplicando la Norma ISO 14064 parte 1 y la herramienta desarrollada por el equipo Huella de Carbono Montes-UPM.

Cabe remarcar que la cuantificación efectuada de la Huella de Carbono de la UPM en realidad es una aproximación de la misma, la mejor que se puede realizar por el momento. Esto se debe a dos causas: en primer lugar, porque algunos de los datos empleados para su cálculo han sido estimados (datos correspondientes a los consumos de las fuentes móviles) y en segundo lugar, por la imposibilidad de contabilizar todas las emisiones de GEI que se generan en las distintas fuentes de emisión, dado a que no se ha podido contar con algunos datos.

Sin embargo, se considera que la Huella de Carbono obtenida para la UPM es suficientemente aproximada y cercana a la real, tal y como se comprobó al realizar los cálculos de la incertidumbre del inventario para el año 2016 (**4,56 % de incertidumbre**).

- Para el año 2016 las emisiones de la UPM de los alcances 1 y 2 han sufrido un descenso significativo en relación al año base 2013, cumpliéndose con los objetivos propuestos de reducción de las emisiones asociadas a las actividades realizadas en la universidad.
- El año 2016 ha logrado la mayor reducción global de las emisiones con respecto a los años anteriores de **2.983,95 tCO₂ equivalente**, debido principalmente a algunas medidas de ahorro y eficiencia energética implantadas en varios edificios de la UPM, destacando el cambio de calderas de gasóleo a gas natural, que es un combustible mucho menos contaminante respecto de las emisiones de GEI.

- Las medidas implantadas en la UPM en favor de la sostenibilidad ponen en evidencia su eficacia.
- Con respecto a 2015, las emisiones de GEI totales de la UPM han descendido en el año 2016 unas **5.765,64 t CO₂ equivalente**, lo que supone una reducción del **34,75 %**.
- En el año 2013 se propuso una meta de reducción del 10 % para los próximos años. Con la cuantificación de los GEI efectuado en este documento se puede afirmar que se ha conseguido este objetivo de reducción, habiendo alcanzado en el año 2016 una reducción respecto al año 2013 de **18,51 %**.
- La disminución media de las emisiones de GEI de la UPM durante en el periodo 2013-2016 ha sido igual a **994,65 tCO₂equivalente**, que supone una reducción del **6,17 % al año** aproximadamente, consiguiendo una reducción total de **2.983,95 tCO₂ equivalente**, lográndose el objetivo de reducción de emisiones de GEI en el cómputo global de estos cuatro años.
- La cuantificación de las emisiones de GEI permite la toma de conciencia de la contribución del impacto que tiene la UPM en el fenómeno de cambio climático y se evidencia el impacto asociado a la realización de las actividades propias de una universidad (la docente, la investigación y la gestión universitaria).
- Dado a que para el año 2016 la UPM ha reducido sus emisiones respecto al año base en **18,51 %**, se está en condición para llevar a cabo la solicitud del Sello Calculo-Reduzco del Registro de Huella de Carbono del MAPA, una vez se obtenga toda la documentación requerida por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

BIBLIOGRAFÍA

6. BIBLIOGRAFÍA

AENOR, 2018. *Huella de Carbono de productos, servicios, organizaciones y eventos* [En línea]. < <https://www.aenor.com/certificacion/medio-ambiente/huella-carbono-producto>>. [Consulta: 10-05-2018].

AENOR. 2012. Norma UNE-ISO 14064-1:2012: *Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificaciones con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero*. AENOR Ediciones. España.

ÁLVAREZ GALLEGO, S. 2015. *Serie Huella de carbono. Volumen 3: La huella de carbono de los productos*. España: AENOR Ediciones, 2015. ISBN: 978-84-8143-902-1.

ÁLVAREZ GALLEGO, S.; RUBIO SANCHEZ, A.; RODRÍGUEZ OLALLA, A.; AVILÉS PALACIONS, C.; LÓPEZ QUERO, MANUEL. 2015. *Serie Huella de carbono. Volumen 1: Conceptos básicos de la huella de carbono*. España: AENOR Ediciones, 2015. ISBN: 978-84-8143-893-2.

BARTLETT, P. F; CHASE, G. W. 2004. *Sustainability on Campus: Stories and Strategies for Change*. Cambridge, MA: MIT Press.

BLANQUER, M. 2012. *Aproximación Metodológica al Cálculo de la Huella de Carbono y Huella Ecológica en Centros Universitarios: El caso de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid*. Proyecto Fin de Carrera UPM.

CARBON TRUST. *The Carbon Trust Standard* [En línea]. < <https://www.carbontrust.com/home/>>. [Consulta:04-05-2018].

CMMAD. 1987. *Our Common Future*. United Nations. Estados Unidos de América.

CMNUCC. 1992. *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Naciones Unidas. Estados Unidos de América.

CNUMAD. 1992. *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Naciones Unidas. Estados Unidos.

CORTESE, A. 2003. *The Critical Role of Higher Education in Creating a Sustainable Future*. *Education Resources Information Center*. Vol. 31, Nº 3, pp. 15-22.

DEARDEN, P.; MITCHELL, B. 2009. *Environmental Change and Challenge: A Canadian perspective*. Toronto. Oxford. *University Press*. Vol 3, pp. 624.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE, UNIVERSITY OF STIRLING. 2000. *Ecological Economics*. Vol. 32, pp. 359–362.

DURÁN, J. 2009. La función económica de la empresa socialmente responsable. *Revista de responsabilidad social de la empresa*. Nº 1, pp. 49-70.

ELKINGTON, J. 1997. *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Estados Unidos: Capstone Publishing Ltd, 1999. ISBN: 1841120847.

EPA, 2018. Understanding Global Warming Potentials [En línea].<
<https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>>. [Consulta: 02-05-2018].

FAGODIYA, R.; PATHAK, H.; KUMAR, A.; BHATIA, A.; JAIN, N. 2017. Global temperature change potential of nitrogen use in agriculture: A 50-year assessment. *Scientific Reports* .Vol 7, Nº 44928.

FRIEDMAN, R.; ELLIOT A. 2008. The effect of arm crossing on persistence and performance. *European Journal of Social Psychology*. Vol. 38, Nº 3, pp. 449-461.

HART, S. 1995. A Natural-Resource-Based View of the Firm. *The Academy of Management Review*. Vol. 20, No. 4, (Oct. 1995), pp. 986-1014.

HENSON, M.; MISSIMER, M.; MUZZY, S. 2007. *The campus sustainability movement: a strategic perspective. Master of Strategic Leadership towards Sustainability*. Blekinge Institute of Technology. Sweden.

IPCC. 2007a. *Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC. Suiza.

IPCC. 2007b. *Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC. Suiza.

IPCC. 2013a. *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Resumen para responsables de políticas, Resumen técnico y Preguntas frecuentes*. [Equipo principal de redacción, T. F. Stockery y Dahe Qin (eds.)]. IPCC. Suiza.

IPCC. 2013b. Cambio Climático 2013. Bases físicas. Resumen para responsables de políticas, Resumen técnico y Preguntas frecuentes. [Equipo principal de redacción, T. F. Stockery y Dahe Qin (eds.)]. IPCC. Suiza.

IPCC. 2013c. Cambio Climático 2013. Bases físicas. Resumen para responsables de políticas, Resumen técnico y Preguntas frecuentes. [Equipo principal de redacción, T. F. Stockery y Dahe Qin (eds.)]. IPCC. Suiza.

IPCC. 2014a. *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC. Suiza.

IPCC. 2014b. *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC. Suiza.

IPCC. 2014c. *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC. Suiza.

LANKOSKI, LEENA. 2016. Alternative conceptions of sustainability in a business context. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 139, pp. 847-857.

MAPA. 2018. *Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente* [En línea]. <<http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/Portal-Huella-Carbono.aspx>>. [Consulta: 03-04-2018].

MOFFATT, I. 2000. Ecological footprints and sustainable development. *Forum: The Ecological Footprint*. Vol. 32, pp. 359–362.

MORA, L.; MARTÍN, M. 2016. *Retos y Oportunidades en las Organizaciones Modernas*. Colombia: Ecoe Ediciones, 2016. ISBN: 9789587710243.

NAZIM, U.; AHMED, R.; MONTAGNO, V.; FIRENZE, R. 1998. Organizational performance and environmental consciousness: an empirical study, *Management Decision*. *Emerald Group Publishing*. Vol. 36, Nº 2, pp.57-62.

NOLET, V. 2009. Preparing Sustainability-Literate Teachers. *Teachers College Record*. V.111, Nº 2, (Feb 2009), pp. 409–442.

- OECC. 2018. *Oficina Española de Cambio climático* [En línea]. <<http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/Portal-Huella-Carbono.aspx>>. [Consulta: 05-03-2018].
- PACÍFICO, 2018. Alcances de Emisión [En línea]. <<http://site.pacificoseguros.com/carbononeutral/empresacarbono.html#medimos-medimos>>. [Consulta: 08-07-2018].
- RANVEER, A.; LATAKE, P.; PAWAR, P. 2015. The Greenhouse Effect and Its Impacts on Environment. *International Journal of Innovative Research and Creative Technology (IJIRCT)*. Vol. 1, N° 3, pp. 333-337.
- RODRÍGUEZ OLALLA, A. 2017. La Búsqueda de la Sostenibilidad en las Organizaciones. *Modelo de Sostenibilidad Ambiental en las Organizaciones. Estudio de la Cadena de Valor*. Madrid: 2017. Organizaciones Sostenibles. pp. 53-61.
- RODRÍGUEZ OLALLA, A; ÁLVAREZ GALLEGO, S. 2015. *Serie Huella de carbono. Volumen 2: Huella de carbono de las organizaciones*. España: AENOR Ediciones, 2015. ISBN: 978-84-8143-896-3.
- RODRÍGUEZ OLALLA, A; ÁLVAREZ GALLEGO, S. 2015. *Serie Huella de carbono. Volumen 4: Gestión de la huella de carbono*. España: AENOR Ediciones, 2015. ISBN: 978-84-8143-905-2.
- SHRIBERG, M. 2002. Sustainability in U.S. Higher Education: Organizational Factors Influencing Campus Environmental Performance and Leadership.
- TILBURY, D.; WORTMAN, D. 2008. How is Community Education Contributing to Sustainability In Practice?. *Journal of Applied Environmental Education and Communication*. Vol. 7, pp. 83-93.
- UN, 2018. La huella humana en los gases de efecto invernadero [En línea]. <<http://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html>>. [Consulta: 01-05-2018].
- UNESCO. 1972. *Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural*. Naciones Unidas. Francia.
- UNFCCC. 1998. *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Naciones Unidas. Estados Unidos.

UPM, 2018. *Plan de Sostenibilidad Ambiental de la UPM 2018-2019*. Vicerrectorado de Calidad y Eficiencia. España.

UPM. *Centros y Campus Universitarios* [En línea]. < <http://www.upm.es/UPM/Centros> >. [Consulta: 30-05-2018].

W. BEZBATCHENKO, A. 2010. Sustainability in Colleges and Universities: Toward Institutional Culture Shifts. *Journal of Student Affairs at New York University* .Vol. 6, pp.1-11.

WALTON, J. 2000. Should monitoring be compulsory within voluntary environmental agreements? *ISDR Society*. Vol. 8, N° 3, pp. 123-166.

WARREN, D.; GLOR, R.; TURELLI, M. 2008. Environmental Niche Equivalency versus Conservatism: Quantitative Approaches to Niche Evolution. *International Journal of Organic Evolution*. Vol. 62, N° 11, pp. 2868-2883.

WRIGHT, Tarah. 2002. Definitions and frameworks for environmental sustainability in higher education. *Elsevier Science*. Vol. 15, pp. 105 – 120.

ANEXO I

ANEXO I



INFORME DE CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA UPM 2016

TRABAJO REALIZADO POR:



**Equipo Huella de
Carbono Montes-UPM**

Director:

Agustín Rubio Sánchez

Catedrático del Departamento de Sistemas y Recursos Naturales.
Director del Equipo Huella de Carbono Montes-UPM

Coordinadora Técnica:

Ana Rodríguez Olalla

Doctora de la Escuela de Ingenieros de Montes y colaboradora de la Cátedra Ciudad Sostenible y Empresa.
Técnico del Equipo Huella de Carbono Montes-UPM

Equipo Técnico:

Jonathan Paul Ortiz Cando

Alumno del Máster en Ingeniería de Montes, autor del Trabajo Fin de Máster “Indicadores de Sostenibilidad en la Universidad. Cuantificación de la Huella de Carbono de la UPM 2016”.

Este Proyecto forma parte del Proyecto "Responsables, Sostenibles, Universitarios RES2+U" para el desarrollo del Campus Sostenible de la UPM dentro de la Convocatoria de Acciones para Contribuir al Cumplimiento de los ODS 2018 de la UPM.

7. ANEXO I: INFORME DE CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DE LA UPM 2016

7.1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un problema ambiental que se ha convertido en un reto para la sociedad actual y para las organizaciones industriales, debido a que este proceso influye en multitud de recursos y ecosistemas que puede cambiar la vida de la Tierra de forma irreversible.

Debido a la creciente preocupación por el cambio climático global y las emisiones de carbono como un factor causal, muchas empresas y organizaciones están llevando a cabo proyectos de cálculo de la "huella de carbono" (HC) para estimar sus propias contribuciones al cambio climático global.

El instrumento referencial para conocer el impacto de las actividades humanas, concretamente las actividades industriales, sobre el cambio climático, es el indicador ambiental HC.

La HC es un concepto usado para describir la cantidad de gases de efecto invernadero (en adelante GEI) que son emitidos a la atmósfera directa o indirectamente como resultado de una actividad determinada, bien sea la fabricación de un producto, la prestación de un servicio, o el funcionamiento de una organización. Con el término HC de una organización se procura representar el impacto total que una organización tiene sobre el clima en relación a las emisiones de GEI a la atmósfera.

La utilización de la HC se ha ido incorporando asimismo como un mecanismo de información para comunicar el desempeño ambiental de una entidad a todas sus partes interesadas. Además de como indicador para tomar decisiones a la hora de reducir las emisiones asociadas a una actividad.

Debido a esto la Universidad Politécnica de Madrid con el objetivo de contribuir a un mundo más sostenible, reduciendo los impactos negativos de su actividad y servicios ha determinado su HC del año 2016 con la herramienta de cálculo desarrollada por el Equipo Huella de Carbono-Montes y la Norma ISO 14064-1.



Este informe muestra la apuesta por la Universidad Politécnica por la sostenibilidad, a través de la cuantificación de las emisiones de GEI correspondientes al año 2016

7.2.OBJETIVOS DEL INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

El presente informe tiene dos objetivos fundamentales: el primero consiste en facilitar la verificación del inventario de emisiones de GEI y el segundo es el de informar a los grupos de interés sobre las emisiones de GEI emitidas por las actividades desarrolladas en la Universidad Politécnica de Madrid (en adelante, UPM) a través de la inscripción de las mismas en el Registro de la Oficina Española de Cambio Climático del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).

Este informe cubre el periodo de un año natural y recoge el inventario de emisiones de GEI para el año 2016, emitidos por las actividades realizadas en todos los Centros, Escuelas e Institutos, pertenecientes a la UPM.

7.2.1. RESPONSABILIDADES

La responsabilidad de la elaboración de este informe recae sobre el Equipo de Huella de Carbono de la UPM, a partir de los datos proporcionados por el rectorado de la UPM.

El informe ha sido realizado de acuerdo a los requisitos establecidos en la Norma UNE-EN ISO 14064 parte 1: *“Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificaciones con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero”*.

7.2.2. OBJETIVO DEL INVENTARIO Y CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

El objetivo principal es cuantificar las emisiones de GEI producidas por las actividades de investigación y docencia llevadas a cabo en los Centros, Escuelas e Institutos pertenecientes a los cinco campus universitarios que conforman la UPM. Para ello se siguen los criterios propuestos por la metodología expuesta en la Norma UNE-EN ISO 14064-1, mediante la elaboración de un inventario de GEI para la obtención de indicador “Huella de Carbono 2016” de la UPM.

Mediante el cálculo de la HC, se pueden identificar fuentes de emisión de GEI que, una vez localizadas, permite el diseño de un plan de reducción, que se traduce en el ahorro de consumo cuya consecuencia directa es la disminución de costes.

Como segundo objetivo fundamental de este informe se encuentra la inscripción de la UPM en el Registro de la Huella de Carbono y Compromiso de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), con el fin de conseguir el sello “Calculo-Reduzco 2016” emitido por la Oficina Española de Cambio Climático del

MAPA y otorgado a todas aquellas organizaciones que cumplan con los requisitos establecidos a tal efecto.

Al ser el segundo informe que se elabora, se demuestra el compromiso de la UPM con el medio ambiente y la sostenibilidad ambiental en la universidad.

Adicionalmente, se definen otros objetivos vinculados con el cálculo de la HC a través de un inventario de GEI:

- Este trabajo se enmarca en las actividades previstas en la estrategia de Responsabilidad Social Universitaria (RSU) que se está desarrollando en la universidad.
- Enfatizar la importancia que supone incluir las emisiones de GEI dentro de la estrategia de sostenibilidad de una organización y manifestar su compromiso de responsabilidad ambiental.
- Evaluar los impactos que generan las Universidades sobre el medio ambiente por el desarrollo de sus actividades: docencia, gestión e investigación.
- Identificar oportunidades para optimizar recursos y ahorrar en costes. El cálculo de la HC permite localizar e identificar fuentes de emisión de GEI. Esta información es básica en el diseño de un plan de reducción con cuya aplicación posibilitaría un ahorro de consumos y, por tanto, costes.
- Fomentar la concienciación de los miembros que forman parte de la comunidad universitaria: trabajadores y estudiantes.
- Demostrar el compromiso de la UPM respecto de su responsabilidad ambiental en una estrategia de sostenibilidad y de responsabilidad social universitaria.
- Ser una organización más transparente y comprometida, al realizar un inventario de GEI, registrarlo y establecer un plan de reducción que deba ser asumido.

7.2.3. ÁMBITO DE ESTUDIO

La Universidad Politécnica de Madrid es la mayor universidad tecnológica española y una institución europea de referencia. Con dos campus de excelencia internacional reconocidos, destaca por su actividad investigadora y la formación de profesionales altamente cualificados y competitivos.

Actualmente la UPM trabaja en la aplicación de soluciones innovadoras a los principales retos del desarrollo y la sostenibilidad global.

La Universidad Politécnica de Madrid está constituida por centros, Escuelas de ingeniería e Institutos de formación técnica cuyos objetivos son la creación, desarrollo, transmisión y crítica de la ciencia, de la técnica y de la cultura (www.upm.es).

La UPM tiene en propiedad un conjunto de edificios destinados a la docencia, investigación o servicios de administración, culturales y deportivos. A efectos de docencia e investigación, la estructura de la UPM se divide en Escuelas y Facultades, Departamentos e Institutos Universitarios de Investigación y Centros de Investigación, Desarrollo e Innovación. Este conjunto organizativo se agrupa en Campus Universitarios (figura AI.1).

Los Campus universitarios tienen por objetivo prioritario fomentar la interrelación de sus Escuelas y Facultades, Institutos Universitarios de Investigación, Centros de I+D+i y demás unidades integrantes del mismo para el desarrollo de las actividades docentes y de investigación, racionalizando el uso y mantenimiento de los recursos comunes y favoreciendo la prestación de servicios a la comunidad universitaria.

Actualmente, la UPM está estructurada en torno a cinco Campus Universitarios, todos ellos localizados en la Comunidad Autónoma de Madrid y que son (figura AI.1):

1. Campus de Ciudad Universitaria: situado en el distrito de Moncloa en el extremo noroeste de la ciudad de Madrid.
2. Campus Madrid Ciudad: Son las Escuelas que se encuentran en distintas zonas del Centro de la Ciudad de Madrid.
3. Campus de Montegancedo: Este campus está ubicado en el Municipio de Pozuelo de Alarcón en un entorno natural de encinas y monte bajo.
4. Campus Sur: Este campus se encuentra en la zona Sur-Este del término municipal de la Ciudad de Madrid, en el distrito de Vallecas.
5. Campus de Tecno-Getafe: Este campus se localiza en el municipio de Getafe.

Tienen Mención de Excelencia Internacional el Campus de Montegancedo, el Parque Científico y Tecnológico de la UPM (compuesto por los Campus de Montegancedo, Campus de Tecno-Getafe y Campus Sur) y Campus Moncloa, esté último conjuntamente con la Universidad Complutense de Madrid y otros centros localizados en la zona de Ciudad Universitaria.

CAMPUS CIUDAD UNIVERSITARIA

- E.T.S. de Arquitectura
- E.T.S. de Edificación
- E.T.S. de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio
- E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas
- E.T.S. de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural
- E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
- E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación
- E.T.S. de Ingenieros Navales
- Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF)
- Rectorado
- Instituto de Sistemas Optoelectrónicos y Microtecnología (ISOM)
- Instituto de Energía Solar
- Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)

CAMPUS MADRID-CIUDAD

- E.T.S. de Ingeniería Civil
- E.T.S. de Ingeniería y Diseño Industrial
- E.T.S. de Ingenieros de Minas y Energía
- E.T.S. de Ingenieros Industriales
- Instituto de Fusión Nuclear

CAMPUS MONTEGANCEDO

- E.T.S. de Ingenieros Informáticos
- Centro de Inv. en Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP)
- Centro de Tecnología Biomédica (CTB)
- Instituto de Microgravedad "Ignacio Da Riva"
- Centro de Domótica Integral (CeDINT-UPM)

CAMPUS SUR

- E.T.S. de Ingeniería de Sistemas Informáticos
- E.T.S. de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación
- E.T.S. de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía
- Instituto de Investigación del Automóvil (INSIA)
- Centro Superior de Diseño de Moda de Madrid (centro adscrito a la UPM)

CAMPUS TECNO-GETAFE

- Centro Tecnológico de Minas
 - Laboratorio Oficial Jose María de Madariaga (LOM)
 - Laboratorio Oficial para Ensayo de Materiales de Construcción (LOEMCO)
 - Fundación Gómez Pardo
- Centro Tecnológico Industrial
 - Laboratorio Central Oficial de Electrotécnica: Eedif. baja tensión, Edif. Vehículos y Edif. alta tensión
 - Centro de tecnología de Silicio Solar (CENTASIL)
- Centro tecnológico de Aeronáutica
 - Laboratorio de Materiales Avanzados (LMA)
 - Laboratorio de Ensayos Fluidodinámicos (LEF)
- Edificios de Servicios generales e instalaciones comunes

Figura AI. I ESTRUCTURA DE LA UPM POR CAMPUS UNIVERSITARIOS

Para cuantificar convenientemente la HC es preciso conocer bien la organización. Por ello es necesario definir perfectamente los límites operacionales que acoten y delimiten el área de estudio y que definan las consideraciones a tener en cuenta para efectuar el cálculo de la HC.

Se determinarán, por tanto:

- ♦ Límites físicos: Acotan la superficie de estudio de una manera física.
- ♦ Límites organizativos: Acotan la estructura organizativa del entorno de estudio en función de cómo se estructuran las organizaciones.
- ♦ Límites socioeconómicos: Acotan la estructura socioeconómica de las organizaciones.

7.2.3.1. LÍMITES FÍSICOS

La delimitación de los límites físicos se efectúa según la localización de cada centro asociado a cada uno de los cinco campus universitarios que conforman la UPM.

Campus de Ciudad Universitaria

El Campus de Ciudad Universitaria se encuentra en la Ciudad de Madrid, en el Barrio de Moncloa. Agrupa diversos centros, Escuelas de Ingeniería, Facultades y Servicios de Administración de la comunidad universitaria, cuyas características se determinan en la tabla A1.1 y su localización de muestra en las figuras AI. 2a y AI.2b.

Tabla A1.1 Escuelas de Ingeniería y Centros de Investigación del Campus Ciudad Universitaria de la UPM.

ESCUELA/CENTRO	CENTROS ADICIONALES	SUPERFICIE (m ²)	ACTIVIDAD
Rectorado		17.533,18	Servicios Administrativos
E.T.S.I. Telecomunicación	Instituto de Energía Solar e Instituto de Sistemas Opto electrónicos y Micro tecnología	48.957,35	Docencia investigación
E.T.S. de Ingeniería de Montes, Forestales y del Medio Natural		26.833,62	
E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos		42.462,41	
E.T.S.I. de		35.033,62	

ESCUELA/CENTRO	CENTROS ADICIONALES	SUPERFICIE (m ²)	ACTIVIDAD
Arquitectura			
E.T.S. I de la Edificación		13.247,16	
E.T.S. de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio		37.014,28	
E.T.S.I. Navales		14.340,08	
Facultad de Ciencias de la Actividades Física y del Deporte (INEF)		13.638,72	
E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas		43.505,64	

Fuente: Rectorado UPM

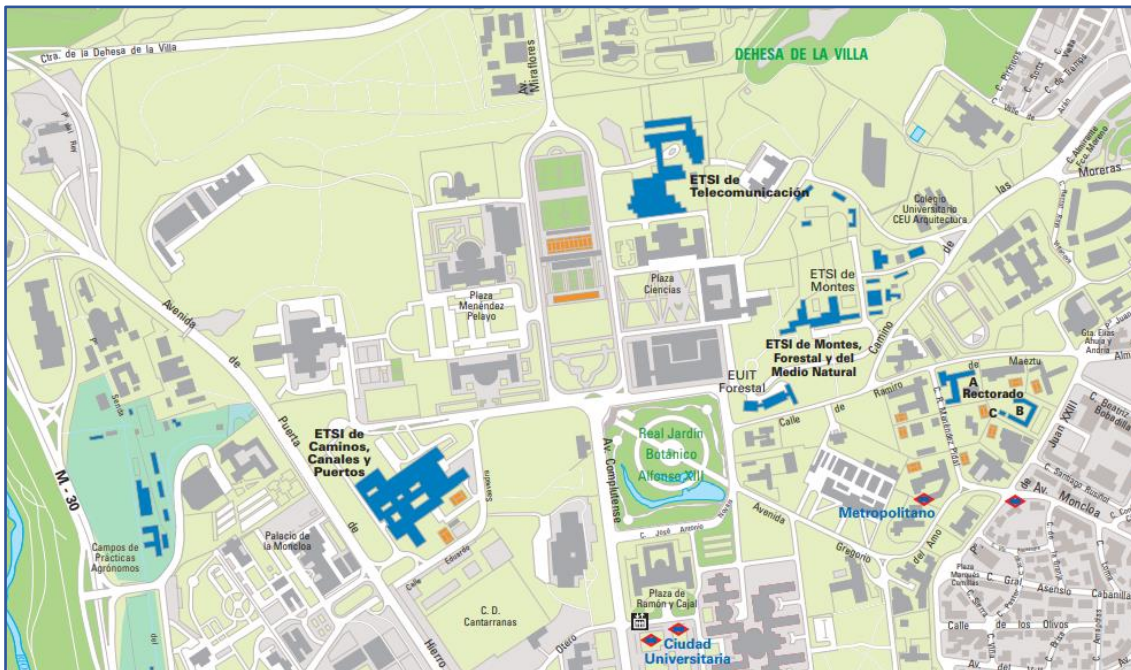


Figura AI. 2a: Campus de Ciudad Universitaria. Fuente: www.upm.es

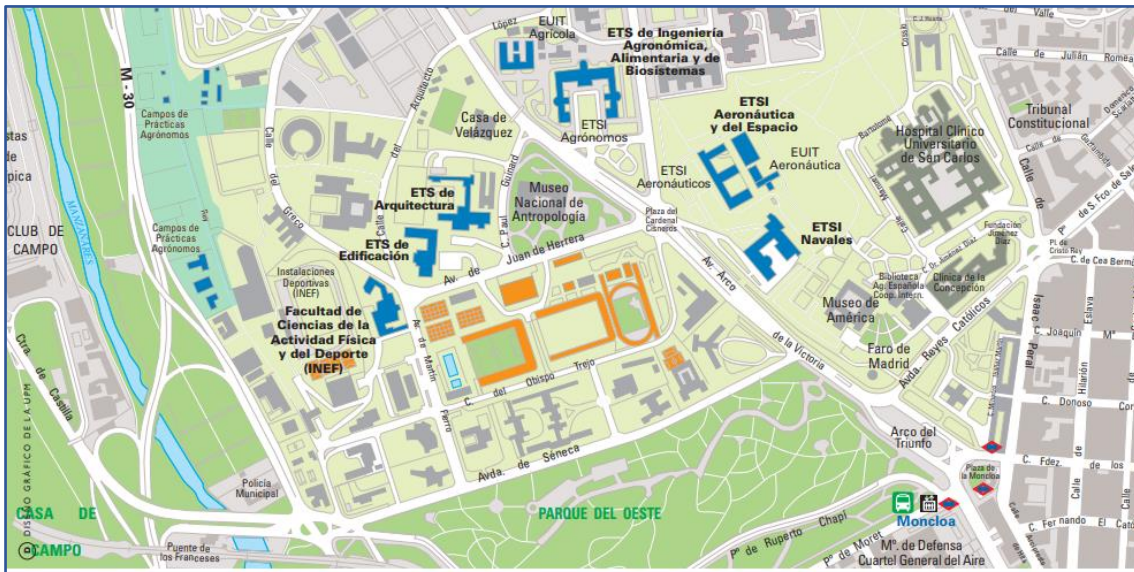


Figura AI. 6b: Campus de Ciudad Universitaria. Fuente: www.upm.es

Campus Madrid Ciudad

En este Campus se ubican las Escuelas de Ingeniería que se localizan en distintas zonas del centro de la ciudad de Madrid (tabla AI. 2 y figuras AI. 3a y AI. 3b).

Tabla AI. 2: Escuelas de Ingeniería y Centros de Investigación del Campus Madrid Ciudad de la UPM.

ESCUELA/CENTRO	CENTROS ADICIONALES	SITUACIÓN	SUPERFICIE (m ²)	ACTIVIDAD
E.T.S.I. de Industriales	Centro de Fusión Nuclear	Paseo de la Castellana, junto al Museo Nacional de Ciencias Naturales	38.223,35	Docencia/ investigación
E.T.S. de Ingeniería y Diseño Industrial		Glorieta de Embajadores	26.348,67	
E.T.S. de Ingeniería Civil		Paseo de Reina Cristina	10.793,56	
E.T.S.I. de Minas y Energía		Calle de Ríos Rosas	21.835,36	

Fuente: www.upm.es

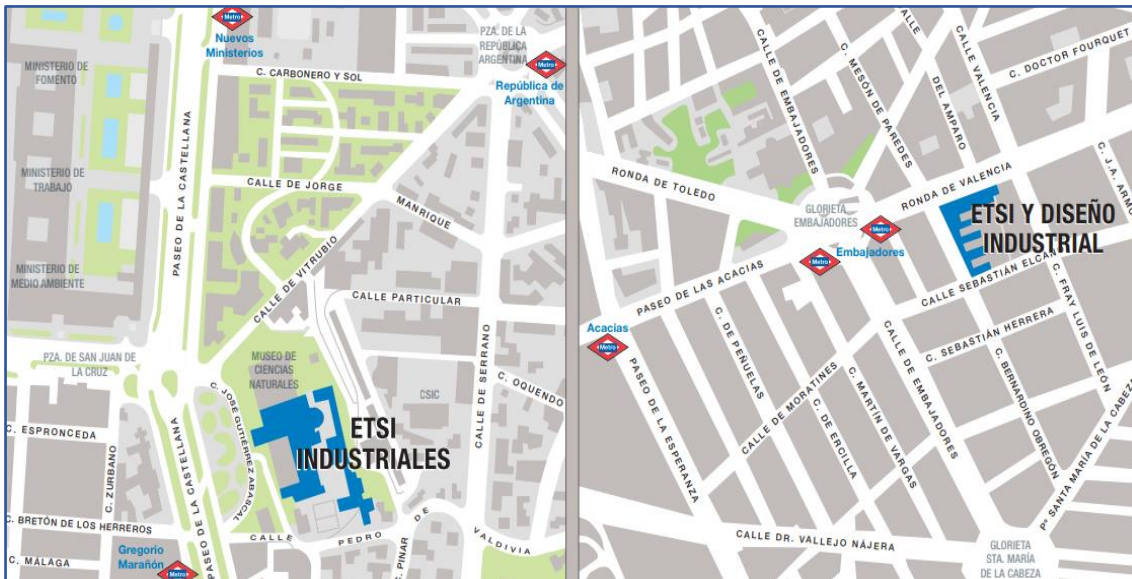


Figura A1. 3a: Situación de la ETSI de Industriales y ETSI de Diseño Industrial.

Fuente: www.upm.es



Figura A1.3b: Situación de la ETSI de Minas y Energía y ETSI Civil. Fuente: www.upm.es.

Campus Montegancedo

El Campus Montegancedo, junto con el Campus Sur y Campus de Tecno-Getafe, forma el Parque Científico y Tecnológico de la UPM. El Campus Montegancedo de la Universidad Politécnica de Madrid, está ubicado en el Municipio de Pozuelo de Alarcón en una zona de 480.000 m², enclavado en un entorno natural de encinas y monte bajo donde se encuentran las siguiente Escuelas y Centros de Investigación (tabla A1. 3 y figura A1. 4):

Tabla A1. 3: Escuelas de Ingeniería y Centros de Investigación del Campus Montegancedo.

ESCUELA/CENTRO	OBSERVACIONES	SUPERFI CIE (m ²)	ACTIVIDAD
E.T.S.I. Informáticos		21.055,41	Docencia/investigación
Centro de Investigación en Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP)	Centro de Biotecnología y Laboratorio de Cultivo de Plantas	7.950,93	Investigación
Centro de Tecnología Biomédica	Center for Open Middleware (COM)	6.577,01	
Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CIDA)	Instituto de Microgravedad “Ignacio Da Riva” (IDR/UPM) y Centro de Operaciones y Soporte a Usuarios de la Estación Espacial Internacional (EUSOC)	1.459,27	
Centro de Empresas	Centro de Apoyo a la Innovación Tecnológica (CAIT) Vivero de Empresas	8.528,02	
Centro de Servicios Administrativos e instalaciones deportivas	Instalaciones generales y compartidas para todos los centros y Escuelas que se encuentran en el Campus	1.823,35	Servicios Administrativos

ESCUELA/CENTRO	OBSERVACIONES	SUPERFIE CIE (m ²)	ACTIVIDAD
Centro de Domótica Integral (CeDInt)	Todos estos centros son alianzas con empresas para investigación. La gestión es de la empresa colaboradora y los edificios pertenecen a la UPM	4.910,42	Investigación
Centro de Supercomputación y Visualización de Madrid (CeSVIMa)			
Madrid Institute for Advanced Studies in Software Development Technologies (IMDEA SOFTWARE INSTITUTE)		-	

Fuente. www.upm.es



Figura A1.4: Situación del Campus de Montegancedo. Fuente: www.upm.es

Campus Sur

El Campus Sur forma parte del Parque Tecnológico y Científico de la UPM y se encuentra al Sur-Este de la Ciudad de Madrid (figura A1.5) con una superficie de 281.856 m². Se ubican las siguientes Escuelas y centros (tabla A1.4):

Tabla A1. 4: Escuelas de Ingeniería y Centros de Investigación del Campus Sur de la UPM.

ESCUELA/CENTRO	OBSERVACIONES	SUPERFICIE (m ²)	ACTIVIDAD
E.T.S. Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación		17.872,50	Docencia/ investigación
E.T.S. Ingeniería y Sistemas Informáticos		14.266,23	
E.T.S. de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía		8.925,47	
Centro Superior de Diseño de Moda de Madrid	Centro Adscrito a la UPM	5.027,60	
Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA)		5.320,00	Investigación
Centro Láser (UPM) y Centro de Empresa “La Arboleda”		4.508,00	
Instalaciones de Servicios Administrativos e instalaciones	Instalaciones generales y compartidas para todos los centros y	9.520,08	Servicios Administrativos

ESCUELA/CENTRO	OBSERVACIONES	SUPERFICIE (m ²)	ACTIVIDAD
deportivas	Escuelas que se encuentran en el Campus		

Fuente: www.upm.es



Figura A1.5: Situación del Campus Sur. Fuente: www.upm.es

Campus de Tecno-Getafe

El Campus de Tecno-Getafe es el tercer campus que conforma el Parque Científico y Tecnológico de la UPM y se encuentra en el municipio de Getafe de la Comunidad de Madrid (figura A1.6). Está formado por los laboratorios de la tabla A1.5.

Tabla A1.5:Centros de Investigación del Campus Tecno-Getafe de la UPM.

ESCUELA/CENTRO	CENTROS ADICIONALES	SUPERFICIE (m ²)	ACTIVIDAD
Centro tecnológico de Minas	Laboratorio de José María de Madariaga (LOM)	2.728,50	Investigación, desarrollo tecnológico e innovación
	Ensayo de Materiales para la Construcción (LOEMCO)	1.284,00	
	Fundación Gómez Pardo	1.344,00	
Centro Tecnológico Industrial	Laboratorio Oficial de Electrotecnia (LCOE): Edif. Baja tensión, Edif. Alta Tensión y Edif Vehículo	4.711,00	
	Laboratorio de Energía Solar	2.355,01	
	Laboratorio Hidrógeno		
Centro Tecnológico Aeronáutico	Laboratorio de Materiales Avanzados (LMA)	501,10	
	Laboratorio de Ensayos Fluidodinámicos (LEF)	509,60	
Servicios Generales	Instalaciones generales para todos los centros del Campus	2,165	

Fuente: www.upm.es



Figura A1.6: Situación del Campus Tecno-Getafe. Fuente: www.upm.es

1.1.1.1. Otras Instalaciones

Se incluyen aquellas edificaciones que dan servicio a las actividades propias de la UPM, como son el almacenamiento de recursos o tareas de investigación fuera de los límites de los Campus antes explicados.

Estas instalaciones son:

- ◆ Almacén Villamil con una superficie de 617,32 m².
- ◆ Vivienda situada en la Calle Juan Ramón Jiménez con una superficie de 168 m².
- ◆ Residencia Lucas Olazábal un Centro Formativo de la Universidad Politécnica de Madrid de carácter residencial situado en Cercedilla en el corazón del Valle de la Fuenfría dentro

de la zona de actuación del Parque Nacional del Guadarrama. Su superficie es de 3.499 m².


7.2.3.2. LÍMITES ORGANIZATIVOS

Las organizaciones tienen que elegir un enfoque para consolidar sus emisiones de GEI entre dos tipos: enfoque de control operacional o enfoque de cuota de participación.

La consolidación de las emisiones de GEI seleccionada es el de enfoque de control operacional, en el cual la organización contabilizará el 100% de las emisiones de GEI cuantificadas en las instalaciones, que son imputadas a las operaciones sobre las que ejerce el control.

La actividad docente e investigadora de la UPM se estructura a través de Departamentos que pueden realizarla en una o varias Escuelas. Cada departamento se encarga de coordinar las enseñanzas en uno o varias áreas del conocimiento, así como de coordinar y apoyar la labor del personal docente e investigador.

Según el ámbito en el que desempeñan su actividad, se pueden distinguir dos tipos de departamentos en la UPM:

 **Departamentos inter-centros** que desarrollan su actividad en varias Escuelas o Centros donde se coordinan áreas de conocimiento transversales. Estos departamentos son los que se detallan a continuación:

- ♦ **Lingüística Aplicada a la Ciencia y la Tecnología**: Este departamento con sede en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Comunicación, se encarga de la docencia de lenguas modernas en todos los centros de la UPM.
- ♦ **Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística**: Formado por más de 80 profesionales. Su sede se encuentra en la E.T.S.I. Industriales, y da servicio a numerosas Escuelas:
 - E.T.S.I. Aeronáutica y del Espacio
 - E.T.S.I. Industriales
 - E.T.S.I. de Telecomunicación
 - E.T.S.I. de Sistemas Informáticos
 - E.T.S. de Ingeniería y Diseño Industrial
 - E.T.S. de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación
 - E.T.S.I. Informáticos
- ♦ **Matemática Aplicada**. Se trata de un departamento de creación reciente, y abarca los departamentos de matemáticas de los siguientes centros:
 - E.U.I.T. Agrícola
 - E.T.S.I. Agrónomos

- E.T.S. Arquitectura
- E.T.S. Edificación
- E.T.S. de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural
- ♦ **Matemática Aplicada a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones:**
Tiene su sede en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos, y está presente en las siguientes Escuelas:
 - E.T.S.I. de Telecomunicación
 - E.T.S. Ingeniería de Sistemas Informáticos
 - E.T.S. de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación
 - E.T.S.I. Informáticos
- ♦ **Matemáticas del Área Industrial:** Departamento resultado de la fusión de los departamentos de Matemática Aplicada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial.
- ♦ **Matemática e Informática Aplicadas a las Ingenierías Civil y Naval:**
Departamento común a los centros de Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio y Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales.
- ♦ **Arquitectura, Construcción y Sistemas Oceánicos y Navales (DACSON):**
Departamento común a la Escuela Técnica Superior de Edificación y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales.
- ♦ **Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval:** Departamento común a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales y a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio.
- ♦ **Construcción y Tecnología Arquitectónicas:** Departamento común a la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y la Escuela Técnica Superior de Edificación que consta con más de 50 profesionales dedicados a distintos aspectos del conocimiento de la tecnología de la edificación.
- ♦ **Departamentos de una Escuela o centro:** estos departamentos sólo pertenecen a una Escuela o centro y suele coordinar áreas de conocimiento específico. Por eso, se clasifican por Escuela y Centro y son los siguientes:
 - ♦ **Escuela Técnica Superior de Arquitectura**
 - Composición Arquitectónica
 - Estructuras y Física de Edificación
 - Ideación Gráfica Arquitectónica
 - Proyectos Arquitectónicos
 - Urbanística y Ordenación del Territorio
 - ♦ **Escuela Técnica Superior de Edificación**

- Construcciones Arquitectónicas y su Control
- Tecnología de la Edificación
- ♦ **Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio**
 - Aeronaves y Vehículos Espaciales
 - Matemática Aplicada a la Ingeniería Aeroespacial
 - Materiales y Producción Aeroespacial
 - Mecánica de Fluidos y Propulsión Aeroespacial
 - Sistemas Aeroespaciales, Transporte Aéreo y Aeropuertos
- ♦ **Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas**
 - Biotecnología - Biología Vegetal
 - Economía Agraria, Estadística y Gestión de Empresas
 - Ingeniería Agroforestal
 - Producción Agraria
 - Química y Tecnología de Alimentos
- ♦ **Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil**
 - Ingeniería civil: Construcción, Infraestructura y Transporte
 - Ingeniería civil: Hidráulica y Ordenación del Territorio
- ♦ **Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural**
 - Biotecnología - Biología vegetal
 - Ingeniería y Gestión forestal y Ambiental
 - Sistemas y Recursos Naturales
- ♦ **Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos**
 - Inteligencia Artificial
 - Sistemas Informáticos
- ♦ **Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial**
 - Ingeniería Eléctrica, Electrónica Automática y Física Aplicada
 - Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial
- ♦ **Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación**
 - Electrónica Física
 - Ingeniería Telemática y Electrónica
 - Teoría de la Señal y Comunicaciones (provisional)
- ♦ **Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos**
 - Ciencia de Materiales
 - Ingeniería Civil: Construcción
 - Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente

- Ingeniería Civil: Transporte y Territorio
 - Ingeniería y Morfología del Terreno
 - Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
 - ♦ **Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía**
 - Energía y Combustibles
 - Ingeniería Geológica y Minera
 - ♦ **Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación**
2. Electrónica Física
 3. Ingeniería de Sistemas Telemáticos
 4. Ingeniería Electrónica
 5. Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones
 6. Tecnología Fotónica y Bioingeniería
 - ♦ **Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía**
 - Ingeniería Topográfica y Cartografía
 - ♦ **Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales**
 - Automática, Ingeniería Eléctrica y Electrónica e Informática Industrial
 - Física Aplicada e Ingeniería de Materiales
 - Ingeniería Energética
 - Ingeniería Mecánica
 - Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente
 - ♦ **Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos**
 - Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos
 - Inteligencia Artificial
 - Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software
 - ♦ **Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales**
 - Ciencia de Materiales
 - Ingeniería Energética
 - Mecánica de Fluidos y Propulsión Aeroespacial
 - ♦ **Escuela Universitaria Ingeniera Técnica Agrícola**
 - Ciencia y Tecnología Aplicadas a la Ingeniería Técnica Agrícola
 - ♦ **Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF)**
 - Ciencias Sociales de la Actividad Física, del Deporte y del Ocio
 - Deportes
 - Salud y Rendimiento Humano
 - ♦ **Instituto de Ciencias de la Educación ICE**

7.2.3.3. LÍMITES SOCIOECONÓMICOS

El ámbito económico para el cálculo de la HC está determinado por los presupuestos de la UPM, en los que se incluye la totalidad del gasto de la actividad docente e investigadora de las Escuelas, Facultades, Departamentos, Institutos Universitarios de Investigación, Centros de I+D+i y otros centros y estructuras organizativas de la Universidad Politécnica de Madrid.

Para ello se ha utilizado la información global de la Universidad y en los casos en que se ha podido hacer el desglose de esta huella para cada uno de los centros, Escuelas, Laboratorios o cualquier otra estructura interna.

No ha sido posible realizar una aproximación a este indicador de sostenibilidad individualizado para los siguientes centros e Institutos:

- **Campus Ciudad Universitaria:**
 - a. Instituto de Energía Solar
 - b. Instituto Opto-electrónico y Micro-tecnología
- **Campus Madrid- Ciudad:**
 - a. Instituto de Fusión Nuclear
- **Campus Montegancedo:**
 - a. Center for Open Middleware
 - b. Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CIDA)
 - c. Centro de Domótica Integral (CEDINT)
 - d. Centro de Supercomputación y Visualización de Madrid (CEVISMA)
 - e. IMDEA Software Institute
- **Campus Sur:**
 - a. Instituto universitario de Investigación de Automóvil (INSIA).
 - b. Facultad de Óptica

Los laboratorios de los que no hemos podido ofrecer una aproximación a su contribución a la HC global son:

- **Centro Tecnológico de Minas:**
 - a. Laboratorio Oficial de José María de Madariaga
 - b. Laboratorio Oficial para Ensayos de Materiales de Construcción
 - c. Fundación Gómez Pardo
- **Centro Tecnológico Industrial:**
 - a. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Edificio de Baja Tensión, Edificio de Vehículo y Edificio de Alta Tensión.
 - b. Centro de Tecnología de Silicio Solar

- **Centro Tecnológico Aeronáutica:**
 - a. Laboratorio de Materiales Avanzados
 - b. Laboratorio de Ensayos Fluidodinámicos

Por otro lado, es necesario conocer la población que forma parte de la Universidad Politécnica de Madrid para efectuar cálculos de ratios de emisiones por persona, es decir, la HC relativa. Es por ello, que se ha realizado un estudio descriptivo del tipo de personas que integran cada Escuela que conforma los cinco campus universitarios de la UPM en función del tipo de actividad que desempeñan en ellas.

Siguiendo este criterio la población se ha clasificado en las siguientes categorías:

- **PDI:** Personal docente e investigador.
- **PAS:** Personal de administración y servicio.
- **Alumnos:** trabajadores de los centros de investigación, principalmente investigadores o personal destina a los proyectos de investigación, que no pueden identificarse como personal de UPM.

En la tabla A1.6 quedan reflejados el número de PDI, PAS y Alumnos registrados en cada Escuela durante el año 2016. El número total de PDI para el año 2016 es de 2.983, en este caso no se puede establecer una división por Escuelas dado que la clasificación se realiza en función de categoría profesional.

Para el cálculo de la Huella de Carbono se ha considerado que todas las categorías de población descritas tienen la misma contribución y responsabilidad en las Huellas de Carbono de las Escuelas.

Tabla A1.6 Población de la UPM por centros y Escuelas.

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	Nº de Personas	
		PAS	ALUMNOS
CAMPUS DE CIUDAD UNIVERSITARIA	RECTORADO	432	1.821
	ETS ARQUITECTURA	87	5.837
	ETS EDIFICACIÓN	46	1.835
	ETSI AERONAÚTICA Y DEL ESPACIO	140	4.211

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	Nº de Personas	
		PAS	ALUMNOS
	ETSI AGRONÓMICA, ALIMENTACIÓN Y DE BIOSISTEMAS	201	2.904
	ETSI MONTES, FORESTALES Y DEL MEDIO NATURAL	114	1.468
	ETSI CAMINOS, CANALES Y PUERTOS E INSTITUO DE CIENCIAS DE LAS EDUCACIÓN (ICE)	100	2.895
	ETSI TELECOMUNICACIÓN	109	2.998
	ETSI NAVALES	52	886
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE (INEF)	46	1.491
CAMPUS MADRID	ETS INGENIERÍA CIVIL	43	1.390
CIUDAD	ETS INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL	69	2.922
	ETSI MINAS Y ENERGÍA	89	1.943
	ETSI INDUSTRIALES	131	5.140
CAMPUS	ETSI INFORMÁTICOS	76	2.235
MONTEGANCEDO	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA Y GENÓMICA DE PLANTAS Y VIVERO DE PLANTAS	2	-

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	Nº de Personas	
		PAS	ALUMNOS
	CENTRO DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA (CTB) Y CENTER FOR OPEN MIDDELEWARE	-	-
	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AEROESPACIAL (CIDA)	-	-
	CENTRO DE APOYO A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (CAIT) Y VIVERO DE EMPRESAS	-	-
	CENTRO DE DOMÓTICA INTEGRAL (CEDINT) Y CENTRO DE SUPERCOMPUTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE MADRID (CESVIMA) (d)	-	-
	MADRID INSTITUTE FOR ADVANCED STUDIES IN SOFTWARE DEVELOPMENT TECHNOLOGIES (IMDEA)	-	-
CAMPUS SUR	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN	55	1.813
	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS INFORMÁTICOS	53	1.687

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	Nº de Personas	
		PAS	ALUMNOS
	ETSI TOPOGRAFÍA, GEODESIA Y CARTOGRAFÍA	33	329
	CENTRO SUPERIOR DE DISEÑO DE MODA DE MADRID	-	-
	INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN DE AUTOMÓVIL (INSIA)	8	-
	CENTRO LÁSER Y CENTRO DE EMPRESAS "LA ARBOLEDA"	-	-
	FACULTAD DE OPTICA	-	-
CAMPUS TECNOGETAFE	CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS	Personal no pertenece a la UPM	
	CENTRO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL		
	CENTRO TECNOLÓGICO DE AERONAÚTICA		
	EDIFICIO DE SERVICIOS GENERALES	-	-
OTRAS INSTALACIONES	ALMACEN VILLAAMIL	No tiene personal	
	VIVIENDA C/JUAN RAMÓN JIMENEZ		
	RESIDENCIA LUCAS		

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	Nº de Personas	
		PAS	ALUMNOS
	OLAZABAL		

Fuente: Rectorado UPM

Recopilando los datos anteriormente expuestos, el ámbito socioeconómico en función de la superficie total y de la población de la UPM para el año 2016 se puede ver en la tabla A1.7.

Tabla A1.7: Superficie total y número de personas total de la UPM en el año 2016.

SUPERFICIE TOTAL (m ²)	PDI	PAS	ALUMNOS	TOTAL PERSONAS
539.486,50	2.983	1.886	43.801	48.670

7.3.LÍMITES ORGANIZATIVOS

Una vez descrita la UPM y fijados sus límites físicos, organizativos y socioeconómicos a efectos del cálculo de la HC, y por extensión, el alcance y los límites del estudio, se procede al diseño y desarrollo del inventario de GEI según lo establecido en la Norma UNE-EN ISO 14064-1 para el cálculo de estas emisiones.

Las organizaciones deben seleccionar un enfoque para consolidar sus emisiones de GEI entre dos tipos: enfoque de control operacional y enfoque de cuota de participación.

La consolidación de las emisiones de GEI elegida para la UPM es el de **enfoque de control operacional**, en el cual la organización contabilizará el 100% de las emisiones de GEI cuantificadas en las instalaciones, que son atribuidas a las operaciones sobre las que ejerce el control.

El tipo de enfoque elegido es el más adecuado debido a la naturaleza de las operaciones que se realizan en su ámbito físico ya que incluye la notificación de todas las emisiones de GEI atribuibles a las operaciones sobre las que se ejerce control.

En la cuantificación de las emisiones de Alcance 1 (emisiones asociadas al consumo de combustible) y Alcance 2 (emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica) se considerarán exclusivamente aquellas emisiones sobre las que se tiene un control financiero, es decir aquellas que derivan de consumos cuyos costes asumen las Escuelas. Las emisiones del Alcance 3 quedan excluidas de la cuantificación de la HC 2016.

7.4.LÍMITES OPERATIVOS

Los límites operativos se establecen identificando y categorizando las emisiones y absorciones asociadas a las operaciones llevadas a cabo en la UPM. Se realizará una clasificación de las mismas en emisiones directas o indirectas y absorciones, seleccionando el alcance de contabilidad en el que se incluirán.

Según expresa la Norma ISO 14064:1, tanto Alcance 1 como Alcance 2 son de obligada contabilidad, considerando que la contabilidad e inclusión de las emisiones del Alcance 3 es opcional para los inventarios de GEI. No obstante, este Alcance 3 se puede incluir en aquellas emisiones indirectas que se consideren oportunas para mejorar el inventario de GEI y que tengan una relevancia significativa en las actividades de la organización, en este caso, la UPM. El incluir este tipo de emisiones (Alcance 3) en el inventario permite a las organizaciones hacer un estudio más exhaustivo de la HC y expandir sus límites e identificar otras emisiones relevantes, sobre todo en lo referente a su cadena de valor y/o cadena de suministro, gestión de residuos, viajes, etc. Debido a las características y situación actual de la UPM, el alcance 3 no se incluye en la cuantificación de emisiones del año 2016.

Para identificar las fuentes de emisión de GEI, primero se deben categorizar las fuentes de emisión (tabla A1.8).

Tabla A1.8: Tipo de fuente de emisión de GEI.

FUENTE	DESCRIPCIÓN
Combustión fija	Combustión de combustibles en equipos fijos como calderas, hornos, calentadores...
Combustión móvil	Combustión de combustibles en medios de transportes como automóviles, camiones...
Emisiones de procesos	Emisiones de procesos físicos o químicos, resultantes de la manufactura o procesamiento de materiales
Emisiones fugitivas	Emisiones procedentes de fugas en juntas o uniones en aires acondicionados, torres refrigerantes...
Consumos de electricidad	Emisiones por consumo de electricidad térmica, nuclear, hidráulica, eólica, solar...

Fuente. GHG Protocol (2005).



Una vez definidas y clasificadas las fuentes de emisión de la UPM, se debe hacer una clasificación de las emisiones generadas según los criterios establecidos anteriormente.

La clasificación de las emisiones de GEI, conforme a la Norma UNE-EN ISO 14064-1, según las fuentes de emisión son las que se presentan a continuación.

7.4.1. ALCANCE 1: EMISIONES DIRECTAS DE GEI

Incluye las emisiones directas que proceden de fuentes que son propiedad o están controladas por la organización (Norma UNE-EN ISO 14064-1, 2012), que para el caso de la UPM son aquellas emisiones que resultan del consumo de formas de energía procedentes de combustibles fósiles.

Atendiendo a esta definición y considerando las categorías de fuente de emisión de la tabla A1.8, el inventario de las emisiones de la UPM son las resultantes de las fuentes de combustión móvil y fija:

- 
 Combustión fija:
 - ◆ Emisiones asociadas al consumo de combustible de **calefacción, cocina y máquinas para el desarrollo de las actividades de investigación y docencia.**
 - ◆ Emisiones asociadas al consumo de combustible **en maquinaria para mantenimiento de zonas verdes y otras máquinas de laboratorio.**
- 
 Combustión móvil:
 - ◆ Emisiones asociadas al consumo de combustibles en **medios de transporte** propiedad de la UPM.

7.4.2. ALCANCE 2: EMISIONES INDIRECTAS DE GEI

Incluyen las emisiones indirectas derivadas de la actividad de la organización pero que son generadas en otro lugar. Se incluyen las emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por la organización (Norma UNE-EN ISO 14064-1, 2012).

Se entiende por electricidad adquirida la electricidad que es comprada, o traída dentro del límite organizacional de la organización. Las emisiones indirectas de GEI son las emisiones de la generación de electricidad que es adquirida por parte de la organización y que es consumida en sus operaciones de trabajo o en sus equipos propios, pero que son generadas en plantas de los cuales la organización no es responsable o no tiene el control (Norma UNE-EN ISO 14064-1, 2012).

Las emisiones incluidas en el alcance 2 son las emisiones asociadas al **consumo de electricidad**.

7.4.3. ALCANCE 3: OTRAS EMISIONES INDIRECTAS DE GEI

Incluye el resto de emisiones indirectas que ocurren como consecuencia de las actividades de las Escuelas y centros de investigación, pero en fuentes que no son propiedad de las mismas ni están controladas por ellas (Norma UNE-EN ISO 14064-1, 2012).

El enfoque para las organizaciones a la hora de contabilizar estas emisiones se realiza contabilizando y reportando las actividades que se consideran más relevantes y para las cuales se poseen datos fiables y representativos.

No se incluyen las emisiones de GEI clasificadas en el alcance 3 para el año 2016, si bien, el Equipo de Huella de Carbono Montes-UPM está preparando un plan de identificación y clasificación para su correcto cálculo en un futuro próximo.

7.4.4. REMOCIONES: ABSORCIONES DE GEI

En esta rúbrica se incluyen las absorciones de GEI derivadas los procesos de absorción de CO₂ que ocurren de manera natural por la vegetación que cubre parte de las superficies verde que tiene la UPM.

Se ha decidido no incluir las absorciones de CO₂ en el año 2016 ya que sería necesario elaborar un inventario de las zonas verdes de la UPM. No obstante, se realizará un plan de cuantificación para un futuro.

7.4.5. EXCLUSIONES

Según lo establecido en la Norma UNE-EN ISO 14064-1, se pueden excluir de la cuantificación:

1) las fuentes de GEI, directas o indirectas, cuya contribución a las emisiones de GEI no sean importantes o relevantes; **2)** aquellas emisiones cuya cuantificación no sea técnicamente viable o

rentable; 3) o aquellas de las que no se posean datos suficientemente fiables, siempre y cuando se expliquen y justifiquen los motivos de exclusión.

Por todo lo anterior, se ha decidido excluir de la cuantificación del inventario de GEI los siguientes tipos de emisiones:

- ♦ Emisiones fugitivas de los equipos de aire acondicionado sobre los que las Escuelas no tiene control debido a la falta de datos, por ello, no es posible conocer el número de recargas de los equipos de aire acondicionado que se poseen los diferentes centros de la UPM.
- ♦ Emisiones asociadas a la combustión móvil en medios de transporte relacionados con los viajes de prácticas, debido a la deficiencia y escasez de datos que se poseen. Su inclusión supondría un alto nivel de incertidumbre y error en los cálculos.
- ♦ Emisiones asociadas al servicio de la cafetería, por considerar que éstas corresponden a la HC propia de la compañía concesionaria.
- ♦ Las emisiones producidas por el Almacén Villamil y la Residencia situada en la C/Juan Ramón Jiménez, por considerar que son insignificantes al cómputo total de las emisiones de la UPM.
- ♦ Absorciones de CO₂ de las zonas verdes de la UPM por carecer de un inventario de las especies vegetales.

7.5. CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GEI

Para la cuantificación de emisiones y remociones de GEI, tal y como establece la Norma UNE-EN ISO 14064-1, se han de realizar cinco pasos.

7.5.1. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI

Consiste en la identificación y documentación de las diferentes fuentes y sumideros que producen o absorben GEI de forma directa o indirecta (tabla 8).

7.5.2. FUENTES DE EMISIÓN

Una vez identificadas las fuentes y sumideros de GEI, considerando los criterios de elección de los límites operativos y las exclusiones, se puede identificar y clasificar por alcances las fuentes de emisión y las absorciones de GEI por operaciones.

La tabla A1.9 presenta una clasificación por alcances de las fuentes de emisión de GEI que formarán parte del inventario de GEI de la Universidad Politécnica de Madrid.

Tabla A1.9: Fuentes de Emisión de GEI según alcances.

FUENTES DE EMISIÓN DE GEI CLASIFICADAS POR ALCANCES DE LA UPM
Alcance 1. Emisiones directas de GEI.
Asociadas al consumo de combustibles en combustión fija
Calefacción
Cocina
Maquinaria
Asociadas al consumo de combustibles en combustión móvil
Medios de transporte
Alcance 2. Emisiones indirectas de GEI.
Asociadas al consumo de electricidad

7.5.3. SUMIDEROS DE GEI

Los sumideros importantes localizados en los límites físicos de la UPM, se refieren a puntos de absorciones de CO₂ que se produce de forma natural en los espacios verdes que posee la organización. Pero, como ya se ha explicado, se han excluido del cálculo de la HC 2016 por la falta de inventario de estas áreas.

7.5.4. METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN

Para la determinación de las emisiones y remociones de GEI en la UPM, la metodología de cuantificación elegida está basada en cálculos numéricos.

La elección de este método de cuantificación es debida al tipo de datos que se poseen (consumos energéticos procedentes de las facturas facilitadas por la UPM) y es la que produce un menor error en los cálculos. Es el método más exacto para calcular las emisiones de GEI dentro del contexto de reporte que tienen la universidad.

En el Anexo IV se pueden encontrar los cálculos realizados para estimar las emisiones de GEI de UPM mediante la aplicación de los métodos de cálculo elegidos y que se desarrollan a continuación.

7.5.4.1. Emisión de GEI

Las emisiones de GEI se obtendrán multiplicando los datos de actividad recopilados por factores de emisión de GEI seleccionados (Ecuación 1):.

$$\text{Emisiones (KgCO}_2\text{)} = \text{Consumos (un)} \times \text{Factor de emisión (KgCO}_2\text{)(un)}$$

Ec. 1

Donde (un), indica las unidades de cada consumo considerado.

El cálculo de las emisiones de CO₂ se realizará mediante la Ecuación 1, teniendo en cuenta la naturaleza de los datos recopilados. Una vez calculadas las emisiones de cada consumo o actividad considerada en el inventario, para conocer las emisiones totales de CO₂ generadas por la UPM.

7.5.4.2. Sumideros de GEI

No se calculan por los motivos ya expuestos. Por tanto, no se expone ninguna forma de cuantificación de las absorciones de GEI, ya que el sumidero de más importancia de la UPM es el procedente de sus zonas verdes, sumidero de CO₂, y la cuantificación se realiza mediante métodos de estimación de biomasa, datos de los que no dispone la UPM actualmente.

7.5.4.3. Datos de actividad de GEI

Como se ha indicado anteriormente para el cálculo de las emisiones de GEI se usarán datos de actividad (consumos o generación) para las distintas fuentes de emisión.

Los datos de actividad que han sido utilizados son:

- ♦ Datos directos: Son datos de los que se disponen registros y han sido obtenidos a partir de facturas o registros facilitados por los responsables de los mismos.
- ♦ Datos estimados: En algunos casos, los datos manejados para los cálculos han sido obtenidos a partir de estimaciones debido a la falta de registros. En cada caso, se indicarán y justificarán estas estimaciones. En este caso, los datos estimados se corresponden con las excepciones de los datos directos y de los consumos de gasolina y gasóleo para los vehículos propiedad de la UPM.

7.5.4.4. Factores de emisión o remoción de GEI

Como se ha indicado anteriormente, para el cálculo de las emisiones de GEI se emplearon factores de emisión seleccionados de la Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un Plan de Mejora de una Organización (MAPA, 2018).

En la tabla A1.10, se muestran los factores de emisión y absorción utilizados para la realización de los cálculos de las emisiones CO₂eq. Así mismo, se especifican las unidades en las que están expresados.

Tabla A1.10: Factores de emisión.

FUENTE DE EMISIÓN	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDADES
Alcance 1: combustión fija		
Gas natural	0,202	Kg CO ₂ /kWh
Gasóleo C	2,868	Kg CO ₂ /l
Alcance 1: combustión móvil		
Gasolina	2,196	Kg CO ₂ /l
Diésel	2,539	Kg CO ₂ /l
Alcance 2: Electricidad. En este caso se debe identificar las empresas que suministran este recurso		
IBERDROLA COMERCIALIZADORA S.A.U.	0,15	Kg CO ₂ /kWh
IBERDROLA CLIENTES S.A.U.	0,15	Kg CO ₂ /kWh
GAS NATURAL COMERCIALIZADORA, S.A.	0,29	Kg CO ₂ /kWh

Fuente: MAPA (2018)


7.5.4.5. Cálculo de emisiones de GEI

En este apartado se expone, de manera general, el proceso de cálculo de las emisiones y remociones de GEI para cada tipo de emisión o sumidero. En el Anexo IV, se detalla el proceso de cálculo de una manera más específica.


En el momento de efectuar los cálculos de las emisiones de GEI, el proceso se ha ejecutado de forma separada para cada tipo de fuente de emisión y para cada Escuela o centro de la UPM que forma parte de un determinado campus universitario, en función de los datos disponibles y con el fin de obtener de manera independiente cada HC.

Alcance 1: emisiones directas de GEI


Como se muestra en las tablas A1.9 y A1.10, las emisiones directas de la UPM son:

 Emisiones asociadas al consumo de gas natural:

Para el cálculo de estas emisiones se multiplica el consumo de gas natural, según los datos de facturación proporcionados por el rectorado, por los factores de emisión obtenidos de la *Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un Plan de Mejora de una Organización* (MAPA, 2018).

 Emisiones asociadas al consumo de gasóleo:

Para el cálculo de estas emisiones se multiplica el consumo de gasóleo (tipo A o C según el caso), según los datos de facturación, por los factores de emisión obtenidos de la *Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un Plan de Mejora de una Organización* (MAPA, 2018).

 Emisiones asociadas al consumo de gasolina:

Para el cálculo de estas emisiones se multiplica el consumo de gasolina, obtenido mediante una estimación según los datos de facturación, por los factores de emisión obtenidos de la *Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un Plan de Mejora de una Organización* (MAPA, 2018).

Alcance 2: emisiones indirectas de GEI

Son las emisiones asociadas al consumo de electricidad. Para el cálculo de estas emisiones se multiplica el consumo de energía eléctrica, según los datos de facturación, por el factor de emisión obtenido del mix eléctrico nacional para las distintas compañías distribuidoras que abastecen a los distintos Campus de la UPM, obtenidos de la publicación *Registro de Huella de Carbono, Compensación y Proyectos de Absorción de Dióxido de Carbono; Factores de Emisión* (MAPA, 2018).

7.5.5. COMPONENTES DEL INVENTARIO

El fin del inventario de GEI es exponer la cantidad de emisiones que son emitidas hacia la atmosfera por una organización durante un determinado periodo de tiempo específico, provenientes de las distintas fuentes de emisión o absorción. En él quedan reflejadas las actividades que causan las emisiones o absorciones de GEI.

Una vez que se ha realizado el inventario de GEI para el año 2016, este inventario, permitirá conocer la evolución de las emisiones generadas por las actividades desarrolladas en la UPM respecto al año base (2013), permitiendo desarrollar estrategias y políticas de reducción de emisiones y tomar medidas para mejorar la eficiencia energética.

7.5.5.1. Emisiones de GEI

El proceso de cálculo realizado para obtener las emisiones de GEI, en toneladas de CO_{2eq} según cada fuente de emisión se muestra en el Anexo IV. La tabla A1.11 recoge los resultados de cuantificación (alcances 1 y 2) para cada Escuela y Centro de Investigación.

Tabla A1.11: Cuantificación de emisiones de GEI de la UPM año 2016

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	ALCANCE 1 (t CO _{2eq})	ALCANCE 2 (t CO _{2eq})	ALCANCE 1+2 (t CO _{2eq})
CAMPUS DE CIUDAD UNIVERSITARIA	RECTORADO	91,06	401,70	492,76
	ETS ARQUITECTURA	198,19	83,49	281,68
	ETS EDIFICACIÓN	60,84	117,11	177,95
	ETSI AERONAÚTICA Y DEL ESPACIO	39,81	595,61	635,42
	ETSI AGRONÓMICA, ALIMENTACIÓN Y DE BIOSISTEMAS	208,35	570,80	779,16
	ETSI MONTES, FORESTALES Y DEL MEDIO NATURAL	118,76	351,83	470,59
	ETSI CAMINOS, CANALES Y PUERTOS E INSTITUTO DE CIENCIAS DE LAS EDUCACIÓN (ICE)	326,26	363,83	690,09
	ETSI TELECOMUNICACIÓN	126,45	1.110,58	1.237,03
	ETSI NAVALES	66,12	138,44	204,57
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE (INEF)	152,95	183,99	336,93
CAMPUS MADRID CIUDAD	ETS INGENIERÍA CIVIL	32,03	62,23	94,26
	ETS INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL	62,79	239,20	301,99
	ETSI MINAS Y ENERGÍA	155,03	275,96	431,00
	ETSI INDUSTRIALES	193,02	783,93	976,95
CAMPUS MONTEGANCEDO	ETSI INFORMÁTICOS	120,98	536,11	657,08
	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN	493,92	1.160,98	1.654,89

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	ALCANCE 1 (t CO _{2eq})	ALCANCE 2 (t CO _{2eq})	ALCANCE 1+2 (t CO _{2eq})
	BIOTECNOLOGÍA Y GENÓMICA DE PLANTAS Y VIVERO DE PLANTAS			
	CENTRO DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA (CTB) Y CENTER FOR OPEN MIDDELEWARE	92,33	245,35	337,68
	USOC / CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AEROESPACIAL (CIDA)	-	61,91	61,91
	CENTRO DE APOYO A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (CAIT) Y VIVERO DE EMPRESAS	12,35	233,20	245,54
	CENTRO DE DOMÓTICA INTEGRAL (CEDINT) Y CENTRO DE SUPERCOMPUTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE MADRID (CESVIMA)	-	558,92	558,92
	POLIDEPORTIVO	4,96	1,21	6,16
	COM	99,62	-	99,62
	LABORATORIO DE CULTIVO DE PLANTAS DEL CAMPUS MONTEGANCEDO	74,64	-	74,64
	GENERAL CAMPUS	8,13	17,19	25,32
CAMPUS SUR	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN	147,49	155,53	303,02
	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS INFORMÁTICOS	147,49	159,33	306,82
	ETSI TOPOGRAFÍA,	26,91	108,16	135,08

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	ALCANCE 1 (t CO _{2eq})	ALCANCE 2 (t CO _{2eq})	ALCANCE 1+2 (t CO _{2eq})
	GEODESIA Y CARTOGRAFÍA			
	CENTRO SUPERIOR DE DISEÑO DE MODA DE MADRID	30,94	67,60	98,53
	INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN DE AUTOMÓVIL (INSIA)	3,06	139,73	142,79
	Centro Laser	-	33,98	33,98
	La Arboleda Servicios Generales	-	38,63	38,63
	POLIDEPORTIVO	16,03	53,11	69,14
	BIBLIOTECA CAMPUS SUR	78,52	246,41	324,93
	COMUNES ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACION E INFORMATICOS	3,00	-	3,00
	CITSEM	-	24,81	24,81
	CITEF	-	31,52	31,52
	GENERAL CAMPUS SUR	15,83	43,45	59,28
CAMPUS TECNOGETAFE	GENERAL CAMPUS TECNOGETAFE	-	64,22	64,22
	CENTRO LOM	-	101,87	101,87
	TECNO. DE MINAS		83,06	83,06
	CENTRO Instituto de TECNO. Energía INDUSTRIA Solar. L Edificio Silicio	-	32,55	32,55
	Laboratori os de Baja		169,20	169,20

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	ALCANCE 1 (t CO _{2eq})	ALCANCE 2 (t CO _{2eq})	ALCANCE 1+2 (t CO _{2eq})
	Tensión, Vehículos y Alta Tensión			
CENTRO TECNO. AERONA.	Laboratorio de Materiales Avanzados y Ensayo Fluidomecá nicos	-	64,96	64,96
	Edificio 4 FGP	-	86,20	86,20

En resumen, las emisiones totales de GEI de la UPM por Alcances se muestran en la figura A1.7, y ascienden a un total de **13.132,59 t CO_{2eq}**.

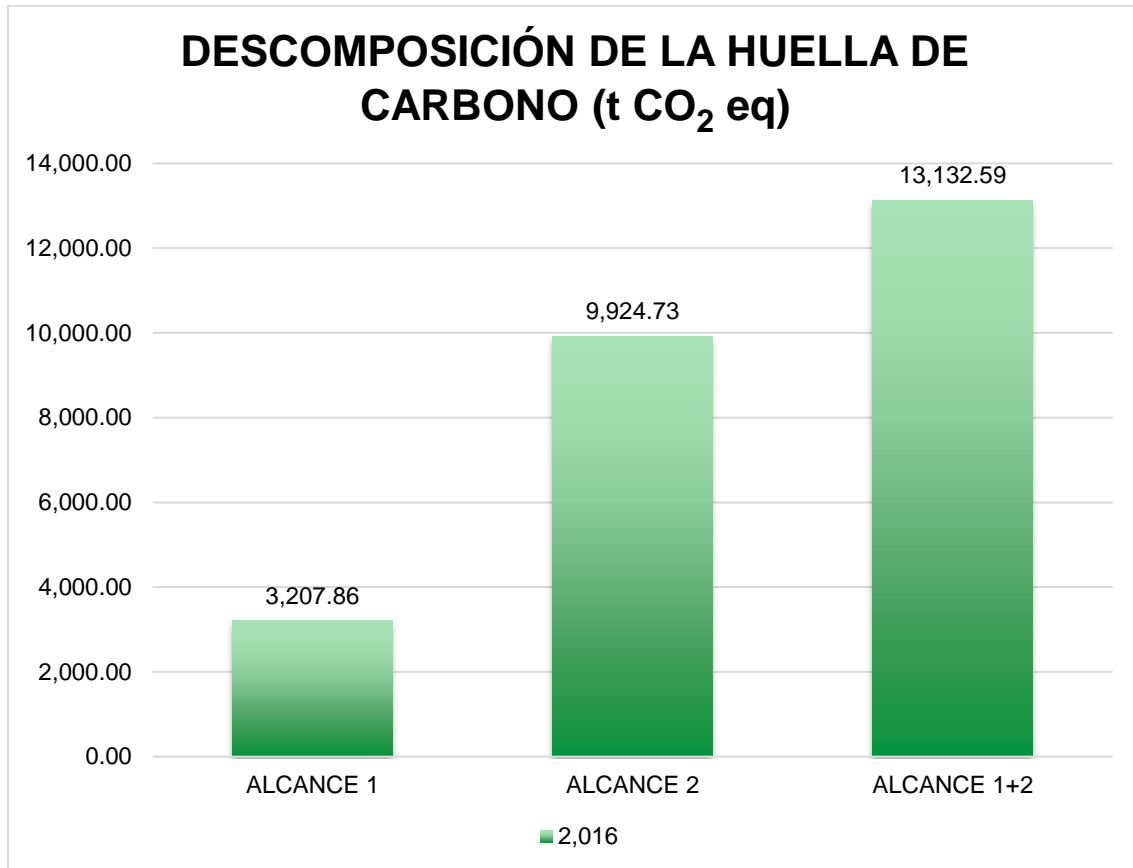


Figura A1.7: Emisiones de GEI de la UPM, según Alcances, para el año 2016.

7.5.6. INCERTIDUMBRE E IMPORTANCIA

La incertidumbre estimada de las emisiones y remociones de GEI es una combinación de aquellos asociados a los datos de la actividad (datos de consumos directos, datos indirectos obtenidos a través de encuestas y datos estimados) y los factores de emisión y absorción seleccionados.

Para evaluar la incertidumbre nos basamos en el método de referencia que se establece en la “Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement” (1995) y en el documento “Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero” (IPCC, 2000). Así:

Los factores de emisión y absorción han sido seleccionados de fuentes oficiales y priorizando, siempre que ha sido posible, la procedencia local o nacional. Por lo tanto, se puede suponer que la incertidumbre de los factores de emisión es baja o nula, como se comprobará más adelante.

Los datos de actividad de consumos directos han sido facilitados de forma directa por las personas responsables de su gestión durante el año 2016 bajo la supervisión del Jefe de Servicio de Asuntos Generales y Régimen Interior de la UPM.

La incertidumbre del inventario de GEI de la Universidad Politécnica de Madrid, para el año 2016, se ha estimado en un **4,56%**.

ANEXO II

ANEXO II



PLAN DE REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA UPM 2016

TRABAJO REALIZADO POR:



**Equipo Huella de
Carbono Montes-UPM**

Director:

Agustín Rubio Sánchez

Catedrático del Departamento de Sistemas y Recursos Naturales.
Director del Equipo Huella de Carbono Montes-UPM

Coordinadora Técnica:

Ana Rodríguez Olalla

Doctora de la Escuela de Ingenieros de Montes y colaboradora de la Cátedra Ciudad Sostenible y Empresa.
Técnico del Equipo Huella de Carbono Montes-UPM

Equipo Técnico:

Jonathan Paul Ortiz Cando

Alumno del Máster en Ingeniería de Montes, autor del Trabajo Fin de Máster “Indicadores de Sostenibilidad en la Universidad. Cuantificación de la Huella de Carbono de la UPM 2016”.

Este Proyecto forma parte del Proyecto "Responsables, Sostenibles, Universitarios RES2+U" para el desarrollo del Campus Sostenible de la UPM dentro de la Convocatoria de Acciones para Contribuir al Cumplimiento de los ODS 2018 de la UPM.

8. ANEXO II. PLAN DE REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA UPM 2016

8.1. INTRODUCCIÓN

La HC permite cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que son emitidos a la atmósfera como resultado de una actividad determinada, bien sea la actividad necesaria para la fabricación de un producto, para la prestación de un servicio, o para el funcionamiento de una organización.

La cuantificación de la HC permitirá a la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) ser conscientes del impacto que genera su actividad en el calentamiento global, logrando de esta forma que la HC sea un elemento de sensibilización de gran valor. En la actualidad, esta herramienta se perfila como un mecanismo diferenciador de las organizaciones que deciden comprometerse con el medio ambiente y apostar por el desarrollo de una actividad sostenible.

Es transcendental por otro lado, concebir la HC no sólo como un simple elemento de cálculo, sino como un primer paso en el camino de la mejora y el compromiso de reducción de emisiones de GEI. En ello reside, sin duda, su importante contribución a la lucha contra el cambio climático

La Universidad Politécnica de Madrid (UPM) quiere contribuir a mitigar el cambio climático y por ello ha calculado su HC para el año 2016. Este año servirá para verificar si se han producido reducciones en las emisiones de GEI respecto al año base 2013 como resultado de las diferentes estrategias de sostenibilidad llevadas a cabo por la universidad.

Por último, señalar que la HC se mide en unidades de CO₂e (toneladas o kilogramos), la abreviatura más aceptada es CO₂e habiendo ocasiones en los que se representa con otras abreviaturas y formatos (CO₂eq).

El presente documento no es vinculante si bien supone un compromiso por parte de la UPM en su lucha contra el cambio climático, en su objetivo de servir de modelo a la sociedad en cuanto a entidad comprometida con el medio ambiente, y en su propio ideario dado que en sus aulas y centros se enseña, se aprende y se investiga sobre la manera de hacer un mundo mejor. No deja de ser una Universidad que Ingenia el Futuro.

8.2. CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO: HUELLA DE CARBONO

La Cátedra Ciudad sostenible y Empresa y el Equipo de Huella de Carbono de la UPM han desarrollado un proceso de cuantificación de las emisiones de GEI, así como sus correspondientes











planes de reducción. Éstos ya han sido puestos en valor con éxito en la Escuela de Ingeniería de Montes, Forestales y del Medio Naturales desde el año 2011.

La Universidad Politécnica de Madrid seguirá ese mismo proceso como modelo tanto para la cuantificación como para la elaboración de planes de su reducción

8.3. ÁMBITO DE ESTUDIO Y DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

La Universidad Politécnica de Madrid es una institución que desarrolla su actividad docente e investigadora en diversos Campus distribuidos por la Comunidad de Madrid:

1. Campus de Ciudad Universitaria (CCIU): Situado en la Ciudad Universitaria, en el distrito de Moncloa en el extremo noroeste de la ciudad de Madrid, consta de los siguientes centros (figuras AII.1 y AII.2):

-  E.T.S. de Arquitectura
-  E.T.S. de Edificación
-  E.T.S. de ingeniería Aeronáutica y del Espacio: formada por las antiguas Escuelas de ETSI Aeronáuticos y EUIT Aeronáutica.
-  E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas: formada por las antiguas escuelas de ETSI Agrónomos y EUTI Agrícola.
-  E.T.S. de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural: formadas por las antiguas Escuelas de ETSI de Montes y EUTI Forestales.
-  E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos: dentro de su instalación se encuentra el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)
-  E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación: dentro sus límites se encuentra el Instituto de Sistemas Optoelectrónicos y Microtecnología y el Instituto de Energía Solar
-  E.T.S. de Ingenieros Navales
-  Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF)
-  Rectorado

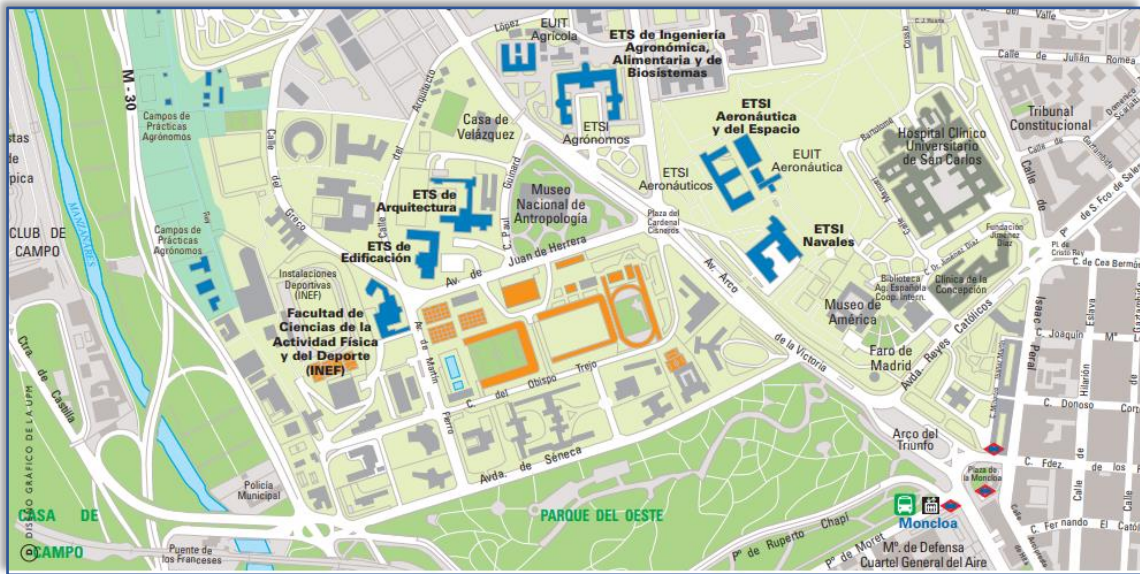
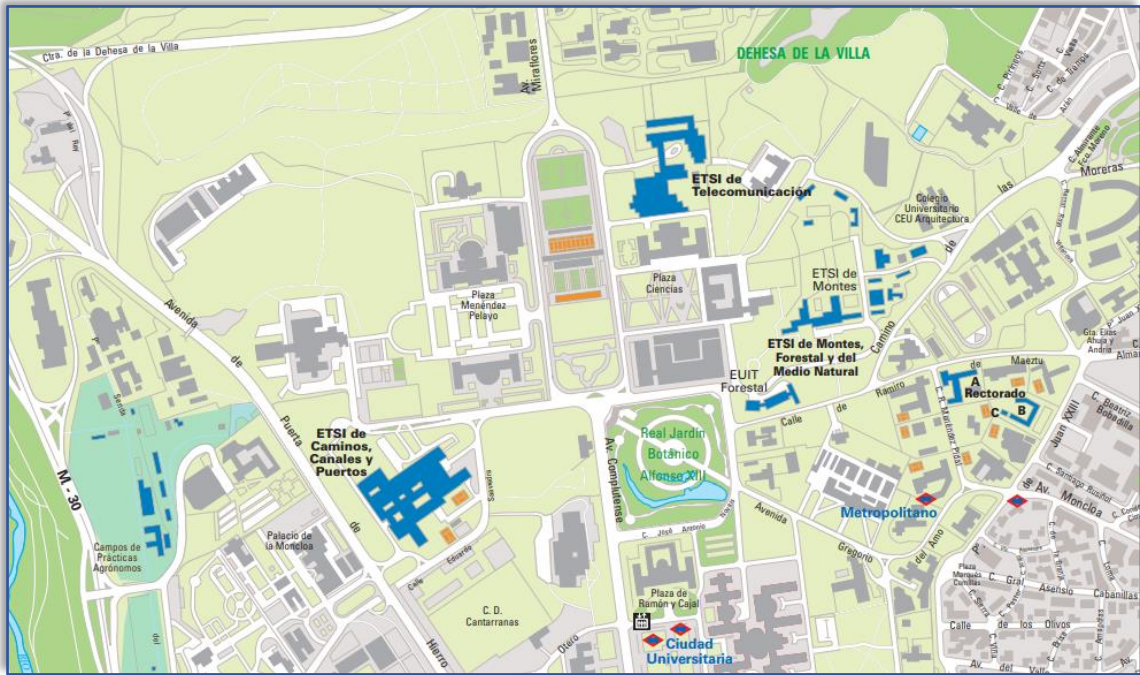


Figura AII.7 y AII.2.Campus de Ciudad Universitaria. Fuente: www.upm.es

2. **Campus Madrid Ciudad (CMC)** (figura AII.3 y AII.4): Situado en diferentes calles del centro de la localidad de Madrid, donde se hallan los siguientes centros:

- E.T.S. de Ingeniería Civil
- E.T.S. de Ingeniería y Diseño Industrial
- E.T.S. de Ingenieros de Minas y Energía

E.T.S. de Ingenieros Industriales, que también acoge al Instituto de Fusión Nuclear.

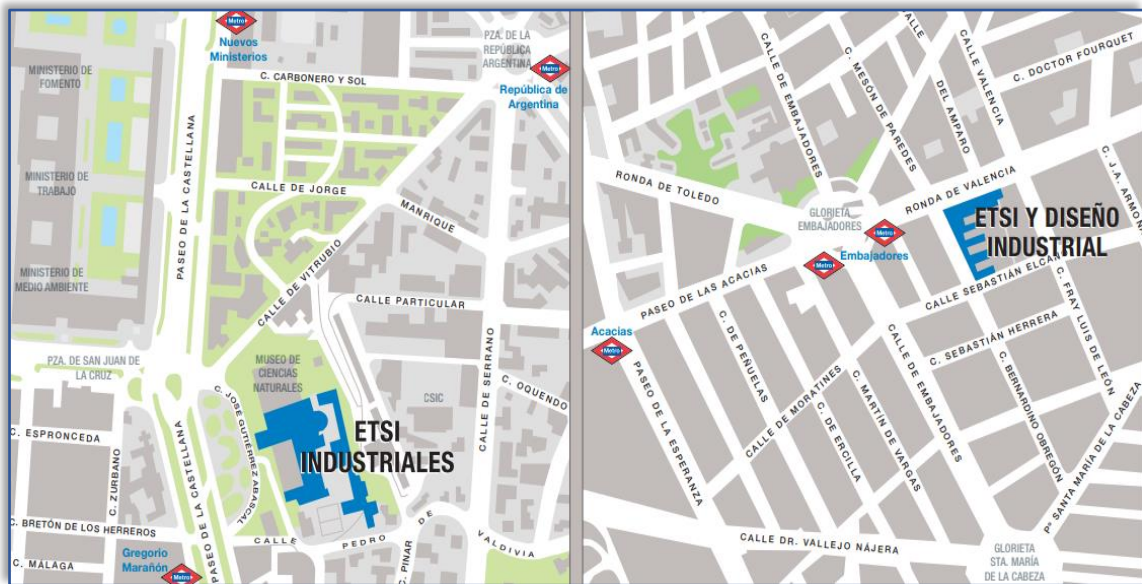


Figura AII.3. Situación de la ETSI de Industriales y ETSI de Diseño Industrial.

Fuente: www.upm.es



Figura AII.4. Situación de la ETSI de Minas y Energía y ETSI Civil. Fuente: www.upm.es.

3. Campus Montegancedo (CM) (figura AII.5): Este campus está ubicado en el Municipio de Pozuelo de Alarcón y consta de las siguientes escuelas y centros de investigación:

- E.T.S. de Ingenieros Informáticos
- Centro de Investigación en Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP)
- Centro de Tecnología Biomédica


-  Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial donde se encuentran el Instituto de Microgravedad “Ignacio Da Riva” y el Centro de Operaciones y soporte a usuarios de la Estación Espacial Internacional (E-USOC).



Figura AII.5. Situación de Campus de Montegancedo. Fuente: www.upm.es

4. **Campus Sur (CS)** (figura AII.6). Situado al sur-este de la localidad de Madrid, en el distrito de Vallecas, está formado por los siguientes centros.







-  ETS Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación
-  ETS Ingeniería y Sistemas Informáticos
-  E.T.S. de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía
-  Centro Superior de Diseño de Moda de Madrid
-  Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA)
-  Centro Láser (UPM) y Centro de Empresas “La Arboleda”



Figura AII.6. Situación de Campus Sur. Fuente: www.upm.es

5. **Campus de Tecnogetafe (CT)** (figura AII.7): situado en el municipio de Getafe que consta de los siguientes centros:




-  Centro Tecnológico de Minas:
 - ◆ Laboratorio oficial José María de Madariaga (LOM)
 - ◆ Fundación Gómez Pardo
 - ◆ Laboratorio Oficial para ensayo de materiales de construcción (LOEMCO)
-  Centro Tecnológico Industrial:
 - ◆ Laboratorio central oficial de electrotecnia
 - ◆ Centro de tecnología del silicio solar (CENTESIL)
-  Centro Tecnológico Aeronáutica:
 - ◆ Laboratorio de materiales avanzados (LMA)
 - ◆ Laboratorio de ensayos fluidodinámicos (LEF)



Figura AII.7. Situación del Campus Tecno-Getafe. Fuente: www.upm.es

La superficie total que ocupa la UPM es de **539.486,50 m²** repartida por los distintos Campus según se muestra en la tabla AII.1. Este dato se utilizará para expresar la huella de carbono en función de la superficie de la organización.

Tabla AII.12 Superficie de la UPM por Campus Universitarios.

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	SUPERFICIE (m ²)	
CAMPUS DE CIUDAD UNIVERSITARIA	Rectorado	17.533,18	
	E.T.S.I. Telecomunicación	48.957,35	
	E.T.S. de Ingeniería de Montes, Forestales y del Medio Natural	26.833,62	
	E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos	42.462,41	
	E.T.S.I. de Arquitectura	35.033,62	
	E.T.S. I de la Edificación	13.247,16	
	E.T.S. de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio	37.014,28	
	E.T.S.I. Navales	14.340,08	
	Facultad de Ciencias de la Actividades Física y del Deporte (INEF)	13.638,72	
	E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas	43.505,64	
	CAMPUS MADRID CIUDAD	E.T.S.I. de Industriales	38.223,35

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	SUPERFICIE (m ²)
	E.T.S. de Ingeniería y Diseño Industrial	26.348,67
	E.T.S. de Ingeniería Civil	10.793,56
	E.T.S.I. de Minas y Energía	21.835,36
CAMPUS	E.T.S.I. Informáticos	21.055,41
MONTEGANCEDO	Centro de Investigación en Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP)	7.950,93
	Centro de Tecnología Biomédica	6.577,01
	Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CIDA)	1.459,27
	Centro de Empresas	8.528,02
	Centro de Servicios Administrativos e instalaciones deportivas	1.823,35
	Centro de Domótica Integral (CeDInt)	4.910,42
	Centro de Supercomputación y Visualización de Madrid (CeSVIMa)	
	Madrid Institute for Advanced Studies in Software Development Technologies (IMDEA SOFTWARE INSTITUTE)	
CAMPUS SUR	E.T.S. Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación	17.872,50

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	SUPERFICIE (m ²)
	E.T.S. Ingeniería y Sistemas Informáticos	14.266,23
	E.T.S. de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía	8.925,47
	Centro Superior de Diseño de Moda de Madrid	5.027,60
	Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA)	5.320,00
	Centro Láser (UPM) y Centro de Empresa “La Arboleda”	4.508,00
	Instalaciones de Servicios Administrativos e instalaciones deportivas	9.520,08
CAMPUS	Centro tecnológico	2.728,50
TECNOGETAFE	de Minas	1.284,00
		1.344,00
	Centro Tecnológico	4.711,00
	Industrial	2.355,01
	Centro Tecnológico	501,10
	Aeronáutico	

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	SUPERFICIE (m ²)
		509,60
OTRAS	Servicios	2,165
INSTALACIONES	Generales	

La Universidad Politécnica de Madrid se estructura en Departamentos que pueden tener presencia en una o varias Escuelas o Facultades. Cada Departamento se encarga de coordinar las enseñanzas en uno o varios ámbitos del conocimiento, así como de organizar y apoyar la labor docente del personal investigador.

Los Departamentos que están presentes en más de una Escuela o Centro se denominan Departamentos intercentros. Dichos Departamentos son:

- ♦ **Lingüística Aplicada a la Ciencia y la Tecnología**: Este departamento con sede en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Comunicación, se encarga de la docencia de lenguas modernas en todos los centros de la UPM.
- ♦ **Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística**: Formado por más de 80 profesionales. Su sede se encuentra en la E.T.S.I. Industriales, y da servicio a numerosas Escuelas:
 - E.T.S.I. Aeronáutica y del Espacio
 - E.T.S.I. Industriales
 - E.T.S.I. de Telecomunicación
 - E.T.S.I. de Sistemas Informáticos
 - E.T.S. de Ingeniería y Diseño Industrial
 - E.T.S. de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación
 - E.T.S.I. Informáticos
- ♦ **Matemática Aplicada**. Se trata de un departamento de creación reciente, y abarca los departamentos de matemáticas de los siguientes centros:
 - E.U.I.T. Agrícola
 - E.T.S.I. Agrónomos
 - E.T.S. Arquitectura
 - E.T.S. Edificación
 - E.T.S. de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural

- ♦ **Matemática Aplicada a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones:** Tiene su sede en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos, y está presente en las siguientes Escuelas:
 - E.T.S.I. de Telecomunicación
 - E.T.S. Ingeniería de Sistemas Informáticos
 - E.T.S. de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación
 - E.T.S.I. Informáticos
- ♦ **Matemáticas del Área Industrial:** Departamento resultado de la fusión de los departamentos de Matemática Aplicada de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial.
- ♦ **Matemática e Informática Aplicadas a las Ingenierías Civil y Naval:** Departamento común a los centros de Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio y Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales.
- ♦ **Arquitectura, Construcción y Sistemas Oceánicos y Navales (DACSON):** Departamento común a la Escuela Técnica Superior de Edificación y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales.
- ♦ **Física Aplicada a las Ingenierías Aeronáutica y Naval:** Departamento común a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales y a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio.
- ♦ **Construcción y Tecnología Arquitectónicas:** Departamento común a la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y la Escuela Técnica Superior de Edificación que consta con más de 50 profesionales dedicados a distintos aspectos del conocimiento de la tecnología de la edificación.

El resto de departamentos pertenecen a una única Escuela o Centro, estos departamentos sólo pertenecen a una Escuela o centro y suele coordinar áreas de conocimiento específico. Por eso, se clasifican por Escuela y Centro y son los siguientes:

1. **Escuela Técnica Superior de Arquitectura**

- Composición Arquitectónica
- Estructuras y Física de Edificación
- Ideación Gráfica Arquitectónica
- Proyectos Arquitectónicos
- Urbanística y Ordenación del Territorio

2. **Escuela Técnica Superior de Edificación**

- Construcciones Arquitectónicas y su Control
- Tecnología de la Edificación

3. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio

- Aeronaves y Vehículos Espaciales
- Matemática Aplicada a la Ingeniería Aeroespacial
- Materiales y Producción Aeroespacial
- Mecánica de Fluidos y Propulsión Aeroespacial
- Sistemas Aeroespaciales, Transporte Aéreo y Aeropuertos

4. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas

- Biotecnología - Biología Vegetal
- Economía Agraria, Estadística y Gestión de Empresas
- Ingeniería Agroforestal
- Producción Agraria
- Química y Tecnología de Alimentos

5. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil

- Ingeniería civil: Construcción, Infraestructura y Transporte
- Ingeniería civil: Hidráulica y Ordenación del Territorio

6. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural

- Biotecnología - Biología vegetal
- Ingeniería y Gestión forestal y Ambiental
- Sistemas y Recursos Naturales

7. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos

- Inteligencia Artificial
- Sistemas Informáticos

8. Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial

- Ingeniería Eléctrica, Electrónica Automática y Física Aplicada
- Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial

9. Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación

- Electrónica Física
- Ingeniería Telemática y Electrónica
- Teoría de la Señal y Comunicaciones (provisional)

10. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

- Ciencia de Materiales
- Ingeniería Civil: Construcción
- Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente

- Ingeniería Civil: Transporte y Territorio
- Ingeniería y Morfología del Terreno
- Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras

11. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía

- Energía y Combustibles
- Ingeniería Geológica y Minera

12. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación

7. Electrónica Física
8. Ingeniería de Sistemas Telemáticos
9. Ingeniería Electrónica
10. Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones
11. Tecnología Fotónica y Bioingeniería

13. Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía

- Ingeniería Topográfica y Cartografía

14. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales

- Automática, Ingeniería Eléctrica y Electrónica e Informática Industrial
- Física Aplicada e Ingeniería de Materiales
- Ingeniería Energética
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente

15. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos

- Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos
- Inteligencia Artificial
- Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software

16. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales

- Ciencia de Materiales
- Ingeniería Energética
- Mecánica de Fluidos y Propulsión Aeroespacial

17. Escuela Universitaria Ingeniera Técnica Agrícola

- Ciencia y Tecnología Aplicadas a la Ingeniería Técnica Agrícola

18. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF)

- Ciencias Sociales de la Actividad Física, del Deporte y del Ocio
- Deportes
- Salud y Rendimiento Humano

19. Instituto de Ciencias de la Educación ICE

A la hora de efectuar los cálculos de HC de la Universidad Politécnica de Madrid se han utilizado los datos de consumo global de fuentes de emisión. En la medida en que se ha podido, se han desagregado e individualizado el cálculo por Escuelas, Centros y Laboratorios.

Es necesario describir la población de la UPM. Por un lado, se encuentran sus trabajadores, personal encargado de la docencia e investigación y aquel que ofrece servicios de administración. Y por otro lado están los alumnos de todo tipo (grado, master, doctorado, cursos de títulos propios y otros tipos de cursos) Así, pueden distinguirse las siguientes categorías:

- PDI: Personal docente e investigador
- PAS: Personal de administración y servicio
- Alumnos: Estudiantes de las titulaciones que se imparten en las Escuelas

En el año 2016, el PDI está compuesto por 2,983 personas (UPM, 2016). El número de PAS (UPM, 2016) y Alumnos (UPM, 2016) registrados en cada Escuela durante el año 2016 se muestra en la Tabla AII.2. Dado que se ha de dar la cifra de alumnos a 31 de diciembre, se ha calculado esta cifra como la media de los alumnos matriculados en los cursos 2015/2016 y 2016/2017.

Tabla AII.13. PAS y Alumnos por Campus y Escuelas/Centros de la UPM en 2016.

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	Nº de Personas	
		PAS	ALUMNOS
CAMPUS DE CIUDAD UNIVERSITARIA	RECTORADO	432	1.821
	ETS ARQUITECTURA	87	5.837
	ETS EDIFICACIÓN	46	1.835
	ETSI AERONAÚTICA Y DEL ESPACIO	140	4.211
	ETSI AGRONÓMICA, ALIMENTACIÓN Y DE BIOSISTEMAS	201	2.904
	ETSI MONTES, FORESTALES Y DEL MEDIO NATURAL	114	1.468
	ETSI CAMINOS, CANALES Y PUERTOS E INSTITUO DE	100	2.895

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	Nº de Personas	
		PAS	ALUMNOS
	CIENCIAS DE LAS EDUCACIÓN (ICE)		
	ETSI TELECOMUNICACIÓN	109	2.998
	ETSI NAVALES	52	886
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE (INEF)	46	1.491
CAMPUS MADRID CIUDAD	ETS INGENIERÍA CIVIL	43	1.390
	ETS INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL	69	2.922
	ETSI MINAS Y ENERGÍA	89	1.943
	ETSI INDUSTRIALES	131	5.140
CAMPUS MONTEGANCEDO	ETSI INFORMÁTICOS	76	2.235
	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA Y GENÓMICA DE PLANTAS Y VIVERO DE PLANTAS	2	-
	CENTRO DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA (CTB) Y CENTER FOR OPEN MIDDELEWARE	-	-
	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AEROESPACIAL (CIDA)	-	-
	CENTRO DE APOYO A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (CAIT) Y VIVERO DE EMPRESAS	-	-

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	Nº de Personas	
		PAS	ALUMNOS
	CENTRO DE DOMÓTICA INTEGRAL (CEDINT) Y CENTRO DE SUPERCOMPUTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE MADRID (CESVIMA) (d)	-	-
	MADRID INSTITUTE FOR ADVANCED STUDIES IN SOFTWARE DEVELOPMENT TECHNOLOGIES (IMDEA)	-	-
CAMPUS SUR	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN	55	1.813
	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS INFORMÁTICOS	53	1.687
	ETSI TOPOGRAFÍA, GEODESIA Y CARTOGRAFÍA	33	329
	CENTRO SUPERIOR DE DISEÑO DE MODA DE MADRID	-	-
	INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN DE AUTOMÓVIL (INSIA)	8	-
	CENTRO LÁSER Y CENTRO DE EMPRESAS "LA ARBOLEDA"	-	-
	FACULTAD DE OPTICA	-	-
CAMPUS TECNOGETAFE	CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS	Personal no pertenece a la UPM	
	CENTRO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL		

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	Nº de Personas	
		PAS	ALUMNOS
	CENTRO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA		
	EDIFICIO DE SERVICIOS GENERALES	-	-
OTRAS INSTALACIONES	ALMACEN VILLAAMIL	No tiene personal	
	VIVIENDA C/JUAN RAMÓN JIMENEZ		
	RESIDENCIA LUCAS		
	OLAZABAL		

El total de personas en la UPM para el año 2016 se detallan en la tabla AII.3.

Tabla AII.14 Número total de personas de la UPM en el año 2016

PDI	PAS	ALUMNOS	TOTAL PERSONAS
2.983	1.886	43.801	48.670

8.3.1. CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES

A continuación, se muestran las cuantías de emisiones de GEI de la Universidad Politécnica de Madrid en el año 2016, según el Campus correspondiente.

1. HC del Campus de Ciudad Universitaria
2. HC del Campus de Madrid Ciudad
3. HC del Campus de Montegancedo
4. HC del Campus Sur
5. HC del Campus de Tecnogetafe

8.3.1.1. Huella de Carbono del Campus de Ciudad Universitaria (CCU)

La cuantificación de las emisiones de GEI relacionadas con los alcances 1 y 2 en el Campus de Ciudad Universitaria durante el año 2016 ha sido de **5.400,02 toneladas CO_{2eq}**. La clasificación según alcances y fuentes de emisión se puede ver en la tabla AII.4.

Tabla AII.15 Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión del Campus Ciudad Universitaria. UPM. Año 2016.

FUENTE DE EMISIÓN	t CO _{2e} Campus Ciudad Universitaria
ALCANCE 1	1.355,98
Gas natural	1.300,03
Gasóleo A	20,56
Gasóleo C	0
Gasolina	35,39
ALCANCE 2	4.044,22
Energía eléctrica	4.044,22
ALCANCE 1 + 2	5.400,02

Las emisiones de GEI producidas en el Campus de Ciudad Universitaria proceden, fundamentalmente, del gas natural (24 % de las emisiones) y de la energía eléctrica (75 % de las emisiones). El resto tiene una participación residual (figura AII.8).

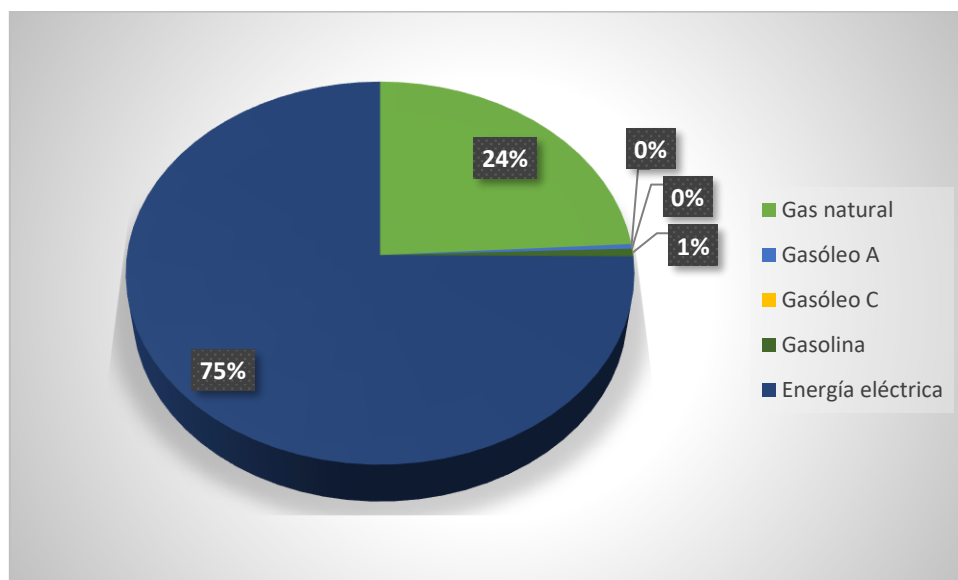


Figura AII.8. Emisiones de GEI del Campus de Ciudad Universitaria por fuente de emisión. Año 2016

8.3.1.2. Huella de Carbono del Campus de Madrid Ciudad (CMC)

La cuantificación de las emisiones de GEI relacionadas con los alcances 1 y 2 en el Campus de Madrid Ciudad durante el año 2016 ha sido de **1.804,19 t CO_{2eq}**. Las fuentes de emisión causantes de las mismas se resumen en la Tabla AII.5.

Tabla AII.16. Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus Madrid Ciudad. UPM. Año 2016

FUENTE DE EMISIÓN	t CO _{2e} Campus Madrid Ciudad
ALCANCE 1	442,86
Gas natural	415,30
Gasóleo A	0,15
Gasóleo C	21,36
Gasolina	6,05
ALCANCE 2	1.361,33
Energía eléctrica	1.361,33
ALCANCE 1 + 2	1.804,19

Las principales fuentes de emisión de GEI en el Campus de Madrid Ciudad son el gas natural (23 %) y la energía eléctrica con un 76% (Figura AII.9).

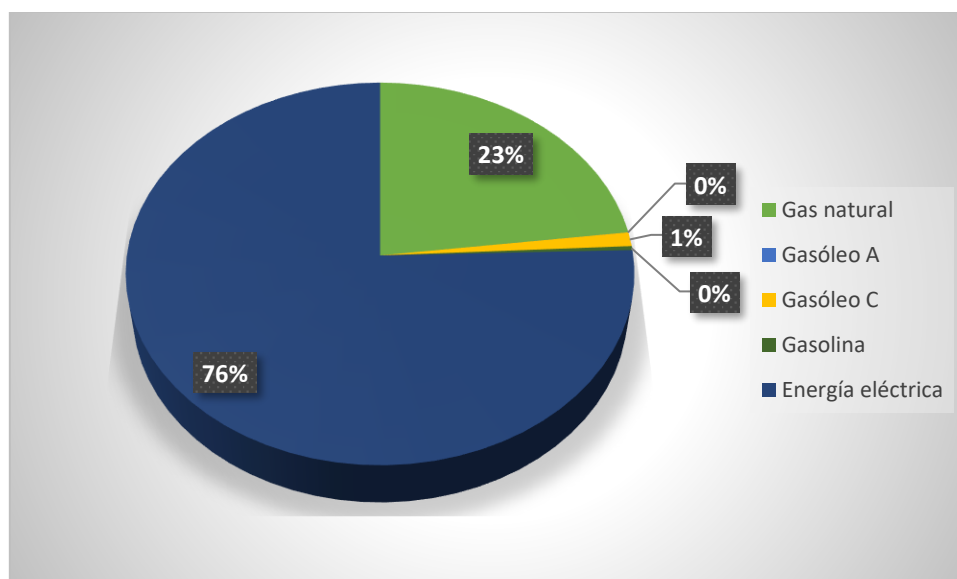


Figura AII.9. Emisiones de GEI del Campus de Madrid Ciudad por fuentes de emisión. Año 2016

8.3.1.3. Huella de Carbono del Campus de Montegancedo (CM)

La cuantificación de las emisiones de GEI relacionadas con los alcances 1 y 2 en el Campus de Ciudad Montegancedo durante el año 2016 ha sido de **3.721,78 t CO_{2eq}**, (Tabla AII.6).

Tabla AII.17. Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus Montegancedo. UPM. Año 2016

FUENTE DE EMISIÓN	t CO _{2e} Campus Montegancedo
ALCANCE 1	906,92
Gas natural	785,89
Gasóleo A	3,71
Gasóleo B	3,03
Gasóleo C	77,30
Gasolina	36,99
ALCANCE 2	2.814,86
Energía eléctrica	2.814,86
ALCANCE 1 + 2	3.721,78

Las principales fuentes de emisión en este Campus son la energía eléctrica un 76% y el gas natural en un 21%.

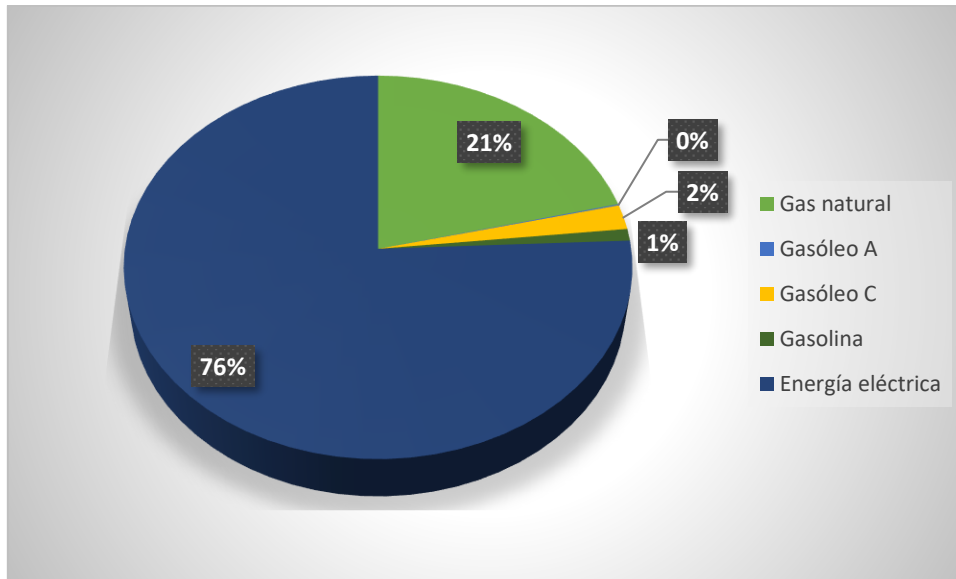


Figura AII.10. Emisiones de GEI del Campus de Montegancedo por fuentes de emisión. Año 2016

8.3.1.4. Huella de Carbono del Campus Sur (CS)

La cuantificación de las emisiones de GEI relacionadas con los alcances 1 y 2 en el Campus Sur durante el año 2016 ha sido de **1.571,52 t CO_{2eq}**, y estas son producidas por las siguientes fuentes de emisión (tabla AII.7).

Tabla AII.18. Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus Sur. UPM. Año 2016

FUENTE DE EMISIÓN	t CO _{2e} Campus Sur
ALCANCE 1	469,27
Gas natural	450,44
Gasóleo A	11,81
Gasóleo B	3,00
Gasolina	4,02
ALCANCE 2	1.102,25
Energía eléctrica	1.102,25
ALCANCE 1 + 2	1.571,52

Las fuentes de emisión de este Campus presentan una tendencia similar a la del resto de los Campus de la UPM; la energía eléctrica genera más emisiones de GEI llegando al 70%, seguida del gas natural con un 29% (figura AII.11).

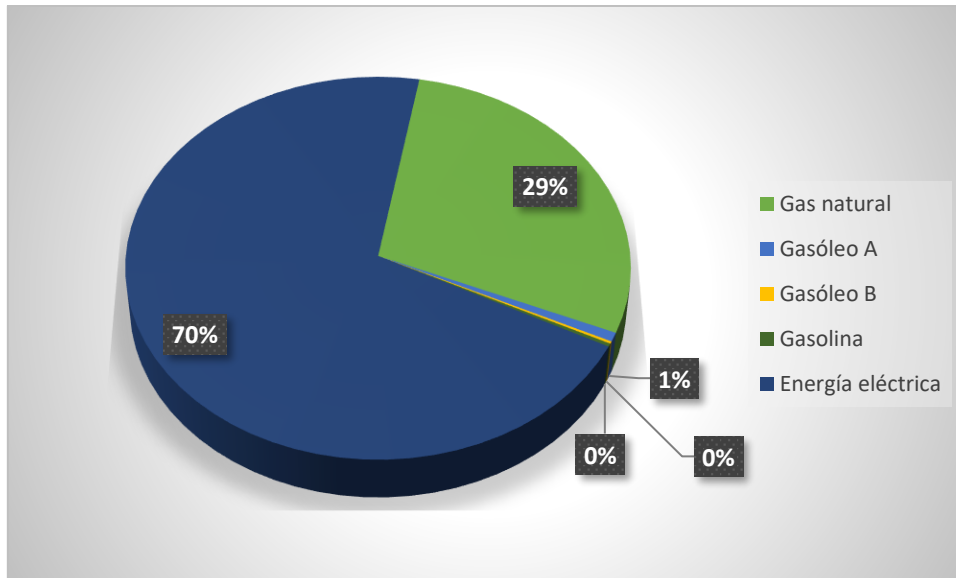


Figura AII.11. Emisiones de GEI del Campus Sur por fuentes de emisión. Año 2016

8.3.1.5. Huella de Carbono del Campus de Tecnogetafe (CT)

La cuantificación de las emisiones de GEI relacionadas con los alcances 1 y 2 en Tecnogetafe durante el año 2016 ha sido de **602,06 CO₂eq**. Las fuentes de emisión de las que proceden se muestran en la Tabla AII.8.

Tabla AII.19. Emisiones de GEI por alcances y fuentes de emisión de Campus de TecnoGetafe. UPM. Año 2016

FUENTE DE EMISIÓN	t CO _{2e} Campus TecnoGetafe
ALCANCE 1	-
Gas natural	-
ALCANCE 2	602,06
Energía eléctrica	602,06
ALCANCE 1 + 2	602,06

8.3.1.6. Huella de Carbono de la Universidad Politécnica de Madrid

Si consolidamos las emisiones de GEI de cada Campus, se obtiene, como sumatorio de estas y clasificados según los alcances, la cuantificación de las emisiones de GEI de la UPM. El resultado total de la HC de la UPM es de:

13.132,59 tCO₂eq

Alcance 1: Emisiones Directas

En la tabla AII.9 se encuentran las emisiones de GEI del alcance 1 producidas por el consumo de gas natural, gasóleo C, gasolina y gasóleo A.

Tabla AII. 20. Emisiones de GEI Alcance 1 de la Universidad Politécnica de Madrid. Año 2016

FUENTE DE EMISIÓN	CCIU	CMC	CM	CS	CT	UPM
Gas natural	1.300,03	415,30	785,89	450,44	-	2.951,66
Gasóleo A	20,56	0,15	3,71	11,81	-	36,23
Gasóleo B			3,03	3,00	-	6,03
Gasolina	35,39	6,05	36,99	4,02	-	82,45
Gasóleo C		21,36	77,30		-	98,66
TOTAL (t CO₂ eq)	1.355,98	442,86	906,92	469,27	-	3.175,03

Alcance 2: Emisiones Indirectas

Las emisiones de GEI producidas por el consumo de electricidad se detallan en la tabla AII.10.

Tabla AII.21. Emisiones de GEI de Alcance 2 de la Universidad Politécnica de Madrid. Año 2016

FUENTE DE EMISIÓN	CCIU	CMC	CM	CS	CT	UPM
Electricidad	4.044,22	1.361,33	2.814,86	1.102,25	602,06	9.924,72
TOTAL (t CO₂ equivalente)	4.044,22	1.361,33	2.814,86	1.102,25	602,06	9.924,72

La fuente de emisión de GEI que más aporta a la HC de la UPM es la electricidad con un 76%, seguido del gas natural con un 22%. El resto de las emisiones, no pueden considerarse significativas de este indicador para el año 2016.

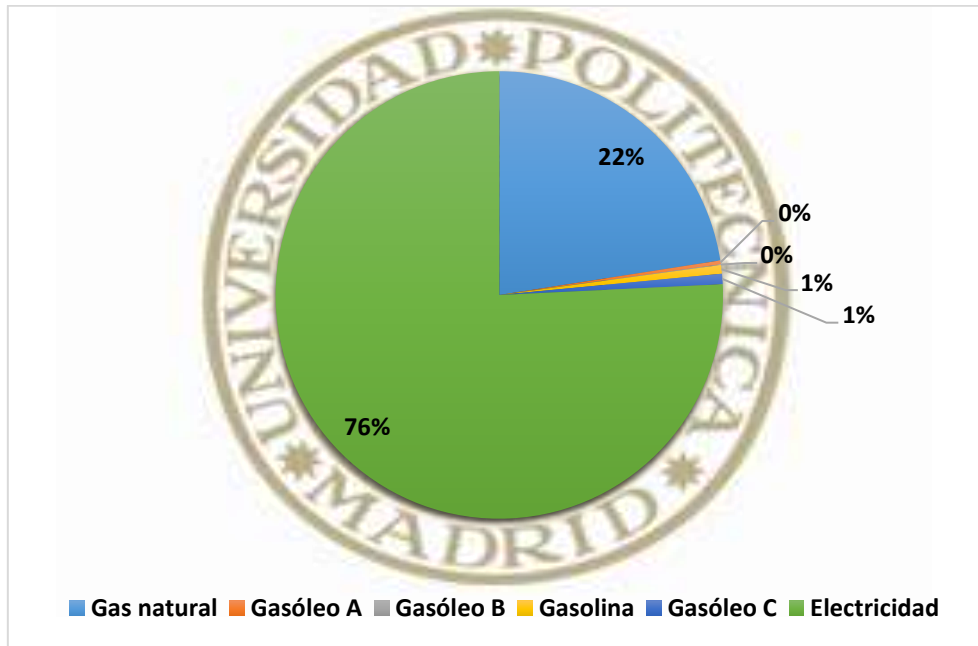






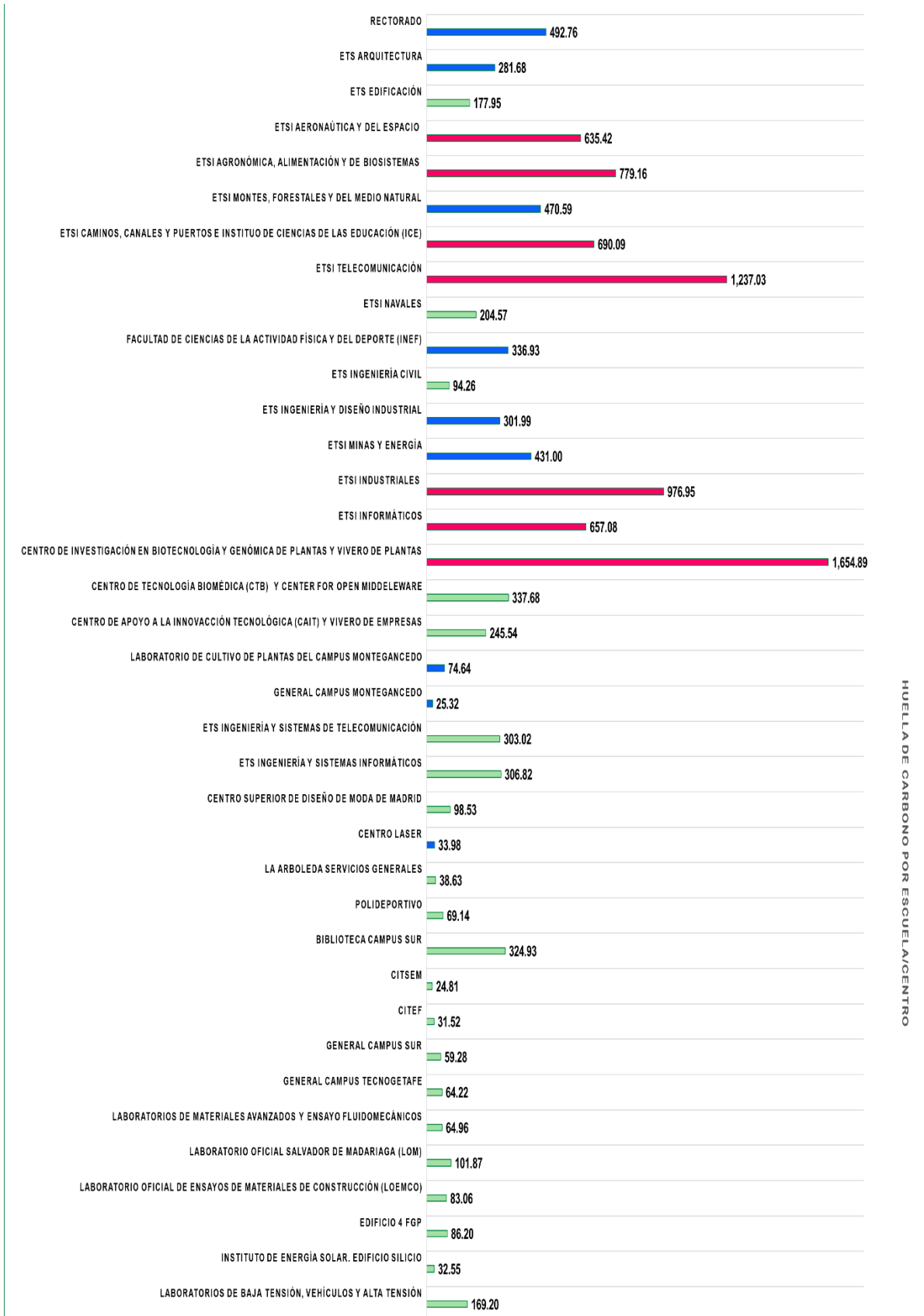
Figura AII.12. Emisiones de GEI por fuentes de emisión de la UPM. Año 2016

8.3.1.7. Análisis de la huella de carbono de la Universidad Politécnica de Madrid

Al realizar un análisis más detallado de la huella de carbono de la UPM se aprecia que las Escuelas o Centros de Investigación que generan más emisiones de GEI son (figura AII.13)

-  Centro de Investigación en Biotecnología y Genómica de Plantas y Vivero de Plantas con **1.654,89 t CO_{2eq}**.
-  Escuela Técnica Superior de Telecomunicación con unas emisiones de **1.237,03 t CO_{2eq}**.
-  Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial con **976,95 t CO_{2eq}**.
-  Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentación y de Biosistemas **779,16 t CO_{2eq}**.

Por otro lado, los centros que menos emisiones generan son General Campus Montegancedo con **25,32 t CO_{2eq}** y el Centro Laser con **33,98 t CO_{2eq}**.



HUELLA DE CARBONO POR ESCUELA/CENTRO

Figura AII.13. Huella de Carbono (alcances 1 y 2) de la Escuelas de la UPM del año 2016. (en azul los centros con menor huella, en rojo los de mayor huella)

En la figura AII.14 se aprecia la contribución de los distintos Campus a la huella de carbono de la UPM. Observamos que el Campus de Ciudad Universitaria es el que mayor HC presenta, con un 41% de las emisiones, mientras que el Campus de Tecnogetafe y el Campus Sur son los que contribuyen en menor manera, con 5% y 12% respectivamente.

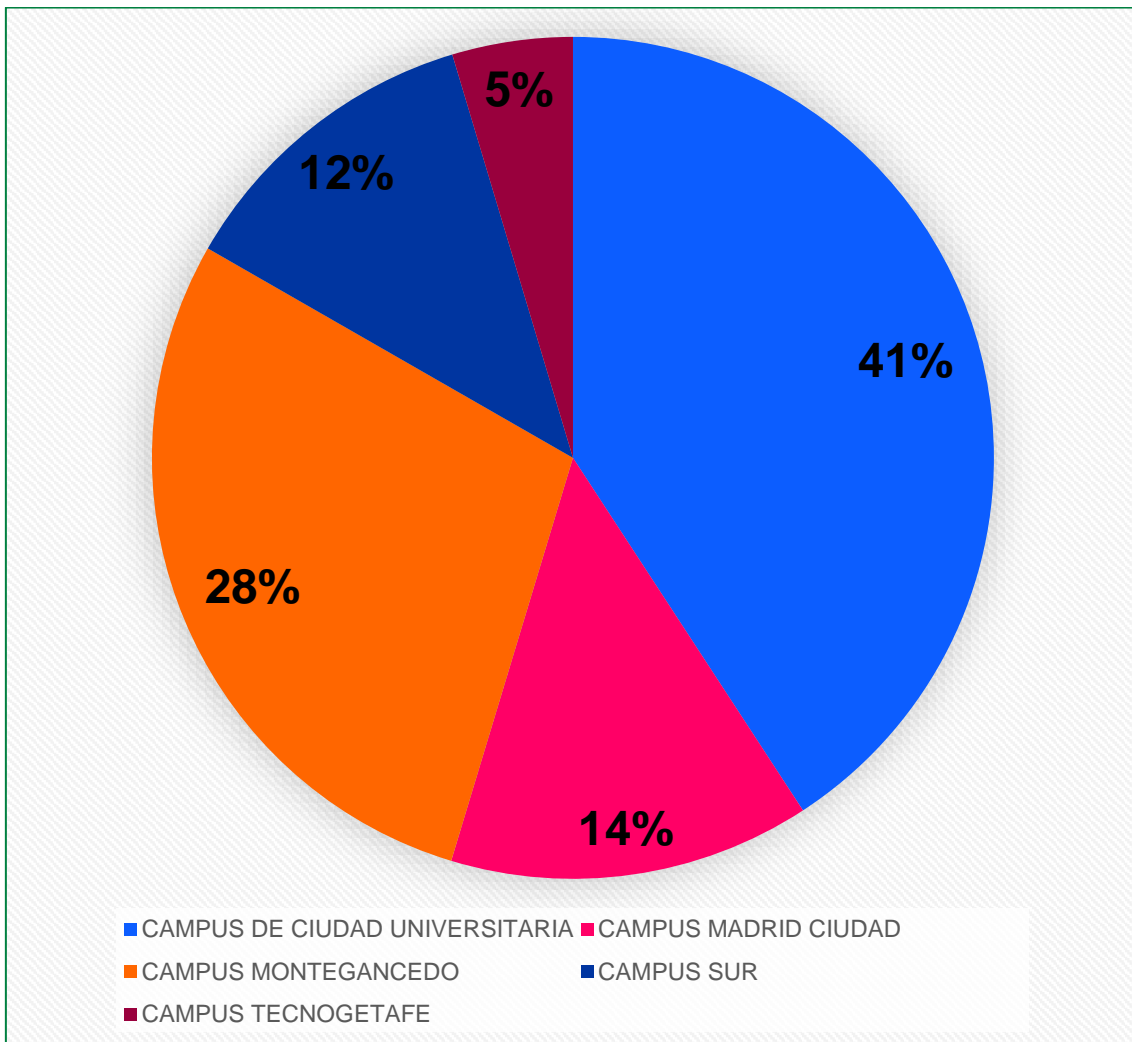


Figura AII.14. Aportación por Campus a la huella de carbono de la UPM. Año 2016

8.3.2. RATIO DE HUELLA DE CARBONO

Los valores absolutos son necesarios, si bien es necesario conocer valores relativos de la HC. Así, se han calculado ratios de la HC de la UPM en función de dos variables: la superficie y la población.

Huella de carbono de UPM en función de la superficie

El ratio de la HC de la UPM en función de la superficie es:

0,0243 t CO₂eq/m²

Se ha calculado dividiendo el valor total de las emisiones de GEI de la UPM entre la superficie total.

Ratio de huella de carbono por superficie por Escuelas y Centros de investigación de la UPM

Para obtener los resultados de la HC relativa a la superficie por Campus y Escuelas (tabla AII.11) se han tenido en cuenta los valores de la tabla AII.1 y de las tablas AII.6, AII.7, AII.8, AII.9 y AII.10.

Tabla AII.22. Ratio de la Huella de Carbono por superficie de los campus y escuelas de la de la UPM: año 2016

CAMPUS		ESCUELA/CENTRO	ALCANCE 1+2 (t CO ₂ eq)	HC RELATIVA 1 (t CO ₂ eq/superficie (m ²))
CAMPUS CIUDAD UNIVERSITARIA	DE	Rectorado	492,76	0,028
		E.T.S.I. Telecomunicación	1.237,03	0,025
		E.T.S. de Ingeniería de Montes, Forestales y del Medio Natural	470,59	0,018
		E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos	690,09	0,016
		E.T.S.I. de Arquitectura	281,68	0,008
		E.T.S. I de la Edificación	177,95	0,013
		E.T.S. de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio	635,42	0,017
		E.T.S.I. Navales	204,57	0,014
		Facultad de Ciencias de la	336,93	0,025

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	ALCANCE 1+2 (t CO ₂ eq)	HC RELATIVA 1 (t CO ₂ eq/superficie (m ²))
	Actividades Física y del Deporte (INEF)		
	E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas	779,16	0,018
CAMPUS MADRID CIUDAD	E.T.S.I. de Industriales	976,95	0,026
	E.T.S. de Ingeniería y Diseño Industrial	301,99	0,011
	E.T.S. de Ingeniería Civil	94,26	0,009
	E.T.S.I. de Minas y Energía	431,00	0,020
CAMPUS MONTEGANCEDO	E.T.S.I. Informáticos	657,08	0,031
	Centro de Investigación en Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP)	1.654,89	0,208
	Centro de Tecnología Biomédica	337,68	0,051
	Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CIDA)	61,91	0,042
	Centro de Empresas	245,54	0,029
	Centro de Servicios Administrativos e instalaciones deportivas		

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	ALCANCE 1+2 (t CO ₂ eq)	HC RELATIVA 1 (t CO ₂ eq/superficie (m ²))
	Centro de Domótica Integral (CeDInt) y Centro de Supercomputación y Visualización de Madrid (CeSVIMa)	558,92	0,114
	Polideportivo	6,16	0,003
	COM	99,62	
	Laboratorio de Cultivo de Plantas del Campus Montegancedo	74,64	
	General Campus Montegancedo	25,32	0,014
CAMPUS SUR	E.T.S. Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación	303,02	0,017
	E.T.S. Ingeniería y Sistemas Informáticos	306,82	0,022
	E.T.S. de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía	135,08	0,015
	Centro Superior de Diseño de Moda de Madrid	98,53	0,020
	Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA)	142,79	0,027
	Centro Laser	33,98	0,008
	La Arboleda Servicios Generales	38,63	0,009
	Polideportivo	69,14	0,007

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	ALCANCE 1+2 (t CO _{2eq})	HC RELATIVA 1 (t CO _{2eq} /superficie (m ²))
	Biblioteca Campus Sur	324,93	0,034
	Comunes ETS Ingeniería y Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos	3,00	0
	CITSEM	24,81	
	CITEF	31,52	
	General Campus Sur	59,28	0,006
CAMPUS TECNOGETAFE	General Campus TecnoGetafe	64,22	0,030
	Centro tecnológico de Minas	184,94	0,035
	Centro Tecnológico Industrial	201,75	0,029
	Centro Tecnológico Aeronáutico	64,96	0,064
	Edificio 4 FGP	86,20	

Ratio de huella de carbono relativa a la población.

En este caso no se puede calcular la HC relativa a la población de Escuelas y Centros dado que no se disponen de datos de PDI según esta clasificación.

La HC relativa a la población se obtiene dividiendo las emisiones totales de GEI de UPM y su población (tabla AII.5), cuyo resultado para el año 2016 es:

0,269 t CO_{2eq}/persona

8.3.2.1. Año base

Se considera como año base el 2013 para el cual ya está contabilizada la HC de la Universidad Politécnica de Madrid. Servirá como referencia para evaluar si se ha conseguido reducir las emisiones en el año 2016.

8.4.OBJETIVOS DE REDUCCIÓN

El próximo año se está en condiciones de cumplir el objetivo de reducción de un **10 %** con respecto al año base. Esta reducción puede tener lugar por las medidas que se están implementado en la universidad como consecuencia del Plan de Sostenibilidad Ambiental de la UPM 2018-2020, que apuesta de forma decisiva por una universidad responsable con el medio ambiente.

8.5. MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

8.5.1. PLAN DE REDUCCIÓN

Se ha definido un Plan de Reducción en el que se exponen y detallan las medidas de reducción que podrían aplicar en la UPM con el fin de reducir las emisiones de GEI y contribuir así a la mitigación del cambio climático.

El plan de reducción de la Universidad Politécnica de Madrid para el año 2016, está formado por las propuestas que se enumeran en los apartados 8.5.3 y 8.5.4.

8.5.2. MEDIDAS DE ÉXITO

Las actividades de reducción que se proponen y que ha supuesto un éxito en la ETSI Montes, Forestales y Medio Natural desarrolladas y puestas en marcha por los Equipos de Responsables, Sostenibles Universitarios y de Huella de Carbono Montes UPM, son:

- ♦ Manual de Buenas Prácticas Energéticas y Ambientales
- ♦ Campaña de Concienciación de Ahorro Energético
- ♦ Desarrollo de un Manual de Acciones de Coste Cero que reducen las emisiones de GEI.
- ♦ Estudio de Eficiencia Energética
- ♦ Comunicación del Cálculo de la HC y Desarrollo de los Planes de Reducción correspondientes para conocer nuestra evolución.
- ♦ Formación en HC y Cambio Climático para crear conciencia en la comunidad universitaria.
- ♦ Desarrollo de un Estudio de Movilidad de los miembros de la ciudad universitaria

8.5.3. PROPUESTAS SIN INVERSIÓN ECONÓMICA

Las actividades y acciones que aquí se enumeran son propuestas que puede implementar la organización que no suponen una inversión económica o dicha inversión es asimilable por la organización.

8.5.3.1. Adhesión a Plataformas de Compromiso Acción Climática.

Las plataformas de acción climática son iniciativas para fomentar la participación y alineamiento de las estrategias climáticas de las organizaciones con las acciones gubernamentales para cumplir con el acuerdo mundial de la Conferencia Internacional sobre el Cambio Climático celebrada en París.

Se busca articular a todos los actores sociales que se movilizan contra el cambio climático, añadiendo las acciones de todos para frenar el cambio climático y poner en valor las acciones de

empresas, administraciones públicas, ONGs, ciudadanos, etc. El objetivo es permitir el desarrollo de una economía baja en carbono.

Formar parte de cualquiera de las plataformas de acción climática solo supone el cumplimiento de los compromisos que la propia organización se ha planteado cuando ha solicitado el registro y la adhesión a estas plataformas.

En este ámbito destacar dos plataformas de acción climática:

NAZCA (Zona para la Acción Climática de Actores no Estatales): Es una plataforma impulsada por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático que registra compromisos con el cambio climático que emprenden las empresas, ciudades, regiones e inversores. NAZCA permite que el sector privado conozca los objetivos y el número de compromisos asumidos por los actores no gubernamentales en sus países, brindando una visión global por continente, por país, por sector económico y por temas para ayudar a los países a alcanzar y superar sus compromisos nacionales para abordar el cambio climático.

Plataforma Española de Acción Climática: Relacionada con el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 13 tiene como objetivo consolidar una economía española más innovadora, más competitiva, resiliente y de bajas emisiones para combatir el cambio climático y sus consecuencias.

8.5.3.2. Establecimiento de un plan de concienciación de ahorro energético a la comunidad universitaria (Alcances 1 y 2).

Las universidades tienen presupuestos ajustados para hacer frente al consumo de energía de todas sus instalaciones, por lo que es especialmente importante encontrar formas de reducir los gastos de energía a bajo costo o sin costo alguno.

Cambio de suministrador de energía eléctrica.

Las empresas que suministran la energía eléctrica tienen un factor de emisión que está relacionado con el mix energético, es decir, está relacionado por la cantidad de energía que producen y procede de energía renovable. Cuanta más energía renovable utilizan, menor factor de emisión y eso se traduce en menores emisiones.

Tabla AII.23: Ratio de la Reducción de emisiones de GEI con el cambio de suministrador de energía eléctrica.

TIPO DE SUMINISTRADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA	FACTOR DE EMISIÓN	EMISIONES DE GEI (t CO ₂ e)	REDUCCIÓN DE EMISIONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA
Suministrador Gas Natural Comercializadora	0,29	2.878,19	0
Suministrador con un mix energético con más energía renovables	0,15	1.488,72	48,27 %
Suministrador de energía renovables	0	0	100

Fuente. Elaboración propia

Apagando los dispositivos

Apagar los dispositivos eléctricos puede parecer demasiado simple como para hacer una diferencia significativa, pero por cada 1.000 kWh que se puede ahorrar por apagar los aparatos eléctricos se pueden ahorrar unos 100 €/KWh de la factura de servicios de electricidad (suponiendo un costo promedio de la electricidad de 0,10 €/kWh).

Ordenadores y equipos de oficina: Los ordenadores y otros equipos electrónicos se han vuelto omnipresentes en los campus universitarios en los últimos años, lo que contribuye de manera importante a los aumentos en el consumo de energía y en el costo por metro cuadrado.

El típico ordenador de escritorio, monitor e impresora compartida, consumen aproximadamente 200 vatios. La mayoría de los equipos que se venden hoy en día pueden configurarse para pasar a un modo de suspensión de bajo consumo después de un período de inactividad.

Asegurándose que estas formas de ahorro de energía en estos equipos estén habilitadas se pueden originar ahorros de energía significativos. Por ejemplo, si solo un monitor que consume aproximadamente 100 vatios se deja encendido innecesariamente durante la noche y los fines de semana, podría suponer un aumento de 30€ o más a la factura de energía anual.

Las tomas de alimentación "inteligentes" con sensores de ocupación incorporados puede ser otra alternativa interesante para apagar los dispositivos enchufados, como impresoras y monitores, cuando no hay usuarios presentes.

Luces: Apagar las luces cuando no estén en uso. Los sensores de ocupación pueden ayudar, pero una alternativa menos costosa sería instalar "monitores de energía" en cada edificio de los campus para garantizar que los interruptores estén apagados cuando las luces no sean necesarias.

Fomentar el comportamiento de ahorro de energía entre la población universitaria

Numerosas universidades están llevando a cabo con éxito campañas de concienciación pública para reducir el consumo de energía en los campus. La Universidad de Canterbury, Nueva Zelanda, instaló un sistema de advertencia de carga máxima que consta de lámparas anaranjadas en cada edificio.

Las luces parpadean cuando la universidad alcanza o excede un nivel de demanda preestablecido, notificando a los ocupantes del edificio que apaguen las luces y los equipos que no estén usando en ese momento.

Este sistema de 3.000€ consiguió el retorno de la inversión en tan solo dos meses y le permite ahorrar a la universidad unos 18.000€ por año en cargos por demanda de energía.

Otro ejemplo a tomar en cuenta en la UPM es el de La Universidad de Colorado en Boulder, la cual publica el uso mensual de energía de varios edificios del campus en su sitio web, por lo que los ocupantes pueden verificar cómo se compara su edificio con otros, permitiéndole estar al tanto si el uso de energía tiende a subir o bajar.

Otra universidad distribuyó datos mensuales de consumo de energía para los edificios con mayor consumo de energía en el campus, y desafió a los departamentos que ocupan esos edificios a reducir su consumo.

Si, durante un período de seis meses, el uso de energía del edificio se redujo en más del 10 %, el departamento ubicado allí recibió un pago equivalente al 30% del ahorro en costos. Dieciocho meses después de la implementación de este programa, la universidad redujo sus costos anuales de energía en aproximadamente \$ 300.000.

Estos ejemplos expuestos anteriormente pueden ser replicados por la UPM, con el objetivo de crear conciencia en torno al ahorro de energía.

Otra buena medida de sensibilización incluye colocar pegatinas en los interruptores de luz para recordar a las personas que apaguen las luces cuando salen de un área y hacer carteles que instruyan a los usuarios de los equipos informáticos a implementar funciones de ahorro de energía para los mismos.

Estudio de eficiencia energética

Con el fin de priorizar las acciones que pueden realizar en función de las partidas presupuestarias presentes y futuras. Con la aplicación de estas medidas se estima que se podrían reducir las emisiones de GEI en torno a un 10%.

Gestión de la movilidad

A continuación, se presentan una serie de estrategias para ayudar a cambiar la conciencia y el comportamiento al conducir. Es importante destacar que para conseguir una reducción de GEI será necesario invertir en una variedad de enfoques innovadores de movilidad, tales como transporte compartido, infraestructura para caminar, uso de la bicicleta, etc.

Carsharing

A través del carsharing las personas obtienen los beneficios del uso de vehículos privados sin los costos y responsabilidades que esto conlleva. Actualmente en Madrid existen numerosas empresas que ofrecen este servicio que incluyen vehículos de bajas emisiones, como coches híbridos y eléctricos en su flota, y que puede ser una alternativa ideal para el uso de los miembros de la UPM. Se ha documentado que el uso de esta modalidad de transporte reduce el número de vehículos en propiedad lo que resulta en menores emisiones de GEI.

En Europa, se estima que compartir el coche reduce las emisiones de CO₂ del usuario promedio en un 40 a 50 %. Sirvan de ejemplo los datos aportados por la empresa de carsharing Communauto quien anunció una reducción de 13.000 toneladas en emisiones de CO₂ como resultado de sus 11.000 usuarios de autos compartidos en Quebec, Canadá.

Otro ejemplo de los beneficios del carsharing se puede ver con la empresa que opera en España AVACAR. En base a la información proporcionada por AVANCAR, se ha podido comparar y determinar que el consumo medio de la flota de AVANCAR es de 4,58 litros cada 100 km recorridos (Buchanan Consultores, 2008), lo que supone un ahorro del 24% si se compara con el consumo medio de un coche nuevo en España de 6 litros/100 km. De la misma manera, se ha podido estimar que cada vehículo de AVANCAR emite una media de 121 gramos de CO₂ por cada kilómetro recorrido, lo que supone un 20% menos que los 152 gramos emitidos por un coche medio en España.

Esta información se representa en la siguiente tabla:

Tabla AII.24. Diferencia de consumo y emisiones de CO₂ entre AVANCAR y la media del parque automovilístico.

Características	Consumo Avancar (flota combinada)	Consumo medio (vehículo turismo medio)	Ahorro %
Consumo combustible(l /100km)	4,58	6,00	24%
Emisiones de CO₂ (g/km)	121,00	152,00	20%

Fuente. Buchanan Consultores, 2008

Viaje compartido (o Carpooling)

El carpooling es un acuerdo en el que dos o más personas aceptan compartir un vehículo para el viaje (típicamente viajes de ida y vuelta). Con esta forma de transporte se consigue reducir el consumo de combustible y las emisiones de GEI, pasar menos tiempo en el tráfico al viajar en un carril de vehículos de alta ocupación o reducir las molestias (por ejemplo, al buscar un lugar de estacionamiento).

Como ejemplo, la empresa BlaBlaCar, referencia en Europa para conectar a conductores y pasajeros, cifra en 6 millones los usuarios de este servicio en los 12 países europeos donde opera. La ocupación media ha subido de 1,7 a 2,8 personas por vehículo y el ahorro de CO₂ hasta 2014 se estima en 700.000 toneladas que se han dejado de emitir.

Vehículos de baja velocidad

Las formas de transporte de baja velocidad son dispositivos motorizados y no motorizados que viajan a velocidades más bajas, como bicicletas, bicicletas eléctricas, patines eléctricos Segway, etc. Muchos implican movimientos activos por parte de los usuarios y no producen emisiones de CO₂.

Para que esta medida tenga éxito será necesario mejorar la infraestructura para este tipo de vehículos.

8.5.4. PROPUESTAS CON INVERSIÓN ECONOMICA

Las propuestas que se exponen en este punto suponen una inversión económica por parte de la organización cuya implementación supone un estudio de viabilidad. Son medidas a largo plazo, que, si bien requieren una implementación más extensa y mayores gastos, pueden aumentar drásticamente la eficiencia de sus instalaciones sin comprometer el entorno de aprendizaje.

Las propuestas que se realiza, en base a las características de la organización son las siguientes:

Sistemas de ventilación mecánicos (SVM)

La ventilación mecánica controlada de doble flujo, donde tanto la extracción como la insuflación de aire se producen por medios mecánicos, es un sistema completamente aislado que garantiza una ventilación eficiente y cuidadosa con el medio ambiente.

Como resultado de la eficacia de los filtros de este tipo de sistema de ventilación se filtra el aire introducido, debido al conjunto de partículas perjudiciales nocivas que contiene el aire exterior, de forma que no se pone en peligro la salud de los ocupantes.

En invierno, debido a la acción de un intercambiador térmico, el aire nuevo recupera las calorías del aire viciado que se extrae, de manera que se mantiene la temperatura en una determinada área. En verano, la acción del intercambiador también favorece enfriar el aire introducido, impidiendo que el área se recaliente.

A continuación, se representa una comparación en consumo y costes entre un sistema de ventilación común y un sistema de ventilación mecánica para electricidad.

Tabla AII.25.Comparación entre sistemas de ventilación para electricidad.

Consumo eléctrico	Otro sistema	Sistema SVM de la marca Oxygen
Consumo energético diario	3.375 W	227,64 W
Consumo energético anual	608 KWh	41 KWh
Diferencia	567 KWh	93,3 %
Coste en € (electricidad 0,22 €/KWh)	134 €	9.0 €

Fuente. Jaga, 2018

El ahorro en electricidad en €/aula suponiendo un coste de la electricidad de 0,22 €/KWh es de 125 €.

Si se considera como una media de días de temporada escolar de 100 días (octubre a febrero), en donde se utiliza la calefacción los datos del sistema mecánico de ventilación comparado con otro tipo de sistema son los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla AII.26 Comparación entre sistemas de ventilación para calefacción.

Consumo de energía anual (temporada calefacción)	Otro Sistema	Sistema SVM de la marca Oxygen
Consumo energético diario	14,9 KWh	7,9 KWh
Consumo energético anual	1.494 KWh	792 KWh
Diferencia	702 KWh	47,0 %
Coste en € (gasoil 0.11 €/KWh)	164 €	87,1 €
Coste en € (gas natural 0.08 €/KWh)	120 €	63.4 €

Fuente. Jaga, 2018

El ahorro en calefacción en €/aula con respecto al gasoil es de 77 €/aula y con respecto al gas natural es de 56 €/aula.

Monitoreo de los sistemas que proporcionan energía

El monitoreo es un proceso en el que los técnicos investigan un edificio para garantizar que sus sistemas funcionen de manera adecuada y eficiente. Con el tiempo, los sistemas de energía cambian, y los edificios requieren ajustes para mantener un rendimiento óptimo. Los estudios han demostrado que monitorear continuamente los sistemas de energía de un edificio puede conducir a reducciones del 25% en las facturas de energía anuales. Por ejemplo, para un edificio universitario de 4.600 m², el porcentaje equivale a alrededor de 14.000 € en ahorros por año

Los ahorros provienen principalmente de restablecer los controles existentes para reducir el desperdicio de energía de los sistemas de calefacción y aire acondicionado al tiempo que se mantiene o incluso se aumentan los niveles de comodidad para los ocupantes.

Actualizaciones eficientes de iluminación

Es necesario utilizar la luz natural siempre que sea posible para reducir la necesidad de luz eléctrica.

Si los centros utilizan lámparas fluorescentes T12, el cambio a lámparas T8 modernas y con balastos electrónicos puede reducir su consumo de energía de iluminación en un 35%. Agregar reflectores especulares, lentes nuevos y sensores de ocupación o temporizadores puede duplicar los ahorros.

Las lámparas fluorescentes compactas (CFL) pueden reemplazar a las incandescentes en muchas aplicaciones, lo que se traduce en una disminución en el consumo de energía y en los costes y emisiones de GEI asociados.

Para ejemplificar lo expuesto sobre la iluminación eficiente consideremos una instalación con una iluminación conformada por bombillas incandescentes compuesta por 5 bombillas de 100 W, 4 de 75 W, 2 de 60 W y 2 de 40 W.

Tabla AII.27. Bombillas incandescentes vs CFL.

BOMBILLA INCANDESCENTE TRADICIONAL	BOMBILLA FLUORESCENTE COMPACTA ELECTRÓNICA EQUIVALENTE
100 W	20 W
75 W	15 W
60 W	11 W
40 W	7 W

Fuente. <http://cambioclimaticomurcia.carm.es/>

Los datos anuales en cuanto a ahorro de energía eléctrica y emisiones de CO₂ por la sustitución de las bombillas es el que se muestra en la tabla 2:

Tabla AII.28. Beneficio económico y ambiental de la sustitución del tipo de alumbrado

Bombilla fluorescente compacta electrónica equivalente	Ahorro eléctrico anual (kWh)	Ahorro anual en la factura de la electricidad (€)	Ahorro anual en las instalaciones ejemplo (€)	Disminución de las emisiones de CO ₂ en las instalaciones ejemplo (kg/año)
20	93,4	9,34	46,7	212
15	70,1	7,01	28,04	127,2
11	57,2	5,72	11,44	52
7	38,5	3,85	7,7	35

Fuente. <http://cambioclimaticomurcia.carm.es/>

Mediante este cambio de iluminación se obtendría un ahorro anual en la factura eléctrica de 93,88 euros y una disminución anual en las emisiones de CO₂ de 426,2 Kg de CO₂.

Cubiertas reflectantes

Es bien conocida la capacidad de las cubiertas conformadas por materiales de colores claros para reflejar la luz solar y absorber menos calor que los techos más oscuros, pero el beneficio se extiende mucho más allá de su capacidad reflectora.

Las cubiertas reflectantes tienen innumerables beneficios, según Global Cool Cities Alliance, un grupo de defensa de las superficies solares reflectantes urbanas, entre los que se incluyen:

- ♦ **Ahorro de energía:** los techos reflectantes enfrían los edificios en varios grados y ahorran dinero al reducir la demanda de energía de enfriamiento hasta en un 20%.
- ♦ **Mejora de la comodidad de los ocupantes:** un techo reflectante puede ayudar a disminuir las temperaturas interiores en varios grados.
- ♦ **Fortalecimiento de la red eléctrica:** los techos reflectantes ayudan directamente a reducir la demanda máxima de electricidad para el aire acondicionado en los días más calurosos. Incluso un pequeño cambio de temperatura en un día cálido puede marcar una gran diferencia en la demanda de energía.

En definitiva, las cubiertas reflectantes es una medida asequible, debido a su precio competitivo y una de las principales opciones de ahorro de energía en las universidades en España.

8.6.HUELLA DE CARBONO Y OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se han transformado en el marco global de actuación de todas las organizaciones que aspiran ser sostenibles y crear valor sostenible. Debido a ello, la HC es un indicador de sostenibilidad que puede permitir desarrollar acciones que permitan conseguir los objetivos planteados en la Agenda 2030 de los ODS propuestos por la ONU. El conocimiento de la HC y su gestión está relacionado con los siguiente ODS:





Figura AII.15: Huella de Carbono y ODS. Fuente: Elaboración propia a partir de la ONU, 2017

- ODS 3: Salud y bienestar:** Es fundamental garantizar una vida saludable y promover el bienestar universal. Al disminuir las emisiones de GEI, se mejora la calidad del aire. Por tanto, repercute en la salud de las personas. Este asunto es muy importante en las ciudades que sufren problemas importantes de contaminación atmosférica, como es el caso de Madrid, lugar donde se encuentra la Universidad Politécnica de Madrid.
- ODS 4: Educación de calidad:** La educación es la base para mejorar nuestra vida y el desarrollo sostenible. Una educación de calidad ha de ser fundamental para conseguir la sostenibilidad.
- ODS 7: Energía asequible y no contaminante:** Conocer la procedencia de las fuentes de emisión puede fomentar la búsqueda de fuentes de energía más limpia.

La energía sostenible es una oportunidad, que transforma la vida, la economía y el planeta.
- ODS 11: Ciudad y Comunidades sostenibles:** Conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Está relacionado con el ODS 7, al conocer las fuentes de emisión y adquirir recursos energéticos de fuentes de energía limpia o procedente de energía renovables, contribuyen a un desarrollo sostenible.
- ODS 12: Producción y Consumo Responsable:** El consumo y la producción sostenible consisten en fomentar el uso eficiente de los recursos y la energía de forma que no se produzcan daños al medio ambiente. Si la organización implementa o tiene implementado un plan de compra responsable, está demostrando su responsabilidad hacia el consumo de determinados productos que garantizan procesos de producción sostenible.
- ODS 13: Acción por el clima:** Conocer y gestionar la HC tiene una aplicación de directas de acción de mitigación y adaptación al cambio climático. El cambio de actitudes se acelera a

medida que más personas están recurriendo a la energía renovable y a otras soluciones para reducir las emisiones.

-  **ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres:** Está relacionado con el ODS 3, si la calidad del aire es buena para los humanos, es apta para el resto de seres vivos que conviven en una misma zona.
-  **ODS 17: Alianza para lograr los objetivos:** El cálculo y gestión de la HC permite a la organización formar parte de las Plataformas de Acción Contra el Clima. Esta situación supone una oportunidad para crear alianzas con otras organizaciones que se construyen sobre la base de principios y valores, una visión compartida y objetivos comunes que otorgan prioridad a las personas y al planeta.

ANEXO III



ANEXO III

INFORME DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER “INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA UNIVERSIDAD. CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA UPM 2016”

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
DE MONTES, FORESTAL Y DEL MEDIO
NATURAL**



Autor: D. Jonathan Paul Ortiz Cando

Directores: D. Agustín Rubio Sánchez

Dña. Ana Rodríguez Olalla

9. ANEXO III: INFORME EJECUTIVO

9.1.CONDICIONES TÉCNICAS ESPECIFICAS DEL ESTUDIO

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Máster, titulado “Indicadores de Sostenibilidad en la Universidad. Cuantificación de la Huella de Carbono de la UPM 2016”, es cuantificar y evaluar la evolución del indicador ambiental Huella de Carbono (HC) para la Universidad Politécnica de Madrid durante el año 2016.

La base formativa para la realización de este trabajo fue la asistencia a las clases de la asignatura optativa Gestión del carbono en sistemas forestales, la asistencia a la jornada informativa: Nuevos Horizontes de la Huella de Carbono y la lectura de varios libros sobre la Huella de Carbono. Con esta formación se estaba en condiciones para desarrollar este TFM con el apoyo del Equipo Huella de Carbono Montes- UPM.

Los datos de consumo de gas natural, gasóleo y electricidad, así como de las medidas llevadas a cabo a favor de la sostenibilidad de cada uno de los centros que conforma la UPM fueron entregados al Equipo de Huella de Carbono Montes-UPM por parte del Rectorado de la UPM.

Con todos los datos se realizó una clasificación minuciosa de los mismos por los diferentes Campus Universitarios que conforman la UPM, para tener una visión más detallada del consumo que efectúa cada centro asociado a los campus.

El siguiente paso, al análisis exhaustivo de los datos de consumo, fue la cuantificación de la HC de la UPM para el año 2016, así como la cuantificación de la HC de la UPM para los años 2014 y 2015, con los datos que hasta el momento estaban en posesión del alumno. El análisis de la evolución de las emisiones de GEI se efectuó tomando como año base el 2013, para el cual la UPM tiene el sello “Calculo” del MAPA.

Para el cálculo de la HC se han seguido las directrices de la Norma ISO 14064-1, además de emplear la herramienta de cálculo elaborada por el Equipo de Huella de Carbono Montes-UPM.

Con toda la parte técnica de cuantificación de la HC de la UPM finalizada, se procedió a desarrollar todos los capítulos que conforman el documento del TFM, del cual se derivan dos anexos muy importantes:

- Anexo I: Informe de cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de la UPM 2016.
- Anexo II: Plan de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

En el Anexo I se explica el procedimiento empleado para el cálculo de la HC. Se detallan los límites operacionales del estudio, para lo que se ha necesitado conocer la superficie y población de la organización, además de su estructura organizativa, que se ha obtenido a partir de la plataforma web de la UPM.

En el Anexo II se detallan una serie de propuestas de reducción encaminadas a disminuir las emisiones originadas por la UPM como consecuencia de la realización de sus actividades como institución de enseñanza superior.

9.2.FASES PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO

A continuación, se detallan las fases en la que se ha dividido la realización del estudio:

- Formación básica en HC.
- Redacción del capítulo 1: Introducción.
- Análisis y clasificación de los datos de consumos.
- Reunión con la sección de contabilidad del Rectorado de la UPM.
- Cuantificación del indicador HC.
- Redacción del Anexo I: Informe de Cuantificación de emisiones de GEI.
- Redacción del Anexo II: Plan de Reducción de emisiones de GEI.
- Redacción del capítulo 2: HC UPM 2016.
- Redacción del capítulo 3: Análisis de la reducción de las emisiones de GEI de la UPM.
- Redacción del Capítulo 4: Propuestas de mejora para la reducción de la HC en la UPM.
- Redacción del Capítulo 5: Conclusiones.
- Revisión del proyecto.

9.3.DESCRIPCIÓN DE TAREAS

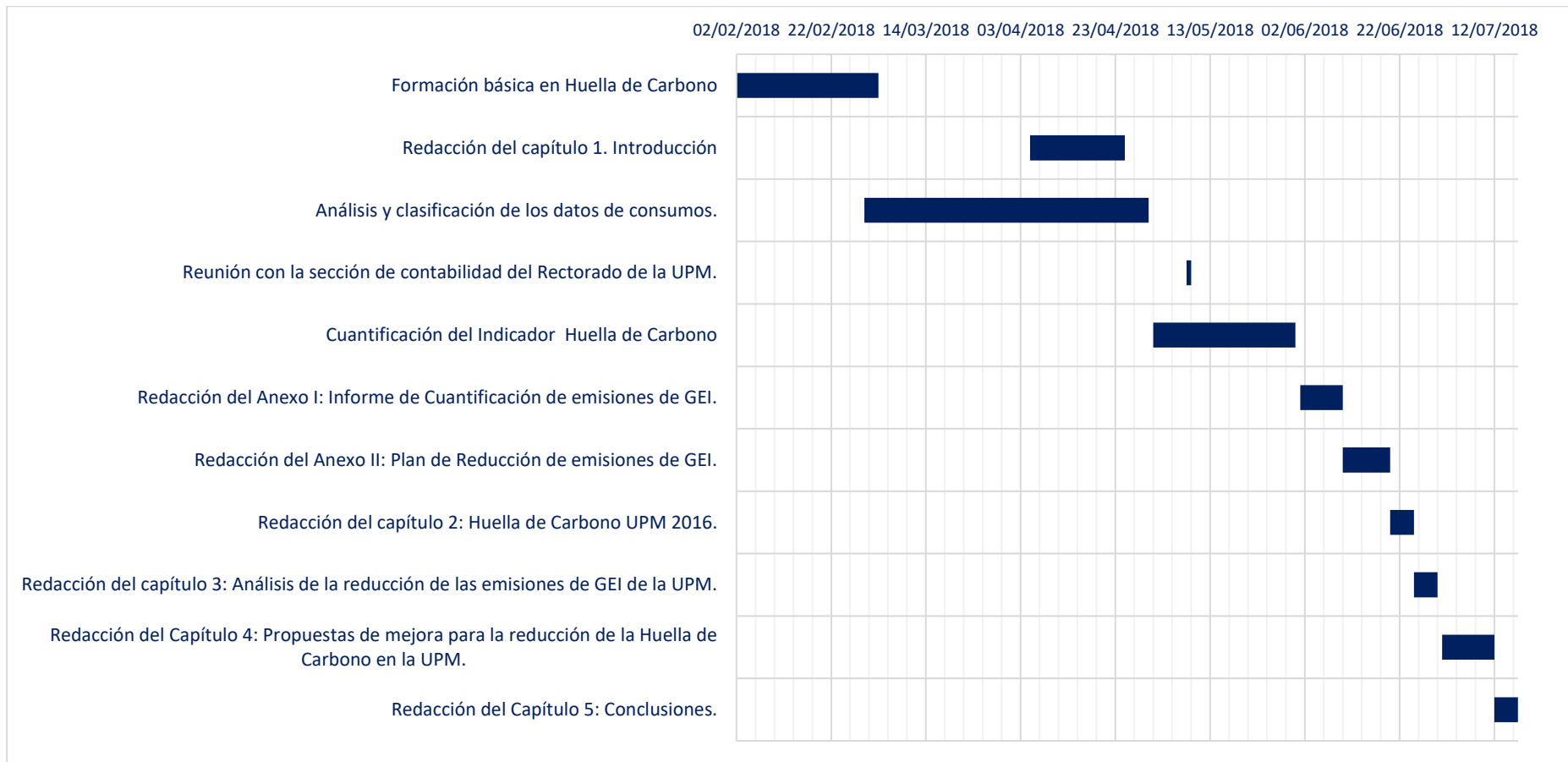
En la Tabla AIII.1 se presentan las tareas realizadas durante el proyecto:

Tabla AIII.1. Descripción de tareas.

FASES	TAREAS	ALUMNO	DIRECTORES
Formación básica en Huella de Carbono			
	Formación en HC	75 %	25 %
	Búsqueda de información y documentación necesaria	75 %	25 %
Redacción del capítulo 1. Introducción			
	Redacción del capítulo 1. Introducción	100 %	

Análisis y clasificación de los datos de consumos.			
	Petición y obtención de datos		100 %
	Revisión de datos	70 %	30 %
	Clasificación de datos	100 %	
Reunión con la sección de contabilidad del Rectorado de la UPM.			
	Reunión en el Rectorado UPM.	50%	50%
Cuantificación del Indicador Huella de Carbono			
	Cálculo de la HC	100 %	
	Comprobación del cálculo	70 %	30 %
Redacción del Anexo I: Informe de Cuantificación de emisiones de GEI.			
	Redacción del Informe de Cuantificación de emisiones de GEI.	80 %	20%
Redacción del Anexo II: Plan de Reducción de emisiones de GEI.			
	Redacción del Anexo I. Informe de cuantificación.	80 %	20%
Redacción del capítulo 2: Huella de Carbono UPM 2016.			
	Redacción del capítulo 2.	100 %	
Redacción del capítulo 3: Análisis de la reducción de las emisiones de GEI de la UPM.			
	Redacción del capítulo 3.	100 %	
Redacción del Capítulo 4: Propuestas de mejora para la reducción de la Huella de Carbono en la UPM.			
	Redacción del capítulo 4.	100 %	
Redacción del Capítulo 5: Conclusiones.			
	Redacción del capítulo 5.	100 %	
Revisión del proyecto			
	Revisión del proyecto	50 %	50 %

9.4. CRONOGRAMA



9.5.COSTES DEL ESTUDIO

En la Tabla AIII.2 se muestra la estimación del presupuesto del estudio:

Tabla AIII.2. Presupuesto del proyecto

CONCEPTO	COSTE UNITARIO	HORAS	COSTE TOTAL (€)
PERSONAL			15.991,5
Técnico	40	312	12.480
Asesoría: Dirección del proyecto	117,05	30	3.511,50
GASTOS GENERALES (10 %)			1.599,15
GASTOS INDIRECTOS (3%)			479,74
COSTE TOTAL SIN IVA			18.070,39
COSTE TOTAL CON IVA (21%)			21.865,17

El coste total del estudio asciende a veintiún mil ochocientos sesenta y cinco con diecisiete céntimos (**21.865,17€**).

Para los costes del presupuesto se han seguido las siguientes referencias:

- El precio de la asesoría se ha obtenido del Boletín Oficial del Estado (BOE) del 29 de diciembre del 2016, por el que se establecen precios públicos para la realización de trabajos de asesoría y estudios científico-técnicos.
- El precio del Técnico se ha obtenido a partir de la asesoría de expertos encargados de llevar a cabo este tipo de estudios.
- El cálculo de horas del estudio se ha estimado calculando las horas de trabajo al mes, considerando una media de 13 horas a la semana, lo que hace un total de 52 horas de trabajo al mes, y multiplicando ese resultado por el total de meses trabajados, que en el caso de este trabajo han sido 6 meses.
- Del mismo modo que para el cálculo de horas del proyecto, se han estimado las horas de asesoría, considerando una media de 2 horas de trabajo a la semana.

10. ANEXO IV. HERRAMIENTA DE CÁLCULO

DATOS DE LA ORGANIZACIÓN RESPONSABLE



Cátedra
Ciudad Sostenible
y Empresa

Cátedra Ciudad Sostenible y Empresa
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid
Camino de las Moreras s/n 28040 Madrid
http://www2.montes.upm.es/Dptos/digfa/OrganizacionEmpresas/home.php?id_web=3
catedracse.montes@upm.es /91 336 7106-7109

1. DATOS GENERALES DE LA ORGANIZACIÓN

NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (UPM)	
SECTOR ECONÓMICO	EDUCACIÓN SUPERIOR	
TIPO DE ENFOQUE	Enfoque	Cuantificación de la Huella de Carbono en función del enfoque y estructura de la organización (solo indicar la fórmula si fuera necesario)
	Control	no es necesario
UNIDADES DEL INDICADOR	tn CO2 equivalente (t CO2 eq)	
AÑO	2016	
EMISIONES TOTALES DE GEI	13,132.67	
ABSORCIONES TOTALES DE GEI	0.00	

2. CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE AÑOS ANTERIORES

2.1 Cuantificación de la Huella de Carbono

	AÑO	ABSORCIONES	ALCANCE 1	ALCANCE 2	ALCANCE 1+2	UNIDADES
AÑO CÁLCULO	2,016	0.00	3,207.86	9,924.81	13,132.67	t CO2eq
AÑO 1	2,015	0.00	5,840.57	13,057.74	18,898.32	t CO2eq
AÑO 2	2,014	0.00	4,397.07	10,222.59	14,619.65	t CO2eq
AÑO 3	2,013	0.00	4,847.34	11,269.28	16,116.62	t CO2eq

2.2 Cuantificación de la Huella de Carbono Relativa

	AÑO	ABSORCIONES (t CO2eq/superficie)	ABSORCIONES (t CO2eq/persona)	HC RELATIVA 1	UNIDADES	HC RELATIVA 2	UNIDADES
AÑO CÁLCULO	2,016	0.00	0.00	0.02	t CO2eq/superficie	0.27	t CO2eq/persona
AÑO 1	2,015	0.00	0.00	0.04	t CO2eq/superficie	0.39	t CO2eq/persona
AÑO 2	2,014	0.00	0.00	0.03	t CO2eq/superficie	0.30	t CO2eq/persona
AÑO 3	2,013	0.00	0.00	0.03	t CO2eq/superficie	0.39	t CO2eq/persona

3. INFORMACIÓN ADICIONAL

3.1 Datos límites físicos y sociales de la organización

	AÑO	Superficie (m2)	PDI	PAS	ALUMNOS	TOTAL PERSONAS
Año de Calculo	2,016	539,486.50	2,983	1,886	43,801	48,670
AÑO 1	2,015	539,486.50	2,998.00	1,902	43,379	48,279
AÑO 2	2,014	539,486.50	3,042.00	2,035	43,692	48,769
AÑO 3	2,013	589,502.76	3,092.00	3,089	35,666	41,847

3.2 Otra información (solo si fuese necesario)

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	Superficie (m2)	Nº de Personas	
			PAS	ALUMNOS (e)
CAMPUS DE CIUDAD UNIVERSITARIA	RECTORADO	17,533.18	432	1,821
	ETS ARQUITECTURA	35,033.62	87	5,837
	ETS EDIFICACIÓN	13,247.16	46	1,835
	ETSI AERONAÚTICA Y DEL ESPACIO (a)	37,014.28	140	4,211
	ETSI AGRONÓMICA, ALIMENTACIÓN Y DE BIOSISTEMAS (a)	43,505.64	201	2,904
	ETSI MONTES, FORESTALES Y DEL MEDIO NATURAL(a)	26,833.62	114	1,468
	ETSI CAMINOS, CANALES Y PUERTOS E INSTITUTO DE CIENCIAS DE LAS EDUCACIÓN (ICE)	42,462.41	100	2,895

	ETSI TELECOMUNICACIÓN, INSTITUTO DE SISTEMAS OPTOELECTRÓNICOS Y MICROTECNOLOGÍA E INSTITUTO DE ENERGÍA SOLAR	48,957.35	109	2,998
	ETSI NAVALES	14,340.08	52	886
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE (INEF)	13,638.72	46	1,491
CAMPUS MADRID CIUDAD	ETSI INGENIERÍA CIVIL	10,793.56	43	1,390
	ETS INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL	26,348.67	69	2,922
	ETSI MINAS Y ENERGÍA	21,835.36	89	1,943
	ETSI INDUSTRIALES E INSTITUTO DE FUSIÓN NUCLEAR	38,223.35	131	5,140
CAMPUS MONTEGANCEDO	ETSI INFORMÁTICOS	21,055.41	76	2,235
	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA Y GENÓMICA DE PLANTAS Y VIVERO DE PLANTAS	7,950.93	2	-
	CENTRO DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA (CTB) Y CENTER FOR OPEN MIDDELEWARE	6,577.01	-	-
	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AEROESPACIAL (CIDA) (a), (d)	1,459.27	-	-
	CENTRO DE APOYO A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (CAIT) Y VIVERO DE EMPRESAS	8,528.02	-	-
	CENTRO DE DOMÓTICA INTEGRAL (CEDINT) Y CENTRO DE SUPERCOMPUTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE MADRID (CESVIMA) (d)	4,910.42	-	-

	MADRID INSTITUTE FOR ADVANCED STUDIES IN SOFTWARE DEVELOPMENT TECHNOLOGIES (IMDEA) (c)	-	-	-
	EDIFICIOS DE SERVICIOS GENERALES	1,823.35	-	-
CAMPUS SUR	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN	17,872.50	55	1,813
	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS INFORMÁTICOS	14,266.23	53	1,687
	ETSI TOPOGRAFÍA, GEODESIA Y CARTOGRAFÍA	8,925.47	33	329
	CENTRO SUPERIOR DE DISEÑO DE MODA DE MADRID	5,027.60	-	-
	INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN DE AUTOMÓVIL (INSIA) (d)	5,320.00	8	-
	CENTRO LÁSER Y CENTRO DE EMPRESAS "LA ARBOLEDA"	4,508.00	-	-
	FACULTAD DE OPTICA (d)	16,377.00	-	-
	EDIFICIOS DE SERVICIOS GENERALES (Polideportivo, biblioteca, inst.comunes) (a)	9,520.08	-	-
CAMPUS TECNOGETAFE	CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS (b)	5,356.50	personal no pertenece a la UPM	
	CENTRO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL (b)	7,066.01		
	CENTRO TECNOLÓGICO DE AERONAÚTICA (b)	1,010.70		
	EDIFICIO DE SERVICIOS GENERALES	2,165.00	-	-
OTRAS INSTALACIONES	ALMACEN VILLAAMIL (d)	617.32	no tienen personal	
	VIVIENDA C/JUAN RAMÓN JIMENEZ (d)	168.00		
	RESIDENCIA LUCAS OLAZABAL	3,499.00		

3.3 Otra información relevante de la organización

- (a) son escuelas o centros que están formados por más de un edificio. los datos de las superficie y población son la suma de los edificios que la componen
- (b) son escuelas que tienen en su límites físicos incluidos centros de investigación. Por tanto, se considera que la UPM también tiene control de las

operaciones que se realizan en ello y se han incluido en la huella de carbono. Pero no se puede calcular la huella de carbono relativa de personas porque no se tienen datos de personal de esos centros.

- (c) centro localizado en Campus Montegancedo pero no pertenece a la UPM, no se calculan sus emisiones de GEI porque no se tiene control sobre las actividades que se realizan en el centro. En caso de calcularse, se tendrían que incorporar al alcance 3
- (d) centros que pertenecen a la UPM pero que no tienen consumos de recursos que produzcan emisiones de GEI representativas o carecemos de las facturas para su cuantificación
- (e) para estimar el número de alumnos del 2016 se hace una media con el numero de alumnos de los cursos 2015/2016-2016/2017
- (f) número de alumnos de titulaciones en proceso de extinción
- (h) son centros de investigación formados varios laboratorios. La UPM tiene reconocida su propiedad pero no controla las operaciones que se realizan en ellos. Por tanto, quedan excluidas de la huella de carbono
- (i) son centros o escuelas que no se puede calcular la huella de carbono relativa de personas porque la gestión no es de la UPM y, por tanto, no se poseen datos del tipo de personal de dichos centros

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	CENTRO ASOCIADO	SUPERFICIE	Nº de personas			
				PAS		ALUMNOS (e)	
				FUNCIONARIOS	LABORAL	2015/2016	2016/2017
CAMPUS CIUDAD UNIVERSITARIA	RECTORADO, EDIFICIO A		17,533.18	432		1,224	597
	ETS ARQUITECTURA		35,033.62	87		5,938	5,735
	ETS EDIFICACIÓN		13,247.16	46		1,879	1,790
						3,629	3,735
	ETSI AERONÁUTICA Y DEL ESPACIO		37,014.28	140		485	348
						148	76
	ETSI AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS		43,505.64	201		2,792	3,015
		ETSI MONTES (f)	16,535.02	68			
	ETSI MONTES, FORESTALES Y DEL MEDIO NATURAL	EUIT FORESTAL (f)	10,298.60	46		1,427	1,509

	ETSI CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	INSTITUO DE CIENCIAS DE LAS EDUCACIÓN (ICE) (b)	42,462.41	100	3,020	2,769	
	ETSI TELECOMUNICACIÓN	INSTITUTO DE SISTEMAS OPTOELECTRÓNICOS Y MICROTECNOLOGÍA E INSTITUTO DE ENERGÍA SOLAR (b)	48,957.35	109	2,935	3,060	
	ETSI NAVALES		14,340.08	52	872	899	
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE (INEF)		13,638.72	46	1,472	1,510	
CAMPUS MADRID CIUDAD	ETS INGENIERÍA CIVIL		10,793.56	43	1,512	1,268	
	ETS INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL		26,348.67	69	2,843	3,000	
	ETSI MINAS Y ENERGÍA		21,835.36	89	1,937	1,949	
	ETSI INDUSTRIALES	INSTITUTO DE FUSIÓN NUCLEAR (b)	38,223.35	131	5,070	5,210	
CAMPUS MONTEGANCEDO	ETSI INFORMÁTICOS		21,055.41	76	2,067	2,403	
	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA Y GENÓMICA DE PLANTAS Y VIVERO DE PLANTAS		7,951	2			
	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AEROSPAIAL (CIDA) (h)	INSITITUTO DE MICROGRAVEDAD "IGNACIO DA RIVA"	1,459.27	-	-	-	-
		CENTRO DE OPERACIONES Y SOPORTE A USUARIOS DE LA ESTACIÓN ESPACIAL INTERNACIONAL(E-USOC)		-	-	-	-
	EDIFICIO SERVICIOS COMUNES	POLIDEPORTIVO	636.88	-	-	-	
INVERNADERO		1,186.47	-	-	-		
	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN		17,872.50	55	1,753	1,873	

CAMPUS SUR	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS INFORMÁTICOS		14,266.23		53	1,477	1,897
	ETSI TOPOGRAFÍA, GEODESIA Y CARTOGRAFÍA		8,925.47		33	333	325
	INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN DE AUTOMÓVIL (INSIA)(d)		5,320.00		8		
	SERVICIOS GENERALES	POLIDEPORTIVO		4,069.00	-	-	-
CAFETERIA Y ZONAS COMUNES			420.00	-	-	-	-
BIBLIOTECA			5,031.08	-	-	-	-
CAMPUS TECNO-GETAFE	CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS (h)	LABORATORIO OFICIAL JOSE MARAI DE MADARIAGA (LOM)	2,728.50	-	-	-	-
		LABORATORIO OFICIAL PARA ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN (LOEMCO)	1,284.00	-	-	-	-
		FUNDACIÓN GÓMEZ PARDO	1,344.00	-	-	-	-
	CENTRO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL (h)	LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTÉCNIA: EDIF. BAJA TENSIÓN, EDIF. VEHÍCULO Y EDIF ALTA TENSIÓN	4,711.00	-	-	-	-
		CENTRO DE TECNOLOGÍA DE SILICIO SOLAR (CENTASIL)	2,355.01	-	-	-	-
	CENTRO TECNOLÓGICO AERONAUTICA (h)	LABORATORIO DE MATERIALES AVANZADOS (LMA)	501.10	-	-	-	-
		LABORATORIO DE ENSAYOS FLUIDODINÁMICOS (LEF)	509.60	-	-	-	-

1. COMBUSTIÓN FIJA

CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	TIPO DE COMBUSTIBLE	CANTIDAD	UNIDADES	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDADES	EMISIONES PARCIALES		EMISIONES TOTALES tn CO2e
							KgCO2eq	tn CO2e	
CAMPUS CIUDAD UNIVERSITARIA	RECTORADO								3,050.33
		Gas natural	290,438.38	kWh	0.202	kgCO2/kWh	58,668.55	58.67	
	ETS ARQUITECTURA	Gas natural	981,159.21	kwh	0.202	kgCO2/kWh	198,194.16	198.19	
	ETS EDIFICACIÓN	Gas natural	301,198.88	kwh	0.202	kgCO2/kWh	60,842.17	60.84	
	ETSI AERONÁUTICA Y DEL ESPACIO (a)	Gas natural	197,067.67	kWh	0.202	kgCO2/kWh	39,807.67	39.81	
	ETSI AGRONÓMICA, ALIMENTACIÓN Y DE BIOSISTEMAS (a)	Gas natural	775,068.30	kWh	0.202	kgCO2/kWh	156,563.80	156.56	
	ETSI MONTES, FORESTALES Y DEL MEDIO NATURAL(a)	Gas natural	574,815.62	kWh	0.202	kgCO2/kWh	116,112.76	116.11	
	ETSI CAMINOS, CANALES Y PUERTOS E INSTITUTO DE CIENCIAS DE LAS EDUCACIÓN (ICE)	Gas natural	1,615,161.00	kWh	0.202	kgCO2/kWh	326,262.52	326.26	
	ETSI TELECOMUNICACIÓN, INSTITUTO DE SISTEMAS OPTOELECTRÓNICOS Y MICROTECNOLOGÍA E INSTITUTO DE ENERGÍA SOLAR	Gas natural	625,999.36	kWh	0.202	kgCO2/kWh	126,451.87	126.45	
	ETSI NAVALES	Gas natural	317,733.63	kWh	0.202	kgCO2/kWh	64,182.19	64.18	
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE (INEF)	Gas natural	757,167.00	kWh	0.202	kgCO2/kWh	152,947.73	152.95		
CAMPUS MADRID CIUDAD	ETS INGENIERÍA CIVIL	Gas natural	158,546.00	kWh	0.202	kgCO2/kWh	32,026.29	32.03	
	ETS INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL	Gas natural	310,828.12	kWh	0.202	kgCO2/kWh	62,787.28	62.79	
	ETS MINAS Y ENERGÍA	Gas natural	742,485.75	kWh	0.202	kgCO2/kWh	149,982.12	149.98	
	ETS INDUSTRIALES E INSTITUTO DE FUSIÓN NUCLEAR	Gasóleo C	7,448.93	l	2.868	kgCO2/l	21,363.54	21.36	
	Gas natural	844,097.71	kWh	0.202	kgCO2/kWh	170,507.74	170.51		
CAMPUS MONTEGANCEDO	ETSI INFORMÁTICOS	Gas natural	39,983.23	kWh	0.202	kgCO2/kWh	8,076.61	8.08	
		Gasóleo C	26,952.38	l	2.868	kgCO2/l	77,299.44	77.30	
	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA Y GENÓMICA DE PLANTAS Y VIVERO DE PLANTAS	Gas natural	2,445,141.00	kWh	0.202	kgCO2/kWh	493,918.48	493.92	
	POLIDEPORTIVO	Gas natural	24,532.32	kWh	0.202	kgCO2/kWh	4,955.53	4.96	
	CENTRO DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA (CTB)	Gas natural	457,060.00	kWh	0.202	kgCO2/kWh	92,326.12	92.33	
	COM	Gas natural	493,181.18	kWh	0.202	kgCO2/kWh	99,622.60	99.62	
	CENTRO DE APOYO A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (CAIT)	Gas natural	61,253.00	kWh	0.202	kgCO2/kWh	12,345.35	12.35	
	LABORATORIO DE CULTIVO DE PLANTAS DEL CAMPUS MONTEGANCEDO	Gas natural	369,526.00	kWh	0.202	kgCO2/kWh	74,644.25	74.64	
CAMPUS SUR	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN	Gas natural	731,774.70	kWh	0.202	kgCO2/kWh	147,486.89	147.49	
	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS INFORMÁTICOS	Gas natural	731,774.70	kWh	0.202	kgCO2/kWh	147,486.89	147.49	
	ETSI TOPOGRAFÍA, GEODESIA Y CARTOGRAFÍA	Gas natural	133,242.52	kWh	0.202	kgCO2/l	26,914.99	26.91	
	INSIA	Gas natural	15,148.40	kWh	0.202	kgCO2/kWh	3,059.98	3.06	
	CENTRO SUPERIOR DE DISEÑO DE MODA DE MADRID	Gas natural	153,503.30	kWh	0.202	kgCO2/kWh	30,938.11	30.94	
	POLIDEPORTIVO	Gas natural	79,368.16	kWh	0.202	kgCO2/kWh	16,032.37	16.03	

1. ELECTRICIDAD

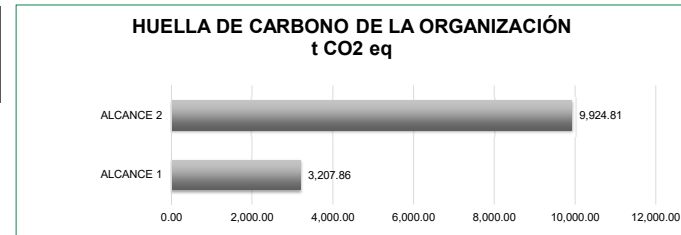
CAMPUS	EDIFICIO/SEDE	COMERCIALIZADORA	CONSUMO	UNIDADES	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDADES	EMISIONES PARCIALES		EMISIONES TOTALES t CO2e
							kgCO2eq	t CO2e	
CAMPUS CIUDAD UNIVERSITARIA	RECTORADO	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA, S.A.	1.180.320.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	342.292.80	342.29	9,924.81
		IBERDROLA CLIENTES S.A.U.	288.545.00	kWh	0.15	kgCO2/kWh	40.281.75	40.28	
		IBERDROLA COMERCIALIZADORA ULTIMO RECURSO S.A.U.	404.00	kWh	0.36	kgCO2/kWh	145.44	0.15	
		GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	65.746.67	kWh	0.29	kgCO2/kWh	19.066.53	19.07	
	ETS ARQUITECTURA	IBERDROLA CLIENTES S.A.U.	556.584.00	kWh	0.15	kgCO2/kWh	83.487.60	83.49	
	ETS EDIFICACIÓN	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	403.827.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	117.109.83	117.11	
	ETSI AERONÁUTICA Y DEL ESPACIO (a)	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	2.053.831.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	595.610.99	595.61	
	ETSI AGRONÓMICA, ALIMENTACIÓN Y DE BIOSISTEMAS (a)	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	1.968.287.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	570.803.23	570.80	
		IBERDROLA CLIENTES S.A.U.	845.607.00	kWh	0.15	kgCO2/kWh	126.841.05	126.84	
	ETSI MONTES, FORESTALES Y DEL MEDIO NATURAL(a)	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	1.213.224.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	351.834.96	351.83	
	ETSI CAMINOS, CANALES Y PUERTOS E INSTITUTO DE CIENCIAS DE LAS EDUCACIÓN (ICE)	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	1.254.576.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	363.827.04	363.83	
	ETSI TELECOMUNICACIÓN, INSTITUTO DE SISTEMAS OPTOELECTRÓNICOS Y MICROTECNOLOGÍA E INSTITUTO DE ENERGÍA SOLAR	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	3.829.578.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	1.110.577.62	1.110.58	
	ETSI NAVALES	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	477.395.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	138.444.55	138.44	
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE (INEF)	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	634.432.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	183.985.28	183.99	
CAMPUS MADRID CIUDAD	ETS INGENIERÍA CIVIL	IBERDROLA CLIENTES S.A.U.	414.883.00	kWh	0.15	kgCO2/kWh	62.232.45	62.23	
	ETS INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	824.835.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	239.202.15	239.20	
	ETSI MINAS Y ENERGÍA	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	951.599.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	275.963.71	275.96	
	ETSI INDUSTRIALES E INSTITUTO DE FUSIÓN NUCLEAR	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	2.703.202.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	783.928.58	783.93	
CAMPUS MONTEGANCEDO	ETSI INFORMÁTICOS	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	1.848.641.81	kWh	0.29	kgCO2/kWh	536.106.12	536.11	
	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA Y GENÓMICA DE PLANTAS Y VIVERO DE PLANTAS	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	4.003.367.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	1.160.976.43	1.160.98	
	General Campus de Montegancedo	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	59.287.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	17.193.23	17.19	
	USOC/CIDA	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	213.474.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	61.907.46	61.91	
	POLIDEPORTIVO	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	4.169.39	kWh	0.29	kgCO2/kWh	1.209.12	1.21	
	CENTRO DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA (CTB) Y CENTER FOR OPEN MIDDLEWARE	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	846.044.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	245.352.76	245.35	
	CENTRO DE APOYO A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (CAIT) Y VIVERO DE EMPRESAS	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	804.126.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	233.196.54	233.20	
	Cesvima-Cedint	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	1.927.311.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	558.920.19	558.92	
	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	536.315.38	kWh	0.29	kgCO2/kWh	155.531.46	155.53	
	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS INFORMÁTICOS	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	549.420.94	kWh	0.29	kgCO2/kWh	159.332.07	159.33	
	CARTOGRAFÍA	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	372.982.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	108.164.78	108.16	
	INSIA	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	481.819.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	139.727.51	139.73	
	CENTRO SUPERIOR DE DISEÑO DE MODA DE MADRID	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	233.087.70	kWh	0.29	kgCO2/kWh	67.595.43	67.60	

CAMPUS SUR	POLIDEPORTIVO	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	183,140.27	kWh	0.29	kgCO2/kWh	53,110.68	53.11
	BIBLIOTECA CAMPUS SUR	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	849,685.00	kWh	0.29	kgCO2/kWh	246,408.65	246.41
	GENERAL CAMPUS SUR	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	149,842.12	kWh	0.29	kgCO2/kWh	43,454.22	43.45
	Centro Laser	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	117,156.45	kWh	0.29	kgCO2/kWh	33,975.37	33.98
	La Arboleda Servicios Generales	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	133,202.50	kWh	0.29	kgCO2/kWh	38,628.73	38.63
	CITSEM	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	85,536.26	kWh	0.29	kgCO2/kWh	24,805.52	24.81
	CITEF	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	108,680.94	kWh	0.29	kgCO2/kWh	31,517.47	31.52
CAMPUS TECNO-GETAFE	GENERAL CAMPUS TECNOGETAFE	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	221,438.91	kWh	0.29	kgCO2/kWh	64,217.28	64.22
	Laboratorios de Materiales Avanzados y Ensayo Fluidomecánicos	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	224,013.95	kWh	0.29	kgCO2/kWh	64,964.05	64.96
	Laboratorio Oficial Salvador de Madariaga (LOM)	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	351,282.04	kWh	0.29	kgCO2/kWh	101,871.79	101.87
	Laboratorio Oficial de ensayos de materiales de construcción (LOEMCO)	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	286,427.81	kWh	0.29	kgCO2/kWh	83,064.06	83.06
	Edificio 4 FGP	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	297,244.70	kWh	0.29	kgCO2/kWh	86,200.96	86.20
	Instituto de Energía Solar. Edificio Silicio	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	112,245.84	kWh	0.29	kgCO2/kWh	32,551.29	32.55
	Laboratorios de Baja Tensión, Vehículos y Alta Tensión	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA	583,431.74	kWh	0.29	kgCO2/kWh	169,195.20	169.20

1. RESULTADO DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA ORGANIZACIÓN

NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (UPM)
AÑO	2016

HUELLA DE CARBONO	ALCANCE 1	3,207.86
	ALCANCE 2	9,924.81
	ABSORCIONES	0

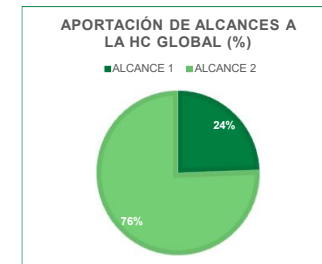
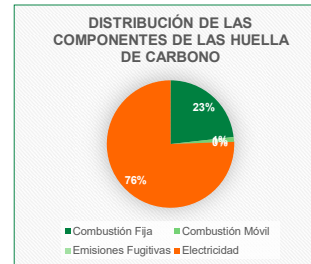
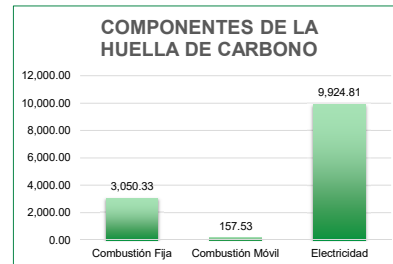


2. RESULTADO DE EMISIONES DE GEI DEL AÑO DE CALCULO

AÑO	2016
-----	------

EMISIONES TOTALES DE GEI	13,132.67	t CO2eq
--------------------------	-----------	---------

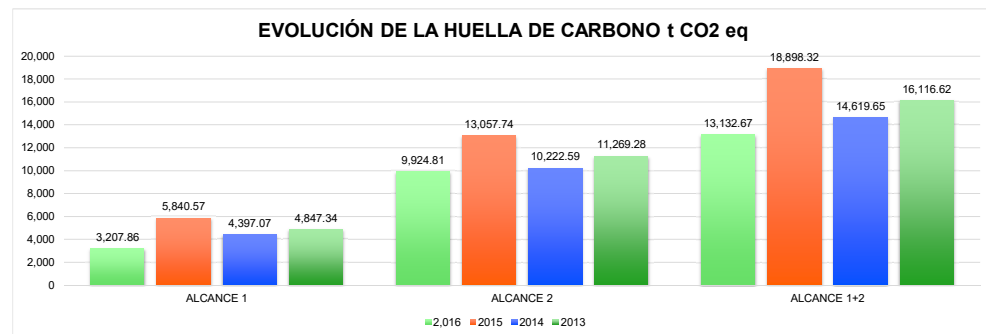
	t CO2eq	%
ALCANCE 1	3,207.86	24.4%
Combustión Fija	3,050.33	23.2%
Combustión Móvil	157.53	1.2%
Emisiones Fugitivas	0	0.0%
ALCANCE 2	9,924.81	75.6%
Electricidad	9,924.81	75.6%
ALCANCE 1 +2	13,132.67	



2. EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI

AÑO	ALCANCE 1	ALCANCE 2	ALCANCE 1+2
2,016	3,207.86	9,924.81	13,132.67
2015	5,840.57	13,057.74	18,898.32
2014	4,397.07	10,222.59	14,619.65
2013	4,847.34	11,269.28	16,116.62

EL AÑO 2013 ES EL AÑO BASE DE CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO



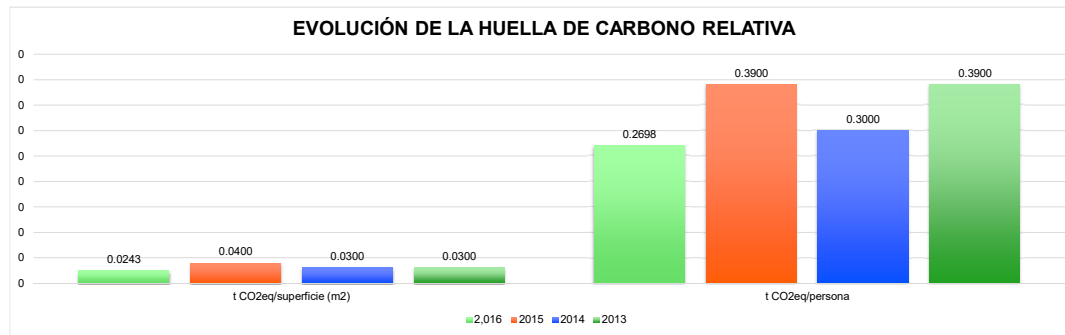
3. RESULTADOS RELATIVOS DE EMISIONES DE GEI Y EVOLUCIÓN

AÑO	2016
SUPERFICIE (m2)	539,486.50

EMISIONES DE GEI RELATIVA	0.024	t CO2eq/superficie (m2)
	0.270	t CO2eq/persona

PERSONAS 48,670

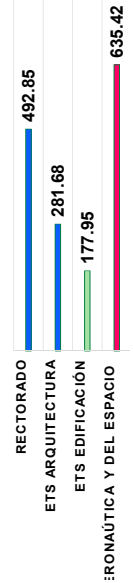
AÑO	t CO2eq/superficie (m2)	t CO2eq/persona
2,016	0.0243	0.2698
2015	0.0400	0.3900
2014	0.0300	0.3000
2013	0.0300	0.3900



4. RESULTADOS RELATIVOS DE LAS ABSORCIONES DE GEI Y EVOLUCIÓN

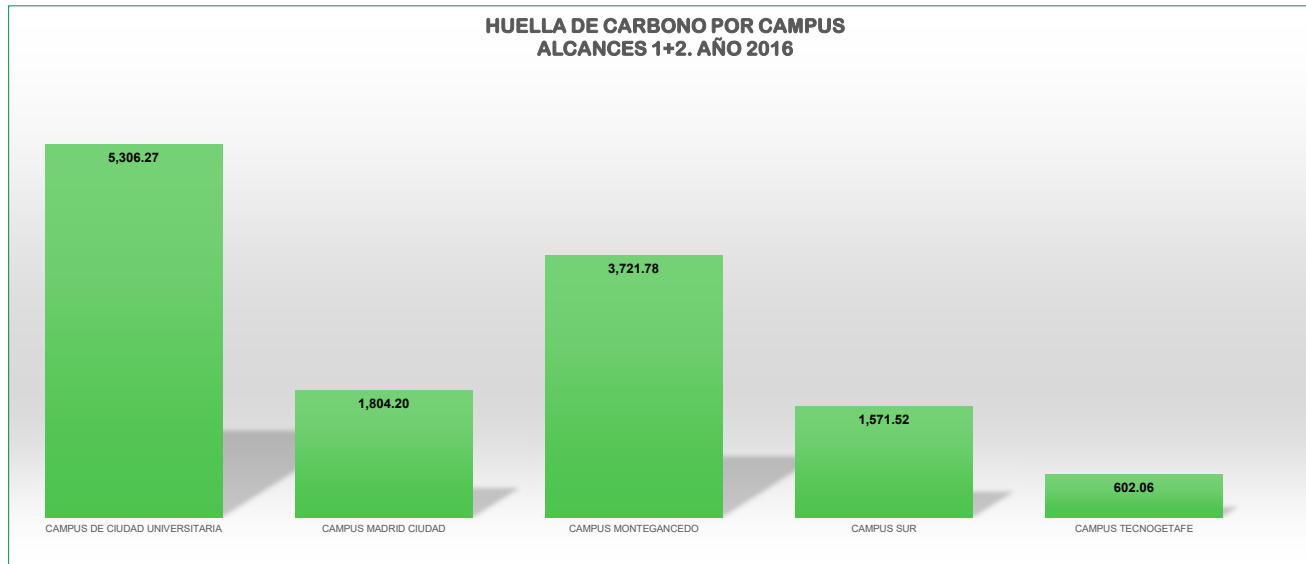
1. RESULTADOS PARCIALES DE EMISIONES DE GEI DEL AÑO DE CALCULO

AÑO		2016				HUELLA DE CARBONO		13,132.67		t CO2eq
CAMPUS	ESCUELA/CENTRO	ALCANCE 1	ALCANCE 2	ALCANCE 1+2	APORTACIÓN DE CADA DE SEDE A LA HC GLOBAL (%)	ALCANCE 1+2 POR CAMPUS	APORTACIÓN HC CAMPUS AL HC GLOBAL	HC RELATIVA 1		
		tn CO2eq	tn CO2eq	tn CO2eq		tn CO2eq		tn CO2eq/superficie (m2)		
CAMPUS DE CIUDAD UNIVERSITARIA	RECTORADO	91.06	401.79	492.85	4%	5,306.27	40%	0.028		
	ETS ARQUITECTURA	198.19	83.49	281.68	2%			0.008		
	ETS EDIFICACIÓN	60.84	117.11	177.95	1%			0.013		
	ETSI AERONÁUTICA Y DEL ESPACIO	39.81	595.61	635.42	5%			0.017		
	ETSI AGRONÓMICA, ALIMENTACIÓN Y DE BIOSISTEMAS	208.35	570.80	779.16	6%			0.018		
	ETSI MONTES, FORESTALES Y DEL MEDIO NATURAL	118.76	351.83	470.59	4%			0.018		
	ETSI CAMINOS, CANALES Y PUERTOS E INSTITUTO DE CIENCIAS DE LAS EDUCACIÓN (ICE)	326.26	363.83	690.09	5%			0.016		
	ETSI TELECOMUNICACIÓN	126.45	1,110.58	1,237.03	9%			0.025		
	ETSI NAVALES	66.12	138.44	204.57	2%			0.014		
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE (INEF)	152.95	183.99	336.93	3%			0.025		
CAMPUS MADRID CIUDAD	ETS INGENIERÍA CIVIL	32.03	62.23	94.26	1%	1,804.20	14%	0.009		
	ETS INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL	62.79	239.20	301.99	2%			0.011		
	ETSI MINAS Y ENERGÍA	155.03	275.96	431.00	3%			0.020		
	ETSI INDUSTRIALES	193.02	783.93	976.95	7%			0.026		
CAMPUS MONTEGANCEDO	ETSI INFORMÁTICOS	120.98	536.11	657.08	5%	3,721.78	28%	0.031		
	CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA Y GENÓMICA DE PLANTAS Y VIVERO DE PLANTAS	493.92	1,160.98	1,654.89	13%			0.208		
	CENTRO DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA (CTB) Y CENTER FOR OPEN MIDDELEWARE	92.33	245.35	337.68	3%			0.051		
	USOC / CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AEROSPAIAL (CIDA)	0.00	61.91	61.91	0%			0.042		
	CENTRO DE APOYO A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (CAIT) Y VIVERO DE EMPRESAS	12.35	233.20	245.54	2%			0.029		
	CENTRO DE DOMÓTICA INTEGRAL (CEDINT) Y CENTRO DE SUPERCOMPUTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE MADRID (CESVIMA)	0.00	558.92	558.92	4%			0.114		
	POLIDEPORTIVO	4.96	1.21	6.16	0%			0.003		
	COM	99.62	0.00	99.62	1%					
	LABORATORIO DE CULTIVO DE PLANTAS DEL CAMPUS MONTEGANCEDO	74.64	0.00	74.64	1%					
	GENERAL CAMPUS MONTEGANCEDO	8.13	17.19	25.32	0%			0.014		
	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN	147.49	155.53	303.02	2%	0.017				
	ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS INFORMÁTICOS	147.49	159.33	306.82	2%	0.022				
	ETSI TOPOGRAFÍA, GEODESIA Y CARTOGRAFÍA	26.91	108.16	135.08	1%	0.015				
	CENTRO SUPERIOR DE DISEÑO DE MODA DE MADRID	30.94	67.60	98.53	1%	0.020				
	INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN DE AUTOMÓVIL (INSIA)	3.06	139.73	142.79	1%	0.027				



CAMPUS SUR		Centro Laser	0.00	33.98	33.98	0%	1,571.52	12%	0.008
		La Arboleda Servicios Generales	0.00	38.63	38.63	0%			0.009
		POLIDEPORTIVO	16.03	53.11	69.14	1%			0.007
		BIBLIOTECA CAMPUS SUR	78.52	246.41	324.93	2%			0.034
		COMUNES ETS INGENIERÍA Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACION E INFORMATICOS	3.00	0.00	3.00	0%			0.000
		CITSEM	0.00	24.81	24.81	0%			
		CITEF	0.00	31.52	31.52	0%			
		GENERAL CAMPUS SUR	15.83	43.45	59.28	0%			0.006
CAMPUS TECNOGETAFE		GENERAL CAMPUS TECNOGETAFE	0.00	64.22	64.22	0%	602.06	5%	0.030
	CENTRO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA	Laboratorios de Materiales Avanzados y Ensayo Fluidomecánicos	0.00	64.96	64.96	0%			0.064
	CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS	Laboratorio Oficial Salvador de Madariaga (LOM)	0.00	101.87	101.87	1%			0.019
		Laboratorio Oficial de ensayos de materiales de construcción (LOEMCO)	0.00	83.06	83.06	1%			0.016
		Edificio 4 FGP	0.00	86.20	86.20	1%			
	CENTRO TECNOLÓGICO DE INDUSTRIAL	Instituto de Energía Solar, Edificio Silicio	0.00	32.55	32.55	0%			0.005
		Laboratorios de Baja Tensión, Vehiculos y Alta Tensión	0.00	169.20	169.20	1%			0.024

2.EVOLUCIÓN DE RESULTADOS PARCIALES DE EMISIONES DE GEI (solo si aporta información relevante para la organización)



INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA UNIVERSIDAD CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA UPM 2016

INDICATORS OF SUSTAINABILITY AT UNIVERSITY QUANTIFICATION OF THE CARBON FOOTPRINT OF THE UPM 2016

Máster en Ingeniería de Montes

Departamento: Sistemas y Recursos Naturales

Autor: Jonathan Paul Ortiz Cando. [jonathan.ortiz.cando@alumnos.upm.es]

Directores: D. Agustín Rubio Sánchez. [agustin.rubio@upm.es]

Dña. Ana Rodríguez Olalla. [ana.rolalla@gmail.com]



INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los mayores y más importantes desafíos de nuestro tiempo .

Las emisiones globales de GEI por efecto de actividades humanas se han incrementado; desde la era preindustrial; en un 70% entre 1970 y 2004 (IPCC, 2007).



Para contribuir a mitigar los efectos del cambio climático la UPM esta desarrollando una estrategia de sostenibilidad para convertir a la universidad en líder en la búsqueda de soluciones para abordar los principales retos ambientales y sociales.

Este Proyecto forma parte del Proyecto "Responsables, Sostenibles, Universitarios RES2+U" que busca Contribuir al Cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la UPM.

OBJETIVOS

- Calcular la Huella de Carbono de la UPM para el año 2016.
- Identificar oportunidades para optimizar recursos y ahorrar en costes .
- Valorar los impactos que genera la UPM sobre el medio ambiente por el desarrollo de sus actividades: docencia, investigación y gestión.
- Promover la concienciación de los miembros que forman parte de la comunidad universitaria.



PROCESO METODOLÓGICO

INFORMACIÓN

CONSUMOS



NÚMERO DE PERSONAS

- PDI
- PAS
- Alumnos



SUPERFICIE

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA UPM

Escuelas/Centros agrupadas en CAMPUS UNIVERSITARIOS

- ◇ Campus Ciudad Universitaria
- ◇ Campus Madrid- Ciudad
- ◇ Campus Sur
- ◇ Campus Tecno-Getafe
- ◇ Campus Montegancedo

CLASIFICACIÓN DE DATOS EN FUNCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA UPM

- Identificación y clasificación de los datos de consumo de cada Escuela/Centro asociado a un Campus de la UPM.
- Clasificación de los datos de consumo por alcances:
 - Alcance 1
 - Alcance 2

HUELLA DE CARBONO DE LA UPM 2016

Una vez definidos los límites físicos, organizativos y socioeconómicos de la organización, se procede a la consolidación de las emisiones de GEI mediante el **enfoque de control operacional**.

$$\text{Emisiones (Kg CO}_2\text{)} = \text{Consumos (un)} \times \text{Factor de emisión (Kg CO}_2\text{/un)}$$

Donde (un), indica las unidades de cada consumo considerado .

RESULTADOS DE LAS EMISIONES DE GEI UPM 2016

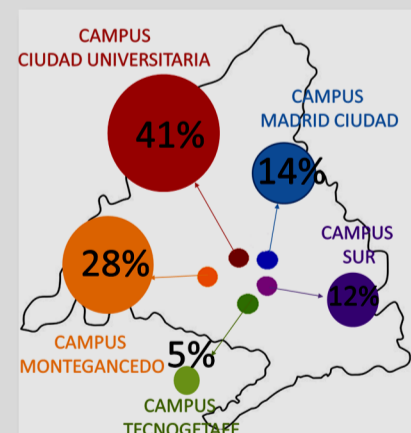
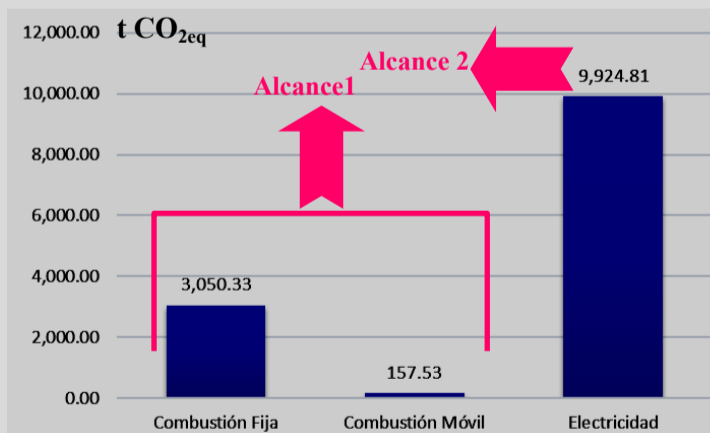
HUELLA DE CARBONO UPM 2016

El resultado total de la huella de carbono de UPM en el año 2016 es de:

13.132,59 tCO₂eq



HUELLA DE CARBONO UPM 2016 POR ALCANCES Y APORTACIÓN POR CAMPUS

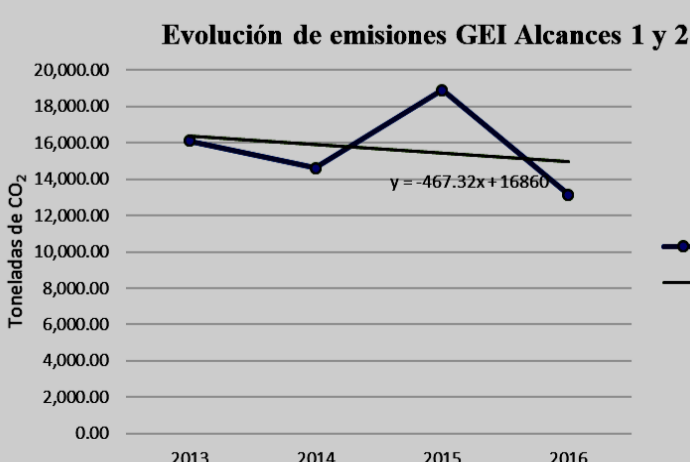


HC UPM relativa

0,269 t CO₂eq/ persona

0,0243 t CO₂eq/ m²

EVOLUCIÓN HC UPM 2013-2016



PROPUESTAS REDUCCIÓN

- Adhesión a Plataformas de Compromiso de Acción Climática.
- Cambio de suministrador de energía eléctrica.
- Plan de movilidad sostenible.
- Implantación de un Sistema de Información Energética.
- Estudios de eficiencia energética.
- Creación de cubiertas verdes en los edificios.



CONCLUSIONES

Para el año 2016 las emisiones de la UPM de los alcances 1 y 2 han sufrido un **descenso significativo** en relación al año base 2013 .

En el año 2016 la UPM ha reducido sus emisiones respecto al año base en **18,51 %**.

El año 2016 ha logrado la mayor reducción global de las emisiones con respecto a los años anteriores de **2.983,95 tCO₂ equivalente**.

Efectividad de las medidas de reducción aplicadas en la UPM.

Se están en condiciones para llevar a cabo la solicitud del **Sello Calculo-Reduzco** del MAPA.