



Informe sobre la efectividad de las Acciones Dirigidas

Análisis de la Reducción de las
Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
durante 2019

Junio 2020

NOTA ACLARATORIA PREVIA.

En la evaluación general de Gases de Efecto Invernadero correspondiente a 2019 se han aplicado un conjunto de Factores de Emisión reportados por DEFRA (Department of Environment, Food & Rural affairs. UK Government) por considerarse más adecuados y en consonancia con sus equivalentes fijados por el MITECO. Esto hace que haya alguna variación de cierta significancia en los Factores de Emisión de Combustiones en fuentes móviles (vehículos).

I.- ACCIONES DIRIGIDAS EN MCP/SCPSA DURANTE 2019 PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

A lo largo del ejercicio de 2019 por parte de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona/SCPSA se desarrollaron, de forma específica, **seis Acciones Dirigidas** para la Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero derivados de la propia actividad de esta organización.

Estas seis Acciones Dirigidas inciden directamente en los principales focos de Emisiones GEI de MCP/SCPSA y, por tanto, se consideran relevantes por su aportación a la reducción de emisiones con una perspectiva consolidada y de largo plazo.

Se trata de:

- 1) Compra **de ENERGÍA ELÉCTRICA 'VERDE'**. Con Certificados de Origen Renovable.
En suministros a MCP/SCSA. **Alcance 2.**
- 2) Compra **de ENERGÍA ELÉCTRICA 'VERDE'**. Con Certificados de Origen Renovable.
En suministros a empresas contratistas de MCP/SCPSA. **Alcance 3.**
- 3) Incorporación de **AUTOBUSES HÍBRIDOS** en la flota de Transporte Urbano Comarcal.
Alcance 3
- 4) Incorporación de **AUTOBUSES ELÉCTRICOS** en la flota de Transporte Urbano Comarcal. **Alcance 3**
- 5) Incorporación de **VEHÍCULOS ELÉCTRICOS** en la Flota Propia de SCPSA. **Alcance 1**
- 6) Continuidad en la reducción del vertido de Materia Orgánica. **Alcance 1**
 - A) el **COMPOSTAJE DOMÉSTICO y COMUNITARIO** y
 - B) la **RECOGIDA SEPARADA DE MATERIA ORGÁNICA** de los Residuos Urbanos a través del 5º Contenedor, y su posterior tratamiento.

II.- DESARROLLO DE LAS ACCIONES DIRIGIDAS EN 2019

COMPRA DE ENERGÍA ELÉCTRICA 'VERDE'

MCP/SCPSA, a pesar de su elevada actividad de generadora de energía eléctrica renovable (hidroelectricidad y biogás), tiene también un alto nivel de compra de energía eléctrica a la red. En total durante 2019 fueron **8.923.517 kWh**, adquiridos tanto de forma directa (Alcance 2 = 7.417.739 kWh), como por las empresas subcontratadas (Alcance 3 = 1.505.778 kWh).

año 2019	ENERGIA ELÉCTRICA COMPRADA (kWh)		
	TOTAL	"VERDE"	%
TOTAL	8.923.517	8.640.175	96,8
ALCANCE 2 MCP/SCPSA	7.417.739	7.353.744	99,1
ALCANCE 3 Emp. Contratadas	1.505.778	1.286.431	85,4

1. Compra de ENERGÍA ELÉCTRICA 'VERDE'. Con Certificados de Origen Renovable. En suministros a MCP/SCSA. Alcance 2.

Hasta el año 2015 dicha energía eléctrica se adquiría por SCPSA sin requisitos medioambientales. Tomando como referencia el año 2015 la compra de energía eléctrica fue de 9.796.765 kWh (Alcances 2 y 3) y sus Emisiones GEI fueron 3.376,5 tCO₂eq, lo que representó un 6,16% del total de Emisiones GEI de MCP/SCPSA.

A partir del año 2016 la principal compañía de suministro de energía eléctrica a MCP/SCPSA en cada ejercicio ha pasado a certificar que la totalidad de su suministro eléctrico a MCP/SCPSA tuvo un origen de generación de fuentes 100% renovables.

Durante el año 2019 la compañía AURA y EDP han suministrado a MCP/SCPSA un total de 7.353.744 kWh, esto representa el 99,1% del total de energía eléctrica comprada directamente por MCP/SCPSA (Alcance 2).

2. Compra de ENERGÍA ELÉCTRICA 'VERDE'. Con Certificados de Origen Renovable. En suministros a empresas contratistas de MCP/SCPSA. Alcance 3.

Por otro lado, las empresas contratistas (Alcance 3), a instancias de MCP/SCPSA, han seguido haciendo un esfuerzo en 2019 en este sentido.

En total, 1.286.431 kWh de energía eléctrica con COR en este Alcance 3, lo que supone un 85,4% de la energía eléctrica de dicho Alcance (un 26% neto más que el año anterior).

Dado que el Factor de Emisión del suministro de energía eléctrica con Certificado de Origen Renovable COR o con contrato con compromiso de suministro "energía verde" es 0,0 frente al del mix eléctrico nacional que, para 2019, es de 0,31 kgCO₂eq/kWh, la reducción de Emisiones GEI en MCP/SCPSA por esta Acción Dirigida asciende en 2019 a:

$8.640.175 \text{ kWh} \times 0,31 \text{ kgCO}_2\text{eq/kWh} = 2.678.454 \text{ kg de CO}_2\text{eq}$, es decir, **2.678,5 tCO₂eq**.

3.- INCORPORACIÓN DE AUTOBUSES HÍBRIDOS EN EL TUC

Según los datos de evaluación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero correspondientes a 2019 las emisiones generadas por la flota de Autobuses de la Red de Transporte Urbano de la Comarca de Pamplona ascendieron a **13.398,45** toneladas de CO₂eq, lo que vino a suponer el 28,3% del total de Emisiones GEI de MCP/SCPSA para ese año.

Con fecha 30 de octubre de 2014 la Asamblea de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona aprobó su primer Plan de Introducción de Energías Menos Contaminantes en el TUC con objeto de irlo aplicando paulatinamente a la renovación de la flota de autobuses urbanos.

Este Plan de Introducción de Energías Menos Contaminantes tenía como uno de sus principales argumentos la reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero mediante la incorporación de autobuses con motor híbrido de forma que, a través de la reducción neta de consumo de combustible-gasoil, se redujesen de forma proporcional las emisiones.

Coincidiendo con la incorporación de los primeros autobuses con motor híbrido, en el mes de agosto de 2015, se puso en marcha un sistema de evaluación de sus consumos para realizar una comparativa, lo más exacta posible, respecto de aquellos otros autobuses que se incorporaron con motor de gasoil 100%.

El objetivo de este seguimiento es, precisamente, evaluar el ahorro neto de combustible-gasoil por cada kilómetro recorrido y, en base a ello, proceder a calcular la reducción de Emisiones GEI que implica esta iniciativa.

Este seguimiento de evolución de la flota de autobuses híbridos y de reducción de consumos asociado se resume en el siguiente cuadro, de donde se desprende que durante el año 2019 se alcanzó un ahorro neto de combustible-gasoil, respecto de la situación comparada con autobuses similares 100% de gasoil, de **233.824** litros, a través de la operación de 40 autobuses híbridos (un 28% de la flota TUC).

MOTOR	AUTOBUSES DE 12 m. DATOS DE OPERACIÓN ANUAL								
	AÑO DE INCORPORACIÓN	2016		2017		2018		2019	
		Nº	l/100km	Nº	l/100km	Nº	l/100km	Nº	l/100km
100% GASOIL	2015	5	51,4	5	53,4	5	53,0	5	52,2
	2016	5	46,7	5	50,4	5	48,9	5	49,7
TOTAL GASOIL		10	50,0	10	52,0	10	50,9	10	50,9
HÍBRIDOS	2015	4	38,6	4	43,1	4	42,3	4	42,0
	2016	5	40,9	5	44,7	5	48,9	5	47,2
	2017			6	35,8	6	36,2	6	37,8
	2018					4	43,8	4	41,5
	2019*							2	37,1
TOTAL HÍBRIDOS		9	39,2	15	41,8	19	40,0	21	41,4
AHORRO GASOIL	%	21,5%		19,5%		21,5%		18,6%	
	litros/año	35.608		75.842		121.373		114.769	

*Los 2 autobuses incorporados en 2019 son de 10 m.

MOTOR	AUTOBUSES DE 18 m. DATOS DE OPERACIÓN ANUAL								
	AÑO DE INCORPORACIÓN	2016		2017		2018		2019	
		Nº	l/100km	Nº	l/100km	Nº	l/100km	Nº	l/100km
100% GASOIL	2016			9	66,5	9	63,4	9	64,2
TOTAL GASOIL				9	66,5	9	63,4	9	64,2
HÍBRIDOS	2017			6	48,5	6	49,1	6	48,5
	2018					8	55,3	8	56,4
	2019*							5	52,8
TOTAL HÍBRIDOS				6		14	50,7	19	53,7
AHORRO GASOIL	%	n.a.		27,0%		20,1%		16,3%	
	litros/año	n.a.		36.940		74.020		119.054	

TOTAL AHORRO GASOIL litros/año	ANUAL	35.608	112.782	195.393	233.824
	ACUMULADO	35.608	148.390	343.783	577.607

Teniendo en cuenta que el Factor de Emisión del Gasoil (móvil) es de 2,59411 kgCO₂eq por litro de gasoil consumido, el total de la **reducción de Emisiones de GEI en 2019** fue de 606.565 kgCO₂eq, es decir, **606,6 tCO₂eq.** (reducción del 4,5% de emisiones del TUC).

4.- INCORPORACIÓN DE AUTOBUSES ELÉCTRICOS EN EL TUC

Como un paso más en la incorporación de vehículos menos contaminantes en la flota del Transporte Urbano Comarcal, en el mes de marzo de 2019 se incorporaron **6 Autobuses 100% Eléctricos** (con motor térmico de respaldo) alimentados mediante Carga de Oportunidad a partir de 2 Pantógrafos ubicados respectivamente en las cabeceras de la Línea. Dado que se trata de una iniciativa experimental estos autobuses cuentan con un motor térmico de respaldo accionado por gasoil; su misión es dar garantía de operación ante posibles fallos del sistema eléctrico o descargas excesivas de las baterías embarcadas; no obstante, su uso debe ser residual (por debajo del 10% del tiempo de operación)

Estos 6 autobuses fueron consecuencia del Convenio firmado entre el Gobierno de Navarra y la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona en el año 2018, para respaldar económicamente este Proyecto e impulsar la movilidad eléctrica.

Igualmente, esta iniciativa fue incluida en el Proyecto europeo H2020 STARDUST.

Los 6 Autobuses eléctricos de 12m. entraron en servicio el 22 de marzo de 2019, y sus prestaciones están todavía sujetas a una evaluación en detalle a partir de los diversos datos de consumos, recorridos y prestaciones de la línea.

Hay que estacar que la energía eléctrica suministrada a través de la compañía Endesa cuenta con contrato con compromiso de suministro "energía verde" y 0 emisiones.

No obstante, a los efectos de Acciones Dirigidas durante 2019 se cuenta con una información precisa para determinar los efectos positivos de su impacto.

El periodo de control se ha iniciado el día 1 de abril de 2019, por lo que hasta el 31 de diciembre de 2019 han realizado sus primeros 9 meses de operación. Durante este periodo los datos más relevantes para el conjunto de los 6 autobuses eléctricos y sus 2 pantógrafos de recarga han sido:

- Distancia recorrida = 220.864 kms
- Energía eléctrica consumida (facturación en pantógrafos) = 317.553 kWh
- Gasoil consumido, operando puntualmente el motor térmico de apoyo= 17.779 litros

Por tanto, la evaluación de reducción de Emisiones GEI por estos 6 autobuses debe ser comparada con el caso de que estos vehículos hubiesen sido con motor híbrido-gasoil y un consumo medio de 41,44 litros/100 km.

a) Emisiones de los 6 autobuses eléctricos durante 2019

Por energía eléctrica= 0 tCO₂eq

Por gasoil= 17.779 litros x 2,59411 kgCO₂eq = 46.121 kgCO₂eq = 46,1 tCO₂eq

b) Comparación de Emisiones si hubiesen sido híbridos-gasoil

Por gasoil 220.864 km x 41,4 l/100km = 91.528 litros x 2,59411 = 237.433 kgCO₂eq = 237,4 tCo₂eq

Reducción de Emisiones GEI por 6 autobuses eléctricos (9 meses de operación)

$$237,4 \text{ tCO}_2\text{eq} - 46,1 \text{ tCO}_2\text{eq} = \mathbf{191,3 \text{ tCO}_2\text{eq}}$$

5.- INCORPORACIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS A LA FLOTA DE SCPSA.

El Consejo de Administración de SCPSA aprobó, en su sesión de 29 de agosto de 2017, el PLAN DE FLOTA ELÉCTRICA y DE COMBUSTIBLES MENOS CONTAMINANTES EN LOS VEHÍCULOS E SCPSA.

Este Acuerdo, suponía el compromiso de SCPSA para acometer la renovación de la totalidad de sus 'vehículos ligeros' (70 sobre un total de 106) en base a Vehículos Eléctricos 100%. Además, el resto de 'vehículos medios' (27) y 'vehículos pesados' (9), junto con las nuevas incorporaciones, se renovarían con combustibles menos contaminantes, según la tecnología disponible en cada momento, iniciándose con la introducción del GNC.

Fruto de este PLAN, en 2017 se incorporaron los primeros 5 Vehículos 100% Eléctricos en SCPSA. Durante 2018 se adquirieron otros 7 vehículos eléctricos, aunque debido al retraso de la convocatoria nacional/autonómica del Plan MOVELE no entraron en servicio hasta 2019. Por su parte, dentro del propio ejercicio 2019 se incorporaron otros 7 vehículos eléctricos. Por su parte, como la totalidad de la energía eléctrica consumida por dichos vehículos cuenta con Certificados de Origen Renovable por alimentarse de contratos de SCPSA, las emisiones de su consumo eléctrico/circulación son de 0,0 kgCO₂eq/km.

A continuación, se recoge la tabla con los vehículos, sus kilometrajes y consumos en 2019.

VEHÍCULOS 100% ELÉCTRICOS SCPSA SERVICIO EN 2019									
INCORPORADOS EN	Nº	MATRÍCULA	MARCA	MODELO	FECHA DE MATRICULACIÓN	Kms. 2019	kWh 2019	kWh/km	
1	2017	102	2198JZN	Citröen	C-Zero (Tipo I)	31/05/2017	4.623,00	748,64	0,16
2		103	4377KDF	Nissan	e-NV200 (Tipo I)	26/09/2017	7.397,00	1.315,62	0,18
3		104	4379KDF	Nissan	LEAF 30kWh (Tipo I)	26/09/2017	4.924,00	1.408,63	0,29
4		105	4381KDF	Nissan	e-NV200 (Tipo I)	26/09/2017	2.021,00	462,54	0,23
5		106	4383KDF	Nissan	e-NV200 (Tipo I)	26/09/2017	5.976,00	2.360,89	0,40
6	2018 (2019)	107	7847-KSY	Renault	ZOE Life 40kWh	18/01/2019	5.010,00	1.371,27	0,27
7		108	7865-KSY	Renault	ZOE Life 40kWh	18/01/2019	8.150,00	962,42	0,12
8		109	7993-KSY	Renault	ZOE Life 40kWh	18/01/2019	4.446,00	726,94	0,16
9		110	8009-KSY	Renault	ZOE Life 40kWh	18/01/2019	9.117,00	249,46	0,03
10		111	8017-KSY	Renault	ZOE Life 40kWh	18/01/2019	2.655,00	2.073,52	0,78
11		112	2711-KTT	Renault	Kangoo Express Z.E.	21/02/2019	5.254,00	137,76	0,03
12		113	2726-KTT	Renault	Kangoo Express Z.E.	21/02/2019	7.802,00	1.265,90	0,16
13	2019	114	7906-LCC	Nissan	LEAF 40kWh (Tipo I)	29/10/2019	N/D	21,37	N/D
14		115	7586-LCC	Nissan	e-NV200 (Tipo I)	29/10/2019	157,00	113,85	0,73
15		116	7975-LCC	Nissan	e-NV200 (Tipo I)	29/10/2019	232,00	92,10	0,40
16		117	8075-LCC	Nissan	LEAF 40kWh (Tipo I)	29/10/2019	471,00	69,97	0,15
17		118	8076-LCC	Nissan	LEAF 40kWh (Tipo I)	29/10/2019	379,00	118,04	0,31
18		119	8078-LCC	Nissan	LEAF 40kWh (Tipo I)	29/10/2019	0,00	0,00	0,00
19		120	8079-LCC	Nissan	LEAF 40kWh (Tipo I)	29/10/2019	460,00	50,24	0,11
TOTAL						69.074,0	13.549,2	0,20	

Comparando esta situación con la precedente, en cuyo caso estos 19 vehículos hubiesen sido accionados con Gasolina, podemos calcular la Reducción de Emisiones durante 2019 por esta iniciativa.

Según los datos de consumos medios en 2019 de los vehículos ligeros de SCPSA, estos consumieron 9,52 litros/gasolina cada 100 km.

Por tanto, la reducción de Emisiones es la siguiente.

$$69.074 \text{ km} \times 9,52/100 = 6.575,84 \text{ litros gasolina} \times 2,20904 \text{ kgCO}_{2\text{eq}}/\text{litro} = 14.526 \text{ kgCO}_{2\text{eq}} \\ = \mathbf{14,52 \text{ tCO}_{2\text{eq}}}$$

REDUCCIÓN DEL VERTIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN EL CTRU DE GONGORA

La quinta y sexta Acciones Dirigidas por MCP/SCPSA durante 2019 con vistas a la reducción de Emisiones de GEI han sido las relativas a la reducción de materia orgánica vertida sin tratamiento en el CTRUI de Góngora. Ambas iniciativas van directamente a la raíz de la principal fuente de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de MCP/SCPSA que son las que se generan en el vertedero de residuos.

Los datos para ambas actividades desde el año 2013 (primer año de cálculo de la Huella de Carbono en MCP/SCPSA) son los siguientes:

TOTAL MATERIA ORGÁNICA NO-VERTIDA (Destino: Compostaje Doméstico y Comunitario y 5º Contenedor). Tonledas/año								
SISTEMA DE SEPARACIÓN y TRATAMIENTO	AÑOS	1	2	3	4	5	6	7
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
A COMPOSTAJE DOMÉSTICO y COMUNITARIO	TOTAL	1.523	1.699	1.760	2.110	2.812	3.092	3.033
	Fracción VERDE	999	1.079	1.103	1.206	1.636	1.734	1.708
	MATERIA ORGÁNICA COMPOSTA D&C	524	620	657	904	1.176	1.358	1.325
A 5º CONTENEDOR	CON DESTINO A COMPOSTAJE						4.130	6.162
	CON DESTINO A DIGESTIÓN ANAEROBIA	86	1.028	4.621	7.565	7.516	4.182	3.205
	MATERIA ORGÁNICA 5º CONTENEDOR	86	1.028	4.621	7.565	7.516	8.312	9.367
TOTAL MATERIA ORGÁNICA NO-VERTIDA		610	1.648	5.278	8.469	8.692	9.670	10.692

6.- COMPOSTAJE DOMÉSTICO Y COMUNITARIO DE LA MATERIA ORGÁNICA

El Compostaje Doméstico y Comunitario lleva su propio desarrollo, se inició en el año 2006 y en el año 2019 se realizó la 13ª Campaña de Compostaje Doméstico. Hay que señalar que una parte de los residuos derivados hacia el Compostaje Doméstico y Comunitario se corresponde con fracción verde (fundamentalmente césped, podas y restos de los jardines privados) que no computan como materia orgánica no vertida. Este valor se obtiene mediante la caracterización de los residuos depositados en una muestra de los compostadores ubicados en la Comarca de Pamplona

7.- RECOGIDA DE M.O. SEPARADA EN ORIGEN (5º CONTENEDOR).

La implantación del 5º Contenedor para la separación de la materia orgánica en origen se inició en el año 2013, habiéndose alcanzado el despliegue total en 2016, alcanzando a más de un 90% de la población.

Durante el año 2019 un 65,8% de la Materia Orgánica recogida a través del 5º Contenedor se ha derivado a un tratamiento exclusivo de Compostaje (instalaciones de

Artajona), mientras que el 34,2% restante se ha seguido derivando hacia un tratamiento de Digestión Anaerobia (instalaciones de Caparroso).

A.- CÁLCULO DE REDUCCIÓN DE EMISIONES EN EL VERTEDERO

A.1.- Generación de Biogás, Emisiones y Captación del biogás

Los criterios de cálculo del total de emisiones fugitivas del Vertedero de Góngora se realizan a partir del total del biogás captado, suponiendo que éste representa el 75% (según norma US-EPA-1998, vigente) del total del biogás generado en el Vertedero. Por tanto, se considera fugado a la atmósfera un 25% de dicho biogás.

De dicho biogás fugado solo computa a efectos de Emisiones GEI la parte correspondiente al gas metano CH₄, que en 2019 representó un 55,0% del biogás; el resto de gases que componen el biogás del vertedero se consideran o bien de origen biogénico, principalmente el CO₂, o gases sin impacto GEI.

El biogás captado se destina, en buena medida a su quemado en motores para generación de energía eléctrica, por lo que también se generan otras Emisiones localizadas de CH₄ derivadas de la propia ineficacia de dichas combustiones.

Por último, una pequeña parte se combustiona en Antorchas, con sus correspondientes Emisiones.

Como es conocido, la generación de biogás en un vertedero puede atribuirse en su mayor parte a la descomposición de la materia orgánica vertida que desarrolla un prolongado proceso de descomposición, fundamentalmente anaeróbica, a lo largo de un periodo de entre 20 y 30 años. La presencia de los gases componentes de dicho biogás (CH₄, N₂, O₂, H₂, CO₂) varía a lo largo de dicho periodo de descomposición.

MCP/SCPSA ha desarrollado un modelo-matemático experimental, basado en la bibliografía existente, y que resulta con una correlación bastante ajustada entre las emisiones ya registradas a lo largo de los últimos años en el Vertedero del CTRU de Gongora y los resultados proporcionados por el Modelo.

Dicho Modelo se basa en las siguientes estimaciones:

- a) Una generación de Biogás, a lo largo de 30 años, de 227,3 Nm³ por cada tonelada de Materia orgánica vertida.
- b) Una presencia media del metano en el biogás a lo largo del periodo del 55%.
- c) Una generación del 65% del Biogás en los primeros 10 años, del 30% en los segundos 10 años y del 5% en los últimos 10 años (otras estimaciones fijan este reparto en el 60/35/5).

d) Por cada tonelada de Materia orgánica vertida se generan unos 125 Nm³ de metano CH₄ a lo largo de 30 años,

A partir de dicho modelo se construye la siguiente Tabla de Generación de Biogás a lo largo de 30 años por cada tonelada de materia orgánica vertida, y su Captación anual (75%), así como la parte correspondiente de Biogás fugado (25%). También el Modelo calcula el CH₄ fugado por la ineficacia de los sistemas de combustión en Motores de generación de electricidad y en las Antorchas, que se corresponde con porcentaje del Biogás captado.

MODELO TEÓRICO DE EVOLUCIÓN DE EMISIONES DE METANO-CH ₄ A LO LARGO DE 30 AÑOS POR CADA TONELADA DE MATERIA ORGÁNICA VERTIDA									
CONSIDERANDO UNA GENERACIÓN DE Nm ³ de CH ₄ POR TONELADA DE M.O. VERTIDA DE 125,0					CON UN CONTENIDO EN DE CH ₄ EN EL BIOGÁS DEL 55,0%				
AÑO	EVOLUCIÓN ANUAL DE LA GENERACIÓN DE BIOGÁS	BIOGÁS (Nm ³) GENERADO POR CADA tonelada DE M. O.	BIOGÁS (Nm ³) CAPTADO EN VERTEDERO	BIOGÁS (Nm ³) FUGADO EN VERTEDERO	EVOLUCIÓN ANUAL DE LA GENERACIÓN DE METANO CH ₄	METANO CH ₄ (Nm ³) GENERADO POR CADA tonelada DE M. O.	BIOGÁS (Nm ³) CAPTADO EN VERTEDERO	BIOGÁS (Nm ³) FUGADO EN VERTEDERO	METANO CH ₄ (Nm ³) FUGADO POR INEFICACIA COMBUSTIÓN
			75,0%	25,0%			75,0%	25,0%	
1	2,17%	4,92	3,69	1,23	0,20%	0,25	0,18	0,06	0,01
2	3,90%	8,86	6,65	2,22	2,94%	3,67	2,75	0,92	0,08
3	4,82%	10,96	8,22	2,74	4,41%	5,52	4,14	1,38	0,12
4	5,74%	13,05	9,79	3,26	5,57%	6,96	5,22	1,74	0,15
5	6,66%	15,14	11,36	3,79	6,84%	8,55	6,41	2,14	0,18
6	7,58%	17,23	12,93	4,31	8,01%	10,02	7,51	2,50	0,21
7	8,13%	18,47	13,85	4,62	8,73%	10,92	8,19	2,73	0,23
8	8,99%	20,44	15,33	5,11	9,70%	12,12	9,09	3,03	0,25
9	8,88%	20,19	15,14	5,05	9,58%	11,98	8,98	2,99	0,25
10	8,13%	18,47	13,85	4,62	8,76%	10,96	8,22	2,74	0,23
11	5,13%	11,66	8,75	2,92	5,50%	6,88	5,16	1,72	0,14
12	4,66%	10,59	7,94	2,65	4,99%	6,23	4,68	1,56	0,13
13	4,18%	9,51	7,13	2,38	4,45%	5,57	4,18	1,39	0,12
14	3,71%	8,43	6,32	2,11	3,92%	4,90	3,68	1,23	0,10
15	3,24%	7,36	5,52	1,84	3,38%	4,23	3,17	1,06	0,09
16	2,76%	6,28	4,71	1,57	2,84%	3,55	2,66	0,89	0,07
17	2,29%	5,20	3,90	1,30	2,33%	2,91	2,18	0,73	0,06
18	1,82%	4,13	3,10	1,03	1,82%	2,28	1,71	0,57	0,05
19	1,34%	3,05	2,29	0,76	1,32%	1,65	1,24	0,41	0,03
20	0,87%	1,97	1,48	0,49	0,83%	1,04	0,78	0,26	0,02
21	0,69%	1,58	1,18	0,39	0,64%	0,80	0,60	0,20	0,02
22	0,65%	1,48	1,11	0,37	0,58%	0,73	0,55	0,18	0,02
23	0,61%	1,38	1,04	0,35	0,53%	0,66	0,50	0,17	0,01
24	0,56%	1,28	0,96	0,32	0,47%	0,59	0,44	0,15	0,01
25	0,52%	1,19	0,89	0,30	0,41%	0,52	0,39	0,13	0,01
26	0,48%	1,09	0,82	0,27	0,36%	0,45	0,34	0,11	0,01
27	0,44%	0,99	0,74	0,25	0,30%	0,37	0,28	0,09	0,01
28	0,39%	0,89	0,67	0,22	0,24%	0,30	0,23	0,08	0,01
29	0,35%	0,79	0,59	0,20	0,19%	0,23	0,17	0,06	0,00
30	0,31%	0,69	0,52	0,17	0,13%	0,17	0,12	0,04	0,00
	100,00%	227,3	170,5	56,82	100,00%	125,0	93,75	31,25	2,63

A.2.- Reducción de Emisiones Fugitivas por No-Vertido

Del modelo anterior se desprende que para cada tonelada de Materia Orgánica Vertida se fugarán a la atmósfera desde el vertedero unos 31,25 Nm³ de gas metano CH₄ a lo largo de 30 años, en un Vertedero bien gestionado (con una buena captación de Biogás como en el CTRU de Gongora).

Teniendo en cuenta que cada Nm³ de Metano CH₄ emitido tiene un peso de 0,71456 kg, puede deducirse que el vertido de 1 tonelada de Materia Orgánica genera la emisión de 22,33 kgrs. de CH₄ a lo largo de 30 años.

Según los Factores de Emisión actuales (2019) cada kilogramo de CH₄ emitido a la atmósfera tiene un valor de 28 veces en CO₂eq, por lo que **por cada 1,0 tonelada de Materia Orgánica vertida se generan unas Emisiones GEI a la atmósfera de 0,624 tCO₂eq a lo largo de 30 años.**

Por lo tanto, al derivarse la Materia Orgánica recogida de forma separada hacia otros tratamientos controlados (Compostaje Doméstico y Comunitario, y 5º Contenedor), el efecto de reducción de Emisiones en el Vertedero tiene un efecto inmediato, aunque fundamentalmente su efectividad y relevancia es a largo plazo.

A.3.- Reducción de Emisiones por No-Combustión del Biogás en motores y antorchas

Ambos procesos (motores y antorchas) generan Emisiones GEI derivadas de la ineficacia de la combustión del CH₄ en dichas instalaciones. Dichas ineficacias se establecen en un 2,8% de Emisiones fugitivas respecto del Biogás captado (PRTR del CTRU de Gongora).

Del Modelo antes descrito se desprende que para cada tonelada de Materia Orgánica Vertida deben imputarse una reducción de emisiones de 2,63 Nm³ de CH₄ a lo largo de 30 años por No-Combustión. Por tanto, **por cada 1,0 tonelada de Materia Orgánica no vertida se produce una reducción de emisiones en combustión de motores y antorchas de 0,053 tCO₂eq**

A.4.- Reducción total de emisiones en el CTRU

En base a lo anterior se efectúa el cálculo teórico de reducción de Emisiones en el CTRU de Gongora derivado de los procesos de separación en origen de la Materia Orgánica con el Compostaje Doméstico y Comunitario y la implantación del 5º Contenedor, por su No-Vertido y por la No-Combustión.

A continuación, se recoge la Tabla de datos que permite verificar estas cifras.

TOTAL EMISIONES REDUCIDAS EN EL VERTEDERO y CTRU tCO ₂ eq.								
POR NO-VERTIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN EL VERTEDERO								
y POR NO-COMBUSTIÓN DE BIOGÁS EN MOTORES y ANTORCHAS DEL CTRU								
	AÑOS	1	2	3	4	5	6	7
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TOTAL 30 AÑOS	POR COMPOSTAJE DOMÉSTICO y COMUNITARIO	355,1	420,2	445,3	612,7	797,0	920,4	898,0
	POR 5º CONTENEDOR	58,3	696,7	3.131,9	5.127,3	5.094,0	5.633,5	6.348,6
	TOTAL tCO₂eq	413,4	1.116,9	3.577,2	5.740,0	5.891,1	6.553,9	7.246,6
TOTAL EN EL AÑO	POR COMPOSTAJE DOMÉSTICO y COMUNITARIO	0,7	0,8	0,9	1,2	1,6	1,8	1,8
	POR 5º CONTENEDOR	0,1	1,4	6,1	10,1	10,0	11,1	12,5
	TOTAL tCO₂eq	0,8	2,2	7,0	11,3	11,6	12,9	14,2
TOTAL RESTO 30 AÑOS	POR COMPOSTAJE DOMÉSTICO y COMUNITARIO	354,4	419,4	444,4	611,5	795,5	918,6	896,3
	POR 5º CONTENEDOR	58,2	695,4	3.125,8	5.117,2	5.084,0	5.622,5	6.336,1
	TOTAL tCO₂eq	412,6	1.114,8	3.570,2	5.728,7	5.879,5	6.541,1	7.232,4

De lo anterior se deduce:

a) Para el año 2019

- o La reducción de Emisiones por la materia orgánica (10.692 t.) no vertida en 2019= 14,2 tCO₂eq

b) Para el periodo de 30 años (descontado el efecto en 2019)

La reducción de Emisiones prevista a lo largo de 30 años, por la materia orgánica no vertida en 2019 = 7.232,4 tCO₂eq

B.- Emisiones Generadas en el Tratamiento de la Materia Orgánica separada.

En este apartado se analizan las Emisiones GEI por el tratamiento de la Materia Orgánica que no ha ido a vertedero, es decir:

1.- El Compostaje Doméstico y Comunitario: 1.325 t.

2.- La Digestión Anaerobia del 5º contenedor, con la producción eléctrica: 3.205 t.

3.- El Compostaje del 5º contenedor: 6.162 t.

B.1.- En el Compostaje Doméstico y Comunitario

Se considera que el tratamiento y eliminación de la Materia Orgánica mediante compostaje doméstico o comunitario (1.358 T en 2019) no genera Emisiones GEI.

No obstante se imputan las Emisiones derivadas de los procesos de supervisión de dicho proceso (vehículos) en la parte proporcional de la M.O. respecto del total (1.325 t. / 3.033 t.= 43,7%) que en 2019 supusieron (2,59 tCO₂eq x 43,7%) **1,13 tCO₂eq.**

B.2.- En la Digestión Anaerobia de la Materia Orgánica del 5º contenedor y la combustión del biogás para generar electricidad.

El tratamiento mediante Digestión Anaerobia de parte de la Materia Orgánica recogida a través del 5º Contenedor (3.205 t.), y el posterior aprovechamiento del biogás mediante combustión para generación de electricidad, ha generado las siguiente Emisiones GEI en 2019:

- o En el transporte: 58,75 tCO₂eq
- o En la digestión anaerobia y en la combustión del Biogás en motores: 108,5 tCO₂eq

Por lo que las Emisiones GEI derivadas del tratamiento de las 3.205 t. de Materia Orgánica (2019) mediante Digestión Anaerobia han supuesto un total de **167,25 tCO₂eq** (0,052 tCo₂eq/t M.O.).

B.3.- En el Compostaje de la Materia Orgánica del 5º contenedor

El tratamiento mediante Compostaje de parte de la Materia Orgánica recogida a través del 5º Contenedor (6.162 t.), ha generado las siguiente Emisiones GEI en 2019:

- o En el transporte: 44,4 tCO₂eq
- o En el proceso de compostaje: 342,4 tCO₂eq

Por lo que las Emisiones GEI derivadas del tratamiento de las 6.162 t. de Materia Orgánica (2019) mediante Compostaje han supuesto un total de **386,8 tCO₂eq** (0,062 tCo₂eq/t M.O.).

C.- Emisiones Evitadas por la Generación de Energía a partir del Biogás

Las Emisiones Evitadas son aquellas que se eliminan fuera del ámbito de MCP/SCPSA por la acción positiva de MCP/SCPSA en materia de generación de energía renovable, en este caso, a partir de los residuos urbanos.

C.1.- Emisiones Evitadas por el Compostaje Doméstico y Comunitario

Esta Acción no evita Emisiones al no generar energía renovable para su aplicación fuera de MCP/SCPSA.

C.2.- Emisiones Evitadas por la Digestión Anaerobia y la Generación de Electricidad

Esta Acción sí evita Emisiones al generar energía renovable para su aplicación fuera de MCP/SCPSA.

En concreto a través de los motores eléctricos para la combustión del Biogás de la **Digestión Anaerobia se generaron 1.428.212 kWh** en 2019

Aplicando el Factor de Emisión de la energía eléctrica del mix nacional, es decir, 0,31 kgCO₂eq/kWh obtenemos un total de **Emisiones Evitadas de 442,7 tCO₂eq.**

C.3.- Emisiones Evitadas por el Compostaje de la Materia Orgánica del 5º contenedor

Esta Acción no evita Emisiones al no generar energía renovable para su aplicación fuera de MCP/SCPSA.

D.- Emisiones No-Evitadas por la Reducción de Energía a partir del Biogás del Vertedero

A partir del ejercicio de 2018 no se considera como una alternativa valorable el hecho de que el No-Vertido de Materia Orgánica en el vertedero suponga una pérdida de generación de energía eléctrica renovable.

Tan solo se comparará la energía eléctrica de origen renovable que deja de producirse (emisiones que no se evitan) en el tratamiento de la Materia Orgánica del 5º Contenedor mediante Compostaje, frente a la opción de la Digestión Anaerobia.

En este caso el método de comparación es que las 3.205 t. de M.O. tratadas con Digestión Anaerobia han producido **1.418.212 kWh**, es decir, **442,5 kWh/t M.O.**

Por tanto, el destino de 6.162 t. de M.O. directamente a Compostaje ha dejado de producir un equivalente a **2.726.648 kWh** de energía eléctrica renovable. Teniendo en cuenta el Factor de Emisión del mix eléctrico nacional 0,31 kgCO₂eq/kWh, las Emisiones No-Evitadas ascienden a **845,3 tCO₂eq.**

III.- RESUMEN GENERAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES y DE LAS EMISIONES EVITADAS/NO-EVITADAS POR LAS ACCIONES EJECUTADAS EN 2019.

ACCIONES DIRIGIDAS 2019. RESUMEN DE REDUCCIÓN DE EMISIONES									
Nº	ACCIÓN DIRIGIDA				REDUCCIÓN DE EMISIONES tCO2eq				
					EN EL AÑO 2019	RESTANTES A 30 AÑOS	TOTALES		
1	Compra de Energía Eléctrica "VERDE" kWh/año	Alcance 2. Suministros a MCP/SCPSA		kWh	7.353.744	2.279,7	n.a.	2.279,7	
2		Alcance 3. Suministros a Empresas Contratistas			1.286.431	398,8	n.a.	398,8	
3	Incorporación Autobuses Híbridos a la Flota TUC: Ahorro litros gasoil Año 2015: 4 autobuses Año 2016: 5 autobuses Año 2017: 12 autobuses Año 2018: 12 autobuses Año 2019: 9 autobuses			litros gasoil NO consumidos	233.824	606,6	n.a.	606,6	
4	Incorporación Autobuses Eléctricos a la Flota TUC: Ahorro litros gasoil Año 2019: 6 autobuses			litros gasoil NO consumidos	73.749	191,3	n.a.	191,3	
5	Flota Eléctrica de Vehículos de SCPSA Año 2017: 5 vehículos Año 2018: 0 vehículos Año 2019: 14 vehículos			litros gasolina NO consumidos	6.575,8	14,5	n.a.	14,5	
6	Materia Orgánica a Compostaje Doméstico y Comunitario (t.)	1.325		No-Vertido y No-Combustión Biogás en CTRU		1,8	896,3	896,9	
				Proceso de Compostaje D&C (vehículos supervisión)		-1,1	n.a.		
6.1	Materia Orgánica de 5º Contenedor a Compostaje (t.)	6.162	65,8%	No-Vertido y No-Combustión Biogás en CTRU		8,2	4.168,2	3.789,6	
				Proceso de Compostaje (incluido transporte)		-386,8	n.a.		
6.2	Materia Orgánica de 5º Contenedor a Digestión Anaerobia (t.)	9.367	3.205	34,2%	No-Vertido y No-Combustión Biogás en CTRU		4,3	2.168,0	2.005,0
					Proceso de Digestión y Combustión Biogás (incluido transporte)		-167,3	n.a.	
TOTAL REDUCCIÓN EMISIONES					2.949,9	7.232,4	10.182,3		

ACCIONES DIRIGIDAS 2019 RESUMEN DE EMISIONES EVITADAS (+) y NO-EVITADAS (-)							
ACCIÓN DIRIGIDA				EMISIONES tCO2eq			
	EN EL AÑO 2019	RESTANTES A 30 AÑOS	TOTALES				
Materia Orgánica del 5º Contenedor	a Compostaje	Energía Renovable No-Generada en Compostaje de M.O. -2.726.684 kWh		-845,3	n.a.	-845,3	
	a Digestión Anaerobia	Energía Renovable Generada en D.A. 1.418.212 kWh		439,6	n.a.	439,6	
TOTAL EMISIONES EVITADAS(+) y NO-EVITADAS (-)				-405,6	0,0	-405,6	

IV.- CONCLUSIONES

Las seis Acciones Dirigidas implementadas por MCP/SCPSA en 2019 proporcionan:

a) Un Reducción de Emisiones (a 30 años) de 10.182,3 tCO2eq

De las cuales 2.950 tienen sus efectos en 2019 y 7.232 en los años restantes.

b) Unas Emisiones Evitadas en 2019 de -405,6 tCO2eq.

ANEJO. DATOS DE LA FLOTA DE AUTOBUSES HÍBRIDOS

	AÑO DE INCORPORACIÓN	TIPO DE BUSES	Nº BUS		MARCA FABRICANTE-MODELO	Kms. RECORRIDOS EN EL AÑO	LITROS GASOIL	LITROS/ 100 km		
OPERACIÓN DE AUTOBUSES HÍBRIDOS DURANTE 2019 Y SU COMPARACIÓN CON AUTOBUSES DIESEL 100% GASOIL	2015	DIESEL 100% 12m	1	341	MAN - NL283F	56.066	31.959	57,00		
			1	342	MAN - NL283F	59.674	31.473	52,74		
			1	334	SCANIA - N320UB4X2	72.569	33.998	46,85		
			1	335	SCANIA - N320UB4X2	72.320	38.231	52,86		
			1	336	SCANIA - N320UB4X2	72.634	38.183	52,57		
			TOTAL	5			333.263	173.844	52,16	
		HÍBRIDOS 12 m.	1	337	VOLVO - 7900 HIBRIDO	54.707	24.769	45,28		
			1	338	VOLVO - 7900 HIBRIDO	55.484	22.888	41,25		
			1	339	VOLVO - 7900 HIBRIDO	50.404	21.332	42,32		
			1	340	VOLVO - 7900 HIBRIDO	60.220	23.667	39,30		
			TOTAL	4			220.815	92.657	41,96	
	2016	DIESEL 100% 18m	1	343	SOLARIS - URBINO 18	34.830	23.335	67,00		
			1	344	SOLARIS - URBINO 18	68.660	42.086	61,30		
			1	345	SOLARIS - URBINO 18	77.724	48.445	62,33		
			1	346	SOLARIS - URBINO 18	73.543	47.655	64,80		
			1	347	SOLARIS - URBINO 18	69.115	44.702	64,68		
			1	348	SOLARIS - URBINO 18	68.244	45.244	66,30		
			1	349	SOLARIS - URBINO 18	71.064	45.944	64,65		
			1	350	SOLARIS - URBINO 18	69.484	44.485	64,02		
			1	351	SOLARIS - URBINO 18	68.305	43.775	64,09		
				TOTAL	9			600.969	385.671	64,17
		DIESEL 100% 12m	1	352	SOLARIS - URBINO 12	72.078	35.262	48,92		
			1	353	SOLARIS - URBINO 12	75.968	37.070	48,80		
			1	354	SOLARIS - URBINO 12	67.733	32.855	48,51		
			1	355	SOLARIS - URBINO 12	57.933	28.922	49,92		
			1	356	SOLARIS - URBINO 12	56.293	29.767	52,88		
			TOTAL	5			330.005	163.876	49,66	
		HÍBRIDOS 12 m.	1	357	VECTIA - VERIS.12 HYRID	50.646	26.127	51,59		
			1	358	VECTIA - VERIS.12 HYRID	49.799	24.590	49,38		
			1	359	VECTIA - VERIS.12 HYRID	45.689	23.448	51,32		
			1	360	VOLVO - 7900 LH HIBRIDO	60.923	26.223	43,04		
	1		361	VOLVO - 7900 LH HIBRIDO	61.545	26.301	42,74			
		TOTAL	5			268.602	126.690	47,17		
	2017	HÍBRIDOS 18 m.	1	368	IVECO - HEULIEZ Gx437 HIBRIDO	70.483	35.341	50,14		
			1	369	IVECO - HEULIEZ Gx437 HIBRIDO	71.255	35.660	50,05		
			1	370	IVECO - HEULIEZ Gx437 HIBRIDO	63.540	33.197	52,25		
			1	371	IVECO - HEULIEZ Gx437 HIBRIDO	72.578	34.471	47,50		
			1	372	IVECO - HEULIEZ Gx437 HIBRIDO	73.575	35.226	47,88		
			1	373	IVECO - HEULIEZ Gx437 HIBRIDO	65.804	35.823	54,44		
			TOTAL	6			417.235	209.719	50,26	
HÍBRIDOS 12 m.		1	362	VOLVO - 7905 LH HIBRIDO	65.308	25.457	38,98			
		1	363	VOLVO - 7905 LH HIBRIDO	68.869	26.501	38,48			
		1	364	VOLVO - 7905 LH HIBRIDO	66.214	26.962	40,72			
	1	365	VOLVO - 7905 LH HIBRIDO	72.994	27.205	37,27				
1	366	VOLVO - 7905 LH HIBRIDO	69.775	23.484	33,66					
1	367	VOLVO - 7905 LH HIBRIDO	70.964	26.833	37,81					
	TOTAL	6			414.124	156.441	37,78			
2018	HÍBRIDOS 18 m.	1	374	MERCEDES BENZ - CITARO G	73.241	40.112	54,77			
		1	375	MERCEDES BENZ - CITARO G	73.893	41.629	56,34			
		1	376	MERCEDES BENZ - CITARO G	76.340	42.304	55,42			
		1	377	MERCEDES BENZ - CITARO G	67.974	39.774	58,51			
		1	378	MERCEDES BENZ - CITARO G	69.043	39.765	57,59			
		1	379	MERCEDES BENZ - CITARO G	70.195	38.774	55,24			
		1	380	MERCEDES BENZ - CITARO G	70.046	39.999	57,10			
		1	381	MERCEDES BENZ - CITARO G	74.913	42.592	56,85			
		TOTAL	8			575.645	324.949	56,45		
	HÍBRIDOS 12 m.	1	382	MERCEDES BENZ - CITARO	63.706	26.701	41,91			
		1	383	MERCEDES BENZ - CITARO	67.417	28.761	42,66			
		1	384	MERCEDES BENZ - CITARO	68.342	28.512	41,72			
		1	385	MERCEDES BENZ - CITARO	75.510	30.034	39,78			
		TOTAL	4			274.975	114.008	41,46		
2019	HÍBRIDOS 18 m.	1	394	IVECO - URBANWAY	30.117	14.943	49,62			
		1	395	IVECO - URBANWAY	27.395	15.326	55,94			
		1	396	IVECO - URBANWAY	32.422	17.734	54,70			
		1	397	IVECO - URBANWAY	30.539	16.322	53,45			
		1	398	IVECO - URBANWAY	25.201	12.617	50,07			
		TOTAL	5			145.674	76.942	52,82		
	HÍBRIDOS 10 m.	1	392	VECTIA - TERIS.10	15.246	6.168	40,46			
		1	393	VECTIA - TERIS.10	17.321	5.922	34,19			
		TOTAL	2			32.567	12.090	37,12		
	TOTAL BUSES 100% GASOIL. 12m. INCORPORADOS 2015-16						663.268	337.721	50,92	Nº
TOTAL AUTOBUSES HÍBRIDOS 12m. INCORPORADOS 2015-19						1.211.083	501.886	41,44	21	
REDUCCIÓN DE CONSUMO HÍBRIDOS vs. GASOIL 100%. 12m.								-18,6%		
TOTAL BUSES 100% GASOIL. 18m. INCORPORADOS 2016						600.969	385.671	64,17	Nº	
TOTAL AUTOBUSES HÍBRIDOS 18m. INCORPORADOS 2017-19						1.138.554	611.610	53,72	19	
REDUCCIÓN DE CONSUMO HÍBRIDOS vs. GASOIL 100%. 18m.								-16,3%		
AHORRO DE COMBUSTIBLE/GASOIL EN AUTOBUSES HÍBRIDOS DURANTE 2019						% DE AHORRO MEDIO	Litros de Gasoil CONSUMIDOS	Litros AHORRADOS SOBRE BUSES GASOIL 100%		
EN AUTOBUSES HÍBRIDOS DE 12 m.						18,6%	501.886	114.769		
EN AUTOBUSES HÍBRIDOS DE 18 m.						16,3%	611.610	119.054		
REDUCCIÓN DE CONSUMO HÍBRIDOS vs. GASOIL 100%						17,4%	1.113.496	233.824		