

Centro de
Sustentabilidad y
Energía Renovable



Reporte Técnico: Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero de la Region Altos Sur del Estado de Jalisco 2013.

Centro de Sustentabilidad y Energía Renovable

Universidad Autónoma de Guadalajara A.C.

Guadalajara, Jalisco a 31 de Octubre 2016.

Autores:

Dr. Mauricio Alcocer Ruthling

Mtro. Jesus Uriarte Camacho

Dr. Arturo Balderas Torres

Mtra. Adriana Rodriguez Villavicencio

Mtro. Alejandro Solís Tenorio

TABLA DE CONTENIDOS

1.	Aspectos Preliminares.....	7
2.	Energía	7
2.1	Descripción de la categoría	7
2.2	Emisiones Energía	8
2.3	Emisiones por sub-categoría	10
2.3.1	<i>Emisiones de la subcategoría de Industrias Manufactureras y de la Construcción</i>	10
2.3.1.1	Datos de actividad.....	10
2.3.1.2	Factores y parámetros de emisión.....	11
2.3.1.3	Resultados	12
2.3.2	<i>Emisiones de la subcategoría de Transporte Terrestre</i>	13
2.3.2.1	Datos de actividad.....	13
2.3.2.2	Factores y parámetros de emisión	14
2.3.2.3	Resultados	14
2.3.3	<i>Emisiones de la subcategoría "Otros Sectores"</i>	15
2.3.3.1	Datos de actividad.....	15
2.3.3.2	Factores y parámetros de emisión.....	17
2.3.3.3	Resultados	18
3.	Procesos industriales y Uso de Productos.....	20
3.1	Descripción de la categoría	20
4.	Agricultura, Bosques y Otros Usos de Suelo	21
4.1	Agricultura.....	22
4.1.1	<i>Utilización de Urea</i>	23
4.1.1.1	Datos de Actividad	23
4.1.1.2	Factores de Emisión	23
4.1.1.3	Resultados	23
4.1.2	<i>Aplicación de Cal</i>	23
4.1.2.1	Datos de Actividad	23
4.1.2.2	Factores de Emisión	24
4.1.2.3	Resultados	24
4.2	Ganadería	24
4.2.1	<i>Fermentación Entérica</i>	25
4.2.1.1	Datos de Actividad	25
4.2.1.2	Factores de Emisión	25
4.2.1.3	Resultados	26
4.2.2	<i>Emisiones Indirectas por Manejo de Estiércol</i>	26
4.2.2.1	Datos de Actividad	26
4.2.2.2	Factores de Emisión	26
4.2.2.3	Resultados	27
4.3	Bosques y Otros Usos de Suelo	27
4.3.1	<i>Descripción Metodológica General</i>	27
4.3.1.1	Categorías de Uso de Suelo	28

4.3.1.2	Tierras Forestales	28
4.3.1.3	Tierras Agrícolas	28
4.3.1.4	Humedales	28
4.3.1.5	Asentamientos	29
4.3.2	<i>Análisis Espacial</i>	29
4.3.3	<i>Criterios de cambios</i>	29
4.3.4	<i>Datos de Actividad</i>	30
4.3.4.1	Áreas que cambiaron de categorías de cobertura de suelo.....	30
4.3.4.2	Áreas que se mantuvieron en la misma categoría de cobertura de suelo	35
4.3.5	<i>Factores de Emisión y Contenido de Carbono</i>	37
4.3.6	<i>Resultados</i>	39
5.	Desechos.....	46
5.1	Panorama del sector	46
5.2	Categoría	46
5.2.1	<i>Descripción de la categoría</i>	46
5.2.2	<i>Emisiones de metano procedentes de la disposición de residuos sólidos urbanos</i>	48
5.2.2.1	Metodología	48
5.2.2.1.1	Datos de actividad	49
5.2.2.1.2	Factores y parámetros de emisión	50
5.2.2.2	Resultados	51
5.2.3	<i>Emisiones de metano y óxido nitroso provenientes del tratamiento biológico de desechos sólidos</i> 53	
5.2.3.1	Metodología	53
5.2.3.1.1	Datos de actividad	54
5.2.3.1.2	Factores de emisión.....	54
5.2.3.2	Resultados	55
5.2.4	<i>Emisiones de metano, dióxido de carbono y óxido nitroso procedentes de la incineración de desechos</i>	56
5.2.4.1	Metodología	56
5.2.4.1.1	Datos de actividad	56
5.2.4.1.2	Factores de Emisión.....	58
5.2.4.2	Resultados	58
5.2.5	<i>Emisiones de metano y óxido nitroso por tratamiento y descarga de aguas residuales.</i>	60
5.2.5.1	Metodología	60
5.2.5.1.1	Datos de actividad	61
5.2.5.1	Resultados	63
6.	emisiones regionales	65
6.1	Subcategorías más contribuyentes a las emisiones regionales.....	66
	Anexo 1. Hojas de trabajo	67
	Referencias bibliográficas Energía.....	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Subcategorías y fuentes de emisión Sector Energía.....	8
Tabla 2 Consumo de energía en la región Altos Sur (Ton/2013).....	9
Tabla 3 Toneladas de emisiones GEI en sector Energía de la Región Altos Sur (2013)	10
Tabla 4 Consumo de energía en Industrias Manufactureras y de la Construcción (Ton/2013).	11
Tabla 5 Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en las industrias manufactureras y de la construcción (kg de gas de efecto invernadero por TJ sobre una base calórica neta).....	11
Tabla 6 Toneladas de Emisiones de GEI en Industrias Manufactureras y de la Construcción-Energía (2013)	12
Tabla 7 Consumo de Energía en Transporte Terrestre (Ton/2013).....	13
Tabla 8 Factores de emisión por defecto para transporte terrestre.....	14
Tabla 9 Toneladas de Emisiones de GEI en Transporte Terrestre-Energía (2013)	14
Tabla 10 Centros de Apoyo al Desarrollo Rural en la Región Altos Sur.	16
Tabla 11 Consumo de Energía en Otros Sectores (Ton/2013).	16
Tabla 12 Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en el sector residencial y Agricultura, silvicultura y pesca.	17
Tabla 13 Toneladas de Emisiones de GEI en Otros Sectores (2013).	18
Tabla 14 Subcategorías y Fuentes de Emisión del Sector Procesos Industriales y Uso de Productos.....	20
Tabla 15. Resultados AFOLU para los municipios que integran la JIAS.	21
Tabla 16 Toneladas de urea aplicadas en los municipios de la JIAS en al año 2013.	23
Tabla 17 Factores para estimar las emisiones por aplicación de urea.	23
Tabla 18 Estimación de emisiones de GEI por aplicación de urea en los municipios de la JIAS en el año 2013.	23
Tabla 19 Toneladas de cal y dolomita aplicadas por año en los municipios de la JIAS, en el año 2013.....	24
Tabla 20 Factores de emisión para estimar las emisiones por aplicación de cal y dolomita.	24
Tabla 21 Estimación de emisiones de GEI por aplicación de cal y dolomita en los municipios de la JIAS en al año 2013.	24
Tabla 22 Población ganadera por especie en los municipios de la JIAS en el año 2013.	25
Tabla 23 Factores de emisión para estimar las emisiones de GEI por fermentación entérica y manejo de estiércol de ganado.	25
Tabla 24 Estimación de emisiones de GEI por fermentación entérica y CH ₄ por manejo de estiércol de la población ganadera en los municipios de la JIAS en el año 2013.	26
Tabla 25 Factores de emisión para estimar las emisiones directas e indirectas de N ₂ O de GEI por el manejo de estiércol.	26
Tabla 26 Estimación de las emisiones directas e indirectas de N ₂ O de GEI por el manejo de estiércol, en los municipios de la JIAS para el año 2013.....	27
Tabla 27. Áreas que cambiaron de bosque a otro tipo de cobertura en los municipios de la JIAS, en el periodo de análisis (deforestación).....	30
Tabla 28 Áreas que cambiaron de otros tipos de cobertura a bosques o selvas en los municipios de la JIAS en el periodo de análisis (reforestación).	32
Tabla 29 Áreas que cambiaron de pastizal a agricultura en los municipios de la JIAS en el periodo de análisis (pérdida de pastizales).....	34
Tabla 30 Áreas que cambiaron de agricultura a pastizal en los municipios de la JIAS en el periodo de análisis (recuperación de pastizales).....	34

Tabla 31 Áreas que cambiaron de bosques y selvas primarias a bosques y selvas secundarias (degradación).	35
Tabla 32 Áreas que se mantuvieron como bosques (conservación y restauración forestal).	35
Tabla 33 Factores de emisión y captura de carbono	38
Tabla 34 Estimación de las emisiones anuales por deforestación en los municipios de la JIAS.	39
Tabla 35 Estimación de las emisiones anuales por degradación forestal en los municipios de la JIAS.	40
Tabla 36 Estimación de las emisiones anuales por la pérdida de praderas en los municipios de la JIAS.	41
Tabla 37 Estimación de la captura de carbono anual por reforestación en los municipios de la JIAS.	41
Tabla 38 Estimación de la captura de carbono anual por la permanencia de áreas forestales en los municipios de la JIAS.	43
Tabla 39 Estimación de la captura de carbono anual por la recuperación de pastizales en los municipios de la JIAS.	45
Tabla 40 Subcategorías de la categoría de desechos.	47
Tabla 41 Cuadro de Desechos por Sector	48
Tabla 42 Factor de corrección de metano (MCF) para la estimación de emisiones provenientes de residuos sólidos.	51
Tabla 43 Emisiones por eliminación de residuos sólidos en Región Altos Sur 2013.	52
Tabla 44 Factores de emisión por defecto para estimaciones de CH ₄ y N ₂ O en el tratamiento biológico de desechos.	54
Tabla 45 Toneladas de emisiones GEI por sector de la Región Altos Sur (2013).	65

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Emisiones de gases de efecto invernadero en (% de CO _{2e}) para el sector Energía año base 2013.	10
Figura 2 Emisiones de GEI en (% de CO _{2e}) en Industrias Manufactureras y de la Construcción-Energía 2013.	12
Figura 3 Emisiones de GEI en (% de CO _{2e}) Transporte Terrestre-Energía 2013.....	15
Figura 4 Emisiones de GEI en (% de CO _{2e}) Sector Residencial-Energía 2013.....	19
Figura 5 Emisiones de GEI en (% de CO _{2e}) Sector Agricultura-Energía 2013.	19
Figura 6 Dinámica de cambios y permanencias de cobertura de suelo en los municipios de la JIAS en el periodo 1993-2011.	30
Figura 7 Emisiones de gases de efecto invernadero en (% de CO _{2e}) para el sector desechos año base 2013 en la Región Altos Sur de Jalisco.....	47
Figura 8 Composición de Residuos Sólidos Urbanos en Jalisco, 2013.	50
Figura 9 Línea base de emisiones de metano a partir de residuos sólidos urbanos y de residuos industriales para la Región Altos Sur de Jalisco en 2013.....	51
Figura 10 Porcentaje de contribución a emisiones totales de CO _{2e} en la Región Altos Sur de Jalisco por Disposición de residuos sólidos municipales, 2013	52
Figura 11 Total de Emisiones en toneladas de CO _{2e} por tratamiento biológico de residuos en la Región Altos Sur, Jalisco 2013.	55
Figura 12 Porcentaje de contribución a emisiones totales de CO _{2e} en la Región Altos Sur de Jalisco por tratamiento biológico de desechos, 2013	55
Figura 13 Total de Emisiones en toneladas de CO _{2e} por quema abierta de residuos en la Región Altos Sur, Jalisco 2013.....	59
Figura 14 Porcentaje de contribución a emisiones totales de CO _{2e} en la Región Altos Sur de Jalisco por tratamiento biológico de desechos, 2013	59
Figura 15 Total de Emisiones en toneladas de CO _{2e} por tratamiento y eliminación de aguas residuales en la Región Altos Sur, Jalisco 2013	63
Figura 16 Porcentaje de contribución a emisiones totales de CO _{2e} en la Región Altos Sur de Jalisco por tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales, 2013	63
Figura 17 Toneladas de emisiones GEI por sector de la Región Altos Sur (2013)	65
Figura 18 Porcentaje de contribución a emisiones totales de CO _{2e} en la Región Altos Sur de Jalisco por Disposición de residuos sólidos municipales, 2013.	66
Figura 19 Toneladas de emisiones GEI por sector de la Región Altos Sur (2013)	66

1. ASPECTOS PRELIMINARES

El objetivo de esta sección es presentar los resultados obtenidos del diagnóstico “Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI)” para los municipios de la región Altos Sur del estado de Jalisco, respecto al año 2013.

La elaboración de éste inventario de emisiones de GEI, está apegado al contexto metodológico de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), a través de las directrices del IPCC para los inventarios nacionales de emisiones en su versión revisada de 2006 (IPCC, 2006).

El nivel metodológico utilizado para este inventario es el “Tier 1”, debido a la disponibilidad de la información respecto a los datos de actividad de los municipios correspondientes, por lo tanto, se utilizaron factores de emisión por defecto contenidos en la metodología del IPCC.

En cuanto al año basé, éste se eligió respecto al año más reciente con la mayor cantidad de información disponible para todos los sectores del inventario, resultando el 2013 como año base.

Por otro lado, en el proceso de obtención de información, se solicitó apoyo a la JIAS para redactar los oficios correspondientes a las instituciones responsables de la información requerida. También se contó con el apoyo de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del estado de Jalisco (SEMADET) la cual personalizó los oficios y los giró a las dependencias correspondientes, de los cuales se obtuvieron más del 50% de los datos de actividad utilizados en el presente inventario, el resto se obtuvieron por cuenta del equipo consultor mediante bases de datos (oficiales) públicas en internet y otros medios de información debidamente arbitrados.

2. ENERGÍA

2.1 Descripción de la categoría

De acuerdo con el (IPCC, 2006), esta categoría incluye las emisiones generadas por el consumo de combustibles fósiles y biomasa como: gasolina y diésel en autos, gas LP y gas natural a nivel residencial, comercial e industrial, consumo de leña y bagazo, diésel y combustóleo en las industrias, etc.; así como las emisiones fugitivas derivadas de las actividades de refinación de petróleo. Cada una de estas actividades y fuentes de emisión se dividen en subcategorías (tabla1), según la clasificación del IPCC en:

- Industrias de generación de energía.
- Industrias manufactureras y de la construcción.
- Sector Transporte.
- Sector Residencial.
- Sector Comercial o de servicios.
- Sector de Agricultura silvicultura y pesca.

Tabla 1 Subcategorías y fuentes de emisión Sector Energía.

Categoría	No	Sub-categoría	Fuente de emisión
Actividades de Quema de Combustible	A1	Industria de la Energía	Producción de Electricidad y calor
			Refinación de Petróleo
			Manufactura de combustibles Sólidos
	A2	Industrias manufactureras y de la construcción	Hierro y acero
			Metales no ferrosos
			Productos químicos
			Pulpa, papel e imprenta
			Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco
			Minerales no metálicos
			Equipos de transporte
			Maquinaria
			Minería (con excepción de combustibles) y cantería
			Madera y productos de madera
			Construcción
			Textiles y cuero
			Industria no especificada
	A3	Transporte	Aviación civil
			Transporte terrestre
			Automóviles/ Camiones de Servicio pesado / camiones de servicio ligero/ motocicletas
Ferrocarriles			
Navegación marítima y pluvial			
Otro transporte			
Comercial / institucional			
A4	Otros sectores	Residencial	
		Agricultura / silvicultura / pesca	
A5	No especificado		
Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	B1	Combustibles sólidos	
	B2	Petróleo y gas natural	
	B3	Otras	

Fuente: Directrices del IPCC, (Garg, Kazunari, & Pulles, 2006).

2.2 Emisiones Energía

En la región de Altos Sur, las actividades de consumo energético que se identificaron con mayor participación (tabla 2) fueron el Transporte Terrestre, por el uso de gasolinas en vehículos particulares y el uso de diésel tanto en vehículos de carga como en el transporte público. Seguido del sector Residencial donde se identificó el uso de Gas LP para la generación de agua caliente y la preparación de alimentos.

Otras actividades que identificaron consumo energético fueron: Industrias Manufactureras y de la Construcción (algunas empresas dedicadas a producción de tequila) por el consumo de combustóleo ligero, combustóleo pesado, gas natural, diésel y gas LP. También el sector de Agricultura, Silvicultura y Pesca debido al consumo de diésel (programa diésel agropecuario, SAGARPA) para las actividades propias del campo.

Otra de las actividades que implica consumo energético en la región es el sector de comercial e institucional, sin embargo, en esta subcategoría no se encontró información disponible por lo que no se reporta.

Por último, la región no cuenta con actividades de consumo energético (de origen fósil) para las actividades de generación de vapor y energía eléctrica. Tampoco para actividades de aviación, debido a la ausencia de aeropuertos en la región (sin embargo, podría haber avionetas de uso local que demanden energía, mas no se contó con dicha información), tampoco para actividades de navegación.

Tabla 2 Consumo de energía en la región Altos Sur (Ton/2013).

	Categoría	Gasolinas	Diésel	Gas LP	Gas Natural	Combustóleo	Total
A1	Industrias de la energía	-	-	-	-	-	-
A2	Industrias Manufactureras y de la construcción	-	49.81	17.65	622.16	4,420.12	689.62
A3a	Aviación Civil	-	-	-	-	-	-
A3b	Transporte Terrestre	108,945.56	71,642.24	2,536.61	-	-	183,124.40
A3c	Transporte Ferroviario	-	-	-	-	-	-
A3d	Transporte navegación	-	-	-	-	-	-
A4a	Comercial institucional	-	-	-	-	-	-
A4b	Residencial	-	-	24,660.08	-	-	24,660.08
A4c	Agricultura Silvicultura y Pesca	-	8,474.83	-	-	-	8,474.83
	Totales	108,945.56	80,166.88	27,214.34	622.16	4,420.12	216,948.94

Fuente: Elaboración propia, CSER-UAG 2016.

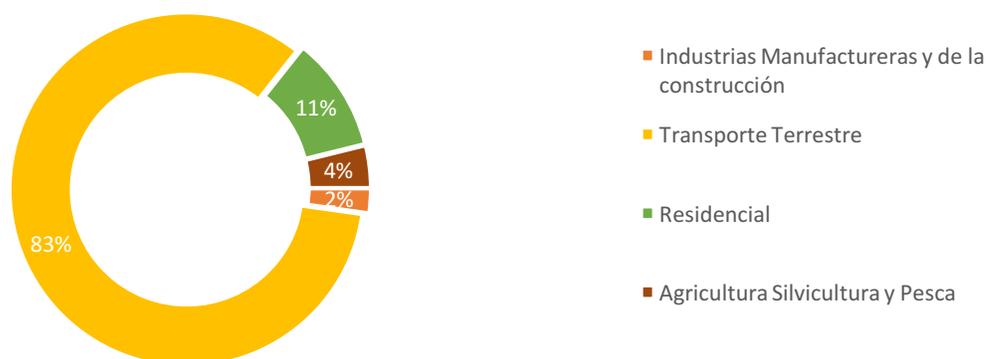
Respecto a las emisiones de GEI (tabla 3) para este sector (energía), suman un total de 704,287.02 Ton de CO₂e en 2013, siendo el Transporte Terrestre el que más emite GEI con un total de 587,651.28 Ton de CO₂e, seguido del sector residencial con 73,795.44 Ton de CO₂e. La subcategoría que menos contabilizó fue la de Industrias Manufactureras y de la construcción con 15,677.03 Ton de CO₂e.

Tabla 3 Toneladas de emisiones GEI en sector Energía de la Región Altos Sur (2013)

	Categoría	CO2	CH4	N2O	CO2eq*
A2	Industrias Manufactureras y de la construcción	15,627.00	0.62	0.12	15,677.03
A3b	Transporte Terrestre	570,306.28	140.11	50.65	587,651.28
A4b	Residencial	73,601.23	5.83	0.12	73,795.44
A4c	Agricultura Silvicultura y Pesca	27,003.34	3.64	0.22	27,163.32
	Totales	686,537.84	150.20	51.11	704,287.06

Fuente: Elaboración propia, CSER-UAG 2016.

Figura 1 Emisiones de gases de efecto invernadero en (% de CO_{2e}) para el sector Energía año base 2013.



Fuente: Elaboración propia, CSER-UAG 2016.

2.3 Emisiones por sub-categoría

2.3.1 Emisiones de la subcategoría de Industrias Manufactureras y de la Construcción

2.3.1.1 Datos de actividad

En la subcategoría de industrias manufactureras y de la construcción, los datos de actividad se obtuvieron de las Cédulas de Operación Anual (COAs) para empresas de jurisdicción estatal y federal (ANEXO 2). En éstas, se encontró el uso de energía en 3 municipios, ligado al consumo de 4 tipos de combustibles, siendo el combustóleo el más utilizado. Esto denota que la industria de la región carece aún de tecnologías avanzadas capaces de aprovechar otro tipo de combustibles

que generen menos contaminantes y que ofrecen una mayor eficiencia en la transformación de la energía.

Respecto a los municipios que reportan el uso de energía en industrias manufactureras y de la construcción (tabla 4), el municipio de Arandas cuenta con el mayor consumo de energía, seguido de San Ignacio Cerro Gordo y por último el municipio de Tepatitlán de Morelos.

Por otro lado, la mayor parte de las industrias que reportan sus consumos energéticos son empresas que se dedican a la producción de tequila en la región.

Tabla 4 Consumo de energía en Industrias Manufactureras y de la Construcción (Ton/2013).

No	Categoría	Municipio	Combustible	Consumo	Unidad
A2	Industrias Manufactureras y de la construcción	Tepatitlán de Morelos	Combustóleos	533.34	Ton/año
			Combustóleos	2,686.78	Ton/año
		Arandas	Gas natural	622.16	Ton/año
			Gas Lp	17.65	Ton/año
		San Ignacio Cerro Gordo	Diésel	49.81	Ton/año
			Combustóleos	1,200.00	Ton/año
		Total	5,109.74	Ton/año	

Fuente: Elaboración propia CSER-UAG 2016, con datos de COAs Estatales de la región Altos Sur.

2.3.1.2 Factores y parámetros de emisión.

Los factores de emisión por defecto utilizados, corresponden al nivel “Tier 1” de la metodología del IPCC, los cuales fueron tomados según la subcategoría y el tipo de combustible (tabla 5).

Tabla 5 Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en las industrias manufactureras y de la construcción (kg de gas de efecto invernadero por TJ sobre una base calórica neta).

Combustible	Factor de emisión por defecto (Kg/TJ)		
	CO2	CH4	N2O
Gas LP	63,100	1.0	0.1
Gas Natural	64,200	3.0	0.6
Diésel	74,100	3.0	0.6
Combustóleos	77,400	3.0	0.6

Fuente: Metodologías del IPCC, 2006. Volumen 2 Energía, Capítulo 2 Combustión Estacionaria (Waldron, 2006).

2.3.1.3 Resultados

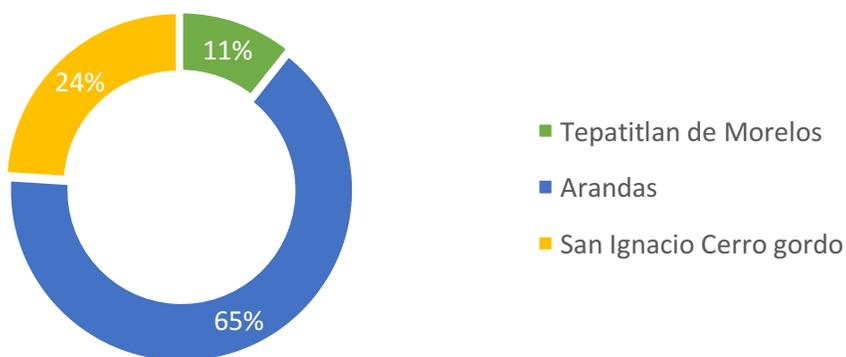
Las emisiones de GEI reportadas en esta subcategoría y en las demás subcategorías del sector energía están directamente ligadas a la cantidad de combustible utilizado. En este sentido, el municipio de Arandas es el municipio que más CO_{2e}¹ emitió con un 65% del total (tabla 6, fig. 2), seguido de San Ignacio y por último el municipio de Tepatitlán. Las memorias de cálculo y hojas de trabajo se anexan al final del documento (ANEXO1).

Tabla 6 Toneladas de Emisiones de GEI en Industrias Manufactureras y de la Construcción-Energía (2013)

No	Categoría	Municipio	CO2	CH4	N2O	CO2eq
A2	Industrias Manufactureras y de la construcción	Tepatitlán de Morelos	1,667.73	0.06	0.01	1,672.97
		Arandas	10,206.91	0.41	0.08	10,239.92
		San Ignacio Cerro gordo	3,752.35	0.15	0.03	3,764.13
		Totales	15,627.00	0.62	0.12	15,677.03

Fuente: Elaboración propia, CSER-UAG 2016.

Figura 2 Emisiones de GEI en (% de CO_{2e}) en Industrias Manufactureras y de la Construcción-Energía 2013.



Fuente: Elaboración propia, CSER-UAG 2016.

¹ En el sector energía se generan 3 gases de efecto invernadero: el CO₂, CH₄ y N₂O, siendo el CO₂ el gas que más se produce (aprox. 98%) seguido de CH₄ (aprox. 1%) y por último el N₂O (aprox. 0.1%). Para la sumatoria de CO₂ equivalente se utilizaron los GWP del quinto informe del IPCC AR5 (IPCC, 2006).

2.3.2 Emisiones de la subcategoría de Transporte Terrestre

2.3.2.1 Datos de actividad

En la subcategoría de Transporte Terrestre, la actividad que reporta más consumo energético es el uso de vehículos particulares (incluyendo motocicletas), el cual se ve reflejado en el consumo de Gasolinas (Magna y Premium). Éste suma aproximadamente el doble del consumo de diésel, el cual es utilizado normalmente en el transporte público y en vehículos de carga.

Respecto a los municipios, el municipio que más combustible consumió en transporte terrestre fue el municipio de Tepatitlán con 96,239.25 toneladas. En segundo lugar, está el municipio de Arandas con 33,891.87 toneladas y en tercer sitio se encuentra el municipio de Jalostotitlán con 16,162.06 toneladas. Cabe mencionar que los datos se obtuvieron a través de PEMEX², donde se observó que el municipio de San Ignacio Cerro Gordo no existía información de su consumo de diésel y gasolinas por lo que no se contabilizó en este inventario.

Tabla 7 Consumo de Energía en Transporte Terrestre (Ton/2013)

No	Categoría	Municipio	Gasolina	Diésel	Gas LP	Total
A3	Transporte Terrestre (A3a Transporte Terrestre)	Acatíc	6,763.29	5,328.59	133.69	12,225.57
		Arandas	22,199.91	11,276.39	415.57	33,891.87
		Cañadas de Obregón	1,116.73	481.40	34.52	1,632.65
		Jalostotitlán	8,400.31	7,583.81	177.93	16,162.06
		Jesús María	2,525.77	597.45	139.46	3,262.68
		Mexicacan	552.30	124.30	42.16	718.76
		San Ignacio	N/I	N/I	146.80	146.80
		San Julián	3,071.07	698.24	99.59	3,868.90
		San Miguel el Alto	5,135.01	3,970.44	191.32	9,296.78
		Tepatitlán	55,619.10	39,665.47	954.68	96,239.25
		Valle de Guadalupe	1,911.63	815.06	54.76	2,781.45
		Yahualica	1,650.42	1,101.08	146.13	2,897.63
		Totales		108,945.56	71,642.24	2,536.61

Fuente: Elaboración propia, CSER-UAG 2016 con datos de PEMEX.

² Según oficio recibido por la Dirección de comercialización a través de la Gerencia de Estaciones de Servicios, Subgerencia de Ventas Regional Occidente (PEMEX, 2016).

2.3.2.2 Factores y parámetros de emisión

A continuación, se muestran (tabla 8) los factores de emisión utilizados en esta subcategoría con las consideraciones referentes a la tecnología con catalizador de oxidación para los vehículos a gasolina³, según la metodología (IPCC, 2006).

Tabla 8 Factores de emisión por defecto para transporte terrestre.

Sub-Categoría	Tipo de combustible	Factor de Emisión CO2 (Kg/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	NO (kg/TJ)
Transporte Terrestre	Gasolina para motores – catalizador de oxidación (*)	69,300	25	8
	Gas/Diésel	74,100	3.9	3.9
	Gases licuados de petróleo	63,100	62.0	0.2

(*) Gasolina para motores: el valor por defecto del catalizador de oxidación de los vehículos ligeros se basa en el valor de USEPA (2004b) para un vehículo ligero a gasolina de los Estados Unidos (automóvil): catalizador de oxidación. Fuente: Metodologías del IPCC, 2006. Volumen 2 Energía, Capítulo 3 Combustión Móvil (Waldron, 2006).

2.3.2.3 Resultados

La suma de emisiones resultantes de esta subcategoría, representan la mayor cantidad de emisiones de todo el sector y es una de las subcategorías que más contribuyen al total de emisiones de todo el inventario de GEI. Esto se debe a los patrones de uso intensivo de los vehículos particulares que se observan en nuestro país, sumado a la escasa alternativa de transportes públicos eficientes y confiables.

Las emisiones totales de CO₂e para esta subcategoría sumaron 587,651.28 toneladas para 2013 (tabla 9), de las cuales el municipio de Tepatlán representa el 53% de las emisiones.

Tabla 9 Toneladas de Emisiones de GEI en Transporte Terrestre-Energía (2013)

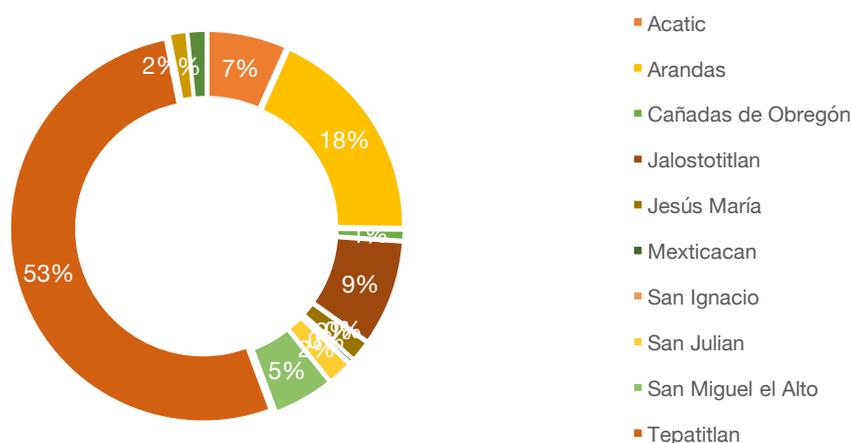
No	Categoría	Municipio	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ eq
A3	Transporte Terrestre (A3a Transporte Terrestre)	Acatic	38,140.74	8.78	3.29	39,258.79
		Arandas	105,323.79	27.70	9.76	108,686.38
		Cañadas de Obregón	5,065.27	1.42	0.48	5,231.35
		Jalostotitlán	50,484.25	11.10	4.25	51,921.37
		Jesús María	10,073.98	3.31	1.00	10,430.67
		Mexicacan	2,217.44	0.76	0.22	2,296.11
		San Ignacio	438.14	0.43	0.00	450.56
		San Julián	11,950.20	3.81	1.21	12,376.59

³ Esta consideración se basó en la edad promedio de los vehículos particulares registrados en los municipios de la región altos sur, según la base de datos de la Secretaría de Planeación Administración y finanzas de Jalisco (SEPAF, 2016).

San Miguel el Alto	28,986.48	6.91	2.49	29,839.26
Tepatitlán	299,985.52	71.05	26.37	308,963.58
Valle de Guadalupe	8,629.16	2.41	0.81	8,912.66
Yahualica	9,011.30	2.44	0.77	9,283.95
Totales	570,306.28	140.11	50.65	587,651.28

Fuente: Elaboración propia, CSER-UAG 2016.

Figura 3 Emisiones de GEI en (% de CO_{2e}) Transporte Terrestre-Energía 2013.



Fuente: Elaboración propia, CSER-UAG 2016.

2.3.3 Emisiones de la subcategoría “Otros Sectores”

2.3.3.1 Datos de actividad

Las actividades que generan emisiones en esta subcategoría están ligadas al consumo de Gas Lp y diésel en 2 principales sectores: Sector residencial y sector agricultura. En el sector residencial se utiliza Gas LP normalmente para calentar agua y preparar alimentos y en el sector agrícola se utiliza el diésel para actividades relacionadas a maquinaria y equipo agrícola. Los datos de actividad del sector residencial se obtuvieron mediante la estimación del consumo de Gas Lp a nivel municipal utilizando el consumo de Gas LP (para el mismo sector) a nivel estatal y el cociente de correlación del número de viviendas habitadas con servicio de agua potable a nivel estatal y municipal⁴. El dato de consumo de gas LP a nivel estatal se obtuvo de la plataforma de Sistema

⁴ Se buscó el cociente que tuviera mayor correlación entre el consumo de gas Lp y el sector residencial resultando ser el número de viviendas habitadas con servicio de agua potable por encima de el cociente de productividad económica de la región con el consumo de Gas Lp.

de Información Energética de la SENER⁵ y el dato de viviendas habitadas en ambos niveles se obtuvo del sitio web de INEGI⁶.

El sector comercial y de servicios (perteneciente a esta subcategoría), no se contabilizó debido a la falta de información en este rubro y a que a pesar de intentar hacer una estimación con el consumo estatal de Gas Lp y un cociente que demostrara la proporción de dicho sector a nivel estatal y municipal (en este caso el Valor Agregado Censal Bruto VACB como indicador de productividad), no se logró debido a que no se pudo demostrar la correlación en el tiempo entre la productividad del sector (VACB) y el consumo de Gas LP en el estado de Jalisco, ya que pareciera que el consumo de Gas Lp en este sector obedece a otras variables.

En el sector de Agricultura, Silvicultura y Pesca la información se obtuvo por medio de (SAGARPA, 2016) como parte del programa de diésel agropecuario (ANEXO2), donde se reportó información del consumo de diésel en los municipios de la región agrupados en los Centros de Apoyo al Desarrollo Rural (CADERs) como se observa en la tabla 10.

Tabla 10 Centros de Apoyo al Desarrollo Rural en la Región Altos Sur.

CADER	Municipio
Jalostotitlán	Jalostotitlán
	Cañadas de Obregón
Unión de San Antonio	San Julián
Arandas	Arandas
	Jesús María
	San Miguel el Alto
	San Ignacio
Yahualica	Yahualica
	Mexticacan
Tepatitlán	Tepatitlán
	Acatíc
	Valle de Guadalupe

Fuente: (SAGARPA, 2016).

Tabla 11 Consumo de Energía en Otros Sectores (Ton/2013).

No	Categoría	Combustible	Municipio	Consumo
A4	Otros Sectores - A4b Residencial	Gas Lp	Acatíc	1,362.18
			Arandas	4,673.01
			Cañadas de Obregón	315.27
			Jalostotitlán	1,967.57

⁵ <http://sie.energia.gob.mx>, sección HIDROCARBUROS>Gas Licuado>Ventas.

⁶ <http://www3.inegi.org.mx/> México en Cifras>Jalisco.

A4	Otros Sectores - A4c Agricultura	Diésel	Jesús María	1,200.92
			Mexicacan	446.46
			San Ignacio	1,081.14
			San Julián	1,015.29
			San Miguel el Alto	1,954.61
			Tepatitlán	8,573.93
			Valle de Guadalupe	438.94
			Yahualica	1,630.78
			Arandas	2,072.01
			Jesús María	
			San Miguel el Alto	
			San Ignacio	
			Jalostotitlán	2,282.75
			Cañadas de Obregón	
			Tepatitlán	2,825.52
			Acatic	
			Valle de Guadalupe	
			Yahualica	427.78
			Mexicacan	
			San Julián	866.77
Totales			32,268.14	

Fuente: Elaboración propia, CSER-UAG 2016, con datos de SENER y SAGARPA.

2.3.3.2 Factores y parámetros de emisión.

A continuación, se muestran (tabla 12) los factores de emisión utilizados en esta subcategoría, según la metodología del IPCC.

Tabla 12 Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en el sector residencial y Agricultura, silvicultura y pesca.

Combustible	Factor de emisión por defecto (Kg/TJ)		
	CO2	CH4	N2O
Gas LP	63,100	5.0	0.1
Diésel	74,100	10.0	0.6

Fuente: Metodologías del IPCC, 2006. Volumen 2 Energía, Capítulo 2 Combustión Estacionaria (Waldron, 2006).

2.3.3.3 Resultados

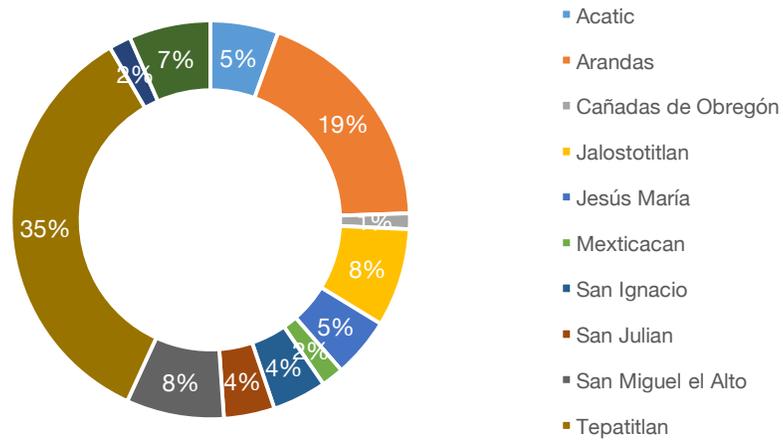
Las emisiones totales de esta subcategoría (Otros sectores) suman 100,958.76 toneladas de CO₂e, esto es una sexta parte de lo generado por la subcategoría anterior de transporte terrestre. Dentro de esta subcategoría el sector Residencial es el que más emite, generando el 73% de las emisiones mientras el sector Agricultura genera el 27%. En el sector de agricultura se desconoce la generación desagregada por municipio debido a que los datos se encuentran agrupados, sin embargo, se puede notar que el grupo de Tepatitlán, Acatic y Valle de Guadalupe es el que más emitió con un total de 9,056.28 toneladas de CO₂e (Fig. 5).

Tabla 13 Toneladas de Emisiones de GEI en Otros Sectores (2013).

No	Categoría	Municipio	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e		
A4	Otros Sectores - A4b Residencial	Acatic	4,065.61	0.32	0.01	4,076.34		
		Arandas	13,947.21	1.11	0.02	13,984.01		
		Cañadas de Obregón	940.96	0.07	0.00	943.44		
		Jalostotitlán	5,872.47	0.47	0.01	5,887.96		
		Jesús María	3,584.30	0.28	0.01	3,593.76		
		Mexicacacn	1,332.51	0.11	0.00	1,336.02		
		San Ignacio	3,226.80	0.26	0.01	3,235.31		
		San Julián	3,030.25	0.24	0.00	3,038.25		
		San Miguel el Alto	5,833.78	0.46	0.01	5,849.17		
		Tepatitlán	25,590.00	2.03	0.04	25,657.52		
		Valle de Guadalupe	1,310.07	0.10	0.00	1,313.52		
		Yahualica	4,867.28	0.39	0.01	4,880.13		
		A4	Otros Sectores - A4c Agricultura	Arandas	6,602.05	0.89	0.05	6,641.17
				Jesús María				
San Miguel el Alto								
San Ignacio								
Jalostotitlán	7,273.52			0.98	0.06	7,316.61		
Cañadas de Obregón								
Tepatitlán	9,002.94			1.21	0.07	9,056.28		
Acatic								
Valle de Guadalupe								
Yahualica	1,363.03			0.18	0.01	1,371.10		
Mexicacacn								
San Julián	2,761.80	0.37	0.02	2,778.16				

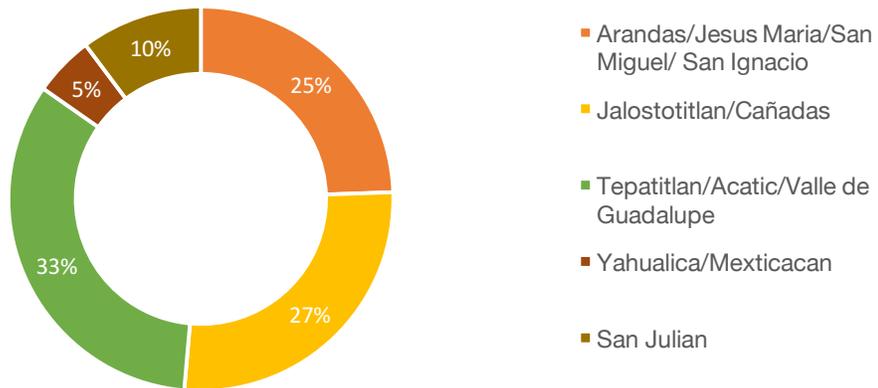
Fuente: Elaboración propia, CSER-UAG 2016.

Figura 4 Emisiones de GEI en (% de CO_{2e}) Sector Residencial-Energía 2013.



Fuente: Elaboración propia, CSER-UAG 2016.

Figura 5 Emisiones de GEI en (% de CO_{2e}) Sector Agricultura-Energía 2013.



Fuente: Elaboración propia, CSER-UAG 2016.

3. PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS

3.1 Descripción de la categoría

De acuerdo a las Directrices del IPCC de 2006, las emisiones de gases de efecto invernadero que se contabilizan en las Categorías de Procesos Industriales y Uso de Solventes incluyen al bióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), los Hidrofluorocarbonos (HFCs), los Perfluorocarbonos (PFC) y el Hexafluoruro de azufre (SF₆). Adicionalmente, también se emiten otros gases denominados precursores de ozono, como son el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO_x), los compuestos orgánicos volátiles diferentes de metano (COVDM) y el bióxido de azufre (SO₂).

Tabla 14 Subcategorías y Fuentes de Emisión del Sector Procesos Industriales y Uso de Productos.

Sub-Categoría	FUENTES DE EMISIÓN.
•2A Industria de los minerales	•Producción de cemento
	•Producción de cal
	•Producción de vidrio
	•Otros usos de carbonatos en los procesos
•2B Industria química	•Producción de amoníaco
	•Producción de ácido nítrico**
	•Producción de ácido adípico*
	•Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico*
	•Producción de carburo
	•Producción de dióxido de titanio
	•Producción de ceniza de sosa**
	•Producción petroquímica y de negro de humo**
•2C Industria de los metales	•Producción fluoroquímica
	•Producción de hierro y acero
	•Producción de ferroaleaciones
	•Producción de aluminio*
	•Producción de magnesio*
	•Producción de plomo
	•Producción de cinc*
•2D Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	•Uso de lubricantes
	•Uso de la cera de parafina
	•Uso de solventes*

Para este sector, según el inventario de GEI para la Región Altos Sur, se detectaron 2 problemas que impidieron realizar el cálculo de emisiones: 1. No se contó con información detallada o específica para este sector de parte de las instituciones responsables y 2. La escasa información disponible en la WEB mostró que en ninguno de los municipios correspondientes a la JIAS se manifiestan actividades relacionadas con la producción o uso de algún compuesto determinadas por la metodología del IPCC. Así lo comprueba el documento “Estadísticas a propósito de la Industria del cemento 2013”, según los Censos Económicos de 2009.

4. AGRICULTURA, BOSQUES Y OTROS USOS DE SUELO

Para la estimación de las emisiones en los municipios que integran la JIAS, se tomó en consideración la guía metodológica para Agricultura, Bosques y Otros Usos de Suelo (Agriculture, Forestry and Other Land Use, AFOLU) publicada por IPCC (2006) la cual toma en cuenta los procesos que ocurren relacionados con el manejo territorial, cambios de uso de suelo y producción agropecuaria. El capítulo de AFOLU describe los principales procesos de emisión y captura de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por actividades agrícolas, ganaderas y cambio de uso de suelo, así como el almacenamiento de carbono en reservorios. La estimación de emisiones y absorción de carbono se hace utilizando los datos de actividad disponibles a nivel local y los factores de emisión por defecto publicados por el IPCC (2006) o producto de estudios nacionales o estudios específicos lo cual permite realizar estimaciones con un nivel Tier 1 o 2. La Tabla mostrada a continuación muestra un resumen de las emisiones estimadas en la JIAS. Los apéndices de este capítulo muestran la información utilizada en las hojas de cálculo desarrolladas por el IPCC.

Tabla 15. Resultados AFOLU para los municipios que integran la JIAS.

Categoría AFOLU	Emisión GEI (tonCO ₂ e/año)	Año de Referencia/ Fuente de Información
Utilización de Urea	N.E.	
Aplicación de Cal y Dolomita	N.E.	
Fermentación Entérica		
<i>Ganado Vacuno</i>	168,047.0	2013 / IPCC (2006)
<i>Pollos</i>	141.4	2013 / IPCC (2006); Huang (2005)
<i>Cerdos</i>	26,920.8	2013 / IPCC (2006)
<i>Otros</i>	2,251.4	2013 / IPCC (2006)
CH ₄ por manejo de estiércol		
<i>Ganado Vacuno</i>	6,033.6	2013 / IPCC (2006)
<i>Pollos</i>	17,896.8	2013 / IPCC (2006)
<i>Cerdos</i>	402,875.3	2013 / IPCC (2006)
<i>Otros</i>	100.2	2013 / IPCC (2006)
Emisiones Directas NO por Manejo de Estiércol		
<i>Ganado Vacuno</i>	81,531.2	2013 / IPCC (2006)
<i>Pollos</i>	950.4	2013 / IPCC (2006)
<i>Cerdos</i>	44,178.2	2013 / IPCC (2006)
<i>Otros</i>	2,329.3	2013 / IPCC (2006)
Emisiones Indirectas NO por Manejo de Estiércol		
<i>Ganado Vacuno</i>	20,382.8	2013 / IPCC (2006)
<i>Pollos</i>	52,272.8	2013 / IPCC (2006); Huang (2005)
<i>Cerdos</i>	10,602.8	2013 / IPCC (2006)
<i>Otros</i>	291.2	2013 / IPCC (2006)
Cambio de Uso de Suelo		

<i>Deforestación</i>	153,200.8	2011 (1993-2011) INEGI/ CONAFOR (2014)
<i>Reforestación de áreas no forestadas</i>	-51,742.5	2011 (1993-2011) INEGI/ CONAFOR (2014)
<i>Perdida de praderas</i>	87,287.6	2011 (1993-2011) INEGI/ CONAFOR (2014)
<i>Recuperación praderas</i>	-3,993.3	2011 (1993-2011) INEGI/ CONAFOR (2014)
Permanencia y recuperaciones de Uso de Suelo		2011 (1993-2011) INEGI/ CONAFOR (2014)
<i>Degradación Forestal</i>	2,409.0	2011 (1993-2011) INEGI/ CONAFOR (2014)
<i>Recuperación de bosques degradados</i>	-20,620.0	2011 (1993-2011) INEGI/ CONAFOR (2014)
<i>Uso de suelo que permanece como tal</i>	-384,109.4	2011 (1993-2011) INEGI/ CONAFOR (2014)
Emisiones por incendios	N.E.	N.D.
Total para el municipio	619,237.5	

N.D. No se encontró información disponible.

N.E. No estimado para el municipio

Los valores negativos en la tabla hacen referencia a absorciones o captura de carbono.

El total de emisiones anuales de acuerdo a lo estimado en el capítulo 4 de AFOLU presentado en esta sección es de 1,075,677.38 tonCO_e. En lo que respecta a las emisiones asociadas a la categoría de agricultura y ganadería, las emisiones por fermentación entérica son de 197,360.59 tonCO_e, las emisiones de CH₄ son de 426,905.85 tonCO_e y las emisiones de N₂O por manejo de estiércol directas e indirectas son de 128,989.17 tonCO_e y 83,549.58 tonCO_e, respectivamente. En lo que se refiere a la dinámica de cambio de uso de suelo las absorciones de carbono por los bosques en los municipios de la JIAS son de -460,465.2 tonCO_e y las emisiones anuales por deforestación y degradación son de 153,200.76 tonCO_e y 2,408.96 tonCO_e, respectivamente, por lo tanto, el sector forestal y de uso de suelo en el municipio es un sumidero neto de emisiones. Sin embargo, al considerar las emisiones de AFOLU en su conjunto, la región se mantiene como una fuente neta de emisiones.

4.1 Agricultura

Las guías del IPCC (2006) presentan metodologías para la estimación de emisiones de GEI asociadas a la generación de óxido nitroso por el uso de cierto tipo de fertilizantes. Siguiendo la descripción del IPCC, el óxido nitroso (N₂O) es producido de manera natural por la acción bacteriana mediante procesos de nitrificación y des-nitrificación. La nitrificación es la oxidación anaeróbica del nitrato de amonio (NH₄NO₃) y la des-nitrificación es la reducción anaeróbica de nitratos y su conversión en nitrógeno gas (N₂). El óxido nitroso es un gas intermedio liberado a la atmósfera en la secuencia de la reacción de des-nitrificación y un producto de la nitrificación. Ambos procesos se encuentran directamente relacionados al nivel de nitrógeno en el suelo. En la mayoría de los suelos, la adición de compuestos nitrogenados, provoca un incremento en los niveles de emisión de N₂O. La metodología propuesta por IPCC (2006), estima la generación de GEI por la cantidad de compuestos nitrogenados inducidos por la actividad humana.

Por otro lado, el carbonato de calcio (CaCO₃), comúnmente conocido como cal, así como la dolomita (CaMg(CO₃)), son comúnmente utilizados en agricultura y bosques para la estabilización del pH en suelo, particularmente para la reducción de la acidez. Debido a las reacciones que ocurren con los compuestos ácidos del suelo, se produce CO₂. Asimismo, la urea CO(NH₂)₂ es un fertilizante utilizado en la agricultura y el proceso de síntesis requiere de la fijación de CO₂. Al aplicarse urea en los cultivos, se separa y vuelve a generar CO₂.

4.1.1 Utilización de Urea

4.1.1.1 Datos de Actividad

Después de realizar una búsqueda de información no se encontró información de la cantidad de urea utilizada anualmente en los municipios de la JIAS.

Tabla 16 Toneladas de urea aplicadas en los municipios de la JIAS en el año 2013.

Cantidad	Unidad	Fuente de información
-	toneladas	N.D.

N.D.: No disponible

4.1.1.2 Factores de Emisión

Para la estimación de las emisiones se considera la cantidad de urea aplicada de acuerdo a lo descrito en el capítulo 11 “Emisiones de N₂O de los Suelos Gestionados y Emisiones de CO₂ Derivadas de la Aplicación de Cal y Urea”, sección 11.4 del IPCC (2006). La Tabla siguiente muestra el factor de emisión seleccionado en las guías del IPCC (2006), que puede utilizarse para hacer una estimación Tier 1.

Tabla 17 Factores para estimar las emisiones por aplicación de urea.

Tipo	Factor de emisión	Unidades	Fuente de información
Urea	0.73	tonCO ₂ e/ ton de urea	IPCC (2006)

4.1.1.3 Resultados

Debido a que no fue posible obtener información de los datos de actividad por la utilización de urea, no se presentan resultados de esta sección. Se recomienda recopilar información local sobre el uso y aplicación de urea para estimar las emisiones asociadas de GEI.

Tabla 18 Estimación de emisiones de GEI por aplicación de urea en los municipios de la JIAS en el año 2013.

Tipo de aplicación	Ton CO ₂ e/año
Urea	N.E.

N.E.: No estimado.

4.1.2 Aplicación de Cal

4.1.2.1 Datos de Actividad

Después de realizar una búsqueda de información no se encontró información de la cantidad de cal o dolomita utilizadas anualmente en los municipios de la JIAS.

Tabla 19 Toneladas de cal y dolomita aplicadas por año en los municipios de la JIAS, en el año 2013.

Cantidad	Unidad	Fuente de información
N.D.	Toneladas de Cal	N.D.
N.D.	Toneladas de Dolomita	N.D.

N.D.: No disponible.

4.1.2.2 Factores de Emisión

Para la estimación de las emisiones de esta sección se considera la cantidad de cal y dolomita de acuerdo a lo descrito en la sección “Emisiones de N₂O de los Suelos Gestionados y Emisiones de CO₂ Derivadas de la Aplicación de Cal y Urea”, sección 11.3 del IPCC (2006). La Tabla siguiente muestra los factores de emisión seleccionados de las guías del IPCC (2006), que puede utilizarse para hacer una estimación Tier 1 para éste proceso.

Tabla 20 Factores de emisión para estimar las emisiones por aplicación de cal y dolomita.

Tipo	Factor de emisión	Unidades	Fuente de información
Cal	0.44	tonCO ₂ e/ton Cal	IPCC (2006) default
Dolomita	0.44	tonCO ₂ e/ ton Dolomita	IPCC (2006) default

4.1.2.3 Resultados

Debido a que no fue posible obtener información de los datos de actividad por la utilización de cal y dolomita, no se presentan resultados de esta sección. Se recomienda recopilar información local sobre el uso y aplicación de cal y dolomita para estimar las emisiones asociadas de GEI.

Tabla 21 Estimación de emisiones de GEI por aplicación de cal y dolomita en los municipios de la JIAS en el año 2013.

Tipo de aplicación	Ton CO ₂ e/año
Cal	N.E.
Dolomita	N.E.
Total	N.E.

N.E.: No estimado.

4.2 Ganadería

Las actividades de ganadería pueden resultar en procesos de emisión de metano (CH₄) por fermentación entérica, así como CH₄ y N₂O durante el proceso de manejo del estiércol. La fermentación entérica forma parte del sistema digestivo de los rumiantes (herbívoros) en el cual los microorganismos desdoblan los carbohidratos en moléculas simples para su absorción en su sistema. Los procesos de fermentación entérica dependen del tracto del sistema digestivo de los animales y de la cantidad de alimento que recibe. De acuerdo con IPCC (2006), entre mayor sea la cantidad de alimento y, dependiendo de su composición, serán mayores las emisiones de CH₄. Por otro lado, las emisiones asociadas al manejo del estiércol varían significativamente de acuerdo al tipo de tratamiento que recibe. El factor principal de generación de CH₄ y de N₂O, es función de la cantidad de residuos que se descomponga en condiciones anaeróbicas y del tipo de gestión que reciba el estiércol (ej. Manejo como líquido/fango, en corral o deposición en praderas). La generación de GEI además varía de acuerdo a las tasas de excreción. De acuerdo con IPCC (2006), cuando el sistema de tratamiento es líquido, se da a lugar una producción mayor de CH₄ y una alta volatilización de compuestos nitrogenados. La metodología de cálculo que describe el IPCC (2006) toma en consideración la cantidad de animales por tipo de ganado. Las estimaciones se realizan desagregando la población animal por y por el tipo de tratamiento que recibe el estiércol.

4.2.1 Fermentación Entérica

4.2.1.1 Datos de Actividad

Después de realizar una búsqueda de información a través de la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de Jalisco (OEIDRUS) de la SAGARPA, se obtuvo la información de las poblaciones ganaderas en los municipios de la JIAS para el año 2013, la cual se presenta en la siguiente Tabla. La información se obtiene a partir de la producción cárnica de cada tipo de ganado dividida entre el peso promedio del animal; por lo anterior no se incluyen las poblaciones del ganado vacuno lechero, o avícola de gallinas ponedoras, o vientres de producción porcina.

Tabla 22 Población ganadera por especie en los municipios de la JIAS en el año 2013.

Tipo de Ganado	Población (Cabezas)	Fuente de información
Vacuno	113,239	OEIDRUS Jalisco (2013)
Ovino	6,859	OEIDRUS Jalisco (2013)
Caprino	2,524	OEIDRUS Jalisco (2013)
Porcino	961,456	OEIDRUS Jalisco (2013)
Avícola	31,877,646	OEIDRUS Jalisco (2013)

4.2.1.2 Factores de Emisión

Para la estimación de las emisiones de GEI se considera el tipo de ganado presente en el municipio, su población y el tipo de alimentación de acuerdo a lo descrito en la sección “Emisiones Resultantes de la Gestión del Ganado y Estiércol”, sección 10.5 del IPCC (2006). La Tabla que se presenta a continuación muestra los valores de los factores de emisión utilizados para estimar las emisiones por este proceso.

Tabla 23 Factores de emisión para estimar las emisiones de GEI por fermentación entérica y manejo de estiércol de ganado.

Especies o categoría	Factor de emisión por fermentación entérica (TonCO/cabeza-año)	Factor de emisión CH ₄ por estiércol (TonCO/cabeza-año)	Fuente de información
Vacuno	1.48	0.06	IPCC (2006)
Ovino	0.14	0.0078	IPCC (2006)
Caprino	0.14	0.0056	IPCC (2006)
Porcino	0.028	0.44	IPCC (2006)
Avícola	0.000004	0.00056	Huang (2005); IPCC (2006)

Para la selección de los factores de emisión por el manejo de estiércol para el ganado vacuno, ovino, caprino y aviar se, se toma el valor correspondiente a “países en desarrollo” pues indica que en su mayoría el estiércol es depositado en pastos y praderas. Por otro lado, para el ganado porcino se utiliza el factor correspondiente a un sistema de manejo de estiércol basado en líquido o fango para la generación de CH₄ (los factores se obtuvieron en la Tabla 3A2. Las guías del IPCC (2006), no incluyen factores de emisión por fermentación entérica para ganado aviar, sin embargo, ésta es una actividad económica importante en la región por lo que se procedió a buscar en la literatura académica una referencia. Se encontró que Huang (2005) determinó en 0.000004 tonCO/animal-año el factor de emisión de fermentación entérica para ganado aviar, este valor es utilizados para estimar las emisiones correspondientes de la categoría.

La propuesta metodológica IPCC (2006) subdivide el ganado vacuno en dos categorías y ambas tienen un factor de emisión por fermentación entérica distinto: Vacas lecheras (121 kgCH₄/año) y otro tipo de ganado vacuno (53 kgCH₄/año). Para la estimación presentada aquí, se toma en cuenta el ganado en pie y se agrupa en la categoría de “otro tipo de ganado vacuno”, excluyendo el ganado lechero por falta de información; se recomienda que en futuras estimaciones se separe la población de ganado lechero pues proporcionará una estimación más detallada.

4.2.1.3 Resultados

A continuación, se presentan las emisiones de GEI en los municipios de la JIAS para el año 2013 por fermentación entérica. Para futuras estimaciones se recomienda incluir el ganado vacuno desagregando la población de vacas lecheras y la población total del sector avícola incluyendo las gallinas ponedoras.

Tabla 24 Estimación de emisiones de GEI por fermentación entérica y CH₄ por manejo de estiércol de la población ganadera en los municipios de la JIAS en el año 2013.

Tipo de Ganado	Fermentación entérica (tonCO ₂ e/año)	CH ₄ por manejo de estiércol (tonCO ₂ e/año)
Vacuno	168,046.98	6,033.64
Ovino	1,281.03	71.12
Caprino	970.37	29.03
Porcino	26,920.79	402,875.28
Avícola	141.38	17,896.77
Total	197,360.59	426,905.85

4.2.2 Emisiones Indirectas por Manejo de Estiércol

4.2.2.1 Datos de Actividad

Además de la generación de metano, el manejo de estiércol de ganado ocasiona emisiones indirectas de óxido nitroso. Los datos de actividad corresponden a la población de cada tipo de ganado y son las mismas que las utilizadas en la estimación de las emisiones de GEI por fermentación entérica.

4.2.2.2 Factores de Emisión

Para la estimación de las emisiones de este proceso se considera manejo de estiércol vacuno en pradera, porcino en fango y las categorías de ovino, caprino y avícola en corral, de acuerdo a lo descrito en la sección "Emisiones Resultantes de la Gestión del Ganado y Estiércol", sección 10.5 del IPCC (2006). La Tabla que se presenta a continuación muestra los factores de emisión utilizados para estimar las emisiones de GEI por este proceso.

Tabla 25 Factores de emisión para estimar las emisiones directas e indirectas de N₂O de GEI por el manejo de estiércol.

Tipo de manejo de estiércol	Emisiones Directas NO (tonCO ₂ e/cabeza-año)	Emisiones Indirectas NO (kgCO ₂ e/año)	Tipo de tratamiento	Fuente de información
Vacuno	0.70	0.17	Pradera	IPCC (2006)
Porcino	0.05	0.011	Líquido/Fango	IPCC (2006)
Ovino	0.16	0.019	Corral	IPCC (2006)
Caprino	0.17	0.021	Corral	IPCC (2006)
Avícola	0.000029	0.0016	Corral	IPCC (2006)

Para estimar las emisiones indirectas de óxido nitroso es necesario especificar el tipo de manejo que recibe el estiércol de cada tipo de ganado. Para ganado vacuno se considera que el estiércol queda depositado en pradera, lo cual corresponde de acuerdo a las especificaciones del IPCC (2006) a la región de américa latina (ver Tablas 10A4 a 10A9 de guías IPCC 2006). Por otro lado, se considera que el manejo del estiércol de ganado porcino es completamente en sistemas líquido/fango y el manejo del estiércol ovino, caprino y avícola es gestionado en corrales. El cálculo de emisiones de GEI se elabora en función de la cantidad de cabezas en pie, masa típica de cada categoría y valores por defecto del IPCC (2006).

4.2.2.3 Resultados

A continuación, se presentan las estimaciones de las emisiones de GEI por procesos indirectos en el manejo de estiércol de ganado en los municipios de la JIAS para el año 2013.

Tabla 26 Estimación de las emisiones directas e indirectas de N₂O de GEI por el manejo de estiércol, en los municipios de la JIAS para el año 2013.

Tipo de Ganado	Emisiones directas (Ton COe/año)	Emisiones Indirectas (Ton COe/año)	Referencia
Vacuno	81,531.21	20,382.79	IPCC (2006)
Porcino	44,178.23	10,602.77	IPCC (2006)
Ovino	1,440.63	180.06	IPCC (2006)
Caprino	888.67	111.08	IPCC (2006)
Avícola	950.40	52,272.83	IPCC (2006)
Total	128,989.17	83,549.58	

4.3 Bosques y Otros Usos de Suelo

Los procesos generales de emisión y absorción de carbono en bosques y otros usos de suelo se relacionan con los niveles y cambios en los niveles de carbono en áreas que permanecen en el mismo uso de suelo durante el periodo de análisis y aquellas que cambian de categoría (i.e. forestal, pastizal, agricultura, humedales, localidades y otras coberturas de suelo). Otro de los principales procesos de generación de emisiones de GEI son los incendios. Los incendios es una práctica común en la agricultura itinerante (agricultura de roza, tumba y quema) y los incendios forestales por causas naturales o provocados. El proceso de quema tiene asociada la generación de CH₄, CO y N₂O. Sin embargo, aunque existen algunos registros de la ocurrencia de incendios forestales, no todas las estadísticas incluyen el área afectada. Las emisiones y absorciones de carbono en esta sección se elaboran utilizando la información derivada de las cartas de INEGI 1:250,000 en un periodo de 18 años comprendiendo de 1993 al año 2011 para lo cual se utilizan las series II y V de cobertura y uso de suelo. Los factores de emisión corresponden al contenido de carbono en diferentes tipos de cobertura en la vegetación arbórea, según se ha reportado por México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (CONAFOR, 2014); esta información está basada en la información del Inventario Forestal y de Suelos (INFyS) de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y están orientados a la generación de estimaciones de emisiones por deforestación a un nivel o Tier 2.

Otro de los procesos de generación de emisiones que se estiman en esta categoría, se encuentran los aprovechamientos de los recursos maderables forestales. El carbono en la madera y leña que se extrae de los bosques y selvas puede ser almacenado en productos maderables, o bien, ser quemado como fuente de energía primaria. Dentro de los principales procesos de captura de carbono se encuentra el incremento de los acervos por actividades de reforestación y crecimiento forestal en un periodo de tiempo definido. Las estimaciones evalúan los cambios en las existencias de carbono; es decir, se mide la cantidad de carbono que hay al inicio y final del periodo definido mediante un inventario de un área establecida.

4.3.1 Descripción Metodológica General

Para poder hacer una clasificación de clases de coberturas de vegetación que sean agrupables bajo los criterios de las guías de buenas prácticas del IPCC, se trabajó con insumos oficiales y se estableció como fuente de datos para la compilación de los inventarios, la información cartográfica contenida en las cartas de Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 250,000 en sus series II, V, elaborados por el Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). Estos mapas de uso de suelo, además de ser una fuente oficial, son también la base para la elaboración del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS), que realiza la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) –elemento base para el desarrollo de factores de emisión nacionales. Uno de los elementos clave que el IPCC recomienda, es que la información que se use cubra la totalidad del territorio nacional y tenga coherencia temporal –ya que se requieren estimaciones para una serie temporal de al menos 20 años-; en este sentido las Series INEGI, cumplen con estas condiciones, ya que se tiene

representada la totalidad del territorio nacional y se han realizado cinco series desde 1985 (serie I) hasta 2013 (serie V) (Victoria-Hernández et al., 2011). En este caso se utilizaron las series II, 1993 y V, 2011.

4.3.1.1 Categorías de Uso de Suelo

Para estimar el carbono almacenado, las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero asociadas con las actividades del uso del suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUSS) se necesita información sobre la superficie cubierta por el uso de suelo, con las siguientes propiedades:

- **Transparente:** Describir sus fuentes, fechas de origen, y supuestos que considera.
- **Exhaustividad:** Con una cobertura geográfica total de las fuentes y los sumideros del país.
- **Coherencia:** Al utilizar la misma metodología para el año base y subsecuentes años de evaluación.
- **Comparabilidad:** utilizar las metodologías y formatos acordados por la Conferencia de las Partes (COP) para la estimación de los inventarios y comunicarlos.
- **Exactitud:** a la precisión de la estimación de una emisión o absorción; es decir ni por encima ni por debajo de las emisiones reales o absorciones, y que las incertidumbres se reduzcan lo más posible.

A continuación, se presenta el resultado del análisis de tipos de vegetación del país para su agrupación en las seis categorías de uso del suelo (IPCC, 2006) que contiene la categoría de USCUSS que son:

1. Tierras forestales
2. Tierras agrícolas
3. Pastizales (praderas)
4. Humedales
5. Asentamientos
6. Otras Tierras

4.3.1.2 Tierras Forestales

Esta categoría comprende toda la tierra con vegetación leñosa coherente con umbrales utilizados para definir las tierras forestales en el inventario nacional GEI subdivididas a nivel nacional, cultivadas y no cultivadas, y también por tipos de ecosistema, según se especifica en las directrices del IPCC. También comprende sistemas con vegetación actualmente inferior al umbral de la categoría de tierras forestales, pero que se espera sea rebasado. Para la zona Altos Sur, comprende los tipos de vegetación siguientes:

- Bosque de Coníferas Primario
- Bosque de Coníferas Secundario
- Bosque de Encino Primario
- Bosque de Encino Secundario
- Matorral Xerófilo Leñoso Primario
- Selva Caducifolia Primario
- Selva Caducifolia Secundario

4.3.1.3 Tierras Agrícolas

Esta categoría comprende tierras de cultivo y labranza, y sistemas agroforestales donde la vegetación no llega al umbral utilizado para la categoría de tierra forestal, con arreglo a la selección de definiciones nacionales (IPCC, 2006). Para la zona se compone de:

- Agricultura Temporal
- Agricultura Permanente

4.3.1.4 Humedales

Esta categoría comprende la tierra cubierta o saturada por agua durante la totalidad o parte del año (p. ej., turbera) que no entra en las categorías de tierras forestales, tierras agrícolas, pastizales o asentamientos. Esta categoría puede

subdividirse en gestionados y no gestionados, según las definiciones nacionales. Comprende embalses como subdivisión gestionada y ríos y lagos naturales como subdivisiones no gestionadas (IPCC, 2006). En este caso, solo incluye los cuerpos de agua señalados como tales en las series de INEGI

4.3.1.5 Asentamientos

Esta categoría comprende toda la tierra desarrollada, con inclusión de la infraestructura de transporte y los asentamientos humanos de todo tamaño, a menos que estén ya incluidos en otras categorías. Esto debe ser coherente con la selección de definiciones nacionales (IPCC, 2006).

4.3.2 Análisis Espacial

La información cartográfica contenida en las cartas de Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250,000 en sus series II y V, elaborados por el Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI), fueron generadas y actualmente se distribuyen en formato vector, donde las unidades de uso de suelo y vegetación están representadas por polígonos. El proceso para convertir los productos cartográficos de forma analógica a digital que realiza el INEGI, impone la necesidad de considerar que los mecanismos de percepción y análisis de información digital difieren de los tradicionales, y aunque pueden ser visualizados en monitores gráficos, su análisis se realiza fundamentalmente por la combinación de métodos de análisis geométrico, estadístico y consulta de bases de datos. Para el procesamiento de los datos geoespaciales se utilizó el software ArcGIS 10.1 (ESRI, 2012). Como primer paso se integró la información cartográfica vectorial de las cartas de Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250,000 en sus series II, y V.

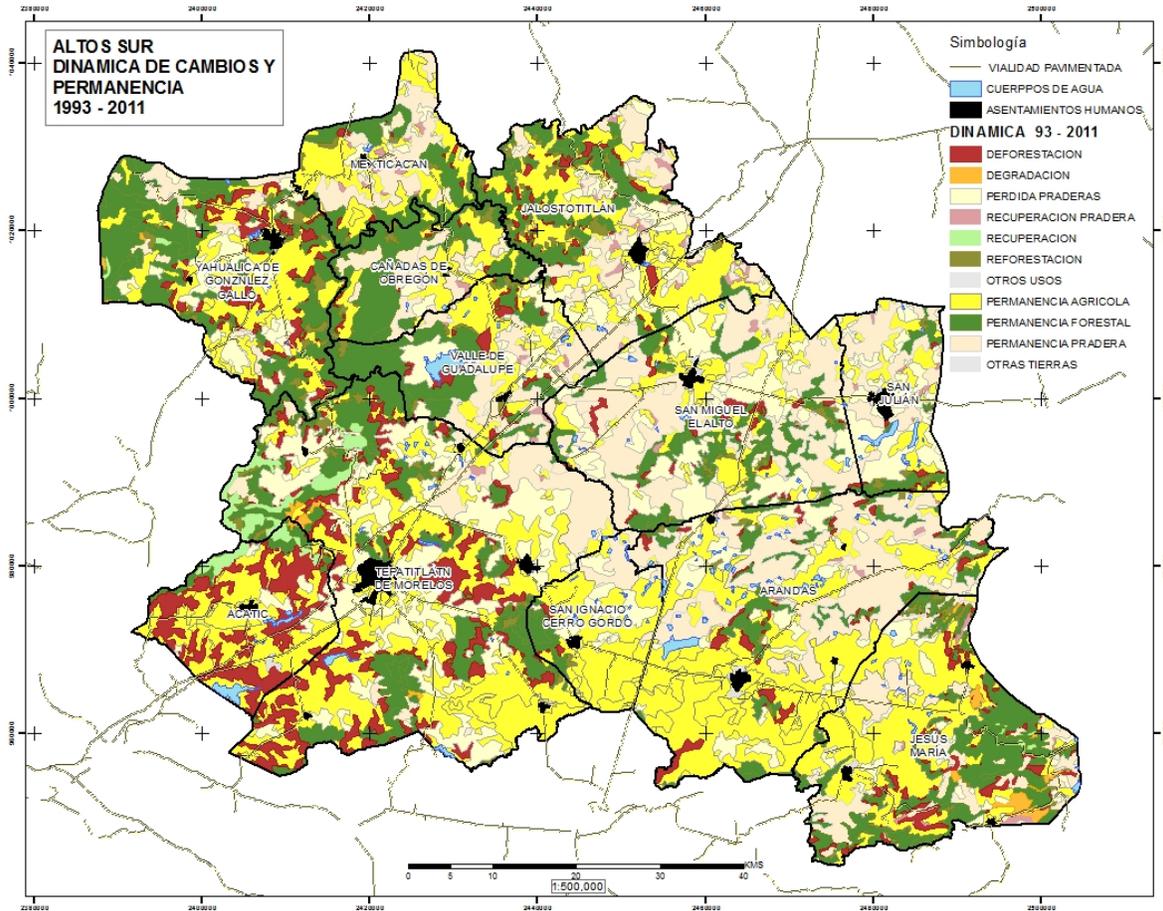
4.3.3 Criterios de cambios

Las áreas de cambio se ubican donde existe un cambio entre y dentro de las categorías,) y se clasifican de la siguiente manera:

- **Permanencia:** Áreas que se mantienen en la misma categoría.
- **Deforestación:** Área que cambio de una fase de desarrollo de la vegetación primaria en las categorías de Tierras No Forestales.
- **Reforestación:** Área con un uso de suelo No Forestal que cambian a una categoría de Tierra Forestal ya sea de condición primaria o secundaria
- **Degradación:** Área que cambio de una fase de desarrollo de la vegetación primaria en las categorías de Tierras Forestales, a una de condición secundaria dentro de la categoría de Tierras Forestales
- **Recuperación:** Área con una condición secundaria dentro de tierras Forestales que cambia a una de condición primaria dentro de la categoría de Tierras Forestales
- **Cambio de Uso:** Área en la cual cambia su actividad dentro de una categoría de Tierra No Forestal
- **Permanencia Agrícola;** Áreas donde no se registra un cambio en la categoría agrícola.

La Figura que se presenta a continuación muestra la dinámica de cambios y permanencias en los principales tipos de cobertura durante el periodo de análisis.

Figura 6 Dinámica de cambios y permanencias de cobertura de suelo en los municipios de la JIAS en el periodo 1993-2011.



4.3.4 Datos de Actividad

4.3.4.1 Áreas que cambiaron de categorías de cobertura de suelo

A partir del análisis de las cartas de uso de suelo y vegetación se determinó el área que cambio de categoría forestal a otros tipos de cobertura en el periodo de 1993 a 2011. Las Tablas a continuación muestran la información de los cambios de cobertura la JIAS.

Tabla 27. Áreas que cambiaron de bosque a otro tipo de cobertura en los municipios de la JIAS, en el periodo de análisis (deforestación).

Municipio	Cobertura Inicial	Cobertura Final	Área Total (ha)	Área (ha/año)	Anual
Acatic	Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	869.3	48.3	
	Selva Caducifolia Primario	Agrícola Anual	60.3	3.4	
	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	9,525.50	529.2	
	Selva Caducifolia Secundario	Pastizal	36	2	

Arandas	Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	1,048.50	58.2
	Bosque de Encino Secundario	Pastizal	187.6	10.4
	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	1,106.80	61.5
	Selva Caducifolia Secundario	Pastizal	449.9	25
Cañadas de Obregón	Bosque de Coníferas Primario	Agrícola Anual	29.1	1.6
	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	178.7	9.9
	Selva Caducifolia Secundario	Pastizal	2.8	0.2
Jalostotitlán	Bosque de Coníferas Primario	Agrícola Anual	300.9	16.7
	Bosque de Coníferas Secundario	Agrícola Anual	816.4	45.4
	Bosque de Coníferas Secundario	Pastizal	14.2	0.8
	Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	48.2	2.7
	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	649.6	36.1
Jesús María	Bosque de Encino Primario	Agrícola Anual	194.7	10.8
	Bosque de Encino Primario	Pastizal	117.2	6.5
	Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	913.2	50.7
	Bosque de Encino Secundario	Pastizal	518.5	28.8
	Selva Caducifolia Primario	Agrícola Anual	47.6	2.6
	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	782.9	43.5
	Selva Caducifolia Secundario	Pastizal	541.1	30.1
Mexticacán	Bosque de Coníferas Primario	Agrícola Anual	90.8	5
	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	202.6	11.3
San Ignacio Cerro Gordo	Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	131.6	7.3
	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	150.2	8.3
San Julián	Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	9.3	0.5
	Bosque de Encino Secundario	Pastizal	31.1	1.7
	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	213.7	11.9
	Selva Caducifolia Secundario	Pastizal	7.9	0.4
San Miguel el Alto	Bosque de Encino Primario	Agrícola Anual	137.8	7.7
	Bosque de Encino Primario	Pastizal	30.3	1.7
	Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	18.2	1
	Matorral Xerofilo Lenoso Primario	Agrícola Anual	818.7	45.5
	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	513.2	28.5
	Selva Caducifolia Secundario	Pastizal	479.2	26.6
	Bosque de Encino Primario	Agrícola Anual	75.7	4.2

Tepatitlán de Morelos	Bosque Secundario	de Encino	Agrícola Anual	5,036.70	279.8
	Bosque Secundario	de Encino	Asentamientos	95.5	5.3
	Bosque Secundario	de Encino	Pastizal	37.8	2.1
	Selva Caducifolia Secundario		Agrícola Anual	10,972.90	609.6
	Selva Caducifolia Secundario		Asentamientos	6	0.3
Valle de Guadalupe	Selva Caducifolia Secundario		Pastizal	311.6	17.3
	Bosque Secundario	de Encino	Agrícola Anual	806.9	44.8
	Selva Caducifolia Secundario		Agrícola Anual	834.6	46.4
Yahualica de González Gallo	Selva Caducifolia Secundario		Pastizal	11.2	0.6
	Bosque Primario	de Encino	Agrícola Anual	13.1	0.7
	Bosque Secundario	de Encino	Agrícola Anual	581.5	32.3
	Bosque Secundario	de Encino	Pastizal	21.4	1.2
	Selva Caducifolia Secundario		Agrícola Anual	4,218.20	234.3
	Selva Caducifolia Secundario		Asentamientos	22.5	1.3
Selva Caducifolia Secundario		Pastizal	237.7	13.2	

Tabla 28 Áreas que cambiaron de otros tipos de cobertura a bosques o selvas en los municipios de la JIAS en el periodo de análisis (reforestación).

Municipio	Cobertura Inicial	Cobertura Final	Área (ha)
Acatic	Agrícola Anual	Bosque de Encino Primario	5.7
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	1
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	19.2
Arandas	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	105.3
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	363.2
	Pastizal	Bosque de Encino Primario	9.6
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	299.6
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	182.7
Cañadas de Obregón	Agrícola Anual	Bosque de Coníferas Primario	337.8
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	30.8
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	433.1
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	74.4
Jalostotitlán	Agrícola Anual	Bosque de Coníferas Primario	291.6
	Agrícola Anual	Bosque de Coníferas Secundario	1,013.90
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	28.8
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	351.7

Jesús María	Pastizal	Bosque de Coníferas Secundario	11.7
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	6.2
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	96.2
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Primario	70.6
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	228.4
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	213.2
	Pastizal	Bosque de Encino Primario	118.3
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	855.6
	Pastizal	Selva Caducifolia Primario	119.6
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	147.6
Mexticacán	Agrícola Anual	Bosque de Coníferas Primario	117.5
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	461.3
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	33.3
San Ignacio Cerro Gordo	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	122.1
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	8
San Julián	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	10.4
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	155.8
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	22.3
San Miguel el Alto	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	280.7
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Primario	55.4
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	103.2
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	407.6
	Pastizal	Bosque de Encino Primario	94.5
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	169
	Pastizal	Matorral Xerofilo Lenoso Primario	6.8
Tepatitlán de Morelos	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	266.4
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	130.9
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	298.2
	Pastizal	Bosque de Encino Primario	1
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	209.3
	Pastizal	Selva Caducifolia Primario	417.9
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	1,301.90
Valle Guadalupe de	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	134.5
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	576.4
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	2

Yahualica de González Gallo	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	230.8
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Primario	147.5
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	128.2
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	1,125.60
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	7.7
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	661.6

Tabla 29 Áreas que cambiaron de pastizal a agricultura en los municipios de la JIAS en el periodo de análisis (pérdida de pastizales).

Municipio	Cobertura Inicial	Cobertura Final	Área Total (ha)	Área Anual (ha/año)
Acatic	Pastizal	Agrícola Anual	1931.5	107.3
Arandas	Pastizal	Agrícola Anual	9966.2	553.7
Cañadas de Obregón	Pastizal	Agrícola Anual	1100.3	61.1
	Pastizal	Asentamientos	10.1	0.6
Jalostotitlán	Pastizal	Agrícola Anual	8796.3	488.7
	Pastizal	Asentamientos	14.6	0.8
Jesús María	Pastizal	Agrícola Anual	4254.7	236.4
Mexicacán	Pastizal	Agrícola Anual	1764.8	98
	Pastizal	Asentamientos	18.6	1
San Ignacio Cerro Gordo	Pastizal	Agrícola Anual	3606.8	200.4
	Pastizal	Asentamientos	5.4	0.3
San Julián	Pastizal	Agrícola Anual	8335	463.1
	Pastizal	Asentamientos	82.8	4.6
San Miguel el Alto	Pastizal	Agrícola Anual	18104.9	1,005.80
	Pastizal	Asentamientos	49.9	2.8
Tepatitlán de Morelos	Pastizal	Agrícola Anual	32311.6	1,795.10
	Pastizal	Asentamientos	367.4	20.4
Valle de Guadalupe	Pastizal	Agrícola Anual	5696.9	316.5
Yahualica de González Gallo	Pastizal	Agrícola Anual	7245.8	402.5

Tabla 30 Áreas que cambiaron de agricultura a pastizal en los municipios de la JIAS en el periodo de análisis (recuperación de pastizales).

Municipio	Cobertura Inicial	Cobertura Final	Área (ha)
Acatic	-	-	-
Arandas	Agrícola Anual	Pastizal	481.4
Cañadas de Obregón	Agrícola Anual	Pastizal	173.8
Jalostotitlán	Agrícola Anual	Pastizal	1,423.10
Jesús María	Agrícola Anual	Pastizal	611.8

Mexicacán	Agrícola Anual	Pastizal	665
San Ignacio Cerro Gordo	-	-	-
San Julián	Agrícola Anual	Pastizal	225.9
San Miguel el Alto	Agrícola Anual	Pastizal	415.4
Tepatitlán de Morelos	Agrícola Anual	Pastizal	212.2
Valle de Guadalupe	Agrícola Anual	Pastizal	500.3

4.3.4.2 Áreas que se mantuvieron en la misma categoría de cobertura de suelo

Asimismo, a partir del análisis de las cartas de uso de suelo y vegetación se identificaron las áreas que se mantuvieron en la misma categoría general de cobertura pero que estuvieron sujetas a diferentes procesos en la dinámica de carbono. Estos procesos son los de degradación (bosques primarios que terminan como bosques secundarios), crecimiento (bosques que permanecen como bosques), restauración (bosques secundarios que terminan como bosques primarios), y las áreas que permanecieron como pastizales o praderas. Las Tablas que se presentan a continuación muestran la información de las áreas implicadas en estos procesos en los municipios de la JIAS.

Tabla 31 Áreas que cambiaron de bosques y selvas primarias a bosques y selvas secundarias (degradación).

Municipio	Cobertura Inicial	Cobertura Final	Área (ha)
Acatic	Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Secundario	78.6
Arandas	-	-	-
Cañadas de Obregón	-	-	-
Jalostotitlán	-	-	-
Jesús María	Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Secundario	732.2
	Selva Caducifolia Primario	Selva Caducifolia Secundario	725.1
Mexicacán	-	-	-
San Ignacio Cerro Gordo	-	-	-
San Julián	-	-	-
San Miguel el Alto	-	-	-
Tepatitlán de Morelos	Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Secundario	469.6
Valle de Guadalupe	-	-	-
Yahualica de González Gallo	Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Secundario	109.7

Tabla 32 Áreas que se mantuvieron como bosques (conservación y restauración forestal).

Municipio	Cobertura Inicial	Cobertura Final	Área Total (ha)
Acatic	Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Primario	34.9

		Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	569.7
		Selva Caducifolia Primario	Selva Caducifolia Primario	718.7
		Selva Caducifolia Secundario	Bosque de Encino Primario	1
		Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	492.8
		Pastizal	Pastizal	42.2
		Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Primario	647
		Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Primario	945
Arandas		Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Primario	318.7
		Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	3,971.30
		Selva Caducifolia Secundario	Bosque de Encino Secundario	17.3
		Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	4,915.30
		Pastizal	Pastizal	26,540.80
Cañadas Obregón	de	Bosque de Coníferas Primario	Bosque de Coníferas Primario	1,525.40
		Bosque de Coníferas Secundario	Bosque de Coníferas Secundario	567.6
		Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	612.3
		Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	8,449.90
		Pastizal	Pastizal	5,396.60
Jalostotitlán		Bosque de Coníferas Primario	Bosque de Coníferas Primario	3,066.10
		Bosque de Coníferas Secundario	Bosque de Coníferas Secundario	5,374.80
		Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	91.5
		Selva Caducifolia Secundario	Bosque de Coníferas Primario	26.1
		Selva Caducifolia Secundario	Bosque de Encino Primario	14.3
		Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	2,383.50
		Pastizal	Pastizal	10,995.60
Jesús María		Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Primario	3,564.60
		Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	7,620.30
		Selva Caducifolia Primario	Selva Caducifolia Primario	690.2
		Selva Caducifolia Secundario	Bosque de Encino Primario	20.8
		Selva Caducifolia Secundario	Bosque de Encino Secundario	753.5
		Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	5,211.10
		Pastizal	Pastizal	11,211.60
		Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Primario	199.7
Mexticacán		Bosque de Coníferas Primario	Bosque de Coníferas Primario	2,101.20
		Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	4,686.20
		Pastizal	Pastizal	7,033.80
San Ignacio Cerro Gordo		Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	1,034.60

		Selva Caducifolia Secundario	Bosque de Encino Secundario	163.3
		Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	690.1
		Pastizal	Pastizal	2,650.30
San Julián		Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	166.1
		Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	2,018.80
		Pastizal	Pastizal	6,553.10
San Miguel el Alto		Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Primario	2,048.80
		Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	1,165.10
		Matorral Xerofilo Lenoso Primario	Matorral Xerofilo Lenoso Primario	1,301.20
		Selva Caducifolia Secundario	Bosque de Encino Secundario	15.3
		Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	7,415.60
		Pastizal	Pastizal	27,267.00
		Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Primario	926.3
		Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	7,328.90
		Bosque de Encino Secundario	Selva Caducifolia Primario	72.5
		Selva Caducifolia Secundario	Bosque de Encino Primario	39.3
		Selva Caducifolia Secundario	Bosque de Encino Secundario	187.5
		Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	14,845.70
		Pastizal	Pastizal	10,813.30
		Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Primario	1,402.30
		Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Primario	2,617.80
Valle de Guadalupe		Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	4,032.30
		Bosque de Encino Secundario	Selva Caducifolia Secundaria	1
		Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	6,967.00
		Pastizal	Pastizal	7,667.80
Yahualica de González Gallo		Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Primario	5,163.80
		Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	6,856.50
		Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	10,944.70
		Pastizal	Pastizal	3,852.60
		Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Primario	238.9

4.3.5 Factores de Emisión y Contenido de Carbono

A partir de la información de la propuesta del nivel de referencia forestal o línea base enviada por México ante la CMNUCC y la actualización bienal de la información del inventario nacional, se utilizaron los siguientes factores de emisión.

Tabla 33 Factores de emisión y captura de carbono

Tipo	Tipo de cobertura	Factor de emisión (tonC)	Factor de emisión (TonCO2e)	Unidad
Deforestación	Bosque de Coníferas Primario	41.62	152.60	Valor por hectárea
Deforestación	Bosque de Coníferas Secundario	27.48	100.78	Valor por hectárea
Deforestación	Bosque de Encino Primario	26.21	96.12	Valor por hectárea
Deforestación	Bosque de Encino Secundario	18.66	68.43	Valor por hectárea
Deforestación	Matorral Xerófilo Leñoso Primario	5.37	19.70	Valor por hectárea
Deforestación	Selva Caducifolia Primario	21.68	79.48	Valor por hectárea
Deforestación	Selva Caducifolia Secundario	15.80	57.92	Valor por hectárea
Degradación	Bosque de Encino Primario	- 0.30	- 1.11	Valor por hectárea
Degradación	Selva Caducifolia Primario	- 2.74	- 10.06	Valor por hectárea
Permanencia	Bosque de Coníferas Primario	0.53	1.93	Valor por hectárea-año
Permanencia	Bosque de Coníferas Secundario	0.37	1.35	Valor por hectárea-año
Permanencia	Bosque de Encino Primario	0.58	2.12	Valor por hectárea-año
Permanencia	Bosque de Encino Secundario	0.61	2.23	Valor por hectárea-año
Permanencia	Matorral Xerófilo Leñoso Primario	- 0.19	- 0.71	Valor por hectárea-año
Permanencia	Selva Caducifolia Primario	0.51	1.88	Valor por hectárea-año
Permanencia	Selva Caducifolia Secundario	0.81	2.98	Valor por hectárea-año
Permanencia	Pastizal	0.12	0.44	Valor por hectárea-año
Recuperación	Bosque de Encino Primario	0.84	3.08	Valor por hectárea-año
Recuperación	Selva Caducifolia Primario	0.99	3.64	Valor por hectárea-año
Reforestación	Bosque de Coníferas Primario	41.62	152.60	Valor por hectárea
Reforestación	Bosque de Coníferas Secundario	27.48	100.78	Valor por hectárea
Reforestación	Bosque de Encino Primario	26.21	96.12	Valor por hectárea
Reforestación	Bosque de Encino Secundario	18.66	68.43	Valor por hectárea
Reforestación	Selva Caducifolia Primario	21.68	79.48	Valor por hectárea
Reforestación	Selva Caducifolia Secundario	15.80	57.92	Valor por hectárea
Reforestación	Matorral Xerófilo Leñoso Primario	5.37	19.70	Valor por hectárea
Recuperación pradera	Pastizal	0.44	1.62	Valor por hectárea
Pérdida pradera	en Pastizal	4.13	15.16	Valor por hectárea

4.3.6 Resultados

Tabla 34 Estimación de las emisiones anuales por deforestación en los municipios de la JIAS.

Municipio	Cobertura Inicial	Cobertura Final	Emisiones (tonCO ₂ e/año)
Acatic	Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	3,304.40
	Selva Caducifolia Primario	Agrícola Anual	266.4
	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	30,649.20
	Selva Caducifolia Secundario	Pastizal	115.8
Arandas	Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	3,985.80
	Bosque de Encino Secundario	Pastizal	713.2
	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	3,561.10
	Selva Caducifolia Secundario	Pastizal	1,447.70
Cañadas de Obregón	Bosque de Coníferas Primario	Agrícola Anual	246.5
	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	575.1
	Selva Caducifolia Secundario	Pastizal	9
Jalostotitlán	Bosque de Coníferas Primario	Agrícola Anual	2,551.00
	Bosque de Coníferas Secundario	Agrícola Anual	4,570.60
	Bosque de Coníferas Secundario	Pastizal	79.8
	Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	183.3
	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	2090.2
	Bosque de Encino Primario	Agrícola Anual	1,039.60
Jesús María	Bosque de Encino Primario	Pastizal	626
	Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	3,471.30
	Bosque de Encino Secundario	Pastizal	1,970.90
	Selva Caducifolia Primario	Agrícola Anual	210.2
	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	2,519.10
	Selva Caducifolia Secundario	Pastizal	1,741.10
	Bosque de Coníferas Primario	Agrícola Anual	769.9
Mexticacán	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	651.9
	Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	500.4
San Ignacio Cerro Gordo	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	483.2
	Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	35.4
San Julián	Bosque de Encino Secundario	Pastizal	118.2
	Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	687.5
	Selva Caducifolia Secundario	Pastizal	25.4
	Bosque de Encino Primario	Agrícola Anual	735.6
San Miguel el Alto	Bosque de Encino Primario	Pastizal	161.7

		Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	69.2
		Matorral Xerofilo Lenoso Primario	Agrícola Anual	896
		Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	1,651.30
		Selva Caducifolia Secundario	Pastizal	1,541.90
Tepatitlán	de	Bosque de Encino Primario	Agrícola Anual	404.4
Morelos		Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	19,146.40
		Bosque de Encino Secundario	Asentamientos	363.1
		Bosque de Encino Secundario	Pastizal	143.6
		Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	35,306.30
		Selva Caducifolia Secundario	Asentamientos	19.3
		Selva Caducifolia Secundario	Pastizal	1,002.40
Valle	de	Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	3,067.20
Guadalupe		Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	2,685.40
		Selva Caducifolia Secundario	Pastizal	36.1
Yahualica	de	Bosque de Encino Primario	Agrícola Anual	69.9
González Gallo		Bosque de Encino Secundario	Agrícola Anual	2,210.40
		Bosque de Encino Secundario	Pastizal	81.3
		Selva Caducifolia Secundario	Agrícola Anual	13,572.60
		Selva Caducifolia Secundario	Asentamientos	72.5
		Selva Caducifolia Secundario	Pastizal	764.9

Tabla 35 Estimación de las emisiones anuales por degradación forestal en los municipios de la JIAS.

Municipio	Cobertura Inicial	Cobertura Final	Emisiones (tonCO ₂ e/año)
Acatic	Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Secundario	23.7
Arandas	-	-	-
Cañadas Obregón	-	-	-
Jalostotitlán	-	-	-
Jesús María	Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Secundario	221.3
	Selva Caducifolia Primario	Selva Caducifolia Secundario	1,988.90
Mexticacán	-	-	-
San Ignacio Cerro Gordo	-	-	-
San Julián	-	-	-
San Miguel el Alto	-	-	-
Tepatitlán	Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Secundario	141.9
Morelos			
Valle de Guadalupe	-	-	-

Tabla 36 Estimación de las emisiones anuales por la pérdida de praderas en los municipios de la JIAS.

Municipio	Cobertura Inicial	Cobertura Final	Emisiones (tonCO ₂ e/año)
Acatic	Pastizal	Agrícola Anual	1,626.40
Arandas	Pastizal	Agrícola Anual	8,391.80
Cañadas de Obregón	Pastizal	Agrícola Anual	926.5
	Pastizal	Asentamientos	8.5
Jalostotitlán	Pastizal	Agrícola Anual	7,406.70
	Pastizal	Asentamientos	12.3
Jesús María	Pastizal	Agrícola Anual	3,582.60
Mexxicacán	Pastizal	Agrícola Anual	1,486.00
	Pastizal	Asentamientos	15.7
San Ignacio Cerro Gordo	Pastizal	Agrícola Anual	3,037.00
	Pastizal	Asentamientos	4.6
San Julián	Pastizal	Agrícola Anual	7,018.30
	Pastizal	Asentamientos	69.7
San Miguel el Alto	Pastizal	Agrícola Anual	15,244.80
	Pastizal	Asentamientos	42
Tepatitlán de Morelos	Pastizal	Agrícola Anual	27,207.20
	Pastizal	Asentamientos	309.4
Valle de Guadalupe	Pastizal	Agrícola Anual	4,796.90
Yahualica de González Gallo	Pastizal	Agrícola Anual	6,101.20

Tabla 37 Estimación de la captura de carbono anual por reforestación en los municipios de la JIAS.

Municipio	Cobertura Inicial	Cobertura Final	Emisiones (tonCO ₂ e/año)
Acatic	Agrícola Anual	Bosque de Encino Primario	-30.4
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	-3.8
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	-61.7
Arandas	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	-400.4
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	-1,168.60
	Pastizal	Bosque de Encino Primario	-51.4
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	-1,138.90
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	-587.8

Cañadas de Obregón	Agrícola Anual	Bosque de Coníferas Primario	-2,863.80
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	-117.2
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	-1,393.70
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	-239.4
Jalostotitlán	Agrícola Anual	Bosque de Coníferas Primario	-2,471.80
	Agrícola Anual	Bosque de Coníferas Secundario	-5,676.70
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	-109.4
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	-1,131.70
	Pastizal	Bosque de Coníferas Secundario	-65.6
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	-23.4
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	-309.4
Jesús María	Agrícola Anual	Bosque de Encino Primario	-377.1
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	-868.4
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	-685.9
	Pastizal	Bosque de Encino Primario	-631.7
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	-3,252.60
	Pastizal	Selva Caducifolia Primario	-528.3
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	-475
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	-107.1
Mexxicacán	Agrícola Anual	Bosque de Coníferas Primario	-995.9
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	-1,484.30
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	-107.1
San Ignacio Cerro Gordo	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	-464
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	-30.4
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	-33.5
San Julián	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	-501.3
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	-84.7
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	-903.1
San Miguel el Alto	Agrícola Anual	Bosque de Encino Primario	-295.6
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	-392.2
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	-1,311.60
	Pastizal	Bosque de Encino Primario	-504.7
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	-642.5
	Pastizal	Matorral Xerofilo Lenoso Primario	-7.4
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	-857

Tepatitlán de Morelos	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	-497.4
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	-959.6
	Pastizal	Bosque de Encino Primario	-5.3
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	-795.7
	Pastizal	Selva Caducifolia Primario	-1,845.50
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	-4,189.00
Valle de Guadalupe	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	-511.2
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	-1,854.80
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	-7.6
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	-742.5
Yahualica de González Gallo	Agrícola Anual	Bosque de Encino Primario	-787.6
	Agrícola Anual	Bosque de Encino Secundario	-487.3
	Agrícola Anual	Selva Caducifolia Secundario	-3,621.80
	Pastizal	Bosque de Encino Secundario	-29.2
	Pastizal	Selva Caducifolia Secundario	-2,128.70

Tabla 38 Estimación de la captura de carbono anual por la permanencia de áreas forestales en los municipios de la JIAS.

Municipio	Cobertura Inicial	Cobertura Final	Emisiones (tonCO ₂ e/año)
Acatic	Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Primario	-73.9
	Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	-1,270.60
	Selva Caducifolia Primario	Selva Caducifolia Primario	-1,348.10
	Selva Secundario Caducifolia	Bosque de Encino Primario	-1.9
	Selva Secundario Caducifolia	Selva Caducifolia Secundario	-1,467.40
	Pastizal	Pastizal	-18.6
	Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Primario	-1,994.10
	Selva Secundario Caducifolia	Selva Caducifolia Primario	-3,435.40
Arandas	Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Primario	-674.7
	Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	-8,856.90
	Selva Secundario Caducifolia	Bosque de Encino Secundario	-38.5
	Selva Secundario Caducifolia	Selva Caducifolia Secundario	-14,635.90
	Pastizal	Pastizal	-11,702.20
Cañadas de Obregón	Bosque de Coníferas Primario	Bosque de Coníferas Primario	-2,947.00

Jalostotitlán	Bosque de Coníferas Secundario	Bosque de Coníferas Secundario	-766.8
	Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	-1,365.70
	Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	-25,160.90
	Pastizal	Pastizal	-2,379.40
	Bosque de Coníferas Primario	Bosque de Coníferas Primario	-5,923.50
	Bosque de Coníferas Secundario	Bosque de Coníferas Secundario	-7,260.70
	Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	-204.1
	Selva Caducifolia Secundario	Bosque de Coníferas Primario	-50.5
	Selva Caducifolia Secundario	Bosque de Encino Primario	-27.7
	Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	-7,097.30
Jesús María	Pastizal	Pastizal	-4,848.10
	Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Primario	-7,546.80
	Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	-16,994.90
	Selva Caducifolia Primario	Selva Caducifolia Primario	-1,294.60
	Selva Caducifolia Secundario	Bosque de Encino Primario	-40.2
	Selva Caducifolia Secundario	Bosque de Encino Secundario	-1,680.40
	Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	-15,516.80
	Pastizal	Pastizal	-4,943.30
Mexticacán	Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Primario	-615.5
	Bosque de Coníferas Primario	Bosque de Coníferas Primario	-4,059.40
	Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	-13,953.80
	Pastizal	Pastizal	-3,101.30
San Ignacio Cerro Gordo	Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	-2,307.30
	Selva Caducifolia Secundario	Bosque de Encino Secundario	-364.1
	Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	-2,054.90
	Pastizal	Pastizal	-1,168.50
San Julián	Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	-370.4
	Selva Caducifolia Secundario	Selva Caducifolia Secundario	-6,011.40
	Pastizal	Pastizal	-2,889.40
San Miguel el Alto	Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Primario	-4,337.60
	Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario	-2,598.40
	Matorral Xerofilo Lenoso Primario	Matorral Xerofilo Lenoso Primario	924.2

	Selva Secundario	Caducifolia	Bosque de Encino Secundario	-34.1
	Selva Secundario	Caducifolia	Selva Caducifolia Secundario	-22,081.20
	Pastizal		Pastizal	-12,022.40
	Bosque de Encino Secundario		Bosque de Encino Primario	-1,961.10
	Bosque de Encino Secundario		Bosque de Encino Secundario	-16,345.20
	Bosque de Encino Secundario		Selva Caducifolia Primario	-136
	Selva Secundario	Caducifolia	Bosque de Encino Primario	-75.9
	Selva Secundario	Caducifolia	Bosque de Encino Secundario	-418.2
	Selva Secundario	Caducifolia	Selva Caducifolia Secundario	-44,205.10
	Pastizal		Pastizal	-4,767.70
	Bosque de Encino Secundario		Bosque de Encino Primario	-4,321.70
	Selva Secundario	Caducifolia	Selva Caducifolia Primario	-9,516.90
Valle de Guadalupe	Bosque de Encino Secundario		Bosque de Encino Secundario	-8,993.00
	Bosque de Encino Secundario		Selva Caducifolia Secundaria	-1.9
	Selva Secundario	Caducifolia	Selva Caducifolia Secundario	-20,745.30
	Pastizal		Pastizal	-3,380.80
Yahualica de González Gallo	Bosque de Encino Secundario		Bosque de Encino Primario	-10,932.70
	Bosque de Encino Secundario		Bosque de Encino Secundario	-15,291.50
	Selva Secundario	Caducifolia	Selva Caducifolia Secundario	-32,589.30
	Pastizal		Pastizal	-1,698.60
	Bosque de Encino Secundario		Bosque de Encino Primario	-736.4

Tabla 39 Estimación de la captura de carbono anual por la recuperación de pastizales en los municipios de la JIAS.

Municipio	Cobertura Inicial	Cobertura Final	Emisiones (tonCO ₂ e/año)
Acatitlán	-	-	-
Arandas	Agrícola Anual	Pastizal	-405.4
Cañadas de Obregón	Agrícola Anual	Pastizal	-146.4
Jalostotitlán	Agrícola Anual	Pastizal	-1,198.30
Jesús María	Agrícola Anual	Pastizal	-515.2
Mexicacán	Agrícola Anual	Pastizal	-559.9
San Ignacio Cerro Gordo	-	-	-
San Julián	Agrícola Anual	Pastizal	-190.2

San Miguel el Alto	Agrícola Anual	Pastizal	-349.8
Tepatitlán de Morelos	Agrícola Anual	Pastizal	-178.7
Valle de Guadalupe	Agrícola Anual	Pastizal	-421.3

Se recomienda recopilar información local sobre el tipo de cobertura y área de afectación por incendios para estimar las emisiones asociadas de GEI.

5. DESECHOS

5.1 Panorama del sector

El objetivo prioritario del sector de residuos es recoger, tratar y recuperar, de la manera más eficiente los residuos y así limitar su impacto sobre el medio ambiente. El sector de residuos se encuentra bajo la tutela de las Administraciones Públicas a fin de controlar su impacto ambiental y asegurar la trazabilidad de los residuos.

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Ecología (INE) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), reportados en el inventario nacional de gases con efecto de invernadero de 2006⁷, el sector desechos contribuyó con cerca del 14% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de México. En el sector residuos, son tres los gases de este tipo que se liberan a lo largo de su ciclo de vida: el metano (CH₄), el dióxido de carbono (CO₂) y el óxido nitroso (N₂O).

Las emisiones del sector desechos están determinadas por el manejo o gestión que reciben los desechos en el estado, resultado de la calidad y cobertura de los servicios para la recolección y disposición final de residuos sólidos, el drenaje y tratamiento de aguas residuales municipales, etc. Por otro parte, un factor importante que incide en el monto y la composición de la generación de residuos es el del nivel socioeconómico de la población aunado a la densidad poblacional de las zonas urbanas, y el número de éstas.

5.2 Categoría

5.2.1 Descripción de la categoría

La categoría de Desechos contempla las siguientes actividades de gestión de residuos para estimar las emisiones de GEI de este origen.

- **Disposición de residuos sólidos urbanos:** emisiones de metano (CH₄) de sitios de eliminación de desechos sólidos (*SEDS*) (esto incluye rellenos sanitarios y sitios sin control);

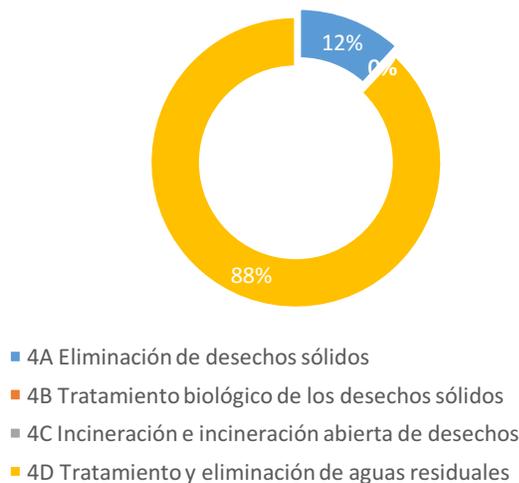
⁷ Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2006.

- El **tratamiento biológico de desechos sólidos**: emisiones de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) por procesos de fabricación de abono orgánico (*compostaje*) y de digestión anaerobia de los desechos orgánicos;
- La **incineración y quema a cielo abierto de residuos**: emisiones de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y óxido nitroso (N₂O) de la combustión de residuos sólidos; y,
- **Tratamiento y descarga de aguas residuales**: emisiones de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) provenientes de las plantas de aguas residuales domésticas, y emisiones de metano (CH₄) procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales.

Tabla 40 Subcategorías de la categoría de desechos.

4 A ELIMINACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS	4 A1 Sitios de eliminación de desechos gestionados
	4 A2 Sitios de eliminación de desechos no gestionados
4 B TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS	
4 C INCINERACIÓN E INCINERACIÓN ABIERTA DE DESECHOS	4 C1 Incineración de desechos
	4 C2 Incineración abierta de desechos
4 D TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	4 D1 Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas
	4 D2 Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

Figura 7 Emisiones de gases de efecto invernadero en (% de CO_{2e}) para el sector desechos año base 2013 en la Región Altos Sur de Jalisco.



Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos en hojas de trabajo sector de desechos, Directrices IPCC 2006.

Tabla 41 Cuadro de Desechos por Sector

Categorías	CO₂	CH₄	N₂O	CO₂	CH₄	N₂O
	Gg CO₂			Gg		
4. DESECHOS						
<i>4A Eliminación de desechos sólidos</i>		16.6936			0.5962	
<i>4A1 Sitios de eliminación de desechos gestionados</i>						
<i>4A2 Sitios de eliminación de desechos no gestionados</i>						
<i>4B Tratamiento biológico de los desechos sólidos</i>		0.1769	0.0095		0.0063	0.000036
<i>4C Incineración e incineración abierta de desechos</i>						
<i>4C1 Incineración de desechos</i>	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<i>4C2 Incineración abierta de desechos</i>	0.0425	0.0588	0.0128	0.0425	0.0021	0.0000
<i>4D Tratamiento y eliminación de aguas residuales</i>						
<i>4D1 Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas</i>		119.4876	5.8876		4.2674	0.0222
<i>4D2 Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales</i>		NE			NE	
<i>4E Otros</i>						
TOTAL POR GAS	0.0425	136.4169	5.9100	0.0425	4.8720	0.0223
EMISIONES TOTALES	142.3695					

5.2.2 Emisiones de metano procedentes de la disposición de residuos sólidos urbanos

5.2.2.1 Metodología

El tratamiento y la eliminación de los desechos sólidos municipales, industriales y otros producen cantidades significativas de metano, producto de la descomposición anaerobia microbiana de materia orgánica en los SEDS, además del CH₄, también se produce dióxido de carbono (CO₂).

El proceso de transformación de la materia degradable en los SEDS en CH₄ y CO₂ se produce a través de una cadena de reacciones y de reacciones paralelas. El IPCC ha adoptado un relativamente simple modelo FOD⁸ como base para la estimación de las emisiones de CH₄ generadas por los SEDS, hacer uso de este modelo exige usar datos sobre eliminaciones de desechos realizadas al menos durante 50 años, pues este lapso proporciona un resultado aceptablemente exacto para la mayoría de las prácticas y condiciones de la eliminación. La descomposición de primer orden considera únicamente el material en descomposición que existe en un año determinado.

Se hace la aclaración de que en la versión de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero consideran el método de descomposición de primer orden como nivel 1 de estimación, lo que difiere de la versión de las directrices 1996 ubicándose en las mismas como un nivel 2.

Definido el nivel 1 de estimación en el presente cálculo, se utilizó el “Modelo de desechos del IPCC”⁹ para estimar las emisiones seleccionando la opción del modelo por fase única basado en los desechos brutos (DSM).

Las emisiones de metano procedentes de la eliminación de desechos sólidos en condiciones anaeróbicas pueden estimarse con la Ecuación 5-1 siendo inferior a lo que se genera.

Ecuación 5-1. Emisiones de CH₄ provenientes de los SEDS.

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \left[\sum_x CH_4\ generado_{x,T} - R_T \right] \cdot (1 - OX_T)$$

Donde:

Emisiones de CH ₄	= CH ₄ emitido durante el año T, Gg
x	= categoría o tipo de desecho y/o material
R _T	= CH ₄ recuperado durante el año. T, Gg
OX _T	= factor de oxidación durante el año T, (fracción)

El modelo simple de hoja de cálculo para el FOD, permite cálculos de metano a partir del *DDOCm* (parte del carbono orgánico que se disuelve en condiciones anaeróbicas en los SEDS) y resta el metano recuperado y el metano oxidado en el material de cubierta, resultando en CH₄ emitido.

5.2.2.1.1 Datos de actividad

El modelo de hoja de cálculo utilizada, para un nivel 1, puede estimar los datos de actividad a partir de los datos de población y la eliminación per cápita para los RSU, y a partir del PIB para los desechos industriales. (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2006)

Para esta subcategoría, se procedió a buscar y solicitar datos específicos para cada Municipio, relativos a la generación, composición y prácticas de gestión de los desechos sólidos municipales (DSM) a partir de estadísticas, sondeos e información disponible sobre la corriente de desechos. Para el caso de los municipios

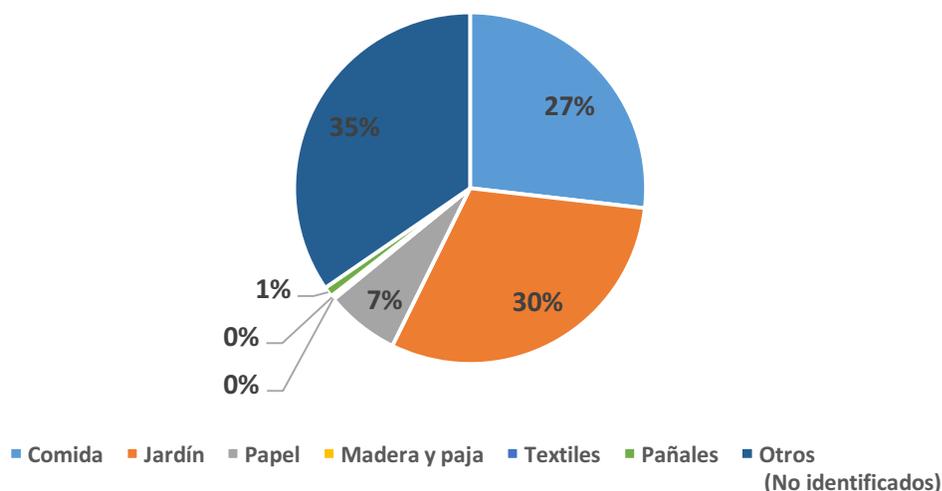
⁸ Descomposición de primer orden, del inglés (First order decomposition).

⁹ Modelo dispuesto en hojas de cálculo basado en las ecuaciones 3.4 y 3.5 del volumen 5 de las directrices 2006 del IPCC.

de la región, los datos utilizados fueron la cantidad de RSU generada y recolectada por municipio y depositada en cada sitio de disposición final (SDF), identificando la categoría del sitio como lo son Rellenos sanitarios, sitios controlados, y sitios no controlados, el volumen depositado durante 2013 (t/año), con datos reportados por la Delegación Estatal de SEMARNAT en 2014, misma información se utilizó como insumo para la estimación de GEI en el Inventario Nacional de Emisiones 2013.

La composición de los desechos en una estimación nivel 1, se establece en primera instancia seleccionando cualquiera de las dos opciones que presenta el modelo. En este caso, se decidió utilizar la alternativa que estima emisiones a partir de desechos en “bruto”, y se procedió a establecer los valores para para las fracciones de residuos siguientes: comida, jardín, plásticos, pañales desechables, y otros inertes, mismos que también reporta SEMARNAT en 2014 para las entidades federativas. En el Estado, se tiene información respecto a los diagnósticos que algunos municipios han llevado a cabo, los que entre otros datos se incluye la composición de sus desechos, sin embargo, en esta ocasión ante la falta de información más completa, se decidió entonces ajustar los porcentajes arriba mencionados para toda la serie de tiempo. Para el año 2013 se reporta para Jalisco lo mostrado en la *figura 8*.

Figura 8 Composición de Residuos Sólidos Urbanos en Jalisco, 2013.



Fuente: Basado en datos de SEMARNAT, 2014.

Las estimaciones debieran tomar en consideración la actividad de recuperación de metano (ya sea para quemarse en antorcha o en un dispositivo energético) propia de los rellenos sanitarios gestionados, en este caso no se conoce que este proceso ocurra en alguno de los sitios de estudio.

5.2.2.1.2 Factores y parámetros de emisión

En base a la disponibilidad y la calidad de información, para un cálculo nivel 1 de esta subcategoría, se emplearon valores por defecto proporcionados por las guías del IPCC, y por lo que se utilizó en la estimación a nivel nacional de emisiones GEI para el mismo año base.

Tabla 42 Factor de corrección de metano (MCF) para la estimación de emisiones provenientes de residuos sólidos.

Tipo de sitio de disposición final	Factor de corrección de metano (MCF)
Relleno Sanitario	0.19
Sitio Controlado	0.5
Sitio No Controlado	0.5
Sin sitio	0

Fuente: Guías Metodológicas IPCC, versión 2006 para Desechos.

El Factor de Corrección de Metano (FCM) toma en consideración la variabilidad en la producción del metano en base a el ambiente que prevalece en los sitios de disposición final, los desechos en los rellenos sanitarios sin manejar tienden a descomponerse en un ambiente aeróbico produciendo menos metano por unidad de residuo que el residuo en sitios manejados donde el residuo se descompone en presencia de oxígeno, el factor de oxidación toma en cuenta la cantidad de metano que se oxida (convirtiendo el metano a CO₂ antes de que entre a la atmósfera)¹⁰. La hoja de cálculo se alimentó con datos históricos y proyecciones en porcentajes respecto al tipo de sitios de disposición final. El valor de FCM por defecto fue utilizado para cada uno.

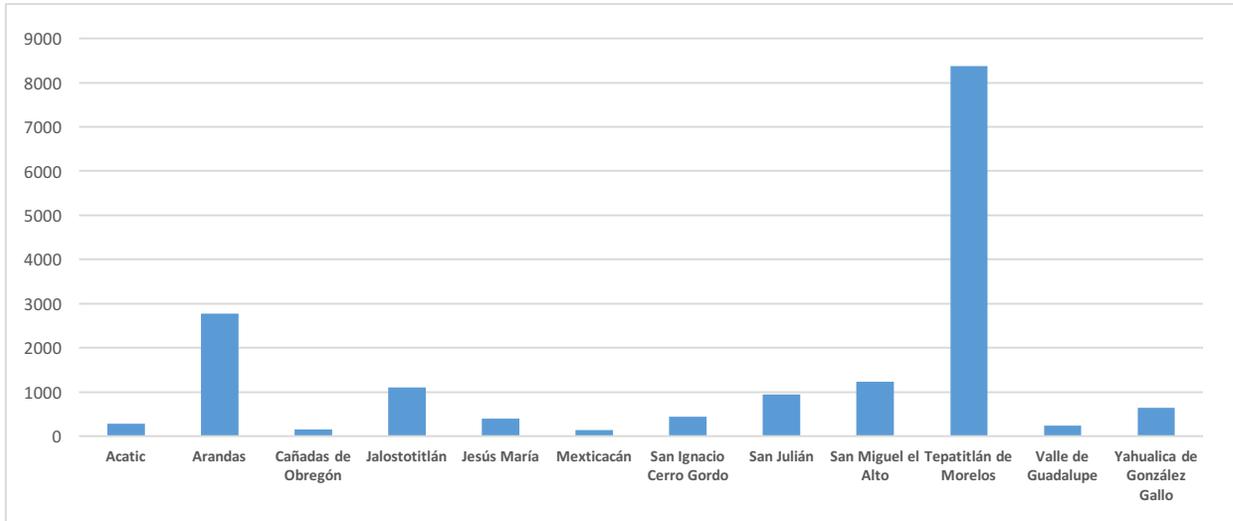
5.2.2.2 Resultados

La Región Altos Sur de Jalisco, la información oficial muestra que la mayoría de los residuos sólidos son dispuestos sitios no controlados ubicados en las áreas periféricas de las zonas urbanas, lo que resulta en la generación de biogás que contiene una importante proporción de metano, sin embargo al no favorecerse condiciones anaerobias, la producción de metano no es tan significativa como en el caso de rellenos sanitarios controlados, es decir el factor de emisión para el metano es menor en casos de vertederos sin control adecuado cuyos residuos y materiales están más expuestos a procesos de oxidación.

Se estimaron para el año 2013, 0.5962 giga gramos, es decir 596.2 toneladas de CH₄ provenientes de residuos sólidos urbanos, lo que se traduce en 16,963.6 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

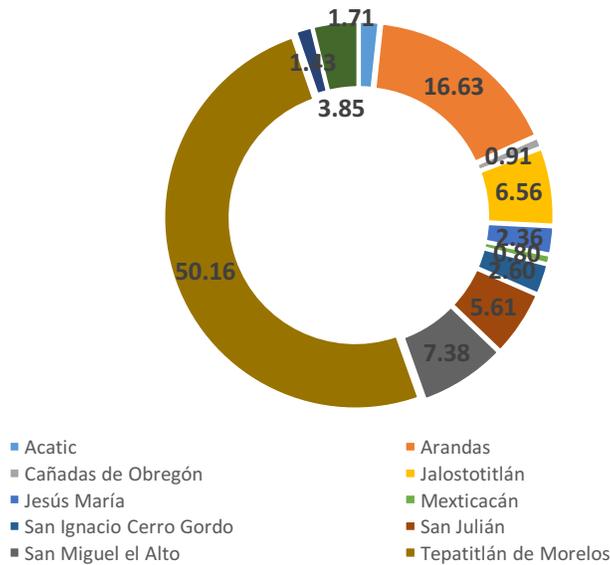
Figura 9 Línea base de emisiones de metano a partir de residuos sólidos urbanos y de residuos industriales para la Región Altos Sur de Jalisco en 2013.

¹⁰ Guías metodológicas del IPCC, volumen 5 Desechos, capítulo 3 Eliminación de desechos sólidos.



Fuente: Cálculos del modelo para estimar emisiones de metano provenientes de desechos. Guías del IPCC 2006.

Figura 10 Porcentaje de contribución a emisiones totales de CO_{2e} en la Región Altos Sur de Jalisco por Disposición de residuos sólidos municipales, 2013



Fuente: Cálculos del modelo para estimar emisiones de metano provenientes de desechos. Guías del IPCC 2006.

Tabla 43 Emisiones por eliminación de residuos sólidos en Región Altos Sur 2013.

4A Eliminación de desechos sólidos¹

Toneladas de CO_{2e}

4A1 Sitios de eliminación de desechos gestionados
 4A2 Sitios de eliminación de desechos no gestionados

TOTAL

16,963.6

1. Ambas subcategorías (4A1 y 4A2) se consideran y sus emisiones se calculan de manera conjunta en el modelo de desechos del IPCC.

5.2.3 Emisiones de metano y óxido nitroso provenientes del tratamiento biológico de desechos sólidos

5.2.3.1 Metodología

El tratamiento biológico de desechos consiste en facilitar la descomposición de la materia orgánica componente de los residuos, ésta puede ocurrir en presencia de oxígeno o en ausencia del mismo. En el proceso de composteo (aerobio), la transformación de los residuos ocurre principalmente a través de la acción de microorganismos, desintegrando y descomponiendo la materia. Para el tratamiento de residuos orgánicos, la implantación de sistemas de digestión anaerobia se da con la finalidad de obtener productos valorizables como el biogás (combustible) y un fertilizante orgánico (como lo es el biol)¹¹. Los procesos mencionados implican emisiones de CO₂, sin embargo, éstas no se consideran en la contabilización ya que son de origen biogénico.

Las emisiones de CH₄ y N₂O procedentes del tratamiento biológico se estimaron con las hojas de cálculo para tal efecto, utilizando el método por defecto basado en las siguientes ecuaciones:

Ecuación 5-2. Emisiones de CH₄ provenientes del tratamiento biológico.

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3} - R$$

Donde:

Emisiones de CH₄ = CH₄ emitido durante el año T, Gg
 M_i = masa de los desechos orgánicos sometidos al tratamiento biológico i, Gg
 EF_i = factor de emisión del tratamiento i, d de CH₄/kg de desechos tratados
 i = preparación de abono orgánico o digestión anaerobia.
 R = cantidad de CH₄ recuperado durante el año del inventario, Gg de CH₄

Ecuación 5-3. Emisiones de N₂O provenientes del tratamiento biológico.

$$Emisiones\ de\ N_2O = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3}$$

Emisiones de N₂O = total de las emisiones de N₂O durante el año del inventario. Gg de N₂O

¹¹ Es una fuente de fitoreguladores producto de la descomposición anaeróbica (sin la acción del aire) de los desechos orgánicos que se obtiene por medio de la filtración o decantación del Bioabono.

M_i = masa de los desechos orgánicos sometidos al tratamiento biológico i , Gg
 EF_i = factor de emisión del tratamiento i , d de N_2O /kg de desechos tratados
 i = preparación de abono orgánico o digestión anaerobia.

5.2.3.1.1 Datos de actividad

Hasta el momento de la realización del presente trabajo, en Jalisco no se cuenta con una base de datos confiable que registre los montos y procesos de tratamiento de residuos susceptibles a este manejo, la normatividad vigente los clasifica como "residuos de manejo especial" (RME), los Programas de Manejo Integral contemplados en la Ley de Residuos serían los instrumentos que den cuentas de dicha actividad, sin embargo se reconoce que aún es mínima la documentación de lo que sucede con los RME y por tanto difícil de ubicar los tratamientos a los que se someten.

Para el caso de las emisiones procedentes de procesos de digestión anaerobia, se requirieron datos de inventarios de instalaciones y sistemas de tratamiento. Se conoce que en el estado los desechos agropecuarios son los que son mayormente procesados. Se obtuvo por parte de los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura "FIRA", Gerencia de Jalisco un listado de los sistemas que fueron implementados con sus apoyos que corresponde a Sistemas de Biodigestión. Se cuenta con información de proyectos beneficiados a partir del año 2011, lo que señala el caso de uno localizado en el Municipio de Acatíc y el volumen de gas generado al año.

En cuanto a la información de prácticas de composteo, se contó con información oficial respecto al año de interés en los datos de actividad utilizados para el inventario nacional, en este caso a través de un inventario nacional de plantas de composteo que identifica una y su capacidad en el municipio de Tepatitlán de Morelos, no se contó con información oficial adicional confiable para el año de interés.

5.2.3.1.2 Factores de emisión

Los valores por defecto para proceder a hacer estimaciones nivel 1 de CH_4 y N_2O generadas a partir del tratamiento biológico se consideraron para el caso de la preparación de abono orgánico, sin embargo para el caso de digestión anaerobia, se contaba con mediciones de emisiones para cada sitio, por lo que fue posible obtener un factor de emisión local sobre la base de peso húmedo para las emisiones de metano con un valor de: 7.72 g de CH_4 /kg de residuo procesado, lo que posibilitó hacer la estimación en un nivel 2.

Tabla 44 Factores de emisión por defecto para estimaciones de CH_4 y N_2O en el tratamiento biológico de desechos.

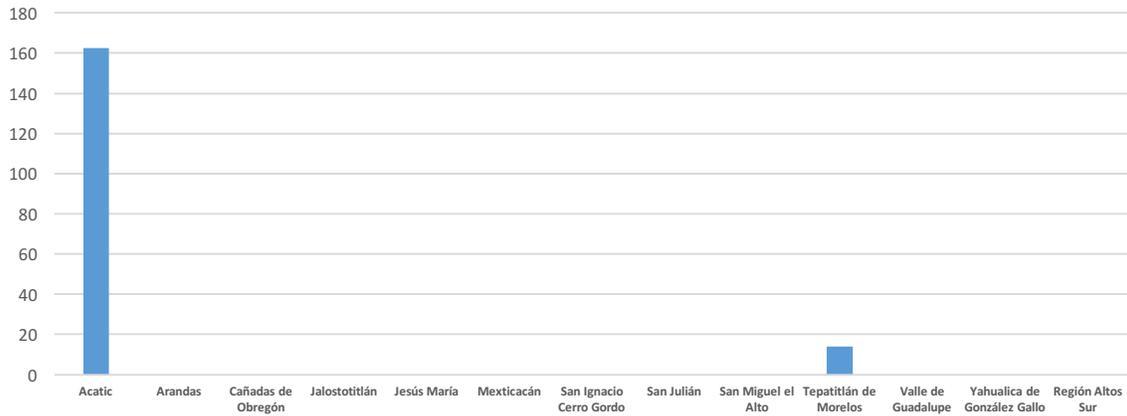
Tipo de tratamiento biológico	Factores de emisión de CH_4 (g de CH_4 /kg. de desechos tratados)		Factores de emisión de N_2O (g de N_2O /kg. de desechos tratados)	
	sobre la base de peso en húmedo	sobre la base de peso en seco	sobre la base de peso en húmedo	sobre la base de peso en seco
Preparación de abono orgánico (<i>composta</i>)	10 (0.08 - 20)	4 (0.03 - 8)	0,6 (0.2 – 1.6)	0,3 (0.06 – 0.6)
Digestión anaerobia en las instalaciones de biogás	2 (0 - 20)	1 (0 - 8)	Se supone insignificante	Se supone insignificante

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

5.2.3.2 Resultados

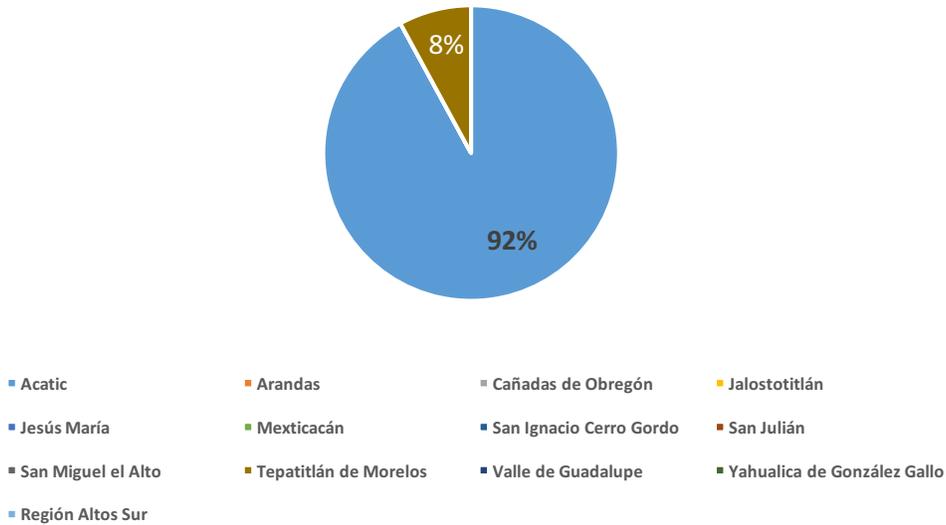
Los cálculos realizados arrojan que las emisiones por los procesos de tratamiento biológico de residuos son de 6.3 toneladas de metano y poco menos de 0 toneladas de óxido nítrico, lo que en conjunto representa 186.4 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Figura 11 Total de Emisiones en toneladas de CO_{2e} por tratamiento biológico de residuos en la Región Altos Sur, Jalisco 2013.



Fuente: Cálculos del modelo para estimar emisiones de metano provenientes de desechos. Guías del IPCC 2006.

Figura 12 Porcentaje de contribución a emisiones totales de CO_{2e} en la Región Altos Sur de Jalisco por tratamiento biológico de desechos, 2013



Fuente: Cálculos del modelo para estimar emisiones de metano provenientes de desechos. Guías del IPCC 2006.

4B Tratamiento biológico de los desechos sólidos	Gigagramos de CO _{2e}
Total	186.4

Tabla basada en datos de FIRA, SEMARNAT.

5.2.4 Emisiones de metano, dióxido de carbono y óxido nitroso procedentes de la incineración de desechos.

5.2.4.1 Metodología.

En esta categoría se incluyen las actividades de combustión de desechos sólidos en instalaciones para la incineración controlada y la combustión de desechos a la intemperie, en un tiradero a cielo abierto o en un sitio no controlado. Los gases emitidos incluyen el CO₂, el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Normalmente, las emisiones de CO₂ provenientes de la incineración de desechos son más significativas que las emisiones de CH₄ y N₂O. Los métodos para estimar las emisiones de estos gases varían en función de los diferentes factores que influyen en los niveles de emisión, siendo los más importantes para el caso del dióxido de carbono la cantidad de carbono fósil contenido en los desechos, mientras que para el metano y el óxido nitroso factores como la tecnología y condiciones predominantes en el proceso de incineración son aquellos que intervienen en su generación.

5.2.4.1.1 Datos de actividad

Para determinar la cantidad de desechos que son incinerados (proceso de combustión controlado), se consideró que dicha práctica aplica a los desechos hospitalarios, siendo ésta común tanto en los países desarrollados como en aquellos en desarrollo. Se requirieron datos sobre la generación y eliminación de residuos peligrosos, los datos se obtuvieron en el SNIARN, siendo su fuente SEMARNAT reportan una estimación del monto de residuos peligrosos¹² generados, sin embargo no existe registro acerca de procesos de incineración en la zona de estudio por lo que esta subcategoría se definió como actividad NO (No Ocure).

Considerando que no se tuvo acceso a datos estadísticos o sondeos de la cantidad de desechos que se queman a cielo abierto (DSM_B)¹³ en la entidad, se utilizó la información de SEMARNAT que proviene de una estimación oficial realizada por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático a partir de datos de Población y Vivienda de INEGI, los cuales consisten en Cantidad y composición de residuos quemados a cielo abierto para los municipios de México, año base 2013.

¹²Residuos Peligrosos: son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

¹³Para la ecuación 5.7 de las Directrices del IPCC 2006, Capítulo 5.

La estimación de dióxido de carbono se basa en la cantidad total de desechos quemados, la ecuación utilizada es la siguiente:

Ecuación 5-4. Estimaciones de CO₂ basada en la cantidad total de desechos quemados.

$$Emisiones\ de\ CO_2 = \sum_i (SW_i \cdot dm_i \cdot CF_i \cdot FCF_i \cdot OF_i) \cdot \frac{44}{12}$$

Donde:

Emisiones de CO ₂	= CO ₂ emitido durante el año del inventario, Gg/año
SW _i	= cantidad total de desechos sólidos de tipo i (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta, Gg/año
dm _i	= contenido de materia seca en los desechos (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta, (fracción)
CF _i	= fracción de carbono en la materia seca (contenido de carbono total), (fracción)
FCF _i	= fracción de carbono fósil en el carbono total, (fracción)
OF _i	= fracción de carbono fósil en el carbono total, (fracción)
44/12	= factor de conversión de C en CO ₂
i	= tipo de desecho incinerado/quemado al aire libre especificado de la siguiente manera: DSM: desecho sólido municipal, ISW: desecho sólido industrial, SS: lodo de aguas servidas, HM: desecho peligroso, CW: desecho hospitalario, otros (que deben especificarse).

El cálculo de emisiones de metano para este manejo de residuos tomó como base de esa misma cantidad de desechos y se basa en la siguiente ecuación:

Ecuación 5-5. Estimación de las emisiones de CH₄ basadas en la cantidad total de desechos quemados.

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-6}$$

Donde:

Emisiones de CH ₄	= CH ₄ emitido durante el año del inventario. Gg / año
IW _i	= Cantidad de desechos sólidos del tipo i incinerados o quemados por incineración abierta, Gg/año
EF _i	= factor de emisión de CH ₄ agregado, kg de CH ₄ de desechos
10 ⁻⁶	= factor de conversión de kilogramos en gigagramos
i	= categoría o tipo de desecho incinerado/quemado al aire libre especificado de la siguiente manera: DSM: desecho sólido municipal, ISW: desecho sólido industrial, SS: lodo de aguas servidas, HM: desecho peligroso, CW: desecho hospitalario, otros (que deben especificarse).

El cálculo de óxido nitroso se basa en la siguiente ecuación que relaciona la cantidad de desechos incinerados y un factor de emisión:

Ecuación 5-6. Estimación de las emisiones de N₂O basada en la entrada de desechos a los incineradores.

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O} = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-6}$$

Donde:

Emisiones de N ₂ O	= N ₂ O emitido durante el año del inventario, Gg / año
IW _i	= Cantidad de desechos sólidos del tipo <i>i</i> incinerados o quemados por incineración abierta, Gg/año
EF _i	= factor de emisión de N ₂ O (kg de N ₂ O/Gg de desechos) para desechos de tipo <i>i</i>
10 ⁻⁶	= factor de conversión de kilogramos en gigagramos
<i>i</i>	= categoría o tipo de desecho incinerado/quemado al aire libre especificado de la siguiente manera: DSM: desecho sólido municipal, ISW: desecho sólido industrial, SS: lodo de aguas servidas, HM: desecho peligroso, CW: desecho hospitalario, otros (que deben especificarse).

5.2.4.1.2 Factores de Emisión

Para el cálculo de las emisiones de CO₂, en el proceso de quema a cielo abierto, se realizó una estimación nivel 1, se han utilizado valores por defecto para los parámetros requeridos (contenido de materia seca, contenido de carbono y fracción de carbono fósil) para los diferentes tipos de desechos, en este caso se eligieron valores para desechos sólidos municipales (DSM) proporcionados en las directrices.

Para una estimación nivel 1 de emisiones de CH₄ se consideró el factor de emisión de metano para la incineración abierta de desechos sólidos municipales (DSM) de 6,500 gramos por tonelada, sobre la base de peso húmedo.

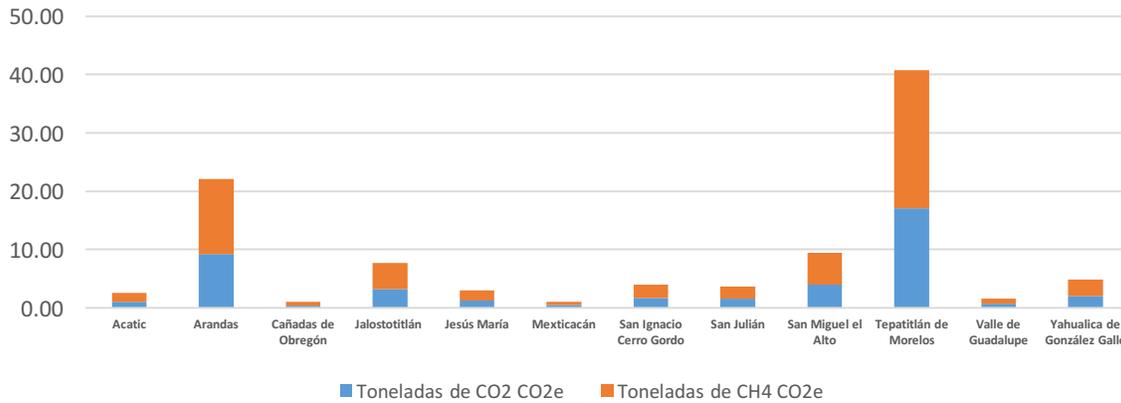
Las emisiones de óxido nitroso fueron calculadas para el caso de incineración abierta seleccionando el valor de 150 g de N₂O/tonelada de desechos con una base de peso seco. En este caso se hizo la estimación considerando un peso seco total de DSM generados de 62,586 mil toneladas.

5.2.4.2 Resultados

La subcategoría de incineración, se reporta como aquella que no ocurre, cuya nomenclatura oficial establecida en las directrices es "NO".

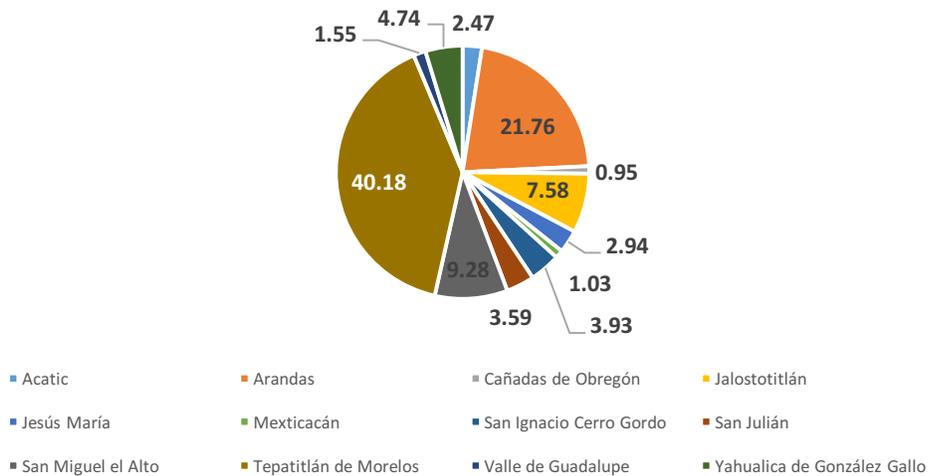
La estimación para la quema a cielo abierto de desechos arrojó 42.5 toneladas de CO₂, 2.1 toneladas de CH₄ y 0 de N₂O, lo que suma total de 114.1 toneladas de CO₂ equivalente.

Figura 13 Total de Emisiones en toneladas de CO_{2e} por quema abierta de residuos en la Región Altos Sur, Jalisco 2013



Fuente: Cálculos del modelo para estimar emisiones de metano provenientes de desechos. Guías del IPCC 2006.

Figura 14 Porcentaje de contribución a emisiones totales de CO_{2e} en la Región Altos Sur de Jalisco por tratamiento biológico de desechos, 2013



Fuente: Cálculos del modelo para estimar emisiones de metano provenientes de desechos. Guías del IPCC 2006.

4C Incineración e incineración abierta de desechos

Giga gramos de CO_{2e}

4C1 Incineración de desechos	NO
4C2 Quema a cielo abierto de desechos	114.1
TOTAL	114.1

No ocurre (según la clave de notación del IPCC)

Tabla basada en datos de INECC.

5.2.5 Emisiones de metano y óxido nitroso por tratamiento y descarga de aguas residuales.

5.2.5.1 Metodología

Su origen se ubica en la producción de metano por la descomposición anaeróbica bacteriana de materia orgánica en instalaciones de aguas servidas, del procesamiento de alimentos y otras instalaciones industriales durante el tratamiento de sus aguas residuales. El N₂O también es producido por bacterias (desnitrificación y nitrificación) en el tratamiento y la eliminación de aguas residuales.

La estimación de emisiones de metano para aguas residuales municipales en un nivel 1 comprende los siguientes pasos, 1) estimación del contenido de carbono orgánico degradable en las aguas servidas (TOW, en inglés Total Organic Waste) por medio de la Ecuación 5-10, 2) elección de las vías y sistemas de eliminación y tratamiento de las aguas servidas domésticas, y 3) cálculo de emisiones, sumando resultados de cada vía o sistema.

Ecuación 5-7. Emisiones totales de CH₄ procedentes de las aguas residuales domésticas.

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \left[\sum_{i,j} U_i \cdot T_{i,j} \cdot EF_j \right] (TOW - S) - R$$

Donde:

Emisiones de CH ₄	= emisiones de CH ₄ durante el año del inventario, kg de CH ₄ /año
TOW	= total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg de BOD/año
S	= componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, kg de BOD/año
U _i	= fracción de la población del grupo de ingresos <i>i</i> en año del inventario
T _{i,j}	= grado de utilización de vía o sistema de tratamiento y/o eliminación <i>j</i> , para cada fracción de grupo de ingresos <i>i</i> en el año del inventario.
<i>i</i>	= grupo de ingresos: rural, urbano de altos ingresos y urbano de bajos ingresos
<i>j</i>	= cada vía o sistema de tratamiento/eliminación
EF _j	= factor de emisión, kg de CH ₄ /kg de BOD
R	= cantidad de CH ₄ recuperado durante el año del inventario, kg de CH ₄ /año

Ya sea que las aguas son tratadas in situ o canalizadas al alcantarillado, las emisiones deben contabilizarse, en los cálculos de las aguas residuales domésticas (municipales) se ha considerado lo que las aguas industriales aportan en términos de materia orgánica degradable. En la presente estimación se toman en cuenta las emisiones de efluentes industriales con altas cargas de carbono, la demanda bioquímica de oxígeno, en inglés (COD) suele ser el indicador de las mismas, el potencial de emisión se basa en la concentración de materia orgánica degradable, su volumen y la tendencia a tratar las aguas residuales en sistemas anaerobios. De igual manera, son tres los pasos para el presente cálculo: 1) estimar el carbono

orgánico degradable (TOW) presente en los efluentes industriales, 2) identificar vía e intensidad de tratamiento o eliminación de las aguas residuales, y 3) estimar emisiones utilizando factores de emisión obtenidos en el paso anterior.

Ecuación 5-8 Emisiones Totales de CH₄ procedentes de las aguas residuales industriales

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i) EF_i - R_i]$$

Donde:

Emisiones de CH ₄	= emisiones de CH ₄ durante el año del inventario, kg de CH ₄ /año
TOW	= total de materia orgánica degradable contenida en las aguas residuales de la industria <i>i</i> durante el año del inventario, kg de COD/año
S _i	= componente orgánico separado como lodo durante el año de inventario, kg de COD/ año
EF _A	= factor de emisión para la industria <i>i</i> kg CH ₄ /kg COD para la vía o sistema(s) de tratamiento y/o eliminación utilizados(s) en el año del inventario
R _i	= cantidad de CH ₄ recuperado durante el año de inventario kg CH ₄ /año

Las emisiones indirectas de óxido nitroso se originan como resultado de la transformación del nitrógeno amoniacal y orgánico contenido en los efluentes de aguas servidas al ser eliminadas en el alcantarillado u otros cuerpos de agua.

Ecuación 5-9 Emisiones de N₂O provenientes de las aguas residuales efluentes

$$Emisiones\ de\ N_2O = N_{EFLUENTE} \cdot EF_{EFLUENTE} \cdot \frac{44}{28}$$

Donde:

Emisiones de N ₂ O	= emisiones de N ₂ O durante el año del inventario, kg. de N ₂ O/año
N _{EFLUENTE}	= nitrógeno en el efluente eliminado en los medios acuáticos, kg de N/año
EF _{EFLUENTE}	= factor de emisión para las emisiones de N ₂ O provenientes de la eliminación en aguas servidas, kg de N ₂ O/kg N
El factor 44/28 corresponde a la conversión de kg de N ₂ O-N en kg de N ₂ O.	

5.2.5.1.1 Datos de actividad

Descargas de agua municipal

Para la presente estimación se requieren datos sobre la cantidad total de materia orgánica degradable en los efluentes, parámetro que está en función de la población, información disponible en INEGI.

El cálculo de material orgánico degradable presente en aguas residuales municipales requirió información de la demanda bioquímica de oxígeno en las descargas de agua, en este caso el valor elegido fue el utilizado en las estimaciones nacionales, 21.9 kilogramos de DBO por habitante al año, adicionalmente se considera un factor para incorporar la DBO de efluentes industriales (I) en las descargas de aguas municipales, el valor por defecto es 1.25, resultando un total de 585,825 kg/DBO/año.

Ecuación 5-10. Total, de materia orgánica degradable en las aguas residuales domésticas.

$$TOW = P \cdot BOD \cdot 0.001 \cdot I \cdot 365$$

Donde:

TOW	= total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg de BOD /año
P	= población del país en el año del inventario (personas)
BOD	= BOD per cápita específico del país en el año del inventario, g/personas/día
0.001	= conversión de gramos de BOD a kilogramos de BOD
I	= factor de corrección para BOD industrial adicional eliminado en las cloacas (si es recolectado el valor por defecto es 1.25, si no es recolectado el valor por defecto es 1.00)

La Comisión Nacional del Agua publica cada año el inventario de plantas de tratamiento de agua en operación en cada entidad federativa, de donde fue posible obtener información del número de plantas, su ubicación al detalle de localidad del municipio, el tipo de tratamiento, la capacidad instalada y el caudal tratado. Para el año 2013 se obtuvieron los caudales y tipo de tratamiento para cada Municipio.

También fue posible hacer uso de la información disponible respecto a la clasificación de las localidades del estado en los ámbitos rurales o urbanos, ya que la Ecuación 5-7 para la estimación de emisiones de metano, requiere el dato de *grado de utilización por cada vía o sistema de tratamiento (T_{ij})* para cada *fracción del grupo de ingresos (U_i)* de la población, dada la información con la que se contó se optó por considerar dos fracciones, la rural y la urbana. Según los datos estadísticos se conoce que el estado de Jalisco para el año 2013 contaba con una población rural del 23% y una urbana de 77% respecto a la población total de la entidad.¹⁴

Se utilizaron valores por defecto al utilizar la Ecuación 5-11 en la hoja de cálculo, así como datos de población del estado y el promedio de consumo anual per cápita consultado en las encuestas de alimentación de la FAO para estimar el contenido de nitrógeno en el efluente de aguas servidas, lo que posibilitó a su vez estimar las emisiones indirectas de óxido nitroso.

Ecuación 5-11 Nitrógeno Total en Efluentes

$$N_{EFLUENTE} = (P \cdot Proteína \cdot F_{NPR} \cdot F_{NON\ CON} \cdot F_{IND\ COM}) - N_{LODO}$$

Donde:

¹⁴ Censo de población y vivienda 2010, INEGI

N_{EFLUENTE}	= cantidad total anual de nitrógeno en los efluentes de las aguas residuales. Kg de N/ año
P	= población humana
Proteína	= consumo per cápita anual kg/persona/año
F_{NPR}	= fracción de nitrógeno en las proteínas, por defecto = 0.16 kg de N/kg de proteína
$F_{\text{NON CON}}$	= factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales
$F_{\text{IND COM}}$	= factor para las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los sistemas de alcantarillado.
N_{LODO}	= nitrógeno separado con el lodo residual (por defecto=0), kg de N/año

Aguas residuales industriales

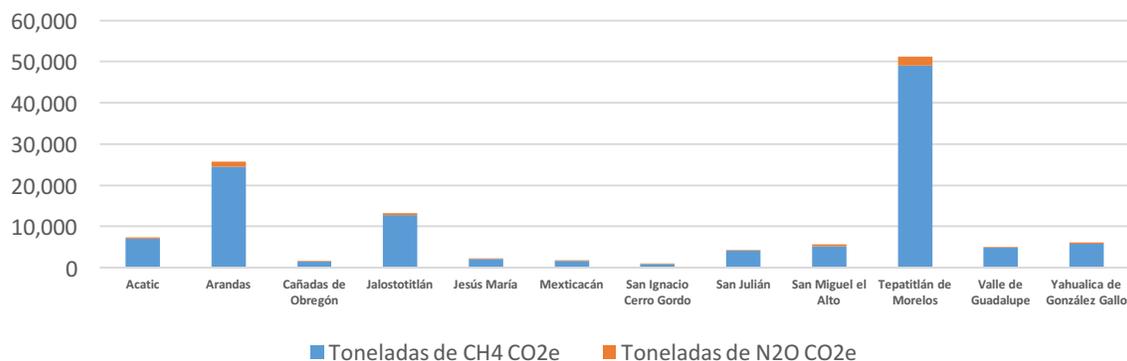
Al no contarse con estadísticas de producción en términos de volumen, o peso, para las actividades industriales en los municipios de la zona de estudio, esta subcategoría no fue estimada.

5.2.5.1 Resultados

La estimación para las aguas residuales municipales fue de 4,267.4 toneladas de CH_4 y 22.2 de N_2O , lo que suma un total de 125,375.3 toneladas de CO_2 equivalente.

La subcategoría de aguas industriales, se reporta como aquella no estimada, cuya nomenclatura oficial establecida en las directrices es "NO".

Figura 15 Total de Emisiones en toneladas de CO_2e por tratamiento y eliminación de aguas residuales en la Región Altos Sur, Jalisco 2013



Fuente: Cálculos del modelo para estimar emisiones de metano provenientes de desechos. Guías del IPCC 2006.

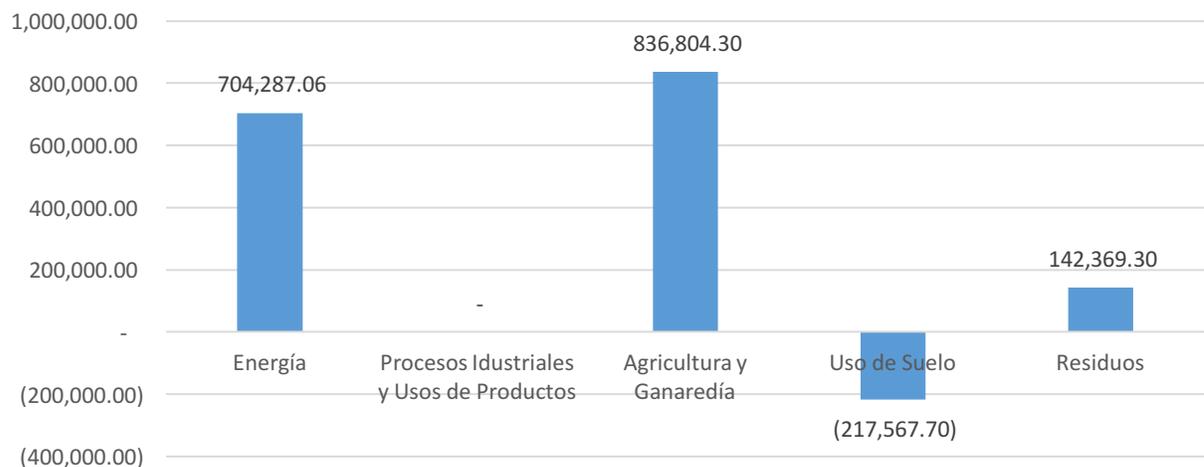
Figura 16 Porcentaje de contribución a emisiones totales de CO_2e en la Región Altos Sur de Jalisco por tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales, 2013

6. EMISIONES REGIONALES

Tabla 45 Toneladas de emisiones GEI por sector de la Región Altos Sur (2013)

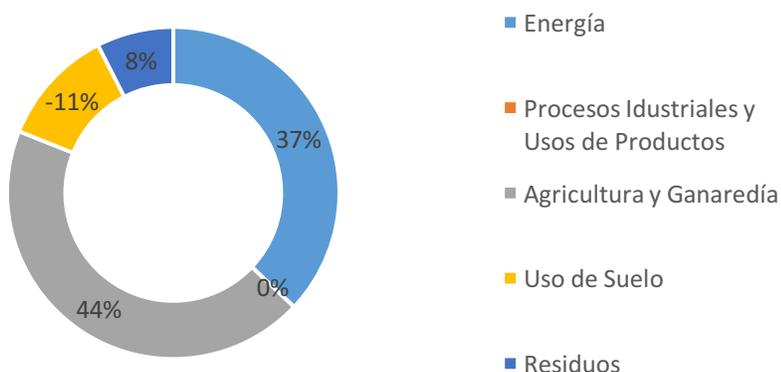
Categoría	CO2e
Energía	704,287.06
Industrias Manufactureras y de la construcción	15,677.03
Transporte Terrestre	587,651.28
Residencial	73,795.44
Agricultura Silvicultura y Pesca	27,163.32
Procesos Industriales y Usos de Productos	-
Agricultura y Ganadería	836,804.30
Fermentación Entérica	197,360.30
CH ₄ por manejo de estiércol	426,905.60
Emisiones Directas N ₂ O por Manejo de Estiércol	128,989.10
Emisiones Indirectas N ₂ O por Manejo de Estiércol	83,549.30
Uso de Suelo	- 217,567.70
Cambio de Uso de Suelo	184,752.60
Permanencia y recuperación de Uso de Suelo	- 402,320.30
Residuos	142,369.30
Eliminación de desechos sólidos	16,693.60
Tratamiento biológico de los desechos sólidos	186.40
Incineración abierta de desechos	114.10
Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	125,375.20
Totales	1,465,892.96

Figura 17 Toneladas de emisiones GEI por sector de la Región Altos Sur (2013)



Fuente: Elaboración Propia, CSER 2016.

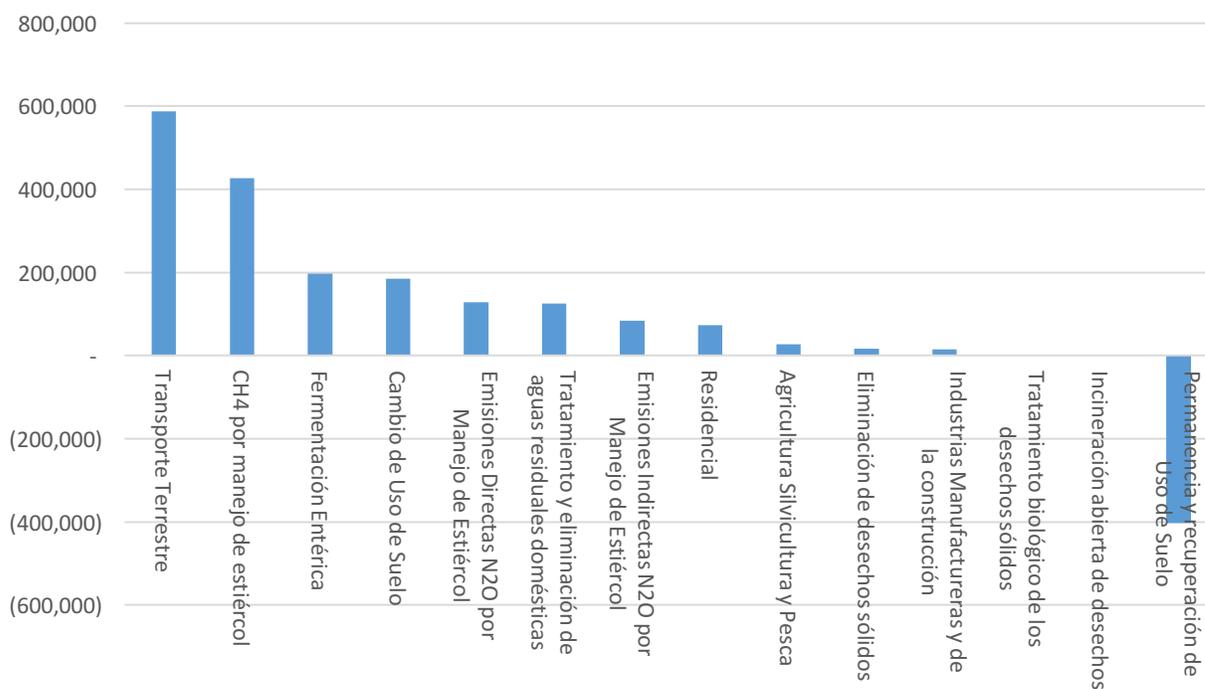
Figura 18 Porcentaje de contribución a emisiones totales de CO2e en la Región Altos Sur de Jalisco por Disposición de residuos sólidos municipales, 2013.



Fuente: Elaboración Propia, CSER 2016.

6.1 Subcategorías más contribuyentes a las emisiones regionales.

Figura 19 Toneladas de emisiones GEI por sector de la Región Altos Sur (2013)



Fuente: Elaboración propia, CSER 2016.

Anexo 1. Hojas de trabajo

Energía

Sector Energy

Category	Fuel combustion activities								
Category Code	1A2 Industrias Manufactureras y de la construcción								
Sheet	(CO ₂ , CH ₄ and N ₂ O from fuel combustion by source categories – Tier 1)								
	Energy consumption			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Consumption	Conversion Factor ^(b)	Consumption	CO ₂ Emission Factor	CO ₂ Emissions	CH ₄ Emission Factor	CH ₄ Emissions	N ₂ O Emission Factor	N ₂ O Emissions
	(Mass, Volume or Energy unit)	(TJ/unit)	(TJ)	(kg CO ₂ /TJ)	(Gg CO ₂)	(kg CH ₄ /TJ)	(Gg CH ₄)	(kg N ₂ O /TJ)	(Gg N ₂ O)
	Gg	TJ/Gg	C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Liquid fuels									
Residual Fuel Oil Tepatitlan	0.53	40.4	21.546936	77400	1.667732846	3	6.46408E-05	0.6	1.29282E-05
Residual Fuel Oil Arandas	2.69	40.4	108.545912	77400	8.401453589	3	0.000325638	0.6	6.51275E-05
Natural gas Arandas	0.62	40.4	25.13509432	64200	1.613673055	3	7.54053E-05	0.6	1.50811E-05
LPG Arandas	0.02	40.4	0.676296	63100	0.042674278	1	6.76296E-07	0.1	6.76296E-08
Gas / Diesel Oil Arandas	0.05	40.4	2.012324	74100	0.149113208	3	6.03697E-06	0.6	1.20739E-06
Residual Fuel Oil San Ignacio	1.20	40.4	48.48	77400	3.752352	3	0.00014544	0.6	0.000029088
			0		0		0		0
Total					15.62699898		0.000617837		0.0001235

Sector Energy

Category	Fuel combustion activities								
Category Code	1A3b transporte terrestre								
Sheet	(CO ₂ , CH ₄ and N ₂ O from fuel combustion by source categories – Tier 1)								
	Energy consumption			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Consumption	Conversion Factor ^(b)	Consumption	CO ₂ Emission Factor	CO ₂ Emissions	CH ₄ Emission Factor	CH ₄ Emissions	N ₂ O Emission Factor	N ₂ O Emissions
	(Mass, Volume or Energy unit)	(TJ/unit)	(TJ)	(kg CO ₂ /TJ)	(Gg CO ₂)	(kg CH ₄ /TJ)	(Gg CH ₄)	(kg N ₂ O /TJ)	(Gg N ₂ O)
	Gg	TJ/ Gg	C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Liquid fuels									
Motor Gasoline/Acatic	6.76	44.3	299.61	69300	20.76	25	0.01	8	0.00
Motor Gasoline/Arandas	22.20	44.3	983.46	69300	68.15	25	0.02	8	0.01
Motor Gasoline /cañadas de Obregon	1.12	44.3	49.47	69300	3.43	25	0.00	8	0.00
Motor Gasoline / Jalostotitlan	8.40	44.3	372.13	69300	25.79	25	0.01	8	0.00
Motor Gasoline / Jesús María	2.53	44.3	111.89	69300	7.75	25	0.00	8	0.00
Motor Gasoline / Mexticacan	0.55	44.3	24.47	69300	1.70	25	0.00	8	0.00
Motor Gasoline / San Ignacio	N/I	44.3		69300		25		8	
Motor Gasoline / San Julian	3.07	44.3	136.05	69300	9.43	25	0.00	8	0.00
Motor Gasoline / San Miguel el alto	5.14	44.3	227.48	69300	15.76	25	0.01	8	0.00
Motor Gasoline / Tepatitlan	55.62	44.3	2,463.93	69300	170.75	25	0.06	8	0.02
Motor Gasoline / Valle de Guadalupe	1.91	44.3	84.69	69300	5.87	25	0.00	8	0.00
Motor Gasoline / Yahualica	1.65	44.3	73.11	69300	5.07	25	0.00	8	0.00
Gas / Diesel Oil / Acatic	5.33	43	229.13	74100	16.98	3.9	0.00	3.9	0.00

Gas / Diesel Oil / Arandas	43		74100		3.9		3.9	
11.28		484.88		35.93		0.00		0.00
Gas / Diesel Oil / Cañadas de Obregon	43		74100		3.9		3.9	
0.48		20.70		1.53		0.00		0.00
Gas / Diesel Oil / Jalostotitlan	43		74100		3.9		3.9	
7.58		326.10		24.16		0.00		0.00
Gas / Diesel Oil / Jesus María	43		74100		3.9		3.9	
0.60		25.69		1.90		0.00		0.00
Gas / Diesel Oil / Mexticacan	43		74100		3.9		3.9	
0.12		5.34		0.40		0.00		0.00
Gas / Diesel Oil / San Ignacio	N/I		74100		3.9		3.9	
Gas / Diesel Oil / San Julian	43		74100		3.9		3.9	
0.70		30.02		2.22		0.00		0.00
Gas / Diesel Oil / San Miguel	43		74100		3.9		3.9	
3.97		170.73		12.65		0.00		0.00
Gas / Diesel Oil / Tepatitlan	43		74100		3.9		3.9	
39.67		1,705.62		126.39		0.01		0.01
Gas / Diesel Oil / Valle de Guadalupe	43		74100		3.9		3.9	
0.82		35.05		2.60		0.00		0.00
Gas / Diesel Oil / Yahualica	43		74100		3.9		3.9	
1.10		47.35		3.51		0.00		0.00
LPG Acatic	47.3		63100		62		0.2	
0.13		6.32		0.40		0.00		0.00
LPG Arandas	47.3		63100		62		0.2	
0.42		19.66		1.24		0.00		0.00
LPG Cañadas de O	47.3		63100		62		0.2	
0.03		1.63		0.10		0.00		0.00
LPG Jalostotitlan	47.3		63100		62		0.2	
0.18		8.42		0.53		0.00		0.00
LPG Jesus Maria	47.3		63100		62		0.2	
0.14		6.60		0.42		0.00		0.00
LPG Mexticacan	47.3		63100		62		0.2	
0.04		1.99		0.13		0.00		0.00
LPG San Ignacio	47.3		63100		62		0.2	
0.15		6.94		0.44		0.00		0.00
LPG San Julian	47.3		63100		62		0.2	
0.10		4.71		0.30		0.00		0.00
LPG San Miguel	47.3		63100		62		0.2	
0.19		9.05		0.57		0.00		0.00
LPG Tepatitlan	47.3		63100		62		0.2	
0.95		45.16		2.85		0.00		0.00
LPG Valle de Guadalupe	47.3		63100		62		0.2	
0.05		2.59		0.16		0.00		0.00
LPG Yahualica	47.3		63100		62		0.2	
0.15		6.91		0.44		0.00		0.00
Total					570.31		0.14	0.05

Sector Energy

Category	Fuel combustion activities								
Category Code Sheet	1A4b Residencial								
	(CO₂, CH₄ and N₂O from fuel combustion by source categories – Tier 1)								
	Energy consumption			CO₂		CH₄		N₂O	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Consumption	Conversion Factor ^(b)	Consumption	CO ₂ Emission Factor	CO ₂ Emissions	CH ₄ Emission Factor	CH ₄ Emissions	N ₂ O Emission Factor	N ₂ O Emissions
	(Mass, Volume or Energy unit)	(TJ/unit)	(TJ)	(kg CO ₂ /TJ)	(Gg CO ₂)	(kg CH ₄ /TJ)	(Gg CH ₄)	(kg N ₂ O /TJ)	(Gg N ₂ O)
	Gg	TJ/Gg	C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Liquid fuels									
LPG / Acatic		47.3		63100		5		0.1	
	1.36		64.43		4.07		0.00		0.00
LPG / Arandas		47.3		63100		5		0.1	
	4.67		221.03		13.95		0.00		0.00
LPG / Cañadas		47.3		63100		5		0.1	
	0.32		14.91		0.94		0.00		0.00
LPG / Jalos		47.3		63100		5		0.1	
	1.97		93.07		5.87		0.00		0.00
LPG / Jesus Maria		47.3		63100		5		0.1	
	1.20		56.80		3.58		0.00		0.00
LPG / Mexicacan		47.3		63100		5		0.1	
	0.45		21.12		1.33		0.00		0.00
LPG / San Ignacio		47.3		63100		5		0.1	
	1.08		51.14		3.23		0.00		0.00
LPG / San Julian		47.3		63100		5		0.1	
	1.02		48.02		3.03		0.00		0.00
LPG / San Miguel		47.3		63100		5		0.1	
	1.95		92.45		5.83		0.00		0.00
LPG / Tepatitlan		47.3		63100		5		0.1	
	8.57		405.55		25.59		0.00		0.00
LPG / Valle de Guadalupe		47.3		63100		5		0.1	
	0.44		20.76		1.31		0.00		0.00
LPG/ Yahualica		47.3		63100		5		0.1	
	1.63		77.14		4.87		0.00		0.00

Total	73.60	0.01	0.00
--------------	--------------	-------------	-------------

Sector Energy

Category	Fuel combustion activities								
Category Code	1A4c Agricultura Silvicultura y Pesca								
Sheet	(CO₂, CH₄ and N₂O from fuel combustion by source categories – Tier 1)								
	Energy consumption			CO₂		CH₄		N₂O	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Consumption	Conversion Factor ^(b)	Consumption	CO ₂ Emission Factor	CO ₂ Emissions	CH ₄ Emission Factor	CH ₄ Emissions	N ₂ O Emission Factor	N ₂ O Emissions
	(Mass, Volume or Energy unit)	(TJ/unit)	(TJ)	(kg CO ₂ /TJ)	(Gg CO ₂)	(kg CH ₄ /TJ)	(Gg CH ₄)	(kg N ₂ O /TJ)	(Gg N ₂ O)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Liquid fuels									
Gas / Diesel Oil / Acatic	0	43	-	74100	-	10	-	0.6	-
Gas / Diesel Oil / Arandas	2.072012	43	89.10	74100	6.60	10	0.00	0.6	0.00
Gas / Diesel Oil / Cañadas de Obregon	0	43	-	74100	-	10	-	0.6	-
Gas / Diesel Oil / Jalostotitlan	2.282749	43	98.16	74100	7.27	10	0.00	0.6	0.00
Gas / Diesel Oil / Jesus María	0	43	-	74100	-	10	-	0.6	-
Gas / Diesel Oil / Mexicacan	0	43	-	74100	-	10	-	0.6	-
Gas / Diesel Oil / San Ignacio	0	43	-	74100	-	10	-	0.6	-
Gas / Diesel Oil / San Julian	0	43	-	74100	-	10	-	0.6	-
Gas / Diesel Oil / San Miguel	0	43	-	74100	-	10	-	0.6	-
Gas / Diesel Oil / Tepatitlan	2.825515	43	121.50	74100	9.00	10	0.00	0.6	0.00
Gas / Diesel Oil / Valle de Guadalupe	0	43	-	74100	-	10	-	0.6	-
Gas / Diesel Oil / Yahualica	0.427778	43	18.39	74100	1.36	10	0.00	0.6	0.00

Total	24.24	0.00	0.00
--------------	--------------	-------------	-------------

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ENERGÍA

- Garg, A., Kazunari, K., & Pulles, T. (2006). Capítulo 1: Energía. En IPCC, *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Intergubernamental Panel of Climate Change. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Hayama, Kanagawua, Japon: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- PEMEX. (2016). *Reporte de volúmenes facturados por municipio, estado de Jalisco*. Guadalajara, Jalisco: Dirección de Comercialización, Subgerencia de Ventas regionales de Occidente.
- SAGARPA. (2016). *Consumo de Diesel Agropecuario generado de 2010 a 2013*. Guadalajara: Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Delegación Estatal Jalisco, Subdelegación de Planeación y desarrollo .
- SEPAF. (2016). *Padron vehicular 2016 de Jalisco*. Guadalajara, Jalisco. México.: Secretaría de Planeación, Administración y Finanzas del Gobierno de Jalisco.
- Waldron, C. D. (2006). *Energía Capítulo3. Combustión movil*. Intergubernamental Panel of Climate Change.

Referencias Bibliográficas de Residuos

- SEMARNAT (2014). *Hojas de trabajo para el sector DESECHOS del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero año base 2013*.
- Comisión Nacional del Agua. (2014). *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potibilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación*. Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, Gerencia Jalisco. (2016). *Relación de Biodigestores apoyados por FIRA periodo 2011 a 2016*. Guadalajara, Jalisco, México.
- Food and Agriculture Organization. (2010). *Consumo de Energía Alimentaria, Proteínas y Grasas. FAOSTAT* . (S. D. 2010, Ed.)
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, IPCC. (2006). *Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen 5 Desechos*. Recuperado el 2011, de <http://ipcc-ngjpp.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol5.html>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Referencias Bibliográficas de AFOLU

- INEGI, 1996. Conjunto nacional de uso de suelo y vegetación a escala 1:250000, Serie II, DGG-INEGI-México
- INEGI, 2013. Conjunto nacional de uso de suelo y vegetación a escala 1:250000, Serie V, DGG-INEGI-México.
- Victoria-Hernández, A. et al., (2011). *Generación de información de uso de suelo y vegetación proyectos y convenios escala 1:50000*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. Disponible en línea: http://www.inegi.org.mx/eventos/2011/conf_iberro/doc/ET6_46_HERN%C3%81NDEZ.pdf Accedido el 20 de mayo 2012.

CONAFOR, 2014. Propuesta de Nivel de Referencia de Emisiones Forestales de México, Comisión Nacional Forestal, consultado en línea el 10 de octubre de 2016, disponible en: http://redd.unfccc.int/files/nivel_de_referencia_de_las_emisiones_forestales_de_mexico.pdf

Huang, Da-Ji (2005). Assessment of Greenhouse Gas emissions from Poultry Enteric Fermentation. Chinese Cultural University. Accedido 28/10/2016