



PROTOCOLO DE GASES
DE EFECTO INVERNADERO



Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria

Estándar de contabilidad y de reporte para las ciudades



WORLD
RESOURCES
INSTITUTE

C40
CITIES
CLIMATE LEADERSHIP GROUP

I.C.L.E.I
Local
Governments
for Sustainability

AUTORES PRINCIPALES

Wee Kean Fong	World Resources Institute
Mary Sotos	World Resources Institute
Michael Doust	Grupo de Liderazgo de Ciudades contra el Cambio Climático C40
Seth Schultz	Grupo de Liderazgo de Ciudades contra el Cambio Climático C40
Ana Marques	ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad
Chang Deng-Beck	ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad

AUTORES COLABORADORES

Alex Kovac	World Resources Institute
Pankaj Bhatia	World Resources Institute
Brooke Russell	Grupo de Liderazgo de Ciudades contra el Cambio Climático C40
Emily Morris	Grupo de Liderazgo de Ciudades contra el Cambio Climático C40
Maryke van Staden	ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad
Yunus Arikán	ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad
Amanda Eichel	Bloomberg Philanthropies
Jonathan Dickinson	Columbia University
Rishi Desai	Oliver Wyman
Dan Hoornweg	University of Ontario Institute of Technology

COMITÉ ASESOR

Pankaj Bhatia, <i>Chair</i>	World Resources Institute
Seth Schultz	Grupo de Liderazgo de Ciudades contra el Cambio Climático C40
Yunus Arikán	ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad
Stephen Hammer	The World Bank (Banco Mundial)
Robert Kehew	United Nations Human Settlements Programme (ONU-HABITAT)
Soraya Smaoun	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP)
Maria Varbeva-Daley	British Standards Institution (BSI)
Kyra Appleby y Larissa Bulla	CDP
Alvin Meijja	Clean Air Asia
Adam Szolyak	EU Covenant of Mayors (Acuerdo de los Alcaldes de la UE)
Michael Steinhoff	ICLEI – Gobiernos Locales por la Sustentabilidad de los EE. UU.
Junichi Fujino	Institute for Global Environmental Strategies and National Institute for Environmental Studies (IGES/NIES)
Kiyoto Tanabe	Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
Yoshiaki Ichikawa	International Organization for Standardization (ISO)
Jan Corfee-Morlot	Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)
Christophe Nuttall	R20 Regions of Climate Action
Sergey Kononov	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)
Matthew Lynch	World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)
Carina Borgström-Hansson	World Wide Fund for Nature (WWF)
Jean-Pierre Tabet	French Agency for Environment and Energy Management (ADEME)
Farhan Helmy	Indonesia Climate Change Center (ICCC)
Ragnhild Hammer	Ciudad de Arendal, Noruega
Ines Lockhart	Ciudad de Buenos Aires, Argentina
Leah Davis	Ciudad de Londres, Reino Unido
Yuuko Nishida	Ciudad de Tokio, Japón
Víctor Hugo Paramo	Ciudad de México, México
Amanda Eichel	Bloomberg Philanthropies
Shirley Rodrigues	Children's Investment Fund Foundation (CIFF)
Stefan Denig	Siemens

Índice

Prefacio	7
Resumen ejecutivo	8
PARTE I: INTRODUCCIÓN Y REQUISITOS DE REPORTE	
1 Introducción	18
2 Principios de contabilidad y de reporte	24
3 Establecimiento del límite de inventario	28
4 Requisitos de reporte	34
PARTE II: GUÍAS DE CÁLCULO POR FUENTE DE EMISIÓN	
5 Descripción general del cálculo de las emisiones de GEI	46
6 Energía estacionaria	54
7 Transporte	70
8 Residuos	84
9 Procesos industriales y uso de productos	104
10 Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo	116
PARTE III: SEGUIMIENTO DE LOS CAMBIOS Y ESTABLECIMIENTO DE METAS	
11 Establecimiento de metas y seguimiento de las emisiones a través del tiempo	136
12 Gestión de la calidad del inventario y verificación	144
APÉNDICES	
A Descripción general de normas y programas de GEI	151
B Inventarios para las operaciones de gobiernos locales	157
C Referencia metodológica	160
Abreviaturas	162
Glosario	163
Referencias	165
Reconocimientos	167

REVISORES TÉCNICOS VOLUNTARIOS PARA ESTA TRADUCCIÓN

Inés Lockhart	Ciudad de Buenos Aires y C40 Cities Climate Leadership Group (secondment)
Miguel Rodríguez	SASA –ServiciosAmbientalesS.A.
Marcelo Álvarez	SASA –ServiciosAmbientalesS.A.
Anna Aramayo	SASA –ServiciosAmbientalesS.A.
Iñigo Aizpuru & the Climate Team	IDOM Consulting, Engineering, Architecture SAU

Índice detallado

Prefacio	7	PARTE II:	
RESUMEN EJECUTIVO	8	GUÍAS DE CÁLCULO	
		POR FUENTE DE EMISIÓN	45
PARTE I:		5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CÁLCULO	46
INTRODUCCIÓN Y		DE LAS EMISIONES DE GEI	46
REQUISITOS DE REPORTE	17	5.1 Metodología para el cálculo	47
1 INTRODUCCIÓN	18	5.2 Datos de actividad	48
1.1 Ciudades y cambio climático	19	5.3 Recopilación de datos de actividad	48
1.2 Objetivo del GPC	20	5.4 Factores de emisión	50
1.3 ¿Quién debería usar el GPC?	20	5.5 Conversión de los datos a unidades	50
1.4 Uso del GPC	20	estándar y CO₂equivalente	50
1.5 Relación con otros protocolos	21	5.6 Gestión de calidad de los	52
y normas de ciudades	21	datos y la incertidumbre	52
1.6 ¿Cómo se desarrolló esta norma?	22	5.7 Verificación	53
1.7 Operaciones de los gobiernos locales	23		
2 PRINCIPIOS DE CONTABILIDAD Y		6 ENERGÍA ESTACIONARIA	54
DE REPORTE	24	6.1 Categorización de las emisiones	56
2.1 Principios de contabilidad y de reporte	25	del sector de la energía	56
2.2 Claves de notación	26	estacionaria por alcance	56
		6.2 Definición de los subsectores dentro de	56
3 ESTABLECIMIENTO DEL		energía estacionaria	56
LÍMITE DE INVENTARIO	28	6.3 Cálculo de las emisiones estacionarias de la	57
3.1 Límite geográfico	29	combustión de combustibles	57
3.2 Periodo de tiempo	29	6.4 Cálculo de las emisiones de la combustión	65
3.3 Gases de efecto invernadero	30	estacionaria de combustibles	65
3.4 Fuentes de emisión de GEI	30	6.5 Cálculo de las emisiones proveniente del	66
3.5 Categorización de las emisiones por alcance	31	consumo de energía de red	66
3.6 Otras emisiones de alcance 3	33		
3.7 Límites de las metas de mitigación	33	7 TRANSPORTE	70
4 REQUISITOS DE REPORTE	34	7.1 Categorización de las emisiones	71
4.1 Marcos de alcances y de actividades	35	del transporte por alcance	71
inducidas por la ciudad	35	7.2 Definición de los modos de transporte	72
4.2 Requisitos de reporte	38	7.3 Cálculo de las emisiones en el transporte	73
4.3 Recomendaciones de reporte	40	por carretera	73
4.4 Marco de reporte del GPC	40	7.4 Cálculo de las emisiones en el transporte	79
		ferroviario	79
		7.5 Cálculo de las emisiones de la	80
		navegación marítima, fluvial y lacustre	80
		7.6 Cálculo de las emisiones de aviación	81
		7.7 Cálculo de las emisiones en el transporte	82
		todo terreno	82

8 RESIDUOS	84	PARTE III:	
8.1 Categorización de emisiones de residuos y aguas residuales	85	SEGUIMIENTO DE LOS CAMBIOS Y ESTABLECIMIENTO DE METAS	135
8.2 Definición de los tipos de residuos sólidos y procedimientos de cálculo generales	87	11 ESTABLECIMIENTO DE METAS Y SEGUIMIENTO DE LAS EMISIONES A TRAVÉS DEL TIEMPO	136
8.3 Cálculo de las emisiones provenientes de la disposición de residuos sólidos	90	11.1 Establecimiento de metas y evaluación de desempeño	137
8.4 Cálculo de las emisiones provenientes del tratamiento biológico de residuos sólidos	94	11.2 Alineación de las metas con el límite de inventario	140
8.5 Cálculo de las emisiones provenientes de la incineración y la quema a cielo abierto de residuos	94	11.3 Seguimiento de las emisiones a través del tiempo y recálculo de las emisiones	141
8.6 Cálculo de las emisiones provenientes del tratamiento de aguas residuales	99	12 GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL INVENTARIO Y VERIFICACIÓN	144
9 PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)	104	12.1 Gestión de la calidad del inventario a través del tiempo	145
9.1 Categorización de las emisiones de Procesos Industriales y uso de productos (IPPU, por sus siglas en inglés) por alcance	105	12.2 Verificación	146
9.2 Definición de los procesos industriales y uso de productos	105	12.3 Parámetros de verificación	148
9.3 Guías de cálculo de los procesos industriales	106	12.4 Proceso de verificación	149
9.4 Cálculo de las emisiones de uso de los productos	112	APÉNDICES	150
10 AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DEL SUELO (AFOLU)	116	A Descripción general de las normas y programas de GEI	151
10.1 Categorización de las emisiones de Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU, por sus siglas en inglés) por alcance	117	B Inventarios para las operaciones del gobierno local	157
10.2 Definición de las actividades de AFOLU	117	C Referencia metodológica	160
10.3 Cálculo de las emisiones producidas por la ganadería	118	Abreviaturas	162
10.4 Cálculo de las emisiones producidas por el uso del suelo y el cambio en el uso del suelo	122	Glosario	163
10.5 Cálculo de las emisiones provenientes de fuentes agregadas y emisiones distintas al CO ₂ asociadas al uso del suelo	124	Referencias	165
		Reconocimientos	167

El término “ciudad” se utiliza a lo largo de este documento para hacer referencia a las entidades subnacionales geográficamente discernibles, como las comunidades, los municipios, las ciudades y los barrios. En este documento, “ciudad” también se utiliza para indicar todos los niveles de la jurisdicción subnacional y los gobiernos locales como entidades legales de la administración pública.

Lista de tablas y figuras

TABLAS

Tabla 1.1	¿Qué partes del GPC debería leer?	21	Tabla 8.3	Factores de emisión de tratamiento biológico	95
Tabla 1.2	Autores del GPC	22	Tabla 8.4	Datos predeterminados para los factores de emisión de CO ₂ para la incineración y quema a cielo abierto	97
Tabla 1.3	Proceso de elaboración del GPC	22	Tabla 8.5	Factores de emisión de CH ₄ para la incineración de residuos sólidos urbanos (RSU)	98
Tabla 2.1	Uso de claves de notación	27	Tabla 8.6	Factores predeterminados de emisión de N ₂ O para diferentes tipos de residuos y prácticas de gestión	99
Tabla 3.1	Sectores y subsectores de las emisiones de GEI de una ciudad	31	Tabla 9.1	Descripción general de IPPU	106
Tabla 3.2	Definición de los alcances para inventarios de ciudades	31	Tabla 9.2	Ejemplo de procesos industriales y usos de productos	106
Tabla 4.1	Información del inventario de las ciudades	40	Tabla 9.3	Cálculo de las emisiones de la industria minera	107
Tabla 4.2	Resumen de emisiones de GEI	41	Tabla 9.4	Cálculo de las emisiones de la industria química	110
Tabla 4.3	Reporte de emisiones de GEI	42	Tabla 9.5	Industria metalúrgica	111
Tabla 4.4(a)	Emisiones de alcance 2 basadas en el método de mercado	44	Tabla 9.6	Uso de productos no energéticos de los combustibles y otros productos químicos	112
Tabla 4.4(b)	Transacciones de crédito de compensación	44	Tabla 9.7	Emisiones de productos no energéticos	113
Tabla 4.4(c)	Producción o inversiones en energía renovable	44	Tabla 9.8	Cálculo de las emisiones provenientes de la industria electrónica	114
Tabla 5.1	Principios de recopilación de datos	48	Tabla 9.9	Sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	115
Tabla 5.2	Potencial de calentamiento global (PCG) de GEI más importantes	51	Tabla 10.1	Descripción general de AFOLU	118
Tabla 5.3	Evaluación de la calidad de los datos	53	Tabla 10.2	Fuentes de emisión producidas por la ganadería y las referencias del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) correspondientes	119
Tabla 6.1	Descripción general de la energía estacionaria	57	Tabla 10.3	Categorías de uso del suelo y las referencias del IPCC correspondientes	122
Tabla 6.2	Definiciones de los subsectores de fuente de energía estacionaria	58	Tabla 10.4	Categorías de uso del suelo	124
Tabla 6.3	Definiciones de los vecindarios de trabajadores temporales y permanentes	60	Tabla 10.5	Fuentes agregadas y emisiones procedentes del suelo distintas al CO ₂	125
Tabla 6.4	Detalle de las subcategorías de las industrias manufactureras y del subsector de la construcción	61	Tabla 11.1	Ejemplos de tipos de metas de reducción de las ciudades y las necesidades de inventario	140
Tabla 6.5	Descripción general de las pautas de reporte de las actividades de transporte fuera de carretera	62	Tabla 11.2	Ejemplo de factores desencadenantes de recálculo	143
Tabla 6.6	Detalle de las subcategorías del subsector de las industrias energéticas	63	Tabla 12.1	Ejemplo de procedimientos de garantía de calidad y control de calidad	147
Tabla 6.7	Descripción general de la categorización de reporte de emisiones de bioenergía y energía a partir de residuos	64	Tabla A.1	Definiciones de alcances para las empresas y la ciudad	151
Tabla 6.8	Pautas de reporte de las fuentes de energía en actividades agrícolas, de silvicultura y pesqueras	65	Tabla A.2	Revisión de las normas existentes en contabilidad y reporte de GEI	154
Tabla 7.1	Descripción general de transporte	73	Tabla A.3	Comparación de las categorías de fuentes de emisiones	156
Tabla 7.2	Tipos de límites y asignación de alcances	78	Tabla C.1	Referencia metodológica	160
Tabla 7.3	Comparación de los enfoques ascendente y descendente para el transporte por carretera	78			
Tabla 7.4	Tipos de transporte ferroviario	79			
Tabla 8.1	Descripción general de residuos	87			
Tabla 8.2	Comparación entre las metodologías de compromiso de metano y de descomposición de primer orden	92			



FIGURAS

Figura 3.1	Fuentes y límites de las emisiones de GEI de la ciudad	32
Figura 4.1	Fuentes y alcances cubiertos por el GPC	37
Figura 7.1	Marco de actividad, distribución modal, intensidad, y combustible (ASIF)	74
Figura 7.2	Asignación de actividad inducida	76
Figura 7.3	Límites del sistema de metodología	77
Figura 8.1	Límites para residuos importados y exportados	86
Figura 10.1	Descripción general de las fuentes de emisión de AFOLU	119
Figura 11.1	Ejemplo de una meta de emisiones del año base	138
Figura 11.2	Ejemplo de una meta a nivel fijo	138
Figura 11.3	Ejemplo de una meta de intensidad del año base	139
Figura 11.4	Ejemplo de una meta del escenario de referencia	139
Figura B.1	Pasos principales para los inventarios de las Operaciones del Gobierno Local (LGO)	158

CUADROS

Cuadro 2.1	Desafíos relacionados con los datos de Kampala	26
Cuadro 2.2	Uso de las claves de notación—Johannesburgo	27
Cuadro 3.1	Fuentes de alcance 3—Condado de King	33
Cuadro 4.2	Reporte de emisiones de CO ₂ biogénico	39
Cuadro 6.1	Método de mercado para la contabilidad del alcance 2	67
Cuadro 6.2	Identificación de los datos de consumo eléctrico—Municipalidad Metropolitana de Ekurhuleni	68
Cuadro 6.3	Factores de emisión de la red eléctrica local—Región Waterloo	69
Cuadro 7.1	Cálculo de emisiones del transporte por carretera basado en un modelo—North Park	75
Cuadro 7.2	Reporte de emisiones provenientes de centros de transporte regionales—Londres	83
Cuadro 8.1	Emisiones de residuos y energía estacionaria	88
Cuadro 8.3	Cálculo de emisiones provenientes de aguas residuales vertidas directamente en cuerpos de agua a cielo abierto	100
Cuadro 9.1	Cálculo de las emisiones derivadas del uso de productos, utilizando un enfoque basado en el consumo	115
Cuadro 11.1	Establecimiento de metas y seguimiento de los avances—Ciudad de Nueva York	138
Cuadro 11.2	Ajustes para identificar las emisiones de consumo de energía netas de la producción de energía	142

ECUACIONES

Ecuación 5.1	Enfoque del factor de emisión para el cálculo de las emisiones de GEI	48	Ecuación 10.7	Emisiones de GEI provenientes de la quema de biomasa	125
Ecuación 5.2	Metodología de escalamiento	49	Ecuación 10.8	Emisiones de CO ₂ provenientes del aplicación de cal	125
Ecuación 8.1	Carbono orgánico degradable (DOC)	90	Ecuación 10.9	Emisiones de CO ₂ provenientes de la fertilización con urea	126
Ecuación 8.2	Estimación del modelo de descomposición de primer orden (FOD) para los residuos sólidos enviados al vertedero	93	Ecuación 10.10	Emisiones directas de N ₂ O provenientes de suelos gestionados	126
Ecuación 8.3	Estimación del compromiso de metano para residuos sólidos enviados al vertedero	93	Ecuación 10.11	Emisiones directas de N ₂ O-N provenientes de suelos gestionados	127
Ecuación 8.4	Potencial de generación de metano, L ₀	94	Ecuación 10.12	Emisiones directas de N ₂ O-N provenientes de suelos inorgánicos gestionados	127
Ecuación 8.5	Emisiones directas provenientes de los residuos sólidos tratados biológicamente	95	Ecuación 10.13	Emisiones directas de N ₂ O-N provenientes de la orina y el estiércol	127
Ecuación 8.6	Emisiones de CO ₂ no biogénico provenientes de la incineración de residuos	96	Ecuación 10.14	N de aditivos de N orgánico aplicado a los suelos	128
Ecuación 8.7	Emisiones de CH ₄ provenientes de la incineración de residuos	97	Ecuación 10.15	N de estiércol animal aplicado a los suelos	128
Ecuación 8.8	Emisiones de N ₂ O provenientes de la incineración de residuos	99	Ecuación 10.16	N en la orina y en el estiércol depositado por animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas	129
Ecuación 8.9	Generación de CH ₄ proveniente del tratamiento de aguas residuales	101	Ecuación 10.17	N de residuos agrícolas y renovación de forraje/pasturas	129
Ecuación 8.10	Contenido orgánico y factores de emisión en las aguas residuales domésticas	102	Ecuación 10.18	N mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de carbono del suelo por cambios en el uso o la gestión del suelo	130
Ecuación 8.11	Emisiones indirectas de N ₂ O provenientes de efluentes de aguas residuales	103	Ecuación 10.19	N ₂ O producido por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados	130
Ecuación 9.1	Ejemplo de calcinación	107	Ecuación 10.20	N ₂ O por lixiviación/escorrimento de suelos gestionados en regiones donde se producen la lixiviación/escorrimento	131
Ecuación 9.2	Emisiones provenientes de la producción de cemento	108	Ecuación 10.21	Emisiones indirectas de N ₂ O debido a la volatilización de N a partir de la gestión del estiércol	131
Ecuación 9.3	Emisiones provenientes de la producción de cal	108	Ecuación 10.22	Pérdidas de N debido a la volatilización de la gestión del estiércol	132
Ecuación 9.4	Emisiones provenientes de la producción de vidrio	108	Ecuación 10.23	Emisiones de CH ₄ procedentes del cultivo de arroz	133
Ecuación 9.5	Emisiones de CO ₂ provenientes de los usos de productos no energéticos	112	Ecuación 10.24	Ajuste de factores de emisión diarios	133
Ecuación 10.1	Emisiones de CH ₄ provenientes de la fermentación entérica	119	Ecuación 10.25	Ajuste de factores de emisión escalonados de CH ₄ para las enmiendas orgánicas	134
Ecuación 10.2	Emisiones de CH ₄ provenientes de la gestión del estiércol	120			
Ecuación 10.3	Emisiones de N ₂ O provenientes de la gestión del estiércol	121			
Ecuación 10.4	Tasas de excreción anual de N	121			
Ecuación 10.5	Emisiones de carbono provenientes de uso del suelo y el cambio de uso del suelo	122			
Ecuación 10.6	Emisiones de CO ₂ provenientes de uso del suelo y el cambio de uso del suelo	123			

Prefacio

Las ciudades son parte integral para la lucha contra el desafío mundial del cambio climático, como una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero y como una fuente importante de soluciones climáticas innovadoras. Se estima que un 70 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial relacionadas con la energía provienen de las ciudades, un número que es probable que continúe aumentando ya que se espera que dos terceras partes de toda la población viva en zonas urbanas para mediados de siglo. Al mismo tiempo, las ciudades están diseñando e implementando soluciones innovadoras para mitigar el cambio climático al promover el desarrollo sostenible e incrementar la resiliencia al cambio climático mientras se reducen las emisiones. Sin embargo, con el fin de tener el mayor impacto global posible, los líderes de las ciudades necesitan una norma que permita medir sus emisiones e identificar las maneras más eficaces para mitigarlas.

El *Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria* (Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories, GPC) ofrece a las ciudades y los gobiernos locales un marco sólido, transparente y globalmente aceptado para sistemáticamente identificar, calcular y reportar sobre los gases de efecto invernadero en las ciudades. Esto incluye las emisiones generadas dentro de los límites de la ciudad, así como las que se producen fuera de los límites de la ciudad como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de la ciudad.

El GPC establece prácticas de contabilidad y de reporte de emisiones confiables que ayudan a las ciudades a desarrollar una línea de base de emisiones, establecer las metas de mitigación, crear planes de acción climática más específicos y hacer un seguimiento del progreso a través del tiempo, así como fortalecer las oportunidades para las ciudades de

asociarse con otros niveles administrativos y aumentar el acceso a la financiación climática local e internacional.

El GPC ya ha sido adoptado como un componente central del Acuerdo de los Alcaldes (Compact of Mayors), que es el esfuerzo cooperativo más grande del mundo entre alcaldes y funcionarios de las ciudades para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, hacer un seguimiento del progreso y prepararse para los impactos del cambio climático. Este Acuerdo fue puesto en marcha en septiembre de 2014 y tiene por objetivo llevar a cabo un enfoque transparente y de apoyo para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y abordar los riesgos climáticos, de manera coherente, y complementaria, con el proceso de negociación internacional en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Las zonas urbanas son un escenario lógico para implementar y medir la acción climática. Los gobiernos locales pueden ser más ágiles mientras que los gobiernos regionales o nacionales están más restringidos por la burocracia. Los alcaldes, los consejos locales y los dirigentes comunitarios entienden las necesidades y limitaciones locales, que a menudo se traduce en la toma de medidas más audaces y eficaces. Pueden hacer un seguimiento del funcionamiento de los servicios de la ciudad, orientar el cambio en la comunidad y establecer reglamentos que rijan el uso del suelo, la eficiencia de la construcción y el transporte local.

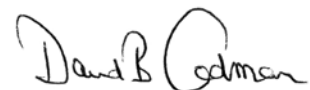
Miles de ciudades ya están adoptando medidas para reducir las emisiones y mejorar su resiliencia al cambio climático. Con el GPC, estas ciudades y sus defensores cuentan con una norma global para realizar un seguimiento del comportamiento respecto a los gases de efecto invernadero y abrir el camino hacia un futuro más sostenible.



Andrew Steer
Presidente y Director Ejecutivo, WRI



Eduardo Paes
Presidente del C40 y Alcalde de Río de Janeiro



David Cadman
Presidente, ICLEI

Resumen ejecutivo



Las ciudades son los centros mundiales de la comunicación, el comercio y la cultura. También son una fuente de consumo de energía y de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) significativa y creciente. La capacidad de una ciudad para adoptar medidas eficaces para mitigar el cambio climático y monitorear el progreso depende del acceso que se tenga a datos de buena calidad sobre las emisiones de GEI. La planificación de la acción climática comienza con la elaboración de un inventario de GEI. Un inventario permite a las ciudades comprender la contribución de emisiones de las diferentes actividades en la comunidad.

Introducción

Los métodos de inventario que las ciudades han utilizado hasta la fecha varían considerablemente. Esta inconsistencia hace que las comparaciones entre ciudades se dificulte, plantee preguntas en torno a la calidad de los datos y limite la capacidad de agregar los datos de emisiones de GEI del gobierno local, subnacional y nacional. Para permitir reportes más creíbles y significativos, se requiere una mayor coherencia en la contabilidad de GEI. El Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC) afronta este reto y ofrece un marco sólido y claro que se basa en las metodologías existentes para calcular y reportar las emisiones de GEI en toda la ciudad.

El GPC requiere que las ciudades calculen y divulguen un inventario exhaustivo de las emisiones de GEI y calculen un total de estas emisiones utilizando dos enfoques distintos, pero complementarios. Uno de los enfoques captura

emisiones de las actividades de producción y consumo que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad, incluyendo algunas emisiones liberadas fuera de los límites de la ciudad. El otro enfoque categoriza todas las emisiones en “alcances”, dependiendo del lugar donde se producen físicamente. La contabilidad separada de las emisiones liberadas físicamente dentro de los límites de la ciudad se debe utilizar para la inclusión de múltiples inventarios de la ciudad con el fin de evitar la doble contabilidad.

El GPC se divide en tres partes principales:

- **Parte I** presenta los principios de contabilidad y de reporte del GPC, establece la forma de definir los límites del inventario, especifica los requisitos de reporte y ofrece una plantilla prototipo de reporte.

- **Parte II** establece la contabilidad general y de sectores específicos y las pautas de reporte para recopilar los datos y calcular las emisiones, incluyendo los métodos de cálculo y las ecuaciones.
- **Parte III** muestra cómo los inventarios pueden ser utilizados para establecer las metas de mitigación y hacer un seguimiento del rendimiento a través del tiempo, y muestra cómo las ciudades pueden gestionar la calidad del inventario.

Nota: el término “ciudad” se utiliza en este documento para hacer referencia a cualquier entidad subnacional geográficamente discernible, como una comunidad, pueblo, ciudad o provincia, y abarca todos los niveles de la jurisdicción subnacional y los gobiernos locales como entidades legales de la administración pública.

Definición del límite de inventario y fuentes de emisión

Para utilizar el GPC, las ciudades deben primero definir un límite de inventario. Esto identifica el área geográfica, el período de tiempo, los gases y las fuentes de emisión cubiertos por un inventario de GEI. Cualquier límite geográfico puede utilizarse para el inventario de GEI. Dependiendo del propósito del inventario, el límite puede alinearse con el límite administrativo de un gobierno local, un sector, un distrito dentro de una ciudad, una combinación de las divisiones administrativas, un área metropolitana u otra entidad geográficamente identificable. El GPC está diseñado para considerar o tener en cuenta las emisiones de GEI para un año específico, abarcando los siete gases contemplados en el Protocolo de Kioto (Sección 3.3 del informe).

Las emisiones de GEI provenientes de las actividades de la ciudad se pueden clasificar en seis sectores principales:

- Energía estacionaria
- Transporte
- Residuos
- Procesos industriales y uso de productos (Industrial processes and product use, IPPU)
- Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (Agriculture, forestry, and other land use, AFOLU)
- Cualquier otra emisión que se produce fuera del límite geográfico como resultado de actividades de la ciudad. Estas emisiones no se incluyen en esta versión del GPC, pero pueden reportarse por separado.

La tabla 1 muestra estos seis sectores por subsector.

Tabla 1 Sectores y subsectores de las emisiones de GEI de la ciudad

Sectores y subsectores
ENERGÍA ESTACIONARIA
Edificios residenciales
Edificios e instalaciones comerciales e institucionales
Construcción e industrias manufactureras
Industrias energéticas
Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca
Fuentes no especificadas
Emisiones fugitivas provenientes de la minería, el procesamiento, el almacenamiento y el transporte de carbón
Emisiones fugitivas provenientes de los sistemas de petróleo y gas natural
TRANSPORTE
Por carretera
Ferroviario
Navegación marítima, fluvial y lacustre
Aviación
Fuera de carretera
RESIDUOS
Disposición de residuos sólidos
Tratamiento biológico de residuos
Incineración y quema a cielo abierto
Tratamiento y vertido de aguas residuales
PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)
Procesos industriales
Uso de productos
AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DEL SUELO (AFOLU)
Ganadería
Suelo
Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO ₂
OTRAS EMISIONES DE ALCANCE 3

Categorización de las emisiones

Las actividades que ocurren dentro de una ciudad pueden generar emisiones de GEI que se producen dentro de los límites de la ciudad, así como fuera de los límites de la misma. Para distinguirlas, el GPC agrupa las emisiones en tres categorías en función del lugar donde se producen: emisiones de alcance 1, alcance 2 o alcance 3. La tabla 2 proporciona las definiciones basadas en una aplicación adaptada del marco de alcances utilizado en la *Norma de protocolo corporativo de GEI (GHG Protocol Corporate Standard)*.

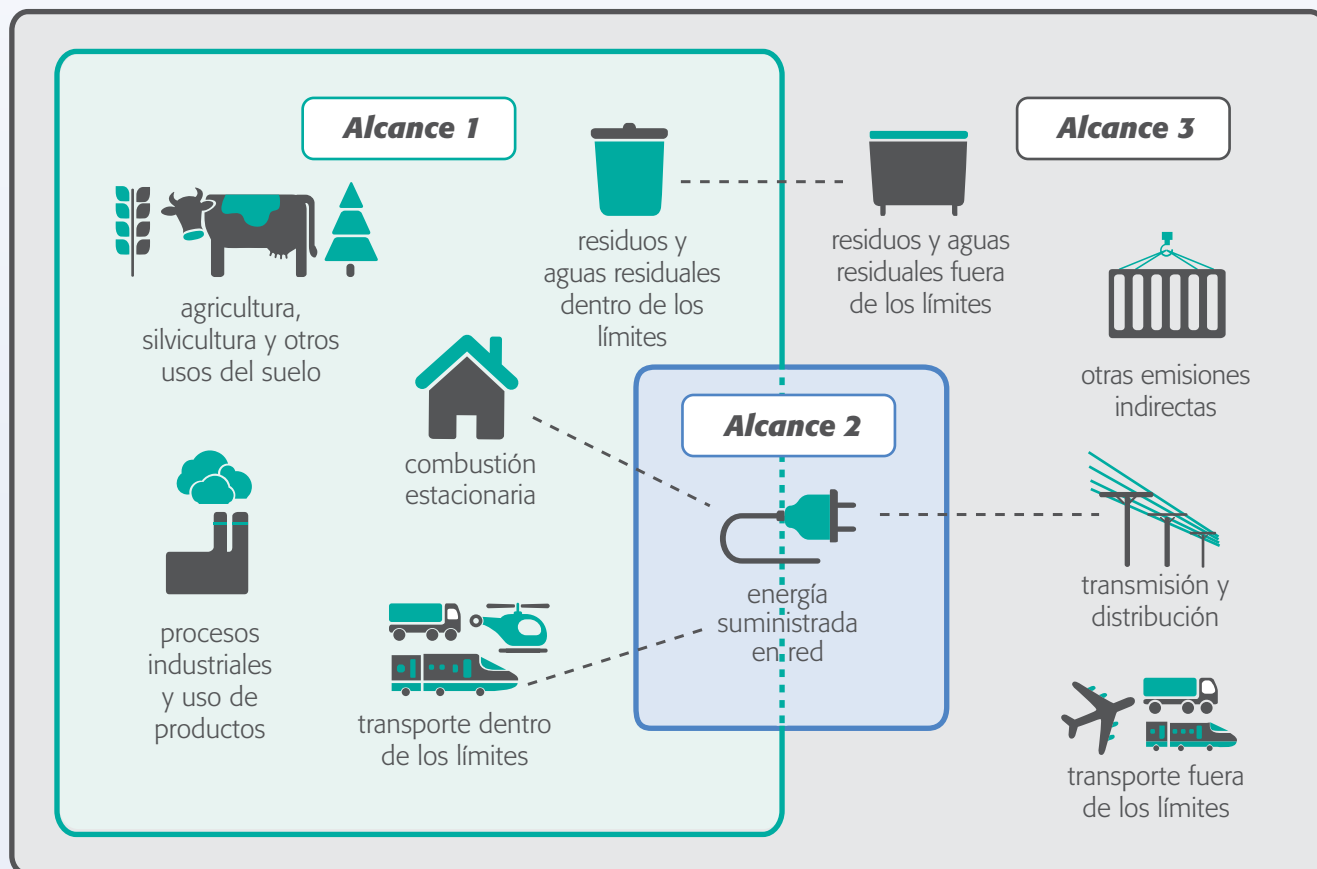
El marco de los alcances ayuda a diferenciar las emisiones que se producen físicamente dentro de la ciudad (alcance 1), de aquellas que se producen fuera de la ciudad (alcance 3) y del uso de la electricidad, vapor y/o calefacción/refrigeración suministrada en red, que pueden o no cruzar los límites de la ciudad (alcance 2). Las emisiones de alcance 1 también se pueden denominar como emisiones “territoriales” ya que se producen de forma discreta dentro del territorio definido

Tabla 2 Definiciones de los alcances para inventarios de ciudades

Alcance	Definición
Alcance 1	Emisiones de GEI provenientes de fuentes situadas dentro de los límites de la ciudad
Alcance 2	Emisiones de GEI que se producen como consecuencia de la utilización de energía, calor, vapor y/o refrigeración suministrados en red dentro de los límites de la ciudad
Alcance 3	El resto de las emisiones de GEI que se producen fuera de los límites de la ciudad, como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad

por el límite geográfico. La Figura 1 ilustra cuáles fuentes de emisión se producen únicamente dentro de los límites geográficos establecidos para el inventario, cuáles se producen fuera de los límites geográficos y cuáles pueden producirse a través del límite geográfico.

Figura 1 Fuentes y límites de las emisiones de GEI de la ciudad



— Límite de inventario (incluyendo alcances 1, 2 y 3) — Límite geográfico de la ciudad (incluyendo alcance 1) — Energía suministrada en red, de una red regional (alcance 2)

Agregación de los inventarios de las ciudades

El GPC ha sido diseñado para permitir que los inventarios de la ciudad sean agregados a niveles subnacionales y nacionales con los siguientes fines:

- Mejorar la calidad de los datos de un inventario nacional, en especial cuando se presentan los inventarios de las principales ciudades.
- Medir la contribución de las acciones de mitigación de la ciudad a las metas de reducción de emisiones de GEI regionales o nacionales.
- E identificar las estrategias transfronterizas e intersectoriales, innovadoras para la mitigación de GEI.

La agregación de inventarios de múltiples ciudades se puede lograr mediante la combinación de las emisiones (territoriales) de alcance 1 de las ciudades, cuyos límites de inventario no se superponen geográficamente.

Requisitos de reporte

El GPC requiere que las ciudades reporten sus emisiones por gas, alcance, sector y subsector, y que añadan las emisiones utilizando dos enfoques distintos, pero complementarios:

- **Marco de alcances:** considera todas las emisiones por alcance 1, 2 y 3. El alcance 1 (o emisiones territoriales) permite la contabilidad por separado de todas las emisiones de GEI producidas dentro del límite geográfico de la ciudad, de acuerdo con el reporte de GEI a nivel nacional.
- **Marco según la ciudad:** considera las emisiones de GEI atribuibles a las actividades que tienen lugar dentro de los límites geográficos de la ciudad. Cubre las fuentes de emisión de alcance 1, 2 y 3 que representan las fuentes de emisión claves producidas en casi todas las ciudades, y para los cuales los métodos estandarizados están generalmente disponibles.

El capítulo 4 del GPC establece requisitos de reporte y explica cómo se suman los totales de emisión. Las ciudades también pueden informar las emisiones conforme a los requisitos locales o específicos de los programas pertinentes, además de los requisitos del GPC. Los inventarios de GEI deben actualizarse de forma regular utilizando los datos más recientes disponibles. El GPC recomienda que las ciudades actualicen su

inventario anualmente ya que muestra el progreso frecuente y oportuno de las emisiones globales de GEI.

La tabla 3 resume las fuentes de emisión y los alcances cubiertos por el GPC para el reporte tanto a nivel de la ciudad como a nivel territorial. Las ciudades deben tener como objetivo cubrir todas las emisiones de las que dispongan datos fiables. Para dar cabida a las limitaciones en la disponibilidad de datos y las diferencias en las fuentes de emisión entre las ciudades, el GPC requiere el uso de claves de notación, según se recomienda en las pautas de IPCC, y una explicación adjunta para justificar la exclusión o la contabilidad parcial de las categorías de fuentes de emisión de GEI.

El marco según la ciudad brinda a las ciudades la posibilidad de elegir entre dos niveles de reporte: BÁSICO o BÁSICO+. El nivel BÁSICO cubre las emisiones de alcance 1 y alcance 2 provenientes de la energía estacionaria y el transporte, así como las emisiones de alcance 1 y alcance 3 provenientes de los residuos. El nivel BÁSICO+ implica procesos de recopilación de datos y de cálculo más desafiantes, y, además, incluye las emisiones provenientes de IPPU y AFOLU y el transporte transfronterizo. Por lo tanto, cuando estas fuentes son significativas y relevantes para una ciudad, la ciudad debería tratar de informarlas conforme al nivel BÁSICO+. Las fuentes incluidas en el nivel BÁSICO+ también se alinean con las fuentes necesarias para el reporte a nivel nacional en las pautas del IPCC.

Las marcas de verificación en la tabla 3 indican qué fuentes de emisión están cubiertas por el GPC, y las celdas están coloreadas para indicar su inclusión en los totales de BÁSICO o BÁSICO+ a nivel de ciudad y en el total territorial. Las filas que figuran en cursiva representan las emisiones del subsector requeridas para los totales de emisiones territoriales, pero no para los niveles BÁSICO/BÁSICO+. Las celdas grises en la columna del alcance 2 indican las fuentes de emisión que no tienen emisiones de GEI aplicables en ese alcance. Las fuentes de emisión correspondientes a las casillas en blanco en la columna del alcance 3 no son necesarias para el reporte, pero pueden identificarse y reportarse por separado en el rubro de Otras emisiones de alcance 3.

El GPC proporciona una plantilla prototipo de reporte que cubre todos los requisitos de reporte. Las ciudades pueden informar las emisiones de GEI en una variedad de formatos adicionales, dependiendo del propósito y el público, y también pueden desagregar las emisiones por el tipo de combustible, las operaciones municipales dentro de cada sector o subsector, etc.

Figura 2 Fuentes y alcances cubiertos por el GPC

Sectores y subsectores	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
ENERGÍA ESTACIONARIA			
Edificios residenciales	✓	✓	✓
Edificios e instalaciones comerciales e institucionales	✓	✓	✓
Construcción e industrias manufactureras	✓	✓	✓
Industrias energéticas	✓	✓	✓
<i>Generación de energía suministrada a la red</i>	✓		
Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca	✓	✓	✓
Fuentes no especificadas	✓	✓	✓
Emisiones fugitivas provenientes de la minería, el procesamiento, el almacenamiento y el transporte de carbón	✓		
Emisiones fugitivas provenientes de los sistemas de petróleo y gas natural	✓		
TRANSPORTE			
Por carretera	✓	✓	✓
Ferroviario	✓	✓	✓
Navegación marítima, fluvial y lacustre	✓	✓	✓
Aviación	✓	✓	✓
Fuera de carretera	✓	✓	
RESIDUOS			
Disposición de residuos sólidos generados en la ciudad	✓		✓
<i>Disposición de residuos sólidos generados fuera de la ciudad</i>	✓		
Tratamiento biológico de residuos generados en la ciudad	✓		✓
<i>Tratamiento biológico de residuos generados fuera de la ciudad</i>	✓		
Incineración y quema a cielo abierto de residuos generados en la ciudad	✓		✓
<i>Incineración y quema a cielo abierto de residuos generados fuera de la ciudad</i>	✓		
Aguas residuales generadas en la ciudad	✓		✓
<i>Aguas residuales generadas fuera de la ciudad</i>	✓		
PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)			
Procesos industriales	✓		
Uso de productos	✓		
AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DEL SUELO (AFOLU)			
Ganadería	✓		
Suelo	✓		
Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO ₂	✓		
OTRAS EMISIONES DE ALCANCE 3			
Otras emisiones de alcance 3			

✓ Fuentes cubiertas por el GPC

+ Fuentes necesarias para el reporte de nivel BÁSICO+

Fuentes incluidas en Otras emisiones de alcance 3

Fuentes necesarias para el reporte de nivel BÁSICO

Fuentes necesarias para el territorio total, pero no para el reporte de nivel BÁSICO/BÁSICO+ (*en cursiva*)

Emisiones no aplicables

Cálculo de las emisiones de GEI

La parte II del GPC establece las pautas sobre el reporte general y de sectores específicos para recopilar los datos y calcular las emisiones. Las ciudades deben seleccionar las metodologías más adecuadas en función de la finalidad de su inventario, la disponibilidad de los datos y la coherencia con el inventario nacional de su país y/o de otros programas de medición y de reporte en los que participan. El GPC no requiere el uso de metodologías específicas en la elaboración de datos de emisiones; sino que especifica los principios y los reglamentos para la compilación de un inventario de emisiones de GEI en toda la ciudad. Donde corresponda, el GPC recomienda el uso de metodologías alineadas con las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*.

Para la mayoría de las fuentes de emisión, las ciudades tendrán que estimar las emisiones de GEI multiplicando los datos de actividad por un factor de emisión asociado con la actividad que se mide. Los datos de actividad son una medida cuantitativa de un nivel de actividad que da lugar a emisiones de GEI que tienen lugar durante un período de tiempo determinado (por ejemplo, el volumen de gas utilizado, los kilómetros recorridos, las toneladas de residuos enviados a los vertederos, etc.). Un factor de emisión es una medida de la masa de las emisiones de GEI con respecto a una unidad de actividad. Por ejemplo, la estimación de las emisiones de CO₂ provenientes del uso de la electricidad implica multiplicar los datos en kilovatios-hora (kWh) de electricidad utilizada por el factor de emisión (kgCO₂/kWh) para la electricidad, lo cual dependerá de la tecnología y el tipo de combustible utilizado para generar la electricidad. Los datos de emisiones de GEI se informarán en toneladas métricas de cada GEI, así como los CO₂ equivalentes (CO₂e).

Los datos pueden recopilarse de una variedad de fuentes, incluyendo los departamentos gubernamentales y los organismos estadísticos, el informe del inventario nacional de GEI de un país, las universidades y los institutos de investigación, los artículos científicos y técnicos en los libros, las revistas y los informes sobre el medioambiente, y las organizaciones de partes interesadas/expertos del sector. En general, es preferible utilizar datos locales y nacionales en lugar de datos internacionales, y datos de fuentes confiables, revisados por expertos y de conocimiento público, a menudo disponible a través de las publicaciones del gobierno. Cuando los mejores datos de actividad disponibles no se alinean con los límites geográficos de la ciudad o el período de tiempo de la evaluación, los datos pueden adaptarse para cumplir con el límite de inventario mediante el ajuste de los

cambios en la actividad utilizando un factor de escalamiento. Los factores de emisión deben ser relevantes para el límite de inventario y específicos para la actividad que se mide.

Seguimiento del progreso y establecimiento de metas



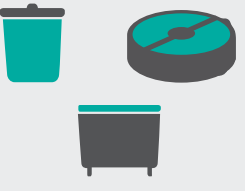

Los inventarios pueden utilizarse como base para el establecimiento de metas de mitigación y el seguimiento del rendimiento a través del tiempo. Para muchas ciudades con planes y metas de acción climática existentes, los límites operativos y geográficos de meta de mitigación utilizado puede ser diferente al límite de inventario descrito anteriormente o se aplicará a un subconjunto de los GEI, alcances o fuentes de emisión establecidos en el GPC. Se exhorta a las ciudades a ajustar el límite en cuanto a las metas de mitigación con el límite de inventario del GPC, pero cuando el límite de meta de mitigación sigue siendo diferente del límite de inventario del GPC, las ciudades deben explicar las diferencias y el motivo de las diferencias para evitar cualquier confusión.

Gestión de la calidad del inventario y verificación

El GPC no requiere que las ciudades verifiquen sus resultados de inventario, pero recomienda que las ciudades elijan el nivel y el tipo de verificación que se adapte a sus necesidades y capacidades. Para gestionar la calidad del inventario a través del tiempo, las ciudades deben establecer un plan de gestión para el proceso de inventario. El diseño de un plan de gestión de inventario debe establecer disposiciones para la selección, la aplicación y la actualización de las metodologías de inventario a medida que los nuevos datos e investigaciones estén disponibles.

La verificación consiste en una evaluación de la integridad y la exactitud de los datos reportados. Las ciudades pueden decidir que sus datos se verifiquen para demostrar que sus cálculos se encuentran conformes a los requisitos del GPC y para promover confianza a los usuarios de que las emisiones de GEI reportadas son un fiel reflejo de las actividades de una ciudad. Esto se puede utilizar para aumentar la credibilidad de la información de las emisiones divulgable con el público externo y aumentar la confianza en los datos utilizados para elaborar planes de acción climática, establecer metas de GEI y dar seguimiento al progreso. La verificación puede realizarse por la misma organización que condujo la evaluación del GPC (autoverificación), o por una organización independiente (verificación por terceros).

Figura 3 Sectores de las fuentes de emisión

Sectores en el GPC	
ENERGÍA ESTACIONARIA	
	<p>Las fuentes de energía estacionarias son uno de los mayores contribuyentes a las emisiones de GEI de una ciudad. Estas emisiones provienen de la combustión de combustible en edificios e instalaciones residenciales, comerciales e institucionales y la construcción e industrias manufactureras, así como las centrales eléctricas para generar energía suministrada en red. Este sector también incluye las emisiones fugitivas, que normalmente se producen durante la extracción, la transformación y el transporte de combustibles fósiles primarios.</p>
TRANSPORTE	
	<p>El transporte cubre todos los viajes por carretera, ferroviarios, marítimos y aéreos, incluyendo los viajes interurbanos e internacionales. Las emisiones de GEI son producidas directamente por la combustión de combustible o indirectamente por el uso de energía suministrada en red. La recopilación de datos precisos para las actividades de transporte, el cálculo de las emisiones y la asignación de estas emisiones a las ciudades puede ser un proceso particularmente difícil. Para dar cabida a las variaciones en la disponibilidad de datos, los modelos de transporte existentes y los fines del inventario, el GPC ofrece una flexibilidad adicional en el cálculo de las emisiones de transporte.</p>
RESIDUOS	
	<p>La disposición y el tratamiento de residuos producen emisiones de GEI a través de la descomposición aeróbica o anaeróbica, o la incineración. Las emisiones de GEI provenientes de los residuos sólidos se calcularán por la vía de disposición, es decir, los vertederos, el tratamiento biológico, la incineración y quema a cielo abierto. Si el metano se recupera de las instalaciones de residuos sólidos o de tratamiento de aguas residuales como fuente de energía, esto debe reportarse en la sección Energía estacionaria. Del mismo modo, se reportan las emisiones provenientes de la incineración con recuperación de energía en la sección Energía estacionaria.</p>
PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)	
	<p>Las emisiones de GEI se producen de una amplia variedad de actividades industriales no relacionadas con la energía. Las fuentes principales de emisión son las liberaciones derivadas de procesos industriales que transforman química o físicamente los materiales (por ejemplo, el alto horno en la industria del hierro y el acero; el amoníaco y otros productos químicos fabricados a partir de combustibles fósiles y utilizados como materia prima química). Durante estos procesos, se pueden producir muchos GEI diferentes. Además, determinados productos utilizados por la industria y los consumidores finales, tales como refrigerantes, espumas o aerosoles, también contienen GEI que pueden liberarse durante su uso y disposición.</p>
AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DEL SUELO (AFOLU)	
	<p>Las emisiones provenientes del sector agricultura, silvicultura y otro uso del suelo (AFOLU) se producen a través de una variedad de vías, incluyendo la ganadería (fermentación entérica y manejo de estiércol), uso del suelo y el cambio de uso del suelo (por ejemplo, tierras forestales despejadas por las tierras de cultivo o asentamientos) y fuentes agregadas y emisión procedente de fuentes del suelo distintas al CO₂ (por ejemplo, aplicación de fertilizantes y cultivo de arroz). Dada la naturaleza altamente variable de la actividad agrícola y el uso del suelo través de diversas áreas geográficas, las emisiones de GEI del AFOLU se encuentran entre las categorías más complejas para la contabilidad de GEI.</p>

“ Si queremos cambiar el curso del cambio climático, las ciudades tendrán que abrir el camino. Las ciudades compactas y eficientes pueden reducir las emisiones drásticamente e impulsarán la innovación y el crecimiento económico sostenido. Hasta hace poco no existía una manera consistente para medir las emisiones a nivel de ciudad. Ahora, eso ha cambiado. Ahora contamos con una norma internacional común para informar las estrategias para reducir las emisiones y crear ciudades mejores y más habitables.

– **Andrew Steer, presidente y director ejecutivo de World Resources Institute (WRI)**



“ Como presidente del C40 y alcalde de Río de Janeiro, sé que la construcción de un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero permite a las autoridades de la ciudad gestionar sus esfuerzos de reducción de emisiones, asignar recursos y desarrollar planes integrales de acción climática. Con la introducción del GPC, las ciudades ahora tienen un enfoque coherente, transparente y reconocido internacionalmente para medir y reportar las emisiones de toda la ciudad, que permite la comparación y la agregación confiable a través de escalas de tiempo y áreas geográficas. En nombre de C40, me gustaría dar las gracias a WRI y a ICLEI por su colaboración en el desarrollo de esta poderosa norma que beneficiará a las ciudades de todo el mundo. Les recomiendo encarecidamente a otras ciudades de todo el mundo de asumir este nuevo estándar como un paso clave en la lucha mundial contra el cambio climático.

– **Eduardo Paes, presidente del C40 y alcalde de Río de Janeiro**

“ Con la introducción del GPC, ahora tenemos la contabilidad y el marco de reporte de gases de efecto invernadero más completos para las ciudades de todo el mundo. Con preparación y pilotos de prueba desde 2012, el GPC marca un histórico consenso internacional sobre la contabilidad de GEI y el reporte de emisiones, permitiendo a los gobiernos locales medir y realizar un seguimiento de sus actuaciones en un nivel constante, guiados por las mejores prácticas internacionales. Esta versión publicada no habría sido posible sin la excelente cooperación entre WRI, C40 e ICLEI, así como la visión práctica y la valiosa información proporcionada por las 35 ciudades piloto que probaron las versiones anteriores en sus ciudades. ICLEI quiere dar las gracias a estos socios y ciudades por su contribución indispensable en el presente Protocolo innovador.

– **David Cadman, presidente de ICLEI**




PARTE I
Introducción y
requisitos de reporte



1

Introducción





Las ciudades son los centros mundiales de la comunicación, el comercio y la cultura. También son una fuente significativa y creciente de consumo de energía y responsables de un gran porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial. Con la mayoría de las áreas urbanas del mundo ubicadas en la costa, las ciudades se encuentran especialmente vulnerables al cambio climático, como el aumento del nivel del mar y las tormentas costeras. Es por esto que las ciudades cumplen un papel clave para afrontar el cambio climático y reaccionar a los impactos climáticos.

1.1 Las ciudades y el cambio climático

La capacidad de una ciudad para adoptar medidas eficaces para mitigar el cambio climático y monitorear el progreso depende del acceso que se tenga a datos de buena calidad sobre las emisiones de GEI. La planificación de la acción climática comienza con la elaboración de un inventario de GEI. Un inventario permite a las ciudades comprender la contribución de emisiones de las diferentes actividades en la comunidad. Le permite a las ciudades determinar hacia donde mejor dirigir los intentos de mitigación, crear una estrategia para reducir las emisiones de GEI y hacer seguimiento a su progreso. Varias ciudades ya han desarrollado inventarios de GEI y los usan para establecer metas de reducción de las emisiones, informar los planes de acción climática y hacer un seguimiento del rendimiento.

Además, un inventario de GEI de toda la ciudad puede ayudar a las ciudades a cumplir con los requisitos legales y voluntarios de medir y reportar los datos de emisiones

de GEI. Cada vez más ciudades eligen divulgar los datos de emisiones GEI por medio de plataformas de reporte voluntario, tales como *carbonn* Climate Registry y CDP, para aumentar la transparencia y brindar a los accionistas fácil acceso a sus resultados. Además, suele ser un requisito o prerrequisito de los patrocinadores y donantes de los proyectos de ciudad que las ciudades midan sus emisiones de GEI utilizando los estándares de buenas prácticas.

Sin embargo, los métodos de inventarios que las ciudades han estado utilizando varían en términos de qué fuentes de emisión y qué tipos de GEI se incluyen en el inventario; cómo se definen y categorizan las fuentes de emisión y qué tratamiento se le da a las emisiones transfronterizas. Esta inconsistencia hace que las comparaciones entre ciudades se dificulte, plantea preguntas en torno a la calidad de los datos, y limita la capacidad de agregar los datos de emisiones de GEI del gobierno local, subnacional y nacional.

Para permitir reportes más creíbles, se requiere una comparativa y colección de datos climáticos más significativa y mayor coherencia en la contabilidad de GEI. El *Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria* (GPC) afronta este reto y ofrece un marco sólido y claro que se basa en las metodologías existentes para calcular y reportar las emisiones de GEI en toda la ciudad.

1.2 Objetivo del GPC

El GPC presenta requisitos y brinda guías para calcular y reportar las emisiones de GEI en toda la ciudad, consistentes con las *Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (también referidas como *Pautas del IPCC* en este reporte). El GPC busca:

- Ayudar a las ciudades a desarrollar un inventario completo y sólido de GEI para apoyar a la planificación de acción climática.
- Ayudar a las ciudades a establecer un inventario de emisiones del año base, establecer metas de reducción y realizar un seguimiento de sus acciones.
- Asegurar la consistencia y transparencia para la medición y reporte de emisiones de GEI entre ciudades, siguiendo principios de contabilidad y de reporte de GEI internacionalmente conocidos.
- Permitir que los inventarios de las ciudades se agreguen a nivel subnacional y nacional.¹
- Demostrar el papel importante que cumplen las ciudades para abordar el cambio climático y facilitar información a través de la comparación, e inclusión, de datos comparables.

1.3 ¿Quién debe usar el GPC?

El GPC se puede usar por cualquier persona que esté evaluando las emisiones de GEI de un área subnacional definida geográficamente. Aunque el GPC se diseñó principalmente para las ciudades, el marco de contabilidad también puede usarse para barrios o sectores dentro de una ciudad, pueblo, distrito, condado, jurisdicción, provincia o estado. En este informe, el término “ciudad” se utilizará para referirse a todas estas jurisdicciones, a menos que se especifique lo contrario. Sin embargo, el GPC no define

1. La presencia de varios inventarios de ciudad se puede usar para: mejorar la calidad de datos de un inventario nacional, especialmente en el que se informa sobre los inventarios de las ciudades más grandes; medir la contribución de acciones de mitigación en toda una ciudad para cumplir con las metas de reducción regionales o nacionales, e identificar las estrategias transfronterizas e intersectoriales, innovadoras para la mitigación de GEI.

qué límite geográfico constituye una “ciudad”. De manera similar, el término “a escala comunitaria” se usa para referirse a los inventarios que abarcan cualquiera de estas denominaciones geográficas y se intercambia con los inventarios “a escala de ciudad” o “de toda la ciudad”.

Los creadores de las políticas a nivel regional o nacional pueden también utilizar este estándar para aprender cómo sumar varias emisiones de las ciudades para mejorar los datos de un inventario nacional, para informar las metas o políticas de mitigación, o para realizar un seguimiento de las tendencias de las emisiones de la ciudad.²

1.4 Uso de GPC

El GPC brinda un marco sólido para contabilizar y reportar las emisiones de GEI en toda la ciudad. Requiere que las ciudades midan y divulguen un inventario completo de las emisiones de GEI y que las analicen utilizando dos marcos distintos que se complementan: uno que se centra en las emisiones definidas geográficamente, y el otro que se centra en las emisiones según la ciudad. El primero permite el análisis en conjunto de los inventarios de varias ciudades sin necesidad de contar más de una vez. El GPC incluye guías sobre la recopilación de inventarios GEI de toda una ciudad y ofrece también una plantilla prototipo de reporte (consultar Tabla 4.3).

Se proporciona una guía de la metodología específica de cada sector en la PARTE II (capítulos 6 a 10). Estos capítulos identifican métodos de cálculo y opciones de datos y proporcionan ecuaciones de cálculos o procedimientos, si aplica. El GPC también hace referencia a las *Pautas IPCC* y a otros recursos para ayudar a las ciudades a completar estos cálculos y recopilar datos relevantes. Las ciudades pueden implementar los requisitos del GPC con una variedad de datos locales, nacionales o predeterminados dependiendo de lo que tengan a su alcance. Consulte la Tabla 1.1 para identificar los temas y las preguntas clave del capítulo.

1.4.1 Requisitos, recomendaciones y opciones

El GPC usa un lenguaje preciso para indicar qué disposiciones de la norma son requisitos, cuáles son recomendaciones y cuáles opciones que las ciudades pueden elegir seguir o no.

- El término **“debe”** se usa a lo largo de esta norma para indicar qué se requiere para generar un reporte de GEI que cumpla con el GPC.
- El término **“puede”** se usa para indicar una recomendación, pero no un requisito.

2. Las empresas, residentes o instituciones individuales de una ciudad pueden usar este estándar para entender el desempeño general de la ciudad, pero no deben calcular su huella individual dividiendo las emisiones reportadas en el GPC por la población total de la ciudad. En cambio, las personas o las organizaciones deben usar métodos basados en empresas o instituciones para sus inventarios.

- El término “**opción**” se usa para indicar una acción que es permisible.

1.5 Relación con otros protocolos y normas de ciudades

El GPC se creó en base al conocimiento, las experiencias y las prácticas de otras normas utilizadas por las ciudades para medir las emisiones de GEI en toda la ciudad. Se presenta una descripción general de esta base y de cómo estos requisitos y límites se relacionan con el GPC en el Apéndice A. Una vez publicado, el GPC reemplazará las disposiciones relacionadas con las emisiones de GEI a nivel comunitario del Protocolo Internacional de Análisis de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Gobiernos Locales (desarrollado por ICLEI), y a la Norma

Internacional para la Contabilidad de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Ciudades (desarrollada por el Banco Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], y ONU-HABITAT).

1.6 ¿Cómo se desarrolló esta norma?

El GPC es el resultado de un esfuerzo colaborativo entre el Protocolo GEI World Resources Institute (WRI), El Grupo de Liderazgo Climático (C40), y Gobiernos Locales por la Sustentabilidad (ICLEI). Consulte la tabla 1.2 para obtener una descripción breve de cada organización.

El desarrollo del GPC comenzó en San Pablo en junio de 2011 como resultado de un Memorandum de Entendimiento entre C40 e ICLEI. En 2012, la sociedad se expandió al incluir al WRI y al Programa

Tabla 1.1 ¿Qué partes del GPC debería leer?

Tipo de contabilidad	Propósito
¿Cómo funciona el GPC en comparación con otros métodos de inventario utilizados por las ciudades?	Capítulo 1 y Apéndice A
¿Cuáles son los principios fundamentales a seguir en la creación de un inventario de GEI?	Capítulo 2
¿Cuáles son las claves de notación, y cómo deben ser utilizadas?	Capítulo 2 y Capítulo 4
¿Qué actividades debo incluir en mi inventario de GEI? ¿Qué gases? ¿En qué periodo de tiempo?	Capítulo 3
¿Cómo distingo las emisiones que se generan dentro del límite geográfico del inventario, frente a las que se generan fuera de los límites?	Capítulo 3
¿Cuáles son los requisitos de reporte para un inventario de GEI en toda la ciudad?	Capítulo 4
¿Cómo recopilo los datos para el inventario?	Capítulo 5
¿Cómo calculo las emisiones provenientes de la producción y el uso de energía estacionaria?	Capítulo 6
¿Cómo calculo las emisiones provenientes del transporte?	Capítulo 7
¿Cómo calculo las emisiones provenientes del tratamiento de residuos?	Capítulo 8
¿Cómo calculo las emisiones provenientes de los procesos industriales y de uso de productos?	Capítulo 9
¿Cómo calculo las emisiones provenientes de la agricultura, la silvicultura y otros usos del suelo?	Capítulo 10
¿Cómo se establece un año base, las metas de reducción de emisiones de GEI, y se monitorean las emisiones en el tiempo?	Capítulo 11
¿Cómo garantizo la calidad del inventario en el tiempo y cómo me preparo para la verificación?	Capítulo 12
¿Cómo debo reportar las emisiones provenientes de las operaciones del gobierno local?	Apéndice B
¿Dónde puedo encontrar una descripción general de las metodologías del GPC?	Apéndice C

de Trabajo Conjunto entre la Alianza de las Ciudades entre el Banco Mundial, PNUMA y ONU-HABITAT.

Se publicó un borrador (versión 0.9) en marzo de 2012 para que el público comentara. Luego el GPC se actualizó (versión piloto 1.0) y se realizó una prueba con 35 ciudades de todo el mundo. En base a los resultados de la prueba, el GPC se revisó y se publicó una nueva edición abierta al comentario del público (versión 2.0) en julio-agosto de 2014.

En 2015 los autores del GPC comenzarán a desarrollar una versión ampliada, que proporcionará más guías sobre cómo identificar y cuantificar las emisiones de GEI que tienen lugar fuera de los límites asociados con las actividades de una ciudad (emisiones de alcance 3). Esto le permitirá a las ciudades tener un alcance más amplio y holístico para medir el impacto de sus GEI, así como identificar más oportunidades para crear cadenas de suministros urbanos más eficientes.

Tabla 1.3 Proceso de elaboración del GPC

Fecha		Hitos
2011	Junio	Memorándum de Entendimiento entre C40 y ICLEI
2012	Marzo	Publicación del Proyecto Piloto del GPC (Versión 0.9) para consulta pública
	Mayo	Publicación del Proyecto Piloto del GPC (Versión 1.0)
2013		Prueba piloto en 35 países alrededor del mundo
2014	Julio	Publicación del Proyecto Piloto del GPC (versión 2.0) para consulta pública
	Diciembre	Publicación del GPC final

Tabla 1.2 Autores del GPC

Organización	Descripción
WRI y Protocolo de GEI	<ul style="list-style-type: none"> El Instituto de Recursos Mundiales (World Resources Institute, WRI) es una organización mundial de investigación que trabaja en estrecha colaboración con los líderes para poner en prácticas ideas para mantener un medio ambiente saludable, es la fundación de las oportunidades económicas y el bienestar humano. El Protocolo de GEI es una asociación de empresas, organizaciones no gubernamentales, gobiernos y otros convocados por el WRI y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible para difundir los estándares y herramientas para el reporte y contabilidad de GEI aceptados internacionalmente.
C40	<ul style="list-style-type: none"> El grupo C40 es una red de grandes ciudades del mundo comprometidas con la lucha contra el cambio climático tanto a nivel local como a nivel mundial. Creado en 2005, el C40 se compone de 70 ciudades de todo el mundo y ofrece un foro eficaz donde las ciudades pueden colaborar, compartir conocimientos e impulsar una acción significativa, mensurable y sostenible sobre el cambio climático.
ICLEI	<ul style="list-style-type: none"> ICLEI es una asociación líder de ciudades y gobiernos locales dedicada al desarrollo sostenible. ICLEI representa un movimiento de más de 1.000 ciudades y pueblos en 88 países. ICLEI promueve medidas locales para la sostenibilidad global y ayuda a las ciudades a ser sostenibles, <i>resilientes</i>, eficiente en cuanto a recursos, biodiversas y tener bajos niveles de carbono.



1.7 Operaciones de gobiernos locales

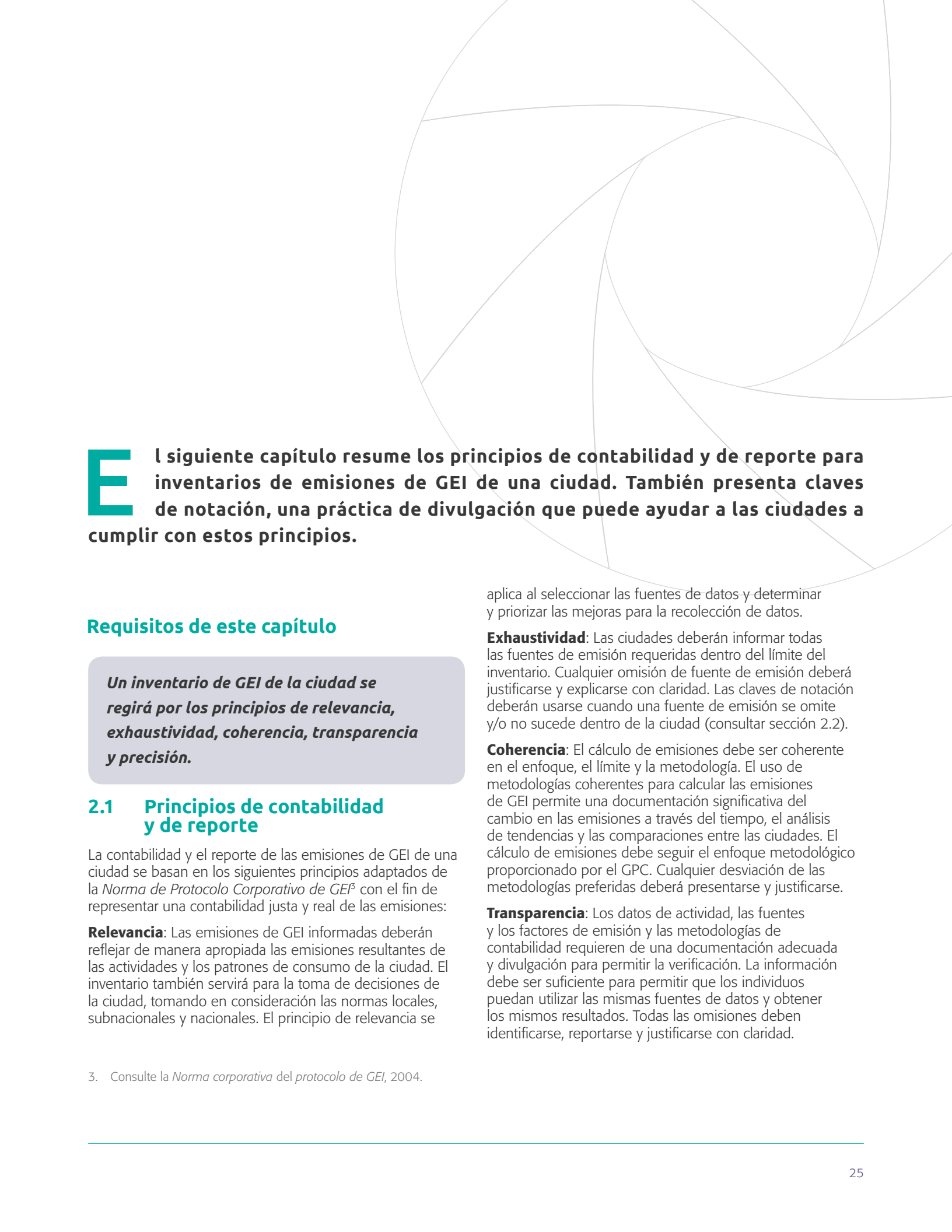
Además de recopilar un inventario de GEI de toda la ciudad, los gobiernos locales también podrían querer medir las emisiones de GEI de sus operaciones municipales con un inventario de operaciones del gobierno local (local government operations, LGO). Un inventario LGO permite a los gobiernos locales identificar las oportunidades de reducción de GEI en su jurisdicción y demostrar liderazgo a la hora de actuar. Aunque esto no es un requisito del GPC, los datos del GPC pueden también ser útiles para recopilar información para un inventario de toda una ciudad. Por ejemplo, los datos de actividad de edificios, instalaciones,

vertederos o uso del suelo de una ciudad u operados por esta pueden ser más precisos que el cálculo de los datos de actividad de esos sectores basados en una escala regional o nacional. El Apéndice B proporciona más información sobre cómo desarrollar un inventario LGO.

2

Principios de contabilidad y de reporte





El siguiente capítulo resume los principios de contabilidad y de reporte para inventarios de emisiones de GEI de una ciudad. También presenta claves de notación, una práctica de divulgación que puede ayudar a las ciudades a cumplir con estos principios.

Requisitos de este capítulo

Un inventario de GEI de la ciudad se regirá por los principios de relevancia, exhaustividad, coherencia, transparencia y precisión.

2.1 Principios de contabilidad y de reporte

La contabilidad y el reporte de las emisiones de GEI de una ciudad se basan en los siguientes principios adaptados de la *Norma de Protocolo Corporativo de GEI*³ con el fin de representar una contabilidad justa y real de las emisiones:

Relevancia: Las emisiones de GEI informadas deberán reflejar de manera apropiada las emisiones resultantes de las actividades y los patrones de consumo de la ciudad. El inventario también servirá para la toma de decisiones de la ciudad, tomando en consideración las normas locales, subnacionales y nacionales. El principio de relevancia se

aplica al seleccionar las fuentes de datos y determinar y priorizar las mejoras para la recolección de datos.

Exhaustividad: Las ciudades deberán informar todas las fuentes de emisión requeridas dentro del límite del inventario. Cualquier omisión de fuente de emisión deberá justificarse y explicarse con claridad. Las claves de notación deberán usarse cuando una fuente de emisión se omite y/o no sucede dentro de la ciudad (consultar sección 2.2).

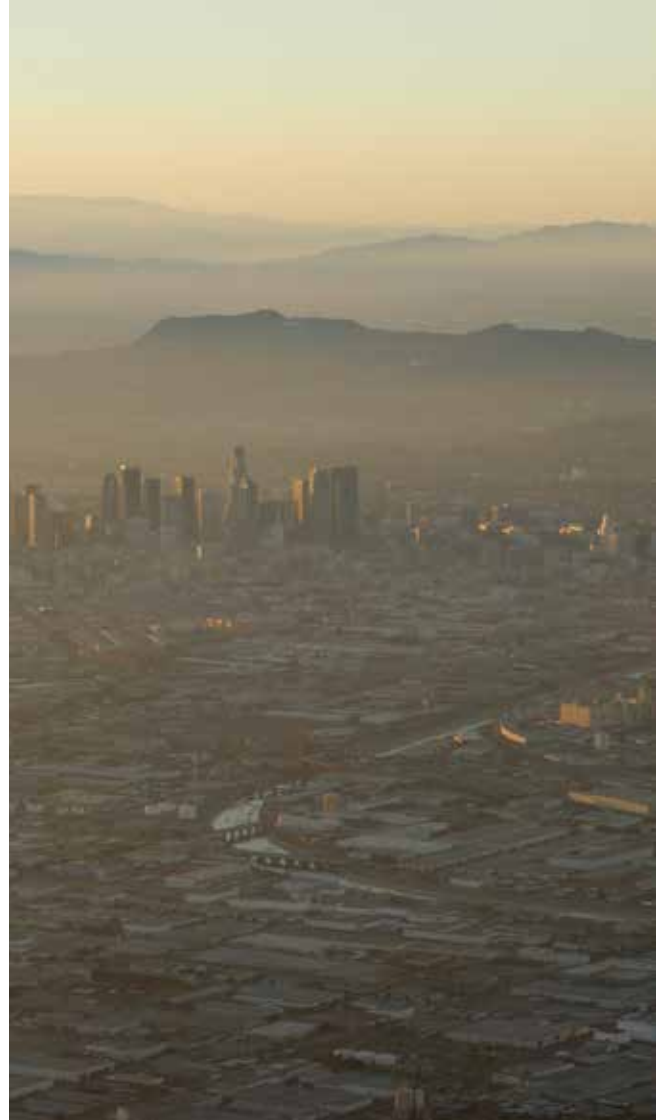
Coherencia: El cálculo de emisiones debe ser coherente en el enfoque, el límite y la metodología. El uso de metodologías coherentes para calcular las emisiones de GEI permite una documentación significativa del cambio en las emisiones a través del tiempo, el análisis de tendencias y las comparaciones entre las ciudades. El cálculo de emisiones debe seguir el enfoque metodológico proporcionado por el GPC. Cualquier desviación de las metodologías preferidas deberá presentarse y justificarse.

Transparencia: Los datos de actividad, las fuentes y los factores de emisión y las metodologías de contabilidad requieren de una documentación adecuada y divulgación para permitir la verificación. La información debe ser suficiente para permitir que los individuos puedan utilizar las mismas fuentes de datos y obtener los mismos resultados. Todas las omisiones deben identificarse, reportarse y justificarse con claridad.

3. Consulte la *Norma corporativa del protocolo de GEI*, 2004.

Precisión: El cálculo de las emisiones de GEI no deberá exagerar ni minimizar la verdadera cantidad de emisiones de GEI. La exactitud debe ser tal que asegure de manera razonable a los que toman decisiones y al público la integridad de la información reportada. Las incertidumbres en el proceso de cuantificación deben reducirse al máximo dentro de lo posible.

Guía sobre el uso de los principios: Dentro de los requisitos de esta norma, una ciudad deberá tomar decisiones importantes con respecto al establecimiento de los límites del inventario, la elección de los métodos de cálculo y la decisión de incluir o no las fuentes de emisiones de alcance 3 adicionales, entre otros. Es posible que se necesite una compensación entre los cinco requisitos mencionados anteriormente dependiendo de las metas o necesidades de la ciudad. Por ejemplo, para lograr un inventario completo es posible que se necesite utilizar datos menos exactos (consulte el cuadro 2.1). Con el tiempo, a medida que la exactitud y la integridad de los datos de GEI aumentan, es posible que la necesidad de compensación entre estos principios de contabilidad disminuya.



Cuadro 2.1 Desafíos relacionados con los datos de Kampala

Las limitaciones de los datos crearon un desafío para la ciudad de Kampala, Uganda, cuando realizó su primer inventario de GEI en 2013.⁴ Los datos de diferentes años y fuentes fueron escalados o combinados con el fin de completar el inventario. Por ejemplo, los datos de 2004 de la Oficina de Estadística de Uganda fueron escalados usando una encuesta demográfica y de salud de 2009 de la misma oficina. Se estimaron las actividades comerciales basadas en datos altamente desagregados de un registro de empresas de 2005, mientras que los datos residenciales se basaron en una encuesta de hogares del año de inventario. En este caso, Kampala decidió cambiar la precisión de los datos por un conjunto de datos más amplio para cumplir con su objetivo de realizar un inventario de toda la ciudad que abarcara todos los sectores pertinentes.

4. Universidad Makerere. Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para la ciudad de Kampala y la Región Metropolitana, 2013. http://mirror.unhabitat.org/downloads/docs/12220_1_595178.pdf

2.2 Claves de notación

La recolección de datos es una parte integral del desarrollo y actualización de un inventario de GEI. Los datos probablemente vendrán de diversas fuentes y variarán en calidad, formato e integridad. En varios casos, será necesario adaptar los datos a las metas del inventario. El GPC reconoce estos desafíos y ofrece principios de recopilación de datos y enfoques en el capítulo 5, y una descripción general de los métodos de calidad en el Capítulo 12. También proporciona una guía sobre cómo recopilar datos existentes, generar nuevos datos, y adaptar datos al uso del inventario.

Para dar cabida a las limitaciones en la disponibilidad de datos y las diferencias en las fuentes de emisión entre las ciudades, el GPC requiere el uso de claves de notación, según se recomienda en las *pautas de IPCC*. Cuando se utilicen las claves de notación, las ciudades deberán dar una explicación adicional para justificar las exclusiones o la contabilidad parcial de las categorías de fuentes de emisión de GEI.

Tabla 2.1 Uso de claves de notación⁵

Clave de notación	Definición	Explicación
IE	Incluida en otro lugar	Las emisiones de GEI para esta actividad se han estimado y se presentan en otra categoría del inventario. Esa categoría debe indicarse en la explicación.
NE	No estimada	Emisiones que ocurren, pero que no se han estimado o reportado; la justificación para la exclusión se debe indicar en la explicación.
NO	No ocurre	Una actividad o proceso que no ocurre dentro de una ciudad.
C	Información confidencial	Las emisiones de GEI podrían conllevar a la divulgación de información confidencial y, por lo tanto, no pueden ser reportadas.

El primer paso para recopilar los datos de emisión es identificar si la actividad ocurre dentro de la ciudad o no. Si no ocurre dentro de la ciudad, se utiliza la clave de notación "NO" para esa categoría de fuente de emisión de GEI. Por ejemplo, una ciudad sin litoral y sin transporte marítimo utilizaría la clave de notación "NO" para indicar que no ocurren emisiones de GEI de transporte marítimo. Si la actividad *sí* ocurre en la ciudad (y los datos están disponibles), entonces se deben informar las emisiones. Sin embargo, si los datos también se incluyen en otra categoría de fuente de emisiones o no se pueden dividir, se deberá usar la clave de notación "IE" seguida de la debida explicación con el fin de evitar el doble contabilidad, y se debe indicar la categoría en que estas fuentes se incluyen. Por ejemplo, las emisiones provenientes de la incineración de residuos usarán la clave de notación "IE" si estas emisiones también se reportaron en la generación de energía para edificios. Si los datos están disponibles pero no se pueden informar por razones de confidencialidad de datos y no se pueden incluir en otra categoría de fuente de emisión, se deberá usar la clave de notación "C". Por ejemplo, algunas operaciones militares o instalaciones industriales podrían no permitir la divulgación de datos al público porque perjudica la seguridad. Por último, si los datos no están disponibles

y, por lo tanto, las emisiones no se calculan, se deberá usar la clave de notación "NE". Esta última se debe evitar recurriendo a distintas metodologías y fuentes para calcular las emisiones. Consulte el cuadro 2.2 que contiene un ejemplo del uso de las claves de notación en un inventario.

Cuadro 2.2 Uso de las claves de notación – Johannesburgo

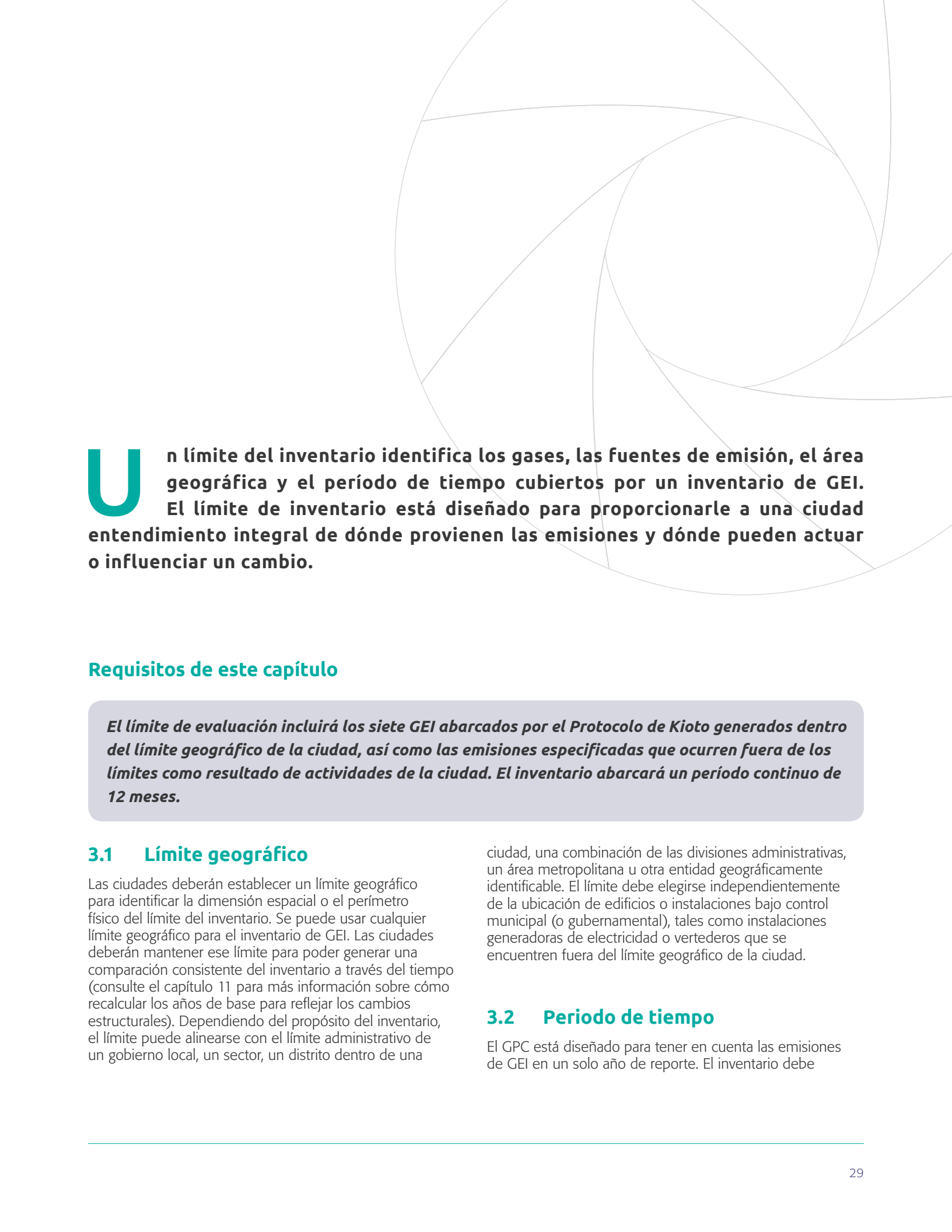
Johannesburgo, Sudáfrica, completó su primer inventario de GEI en 2014, y utilizó claves de notación para explicar cuando no se disponía de datos para las fuentes que se indican en el marco de reporte y contabilidad de GPC. Debido a la falta de datos de buena calidad, la ciudad no fue capaz de estimar las emisiones de dos sectores: Procesos industriales y uso de productos (IPPU) y Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU). Para indicar esto, se utilizó la clave de la notación NE. Además, al ser una ciudad sin litoral, sin ningún río importante o cualquier otra vía, no hay emisiones provenientes de la navegación marítima y, por lo tanto, se utilizó la clave de notación NO. Por último, se disponía de datos de energía suministrada en red pero solo desagregados por edificios residenciales y no residenciales. Por lo tanto, las emisiones provenientes de la utilización de energía suministrada en red en la industria manufacturera y la construcción se incluyeron en el uso total de energía suministrada en red en los edificios e instalaciones comerciales e institucionales. La ciudad utilizó la clave de notación IE para indicar esto y explicar por qué no se reportaron las emisiones para el uso de energía suministrada en red en la industria manufacturera y la construcción.

5. Las pautas IPCC 2006 también incluyen la clave de notación "NA—No Aplicable" para las actividades que ocurren pero que no resultan en emisiones de GEI específicas. Para fines del GPC, la clave de notación "NA" no aplica porque el uso de las claves de notación en el GPC se centra en las categorías de fuentes de emisiones de GEI y no en los gases específicos, tampoco requiere el mismo nivel de división que requieren los inventarios nacionales.

3

Establecimiento del límite del inventario





Un límite del inventario identifica los gases, las fuentes de emisión, el área geográfica y el período de tiempo cubiertos por un inventario de GEI. El límite de inventario está diseñado para proporcionarle a una ciudad entendimiento integral de dónde provienen las emisiones y dónde pueden actuar o influenciar un cambio.

Requisitos de este capítulo

El límite de evaluación incluirá los siete GEI abarcados por el Protocolo de Kioto generados dentro del límite geográfico de la ciudad, así como las emisiones especificadas que ocurren fuera de los límites como resultado de actividades de la ciudad. El inventario abarcará un período continuo de 12 meses.

3.1 Límite geográfico

Las ciudades deberán establecer un límite geográfico para identificar la dimensión espacial o el perímetro físico del límite del inventario. Se puede usar cualquier límite geográfico para el inventario de GEI. Las ciudades deberán mantener ese límite para poder generar una comparación consistente del inventario a través del tiempo (consulte el capítulo 11 para más información sobre cómo recalcular los años de base para reflejar los cambios estructurales). Dependiendo del propósito del inventario, el límite puede alinearse con el límite administrativo de un gobierno local, un sector, un distrito dentro de una

ciudad, una combinación de las divisiones administrativas, un área metropolitana u otra entidad geográficamente identificable. El límite debe elegirse independientemente de la ubicación de edificios o instalaciones bajo control municipal (o gubernamental), tales como instalaciones generadoras de electricidad o vertederos que se encuentren fuera del límite geográfico de la ciudad.

3.2 Período de tiempo

El GPC está diseñado para tener en cuenta las emisiones de GEI en un solo año de reporte. El inventario debe



cubrir un periodo de 12 meses continuos, idealmente alineados con el año calendario o fiscal, consistente con los periodos de tiempo más utilizados por la ciudad.

Las metodologías de cálculo en el GPC generalmente cuantifican las emisiones generadas durante el año de reporte. En algunos casos, por ejemplo en el sector *Residuos*, las metodologías disponibles o consistentes a nivel nacional pueden también calcular las emisiones a futuro resultante de actividades que ocurren dentro del año de reporte (consulte el cálculo de emisiones de residuos en el capítulo 8).

3.3 Gases de efecto invernadero

Las ciudades deberán reportar todas las emisiones de los siete gases actualmente requeridos en todos los reportes de inventarios de GEI contemplados en el Protocolo de Kioto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido de nitrógeno (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs), hexafluoruro de azufre (SF₆), y trifluoruro de nitrógeno (NF₃).⁶

3.4 Fuentes de emisión de GEI

Las emisiones de GEI provenientes de las actividades de la ciudad se pueden clasificar en seis sectores principales, que incluyen:

- Energía estacionaria
- Transporte
- Residuos

6. El NF₃ es el séptimo GEI añadido a las normas de contabilidad y reporte internacionales contempladas por el Protocolo de Kioto y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). El NF₃ se agregó al segundo periodo de cumplimiento del Protocolo de Kioto, que comenzó en el 2012 y finalizará en el 2017 o 2020.

- Procesos industriales y uso de productos (Industrial processes and product use, *IPPU*)
- Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (Agriculture, forestry, and other land use, *AFOLU*)
- Cualquier otra emisión que se produce fuera del límite geográfico como resultado de actividades de la ciudad (denominadas en conjunto como *Otras emisiones de alcance 3*). Estas emisiones no están cubiertas por la presente versión del GPC: consulte la sección 3.6.

Las emisiones de estos sectores deberán dividirse en subsectores, y estos subsectores deberán dividirse en subcategorías. Estas denominaciones incluyen⁷:

- **Los sectores**, para los propósitos del GPC, definen la categorización superior de las fuentes de GEI en toda la ciudad, que difieren entre sí y que entre ellas constituyen las fuentes de actividades de emisiones de GEI de la ciudad.
- **Los subsectores** son divisiones que forman un sector (p. ej, métodos de tratamiento de residuos, o modos de transporte tales como aviación o por carretera).
- **Las subcategorías** se usan para denotar un nivel adicional de categorización, tales como los tipos de vehículos dentro de un subsector de cada modo de transporte, o tipos de edificios dentro del sector de energía estacionaria. Las subcategorías proporcionan la oportunidad de usar datos desagregados, mejorar los detalles del inventario y ayudar a identificar las actividades y políticas de mitigación.

La tabla 3.1 enumera los seis sectores y subsectores.

3.5 Categorización de la emisiones según alcance

Las actividades que ocurren dentro de una ciudad pueden generar emisiones de GEI que se producen dentro de los

7. *Las pautas IPCC 2006* incluyen detalles por sectores similares, descritos en el Volumen 1, Capítulo 8, Sección 8.2.4, Sectores y Categorías. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1

Tabla 3.1 Sectores y subsectores de las emisiones de GEI de una ciudad

Sectores y subsectores
ENERGÍA ESTACIONARIA
Edificios residenciales
Edificios e instalaciones comerciales e institucionales
Industrias manufactureras y de la construcción
Industrias de energía
Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca
Fuentes no especificadas
Emisiones fugitivas provenientes de la minería, el procesamiento, el almacenamiento y el transporte de carbón
Emisiones fugitivas provenientes de los sistemas de petróleo y gas natural
TRANSPORTE
Por carretera
Ferroviario
Navegación marítima, fluvial y lacustre
Aviación
Fuera de carretera
RESIDUOS
Disposición de residuos sólidos
Tratamiento biológico de residuos
Incineración y quema a cielo abierto
Tratamiento y vertido de aguas residuales
PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)
Procesos industriales
Uso del producto
AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DEL SUELO (AFOLU)
Ganadería
Suelo
Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO ₂
OTRAS EMISIONES DE ALCANCE 3

límites de la ciudad, así como fuera de los límites de la misma. Para distinguirlas, el GPC agrupa las emisiones en tres categorías en función del lugar donde se producen: emisiones de alcance 1, alcance 2 o alcance 3. La tabla 3.2 proporciona las definiciones basadas en una aplicación adaptada del marco de alcances utilizado en la *Norma de protocolo corporativo de GEI*.⁸

El GPC distingue entre las emisiones que ocurren físicamente dentro de la ciudad (alcance 1) de aquellas que ocurren fuera de la ciudad pero que son generadas por actividades que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad (alcance 3), y de aquellas que provienen del uso de la electricidad, el vapor, y/o calefacción/aire acondicionado suministrado por redes que cruzan o no los límites de la ciudad (alcance 2). A las emisiones de alcance 1 se las puede llamar también emisiones “territoriales” porque se producen únicamente dentro del territorio definido por el límite geográfico.

La Figura 3.1 ilustra cuáles fuentes de emisión se producen únicamente dentro de los límites geográficos establecidos para el inventario, cuáles se producen fuera de los límites geográficos y cuáles pueden producirse a lo largo del límite geográfico.

Los Capítulos 6 a 10 contienen guías adicionales sobre cómo categorizar las emisiones dentro de alcances y subsectores y subcategorías.

Tabla 3.2 Definición de los alcances para inventarios de ciudades

Alcance	Definición
Alcance 1	Emisiones de GEI provenientes de fuentes situadas dentro de los límites de la ciudad.
Alcance 2	Emisiones de GEI que se producen como consecuencia de la utilización de energía, calor, vapor y/o enfriamiento suministrados en red dentro de los límites de la ciudad.
Alcance 3	El resto de las emisiones de GEI que se producen fuera de los límites de la ciudad, como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad.

8. El marco de alcances se deriva de la *Norma de protocolo corporativo de GEI*, en la cual los alcances se consideran límites operacionales en base a un límite de inventario establecido por el enfoque de consolidación elegido por una empresa. En el GPC, el límite geográfico sirve como el límite del reporte. Consulte el apéndice A para comparar cómo el marco de alcances se aplica en inventarios de GEI corporativos y en inventarios de GEI de ciudad.

3.5.1 Agregación de los inventarios de las ciudades

El GPC también ha sido diseñado para permitir que los inventarios de la ciudad sean agregados a niveles subnacionales y nacionales con los siguientes fines:

- Mejorar la calidad de los datos de un inventario nacional, en especial cuando se presentan los inventarios de las principales ciudades.
- Medir la contribución de las acciones de mitigación de la ciudad a las metas de reducción de emisiones de GEI regionales o nacionales.
- Identificar las estrategias transfronterizas e intersectoriales, innovadoras para la mitigación de GEI.

Para los responsables de las políticas u otras autoridades nacionales, el agregado de inventarios de diversas ciudades se logra combinando solo las emisiones de alcance 1 reportadas por las ciudades. Esto también se denomina

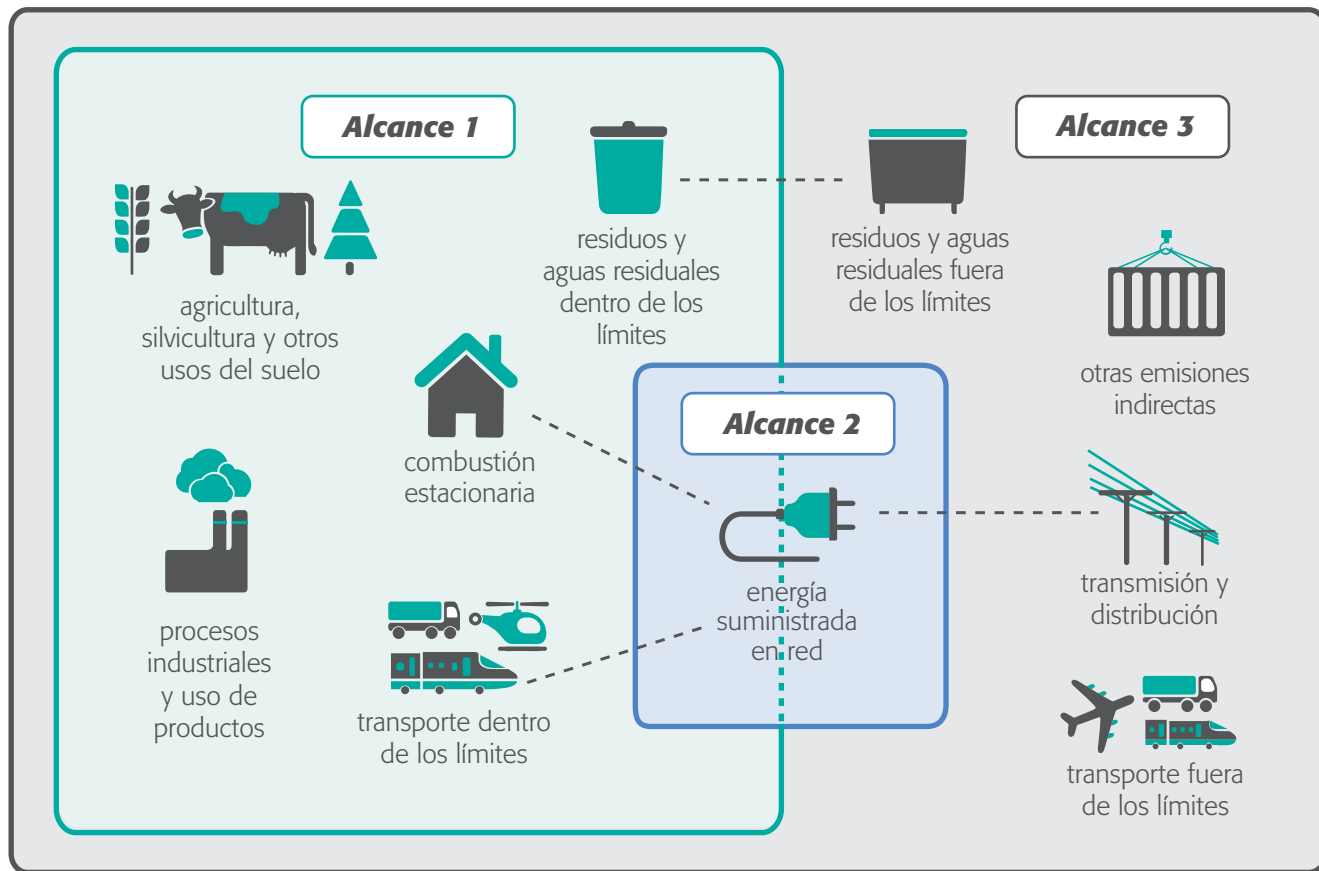
contabilidad "territorial". Agregar solo emisiones de alcance 1 de las ciudades que no comparten límites geográficos asegura que los resultados en conjunto no contarán más de una vez las fuentes de emisión, ya que las emisiones pueden generarse físicamente en una sola ubicación.⁹

3.6 Otras emisiones de alcance 3

Las ciudades, por su tamaño y conectividad, inevitablemente emiten emisiones de GEI más allá de sus límites. Medir estas emisiones le permite a las ciudades tomar un enfoque más holístico para abordar el cambio climático al

9. Los responsables de las políticas deben buscar recopilar datos de emisiones de ciudades basándose en métodos comparables, en especial para el sector de transporte. Por ejemplo, el método de venta de combustibles depende en puntos discretos de venta de combustibles dentro de los límites geográficos de la ciudad y pueden agregarse más fácilmente sin doble contabilidad.

Figura 3.1 Fuentes y límites de las emisiones de GEI de la ciudad



— Límite de inventario (incluyendo alcances 1, 2 y 3) — Límite geográfico de la ciudad (incluyendo alcance 1) — Energía suministrada en red, de una red regional (alcance 2)

evaluar el impacto de GEI en sus cadenas de suministro, e identificar las áreas de responsabilidad compartida por las emisiones de GEI ascendentes y descendentes.

El GPC incluye la contabilidad de emisiones de alcance 3 para un número limitado de fuentes de emisión, que incluye la pérdida de transmisión y distribución asociada con la energía suministrada en red, la disposición y tratamiento de residuos fuera del límite de la ciudad y el transporte transfronterizo.

Las ciudades pueden optar por reportar o no las fuentes de *Otras emisiones de alcance 3* asociadas con la actividad de una ciudad, como emisiones de GEI provenientes del combustible, agua, alimento y los materiales de construcción. Para apoyar a que las ciudades midan estas y otras emisiones de alcance 3 de una forma sólida y consistente, los autores del GPC se anticipan y brindan guías adicionales sobre el cálculo de emisiones provenientes de bienes claves y servicios producidos fuera del límite de la ciudad.

La contabilidad basada en el consumo es una alternativa al enfoque basado en sectores adoptado por el GPC para medir las emisiones de la ciudad. Este enfoque se centra en el consumo de *todas* los bienes y servicios por parte de los *residentes* de una ciudad, y las emisiones de GEI se reportan en categorías de consumo en lugar de las categorías de fuentes de emisión establecidas en el GPC. El enfoque basado en el consumo asigna las emisiones de GEI a los consumidores finales de los bienes y servicios, en vez de a los productores originales de esas emisiones. Como también excluye a las emisiones de GEI de actividades que provienen de visitantes y los bienes y servicios que se producen dentro del límite de la ciudad pero que se exportan para el consumo fuera de los límites de la ciudad. Los inventarios basados en el consumo usan, por lo general, un modelo de entrada-salida que relaciona los patrones de consumo doméstico y los flujos de comercio con el consumo de energía y las emisiones de GEI. Las categorías de este tipo de inventario trascienden las establecidas en el GPC. Este enfoque es complementario con el GPC y ofrece un punto de vista diferente al perfil de las emisiones de GEI de una ciudad (consultar cuadro 3.1). Consulte el apéndice A para obtener referencias de las metodologías existentes utilizadas por las ciudades.

3.7 Límites para las metas de mitigación

Para muchas ciudades con planes y metas de acción climática existentes, el límite de meta de mitigación utilizado puede ser diferente del límite de inventario descrito anteriormente. Sin embargo, se alienta a las ciudades a que alineen el límite de meta de mitigación con el del inventario GPC. Las metas de mitigación pueden aplicarse a las emisiones generales de una ciudad o a un subconjunto de los GEI, alcances o fuentes de emisión establecidos en el GPC.

Cuando el límite de la meta de mitigación difiere del límite de inventario del GPC, las ciudades deben explicar las diferencias y el motivo de las diferencias para evitar cualquier confusión. Consulte el capítulo 4 para observar cómo las ciudades pueden reportar medidas de compensación, y el capítulo 11 para observar cómo establecer metas de reducción.

Cuadro 3.1 Fuentes de alcance 3—Condado de King

El Condado de King en el estado de Washington, EE. UU. realizó un estudio publicado en 2012¹⁰ utilizando los datos de 2008 para estimar las emisiones asociadas a todos los bienes y servicios consumidos por los dos millones de habitantes de la región, independientemente del lugar donde se produjeron las emisiones. Este tipo de inventario de GEI “basado en el consumo” ofrece una visión adicional de la contribución de una comunidad al cambio climático. El inventario basado en el consumo utilizó datos económicos en el análisis del “insumo-producto” y los comportamientos de compra para estimar las emisiones liberadas para producir, transportar, vender, usar y disponer de todos los materiales, bienes y servicios consumidos por la región. Las emisiones totales se estimaron en 55 millones MtCO₂e, más de un cuarto de los cuales se emitieron fuera de los Estados Unidos. En general, las emisiones asociadas al consumo local de los residentes, los gobiernos y las empresas, incluidas las provenientes de la producción de bienes, alimentos y servicios de fuera del Condado, eran más de dos veces mayor que las emisiones que se produjeron dentro de los límites del Condado. El inventario basado en “geográfico-plus” del Condado de King estimó por separado las emisiones regionales en 23 millones MtCO₂e utilizando una metodología similar al GPC. La diferencia en las emisiones refleja las diferentes fuentes cubiertas por las dos metodologías. Tenga en cuenta que algunas fuentes se incluyen en ambos inventarios y, por lo tanto, los resultados no deben sumarse.

10. Fuente: Condado de King e Instituto Ambiental de Estocolmo (SEI) (2012) Emisiones de gases de efecto invernadero en el Condado de King: Inventario actualizado geográfico, basado en el consumo y marco de seguimiento continuo. <http://your.kingcounty.gov/dnrp/library/dnrp-directors-office/climate/2008-emissions-inventory/ghg-inventory-summary.pdf>



El GPC proporciona un sistema de contabilidad de reportes sólidos y transparentes para las emisiones de GEI de toda una ciudad.

El GPC requiere que las ciudades informen sus emisiones utilizando dos enfoques distintos, pero complementarios:

- El **marco de alcances** permite a las ciudades reportar de modo completo todas las emisiones de GEI atribuibles a las actividades que ocurren dentro de los límites geográficos de la ciudad al categorizar las fuentes de emisión en fuentes que ocurren dentro del límite (alcance 1 o “territoriales”), fuentes provenientes de la energía suministrada por la red (alcance 2) y fuentes fuera del límite (alcance 3). El alcance 1 permite un enfoque territorial para agregar los inventarios de otras ciudades de manera coherente con el reporte de GEI a nivel nacional.
- El **marco según la ciudad** mide las emisiones de GEI atribuibles a las actividades que ocurren dentro del límite geográfico de la ciudad. Esto cubre las fuentes de emisión de alcance 1, 2 y 3 seleccionadas. Brinda dos niveles de reporte que demuestran distintos niveles de integridad. El nivel **BÁSICO** cubre las fuentes de emisión que ocurren en casi todas las ciudades (Energía estacionaria, transporte y desechos generados dentro del límite), y los métodos de cálculo y datos están disponibles más fácilmente. El nivel **BÁSICO+** tiene una cobertura más completa de las fuentes de emisiones (fuentes del nivel BÁSICO más *IPPU*, *AFOLU*, transporte transfronterizo, pérdidas de transmisión y distribución de energía) y refleja procedimientos de recolección de datos y de cálculos más desafiantes.

El siguiente capítulo establece los requisitos de reporte y explica cómo agregar los totales de emisión para ambos marcos. Las ciudades también pueden informar las emisiones

conforme a los requisitos locales o específicos de los programas pertinentes, además de los requisitos del GPC.

Los inventarios de GEI deben actualizarse de forma regular utilizando los datos más recientes disponibles. El GPC recomienda que las ciudades actualicen su inventario anualmente ya que muestra el progreso en forma frecuente y oportuna de los esfuerzos de reducción de las emisiones globales de GEI.

4.1 Alcances y marcos según la ciudad

La figura 4.1 proporciona una descripción general de los alcances mencionados anteriormente y de los marcos BÁSICO/BÁSICO+, como también el detalle por sector y subsector. Las ciudades deben tener como objetivo cubrir todas las emisiones de las que dispongan datos fiables. Las claves de notación se usarán para indicar cualquier falta de datos.

El GPC requiere el reporte de uno de dos niveles de reporte: BÁSICO y BÁSICO+. El nivel BÁSICO cubre las emisiones de alcance 1 y 2 provenientes de la *Energía estacionaria* y el *transporte*, como también los desechos generados dentro del límite. El nivel BÁSICO+ implica procesos de recopilación de datos y de cálculo más desafiantes, y, además, incluye las emisiones provenientes de *IPPU* y *AFOLU*, el transporte transfronterizo y las pérdidas de transmisión y distribución de energía. Por lo tanto, cuando estas fuentes son significativas y relevantes para una ciudad, la ciudad debería tratar de informarlas conforme al nivel BÁSICO +. Las fuentes incluidas en el nivel BÁSICO+ también se alinean con las fuentes necesarias

para el reporte a nivel nacional en las *pautas del IPCC*. Las ciudades deberán indicar el nivel de reporte elegido para su inventario. La ciudad que elija el nivel BÁSICO+ no tendrá fuentes de emisión “No calculadas” del nivel BÁSICO.

Las ciudades que reporten fuentes de alcance 3 adicionales aparte de las requeridas por el nivel BÁSICO+ deberán clasificarlas como *Otras emisiones de alcance 3* y documentar los métodos que utilizaron para calcular estas emisiones. Estas deberán reportarse por separado de los totales de los niveles BÁSICO/BÁSICO+.

Nota: para los niveles de reporte BÁSICO y BÁSICO+, las emisiones provenientes de la energía suministrada por la red se calculan en el momento del consumo de energía, y las emisiones provenientes de los desechos al momento de la generación de los desechos. Para la contabilidad de las emisiones territoriales (de alcance 1), las emisiones provenientes de la energía suministrada por red se calculan en el momento de la generación de energía y las emisiones provenientes de los desechos en el momento en que se tiran los desechos. El cuadro 4.1 a continuación muestra las fuentes de emisión y los alcances incluidos en cada nivel de reporte.

Las marcas de verificación en la figura 4.1 indican qué fuentes de emisión están cubiertas por el GPC, y las celdas están coloreadas para indicar su inclusión en los totales

de BÁSICO o BÁSICO+ y en el total territorial (alcance 1). Las filas que figuran en cursiva representan las emisiones del subsector requeridas para los totales de emisiones territoriales, pero no para los niveles BÁSICO/BÁSICO+. Las celdas grises en las columnas del alcance 2 y el alcance 3 indican las fuentes de emisión que no tienen emisiones de GEI aplicables en esa categoría de alcance. Las fuentes de emisión correspondientes a las casillas anaranjadas en la columna del alcance 3 no son necesarias para el reporte, pero pueden identificarse y divulgarse por separado en el rubro de *Otras emisiones de alcance 3*. Es probable que las instalaciones que se encuentran en los sectores de *desechos*, *IPPU* o *AFOLU* utilicen energía suministrada por red, pero estas emisiones las reportan los edificios comerciales e institucionales y las instalaciones del subsector *Energía estacionaria*.

Los capítulos de 6 a 10 proporcionan guías adicionales sobre cómo categorizar las emisiones provenientes de estos sectores y subsectores en alcances.

Cuadro 4.1 Fuentes de emisión y alcances en BÁSICO y BÁSICO+

Fuentes de emisión y alcances incluidas en los totales de **BÁSICO**:

- Todas las emisiones de alcance 1 de fuentes de *Energía estacionaria* (excluyendo la producción de energía suministrada a la red, que deben reportarse en el total de alcance 1)
- Todas las emisiones de alcance 1 provenientes de fuentes de *Transporte*
- Todas las emisiones de alcance 1 provenientes de fuentes de *Residuos* (excluidas las emisiones provenientes de residuos importados, que deben reportarse en el total de alcance 1)
- Todas las emisiones de alcance 2 provenientes de fuentes de *Energía estacionarias* y *Transporte*
- Emisiones de alcance 3 provenientes del tratamiento de los residuos exportados

Los totales de **BÁSICO+** incluyen todas las fuentes de BÁSICO, y además:

- Todas las emisiones de alcance 1 provenientes de *IPPU*
- Todas las emisiones de alcance 1 provenientes de *AFOLU*
- Emisiones de alcance 3 provenientes de fuentes de *Energía estacionaria* (solo las pérdidas de transmisión y distribución), y provenientes de *Transporte*

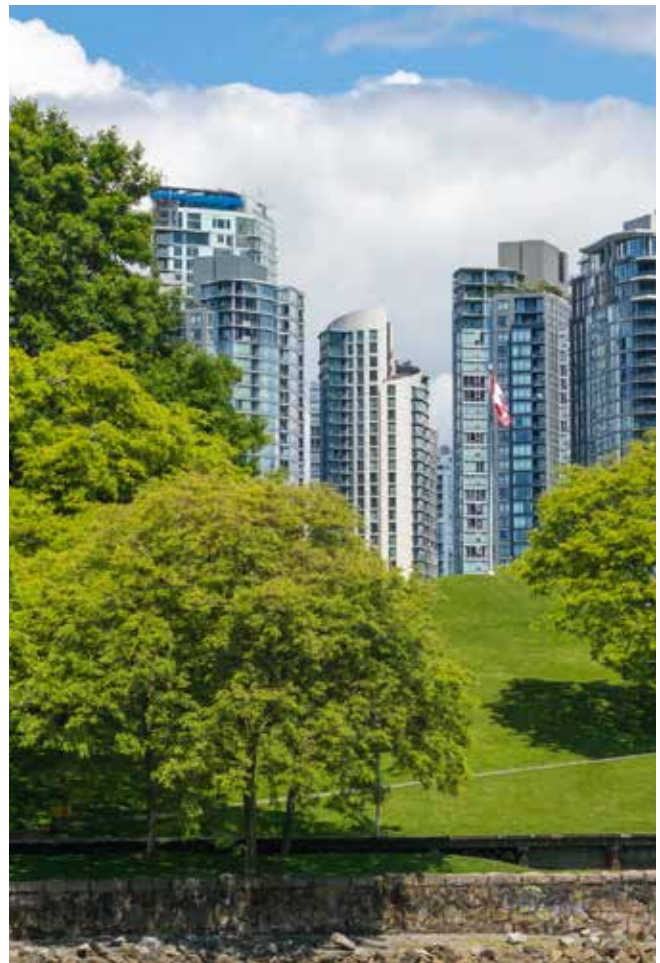


Figura 4.1 Fuentes y alcances cubiertos por el GPC

Sectores y subsectores	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
ENERGÍA ESTACIONARIA			
Edificios residenciales	✓	✓	✓
Edificios e instalaciones comerciales e institucionales	✓	✓	✓
Industrias manufactureras y de la construcción	✓	✓	✓
Industrias de energía	✓	✓	✓
<i>Generación de energía suministrada a la red</i>	✓		
Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca	✓	✓	✓
Fuentes no especificadas	✓	✓	✓
Emisiones fugitivas provenientes de la minería, el procesamiento, el almacenamiento y el transporte de carbón	✓		
Emisiones fugitivas provenientes de los sistemas de petróleo y gas natural	✓		
TRANSPORTE			
Por carretera	✓	✓	✓
Ferrovionario	✓	✓	✓
Navegación marítima, fluvial y lacustre	✓	✓	✓
Aviación	✓	✓	✓
Fuera de carretera	✓	✓	
RESIDUOS			
Disposición de residuos sólidos generados en la ciudad	✓		✓
<i>Disposición de residuos sólidos generados fuera de la ciudad</i>	✓		
Tratamiento biológico de residuos generados en la ciudad	✓		✓
<i>Tratamiento biológico de residuos generados fuera de la ciudad</i>	✓		
Incineración y quema a cielo abierto de residuos generados en la ciudad	✓		✓
<i>Incineración y quema a cielo abierto de residuos generados fuera de la ciudad</i>	✓		
Aguas residuales generadas en la ciudad	✓		✓
<i>Aguas residuales generadas fuera de la ciudad</i>	✓		
PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)			
Procesos industriales	✓		
Uso del producto	✓		
AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DEL SUELO (AFOLU)			
Ganadería	✓		
Uso de suelo	✓		
Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO ₂	✓		
OTRAS EMISIONES DE ALCANCE 3			
Otras emisiones de alcance 3			

- ✓ Fuentes cubiertas por el GPC
- + Fuentes necesarias para el reporte de nivel BÁSICO+
- Fuentes necesarias para el territorio total, pero no para el reporte de nivel BÁSICO/BÁSICO+(*en cursiva*)
- Fuentes incluidas en Otras emisiones de alcance 3
- Emisiones no aplicables



4.2 Requisitos de reporte

Los inventarios de GEI de las ciudades reportarán la siguiente información:

4.2.1 Descripción del límite del inventario

- Descripción del límite geográfico. Las ciudades deben incluir un mapa del límite geográfico que incluya una imagen de la región y la lógica utilizada para seleccionar el límite geográfico.
- Una descripción de las actividades incluidas en el inventario y, si se incluyen otras emisiones de alcance 3, una lista que identifique el tipo de actividades cubiertas.
- Cualquier exclusión específica de las fuentes, instalaciones y/u operaciones específicas. Estas se identificarán con las claves de notación (consulte la sección 2.2), junto con una justificación clara de la exclusión.
- El periodo de reporte de 12 meses continuos cubierto.
- El nivel de reporte elegido (BÁSICO o BÁSICO+).
- Una descripción general de la ciudad, incluyendo el área geográfica total, la cantidad de población y el PBI. Las ciudades también deben incluir otros datos tales como la indicación del número de no residentes que entran a

la ciudad a realizar distintas actividades, la composición de la economía, el clima y las actividades del uso del suelo (acompañado de un mapa de uso del suelo). Esta información puede ayudar a las ciudades a reportar índices e indicadores de rendimiento tales como las emisiones por área geográfica, persona, PBI, entre otros.

4.2.2 Información sobre las emisiones

La Tabla 4.3 ofrece una muestra de la estructura de informes que cubre todos estos requisitos de informes descritos anteriormente. Las ciudades pueden informar las emisiones de GEI en una variedad de formatos adicionales, dependiendo del propósito y el público, y también pueden desagregar las emisiones por el tipo de combustible, las operaciones municipales dentro de cada sector o subsector, etc. Sin embargo, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- **Emisiones por sector:** Las emisiones de GEI deben reportarse para cada sector y subsector. Las emisiones aisladas por la captura y los sistemas de almacenamiento de CO₂ deben excluirse de los totales de emisión para los sectores aplicables. Sin embargo, las ciudades pueden reportar estas emisiones por separado.

- **Emisiones por alcance:** Las emisiones de GEI deben reportarse por alcance 1, alcance 2 y alcance 3 por separado. Estos totales de alcance serán independientes del comercio de GEI tales como las ventas, compras, transferencias o prestaciones.
- **Emisiones por gas:** Las emisiones de GEI deberán reportarse en toneladas métricas y se expresarán por gas (CO_2 , CH_4 , N_2O , HFCs, PFCs, SF_6 , and NF_3) y por equivalentes de CO_2 (CO_2e). El equivalente de CO_2 se puede determinar multiplicando cada gas por su potencial de calentamiento global (PCG) [global warming potential, GWP], tal como se explica en el capítulo 5.
- **Emisiones por total:** Las emisiones de GEI se agregarán según el marco de alcances y el marco según la ciudad (BÁSICO+ o BÁSICO, según el nivel de reporte elegido).
- **Emisiones de origen biogénico:** Las emisiones de CO_2 provenientes de la combustión de materiales de origen biogénicos (p. ej. biomasa, biocombustible, etc.) deben reportarse de forma diferenciada de los alcances y otros gases. Para referencia, esto debería informarse en la columna $\text{CO}_2(\text{b})$ en el marco de informes (Tabla 4.3), pero no debe contabilizarse en los totales de emisión. Consulte el cuadro 4.2 para obtener más información sobre el reporte biogénico.

4.2.3 Información sobre metodologías y calidad de datos

- Para las metodologías utilizadas para calcular o medir las emisiones, las ciudades proporcionarán una referencia o un enlace a cualquiera de las herramientas de cálculo utilizadas. Para cada sector de fuente de emisión, las ciudades proporcionarán una descripción de los tipos y fuentes de datos, inclusive los datos de actividades, los factores de emisión y los valores de PCG utilizados para calcular las emisiones.
- Las ciudades proporcionarán una evaluación de la calidad de datos para los datos de actividades y los factores de emisión utilizados en la cuantificación, siguiendo la calificación Alta-Media-Baja (consultar sección 5.6). Esto se muestra como referencia en la tabla 4.3 como Datos de Actividad (DA) y Factor de Emisión (FE) respectivamente, bajo las columnas de calidad de datos.

Cuadro 4.2 Reporte de emisiones de CO_2 biogénico

Las emisiones biogénicas son las que resultan de la combustión de materiales de biomasa que, naturalmente, retienen CO_2 incluyendo los materiales utilizados para hacer biocombustibles (por ejemplo, cultivos, aceites vegetales, o grasas animales). A los efectos de los inventarios de GEI a nivel nacional, las actividades de uso del suelo se reportan como sumideros y fuentes de emisiones de CO_2 . El reporte de las emisiones provenientes de la quema de estos combustibles biogénicos podría dar lugar a un conteo doble en el ámbito nacional. El GPC también registra los cambios de uso del suelo, y los biocombustibles quemados pueden estar relacionados con los cambios de uso del suelo en su propio inventario, o los inventarios de otras ciudades.

4.2.4 Información sobre cambios de emisión

- Si una ciudad estableció una meta de mitigación, identificará el año elegido como año base y reportará las emisiones del año base.
- Si una ciudad utiliza un inventario para medir el progreso hacia esa meta, la ciudad debe identificar un umbral significativo que desencadene el recálculo de las emisiones del año base (tales como la adquisición de comunidades vecinas, cambios en los límites de reporte o metodologías de cálculo, etc.). Consulte el capítulo 11 para elegir un año base y los procedimientos de recálculo. Las ciudades deben explicar las medidas tomadas para asegurarse la consistencia cuando hay un cambio en las metodologías (p. ej. un cambio en el método de la recopilación de datos o de cálculo).

4.3 Reporte de las recomendaciones

Cuando corresponda, las ciudades también deberían incluir lo siguiente en el inventario:

- **Las emisiones de alcance 2 basadas en el método de cálculo del mercado** (Tabla 4.4(a)). Esto refleja cualquiera de los productos o programas eléctricos en los que participan los consumidores de la ciudad, generalmente proporcionados por el proveedor de electricidad que abastece la ciudad. Consulte el capítulo 6 para obtener una descripción sobre cómo informar esto.
- **Transacciones de crédito de compensación** (Tabla 4.4(b)). Si los créditos de compensación se generan en el límite geográfico y son vendidos, estos deben documentarse por separado del reporte de emisiones. Además, las compensaciones compradas desde fuera del límite geográfico deberán reportarse por separado y no ser “compensadas” o deducidas de los resultados de los inventarios reportados.
- **La generación de energía renovable (en MWh o kWh) producida dentro del límite geográfico, o que refleja una inversión por parte de la ciudad** (tabla 4.4 (c)). Esta información puede ayudar a una ciudad a identificar la producción renovable que, de otro modo, solo afecta a las emisiones de alcance 2 de forma indirecta (a través de un factor de emisión promedio de la red que es inferior) y que sería imperceptible en las emisiones de alcance 1 para la generación de energía (debido a su perfil de emisiones cero).

4.4 Marco del reporte de GPC

Las siguientes tablas destacan los requerimientos de reporte clave y las recomendaciones de GPC y juntos representan el marco de reporte más amplio. Con la ayuda de las claves de notación, una ciudad presentará toda la información requerida en la tabla 4.1, tabla 4.2 y la tabla 4.3. Los formatos de reporte alternativos pueden utilizarse dependiendo del propósito del inventario. Una ciudad también puede informar los datos requeridos en las tablas 4.4, cuando dicha información sea relevante y esté disponible.

Tabla 4.1 Información del inventario de las ciudades

Límite del inventario	Información de la ciudad
Nombre de la ciudad	
País	
Año de inventario	
Límite geográfico	
Superficie terrestre (km ²)	
Población residente	
PBI (USD)	
Composición de la economía	
Clima	
Otra información	



Tabla 4.2 Resumen de emisiones de GEI

Sector		Total por alcance (tCO ₂ e)				Total por nivel de informe inducido por la ciudad (tCO ₂ e)	
		Alcance 1 (Territorial)	Alcance 2	Alcance 3 incluido en BÁSICO/ BÁSICO+	Otras emisiones de alcance 3	BÁSICO	BÁSICO+
Energía estacionaria	Uso de energía (todas las emisiones de I, excepto I.4.4)						
	<i>Generación de energía suministrada a la red (I.4.4)</i>						
Transporte (todas las emisiones de II)							
Residuos	Generados en la ciudad (todo III.X.1 y III.X.2).						
	<i>Generados fuera de la ciudad (todo III.X.3)</i>						
IPPU (todas las emisiones de IV)							
AFOLU (todas las emisiones de V)							
Total		(Todas las emisiones territoriales)				(Todas las emisiones del nivel BÁSICO)	(Todos las emisiones del nivel BÁSICO & BÁSICO+)

- Fuentes necesarias para el reporte de nivel BÁSICO
- Fuentes necesarias para el territorio total, pero no para el reporte de nivel BÁSICO/BÁSICO+(*en cursiva*)
- + ● Fuentes requeridas para el reporte del nivel BÁSICO+
- Emisiones No aplicables
- Fuentes incluidos en Otras emisiones de alcance 3

La Tabla 4.2 resume la emisión requerida para los alcances totales y para los niveles de informes de BÁSICO/BÁSICO+ del marco inducido de la ciudad. Se hace referencia a los números de línea y coloración de la Tabla 4.3 detallada. *Nota:* La agregación de múltiples inventarios de la ciudad se puede lograr mediante la combinación de las emisiones (territoriales) de alcance 1 de las ciudades, cuyos límites de inventario no se superponen geográficamente.



Tabla 4.3 Reporte de emisiones de GEI

N.º de referencia del GPC:	Alcance	Fuentes de emisión de GEI (por Sector y Subsector)	Claves de notación
I		ENERGÍA ESTACIONARIA	
I.1		Edificios residenciales	
I.1.1	1	Emisiones provenientes de la quema de combustible dentro de los límites de la ciudad	
I.1.2	2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad	
I.1.3	3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	
I.2		Edificios e instalaciones comerciales e institucionales	
I.2.1	1	Emisiones provenientes de la quema de combustible dentro de los límites de la ciudad	
I.2.2	2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad	
I.2.3	3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	
I.3		Construcción e industrias manufactureras	
I.3.1	1	Emisiones provenientes de la quema de combustible dentro de los límites de la ciudad	
I.3.2	2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad	
I.3.3	3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	
I.4		Industrias energéticas	
I.4.1	1	Emisiones provenientes de la energía utilizada en las operaciones auxiliares de centrales eléctricas dentro de los límites de la ciudad	
I.4.2	2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida en las operaciones auxiliares de centrales eléctricas dentro de los límites de la ciudad	
I.4.3	3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red en las operaciones auxiliares de centrales eléctricas	
I.4.4	1	<i>Emisiones provenientes de la generación de energía suministrada a la red</i>	
I.5		Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca	
I.5.1	1	Emisiones provenientes de la quema de combustible dentro de los límites de la ciudad	
I.5.2	2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad	
I.5.3	3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	
I.6		Fuentes no especificadas	
I.6.1	1	Emisiones provenientes de la quema de combustible dentro de los límites de la ciudad	
I.6.2	2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad	
I.6.3	3	Emisiones provenientes de las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	
I.7		Emisiones fugitivas provenientes de la minería, el procesamiento, el almacenamiento y el transporte de carbón	
I.7.1	1	Emisiones provenientes de las emisiones fugitivas dentro de los límites de la ciudad	
I.8		Emisiones fugitivas provenientes de los sistemas de petróleo y gas natural	
I.8.1	1	Emisiones provenientes de las emisiones fugitivas dentro de los límites de la ciudad	
II		TRANSPORTE	
II.1		Transporte por carretera	
II.1.1	1	Emisiones provenientes de la quema de combustible en transporte por carretera que se producen dentro de los límites de la ciudad	
II.1.2	2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad para el transporte por carretera	
II.1.3	3	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que se producen fuera de los límites de la ciudad, y las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	
II.2		Ferrovionario	
II.2.1	1	Emisiones provenientes de la quema de combustibles para el transporte ferroviario que se producen dentro de los límites de la ciudad	
II.2.2	2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida para los ferrocarriles dentro de los límites de la ciudad	
II.2.3	3	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que se producen fuera de los límites de la ciudad, y las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	
II.3		Navegación marítima, fluvial y lacustre	
II.3.1	1	Emisiones provenientes de la quema de combustibles para la navegación marítima, fluvial y lacustre que se producen dentro de los límites de la ciudad	
II.3.2	2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad para navegación marítima, fluvial y lacustre	
II.3.3	3	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que se producen fuera de los límites de la ciudad, y las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	
II.4		Aviación	
II.4.1	1	Emisiones provenientes de la quema de combustibles para la aviación que se producen dentro de los límites de la ciudad	
II.4.2	2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida para aviación dentro de los límites de la ciudad	
II.4.3	3	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que se producen fuera de los límites de la ciudad, y las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red	
II.5		Transporte fuera de carretera	
II.5.1	1	Emisiones provenientes de la quema de combustible en transporte fuera de carretera que se producen dentro de los límites de la ciudad	
II.5.2	2	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad para el transporte fuera de carretera	
III		RESIDUOS	
III.1		Disposición de residuos sólidos	
III.1.1	1	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados dentro de los límites de la ciudad y dispuestos en vertederos o basurales a cielo abierto dentro de los límites de la ciudad	
III.1.2	3	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados dentro de los límites de la ciudad, pero dispuestos en vertederos o basurales a cielo abierto fuera de los límites de la ciudad	
III.1.3	1	<i>Emisiones provenientes de los residuos generados fuera de los límites de la ciudad y dispuestos en vertederos o basurales a cielo abierto dentro de los límites de la ciudad</i>	
III.2		Tratamiento biológico de residuos	
III.2.1	1	Emisiones provenientes de los residuos sólidos que se generan dentro de los límites de la ciudad que son tratados biológicamente dentro de los límites de la ciudad	
III.2.2	3	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados dentro de los límites de la ciudad, pero tratados biológicamente fuera de los límites de la ciudad	
III.2.3	1	<i>Emisiones provenientes de los residuos generados fuera de los límites de la ciudad, pero tratados biológicamente dentro de los límites de la ciudad</i>	
III.3		Incineración y quema a cielo abierto	
III.3.1	1	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados y tratados dentro de los límites de la ciudad	
III.3.2	3	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados dentro de los límites de la ciudad, pero tratados fuera de los límites de la ciudad	
III.3.3	1	<i>Emisiones provenientes de los residuos generados fuera de los límites de la ciudad, pero tratados dentro de los límites de la ciudad</i>	
III.4		Tratamiento y vertido de aguas residuales	
III.4.1	1	Emisiones provenientes de las aguas residuales generadas y tratadas dentro de los límites de la ciudad	
III.4.2	3	Emisiones provenientes de las aguas residuales generadas dentro de los límites de la ciudad, pero tratadas fuera de los límites de la ciudad	
III.4.3	1	<i>Emisiones provenientes de las aguas residuales generadas fuera de los límites de la ciudad, pero tratadas dentro de los límites de la ciudad</i>	
IV		PROCESOS INDUSTRIALES y USOS DE PRODUCTOS (IPPU)	
IV.1	1	Emisiones provenientes de los procesos industriales que ocurren dentro de los límites de la ciudad	
IV.2	1	Emisiones provenientes del uso de productos que se producen dentro de los límites de la ciudad	
V		AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DEL SUELO (AFOLU)	
V.1	1	Emisiones provenientes de la ganadería dentro de los límites de la ciudad	
V.2	1	Emisiones provenientes del uso del suelo dentro de los límites de la ciudad	
V.3	1	Emisiones provenientes de fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO ₂ dentro de los límites de la ciudad	
VI		OTRAS EMISIONES DE ALCANCE 3	
VI.1	3	Otras emisiones de alcance 3	

Elementos de información opcionales

Tabla 4.4(a) Emisiones de alcance 2 basadas en el método de mercado

Instrumento contractual o tipo de programa	Cantidad de energía (kWh, MWh, BTU, etc.)	Factor de emisión transmitido por el instrumento	Emisiones totales de GEI (tCO ₂ e)
Emisiones TOTALES de alcance 2 basadas en el mercado (en tCO₂e)			

Tabla 4.4(b) Transacciones de crédito de compensación

Créditos de compensación generados dentro del límite geográfico y vendidos	Emisiones totales de GEI (tCO ₂ e)

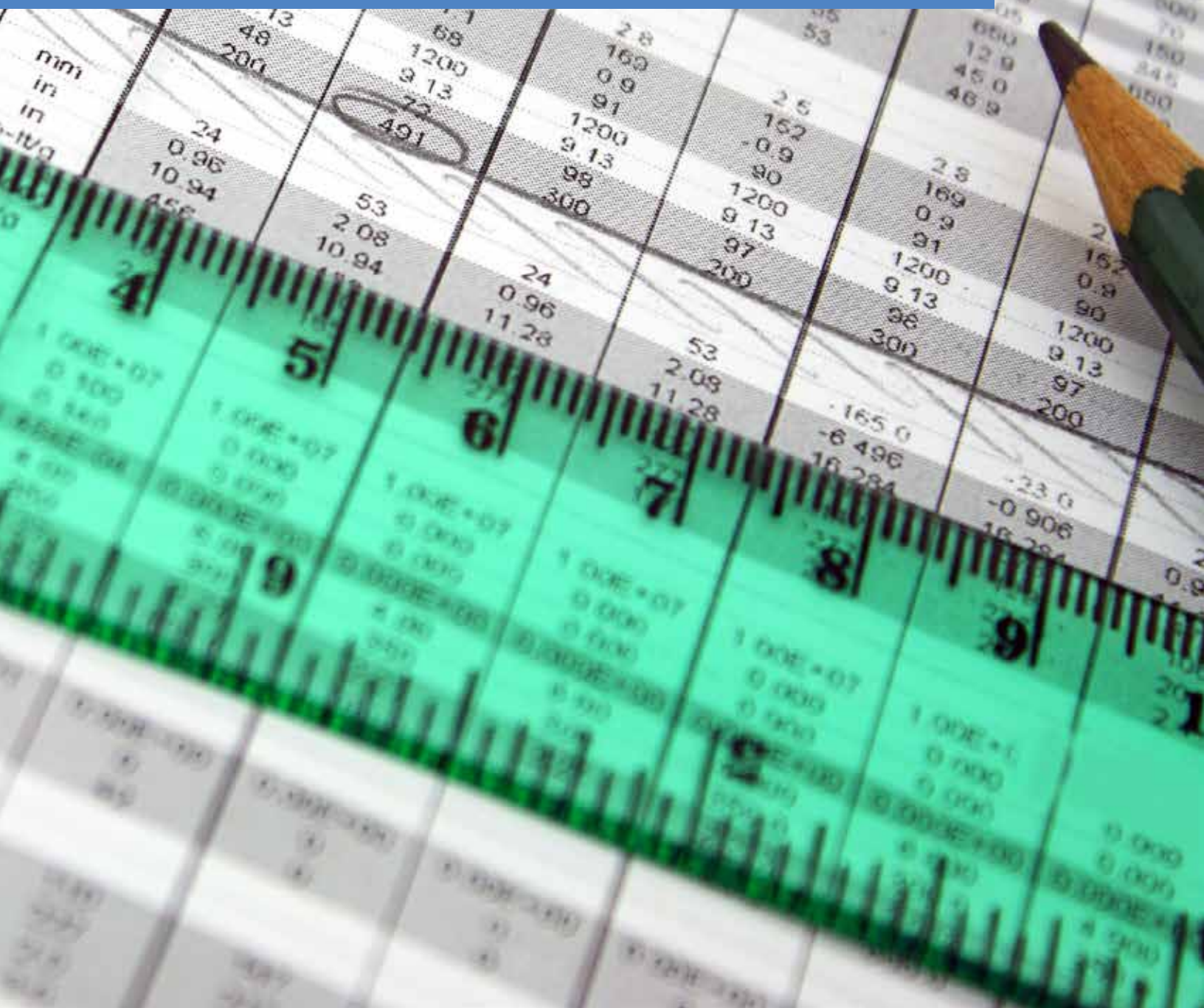
Créditos de compensación adquiridos desde fuera del límite geográfico (por ejemplo, para cumplir con un objetivo de reducción de la ciudad)	Emisiones totales de GEI (tCO ₂ e)

Tabla 4.4(c) Producción de energía renovable o inversiones

Tipo de tecnología	Producción total anual de energía suministrada en red	¿Está situada en el límite geográfico?	Si está fuera de los límites, ¿cuál es el porcentaje de participación por ciudad?

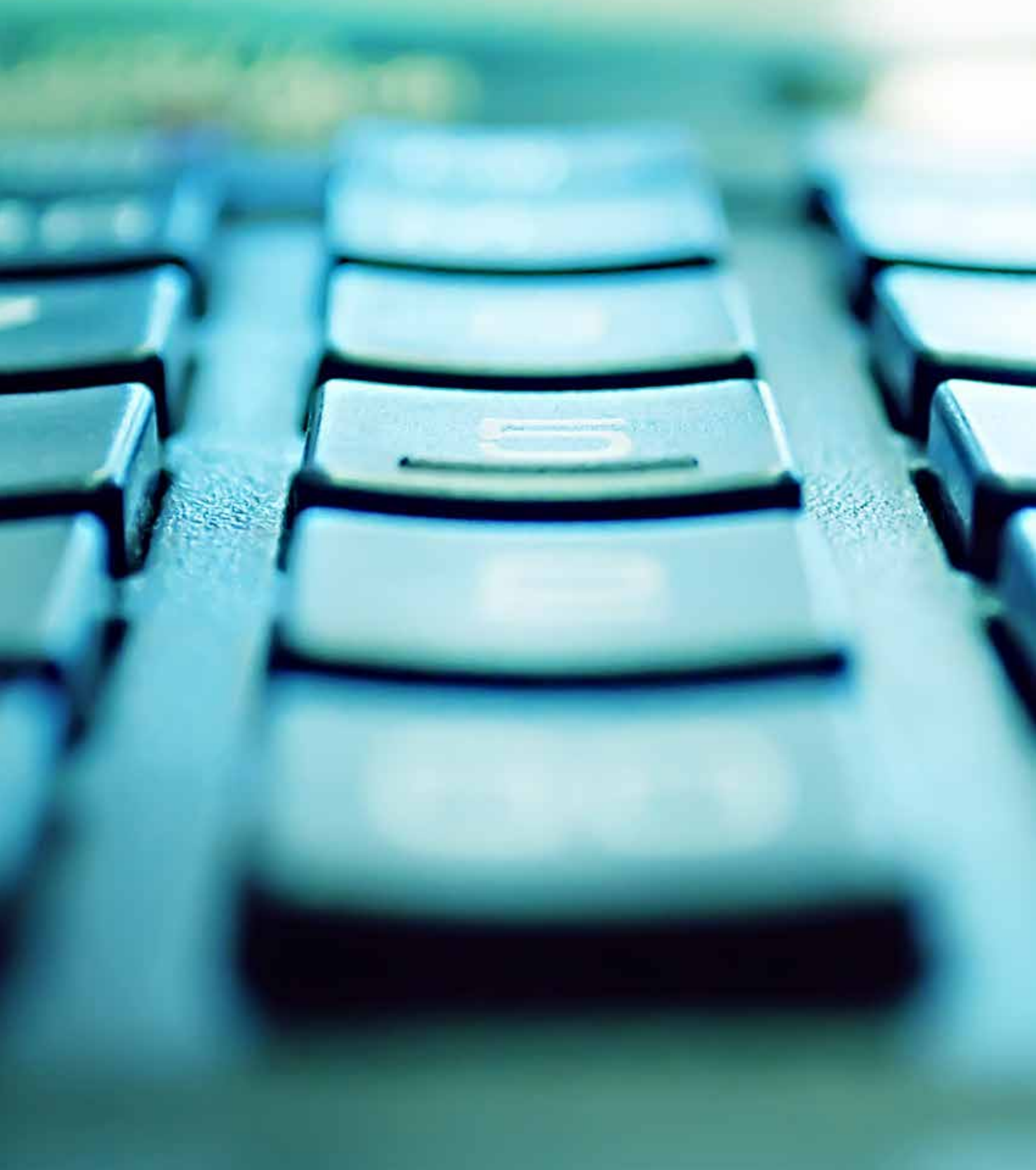
PARTE II

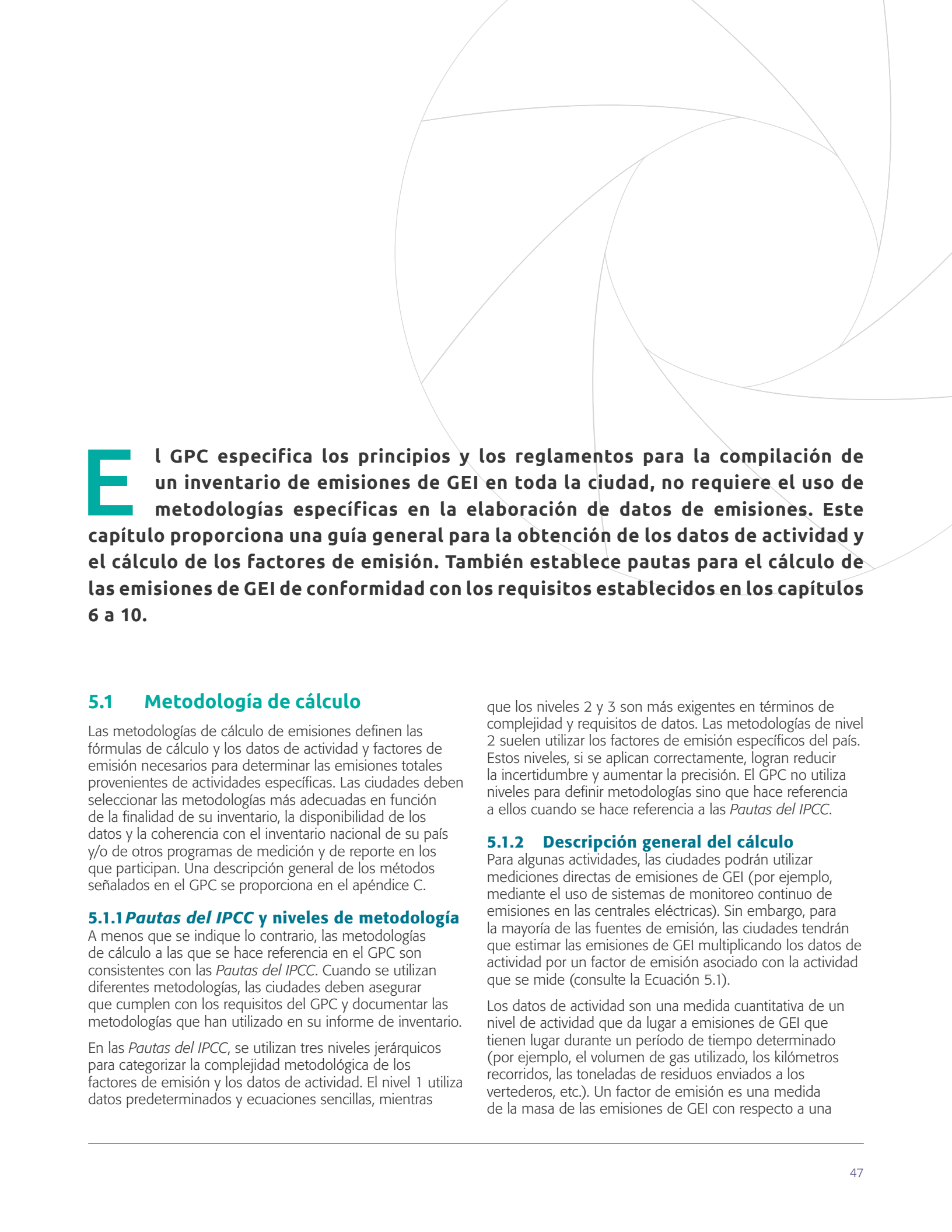
Guías de cálculo por fuente de emisión



5

Descripción general del cálculo de las emisiones de GEI





El GPC especifica los principios y los reglamentos para la compilación de un inventario de emisiones de GEI en toda la ciudad, no requiere el uso de metodologías específicas en la elaboración de datos de emisiones. Este capítulo proporciona una guía general para la obtención de los datos de actividad y el cálculo de los factores de emisión. También establece pautas para el cálculo de las emisiones de GEI de conformidad con los requisitos establecidos en los capítulos 6 a 10.

5.1 Metodología de cálculo

Las metodologías de cálculo de emisiones definen las fórmulas de cálculo y los datos de actividad y factores de emisión necesarios para determinar las emisiones totales provenientes de actividades específicas. Las ciudades deben seleccionar las metodologías más adecuadas en función de la finalidad de su inventario, la disponibilidad de los datos y la coherencia con el inventario nacional de su país y/o de otros programas de medición y de reporte en los que participan. Una descripción general de los métodos señalados en el GPC se proporciona en el apéndice C.

5.1.1 Pautas del IPCC y niveles de metodología

A menos que se indique lo contrario, las metodologías de cálculo a las que se hace referencia en el GPC son consistentes con las *Pautas del IPCC*. Cuando se utilizan diferentes metodologías, las ciudades deben asegurar que cumplen con los requisitos del GPC y documentar las metodologías que han utilizado en su informe de inventario.

En las *Pautas del IPCC*, se utilizan tres niveles jerárquicos para categorizar la complejidad metodológica de los factores de emisión y los datos de actividad. El nivel 1 utiliza datos predeterminados y ecuaciones sencillas, mientras

que los niveles 2 y 3 son más exigentes en términos de complejidad y requisitos de datos. Las metodologías de nivel 2 suelen utilizar los factores de emisión específicos del país. Estos niveles, si se aplican correctamente, logran reducir la incertidumbre y aumentar la precisión. El GPC no utiliza niveles para definir metodologías sino que hace referencia a ellos cuando se hace referencia a las *Pautas del IPCC*.

5.1.2 Descripción general del cálculo

Para algunas actividades, las ciudades podrán utilizar mediciones directas de emisiones de GEI (por ejemplo, mediante el uso de sistemas de monitoreo continuo de emisiones en las centrales eléctricas). Sin embargo, para la mayoría de las fuentes de emisión, las ciudades tendrán que estimar las emisiones de GEI multiplicando los datos de actividad por un factor de emisión asociado con la actividad que se mide (consulte la Ecuación 5.1).

Los datos de actividad son una medida cuantitativa de un nivel de actividad que da lugar a emisiones de GEI que tienen lugar durante un período de tiempo determinado (por ejemplo, el volumen de gas utilizado, los kilómetros recorridos, las toneladas de residuos enviados a los vertederos, etc.). Un factor de emisión es una medida de la masa de las emisiones de GEI con respecto a una

Ecuación 5.1 Enfoque del factor de emisión para el cálculo de las emisiones de GEI

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{Datos de actividad} \times \text{Factor de emisión}$$

unidad de actividad. Por ejemplo, la estimación de las emisiones de CO₂ provenientes del uso de la electricidad implica multiplicar los datos en kilovatios-hora (kWh) de electricidad utilizada por el factor de emisión (kgCO₂/kWh) para la electricidad, lo cual dependerá de la tecnología y el tipo de combustible utilizado para generar la electricidad.

5.2 Datos de actividad

La recolección de datos es una parte integral del desarrollo y actualización de un inventario de GEI. Esto incluye la recopilación de datos existentes, la generación de nuevos datos y la adaptación de los datos de inventario para su uso. La tabla 5.1 expone los principios metodológicos de la recopilación de datos que sustentan las buenas prácticas.

5.3 Obtención de datos de actividad

Es una buena práctica para iniciar las actividades de recopilación de datos con una selección inicial de las fuentes de datos disponibles. Este será un proceso iterativo para mejorar la calidad de los datos utilizados y debe apoyarse en dos consideraciones principales:

- Los datos deben ser de fuentes fiables y seguras
- Los datos deben ser temporal y geográficamente específicos al límite de inventario, y tecnológicamente específico a la actividad que se está midiendo.

Los datos pueden recopilarse de una variedad de fuentes, incluyendo los departamentos gubernamentales y los organismos estadísticos, el informe del inventario nacional de GEI de un país, las universidades y los institutos de investigación, los artículos científicos y técnicos en los libros, las revistas y los informes sobre el medioambiente, y las organizaciones de partes interesadas/expertos del sector. En general, es preferible utilizar datos locales y nacionales en lugar de datos internacionales, y datos de fuentes confiables, revisados por expertos y de conocimiento público, a menudo disponible a través de las publicaciones del gobierno.

La siguiente información debe ser solicitada y registrada en caso de obtención de datos:

- Definición y descripción del conjunto de datos: series de tiempo, detalle por sectores, unidades, suposiciones, incertidumbres y diferencias conocidas

Tabla 5.1 Principios de recopilación de datos¹¹

Principios para la recopilación de datos

Establecer procesos de recolección que conlleven a la mejora continua de los conjuntos de datos utilizados en el inventario (priorización de recursos, planificación, implementación, documentación, etc.)

Priorizar las mejoras en la recopilación de los datos necesarios para mejorar las estimaciones de las categorías principales que son los más grandes, tienen el mayor potencial para cambiar, o tienen la mayor incertidumbre

Revisar las actividades de recopilación de datos y metodologías necesarias de manera regular para orientar una mejora progresiva y eficiente del inventario

Trabajar con los proveedores de datos para apoyar los flujos de información continua y uniforme

- Frecuencia y plazos para la recolección de datos y publicación
- Nombre de contacto y organizaciones

Puede ser necesario generar datos nuevos si los datos de actividad requeridos no existen o no pueden estimarse a partir de las fuentes existentes. Esto podría implicar la medición física¹², las actividades de muestreo o las encuestas. Las encuestas pueden ser la mejor opción para la mayoría de las fuentes de emisión, teniendo en cuenta las necesidades de datos personalizados de los inventarios de GEI en toda la ciudad, aunque pueden ser relativamente costosas y lleven mucho tiempo sin la orientación adecuada.¹³

12. Por ejemplo, la medición directa de las emisiones de GEI de fuentes puntuales provenientes de una instalación de tratamiento de residuos o industrial.

13. Volumen 1, Capítulo 2: *Métodos para la recopilación de datos*, Anexo 2A.2 de las *Pautas del IPCC de 2006* proporciona orientación más general sobre la realización de encuestas. La orientación específica sobre la realización de encuestas en los países en vías de desarrollo puede encontrarse en las *Naciones Unidas, Encuestas de hogares en los países en desarrollo y en transición* (Nueva York, 2005). Disponible en: unstats.un.org/unsd/HHsurveys/part1_new.htm

11. Adaptado de las *Pautas del IPCC de 2006*, Capítulo 2.

5.3.1 Adaptación de datos para el uso del inventario (datos de escalamiento)

Cuando los mejores datos de actividad disponibles no se alinean con los límites geográficos de la ciudad o el período de tiempo de la evaluación, los datos pueden adaptarse para cumplir con el límite de inventario mediante el ajuste de los cambios en la actividad utilizando un factor de escalamiento. El factor de escalamiento representa la relación entre los datos disponibles y los datos de inventario necesarios, y debe reflejar un alto grado de correlación con las variaciones en los datos. Los datos escalados pueden ser útiles y relevantes cuando los datos para el año de inventario, o los datos específicos de la ciudad, no estén disponibles o estén incompletos.^{14 15}

Las ciudades deben utilizar los datos de año calendario siempre que estén disponibles en conformidad con las prácticas nacionales de inventario. Sin embargo, si los datos de año calendario no están disponibles, entonces otros tipos de datos de año calendario (por ejemplo, datos de año fiscal no calendario, de abril a marzo) se pueden utilizar, siempre y cuando los períodos de recolección estén bien documentados y se utilicen de manera uniforme en el tiempo para evitar el sesgo en la tendencia. Estos no necesitan ajustarse.

La fórmula general para los datos de escalamiento se encuentra en la ecuación 5.2.

Ecuación 5.2 Metodología de escalamiento

Datos de inventario =	
$\frac{\text{Factor}_{\text{Datos de inventario}}}{\text{Factor}_{\text{Datos disponibles}}}$	\times Datos disponibles
Datos disponibles	Datos de actividad (o emisiones) disponibles, que necesitan ser escalados para adaptarse al límite de inventario
Datos de inventario	Datos de actividad (o emisiones) total para la ciudad
$\text{Factor}_{\text{Inventario}}$	Punto de datos del factor de escalada para el inventario
$\text{Factor}_{\text{Datos disponibles}}$	Punto de datos del factor de escalada para los datos originales

La población es uno de los factores más comunes que se utilizan para escalar los datos, ya que, en ausencia de grandes cambios tecnológicos y de comportamiento, el número de personas es un factor clave de las emisiones de GEI, especialmente en el sector residencial. Por ejemplo, la siguiente ecuación se puede usar para ajustar los datos de residuos domésticos si los datos para el año de inventario no están disponibles:

$$\text{Datos de residuos domésticos de la ciudad en 2014} = \frac{\text{Población urbana}_{2014}}{\text{Población urbana}_{2013}} \times \text{Datos de residuos domésticos de la ciudad en 2013}$$

Otros factores de escalamiento, como el PIB o la producción de la industria o el volumen de negocios, pueden ser más adecuados para escalar los datos para las actividades económicas.

Las referencias se hacen a lo largo de los capítulos 6 a 10 sobre la manera de ampliar los datos de un nivel nacional o regional a la ciudad por diferentes sectores de emisión. También se proporcionan factores de escalamiento recomendados, incluyendo cómo contabilizar los cambios en el consumo de energía en base al clima.¹⁶ Si una ciudad elige un factor de escalamiento diferente al recomendado, la relación entre el factor de escalamiento

14. Por ejemplo: la falta periódica de datos; los datos recientes aún no están disponibles; solo se dispone de datos regionales o nacionales; los datos no están de acuerdo a los límites geográficos de la ciudad; o los datos solo están disponibles para una parte de la ciudad o una parte del año.

15. La metodología de factor de escalamiento también es aplicable a los datos recopilados a través de encuestas de un conjunto de muestras representativo, y se puede utilizar para aumentar la escala de los datos reales para representar la actividad de toda la ciudad.

16. Por ejemplo, cuando el consumo de energía con respecto al año anterior se ha ajustado, también se tendrá que tener en cuenta las variaciones en el clima. Esto se debe a la alta correlación entre la temperatura y el consumo de energía para calentar o enfriar los edificios. El ajuste se realiza mediante un análisis de regresión del consumo de energía con respecto al año anterior frente a una combinación de días-grado de calefacción (HDD) o días-grado de enfriamiento (CDD), según corresponda. El CDD y HDD de año de inventario se utiliza para estimar los datos de consumo de energía de año de inventario ajustados al clima. Esto solo debe realizarse cuando los datos de consumo de energía pueden ser claramente asignados a la calefacción o refrigeración. Cuando esta asignación no está clara, no se debe realizar ninguna corrección del clima.



alternativo y los datos de actividad para la fuente de emisiones debe ser documentada en el informe del inventario. En todos los casos los datos originales, los puntos de datos de los factores de escalamiento y las fuentes de datos deben ser documentados.

5.4 Factores de emisión

Los factores de emisión convierten los datos de actividad en una masa de emisiones de GEI; toneladas de CO₂ liberadas por kilómetro recorrido, por ejemplo, o la proporción de emisiones de CH₄ producida a la cantidad de residuos vertidos. Los factores de emisión deben ser relevantes para el límite de inventario, específicos para la actividad que se mide, y obtenidos de fuentes gubernamentales, industriales o académicas confiables.

Si no hay fuentes locales, regionales o específicas de cada país disponibles, las ciudades deben usar factores predeterminados del IPCC o datos de la Base de datos de factores de emisión (Emission Factor Database, EFDB)¹⁷, u otros valores estándar de los organismos internacionales que reflejan las circunstancias nacionales.¹⁸

5.5 Conversión de los datos a unidades estándar y CO₂ equivalente

El Sistema Internacional de Unidades (unidades SI) se debe utilizar para la medición y el reporte de datos de actividad, y todos los datos de emisiones de GEI se comunicarán en toneladas métricas de cada GEI, como se indica en la tabla 4.3, así como el CO₂ equivalente (CO₂e). Cuando solo este último está disponible, este deberá estar claramente identificado y justificado con el fin de estar en conformidad con el GPC. Lo mismo aplica cuando los factores de emisión o datos de emisiones no están disponibles para gases específicos. CO₂e es una unidad de medición universal que explica el potencial de calentamiento global (PCG) cuando se mide y compara las emisiones de GEI de diferentes gases. Los GEI individuales deben convertirse en CO₂e multiplicando por los coeficientes de PCG para 100 años en la versión más reciente de las *Pautas del IPCC* o la versión utilizada por el organismo del inventario nacional del país (consultar la tabla 5.2). Cuando esto no es posible (por ejemplo, cuando los mejores factores de emisión disponibles se expresan solo en CO₂e y no figuran por separado por gas), se debe presentar una explicación adjunta.

Cualquier cambio en los valores de PCG utilizados debe reflejarse en el perfil histórico de emisiones de la ciudad (consultar sección 11.3).

17. La EFDB es un foro de intercambio de información basado en la web revisada de manera continua por factores de emisión y otros parámetros relevantes para la estimación de las emisiones o absorciones de GEI a nivel nacional. La base de datos se puede consultar en Internet en www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php.

18. Volumen 1, Capítulo 2: "Enfoques para la recopilación de datos", Sección 2.2.4, Tabla 2.2 de las *Pautas del IPCC de 2006* proporciona una guía completa para la identificación de posibles fuentes de factores de emisión.

Tabla 5.2 Potencial de calentamiento global (PCG) de GEI más importantes

Nombre	Fórmula	Valores de PCG en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC ¹⁹ (CO ₂ e)	Valores de PCG en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC ²⁰ (CO ₂ e)	Valores de PCG en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC ²¹ (CO ₂ e)	Valores de PCG en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC ²² (CO ₂ e)
Dióxido de carbono	CO ₂	1	1	1	1
Metano	CH ₄	21	23	25	28
Óxido nitroso	N ₂ O	310	296	298	265
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	23.900	22.200	22.800	23.500
Tetrafluoruro de carbono	CF ₄	6.500	5.700	7.390	6.630
Hexafluoroetano	C ₂ F ₆	9.200	11.900	12.200	11.100
HFC-23	CHF ₃	11.700	12.000	14.800	12.400
HFC-32	CH ₂ F ₂	650	550	675	677
HFC-41	CH ₃ F	150	97	92	116
HFC-125	C ₂ HF ₅	2.800	3.400	3.500	3.170
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄	1.000	1.100	1.100	1.120
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1.300	1.300	14.300	1.300
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃	300	330	353	328
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃	3.800	4.300	4.470	4.800
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	140	120	124	138
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	2.900	3.500	3.220	3.350
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	6.300	9.400	9.810	8.060
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	560	950	1.030	716
Trifluoruro de nitrógeno	NF ₃	-	-	17.200	16.100

19. IPCC. 1995, Segundo Informe de Evaluación del IPCC: Cambio Climático 1995

20. IPCC. 2001, Tercer Informe de Evaluación del IPCC: Cambio Climático 2001

21. IPCC. 2007, Cuarto Informe de Evaluación del IPCC: Cambio Climático 2007

22. IPCC. 2013, Quinto Informe de Evaluación del IPCC: Cambio Climático 2013



5.6 Gestión de calidad de los datos y la incertidumbre

Todas las fuentes de datos utilizadas y las suposiciones hechas al estimar las emisiones de GEI, ya sea a través del escalamiento, la extrapolación o los modelos, tendrán que tener referencias para asegurar una total transparencia. El IPCC utiliza “niveles” para clasificar la metodología y, con frecuencia, el incremento de la precisión en la metodología requiere datos más detallados o de mayor calidad. En el GPC, de ser apropiado, las referencias se proporcionan dentro de cada capítulo de categoría de fuente de emisión (capítulos 6 a 10) para los métodos y niveles de metodología del IPCC correspondientes.

Además de identificar el método utilizado para calcular las emisiones, las ciudades también evaluarán la calidad tanto de los datos de actividad como de los factores de

emisión utilizados. Cada uno de estos serán calificados como alto, medio o bajo, en función del grado en que los datos reflejan la situación geográfica de la actividad, el tiempo o la antigüedad de la actividad y cualquier tecnología utilizada, la fuente de emisión y el límite de estimación, y si los datos se han obtenido a partir de fuentes fiables y verificables. Consulte la tabla 5.3 para obtener una descripción general de estos indicadores de calidad global.

Tabla 5.3 Evaluación de la calidad de los datos

Calidad de los datos	Datos de actividad	Factor de emisión
Alta (A)	Datos detallados de actividad	Factores específicos de emisión
Media (M)	Datos de actividad modelados utilizando supuestos sólidos	Factores de emisión más generales
Baja (B)	Datos de actividad inciertos o altamente modelados	Factores predeterminados de emisión

5.7 Verificación

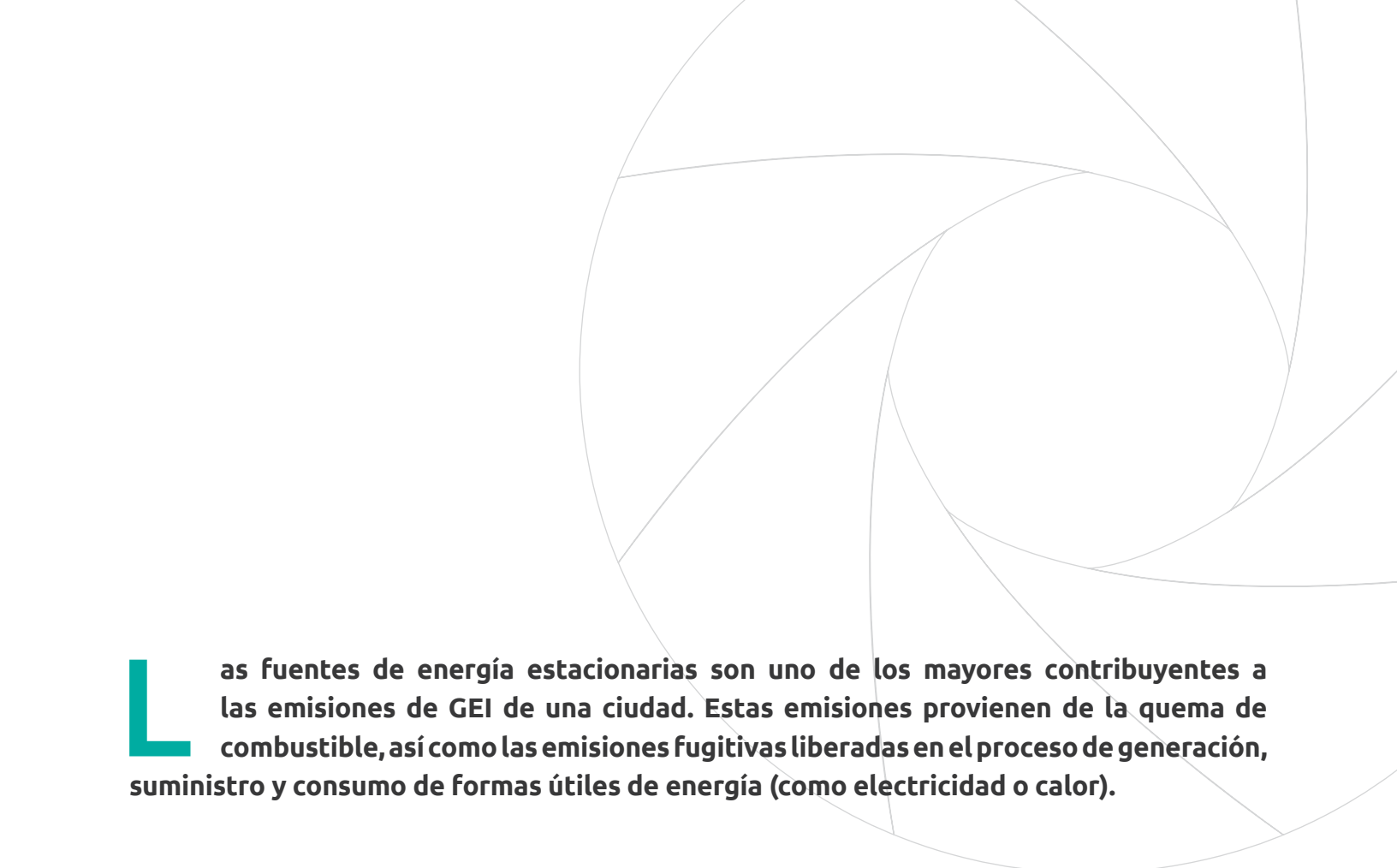
La verificación consiste en una evaluación de la integridad y la exactitud de los datos reportados. Las ciudades pueden decidir que sus datos se verifiquen para demostrar que sus cálculos se encuentran conformes a los requisitos del GPC y para promover confianza a los usuarios de que las emisiones de GEI reportadas son un fiel reflejo de las actividades de una ciudad. La verificación puede realizarse por la misma organización que condujo la evaluación del GPC (autoverificación), o por una organización independiente (verificación por terceros). Orientación sobre la verificación se proporciona en el Capítulo 12.



6

Energía estacionaria





Las fuentes de energía estacionarias son uno de los mayores contribuyentes a las emisiones de GEI de una ciudad. Estas emisiones provienen de la quema de combustible, así como las emisiones fugitivas liberadas en el proceso de generación, suministro y consumo de formas útiles de energía (como electricidad o calor).

Requisitos de este capítulo

Para el nivel BÁSICO:

Las ciudades deberán reportar todas las emisiones de GEI provenientes de fuentes de Energía estacionaria y emisiones fugitivas en el alcance 1, y aquellas provenientes del uso de electricidad suministrada en red, vapor, calefacción, refrigeración en el alcance 2.

Para el nivel BÁSICO+:

Las ciudades deberán reportar todas las fuentes de nivel BÁSICO y las emisiones de GEI de alcance 3 asociadas a las pérdidas de transmisión y distribución (T&D) de la electricidad suministrada en red, vapor, calefacción, y refrigeración.

Las emisiones provenientes de la generación de energía suministrada a la red deberán ser reportadas como parte del total de emisiones de alcance 1, pero no se incluyen en los totales del nivel BÁSICO/BÁSICO+.

6.1 Categorización de las emisiones del sector de la energía estacionaria por alcance

Alcance 1: Emisiones procedentes de la quema de combustible y las emisiones fugitivas de la ciudad

El alcance 1 incluye las emisiones procedentes de la quema de combustibles²³ en edificios, industrias, y de la conversión de las fuentes de energía primaria en refinerías y centrales eléctricas ubicadas dentro de los límites de la ciudad. La exploración de recursos fósiles y el refinamiento, que incluye cualquier exploración en alta mar que se produce dentro de los límites de la ciudad, también se incluye en el alcance 1.

El límite de inventario de algunas ciudades puede contener zonas no urbanas que incluyen actividades agrícolas, de silvicultura y pesquera. Las emisiones provenientes de la quema de combustible estacionaria de estas actividades, tales como generadores portátiles, serán reportadas como emisiones de alcance 1.

Alcance 2: Emisiones procedentes del consumo de energía, vapor, calefacción y refrigeración suministrados en red en la ciudad

Normalmente, el consumo de electricidad es la mayor fuente de emisiones de alcance 2. Se produce cuando los edificios e instalaciones de la ciudad consumen electricidad a partir de las redes eléctricas locales, regionales o nacionales. El vapor, la calefacción y la refrigeración suministrados en red dependen de las infraestructuras de distribución a pequeña escala, pero todavía pueden cruzar los límites de la ciudad.

Para el reporte de alcance 2, las ciudades deberán reportar las emisiones provenientes de *todo* el consumo de energía suministrada en red dentro de los límites, independientemente del lugar donde se produce la energía. Las ciudades que definen metas de GEI relacionados con el consumo "neto" de energía de la energía producida dentro de la ciudad deben informar estas emisiones por separado como un dato complementario.

Alcance 3: Pérdidas de distribución de energía, vapor, calefacción y refrigeración suministrados en red en la ciudad

Las emisiones de alcance 3 incluyen las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía, vapor, calefacción y refrigeración suministrados en red en una ciudad. Otras emisiones aguas arriba provenientes del suministro de energía eléctrica se podrán reportar en *Otras emisiones de alcance 3*.

También puede haber consumo de energía fuera de límite asociado a las actividades que ocurren en la ciudad (por ejemplo, la electricidad utilizada por una ciudad vecina para tratar las aguas residuales producidas por



la ciudad que reporta), pero estos no son necesarios para el reporte en virtud de BASIC o BASIC+, pero se puede informar en *Otras emisiones de alcance 3*.

Estas fuentes de emisión y su categorización de alcance se resumen en la tabla 6.1.

6.2 Definición de los subsectores de fuente de energía

El sector *Energía estacionaria* se puede dividir en nueve subsectores. Siete de estos nueve producen emisiones de la producción y el consumo de energía, mientras que los dos restantes se refieren a emisiones fugitivas provenientes de las actividades relacionadas con el combustible. La tabla 6.2 a continuación proporciona una descripción detallada de los subsectores de fuentes de *Energía estacionaria*. Las ciudades podrían adoptar categorías específicas de cada país o ciudad adicionales cuando los datos lo permitan, pero deben describir claramente las diferencias y suposiciones en los inventarios. Las ciudades podrían subdividir aún más estos subsectores en subcategorías que son más útiles para la planificación de acciones de mitigación.

23. Los usos no energéticos de los combustibles fósiles se informan en el sector IPPU. Para diferenciar el consumo energético y no energético de los combustibles fósiles, consulte el capítulo 9.

Tabla 6.1 Descripción general de la energía estacionaria

Fuente de emisión de GEI	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
ENERGÍA ESTACIONARIA	Emisiones provenientes de la quema de combustible y las emisiones fugitivas de la ciudad	Emisiones provenientes de la energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad	Pérdidas de transmisión y distribución del uso de energía suministrada en red
Edificios residenciales	I.1.1	I.1.2	I.1.3
Edificios e instalaciones comerciales e institucionales	I.2.1	I.2.2	I.2.3
Industrias manufactureras y de la construcción	I.3.1	I.3.2	I.3.3
Industrias de energía	I.4.1	I.4.2	I.4.3
<i>Generación de energía suministrada a la red</i>	I.4.4		
Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca	I.5.1	I.5.2	I.5.3
Fuentes no especificadas	I.6.1	I.6.2	I.6.3
Emisiones fugitivas provenientes de la minería, el procesamiento, el almacenamiento y el transporte de carbón	I.7.1		
Emisiones fugitivas provenientes de los sistemas de petróleo y gas natural	I.8.1		

- Fuentes necesarias para el reporte de nivel BÁSICO
- Fuentes necesarias para el territorio total, pero no para el reporte de nivel BÁSICO/BÁSICO+(*en cursiva*)
- + ● Fuentes requeridas para el reporte del nivel BÁSICO+
- Emisiones No aplicables
- Fuentes incluidos en Otras emisiones de alcance 3

6.3 Cálculo de las emisiones estacionarias de la combustión de combustibles

Las emisiones de fuentes de *Energía estacionaria* se calculan multiplicando el consumo de combustible (datos de actividad) por los factores de emisión correspondientes para cada combustible, por gas. Para los datos de actividad, las ciudades deben intentar obtener:

- **Datos de consumo reales para cada tipo de combustible, desglosados por subsector.** Normalmente, esta información se controla en el momento de uso de combustible o la venta de combustible, e idealmente se debe obtener de los proveedores de servicios públicos o de combustible. Dependiendo del tipo de dispensario de combustible, las ventas de combustible pueden ser para fuentes de *Energía Estacionaria* o para fuentes móviles. Las ciudades deben asegurar que la información de ventas esté desglosada entre estos dos sectores.
- **Conjunto de muestra representativa de los datos reales de consumo de las encuestas.** Al evaluar el consumo de combustible para cada subsector, determina el espacio construido (es decir, los metros

cuadrados de oficinas y otras características de construcción) de los edificios estudiados para el factor de escalamiento.

- **Datos de consumo de energía modelados.** Determina la intensidad energética, mediante el tipo de construcción y/o establecimiento, expresada como energía utilizada por metro cuadrado (por ejemplo, GJ/m²/año) o por unidad producida.
- **Datos de consumo real incompletos o acumulados:**
 - Cuando los datos de consumo de combustible por subsector no están disponibles, pero los datos están disponibles para las emisiones totales procedentes de fuentes estacionarias dentro de la ciudad, distribuir por el total de espacio construido para cada subsector o tipo de edificio.
 - Cuando solo están disponibles los datos para algunos del número total de proveedores de combustible, determina la población (u otros indicadores como producción industrial, superficie del suelo, etc.). abastecida mediante los datos reales para aumentar los datos parciales para el consumo de energía total de toda la ciudad.

- Cuando los datos están disponibles solo para un tipo de edificio, determina una cifra de intensidad energética de combustión estacionaria mediante el uso de espacio construido de ese tipo de edificio, y usa como un factor de escalamiento con el espacio construido para los otros tipos de edificios.
- **Datos de consumo de combustible regionales o nacionales reducidos usando la población u otros indicadores.**

El resto de la sección 6.3 aplica este método de cálculo de emisiones para cada subsector de energía, identificando subcategorías adicionales y aclarando cuándo deben informarse las emisiones de los edificios multifuncionales u operaciones sectoriales relacionadas.

Tabla 6.2 Definiciones de los subsectores de fuente de energía estacionaria

Subsectores	Definición
Las emisiones provenientes de la producción y el uso de energía estacionaria	Las emisiones provenientes de la oxidación intencional de materiales dentro de un aparato estacionario que está diseñado para aumentar el calor y proporcionarlos ya sea como calor o como trabajo mecánico a un proceso, o para su uso fuera del aparato
I.1 Edificios residenciales	Todas las emisiones provenientes del uso de energía en los hogares
I.2 Edificios e instalaciones comerciales	Todas las emisiones provenientes del uso de la energía en los edificios e instalaciones comerciales
I.2 Edificios e instalaciones institucionales	Todas las emisiones provenientes del uso de la energía en edificios públicos como escuelas, hospitales, oficinas gubernamentales, alumbrado, carreteras y otras instalaciones públicas
I.3 Construcción e industrias manufactureras	Todas las emisiones provenientes del uso de energía en instalaciones industriales y actividades de construcción, excepto las incluidas en el subsector de las industrias de energía. Esto también incluye la combustión para la generación de electricidad y calor para uso propio en estas industrias.
I.4 Industrias energéticas	Todas las emisiones provenientes de la producción de energía y el uso de energía en las industrias energéticas
I.4.4 Generación de energía suministrada a la red	Todas las emisiones provenientes de la generación de energía para electricidad, vapor, calor y refrigeración distribuidos en red
I.5 Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca	Todas las emisiones provenientes del uso de energía en la agricultura, la silvicultura y la pesca
I.6 Fuentes no especificadas	Todas las demás emisiones provenientes de instalaciones que producen y consumen energía no especificados en otra parte
Emisiones fugitivas provenientes de combustibles	Incluye todas las emisiones intencionales y no intencionales provenientes de la extracción, procesamiento, almacenamiento y transporte del combustible hasta el punto de uso final <i>Nota:</i> Algunos usos de productos también pueden dar lugar a emisiones denominadas como "fugitivas", tales como la liberación de refrigerantes y de extinguidores de incendios. Estos se deberán reportar en IPPU.
I.7 Minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón	Incluye todas las emisiones intencionales y no intencionales provenientes de la extracción, procesamiento, almacenamiento y transporte del combustible en la ciudad
I.8 Petróleo y sistemas de gas natural	Emisiones fugitivas provenientes de todas las actividades de petróleo y gas natural que se producen en la ciudad. Las fuentes primarias de estas emisiones pueden incluir filtraciones fugitivas de equipos, pérdidas por evaporación, venteo, quema y vertidos accidentales

6.3.1 Edificios e instalaciones residenciales, comerciales e institucionales

Los edificios e instalaciones comerciales e institucionales (por ejemplo, instalaciones públicas o gubernamentales) proporcionan los servicios públicos para cubrir las necesidades de la comunidad, incluyendo seguridad, protección, comunicaciones, recreación, deporte, educación, salud, administración pública, religiosa, cultural y social.²⁴ Esto incluye los edificios y establecimientos comerciales, tales como tiendas minoristas, centros comerciales, edificios de oficinas; edificios institucionales, tales como escuelas, hospitales, estaciones de policía, oficinas de gobierno; y servicios, tales como alumbrado público en las carreteras, caminos secundarios y zonas peatonales, estacionamiento, transporte público, muelles, ayudas de navegación, protección contra incendios y policial, abastecimiento de agua, recolección y tratamiento de residuos (las aguas residuales) y áreas de recreación pública.

Mientras que el GPC recomienda que las ciudades reporten las emisiones de construcción en subsectores pertinentes, las ciudades pueden subdividir aún más estas en subcategorías más detalladas. Por ejemplo, los edificios residenciales pueden dividirse en edificios en altura y edificios de bienes raíces; los edificios comerciales pueden dividirse en diferentes tamaños y/o tipos de actividades tales como tiendas minoristas, oficinas, etc.; y los edificios institucionales pueden dividirse en diversas usos, incluyendo escuelas, hospitales y oficinas gubernamentales. Las ciudades también podrían adicionalmente dividir las emisiones en diferentes usos de energía, tales como cocina, calefacción y agua caliente en los edificios residenciales. Los datos desglosados y detallados ayudan a las ciudades a identificar puntos de acceso de emisiones con mayor precisión y planear acciones de mitigación más específicas.

Las emisiones procedentes de la energía utilizada en asentamientos informales o viviendas sociales se informarán en el subsector de vivienda, incluso si el gobierno local de los asentamientos paga por ese consumo de energía.

Usos multifunción para edificios e instalaciones

Una ciudad puede identificar usos funcionales múltiples para los edificios, lo que complica la clasificación del subsector. En estos casos, las ciudades pueden subdividir edificios de uso mixto basados en los metros cuadrados de un edificio (y "subdividir" los datos de actividad y las emisiones resultantes), clasificar los edificios en función de sus usos designados, o categorizar todo el edificio bajo una de las subcategorías y proporcionar justificación. Los posibles escenarios incluyen:

- **Edificios de uso mixto**

Algunos edificios podrían incluir unidades residenciales, espacio comercial de planta baja y oficinas. En ausencia de información de piso por piso y datos de actividad, un equipo de inventario de GEI podría realizar una encuesta específica para identificar dicha información. En algunos países, las tarifas de energía y facturación son diferentes para fines residenciales y comerciales, por lo que los datos de la actividad de consumo de energía se pueden identificar más fácilmente.

- **Edificios de oficinas en los establecimientos industriales**

Las ciudades pueden tener uno o más edificios de oficinas conectados a un complejo industrial. Cuando la industria es la actividad principal en el lugar y la propiedad está designada para uso industrial, el edificio de oficinas conectado debe ser categorizado como parte del complejo industrial y las emisiones reportadas en el subsector de *industrias manufactureras y construcción* o subsector de *industrias energéticas*, según corresponda. Cuando los países o regiones tienen regulaciones específicas que definen estos edificios de oficinas como edificios comerciales, las ciudades deben aplicar el principio de *relevancia* expuesto en la Sección 2.1 y asignar las emisiones al subsector a nivel local adecuado.

- **Barrios de trabajadores en los establecimientos industriales**

En los casos en los que hay barrios de trabajadores permanentes dentro de los compuestos de un sitio industrial, las ciudades deben categorizar las emisiones de los edificios en función de sus usos designados. Siempre que sea posible, las ciudades deben reportar las emisiones de GEI provenientes de estos barrios de trabajadores en el subsector de *edificios residenciales* cuando su objetivo principal es proporcionar alojamiento. Las ciudades deben realizar una encuesta para identificar estos barrios de trabajadores y contabilizar las emisiones de GEI asociadas en el subsector de *edificios residenciales*. En ausencia de estos datos, las ciudades pueden informar estas emisiones como parte de las emisiones del sitio industrial.

En el caso de los barrios de trabajadores temporales, como los que están en los terrenos de construcción, si las ciudades tienen dificultades para obtener información del consumo de energía específica, las ciudades pueden seguir informándolas sobre la actividad industrial o de construcción asociados.

El GPC no proporciona definiciones específicas para barrios de trabajadores *permanentes* y *temporales*. Las ciudades deben adoptar las definiciones utilizadas en sus reglamentos locales. En ausencia de definiciones locales, los barrios de trabajadores para las actividades de construcción deben ser considerados como

24. The Council for Scientific and Industrial Research (Consejo de Investigación Científica e Industrial). "Pautas para la planificación y diseño de asentamientos humanos." 2000: Capítulo 5.5. En línea en www.csir.co.za/Built_environment/RedBook.

temporales, teniendo en cuenta que la naturaleza de la actividad de construcción en sí misma es temporal. Si los barrios de trabajadores en un sitio industrial se construyen y demuelen en un plazo más corto que un ciclo de inventario de GEI, se deben considerar *temporales* (consulte la Tabla 6.3 para las definiciones sugeridas).

- Unidades residenciales en las granjas agrícolas**
 Cuando las jurisdicciones de las ciudades cubren las zonas rurales, puede haber unidades residenciales individuales en las granjas agrícolas. Las emisiones de GEI provenientes de las actividades del hogar tales como calefacción y cocina en estas unidades individuales deben ser incluidas en *edificios residenciales*. Sin embargo, las emisiones provenientes de las actividades relacionadas con las actividades agrícolas, tales como generadores portátiles para la iluminación de las granjas ganaderas y las bombas de agua en las granjas acuícolas, deben ser categorizadas como *actividades agrícolas, de silvicultura y pesquera*. Si solo el consumo total del área de la granja está disponible, las ciudades pueden subdividirla basada en el consumo promedio de energía en el hogar o el uso promedio de maquinaria agrícola.

6.3.2 Industrias manufactureras y de la construcción

Este subsector incluye el uso de energía en las industrias manufactureras y las actividades de construcción. La quema de combustible se produce en equipos estacionarios, incluidas calderas, hornos, quemadores, turbinas, calentadores, incineradores, motores, bengalas, etc. Cuando se dispone de datos, las emisiones de GEI provenientes de subcategorías pertinentes deben reportarse en las 13 subcategorías identificadas en las *Pautas del IPCC* bajo los subsectores de *industrias manufactureras y de construcción* (consulte la Tabla 6.4). Las ciudades deben aplicar estas subcategorías para asegurar la consistencia con los inventarios nacionales de GEI, según corresponda.

Las instalaciones industriales podrían generar emisiones que se incluyen en otros sectores del GPC. Las ciudades deben distinguir entre lo siguiente al momento de clasificar las emisiones:

- Relación entre la fabricación de equipo de transporte y el sector Transporte**

Las ciudades no deben contabilizar dos veces las emisiones provenientes de la fabricación de equipo de transporte y el sector *Transporte* (capítulo 7). La fabricación de equipo de transporte se refiere a las emisiones de GEI provenientes de la fabricación de vehículos de motor, barcos, botes, locomotoras de ferrocarril y tranvía, y aviones y naves espaciales, mientras que el sector *Transporte* se refiere a las emisiones de GEI provenientes del uso de estos vehículos.

- Relación entre el transporte por carretera y fuera de carretera**

Las emisiones de GEI provenientes de todas las actividades de transporte todoterreno por las industrias que producen fuera del sitio industrial (por ejemplo, entrega de materias primas, productos, y servicios y desplazamiento del empleado) deberán reportarse en el sector *Transporte* (Capítulo 7).

Las actividades de transporte fuera de carretera deben ser clasificadas de acuerdo a la zona donde se producen. Por ejemplo, las emisiones de GEI de actividades de transporte fuera de carretera (vehículos y maquinaria móvil) que ocurren dentro de las instalaciones industriales deben reportarse bajo el subsector de *industrias manufactureras y de construcción*, o el subsector de *industrias energéticas*. La Tabla 6.5 proporciona una descripción general de orientación sobre el reporte para el transporte fuera de carretera relacionado con el subsector de *industrias manufactureras y de construcción*, el subsector de *industrias energéticas*, el subsector de *actividades agrícolas, de silvicultura y pesquera*, el subsector *no especificado* y el subsector de *transporte fuera de carretera* (bajo el sector *Transporte*).

Tabla 6.3 Definiciones de los vecindarios de trabajadores temporales y permanentes

Tipo de instalaciones	Temporal	Permanente
Industrias	Barrios construidos y demolidos en un plazo inferior a 12 meses (un ciclo de inventario)	Barrios que existen desde hace más de 12 meses
Construcción	Todos los barrios de los trabajadores para las actividades de construcción deben ser considerados como temporales	No es aplicable a menos que se especifique lo contrario en los reglamentos locales

Tabla 6.4 Subcategorías detalladas del subsector de las industrias manufactureras y de la construcción, de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (ISIC)²⁵

Subcategorías ²⁶	Clasificación de ISIC	Descripción
Hierro y acero	Grupo 271 y Clase 2731 de la ISIC	Fabricación de productos siderúrgicos primarios, incluido el funcionamiento de los altos hornos, convertidores de acero, laminadores y trenes de acabado, y colada
Metales no ferrosos	Grupo 272 y Clase 2732 de la ISIC	Producción, fundición y refinación de metales preciosos y otros metales no ferrosos de minerales y desechos
Productos químicos	División 24 de la ISIC	Fabricación de productos químicos básicos, compuestos nitrogenados y fertilizantes, plásticos, caucho sintético, productos agroquímicos, pinturas y recubrimientos, productos farmacéuticos, productos de limpieza, fibras sintéticas y otros productos químicos
Pulpa, papel e imprenta	Divisiones 21 y 22 de la ISIC	Pulpa, papel, cartón, productos de papel; edición y reproducción de soportes grabados
Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	Divisiones 15 y 16 de la ISIC	Producción, procesamiento y conservación de alimentos y productos alimenticios, bebidas y productos derivados del tabaco
Minerales no metálicos	División 26 de la ISIC	Fabricación y producción de vidrio y sus derivados, cerámicas, cementos, yesos, y piedra
Equipos de transporte	Divisiones 34 y 35 de la ISIC	Vehículos de motor, remolques, accesorios y componentes, buques, vehículos ferroviarios, aviones y naves espaciales, y los ciclos
Maquinaria	Divisiones 28, 29, 30, 31 y 32 de la ISIC	Productos, maquinaria y equipos de metal, maquinaria y aparatos eléctricos, equipos de comunicaciones y mercancías asociadas
Minería (con excepción de combustibles) y cantera	Divisiones 13 y 14 de la ISIC	Minería de hierro, minerales no ferrosos, sal y otros minerales; extracción de piedra, arena y arcilla
Madera y productos de madera	División 20 de la ISIC	Aserrado y cepillado de la madera; fabricación de productos de madera y corcho, paja y otros materiales a base de madera
Construcción	División 45 de la ISIC	Preparación del sitio, instalación de la construcción, acabado de edificios y equipo de construcción
Textiles y cuero	Divisiones 17, 18 y 19 de la ISIC	Hilado, tejido, teñido de productos textiles y fabricación de prendas de vestir, curtido y fabricación de cuero y calzado
Industria no especificada	Actividades no incluidas anteriormente	Cualquier industria manufacturera/de construcción no incluida anteriormente, incluidos la recolección, tratamiento, suministro de agua; tratamiento y eliminación de aguas residuales; y recolección, tratamiento y disposición de residuos

25. Otras descripciones de cada subcategoría se pueden encontrar en la *Clasificación Industrial Internacional Uniforme (ISIC) de Todas las actividades económicas*, Revisión 3.

26. *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*

Tabla 6.5 Descripción general de las pautas de reporte de las actividades de transporte fuera de carretera

Tipo de actividades fuera de carretera	Guía de reporte
Máquinas móviles y vehículos todoterreno dentro de las instalaciones industriales y las obras de construcción	Reporte como fuente de Energía estacionaria bajo el subsector de las industrias manufactureras y de la construcción o subsector de la energía, según corresponda
Máquinas móviles y vehículos todoterreno dentro de las granjas agrícolas, bosques y granjas de acuicultura	Reporte como fuente de energía estacionaria bajo el subsector de las actividades de la agricultura, forestales y de pesca
Máquinas móviles y vehículos todoterreno dentro de las instalaciones de las instalaciones de transporte como aeropuertos, puertos, terminales de autobuses y estaciones de tren	Reporte como fuente de Transporte bajo el subsector de transporte fuera de carretera
Máquinas móviles y vehículos todoterreno dentro de las instalaciones militares	Reporte como fuente de Energía estacionaria dentro del subsector de las actividades no identificadas

- **Relación entre el sistema de suministro de agua, residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales y las instalaciones de vertido**

La mayoría de las ciudades opera instalaciones de tratamiento y vertido de residuos sólidos y aguas residuales. Estas instalaciones producen metano (CH₄) a partir de la descomposición de los desechos sólidos y la degradación anaerobia de aguas residuales, las cuales deberán reportarse en el sector *Residuos*. Los sistemas de recolección, tratamiento y suministro de aguas residuales consumen energía para accionar bombas de agua, calderas, equipos de separación mecánica en las instalaciones de recuperación de materiales, instalaciones de tratamiento de agua y otros equipos. Las emisiones de GEI provenientes del consumo de energía para estas operaciones deben reportarse bajo los subsectores *institucional* (instalación pública) o *industrial* (planta industrial privada). Si el consumo de energía procede de la quema de combustible en el lugar, estas emisiones son reportadas como de alcance 1. El consumo de electricidad en estas instalaciones se reporta como emisiones de alcance 2.

Esto también se aplica para dirigir la quema de combustible para el funcionamiento de los vehículos todoterreno, maquinaria y edificios dentro de la instalación de residuos (que debe reportarse como emisiones de alcance 1). La maquinaria típica todoterreno incluye compactadores y excavadoras, que expanden y compactan residuos sólidos sobre la superficie de trabajo de los vertederos. Sin embargo, los vehículos todoterreno y las maquinaria no incluyen el transporte de los desechos por carretera, los cuales deberán reportarse en el sector *Transporte* (Capítulo 7).

6.3.3 Industrias energéticas

Las industrias energéticas incluyen tres tipos básicos de actividades²⁷:

- Producción de combustible primario (por ejemplo, minería del carbón y extracción de petróleo y gas)
- Procesamiento y conversión de combustible (por ejemplo, petróleo crudo para productos petrolíferos en las refinerías, carbón para coque y gas de horno de coque en los hornos de coque)
- La producción de energía suministrada a una red (por ejemplo, generación de electricidad y calefacción urbana) o utilizada en el sitio para el uso de energía auxiliar

Cuando sea aplicable y posible, las ciudades deben seguir las *Pautas del IPCC* y desglosar la contabilidad y el reporte del subsector de *industrias energéticas* en diferentes subcategorías como se detalla en la Tabla 6.6.

Las emisiones provenientes de los siguientes tipos de generación de energía se pueden clasificar y reportar de la siguiente manera:

- **Cogeneración y trigeneración**

Cogeneración, o calor y energía combinados (CHP), es el uso de las centrales eléctricas o los sistemas de motor térmico para generar electricidad y calor útil simultáneamente. Trigeneración, o frío, calor y energía combinados (CCHP), se refiere a la generación simultánea de electricidad, calor y frío. Las emisiones de GEI de estas instalaciones deben calcularse en función de la cantidad de combustible quemado. Las emisiones procedentes de la combustión deben

27. *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*

Tabla 6.6 Detalle de las subcategorías del subsector de las industrias energéticas²⁸

Subcategorías	Descripciones	Análisis detallado
Energía, incluida electricidad, vapor, calefacción/refrigeración	<p>Emisiones provenientes de los productores de actividad principal de generación de electricidad, generación de calor y electricidad combinados, y centrales térmicas. Productores de actividad principal (a menudo denominados servicios públicos) se definen como aquellos cuya actividad principal es la de suministrar energía al público, pero la organización puede ser de propiedad pública o privada. Las emisiones provenientes del uso en el lugar de combustible deben ser incluidas.</p> <p>Sin embargo, las emisiones de autoprodutores (que generan electricidad/calor total o parcialmente para su propio uso, como una actividad que contribuye a su actividad primaria) deben ser asignadas al sector en que se originan (como industrial o institucional). Los autoprodutores pueden ser de propiedad pública o privada.</p>	<p>La generación de energía vendida y distribuida incluye las emisiones provenientes de todo el consumo de combustible para la generación de electricidad a partir de productores de actividad principal (referido en I.4.4), excepto las de las centrales eléctricas y de calor combinadas (consulte CHP a continuación). Esto incluye las emisiones provenientes de la incineración de residuos o subproductos residuales con el propósito de generar electricidad. Se requiere esta subcategoría para el reporte de alcance 1 (territorial), pero no para el nivel BÁSICO/BÁSICO+.</p> <p>Uso de la energía auxiliar en el sitio de las instalaciones de producción de energía (por ejemplo, una pequeña oficina administrativa adyacente a una central eléctrica). La energía producida en las centrales eléctricas se utiliza “en el lugar” para las operaciones auxiliares antes de ser vendida y distribuida a una red (referido en el I.4.1). Por lo tanto, no hay consumo de energía distribuida en red. El uso de energía auxiliar y la energía vendida/distribuida deben sumarse conjuntamente a las emisiones totales provenientes del combustible quemado para la generación de energía.</p> <p>Generación de calor y energía combinados (CHP) Las emisiones provenientes de la producción de calor y energía eléctrica de los productores de actividad principal para la venta al público, en una instalación única de CHP.</p> <p>Centrales térmicas La producción de calor para la calefacción urbana o uso industrial de toda la ciudad. Distribuido por la red de tuberías.</p>
Refinación del petróleo	<p>Todas las actividades de combustión que apoyan la refinación de productos derivados del petróleo incluyendo la combustión en el lugar para la generación de electricidad y calor para uso propio.</p>	<p>N/C</p>
Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	<p>Esto incluye las emisiones de combustión provenientes del consumo de combustible durante la fabricación de productos secundarios y terciarios de combustibles sólidos, incluyendo la producción de carbón vegetal. Se deben incluir las emisiones provenientes del propio uso de combustible en el lugar. También incluye la combustión para la generación de electricidad y calor para uso propio en estas industrias.</p>	<p>Fabricación de combustibles sólidos Las emisiones derivadas de la quema de combustibles para la producción de coque, briquetas de lignito y aglomerado.</p> <p>Otras industrias energéticas Las emisiones de combustión derivadas del uso de energía de las industrias productoras de energía propia (en el lugar) no mencionado anteriormente o para el que los datos separados no están disponibles. Esto incluye emisiones provenientes del uso de energía en el lugar para la producción de carbón vegetal, bagazo, aserrín, tallos de algodón y carbonización de los biocombustibles, así como el combustible utilizado para la extracción de carbón, la extracción de petróleo y gas, y la transformación y modernización de gas natural. Esta categoría también incluye las emisiones provenientes de la transformación de precombustión para la captura y almacenamiento de CO₂.</p>

reportarse en el alcance 1 para la producción de energía suministrada en red (1.4.4), y para la transparencia añadida, las ciudades pueden identificar la porción de esas emisiones de alcance 1 atribuibles a la producción de calor/vapor frente a la producción de electricidad.²⁹ Esta asignación se puede realizar utilizando el porcentaje de cada salida de energía (% del total de MMBUT o GJ a partir de la electricidad y del calor).

- **Recuperación de energía a partir de residuos y bioenergía**

Cuando los residuos se utilizan para generar energía, las emisiones se contabilizan como *fuentes de* Energía Estacionaria. Esto incluye la energía recuperada de los gases de vertedero o la combustión de residuos. Cuando una central eléctrica está generando electricidad a partir de combustibles de biomasa, las emisiones de CH₄ y N₂O resultantes se reportarán bajo el alcance 1 en el subsector de *industrias energéticas* mientras que el CO₂ biogénico se reportará por separado de los alcances (las emisiones de CO₂ son efectivamente “reportados” en

AFOLU, ya que el uso de biocombustibles está vinculado al cambio de uso a la tierra o cambio en el carbono almacenado correspondiente). Si la descomposición o el tratamiento de residuos no se utiliza para la generación de energía, se reportan las emisiones de alcance 1 en el sector *Residuos* (consulte el capítulo 8).

La Tabla 6.7 proporciona una descripción general de los principios para ayudar a evitar el doble contabilidad entre los sectores *Residuos*, *Energía Estacionaria* y *AFOLU*.

6.3.4 Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca

Este subsector abarca las emisiones de GEI procedentes de la quema directa de combustible en las actividades agrícolas, que incluye el cultivo de plantas y crianza de animales, las actividades de forestación y reforestación, y las actividades de la pesca (por ejemplo, pesca y acuicultura). Normalmente, estas emisiones provienen de la operación de las maquinarias y vehículos agrícolas, generadores de luces de energía, bombas, calentadores, refrigeradores y otros. Con el fin de evitar el doble contabilidad con otros sectores y subsectores, la Tabla 6.8 proporciona orientación sobre el reporte de las fuentes de emisiones típicas de la agricultura, la silvicultura y la pesca.

28. Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero

29. Podrían utilizarse diferentes métodos para realizar esta asignación, consulte la metodología del Protocolo GEI www.ghgprotocol.org/files/ghgp/tools/CHP_guidance_v1.0.pdf

Tabla 6.7 Descripción general de la categorización de reporte de emisiones de bioenergía y energía a partir de residuos

Actividad	Propósito	CO ₂	CH ₄ y N ₂ O
Combustión de gas de vertedero	Como parte del proceso de disposición de residuos	Reportar las emisiones de CO ₂ biogénico bajo el sector de Residuos (por separado de cualquier emisión de CO ₂ fósil)	Reportar las emisiones bajo el sector de Residuos
	Generación de energía	Reportar las emisiones de CO ₂ biogénico bajo el sector de Energía estacionaria (por separado de cualquier emisión de CO ₂ fósil)	Reportar las emisiones bajo el sector de Energía estacionaria
Incineración de residuos	Eliminación de residuos (sin recuperación de energía)	Reportar las emisiones de CO ₂ bajo el sector de Residuos (con CO ₂ biogénico por separado proveniente de las emisiones de CO ₂ fósil)	Reportar las emisiones como el sector de Residuos
	Generación de energía	Reportar las emisiones de CO ₂ bajo el sector de Energía estacionaria (con CO ₂ biogénico por separado proveniente de las emisiones de CO ₂ fósil)	Reportar las emisiones bajo el sector de Energía estacionaria
Incineración de biomasa	Eliminación de residuos	Reportar las emisiones de CO ₂ biogénico bajo el sector de Residuos (por separado de cualquier emisión de CO ₂ fósil)	Reportar las emisiones bajo el sector de Residuos
	Generación de energía	Reportar las emisiones de CO ₂ biogénico bajo el sector de Energía estacionaria (por separado provenientes de las emisiones de CO ₂ fósil)	Reportar las emisiones bajo el sector de Energía estacionaria

Tabla 6.8 Pautas de reporte de las fuentes de energía en actividades agrícolas, de silvicultura y pesqueras

Fuentes de emisión	Guía de reporte
Vehículos todoterreno y maquinaria (estacionaria y móvil) que se utiliza para la agricultura, la silvicultura y la pesca	Reporte como fuente de energía estacionaria bajo el subsector de las actividades de la agricultura, forestales y de pesca
Transporte por carretera hacia y desde los lugares de las actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca	Reportar bajo el sector de Transporte
Quema de residuos agrícolas	Reportar en el sector de AFOLU
Fermentación entérica y gestión de estiércol	Reportar en el sector de AFOLU

6.3.5 Fuentes no especificadas

Esta subcategoría incluye todas las demás emisiones de fuentes de *Energía estacionaria* que no están especificadas en otra parte, incluidas las emisiones provenientes de la quema directa de combustible para las unidades estacionarias en establecimientos militares.

6.4 Cálculo de las emisiones fugitivas provenientes de combustibles

Una pequeña parte de las emisiones del sector energético surge con frecuencia como emisiones fugitivas, que normalmente se producen durante la extracción, la transformación y el transporte de combustibles fósiles primarios. En su caso, las ciudades deben contabilizar las emisiones fugitivas procedentes de los siguientes subsectores: 1) *minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón*; y 2) *sistemas de petróleo y gas natural*. En el cálculo de las emisiones fugitivas las ciudades debieran tener en cuenta cualquier remoción o secuestro de emisiones fugitivas que pueda ser requerida por ley.

6.4.1 Minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón

Los procesos geológicos de formación del carbón producen CH_4 y CO_2 , son conocidos colectivamente como gas de veta. Está atrapado en la veta de carbón hasta que el carbón está expuesto o se distribuye durante las operaciones mineras o posteriores a la explotación minera, que pueden incluir el manejo, el procesamiento y el transporte de carbón, la oxidación del carbón a baja temperatura, y la combustión incontrolada del carbón. En estos puntos, los gases emitidos se denominan emisiones fugitivas. Al contabilizar y reportar las emisiones fugitivas procedentes de las minas de carbón, las ciudades deben categorizar las emisiones de la minería y las actividades

posteriores a la explotación minera (manipulación) tanto para minas subterráneas como minas a cielo abierto.

- **Recuperación y utilización de metano**

Las emisiones fugitivas de metano pueden ser recuperadas para su utilización directa como recurso de gas natural o por la quema para producir CO_2 que tiene un menor potencial de calentamiento global.

- Cuando el metano recuperado se utiliza como fuente de energía, las emisiones asociadas deben contabilizarse bajo *Energía estacionaria*.
- Cuando el metano recuperado se introduce a un sistema de distribución de gas y se utiliza como gas natural, las emisiones fugitivas asociadas deben reportarse bajo el subsector de *sistemas de gas natural y petróleo*.
- Cuando se quema, las emisiones asociadas deben reportarse bajo el subsector *minería, procesamiento, almacenamiento y transporte del carbón*.

- **Periodo de tiempo de inventario**

Todas las emisiones fugitivas deben contabilizarse en función de las emisiones y las operaciones de recuperación que se producen durante el período de evaluación del inventario, independientemente del momento en que se extrae la veta de carbón.

Las ciudades pueden determinar la producción de carbón en las minas a cielo abierto y subterráneas dentro de los límites de la ciudad al consultar con las empresas mineras, los propietarios de minas, o los supervisores de la extracción de carbón. Las ciudades deben separar los datos por la sobrecarga de profundidad promedio para minas a cielo abierto y las minas subterráneas de profundidad promedio, y entonces aplicar los factores de emisión por unidad



de producción para las emisiones fugitivas de minería y posteriores a la explotación minera.³⁰

6.4.2 Sistemas gas natural y de petróleo

Las emisiones fugitivas de los sistemas de petróleo y gas natural incluyen las emisiones de GEI provenientes de todas las operaciones para producir, recopilar, procesar o refinar y suministrar gas natural y productos derivados del petróleo al mercado. Las fuentes específicas incluyen, entre otros, fugas de equipos, evaporación y pérdidas intermitentes, venteo, quema, incineración y liberaciones accidentales. Las ciudades también deben incluir las emisiones de todas las operaciones en alta mar que entran dentro de los límites de inventario.

Las siguientes emisiones *no* están incluidas en esta categoría:

- Las emisiones fugitivas provenientes de la captura de carbono y los proyectos de almacenamiento
- Las emisiones fugitivas que se producen en las instalaciones industriales, diferentes a las instalaciones de petróleo y gas, u otras derivadas del uso final de los productos de petróleo y gas distintas a las instalaciones de petróleo y gas, que se reportan bajo el sector *IPPU*.

- Las emisiones fugitivas provenientes de las actividades de eliminación de residuos que se producen fuera de la industria del petróleo y gas, que se reporta bajo al sector *Residuos*.

6.5 Cálculo de las emisiones provenientes del consumo de energía suministrada en red

El Alcance 2 representa toda energía, vapor, calefacción y refrigeración suministrados en red consumida dentro de los límites de la ciudad. La electricidad es la forma más común de energía suministrada en red, que se utiliza en casi todos los hogares, oficinas, otros edificios, e iluminación al aire libre. La energía suministrada en red en forma de vapor directo (calefacción) y/o de agua fría (enfriamiento) se proporciona normalmente por los sistemas de energía del distrito, que puede cubrir un área geográfica más pequeña que las redes eléctricas, que son normalmente regionales. En todos los casos, el uso de energía suministrada en red conlleva emisiones producidas en las instalaciones de generación *externas* a las instalaciones de consumo. Dependiendo de la ciudad y la estructura de la red, estos generadores de energía pueden estar situados fuera de los límites geográficos en varios lugares vinculados o exportando a la red regional, o de generadores ubicados *dentro* del límite de la ciudad.

30. Los valores por defecto del IPCC se pueden encontrar en las *Pautas del IPCC de 2006*, Volumen 2, Capítulo 4, Emisiones fugitivas. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2

6.5.1 Métodos de cálculo basados en la localización y el mercado

Con las redes regionales de la red, los consumidores de energía pueden evaluar las emisiones de su consumo en función de dos métodos: un método basado en la localización o un método basado en el mercado. Ambos métodos sirven para asignar las emisiones desde el punto de generación hasta su punto final de uso. Un método basado en la localización se basa en los factores de emisión promedio de generación de energía para las ubicaciones definidas, incluyendo las fronteras locales, subnacionales o nacionales. Se obtiene un factor de emisión promedio en red que representa la energía producida en una región, y lo asigna a los consumidores de energía en esa región.

Las ciudades deberán utilizar el método basado en la localización para los cálculos de alcance 2 en el GPC, y pueden documentar por separado las emisiones procedentes del método basado en el mercado (consulte el Cuadro 6.1). La cifra complementaria basada en el mercado puede ayudar a las ciudades a comprender las opciones de los consumidores individuales, negocios e instituciones, aumentando la demanda del mercado para la energía baja en carbono.

6.5.2 Relación entre la generación de energía (alcance 1) y el consumo de energía (alcance 2)

Las ciudades pueden disponer de instalaciones de generación de energía ubicadas dentro del límite geográfico para el inventario, pero en la mayoría de los casos una ciudad no puede probar que su consumo de energía es suministrada por los recursos que se encuentran dentro de los límites. Si bien, generalmente, el caso de que la demanda de energía total de una ciudad se cumplirá con un conjunto de recursos relativamente de generación local, las ciudades no pueden asumir que su consumo eléctrico total de las redes de energía eléctrica regional se cumple en su totalidad o en parte por la energía producida dentro de los límites de la ciudad. Esto no se puede garantizar debido a la demanda regional de fluctuaciones en un momento dado, las limitaciones de la red, las exportaciones y otros acuerdos contractuales.³¹

Por lo tanto, las ciudades deberán informar las emisiones del alcance 2 procedentes de *toda* energía suministrada en red consumida en la ciudad. Las ciudades pueden también reportar por separado este consumo total de energía en MWh/kWh/BTU, etc. para la transparencia añadida.

El reporte de BASIC/BASIC+ evita el conteo doble mediante la exclusión de las emisiones de alcance 1 provenientes de la generación de la energía suministrada a la red. Las ciudades reportarán el alcance 1 y alcance 2 por separado y no se sumarán juntas (consulte la Sección 3.5).

Cuadro 6.1 Método de mercado para la contabilidad del alcance 2

Como se describe en la *Guía del Alcance 2* del Protocolo de GEI, el método basado en el mercado para el alcance 2 basado en la asignación de las emisiones de los generadores de energía a los consumidores en base a los “instrumentos contractuales”, tales como los factores de emisión específicos de la utilidad, los certificados de atributos de energía u otros contratos. En muchos países, los proveedores de energía o los servicios públicos pueden proporcionar a los consumidores los factores de emisión, ya sea para su cartera estándar o para cualquier etiqueta de consumo de energía renovable o de bajas emisiones de carbono, aranceles, u otros programas. El método refleja las relaciones contractuales entre los proveedores de energía y los clientes, por lo que un total de alcance 2 basado en el mercado en toda la ciudad reflejaría las emisiones de solo aquellos recursos que los consumidores individuales hayan ajustado con los instrumentos contractuales.

Si estos instrumentos siguen los requisitos de la *Guía del Alcance 2* del Protocolo de GEI sobre los Criterios de calidad, la contabilidad de alcance 2 basado en el mercado puede proporcionar una indicación de las emisiones de opciones energéticas que las empresas, instituciones, o los consumidores residenciales han hecho, y proporcionar un incentivo para que el mercado cree más energía baja en carbono.

6.5.3 Cálculo de las emisiones eléctricas suministradas en red

La electricidad es la forma más común de energía suministrada en red, que se utiliza en casi todos los hogares, oficinas, otros edificios, e iluminación al aire libre. En esta sección se proporciona orientación para calcular las emisiones de alcance 2 provenientes de cada sector y subsector, que se basa principalmente en los métodos ascendentes utilizando los datos de actividad de cada fuente. Para el cálculo de las emisiones de alcance 2, las ciudades deben obtener datos de actividad después de la lista de datos preferidos a continuación:

- **Datos de consumo reales procedentes de los proveedores de servicios públicos, desglosados por tipo de edificio o instalación no urbanizable para la Energía Estacionaria:**
 - Cuando los datos de consumo por tipo de edificio no están disponibles, pero los datos de consumo total de energía de la comunidad para edificios

31. Consulte la página web NERC, “Entendimiento de la red”: <http://www.nerc.com/page.php?cid=1|15>

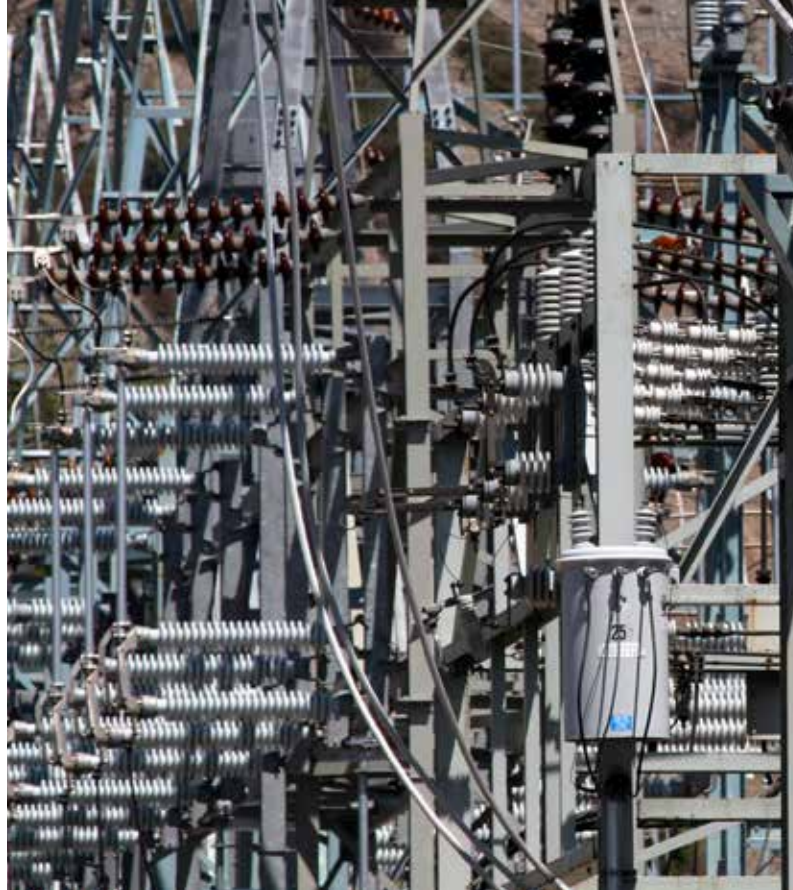
están disponibles por tipo de energía, distribuye por espacio total construido para cada tipo de edificio.

- Cuando los datos solo están disponibles para algunos del número total de servicios públicos de energía, determina la población que recibe los datos reales de ampliación para el consumo total de energía en toda la ciudad. Por el contrario, utiliza el espacio construido como el factor de escalamiento.
- Cuando los datos están disponibles solo para un tipo de edificio, determina una cifra de intensidad de uso final energético mediante el uso de espacio construido de ese tipo de edificio, y el uso como un factor de escalamiento con el espacio total construido para los otros tipos de edificios. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los diferentes usos de edificio tienen diferentes valores de intensidad de energía, sobre todo cuando se comparan los edificios comerciales e institucionales con los usos residenciales.
- **Los conjuntos de muestras representativas de datos de consumo real de encuestas** aumentan para el consumo total de combustible de la ciudad y se basan en el espacio total construido para cada tipo de edificio.
- **Datos de consumo de energía modelado** por el edificio y/o tipo de establecimiento, ajustado por los datos de consumo de año de inventario por el clima.
- **Los datos de consumo regionales o nacionales** se reducen usando la población, ajustado a los datos de consumo de año de inventario por el clima.

Para un ejemplo de la identificación de los datos de consumo de electricidad a partir de los códigos arancelarios, consulte el Cuadro 6.2.

Las ciudades deben utilizar los factores de emisión promedio en red regionales o subnacionales. Si estos no están disponibles, se pueden utilizar los factores de emisión de la producción de electricidad nacional.

Consulte el Cuadro 6.3 para un ejemplo de la aplicación de factores de emisiones basados en la localización subnacionales.



Cuadro 6.2 Identificación de los datos de consumo eléctrico—Municipalidad Metropolitana de Ekurhuleni

El municipio metropolitano de Ekurhuleni en Sudáfrica utiliza códigos arancelarios asociados con los usuarios finales para desagregar el consumo de electricidad de 2011 por sector.³² La electricidad en Ekurhuleni es suministrada por Eskom, un servicio público y productor de electricidad, y luego redistribuida por el municipio para los usuarios finales pertinentes. Algunas de las descripciones arancelarias permitieron a Ekurhuleni categorizar el consumo de electricidad en los subsectores residenciales, comerciales o industriales. Sin embargo, algunas de las descripciones arancelarias no proporcionaron información adecuada para la categorización. Para asignar las emisiones a algunos de los usuarios finales que carecen de datos de código arancelario, Ekurhuleni clasificó a los grandes consumidores de energía de alto voltaje como los usuarios industriales, y clasificó a los pequeños consumidores de energía de bajo voltaje como residenciales.

32. ICLEI-África. "Energías renovables locales: cooperación sur-sur entre las ciudades de la India, Indonesia y Sudáfrica", de 2013. En línea en: http://carbonn.org/uploads/tx_carbonndata/LocalRenewables_EMM_Energy%20Urban%20Profile_Final%20Draft_5April2013_stdPDF_09.pdf



Cuadro 6.3 Factores de emisión de la red eléctrica local—Región Waterloo

La región de Waterloo de Canadá utilizó los factores de emisión provinciales de Ontario para determinar las emisiones provenientes del consumo de electricidad en la comunidad.³⁴ Factor de emisión de consumo eléctrico nacional de Canadá en 2010 fue de 0,21 kg CO₂ e/kWh, pero no se dispone de datos provinciales. Por lo tanto, la región de Waterloo utiliza los más recientes factores de emisión provinciales proporcionados por el Informe Anual del Inventario Nacional de Medio Ambiente de Canadá. El factor de emisión para la electricidad que se consume en la provincia de Ontario se estimó en 0,15 kg CO₂e/kWh. El factor de emisión a nivel provincial es un reflejo más exacto de la mezcla de energía que alimenta la región de Waterloo.

6.5.4 Cálculo de las emisiones de vapor, calefacción y refrigeración suministrados en red

Muchas ciudades consumen energía a través de sistemas de vapor, calefacción y/o refrigeración en el distrito. Las emisiones de GEI procedentes del vapor/calefacción/refrigeración consumidos en la ciudad se contarán como emisiones de alcance 2, categorizados por el subsector que consume la energía (consulte la Sección 6.3.3). Los factores de emisión deben reflejar la tasa promedio de las emisiones de las instalaciones de generación de energía que suministran los sistemas de vapor, refrigeración y/o calefacción del distrito, que deberían estar disponible a través del servicio de energía u operador en red del distrito.³³

6.6 Cálculo de las emisiones de pérdida de distribución y transmisión

Durante la transmisión y distribución de electricidad, vapor, calefacción y refrigeración en una red, parte de la energía producida en la central eléctrica se pierde durante el suministro al consumidor final. Las emisiones asociadas con estas pérdidas de transmisión y de distribución se reportan en el alcance 3 como parte de las emisiones fuera de los límites asociados con actividades de la ciudad.

33. Consulte la nota a pie de página 26.

El cálculo de estas emisiones requiere de un factor de pérdida en la red, ³⁵que por lo general es proporcionada por las publicaciones de servicios públicos o del gobierno local. Multiplicando el consumo total de cada tipo de energía suministrada en red (datos de actividad para el alcance 2) por su factor de pérdida correspondiente se obtienen los datos de la actividad para la transmisión y distribución de las pérdidas (T&D). Luego esta cifra se multiplica por los factores de emisión promedio en red.

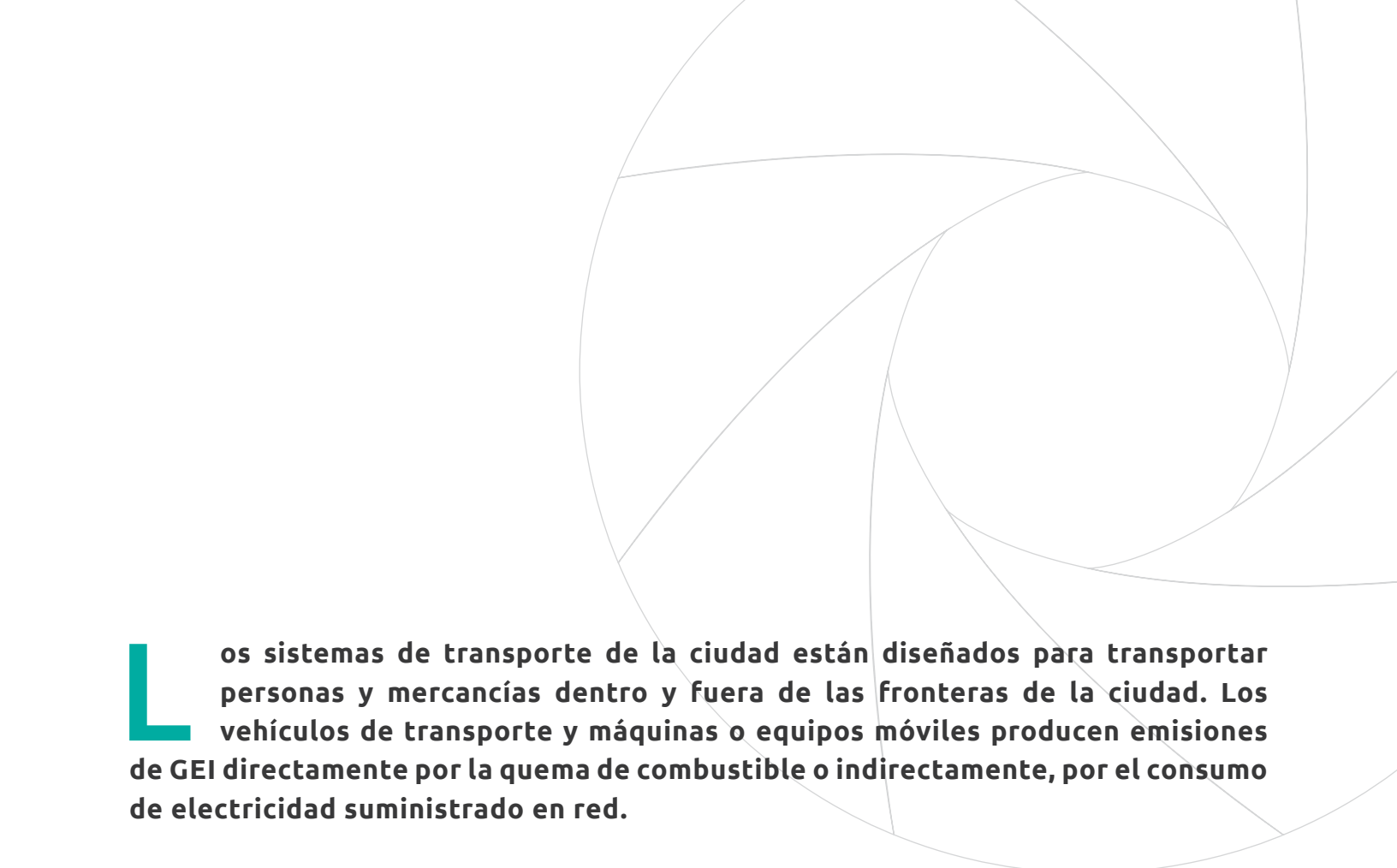
34. Colaboración climática. “Informe de discusión: Inventario de GEI comunitario y pronóstico para la región de Waterloo”, mayo de 2012. En línea en: http://www.regionofwaterloo.ca/en/aboutTheEnvironment/resources/CommunityGHGInventoryForecastforWaterlooRegion_DiscussionPaper_May2012.pdf

35. Las pérdidas de transmisión y distribución varían según la ubicación, consulte los Indicadores del desarrollo mundial (IDM) del Banco Mundial para una indicación de las pérdidas de transmisión y distribución nacionales como porcentaje de la producción, consulte: <http://data.worldbank.org/indicador/EG.ELC.LOSS.ZS>

7

Transporte





Los sistemas de transporte de la ciudad están diseñados para transportar personas y mercancías dentro y fuera de las fronteras de la ciudad. Los vehículos de transporte y máquinas o equipos móviles producen emisiones de GEI directamente por la quema de combustible o indirectamente, por el consumo de electricidad suministrado en red.

Requisitos de este capítulo:

Para el nivel BÁSICO:

Las ciudades deben reportar todas las emisiones de GEI provenientes de la quema de combustibles en el transporte que se producen dentro de los límites de la ciudad en el alcance 1, y las emisiones de GEI de la electricidad suministrado en red utilizado para el transporte dentro de los límites de la ciudad para el transporte en su alcance 2.

Para el nivel BÁSICO+:

Las ciudades deberán reportar todas las fuentes de nivel BÁSICO y las emisiones de GEI del alcance 3 asociados con el transporte transfronterizo.

7.1 Categorización de las emisiones del transporte por alcance

El tránsito de la ciudad por tierra, tren, agua o aire puede estar completamente contenido dentro de los límites de la ciudad (por ejemplo, una ruta de autobús solo por la ciudad) o, más a menudo, cruzará límites de la ciudad en las comunidades vecinas. En general, existen cuatro tipos de viajes transfronterizos:

1. Los viajes que se originan en la ciudad y terminan fuera de la ciudad
2. Los viajes que se originan fuera de la ciudad y terminan en la ciudad
3. Tránsito regional (por lo general, los autobuses y trenes) con una parada intermedia (o múltiples paradas) dentro de la ciudad
4. Los viajes que pasan por la ciudad, con origen y destino fuera de la ciudad

A diferencia de los sectores de emisiones estacionarias, el tránsito, por definición, es móvil y puede plantear problemas, tanto en el cálculo de las emisiones con precisión como en su asignación a las ciudades vinculadas a la actividad de tránsito. Pero un inventario de GEI del sector transporte puede ser un indicador importante que muestra el impacto de las políticas de transporte y proyectos de mitigación con el tiempo. Mientras que las ciudades tienen diferentes niveles de control o influencia sobre las políticas regionales de transporte y las decisiones de infraestructura que afectan las rutas de tránsito de su ciudad, en un inventario de transporte se deberá informar y apoyar las acciones que pueden influir en la reducción de emisiones.

Dependiendo de los datos y objetivos disponibles del inventario, se pueden utilizar diferentes métodos para cuantificar y asignar las emisiones del transporte. Los métodos más comúnmente utilizados para el modelado del transporte y la planificación varían en términos de sus "límites del sistema", o cómo los datos resultantes pueden ser atribuibles a un límite geográfico de la ciudad y, por lo tanto, el marco de alcances del GPC. El GPC no requiere un método de cálculo específico para cada modo de transporte, y, por lo tanto, las emisiones reportadas en cada alcance probablemente varían según el método. Al igual que con otros sectores de emisiones de GPC, el reporte de las emisiones de transporte, ya sea en el alcance 1 o 3 sólo debe reflejar las emisiones producto de la combustión. Las emisiones de aguas arriba provenientes de los combustibles utilizados (incluyendo exploración de aceite mineral, procesos de refinería, etc.) se podrán reportar en *Otras emisiones de alcance 3*.

La cuantificación de las emisiones de transporte deben reflejar los siguientes alcances:

Alcance 1: Emisiones provenientes del transporte dentro de la ciudad

El Alcance 1 incluye todas las emisiones de GEI provenientes del transporte de personas y mercancías que ocurren dentro de los límites de la ciudad.

Alcance 2: Emisiones provenientes de la electricidad suministrada en red utilizada en la ciudad para el transporte

El Alcance 2 incluye todas las emisiones de GEI provenientes de la generación de electricidad suministrada en la red utilizadas en vehículos con motor eléctrico. La cantidad de electricidad que se utiliza debe ser evaluada en el punto donde se consume dentro de los límites de la ciudad.

Alcance 3: Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos generados fuera de la ciudad, y pérdidas de transmisión y distribución de energía suministrada en red del uso de vehículos eléctricos

Esto incluye la porción fuera de la ciudad de las emisiones de GEI transfronterizas de viajes que comienzan o terminan dentro de los límites de la ciudad. Esto puede incluir la porción de fuera de la ciudad del tránsito en carretera que quema el combustible, o cualquier parada fuera de la ciudad para un ferrocarril eléctrico.

Las emisiones del transporte provenientes de grandes centros de tránsito regional (por ejemplo, aeropuertos o puertos marítimos) que brindan servicios a la ciudad, pero fuera de la frontera geográfica, se deben contabilizar en el alcance 3. Estas emisiones son generadas por las actividades dentro de la ciudad y deben ser incluidas para proporcionar una visión más global del sector de transporte de la ciudad. Las emisiones provenientes del consumo de energía en edificios o instalaciones relacionadas con el transporte, tales como muelles, estaciones de transporte público, aeropuertos y puertos marítimos, deben ser reportadas en el sector de *Energía estacionaria*.

Estas fuentes de emisión y su categorización de alcance se resumen en la Tabla 7.1.

7.2 Definición de las modalidades de transporte

El GPC clasifica las fuentes de emisión en el sector del transporte por modalidad de transporte, incluyendo:

- **Transporte por carretera**, incluidos los autos, taxis, autobuses eléctricos y que funcionan con combustibles, etc.
- **Ferrovionario**, incluidos los tranvías, los sistemas de metro y ferrocarril urbano, transporte ferroviario suburbano y regional (interurbano), sistema ferroviario nacional y sistemas ferroviarios internacionales, etc.
- **Transporte marítimo**, incluidos los transbordadores de turismo, vehículos domésticos interurbanos, vehículos marítimos internacionales.
- **Aviación**, incluidos helicópteros, vuelos domésticos interurbanos, y vuelos internacionales, etc.
- **Transporte fuera de carretera**, incluidos los equipos de soporte terrestre en aeropuertos, tractores agrícolas, motosierras, montacargas, vehículos para la nieve, etc.

Las ciudades deben identificar las subcategorías aplicables dentro de cada modalidad de transporte, y reportar las emisiones de estas subcategorías así como los subsectores, si hay datos disponibles.

Tabla 7.1 Descripción general de transporte

Fuente de emisión de GEI	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
TRANSPORTE	Las emisiones provenientes de la quema de combustibles dentro de la ciudad	Las emisiones provenientes del consumo de energía suministrada en red para el transporte dentro del límite	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que se producen fuera de la ciudad, y las pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada en red
Transporte por carretera	II.1.1	II.1.2	II.1.3
Ferrovionario	II.2.1	II.2.2	II.2.3
Transporte fluvial	II.3.1	II.3.2	II.3.3
Aviación	II.4.1	II.4.2	II.4.3
Transporte fuera de carretera	II.5.1	II.5.2	

● Fuentes necesarias para el reporte del nivel BÁSICO
 ● + ● Fuentes necesarias para el reporte de nivel BÁSICO+

● Fuentes incluidas en Otras emisiones de alcance 3

7.3 Cálculo de las emisiones en el transporte por carretera

Los vehículos de carretera están diseñados para el transporte de personas, bienes o materiales en carreteras, vías o autopistas públicas. Esta categoría incluye vehículos como autobuses, automóviles, camiones, motocicletas, vehículos de recolección y transporte de residuos por carretera (por ejemplo, camiones compactadores), etc. La mayoría de los vehículos queman combustible líquido o gaseoso en los motores de combustión interna. La quema de estos combustibles produce CO₂, CH₄ y N₂O, a menudo llamados colectivamente “emisiones de escape”. Cada vez más, los vehículos eléctricos o híbridos también se pueden cargar en las estaciones dentro o fuera de la ciudad. La metodología elegida para el cálculo de las emisiones del transporte por carretera provenientes de la quema de combustible afectará en cómo se asignan las emisiones de alcance 1 y alcance 3 para los viajes transfronterizos. Las emisiones de alcance 2 deben calcularse en función del consumo en las estaciones de carga en los límites de la ciudad, independientemente del destino del viaje. Las estaciones de carga pueden encontrarse en hogares o lugares de trabajo que ya están incluidos en el sector de *Energía estacionaria*. Las ciudades deben garantizar que la energía utilizada para la carga de vehículos eléctricos está separada de, y no se contabiliza dos veces con, la energía utilizada en estos otros subsectores de *Energía estacionaria*.

7.3.1 Opciones de metodología de transporte

El GPC no prescribe un método específico para calcular las emisiones de carretera debido a las variaciones en la disponibilidad de datos, los modelos de transporte existentes y los fines de inventario. Sin embargo, las ciudades deben calcular y reportar las emisiones en función a uno de los cuatro métodos comunes³⁶ identificados en la Figura 7.3 y descritos en la Tabla 7.2, y documentarán con claridad los métodos utilizados en los informes de inventario. El GPC recomienda a las ciudades que utilicen el enfoque de *actividad inducida*, ya que proporciona resultados más adecuados para la formulación de políticas locales.

Las metodologías para estimar las emisiones del transporte pueden clasificarse en términos generales como métodos descendentes y ascendentes.

- **Los métodos descendentes** comienzan con la quema de combustible como un indicador de la conducta de desplazamiento. En este caso, las emisiones son el resultado total de combustible vendido multiplicado por un factor de emisión de GEI para cada combustible.
- **Los métodos ascendentes** comienzan con los datos detallados de la actividad. Los métodos ascendentes generalmente se basan en un marco ASIF para determinar las emisiones totales (consulte la Figura 7.1).

36. GIZ. *Equilibrio de las emisiones de gases de efecto invernadero del transporte en las ciudades – Una revisión de las prácticas en Alemania*. 2012.

El marco ASIF relaciona la actividad del transporte, la distribución modal, la intensidad energética de cada modalidad, combustible y tipo de vehículo, y el contenido de carbono de cada combustible a las emisiones totales. La cantidad de **Actividad (A)** se mide a menudo como VKT (kilómetros recorridos por vehículo), lo que refleja el número y la duración de los viajes. **La distribución modal (S)** describe la cantidad de viajes realizados por medio de las diferentes modalidades (por ejemplo, caminar, andar en bicicleta, transporte público, vehículo privado) y los tipos de vehículos (por ejemplo, motocicleta, automóvil, autobús, camión). La **intensidad energética (I)** por modalidad, con frecuencia simplificada como energía consumida por vehículo por kilómetro, está condicionada a los tipos de vehículos, las características (por ejemplo, factor de carga u ocupación, representada como pasajeros por kilómetro o toneladas de carga por kilómetro) y las condiciones de conducción (por ejemplo, a menudo se muestra en ciclos de conducción, una serie de puntos de datos que muestran la velocidad del vehículo en un período de tiempo determinado). El contenido de carbono del combustible, o el **factor** de combustible (**F**), se basa principalmente en la composición de los valores de combustible local.^{37 38}

La mayoría de las ciudades comienzan con los enfoques descendentes y avanzan hacia metodologías ascendentes más detalladas que permiten evaluaciones de mitigación de

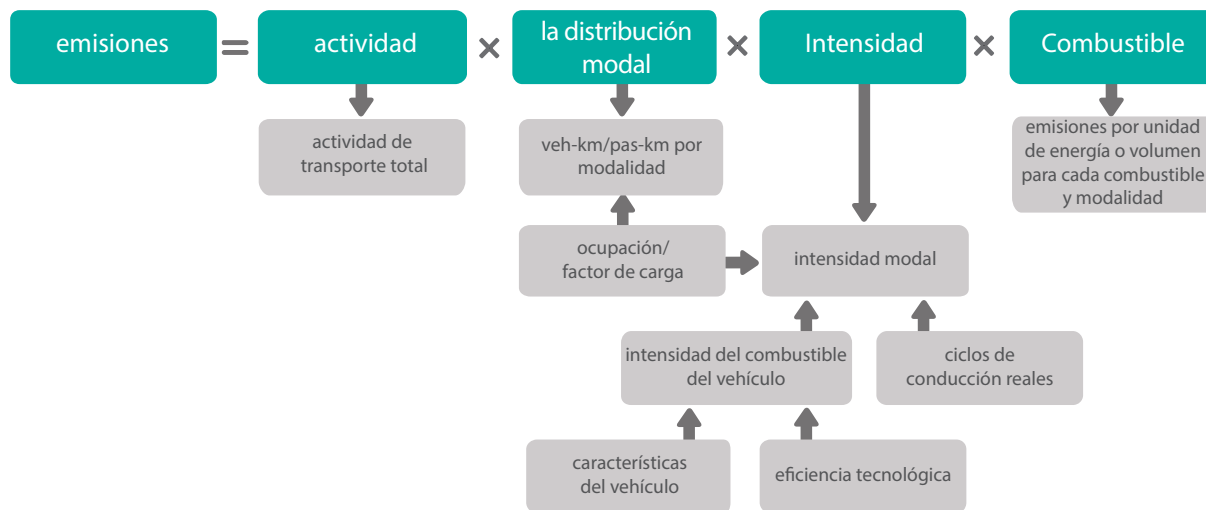
emisiones y planificación de transporte más efectivas. Un inventario riguroso puede utilizar los datos en virtud de cada método para validar los resultados y mejorar la fiabilidad.

La Figura 7.3 muestra qué tipo de actividad de transporte se refleja en cada método. La Tabla 7.3 muestra además cómo asignar estas emisiones de la actividad a los alcances 1, 2 y 3.

Método de ventas de combustible

Este método calcula las emisiones del transporte por carretera en base a la cantidad total de combustible vendido dentro de los límites de la ciudad. En teoría, este método considera al combustible vendido como indicador de la actividad de transporte. Los datos de la actividad sobre el volumen de combustible vendido dentro de los límites de la ciudad se pueden obtener de los distribuidores y/o las instalaciones de abastecimiento de combustible, o recibos de impuestos sobre las ventas de combustible. Si una cifra de ventas de combustible estrictamente dentro del límite no está disponible, los datos aún pueden estar disponibles a escala regional (a través de los distribuidores). Estos datos deben reducirse proporcionalmente, usando datos de propiedad de vehículos u otros factores de escalamiento apropiados. El cálculo de las emisiones de las ventas de combustible requiere que se multipliquen los datos de actividad (cantidad de combustible vendido) por el contenido de GEI del combustible por el gas (CO₂, CH₄, N₂O).

Figura 7.1 Marco de actividad, distribución modal, intensidad, y combustible (ASIF)³⁹



37. Cooper, E., Jiang X., Fong W. K., Schmied M., y GlZ. *Estudio exploratorio sobre el desarrollo de una metodología preferida y Herramienta para estimar emisiones de gases de efecto invernadero del transporte en toda la ciudad*, no publicado, 2013

38. Schipper, L., Fabian, H., & Leather, J. *Transporte y emisiones de dióxido de carbono: Pronósticos, opciones de análisis y evaluación*. 2009.

39. Ibid

Para asignar las ventas totales de combustible por subcategoría de vehículo en carretera, los factores de distribución se pueden determinar en base al registro del vehículo por clase de vehículo (empezando por la matriculación de vehículos dentro de la ciudad; luego, por estado o región; y finalmente, nacionales), encuesta u otros métodos.

Todas las ventas de combustible de los dispensarios de combustible dentro del límite deben contabilizarse en el alcance 1, a pesar de que las compras de combustible se realicen para los viajes transfronterizos. Mantener todas las emisiones de ventas de combustible en el alcance 1 también permite la agregación más eficaz en varias ciudades. Sin embargo, las ciudades pueden realizar encuestas o utilizar otros métodos para asignar las ventas totales de combustible en las emisiones de alcance 1 y alcance 3.

Método de actividad inducida

Este método sirve para cuantificar las emisiones del transporte *inducidas* por la ciudad, incluidos los viajes que comienzan, terminan o se realizan totalmente dentro de la ciudad (excluyendo, por lo general, los viajes de paso). El método se basa en modelos o encuestas para evaluar el número y la duración de todos los viajes en carretera que se producen, tanto transfronterizamente como dentro del límite únicamente. Esto proporciona una cifra de kilómetros recorridos por vehículo (VKT) para cada clase de vehículo identificado. También requiere información sobre la intensidad (o eficiencia) del combustible del vehículo y los factores de emisión de combustible.

Estos modelos son más comunes en ciudades de Estados Unidos⁴⁰, e identifican el *origen* y el *destino* de cada viaje evaluado. Para reflejar la responsabilidad compartida por las dos ciudades que inducen estos viajes, las ciudades pueden utilizar una asignación de *origen-destino* de dos maneras:

1. **Reportar el 50 % de los desplazamientos transfronterizos (y excluyendo los viajes de paso).** De ese 50 %, la porción que se produce dentro de los límites de la ciudad se reporta en el alcance 1, mientras que el porcentaje restante que se produce fuera de los límites se reporta en el alcance 3. Si el 50 % del viaje es plenamente dentro de los límites de la ciudad (por ejemplo, un viaje que simplemente pasa los límites de la ciudad), entonces todo el 50 % debe estar en el alcance 1. Se incluye la totalidad de los viajes dentro del límite, que comienzan y terminan en la misma ciudad, pero los viajes de paso están excluidos del alcance 1, a pesar de que representan el tráfico “dentro del límite” (debido a que no son “inducidos” por el ciudad). Uno de los desafíos de este enfoque es que, debido a las diferencias en los modelos de tráfico, podría haber tramos de un viaje que se producen en los límites de la ciudad, pero que no se reflejan en el alcance 1. Como se muestra en la figura 7.2, la “Sección A” podría

incluir las emisiones dentro del límite que no quedan registradas en el alcance 1. Las ciudades pueden dar a conocer estas omisiones si están identificadas por el modelo. Consulte el Cuadro 7.1 para la aplicación de un modelo de demanda de viajes de una ciudad.

2. Reportar solo los viajes por carretera

salientes. Para simplificar, las ciudades pueden contabilizar solamente los viajes por carretera salientes. En este caso, se contabiliza el 100 % del viaje, con la sección dentro del límite como alcance 1 y la sección fuera del límite como alcance 3.

Cuadro 7.1 Cálculo de emisiones del transporte por carretera basado en un modelo—North Park

La comunidad de Parque Norte en San Diego, California, fue elegida como el área de estudio para probar la metodología para la generación de los datos VKT (millas recorridas por vehículo) de un modelo que requiere de viajes regionales. La Asociación de Gobiernos Regionales de San Diego (SANDAG) desarrolló un método para el uso de software de modelado de tráfico para generar datos de VMT desglosados en tipos de viajes compatibles con el enfoque de origen-destino. Las emisiones provenientes de los viajes con origen y destino final en el área de estudio (interna-interna) se destinarán íntegramente a la ciudad. Las emisiones provenientes de los viajes que tienen un fin de viaje dentro del área de estudio (interno-externo e interno-externo) se asignan a la ciudad en un 50 %. Los viajes que pasan por la ciudad (externo-externo) se excluyeron del análisis.⁴¹

Método geográfico o territorial

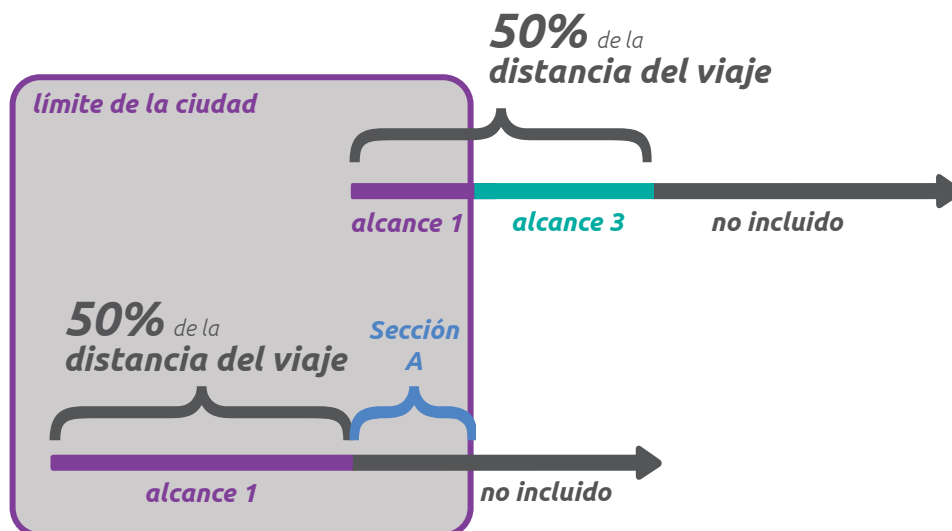
Este método cuantifica las emisiones provenientes de la actividad de transporte que se producen exclusivamente dentro de las ciudades, independientemente del origen o destino del viaje. Algunos modelos de demanda de tráfico europeos ⁴²cuantifican estas emisiones principalmente para las estimaciones de contaminación atmosférica locales o fijación de los precios de tráfico, pero las emisiones de GEI pueden ser cuantificadas en base al mismo modelo ASIF, limitando el VKT a los viajes en la ciudad.

41. Para obtener más información, consulte el documento técnico “Cálculo de millas recorridas por vehículo utilizando el Modelo de demanda de viaje regional de SANDAG” [pdf]: http://www.sandag.org/uploads/publicationid/publicationid_1795_16802.pdf

42. Ibid Schipper, L., Fabian, H., & Leather, J. *Transporte y emisiones de dióxido de carbono: Pronósticos, opciones de análisis y evaluación*. 2009.

40. Ibid

Figura 7.2 Asignación de actividad inducida



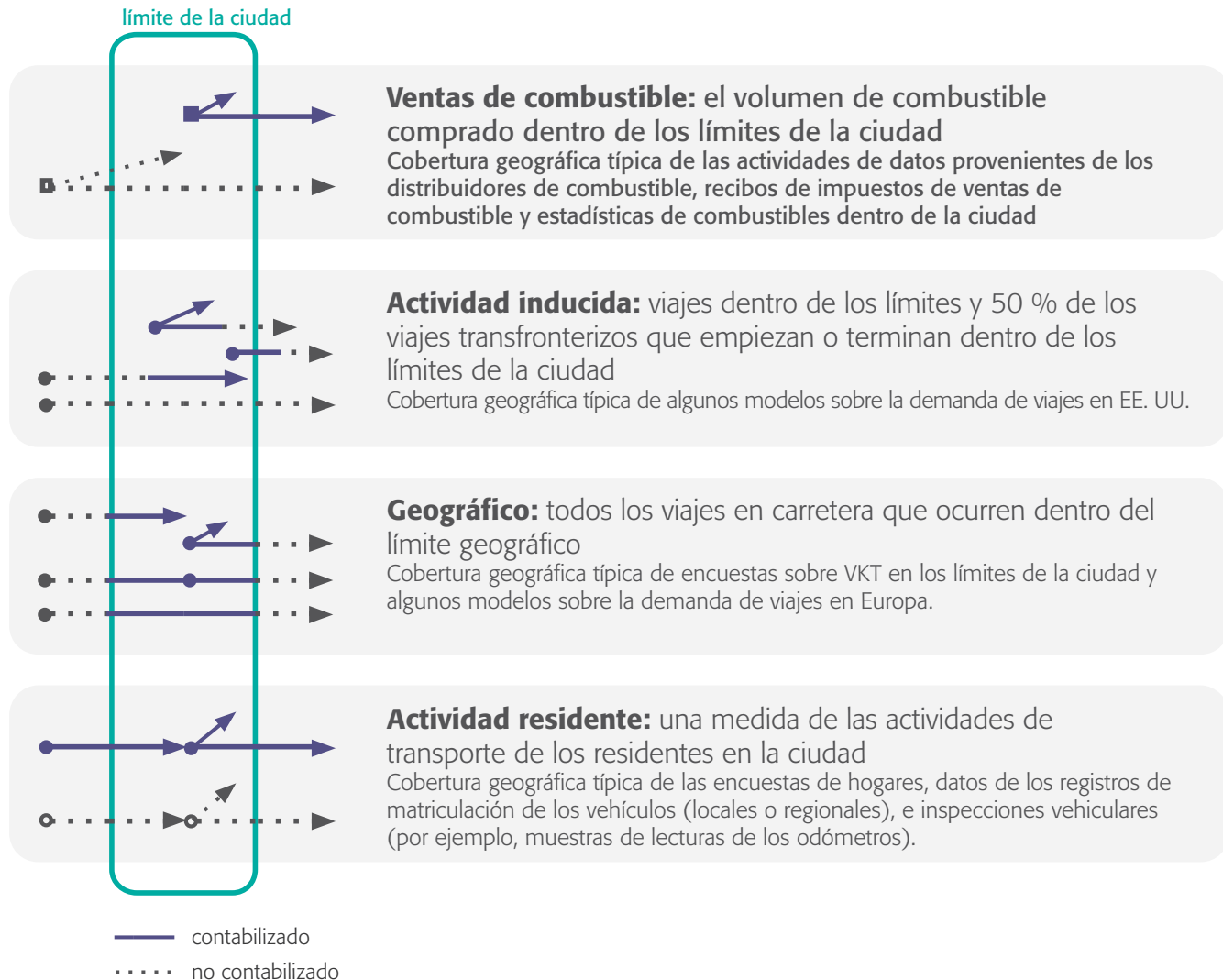
Este modelo se adapta a las emisiones de alcance 1, ya que se incluye el transporte dentro del límite. Aunque ningún viaje fuera del límite es evaluado o cuantificado, las encuestas adicionales podrían combinarse con el fin de reportar las emisiones de alcance 3 como la porción de tránsito fuera del límite.

Método de actividad residente

Este método cuantifica las emisiones provenientes de la actividad de transporte llevadas a cabo solo por residentes de la ciudad. Se requiere información sobre VKT residente, a partir de los registros de matriculación de vehículos y las encuestas en los viajes de residentes. Si bien este tipo de encuestas puede ser más manejable y rentable que los modelos de tráfico, su limitación en la actividad residente pasa por alto el impacto del tráfico no residente en la ciudad por las personas que entran a la ciudad a realizar distintas actividades, turistas, proveedores de logística, y otros viajeros. En este caso, un inventario podría aplicar el método de la asignación de origen-destino para asignar las emisiones provenientes de los viajes de residentes sobre el alcance 1 y 3.



Figura 7.3 Límites del sistema metodológico



7.3.2 Cómo seleccionar las metodologías de cálculo de transporte por carretera

Para determinar cuáles son las metodologías a utilizar para el transporte en carretera, las ciudades deben primero consultar cualquiera de los modelos de transporte desarrollados por los planificadores de transporte de la ciudad. En ausencia de un modelo de transporte, las ciudades pueden utilizar el método de ventas de combustible.

La escala de las diferencias en los resultados de emisión basada en estos métodos puede ser significativa. Las ciudades deben decidir qué metodología y límites utilizar en base a la calidad y disponibilidad de los datos, las

prácticas regionales y las metas del inventario. Por ejemplo, las ventas de combustible pueden ser más exactas para mostrar las reducciones generales en el consumo de combustible, mientras que los modelos y las encuestas pueden brindar información detallada sobre cómo los sectores específicos de transporte están evolucionando y ayudan a priorizar las medidas de mitigación. Consulte la Tabla 7.3 para una comparación de estos métodos. Las ciudades deben buscar métodos sistemáticos a lo largo del tiempo o documentar cuando los métodos han cambiado (consulte el recalcado de año base en el Capítulo 11).

Tabla 7.2 Tipos de límites y asignación de alcances

Método	Principio de asignación	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
Método de venta de combustible	No es aplicable a menos que se tomen medidas adicionales	Todas las emisiones provenientes de combustible vendido dentro de los límites	Cualquier estación de carga eléctrica en los límites de la ciudad	No es aplicable a menos que las ventas de combustible estén repartidas entre el alcance 1 y 3 mediante el método especificado
Actividad inducida en la ciudad (por ejemplo, modelos de demanda de Estados Unidos)	Origen-Destino	Viajes dentro de los límites y porción dentro del límite del 50 % de los viajes transfronterizos (excluidos los viajes de paso)		Porción fuera del límite del 50 % del viaje transfronterizo
		Viajes dentro de los límites y porción dentro del límite de todos los viajes transfronterizos que parten de la ciudad (excluidos los viajes de paso)		Porción fuera de la frontera de todos los viajes transfronterizos de salida
Geográfica/territorial (por ejemplo, modelos de demanda de Europa)	No aplicable	Todo el tráfico que ocurre dentro de los límites de la ciudad, independientemente de su origen o destino		No es aplicable a menos que tomen medidas adicionales
Actividades de los residentes	Opciones	Cualquier actividad residente es totalmente de alcance 1, o use el principio de origen-destino		N/A u origen-destino utilizado

Tabla 7.3 Comparación de las metodologías ascendente y descendente para el transporte por carretera

Metodología	Ventajas	Desventajas
Ventas de combustible	<ul style="list-style-type: none"> Más consistente con las prácticas nacionales de inventario Bien adaptada a la agregación con otros inventarios de transporte de otra ciudad si todo el combustible que se vende en los límites se clasifica como alcance 1. Menos costosa Requiere menos tiempo para llevarse a cabo No requiere alto nivel de capacidad técnica 	<ul style="list-style-type: none"> No registra todos los viajes por carretera, ya que los vehículos pueden ser alimentados en lugares fuera de los límites de la ciudad, pero conducidos dentro de la ciudad No desagrega las razones de las emisiones de viaje, por ejemplo, origen, destino, cambios en la eficiencia del vehículo, cambio modal, etc. No demuestra exhaustivamente el potencial de mitigación No permite la asignación de emisiones por alcance (a menos que se tomen medidas adicionales)
Basado en el modelo VKT y (actividad inducida, territorial, actividad residente) basado en el modelo	<ul style="list-style-type: none"> Puede generar datos detallados y más viables para la planificación del transporte Se integra mejor con los modelos de transporte de la ciudad ya existentes y los procesos de planificación 	<ul style="list-style-type: none"> Más costoso, largo, y menos comparable entre las ciudades debido a la variación en los modelos utilizados

7.3.3 Cambios de los métodos de transporte a través del tiempo

Con el tiempo, las ciudades pueden ser capaces de obtener datos más precisos o relevantes mediante nuevas tecnologías, métodos o modelos. A medida que nuevos medios para mejorar la precisión de los datos de actividad y los factores de emisión están disponibles, las ciudades pueden cambiar la metodología en el inventario y deben indicar claramente el método utilizado.

El cambio de metodologías puede plantear desafíos para las ciudades que utilizan los resultados de los inventarios de año base para efectuar el seguimiento del progreso hacia la implementación de las metas. Las ciudades deben seguir los procedimientos de recálculo del año base descritos en el Capítulo 11, que da a conocer el motivo para el recálculo. Por otro lado, si no es posible desarrollar el recálculo de las emisiones del año base debido a las limitaciones de los datos históricos o limitaciones en el modelado, las ciudades pueden seguir reportando las emisiones del transporte a lo largo del tiempo con los métodos utilizados en el año base.

7.4 Cálculo de las emisiones del transporte ferroviario

Los ferrocarriles se pueden utilizar para el transporte de personas y mercancías, y son accionados por una locomotora, que normalmente utiliza energía mediante la quema de combustibles diésel o electricidad (conocida como tracción eléctrica). El tránsito ferroviario puede ser dividido en cuatro subcategorías, como se muestra con ejemplos de la Tabla 7.4. Cada uno puede ser clasificado como pasajero o mercancía.

El principio de asignación para el ferrocarril en general refleja una evaluación de “actividad inducida”, pero reporta todos los viajes de ferrocarril en la ciudad como alcance 1, mientras que la porción de fuera del límite de los trayectos ferroviarios transfronterizos se puede distribuir sobre la base de los pasajeros o mercancías de la ciudad.

7.4.1 Cálculo de las emisiones de alcance 1

Las emisiones de alcance 1 incluyen las emisiones provenientes de la quema directa de combustibles fósiles generadas durante la duración del tránsito ferroviario dentro de los límites de la ciudad en las líneas ferroviarias que tienen paradas en los límites de la ciudad. Sobre la base de los datos disponibles y las circunstancias locales, las ciudades pueden incluir u omitir las emisiones provenientes de los viajes en tren de paso que no se detienen en los límites de la ciudad. Cualquiera que sea el caso, las ciudades deberán informar de forma transparente el método adoptado para la estimación de las emisiones del ferrocarril e indicar si cubre el tránsito ferroviario de paso.

La quema de combustible del ferrocarril es normalmente diésel, pero también se puede utilizar gas natural o carbón,

Tabla 7.4 Tipos de transporte ferroviario

Tipo de ferrocarril	Ejemplos
Sistemas urbanos de tren/metro	Sistema de transporte de Tokio
Transporte ferroviario suburbano regional (interurbano)	Sistemas de metro/tren de Tokio que se conectan a las ciudades adyacentes como Yokohama, Tsukuba, y Chiba
Ferrocarril nacional	Sistema ferroviario nacional de Japón operado por Japanese Rail
Sistemas ferroviarios internacionales	Sistemas de ferrocarril Trans-Europa como Eurostar

o incluir el gas natural comprimido (GNC) o los biocombustibles.⁴³ Las ciudades deben obtener datos de consumo de combustible por porción de los operadores de ferrocarril por tipos de combustible y por aplicación (por ejemplo, el sistema de transporte, carga, etc.) de la distancia recorrida dentro de los límites de la ciudad (alcance 1) y la extensión de las líneas de fuera de la ciudad (consulte el alcance 3).

Cuando los datos detallados de la actividad no están disponibles, las ciudades también pueden realizar lo siguiente:

- Utilizar las consultas o encuestas de empresas ferroviarias
 - Encuestar a las compañías ferroviarias por el consumo real de combustible y las cantidades de mercancías o personas trasladadas (controlador de movimiento).
 - Calcular el consumo real de combustible por tonelada de carga y/o por persona (por ejemplo, galones de diésel por persona).
- Ampliar los datos de actividad de transporte incompletos (por ejemplo, toneladas de carga y/o circulación de personas). La actividad total de la ciudad se puede determinar a través de estadísticas locales, estatales o nacionales o agencias de transporte de la ciudad.
- Reducir el consumo de combustible en el sistema de transporte regional en base a:
 - Población atendida por el modelo de la región y la población de la ciudad, para obtener un número dentro del límite.
 - Proporción de millas del servicio de tránsito de cobro servida por la región (utilizar los datos sobre las paradas programadas y la longitud de la vía férrea) y el número de millas que se encuentra dentro de los límites geopolíticos de la ciudad.
- Disminuir el consumo de combustible de los ferrocarriles nacionales en base a la población de la ciudad u otros indicadores.

43. Las locomotoras Diesel también consumen aceites lubricantes, cuyas emisiones están incluidas en IPPU.

7.4.2 Cálculo de las emisiones de alcance 2

La electricidad suministrada en red utilizada para abastecer los sistemas de transporte ferroviarios se contabiliza en los puntos de suministro (donde se suministra electricidad al sistema ferroviario), independientemente del origen o destino del viaje. Por lo tanto, toda electricidad cobrada para los viajes en vehículo ferroviario dentro de los límites de la ciudad se contabilizará según las emisiones de alcance 2. Las ciudades pueden buscar estos datos del operador ferroviario, proveedor de servicios públicos, o estadísticas regionales o nacionales reducidas.

7.4.3 Cálculo de las emisiones de alcance 3

Las emisiones ferroviarias transfronterizas (ya sea de la quema directa de combustible o la electricidad suministrada en red cargada fuera de la ciudad) se pueden asignar en función del tipo de servicio ferroviario y la distribución geográfica. Por ejemplo:

- Para los sistemas de transporte urbano, las líneas pueden extenderse fuera de los límites de la ciudad hasta los suburbios dentro de un rango geográfico del área metropolitana. En este caso, todas las emisiones fuera de límite se pueden registrar en el alcance 3.
- Para los viajes ferroviarios interurbanos, nacionales o internacionales, una ciudad puede asignar en base a:
 - Viajes de residentes, cuando el número de habitantes de la ciudad que desembarcan en cada parada fuera del límite (en relación con el total de los pasajeros en las paradas fuera del límite) se puede utilizar para reducir proporcionalmente las emisiones totales de las paradas fuera del límite. Las ciudades pueden determinar esto en base a encuestas.
 - La cantidad (peso o volumen) de carga, cuando la cantidad de carga procedente de la ciudad (en

relación con el total de la carga en las paradas fuera del límite) se puede utilizar para reducir proporcionalmente las emisiones totales de las paradas fuera del límite.

7.5 Cálculo de las emisiones de la navegación marítima, fluvial y lacustre

El transporte marítimo incluye buques, transbordadores y otras embarcaciones que operan dentro de los límites de la ciudad, así como buques de navegación marítima cuyos viajes se originan o terminan en los puertos dentro de los límites de la ciudad pero que viajan a destinos fuera de la ciudad. Mientras que el transporte marítimo puede ser una fuente importante de emisiones a nivel mundial, la mayoría de las emisiones se producen durante los viajes oceánicos fuera de los límites de una ciudad portuaria.

Las Pautas del IPCC permiten la exclusión de la navegación marítima, fluvial y lacustre, y el transporte aéreo internacional, pero estos viajes y las emisiones asociadas pueden ser útiles para que una ciudad comprenda el impacto total de la conexión de tránsito a través de la ciudad. El GPC requiere que el transporte marítimo que se produce totalmente dentro de una ciudad se reporte en el alcance 1 para BASICO, mientras que las emisiones de todos los buques que salen de viaje interurbano/nacional/internacional deberán reportarse en el alcance 3 bajo BASICO+.



7.5.1 Cálculo de las emisiones de alcance 1

El Alcance 1 incluye las emisiones provenientes de la quema directa de combustibles fósiles para todos los viajes que se originan y terminan dentro de los límites de la ciudad. Esto incluye todos los viajes fluviales dentro de los límites de la ciudad, así como los transbordadores y embarcaciones marinas que viajan entre puertos marítimos dentro de los límites de la ciudad (incluidos los transbordadores de turismo que salen y regresan al mismo puerto dentro de los límites de la ciudad). Para el cálculo de las emisiones de alcance 1, las ciudades pueden realizar lo siguiente:

- Obtener estimaciones reales de ventas de combustible totales de los combustibles cargados en buques marinos consultados por empresas de transporte, proveedores de combustible (por ejemplo, cantidad de combustible suministrado a las instalaciones portuarias), autoridades marítimas o portuarias individuales, separadas por escala geográfica de la actividad.
 - Cuando se usa una encuesta de muestreo representativo, identificar al controlador de la actividad en el sitio de la muestra (por ejemplo, toneladas de carga o el número de personas), y usar la información del controlador para aumentar proporcionalmente los datos de la actividad a la escala de la ciudad.
 - La actividad total de la ciudad se puede determinar a través de estadísticas locales, estatales o nacionales o agencias de transporte de la ciudad.
- Estimar las distancias recorridas y el consumo de combustible resultante.
 - Utilizar los horarios de desplazamiento del transbordador para calcular las distancias recorridas.
 - Utilizar las cifras de consumo de combustible para barcos.
- Disminuir los datos a nivel nacional usando los factores de escalamiento apropiados.
 - Los datos nacionales de navegación marítima se pueden encontrar a través de agencias de administración marítima (marina) nacionales.

7.5.2 Cálculo de las emisiones de alcance 2

El Alcance 2 incluye las emisiones provenientes de cualquier energía suministrada en red que los buques de navegación marítima compran y consumen, por lo general, en los muelles, bahías o puertos (esto debe distinguirse del consumo de electricidad en otras estructuras portuarias fijas, tal como un puerto deportivo). Las ciudades deben buscar los datos de los operadores portuarios sobre el consumo del tanque de agua.

7.5.3 Cálculo de las emisiones de alcance 3

En este caso, el Alcance 3 cubre las emisiones provenientes de viajes transfronterizos salientes propulsados por la quema directa de combustible, distribuidos para cubrir esos viajes de salida que son atribuibles a la ciudad. Las ciudades pueden estimar la proporción de pasajeros y de carga que

viajan desde la ciudad, mediante los registros oficiales, los manifiestos o las encuestas para determinar la distribución. Las emisiones de los viajes transfronterizos pueden calcularse en base a:

- VKT, o la distancia cubierta desde el puerto dentro de la ciudad hasta el próximo destino
- Quema de combustible, la cuantificación de la quema del combustible cargado en las estaciones dentro de los límites de la ciudad

Las ciudades deben documentar con transparencia los métodos utilizados en los informes de inventario.

7.6 Cálculo de las emisiones de aviación

La aviación civil, o los viajes aéreos, incluye las emisiones provenientes de los viajes en el aire que se producen dentro de los límites geográficos (por ejemplo, los helicópteros que operan dentro de la ciudad) y las emisiones provenientes de los vuelos que salen de aeropuertos que brindan servicios a la ciudad. Una cantidad significativa de las emisiones asociadas con el transporte aéreo se produce fuera de los límites de la ciudad. Los aeropuertos ubicados dentro de una ciudad, o bajo la jurisdicción local, por lo general brindan servicios a la región más amplia que existe en la ciudad. Estas complejidades hacen que las emisiones de la aviación sean difíciles de contabilizar y asignar correctamente. Para simplificar, el alcance 3 incluye todas las emisiones de los vuelos salientes. Las ciudades pueden reportar solo la porción de las emisiones de aviación de alcance 3 producidas por los viajeros que salen de la ciudad. Esto se ajusta al modelo de origen y destino descrito con el método de actividad inducida en la Sección 7.3.1. Las ciudades deben documentar con transparencia los métodos utilizados en los informes de inventario.

Las ciudades también deben desglosar los datos entre los vuelos nacionales e internacionales para mejorar la integración con los inventarios nacionales de GEI.⁴⁴ A menudo, la separación de datos entre la aviación dentro del límite (alcance 1), nacional e internacional puede ser difícil de obtener. La clasificación de los aeropuertos debe indicar si los aeropuertos brindan servicios locales, nacionales o internacionales.

44. Los datos de uso de combustible se desglosan de los viajes nacionales e internacionales como un requisito para el reporte de UNFCCC/IPCC. Según las *Pautas del IPCC de 2006*, se requiere que los gobiernos nacionales calculen la navegación marítima, fluvial y lacustre, y los viajes de aviación domésticos (viajes que se producen dentro de los límites geopolíticos de los países), mientras que los viajes internacionales se designan como opcionales.

7.6.1 Cálculo de las emisiones de alcance 1

El Alcance 1 incluye las emisiones provenientes de la quema directa de combustible de los viajes de aviación que salen y aterrizan dentro de los límites de la ciudad (por ejemplo, helicóptero, avioneta, turismo y vuelos de entrenamiento locales). La metodología para la cuantificación de las emisiones de la aviación es similar a la metodología prevista para la navegación marítima, fluvial y lacustre en la Sección 7.5:

- Obtener datos de actividad en forma de estimaciones reales de ventas de combustible total del combustible cargado en la aeronave mediante la consulta a las autoridades de los aeropuertos, de las líneas aéreas o portuarias.
 - Cuando no están disponibles los datos reales para todos los aeropuertos, utilizar una encuesta de una muestra de aeropuertos. Identificar al controlador de la actividad en el sitio de la muestra (por ejemplo carga o circulación de pasajeros), y usar la información del controlador para ampliar proporcionalmente los datos de la actividad a escala de la ciudad.
 - La actividad total de la ciudad se puede determinar a través de estadísticas locales, estatales o nacionales o agencias de transporte de la ciudad.
- Cuando los datos de aviación de la ciudad no están disponibles, se debe realizar lo siguiente:
 - Encuestar a las compañías de helicópteros y compañías aéreas locales para obtener datos de consumo de combustible.
 - Estimar otro uso de la aviación local a través de la información sobre horarios y las estimaciones de consumo de combustible.
- Por otro lado, reducir los datos a nivel nacional usando la población o el PIB per cápita.
 - Los datos nacionales de aviación se pueden encontrar a través de organismos de administración de aviación nacionales (por ejemplo, Administración Federal de Aviación [FAA] de los EE. UU.).
- Aplicar los factores de emisión, que pueden desglosarse según la tecnología y el tipo de combustible (por lo general, proporcionada por las agencias medioambientales nacionales o las instituciones de investigación), o usar los factores de emisión del IPCC predeterminados.⁴⁵

7.6.2 Cálculo de las emisiones de alcance 2

El Alcance 2 incluye cualquier energía suministrada en red consumida por los aviones de carga en los aeropuertos.⁴⁶ Cualquier energía suministrada en red consumida en las instalaciones del aeropuerto debe ser incluida dentro de *Energía estacionaria* (instalaciones institucionales o comerciales).

7.6.3 Cálculo de las emisiones de alcance 3

El Alcance 3 incluye las emisiones provenientes de los vuelos de salida en los aeropuertos que brindan servicios

a la ciudad, ya sea que el aeropuerto se encuentre dentro del límite geográfico o fuera de él. Las ciudades deben identificar los tipos de combustibles que se consumen en los viajes de aviación de salida, la cantidad (volumen o energía) de cada tipo de combustible consumido por el avión asociado con estos vuelos, y si los viajes son nacionales o internacionales.

La cuantificación sigue el mismo procedimiento descrito en el punto 7.6.1. Los recursos adicionales para la obtención de los datos de actividad incluyen las oficinas de estadística o las agencias de transporte, los registros de los aeropuertos, los registros de control de tráfico aéreo o los registros oficiales, o los horarios de tránsito aéreo publicados.

La ciudad solo puede reportar las emisiones de los vuelos de salida que son atribuibles a la ciudad mediante la estimación de la proporción de los pasajeros que viajan desde la ciudad, usando datos de vuelo o encuestas de la aerolínea para determinar la asignación. Las ciudades deben documentar con transparencia los métodos utilizados en el reporte de inventario.

7.7 Cálculo de las emisiones en el transporte fuera de carretera

Los vehículos todoterreno son aquellos diseñados o adaptados para el recorrido en terrenos sin pavimentar. Por lo general, esta categoría incluye vehículos todoterreno, equipos de jardinería y de construcción, tractores, excavadoras, vehículos anfibios, vehículos para la nieve y otros vehículos recreativos todoterreno. A los efectos del GPC, solo se incluyen las emisiones de las actividades de la ciudad (alcance 1 y alcance 2).

Las ciudades reportarán únicamente bajo las emisiones del subsector de *transporte fuera de carretera* provenientes de las actividades de transporte fuera de carretera dentro de los recintos de instalaciones de transporte como aeropuertos, puertos, terminales de autobuses y estaciones de tren. Otras actividades de transporte fuera de carretera dentro de las instalaciones industriales y terrenos de construcción, granjas agrícolas, bosques, granjas de acuicultura e instalaciones militares, se reportan bajo *Energía estacionaria* (consulte la Tabla 6.5 Descripción general de orientación sobre el reporte de las actividades de transporte fuera de carretera para la orientación sobre la clasificación de estas emisiones).

Todas las emisiones de GEI provenientes de la quema de combustibles de vehículos todoterreno dentro de los límites de la ciudad se reportarán bajo el alcance 1. Las emisiones provenientes de la generación de electricidad suministrada

45. Los factores de emisión del IPCC predeterminados se pueden encontrar en el Volumen 2 Energía; Capítulo 3 Combustión móvil; Sección 3.6 Aviación civil; CO₂ Tabla 3.6.4 y CH₄ y N₂O Tabla 3.6.5. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2

46. Alimentación eléctrica fija de tierra suministrada en red proporcionada por el aeropuerto.

Cuadro 7.2 Reporte de emisiones provenientes de centros de transporte regionales—Londres⁴⁷

Londres, Reino Unido, es un importante centro de transporte internacional. Tiene dos aeropuertos internacionales ubicados dentro de los límites de la ciudad (Londres Heathrow y London City) y cuatro aeropuertos internacionales ubicados fuera de los límites de la ciudad (Londres-Gatwick, Londres Luton, Londres Stansted y Londres Southend).

Para el cálculo de las emisiones de GEI provenientes del transporte aéreo transfronterizo, la distancia recorrida por las aeronaves de salida desde estos aeropuertos se destina a Londres basada en el porcentaje de los viajes aéreos en cada aeropuerto que brinda servicio a la ciudad, es decir, aquellos vuelos utilizados por los residentes, trabajadores y visitantes. Este último se obtiene a partir de una encuesta realizada por la Autoridad de Aviación Civil del Reino Unido (UK Civil Aviation Authority) en los patrones de origen/destino de los pasajeros que terminan en los principales aeropuertos del Reino Unido. Este estudio sugiere que los aeropuertos más alejados también brindan servicios a Londres, pero en un grado muy limitado y por lo tanto no se incluyen en los cálculos.



en red utilizada para accionar los vehículos todoterreno se reportarán bajo el alcance 2.

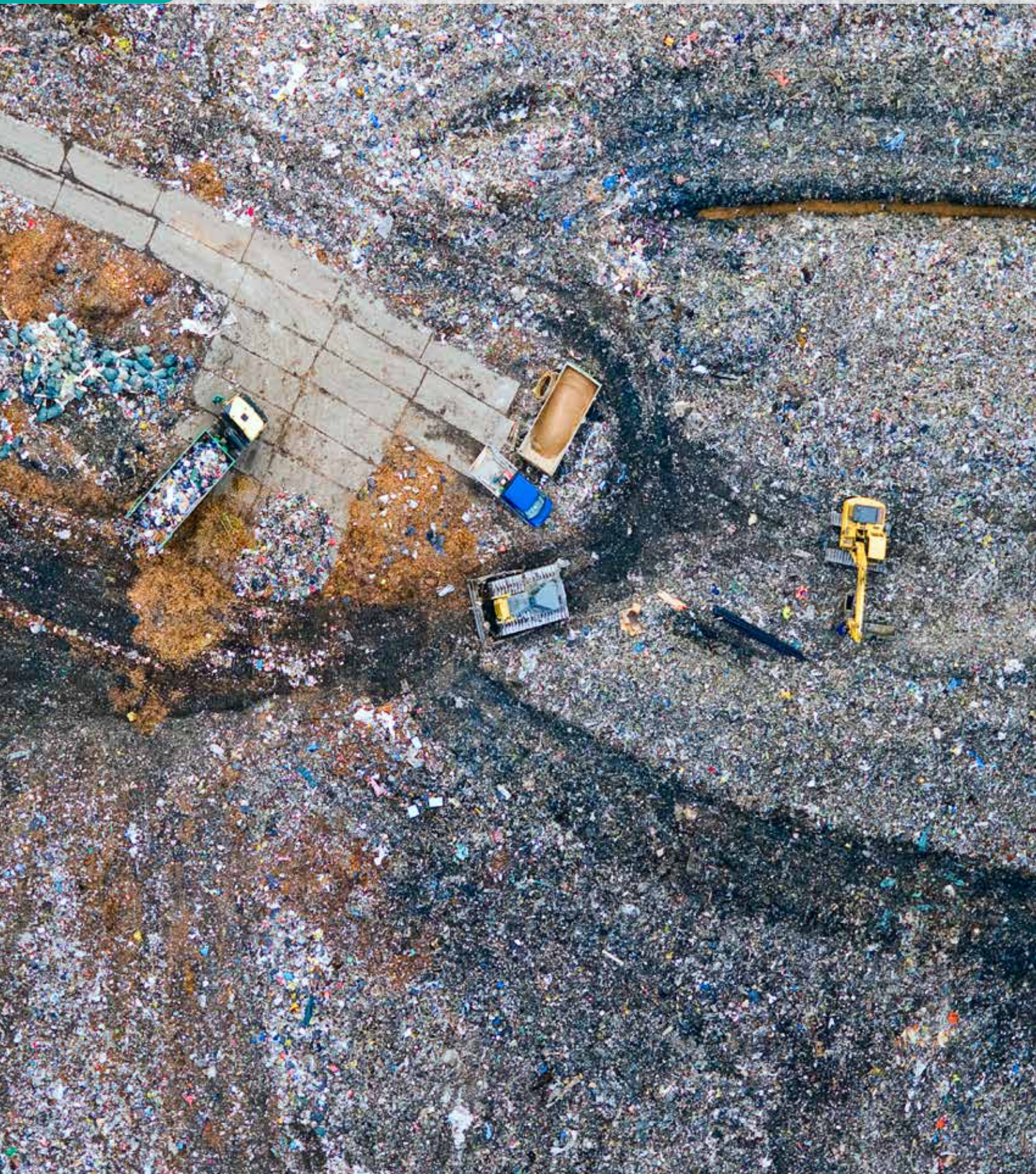
Los datos de actividad ascendentes exhaustivos sobre los vehículos todoterreno no suelen estar disponibles, y, por

lo general, los métodos alternativos son necesarios para estimar las emisiones dentro de esta categoría. Algunas opciones incluyen:

- Realización de una encuesta:
 - Asegúrese de incluir los hogares, la construcción y las empresas pertinentes para registrar la jardinería, el paisajismo, la construcción y el equipamiento recreativo.
 - En general, utilice la población atendida por la encuesta para modificar la escala de la ciudad. Más específicamente, englobe la escala de subsectores para obtener una mayor precisión:
 - Los permisos de construcción atendidos por la encuesta para modificar la escala de los permisos totales emitidos para la ciudad
 - Número de hogares (o población) atendidos por la encuesta para escalar el total de hogares (o población)
- Uso del software modelado fuera de carretera nacional (o regional, si está disponible):
 - Requiere las entradas de número de motores y los tipos de tecnología:
- Poblaciones del motor
 - Horas anuales de uso (se puede estimar, en base a las características de la ciudad)
 - Potencia nominal (derivada de los tipos de vehículos todoterreno)
 - EPA de EE. UU. tiene una herramienta que se puede utilizar para este propósito, NONROAD 2005:
 - Disponible en el sitio web de EPA de EE. UU.: www.epa.gov/otaq/nonrdmdl.htm
- Reducir el consumo de combustible de móviles todoterreno nacional en función de la proporción de población.



47. Fuente: BSI (2014) Aplicación de la norma PAS 2070 - Londres, Reino Unido: Evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero de una ciudad. http://shop.bsigroup.com/upload/PAS2070_case_study_bookmarked.pdf



Las ciudades producen residuos sólidos y aguas residuales (denominados en conjunto “residuos”) que pueden ser dispuestos y/o tratados en las instalaciones dentro de los límites de la ciudad, o transportados a otras ciudades para su tratamiento. La disposición y el tratamiento de residuos producen emisiones de GEI a través de la descomposición aeróbica o anaeróbica, o la incineración.

Requisitos de este capítulo:

Para el nivel BÁSICO:

Las ciudades deberán reportar todas las emisiones de GEI procedentes de la disposición o tratamiento de los residuos generados dentro de los límites de la ciudad, ya sean tratados dentro o fuera de los límites de la ciudad.

Las emisiones provenientes de los residuos importados de fuera de la ciudad, pero tratados dentro de la ciudad serán excluidas de los totales de los niveles BÁSICO/BÁSICO+. Estas emisiones aún se reportarán en el total de emisiones de alcance 1.

8.1 Clasificación de emisiones de residuos y aguas residuales

Los residuos sólidos y las aguas residuales pueden ser generados y tratados dentro de los límites de la misma ciudad, o en diferentes ciudades. A efectos de contabilidad, se aplican las siguientes reglas:

Alcance 1: Emisiones provenientes de los residuos tratados dentro de la ciudad

Incluye todas las emisiones de GEI provenientes del tratamiento y la disposición de residuos, dentro de los límites de la ciudad, independientemente de si el residuo es generado dentro o fuera de los límites de la ciudad. Solo las emisiones de GEI provenientes de los residuos generados por la ciudad se reportarán bajo BÁSICO/BÁSICO+. Las emisiones de GEI provenientes de los residuos importados se reportarán como de alcance 1, pero no se añadirán a los totales de BÁSICO/BÁSICO+.

Alcance 2: No aplicable

Todas las emisiones provenientes del uso de electricidad suministrada en red en las instalaciones de tratamiento de residuos, dentro de los límites de la ciudad, se reportarán bajo el alcance 2 en *Energía estacionaria*, edificios e instalaciones *comerciales e institucionales* (1.2.2).

Alcance 3: Emisiones provenientes de los residuos generados por la ciudad pero tratados fuera de la ciudad

Esto incluye todas las emisiones de GEI provenientes del tratamiento de los residuos generados por la ciudad pero tratados en una instalación fuera de los límites de la ciudad.

La figura 8.1 muestra las consideraciones de los límites para las fuentes de emisión en el sector *Residuos*. En esta figura, el borde azul representa el límite geográfico de la ciudad y:

- **A** muestra los residuos generados fuera de los límites de la ciudad y tratados dentro de los límites
- **B** muestra los residuos generados y tratados dentro de los límites de la ciudad
- **C** muestra los residuos generados dentro de los límites y tratados fuera del límite

Con base en lo anterior, el requisito para el reporte para el sector *Residuos* es el siguiente:

- Emisiones de alcance 1 = emisiones provenientes de **A+B** (todas las emisiones generadas dentro de los límites de la ciudad)
- Emisiones de alcance 3 = emisiones provenientes de **C**
- Emisiones reportadas para BÁSICO Y BÁSICO+ = emisiones provenientes de **B+C** (todas las emisiones resultantes de los residuos generados por la ciudad)



Las fuentes de emisión de residuos y sus clasificaciones de alcance se resumen en la Tabla 8.1.

Figura 8.1 Límites para residuos importados y exportados

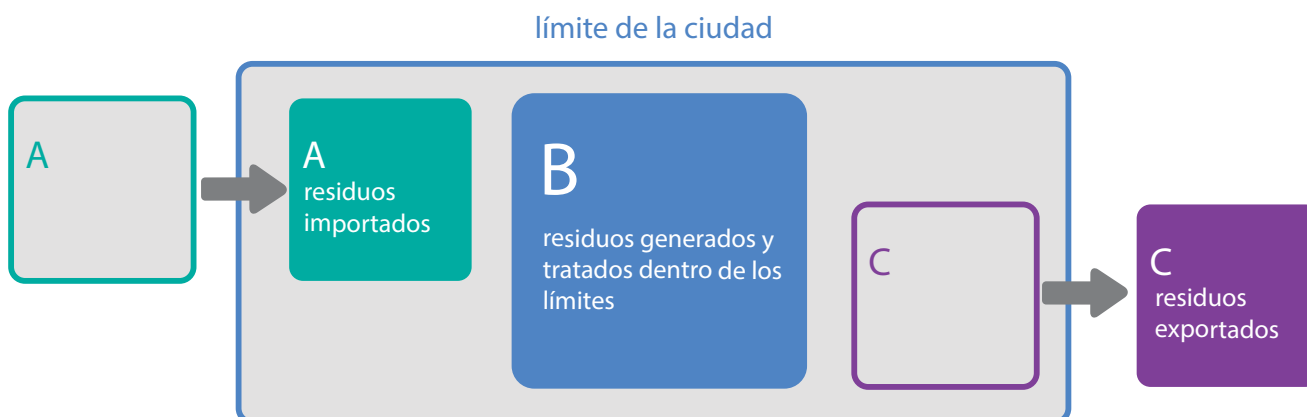


Tabla 8.1 Descripción general de residuos

Fuente de emisión de GEI	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
RESIDUOS	Emisiones provenientes del tratamiento de residuos dentro del límite		Emisiones provenientes de los residuos generados en la ciudad, pero tratados fuera de los límites
Residuos sólidos generados en la ciudad que son dispuestos en vertederos o basurales a cielo abierto	III.1.1		III.1.2
<i>Residuos sólidos generados fuera de la ciudad que son dispuestos en vertederos o basurales a cielo abierto</i>	III.1.3		
Residuos sólidos generados en la ciudad que son tratados biológicamente	III.2.1		III.2.2
<i>Residuos sólidos generados fuera de la ciudad que son tratados biológicamente</i>	III.2.3		
Residuos sólidos generados en la ciudad que se incineran o se queman a cielo abierto	III.3.1		III.3.2
<i>Residuos sólidos generados fuera de la ciudad que se incineran o se queman a cielo abierto</i>	III.3.3		
Aguas residuales generadas en la ciudad	III.4.1		III.4.2
<i>Aguas residuales generadas fuera de la ciudad</i>	III.4.3		

- Fuentes necesarias para el reporte de nivel BÁSICO ● Fuentes necesarias para el territorio total, pero no para el reporte de nivel BÁSICO/BÁSICO+(en cursiva)
- + ● Fuentes requeridas para el reporte del nivel BÁSICO+ ● Emisiones No aplicables

8.2 Definición de los tipos de residuos sólidos y procedimientos de cálculo generales

En este capítulo se proporciona a los gobiernos municipales una guía de cuantificación para estimar el CO₂, CH₄ y N₂O provenientes de las siguientes actividades de gestión de residuos:

1. Disposición de desechos sólidos en vertederos⁴⁸ o basurales, incluida la eliminación en un sitio no regulado, la eliminación en un vertedero regulado o la eliminación en un vertedero sanitario
2. Tratamiento biológico de residuos sólidos
3. Incineración y quema a cielo abierto
4. Tratamiento y vertido de aguas residuales

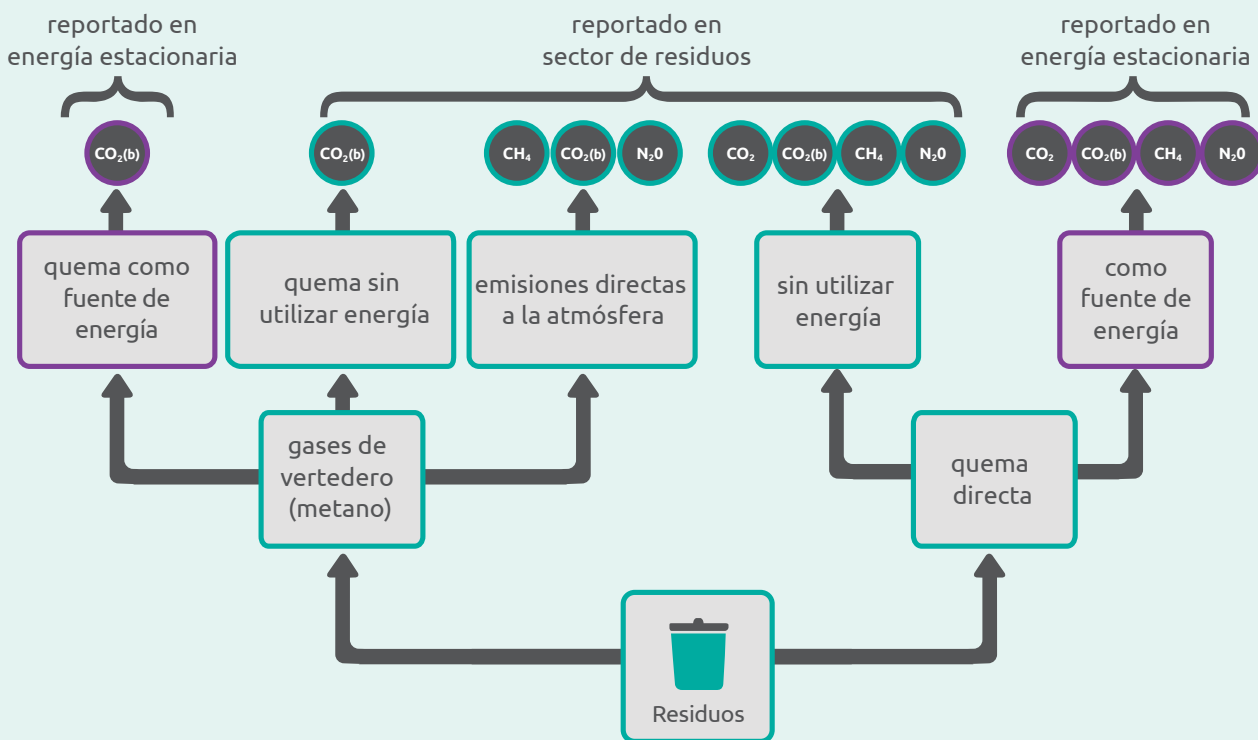
48. En muchas ciudades, una parte de los residuos sólidos que se genera no se trata formalmente por la ciudad y termina en basurales a cielo abierto o en otros sitios no regulados. El término “vertedero” se utiliza como forma abreviada de los lugares de eliminación de desechos sólidos regulados y no regulados. Del mismo modo, los residuos pueden ser incinerados en instalaciones de incineración formales, así como en sitios informales de quema a cielo abierto. Como se describe en las Secciones 8.3 a 8.5, las ciudades primero deben calcular las emisiones provenientes de los sitios de eliminación, tratamiento o incineración regulados, y documentar por separado las emisiones de los vertederos no regulados.

8.2.1 Definición de los tipos de residuos sólidos

Las categorías de tipos de residuos y los métodos de recolección de residuos varían según el país. Las ciudades deben determinar la composición de los residuos específicos de la ciudad y los datos sobre la generación de desechos, cuando sea posible, para lograr resultados de cálculo más precisos. Sin embargo, para las ciudades sin datos sobre la composición y las cantidades de generación de residuos sólidos actuales o históricas, o los métodos de tratamiento de residuos, el GPC proporciona un conjunto de definiciones y tipos de residuos sólidos predeterminados (descritos a continuación) conforme a las *Pautas del IPCC*. Las ciudades también deben consultar las *Pautas del IPCC* para la orientación sobre la realización de los análisis de la composición de los residuos, además de los valores predeterminados para países o regiones específicos. Este capítulo se centra en las emisiones de GEI provenientes de diferentes tipos de residuos sólidos generados en las oficinas, casas, tiendas, mercados, restaurantes, instituciones públicas, instalaciones industriales, instalaciones de obras hidráulicas y alcantarillado, obras de construcción y demolición, y actividades agrícolas. Estos tipos de residuos sólidos predeterminados incluyen:

Cuadro 8.1 Emisiones de residuos y energía estacionaria

Como se describe en el Capítulo 6, *Energía estacionaria* (Tabla 6.7), si el metano se recupera de las instalaciones de residuos sólidos o de tratamiento de aguas residuales como fuentes de energía, las emisiones de GEI deberán reportarse bajo *Energía estacionaria*. Las emisiones provenientes de la incineración de residuos sin recuperación de energía se reportan bajo el sector de *Residuos*, mientras que las emisiones provenientes de la incineración con recuperación de energía se reportan en *Energía estacionaria*, con una distinción entre emisiones fósiles y emisiones de dióxido de carbono biogénico (CO₂ (b)). Vea a continuación para una explicación ilustrada de estas diferencias



1. Residuos sólidos urbanos

Por lo general, los residuos sólidos urbanos (RSU) [municipal solid waste, MSW] se definen como residuos recolectados por los municipios u otras autoridades locales. Los RSU normalmente incluyen: residuos de alimentos, residuos de jardín y parques, residuos de papel y cartón, madera, textiles, pañales desechables, caucho y cuero, plástico, metal, vidrio y otros materiales (por ejemplo, cenizas, suciedad, polvo, tierra, basura electrónica).

2. Lodo

En algunas ciudades, los lodos de aguas residuales domésticas se reportan como RSU y lodos de tratamiento de aguas residuales industriales en los residuos industriales. Otras ciudades pueden considerar a todos los lodos como residuos industriales. Las ciudades deben indicar esta clasificación al informar sobre las emisiones de lodos.

3. Residuos industriales

La generación y composición de residuos industriales varía dependiendo del tipo de industria y procesos/tecnologías utilizados y de la forma en que los residuos se clasifican según el país. Por ejemplo, los residuos de construcción y demolición pueden ser incluidos en los residuos industriales, RSU, o definidos como una categoría separada. En muchos países el residuo industrial se gestiona como un flujo específico y las cantidades de residuos no están cubiertas por las estadísticas sobre residuos generales.

En la mayoría de los países en desarrollo los desechos industriales se incluyen en el flujo de residuos sólidos urbanos. Por lo tanto, es difícil obtener datos sobre residuos industriales por separado, y las ciudades deben anotar cuidadosamente la categoría al reportar las emisiones del sector *Residuos*.

4. Otros residuos

Residuos clínicos: Estos residuos cubren una variedad de materiales que incluyen jeringas de plástico, tejidos animales, vendas y paños. Algunos países optan por incluir estos elementos bajo los RSU. Por lo general, los residuos clínicos se incineran, pero en ocasiones pueden ser depositados en vertederos de desechos sólidos (solid waste disposal sites, SWDS). Ningún dato predeterminado regional o específico de cada país es brindado para la generación y gestión de residuos clínicos.

Residuos peligrosos: Los desechos de aceites, disolventes residuales, cenizas, escoria y otros residuos con propiedades peligrosas (tales como inflamabilidad, explosividad, causticidad y toxicidad) se incluyen dentro de los residuos peligrosos. Los residuos peligrosos son generalmente recogidos, tratados y dispuestos de forma separada de los flujos de residuos industriales y los RSU no peligrosos.

En la mayoría de los países, las emisiones de GEI provenientes de desechos clínicos y peligrosos son menos de los que vienen de otros flujos de residuos, por lo que el GPC no proporciona una guía metodológica específica para los "Otros residuos". Cuando una ciudad tiene necesidades específicas, el gobierno de la ciudad puede aplicar los datos de composición de los residuos y de tratamiento de residuos a la metodología de RSU.

8.2.2 Pasos para la cuantificación de emisiones generales

La cuantificación de las emisiones de GEI provenientes de la disposición y el tratamiento de residuos sólidos está determinada por dos factores principales: la masa de residuos depositados y la cantidad de carbono orgánico degradable (DOC) dentro de los residuos, que determina el potencial de generación de metano. En el caso de incineración, los dos factores principales para cuantificar las emisiones son la masa de residuos depositados y la cantidad de carbono fósil que contiene.

La guía detallada para cuantificar la masa de residuos y el contenido orgánico degradable incluye los siguientes pasos:

- **Determinar la cantidad (masa) de los residuos generados por la ciudad, y cómo y dónde son tratados.** Para todos los tipos de disposición y tratamiento, las ciudades deben identificar la cantidad de residuos generados en el año de análisis. Para los residuos sólidos dispuestos en los vertederos/basurales a cielo abierto, las estimaciones o los datos de la cantidad de residuos históricos también pueden ser necesarios en función del método de cálculo elegido. En los casos en que varias ciudades están contribuyendo con residuos a los mismos sitios de disposición, cada ciudad distribuirá esas emisiones en función a la proporción de residuos históricos contribuidos al

vertedero (consulte el Cuadro 8.2 para un ejemplo de la distribución de emisiones entre las ciudades).

En ausencia de datos locales o específicos de cada país sobre la generación y disposición de residuos, las *Pautas del IPCC de 2006* proporcionan valores predeterminados nacionales para las tasas de generación de residuos en base a toneladas/cápita/año y desglose predeterminado de la fracción de residuos depositados en los vertederos (SWDS), incinerados, convertidos en abono (tratamiento biológico), y no especificados (la metodología de relleno se aplica aquí).⁴⁹

- **Determinar el factor de emisión.** La disposición y el tratamiento de residuos sólidos urbanos, industriales y otros producen cantidades significativas de metano (CH_4). El CH_4 producido en vertederos de residuos sólidos (SWDS) aporta aproximadamente de 3 a 4 por ciento de las emisiones de GEI antropogénicas mundiales anuales.⁵⁰ Además de CH_4 , los SWDS también producen dióxido de carbono biogénico ($\text{CO}_2(\text{b})$) y compuestos orgánicos volátiles distintos al metano (non-methane volatile organic compounds, NMVOC), así como pequeñas cantidades de óxido nitroso (N_2O), óxidos de nitrógeno (NO_x), y monóxido de carbono (CO). Esta sección se centra solo en la orientación para el cálculo de las emisiones de metano, pero las ciudades deben consultar el IPCC u otros recursos locales para calcular otros GEI como el N_2O .

Para la eliminación de residuos sólidos, el factor de emisión se muestra como potencial de generación de metano (L_0), que es una función del contenido de materia orgánica degradable (degradable organic content, DOC). Este factor se explica con más detalle en la Sección 8.2.3.

- **Multiplicar la cantidad de residuos depositados por los factores de emisión pertinentes para determinar las emisiones totales.** Los distintos componentes del flujo de residuos (por ejemplo, los residuos depositados en los sitios regulados frente a los residuos depositados en los vertederos no regulados) deben estar vinculados con los factores de emisión apropiados y las emisiones asociadas deben calcularse por separado. Las siguientes secciones proporcionan información más detallada sobre cómo deberían llevarse a cabo estos pasos.

49. *Pautas del IPCC de 2006*, Volumen 5: Residuos, Capítulo 2: Generación, composición y gestión de residuos, Annex2A.1. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5

50. IPCC (2001). Resumen para responsables de políticas y Resumen Técnico del *Cambio Climático 2001: Mitigación. Contribución del Grupo de trabajo III al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático*, Bert Metz et al. eds. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido

Cuadro 8.2 Presentación del informe de las emisiones de alcance 1 del sector de Residuos-Lahti

En Lahti, Finlandia, Päijät-Häme Waste Disposal Ltd, de propiedad municipal, brinda servicios no solo a la ciudad de Lahti, sino también a otros 21 municipios y 200.000 habitantes de la región de Päijät-Häme. Todas las emisiones de GEI relevantes provenientes de las instalaciones de tratamiento de residuos en Lahti, que gestionan tanto los residuos generados por la propia ciudad como por entidades fuera de los límites de la ciudad, son alrededor de dos veces más grande que las emisiones de GEI provenientes solo de los residentes Lahti. Por lo tanto, el GPC recomienda que la ciudad de Lahti reporte todas las emisiones de todo el sector de *Residuos* bajo el alcance 1 con una explicación adjunta acerca de la proporción de las emisiones de los RSU importado.

8.2.3 Determinación de la composición de los residuos sólidos y el carbono orgánico degradable (DOC)

El método preferido para determinar la composición del flujo de residuos sólidos es llevar a cabo un estudio de composición de residuos sólidos, utilizando datos de encuestas y un enfoque sistemático para analizar el flujo de residuos y determinar el origen de los residuos (papel, madera, textiles, residuos de jardinería, etc.). Además, el análisis debe indicar la fracción de DOC y carbono fosilizado presente en cada tipo de materia y los porcentajes en peso en seco de cada tipo de materia. En ausencia de un estudio exhaustivo de la composición de los residuos, las *Pautas del IPCC* proporcionan datos regionales y específicos de cada país de muestra para determinar la composición del residuo y los factores de carbono en el peso de los residuos húmedos.⁵¹

El DOC representa una proporción o porcentaje que se pueden calcular a partir de una media ponderada del contenido de carbono de diversos componentes del flujo

“de desechos. La Ecuación 8.1 estima el DOC utilizando los valores predeterminados del contenido de carbono.

Ecuación 8.1 Carbono orgánico degradable (DOC)⁵²

$$\text{DOC} = (0,15 \times A) + (0,2 \times B) + (0,4 \times C) + (0,43 \times D) + (0,24 \times E) + (0,15 \times F)$$

A	=	Fracción de los residuos sólidos que son alimentos
B	=	Fracción de los residuos sólidos que son residuos de jardinería y otros residuos vegetales
C	=	Fracción de los residuos sólidos que es papel
D	=	Fracción de los residuos sólidos que es madera
E	=	Fracción de los residuos sólidos que es tela
F	=	Fracción de los residuos sólidos que es residuo industrial

8.3 Cálculo de las emisiones provenientes de la disposición de residuos sólidos

Los residuos sólidos pueden ser dispuestos en los sitios regulados (por ejemplo, vertederos sanitarios y basurales gestionados), y en los sitios de disposición no regulados (por ejemplo, basurales al aire libre, incluyendo cúmulos por encima del suelo, agujeros en el suelo, y los vertidos en elementos naturales, tales como barrancos). Las ciudades primero deben calcular las emisiones provenientes de los sitios de disposición regulados, y documentar por separado las emisiones de los sitios de eliminación no regulados.

Los datos de actividad sobre las cantidades de residuos generados y eliminados en vertederos regulados pueden ser calculados en base a los registros de los servicios de recolección de residuos y pesajes en el vertedero. Los residuos depositados en sitios no regulados (por ejemplo, basurales a cielo abierto) se pueden calcular restando la cantidad de residuos depositados en los sitios regulados de los totales de residuos generados. El total de residuos

51. Los valores por defecto están disponibles en el Volumen 5: Residuos, Capítulo 2: Generación, composición y gestión de residuos (Tabla 2.3 y Tabla 2.4).

52. La ecuación adaptada de la *Guía sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del IPCC* (2000). Los valores predeterminados del contenido de carbono de la hoja de cálculo de Modelo de residuos del IPCC, disponible en: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_2_Ch2_Waste_Data.pdf. Para la generación de residuos específicos de la ciudad y los datos composición de los residuos, el usuario también pueden consultar el documento del Banco Mundial: *Que desperdicio: Un examen mundial de la gestión de residuos sólidos*



generados se puede calcular multiplicando la tasa per cápita de generación de residuos (toneladas/cápita/año) por la población (cápita). La guía sobre la recopilación de esta información está disponible en las *Pautas del IPCC*.

Métodos de contabilidad

Las emisiones de metano de los vertederos continúan durante varias décadas (o, a veces, incluso siglos) después de la eliminación de residuos. De esta manera, los residuos depositados en un año determinado contribuyen a las emisiones de GEI en ese año y en años posteriores. Del mismo modo, las emisiones de metano liberadas de un vertedero en un año determinado incluyen las emisiones provenientes de residuos depositados ese año, así como de los residuos depositados en años anteriores.

Por lo tanto, el GPC proporciona dos métodos comúnmente aceptables para la estimación de las emisiones de metano provenientes de la disposición de residuos sólidos: la descomposición de primer orden y el compromiso de metano.

- **La descomposición de primer orden (First order of decay, FOD)** asigna las emisiones de vertido en función a las emisiones durante ese año. Contabiliza los GEI emitidos en realidad ese año, independientemente de cuando se dispusieron los residuos. El modelo de FOD supone que el componente orgánico degradable (DOC) en los residuos se descompone lentamente a lo largo de algunas décadas, durante las cuales se liberan CH_4 y CO_2 . Si las condiciones son constantes, la velocidad de producción de CH_4 depende únicamente de la cantidad de carbono que queda en el residuo. Como resultado, las emisiones de CH_4 son más altas en los primeros años después de que los residuos se depositan inicialmente en un sitio de disposición, luego disminuyen gradualmente a medida que el carbono degradable en los residuos es consumido por las bacterias responsables de la descomposición. El método de FOD proporciona una estimación más precisa de las emisiones anuales,

y se recomienda en las *Pautas del IPCC*, pero requiere información sobre la disposición de los residuos históricos la cual puede no estar fácilmente disponible. Las ciudades pueden estimar los datos históricos mediante el método proporcionado en la sección 8.3.1.

- **El compromiso de metano (Methane commitment, MC)** asigna las emisiones de los vertederos en función a los residuos eliminados en un año determinado. Utiliza un enfoque de ciclo de vida y de balance de masas y calcula las emisiones de vertido en función a la cantidad de residuos depositados en un año determinado, independientemente de cuando ocurren realmente las emisiones (una parte de las emisiones se liberan cada año después de que los residuos se disponen). Para la mayoría de las ciudades, el método de MC sobrevalorará consistentemente las emisiones de GEI suponiendo que todo DOC dispuesto en un año determinado se descompondrá y producirá metano inmediatamente.

La Tabla 8.2 proporciona una comparación simplificada entre estos dos métodos basados en consideraciones de los usuarios, incluida la compatibilidad con los inventarios nacionales, la disponibilidad de datos, etc.

8.3.1 Modelo de descomposición de primer orden (FOD)

Debido a la complejidad de este modelo, el GPC recomienda que las ciudades utilicen el Modelo de residuos del IPCC⁵³ (2006), que ofrece dos opciones para la estimación de las emisiones provenientes de los residuos sólidos que se pueden elegir en función de los datos de actividad disponibles. La primera opción es un modelo de múltiples fases en base a los datos de composición de residuos. La segunda opción es el modelo monofásico basado en residuos a granel (residuos sólidos). Las emisiones de los residuos industriales y todos se estiman de manera similar a los residuos sólidos a granel. Cuando la composición de los residuos es relativamente estable, las dos opciones dan resultados similares. Sin embargo, cuando se producen cambios rápidos en la composición de los residuos, las diferentes opciones de cálculo pueden dar resultados diferentes.

Las ciudades deben tratar de identificar la información real de disposición de los residuos históricos, pero a falta de esta información las ciudades pueden estimar los residuos históricos y las emisiones relacionadas en función a los residuos totales en el lugar, los años de operación, y los datos de población a través del tiempo. Los años de inicio y finalización de las entradas de eliminación anual en el modelo de FOD se pueden determinar, siempre y cuando los siguientes datos adicionales estén disponibles:

53. Una versión en Excel del Modelo de residuos del IPCC puede ser descargada en línea en: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/IPCC_Waste_Model.xls

Tabla 8.2 Comparación entre las metodologías de compromiso de metano y de descomposición de primer orden

Consideración del usuario	Compromiso de metano (MC)	Descomposición de primer orden (FOD)
Simplicidad de implementación, requisitos de datos	Ventajas: Sobre la base de la cantidad de residuos dispuestos durante el año de inventario, que no requiere el conocimiento previa a su eliminación.	Desventajas: Sobre la base de la cantidad de residuos depositados durante el año de inventario, así como los residuos existentes en los vertederos. Requiere información histórica de eliminación de residuos.
Coherencia con los inventarios de emisiones anualizadas	Desventajas: No representa las emisiones de GEI durante el año de inventario. Agrupa las emisiones actuales y futuras juntas y las trata como iguales. Incompatible con otras emisiones en el inventario.	Ventajas: Representa las emisiones de GEI durante el año de inventario, en consonancia con otras emisiones en el inventario.
Toma de decisiones para futuras prácticas de gestión de residuos	Desventajas: Puede conducir a una sobreestimación del potencial de reducción de emisiones.	Ventajas: Extiende los beneficios de la disposición en vertederos evitada en los próximos años.
Crédito para la reducción/reciclado de fuentes	Ventajas: Representa las emisiones afectadas por reducción en la fuente, la reutilización y el reciclado.	Desventajas: Para materiales con impactos significativos en vertederos, no como FOD inmediatamente sensible a la reducción en la fuente, la reutilización, y los esfuerzos de reciclaje.
Crédito para los controles de ingeniería, generación de energía/calor	Desventajas: No cuenta las emisiones actuales provenientes de los residuos históricos en los vertederos, minimizando así las oportunidades para reducir las emisiones a través de los controles de ingeniería.	Ventajas: Adecuado para aproximar la cantidad de gas del vertedero disponible para la quema, recuperación de calor, o proyectos de generación de energía.
Crédito para evitar la disposición en vertederos	Desventajas: Sobrevalora los beneficios a corto plazo de la disposición en vertederos evitada.	Ventajas: Sobrevalora los beneficios de la disposición en vertederos evitada durante los próximos años, lo que minimiza la sobreestimación del potencial de reducción de emisiones.
Precisión	Desventajas: Requiere predecir la eficiencia de recolección futura de gas y los parámetros de modelización durante la vida útil de las emisiones futuras.	Ventajas: Refleja con mayor precisión el total de emisiones que se producen en el año de inventario.

1. Año de apertura y cierre del sitio
2. Año de la apertura del sitio, capacidad total (en m³), y conversión de densidad (mg/m³)
3. Residuos actuales en el lugar y fecha de cierre o capacidad del sitio (con conversión a Mg)

Con esta información, se pueda usar el Modelo del residuos del IPCC (2006) descrito anteriormente. El proceso iterativo del modelo de FOD se muestra en la Ecuación 8.2

8.3.2 Modelo de compromiso de metano

Las emisiones posteriores asociadas a los residuos sólidos enviados a los vertederos durante el año de inventario se pueden calcular utilizando la siguiente ecuación para cada vertedero:

Potencial de generación de metano, L_0

El potencial de generación de metano (L_0) es un factor de emisión que especifica la cantidad de CH₄ generado por tonelada de residuo sólido. L_0 se basa en la parte del carbono orgánico degradable (DOC) que está presente en los residuos sólidos, que es a su vez se basa en la composición del flujo de residuo. L_0 también puede variar dependiendo de las características del vertedero. Los vertederos no regulados producen menos CH₄ a partir de una determinada cantidad de residuos que los vertederos regulados debido a que una mayor fracción de los residuos se descompone aeróbicamente en las capas

Ecuación 8.2 Estimación del modelo de descomposición de primer orden (first order of decay, FOD) para los residuos sólidos enviados al vertedero

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \left\{ \sum_x [\text{RSU}_x \times L_0(x) \times ((1 - e^{-k}) \times e^{-k(t-x)})] - R(t) \right\} \times (1 - \text{OX})$$

Descripción		Valor
Emisiones de CH ₄	= Total de emisiones de CH ₄ en toneladas	Computado
x	= Año de apertura de vertedero o un año más antiguo de los datos históricos disponibles	Entrada del usuario
t	= Año de inventario	Entrada del usuario
RSU _x	= Total de residuos sólidos urbanos dispuesto en los SWDS en el año x toneladas	Entrada del usuario
R	= Metano recogido y eliminado (tonelada) en el año de inventario	Entrada del usuario
L ₀	= Potencial de generación de metano	Consulte la ecuación 8.4
k	= Tasa constante de generación de metano, que está relacionada con el tiempo necesario para que el DOC de los residuos para la descomposición a la mitad de su masa inicial (la "vida media")	Entrada del usuario o consulte el valor predeterminado en la tabla 3.4 de las Pautas del IPCC de 2006, vol. 3: residuos, capítulo 3: eliminación de residuos sólidos, p. 3.17
OX	= factor de oxidación	0,1 para los vertederos correctamente regulados; 0 para los vertederos no regulados

Fuente: Guía sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del IPCC(2000)

Ecuación 8.3 Estimación del compromiso de metano para residuos sólidos enviados al vertedero

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \text{RSU}_x \times L_0 \times (1 - f_{\text{rec}}) \times (1 - \text{OX})$$

Descripción		Valor
Emisiones de CH ₄	= Emisiones totales de CH ₄ en toneladas métricas	Computado
RSU _x	= Masa de residuos sólidos enviada al vertedero en el año de inventario, medida en toneladas métricas	Entrada del usuario
L ₀	= Potencial de generación de metano	Ecuación 8.4 Potencial de generación de metano
f _{rec}	= Fracción de metano recuperado en el vertedero (quema o con recuperación de energía)	Entrada del usuario
OX	= factor de oxidación	0,1 para los vertederos correctamente regulados; 0 para los vertederos no regulados

Fuente: Adaptado de las Pautas revisadas del IPCC de 1996 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero

Ecuación 8.4 Potencial de generación de metano, L_0

$$L_0 = \text{MCF} \times \text{DOC} \times \text{DOC}_f \times F \times 16/12$$

Descripción	Valor
L_0 = Potencial de generación de metano	Computado
MCF = Factor de corrección de metano en función del tipo de vertedero para el año de deposición (regulado, no regulado, etc., fracción)	Regulado = 1,0 No regulado (≥ 5 m de profundidad) = 0,8 No regulado (< 5 m de profundidad) = 0,4 Sin categoría = 0,6
DOC = Carbono orgánico degradable en el año de la deposición, la fracción (toneladas C/toneladas de residuos)	Ecuación 8,1
DOC_f = Fracción del COD que se degrada finalmente (refleja el hecho de que parte del carbono orgánico no se degrada)	Asumido igual a 0,6
F = Fracción de metano en el gas del vertedero	Rango predeterminado 0,4-0,6 (normalmente tomado como 0,5)
16/12 = Relación estequiométrica entre el metano y el carbono	

Fuente: Guía sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del IPCC(2000)

superiores de un vertedero. Los residuos más húmedos (incluidos los efectos de precipitación) se corresponderán con un DOC inferior. L_0 se puede determinar utilizando la ecuación del IPCC (consulte la ecuación 8.4).

8.4 Cálculo de las emisiones provenientes del tratamiento biológico de residuos sólidos

El tratamiento biológico de residuos se refiere al compostaje y la digestión anaerobia de residuos orgánicos, tales como residuos de alimentos, residuos de jardín y parque, lodos, y otras fuentes de desechos orgánicos. El tratamiento biológico de residuos sólidos reduce el volumen total de residuos para su disposición final (en un vertedero o incineración) y reduce la toxicidad de los residuos.

En los casos en los que los residuos se tratan biológicamente (por ejemplo, compostaje), las ciudades deberán reportar el CH_4 , N_2O y las emisiones de CO_2 no biogénicos asociados con el tratamiento biológico de residuos basado en la cantidad de residuos generados por la ciudad tratados en el año de análisis. En los casos en que una ciudad no incinere o trate biológicamente los residuos, estas categorías de emisión pueden ser etiquetadas como "Actividad inexistente".

Los datos sobre el compostaje y el tratamiento anaeróbico se recopilan por separado, con el fin de utilizar diferentes conjuntos de factores de emisión. Cuando hay recuperación de gas de digestión anaerobia, las ciudades deben restar la cantidad de gas recuperado del total de CH_4 estimado para determinar el CH_4 neto de la digestión anaerobia.

8.5 Cálculo de las emisiones provenientes de la incineración y la quema a cielo abierto de residuos

La incineración es un proceso industrial controlado, a menudo con recuperación de energía, donde las entradas y las emisiones pueden medirse y los datos están a menudo disponibles. Por el contrario, la quema al aire libre es un proceso no controlado, a menudo ilícito, con diferentes emisiones y, por lo general, solo puede ser calculada de acuerdo a los índices de recolección. Los usuarios deben calcular las emisiones provenientes de la incineración y la quema a cielo abierto por separado, utilizando datos diferentes. Las ciudades reportarán las emisiones de CH_4 , N_2O y CO_2 no biogénicos asociados a la combustión de residuos basadas en la cantidad de residuos generados por la ciudad e incinerados en el año de análisis.

Ecuación 8.5 Emisiones directas provenientes de los residuos sólidos tratados biológicamente

$$\text{Emisiones de CH}_4 = (\sum_i (m_i \times F_{\text{CH}_4}) \times 10^{-3} - R)$$

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O} = (\sum_i (m_i \times EF_{\text{N}_2\text{O}_i}) \times 10^{-3})$$

Descripción		Valor
Emisiones de CH ₄	= Total de emisiones de CH ₄ en toneladas	Computado
Emisiones de N ₂ O	= Total de emisiones de N ₂ O en toneladas	Computado
m	= Masa de residuos orgánicos tratada según el tipo de tratamiento biológico i, kg	Entrada del usuario
EF_CH4	= Factor de emisiones de CH ₄ basado en el tipo de tratamiento, i	Entrada del usuario o valor predeterminado de la tabla 8.3 Factores de emisión del tratamiento biológico
EF_N2O	= Emisiones de N ₂ O basadas en el tipo de tratamiento, i	Entrada del usuario o valor predeterminado de la tabla 8.3 Factores de emisión del tratamiento biológico
i	= Tipo de tratamiento: compostaje o digestión anaerobia	Entrada del usuario
R	= Toneladas totales de CH ₄ recuperadas en el año de inventario, si el sistema de recuperación de gas está en su sitio	Entrada del usuario, medido en el punto de recuperación

Fuente: Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 5, Capítulo 4: Tratamiento biológico de residuos sólidos

Tabla 8.3 Factores de emisión de tratamiento biológico

Tipo de tratamiento	Factores de emisiones de CH ₄ (g CH ₄ /kg de residuos)		Factores de emisiones de N ₂ O (g N ₂ O/kg de residuos)	
	Residuos secos	Residuos húmedos	Residuos secos	Residuos húmedos
Compostaje	10	4	0,6	0,3
Digestión anaeróbica en las instalaciones de biogás	2	1	N/C	N/C

Fuente: Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 5, Capítulo 4: Tratamiento biológico de residuos sólidos

Las emisiones de CO₂ asociadas a las instalaciones de incineración se pueden estimar en función de la masa de residuos incinerados en la instalación, el contenido total de carbono en el residuo, y la fracción de carbono en los residuos sólidos de origen fósil.

Las emisiones que no son de CO₂, tales como CH₄ y N₂O, dependen más de la tecnología y las condiciones durante el proceso de incineración. Para más información, las ciudades deben seguir la guía de cuantificación descrita en las Pautas del IPCC de 2006 (Volumen 5, Capítulo 5).

Para calcular las emisiones provenientes de la incineración de residuos, las ciudades deben identificar lo siguiente:

- Cantidad (masa) del total de residuos sólidos incinerada en la ciudad, y la porción de los residuos generada por otras comunidades e incineradas en el año de análisis del inventario (si se calcula para las instalaciones de incineración dentro de los límites)
- Tipo de tecnología y condiciones utilizadas en el proceso de incineración
- “Eficiencia de transformación de energía” (se aplica a la incineración con recuperación de energía)

Ecuación 8.6 Emisiones de CO₂ no biogénico provenientes de la incineración de residuos

$$\text{Emisiones de CO}_2 = m \times \sum_i (WF_i \times dm_i \times CF_i \times FCF_i \times OF_i) \times (44/12)$$

Descripción		Valor
Emisiones de CO ₂	= Emisiones totales de CO ₂ provenientes de la incineración de residuos sólidos en toneladas	Computado
m	= Masa de residuos incinerados, en toneladas	Entrada del usuario
WF _i	= Fracción de residuos que consta de materia tipo i	Entrada del usuario ⁵⁴
dm _i	= Contenido de materia seca en la materia tipo i	
CF _i	= Fracción de carbono de la materia seca de materia tipo i	
FCF _i	= Fracción de carbono fósil en el componente de carbono total de materia tipo i	Entrada del usuario (valores predeterminados proporcionados en la Tabla 8.4 a continuación)
OF _i	= Factor o fracción de oxidación	
i	= Tipo de materia de los Residuos sólidos incinerados, tal como papel/cartón, textiles, residuos de alimentos, etc.	

Nota: $\sum_i WF_i = 1$

Fuente: Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero



54. Datos predeterminados disponibles en las *Pautas del IPCC de 2006*, Volumen 5, Capítulo 2, Tabla 2.4

Tabla 8.4 Datos predeterminados para los factores de emisión de CO₂ para la incineración y quema a cielo abierto

Parámetros	Prácticas de gestión	RSU	Residuos industriales (%)	Residuos clínicos (%)	Lodos residuales (%) Nota 4	Desechos líquidos fósiles (%) Nota 5
Contenido de materia seca en % del peso húmedo		(consulte la Nota 1)	NC	NC	NC	NC
Contenido total de carbono en % del peso seco		(consulte la Nota 1)	50	60	40 – 50	80
Fracción de carbono fósil en % del contenido total de carbono		(consulte la Nota 2)	90	40	0	100
Factor de oxidación en % de la entrada de carbono	Incineración	100	100	100	100	100
	Quema a cielo abierto (consulte la Nota 3)	58	NO	NO	NO	NO

Nota 1: Utilice los datos predeterminados de los datos predeterminados disponibles en las *Pautas del IPCC de 2006*, Volumen 5, Capítulo 2, Tabla 2.4 en la Sección 2.3 Composición de los residuos y la ecuación 5.8 (para la materia seca), la Ecuación 5.9 (para el contenido de carbono) y la Ecuación 5.10 (para la fracción de carbono fósil) en las *Pautas del IPCC de 2006*, volumen 5, Capítulo 5

Nota 2: Datos predeterminados por tipo de industria se brinda en las *Pautas del IPCC de 2006*, volumen 5, Capítulo 2 Tabla 2.5 en la Sección 2.3 Composición de los residuos. Para la estimación de las emisiones, utilizar las ecuaciones mencionadas en la Nota 1.

Nota 3: Cuando los residuos se queman a cielo abierto, el peso rechazado se reduce en aproximadamente un 49 a 67 % (US-EPA, 1997, p.79). Se sugiere un valor predeterminado de 58 %.

Nota 4: Consulte la Sección 2.3.2 Lodos en el Capítulo 2.

Nota 5: En este caso, los desechos líquidos fósiles se definen como los residuos industriales y municipales, a base de aceite mineral, gas natural u otros combustibles fósiles. Incluye los residuos que se utilizaron anteriormente como disolventes y lubricantes. No incluye las aguas residuales, a menos que se incinera (por ejemplo, debido a un alto contenido de disolvente). El contenido de carbono total de residuos líquidos fósiles se proporciona en porcentaje de peso húmedo y no en porcentaje de peso seco (GIO, 2005).

Referencias: *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Volume 5, chapter 5: Incineration and Open Burning of Waste

Ecuación 8.7 Emisiones de CH₄ provenientes de la incineración de residuos

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \sum (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6}$$

Descripción	Valor
Emisiones de CH ₄ = Emisiones de CH ₄ en el año de inventario, toneladas	Computado
IW _i = Cantidad de residuos sólidos de tipo i incinerados o quemados a cielo abierto, toneladas	Entrada del usuario
EF _i = Factor de emisión de CH ₄ agregado, g CH ₄ /tonelada de residuos de tipo i	Entrada de usuario (valores predeterminados proporcionados en la Tabla 8.5 a continuación)
10 ⁻⁶ = Conversión del factor de gCH ₄ a t CH ₄	
i = Categoría o tipo de residuos incinerados/quemados a cielo abierto, como se especifica a continuación: RSU residuos sólidos urbanos, ISW: residuos sólidos industriales, HW: residuos peligrosos, CW: residuos clínicos, SS: lodos residuales, otros (que deben especificarse)	Entrada del usuario



Tabla 8.5 Factores de emisión de CH₄ para la incineración de residuos sólidos urbanos (RSU)

Tipo de instalaciones	Temporal	Permanente
Incineración continua	Cargador mecánico	0,2
	lecho fluidizado ^{Nota 1}	~0
Incineración semicontinua	fogones	6
	lecho fluidizado	188
Incineración tipo "batch" (por lotes)	fogones	60
	lecho fluidizado	237

Nota: En el estudio citado para este factor de emisión, la concentración de CH₄ medida en el aire de escape fue menor que la concentración en el aire ambiente.

Fuente: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5, chapter 5: Incineration and Open Burning of Waste

Ecuación 8.8 Emisiones de N₂O provenientes de la incineración de residuos

Emisiones de N₂O =		
$\sum(IW_i \times EF_i) \times 10^{-6}$		
Descripción		Valor
Emisiones de N ₂ O	= Emisiones de N ₂ O en el año de inventario, en toneladas	Computado
IW _i	= Cantidad de residuos sólidos de tipo i incinerados o quemados a cielo abierto, en toneladas	Entrada del usuario
EF _i	= Factor de emisión de N ₂ O agregado, g CH ₄ /tonelada de residuos de tipo i	Entrada de usuario (valores predeterminados proporcionados en la Tabla 8.6 a continuación)
i	= Categoría o tipo de residuos incinerados/quemados a cielo abierto, como se especifica a continuación: RSU: residuos sólidos urbanos, ISW: residuos sólidos industriales, HW: residuos peligrosos, CW: residuos clínicos, SS: lodos residuales, otros (que deben especificarse)	Entrada del usuario

Fuente: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5, chapter 5: Incineration and Open Burning of Waste

Tabla 8.6 Factores predeterminados de emisión de N₂O para diferentes tipos de residuos y prácticas de gestión

Tipo de residuo	Tecnología/prácticas de gestión	Factor de emisión (g N ₂ O / t de residuo)	base del peso
RSU	incineradores continuos y semicontinuos	50	peso húmedo
RSU	incineradores tipo "batch" (por lotes)	60	peso húmedo
RSU	quema a cielo abierto	150	peso
Residuo industrial	todos los tipos de incineración	100	peso húmedo
Lodo (excepto el lodo residual)	todos los tipos de incineración	450	peso húmedo
Lodo residual	incineración	990	peso
		900	peso húmedo

Fuente: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5, chapter 5: Incineration and Open Burning of Waste

8.6 Cálculo de las emisiones provenientes del tratamiento de aguas residuales

Las aguas residuales municipales pueden ser tratadas aeróbicamente (en presencia de oxígeno) y anaeróbicamente (en ausencia de oxígeno). Cuando las aguas residuales son tratadas en condiciones anaerobias, se produce el metano (CH₄). Ambos tipos de tratamiento también generan óxido nitroso (N₂O) a través de la nitrificación y desnitrificación del nitrógeno en las aguas servidas. El N₂O y el CH₄ son GEI

potentes que se contabilizan durante el tratamiento de aguas residuales, mientras que el CO₂ proveniente del tratamiento de aguas residuales se considera que es de origen biogénico y es reportado fuera de los alcances.

Existen diversas maneras de manejar, recolectar y tratar las aguas residuales. Las distinciones entre las capacidades y los métodos de manejo de aguas residuales varían mucho entre países y entre ciudades. Dependiendo de la fuente de aguas residuales, por lo general, pueden ser categorizadas como aguas residuales domésticas o aguas residuales industriales, y las ciudades deben reportar las emisiones

provenientes de ambas. Las aguas residuales domésticas se definen como aguas residuales provenientes del consumo doméstico de agua, mientras que las aguas residuales industriales provienen solo de prácticas industriales. Las aguas residuales industriales se pueden tratar en el sitio o ser vertidas a los sistemas de alcantarillado doméstico. Cualquier agua residual vertida al sistema de alcantarillado doméstico, sus emisiones se deben incluir con las emisiones de aguas residuales domésticas.

8.6.1 Cálculo de las emisiones de metano provenientes del tratamiento y manejo de aguas residuales.

Para cuantificar las emisiones de metano provenientes del tratamiento de aguas residuales industriales y domésticas, las ciudades necesitarán saber lo siguiente:

- La cantidad de aguas residuales generadas.
- Cómo se tratan las aguas residuales y las aguas servidas (consulte el Cuadro 8.3 para obtener información sobre el vertido de aguas residuales directamente a las masas de agua abiertas).
- La fuente del agua residual y su contenido orgánico. Esta puede ser estimada en base a la población de las ciudades atendidas y la composición de la ciudad en el caso de las aguas residuales domésticas, o al sector industrial de la ciudad en el caso de las aguas residuales industriales.
- La proporción de las aguas residuales tratadas procedentes de otras ciudades en las instalaciones ubicadas dentro de los límites de la ciudad (esta se puede estimar en base a la población de otras ciudades atendida).



Cuadro 8.3 Cálculo de emisiones provenientes de aguas residuales vertidas directamente en cuerpos de agua a cielo abierto

En muchos países en desarrollo, las aguas residuales se vierten directamente a lagos abiertos, ríos u océanos. Las ciudades pueden asumir las emisiones de esta acción como insignificantes debido a la baja concentración de materia orgánica. Sin embargo, si el agua residual es vertida en cuerpos de agua a cielo abierto estancados, las emisiones de GEI pueden estimarse utilizando el valor específico COD/BOD de masa de agua que se indica en la Ecuación 8.9.

El contenido orgánico de las aguas residuales es diferente dependiendo de si el tratamiento es industrial o residencial, como se muestra en la Ecuación 8.9. El grupo de ingresos sugerido en la variable i influye en el uso del tratamiento/vía, y por lo tanto influye en el factor de emisión.

Ecuación 8.9 Generación de CH₄ proveniente del tratamiento de aguas residuales

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i) EF_i - R_i] \times 10^{-3}$$

Descripción	Valor
Emisiones de CH ₄	= Emisiones totales de CH ₄ en toneladas métricas Computado
TOW _i	= Contenido de materia orgánica en las aguas residuales Para las aguas residuales domésticas: compuestos orgánicos totales en las aguas residuales en el año de inventario, kg BOD/año ^{Nota 1} Para las aguas residuales industriales: material total orgánicamente degradable en las aguas residuales de la industria i en el año de inventario, kg COD/año Ecuación 8.10
EF _i	= Factor de emisión de kg CH ₄ por kg BOD o kg CH ₄ por kg COD ^{Nota 2} Ecuación 8.10
S _i	= Componente orgánico eliminado en forma de lodo en el año de inventario, kg COD/año o kg BOD/año Entrada del usuario
R _i	= Cantidad de CH ₄ recuperado en el año de inventario, kg CH ₄ /año Entrada del usuario
i	= Tipo de aguas residuales Para aguas residuales domésticas: grupo de ingresos para cada tratamiento de aguas residuales y sistema de tratamiento Para aguas residuales industriales: material total orgánicamente degradable en las aguas residuales de la industria i en el año de inventario, kg COD/año Ecuación 8.10

Nota 1: Demanda bioquímica de oxígeno (Biochemical Oxygen Demand, BOD): La concentración de BOD indica solo la cantidad de carbono que es biodegradable en condiciones aerobias. La medición estándar para BOD es una prueba de 5 días, que se denota como BOD₅. El término "BOD" en este capítulo se refiere a la BOD₅.

Nota 2: Demanda química de oxígeno (Chemical Oxygen Demand, COD): La COD mide el total de material disponible para la oxidación química (tanto biodegradable como no biodegradable).

Fuente: Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 5, Capítulo 6: Tratamiento y vertido de aguas residuales



Ecuación 8.10 Contenido orgánico y factores de emisión en las aguas residuales domésticas⁵⁵

$$TOW_i = P \times BOD \times I \times 365$$

$$EF_j = B_o \times MCF_j \times U_i \times T_{i,j}$$

Descripción	Valor
TOW_i = Para las aguas residuales domésticas: compuestos orgánicos totales en las aguas residuales en el año de inventario, kg BOD/año	Computado
P = Población de la ciudad en el año de inventario (persona)	Entrada del usuario ⁵⁶
BOD = BOD per cápita específica de la ciudad en el año de inventario, g/persona/día	Entrada del usuario
I = Factor de corrección para la BOD industrial adicional vertidas en el desagüe	En ausencia de la opinión de expertos, una ciudad puede aplicar el valor predeterminado de 1,25 para la recogida de aguas residuales, y 1,00 para las no reguladas. ⁵⁷
EF_i = Factor de emisión para cada sistema de tratamiento y manejo	Computado
B_o = Capacidad máxima de producción de CH_4	Entrada del usuario o valor predeterminado: • 0,6 kg CH_4 /kg BOD • 0,25 kg CH_4 /kg COD
MCF_j = Factor (fracción) de corrección de metano	Entrada del usuario ⁵⁸
U_i = Fracción de la población en el grupo de ingreso i en el año de inventario	
$T_{i,j}$ = Grado de utilización (relación) del sistema o vía de tratamiento/descarga, j , para cada fracción de grupo de ingreso i en el año de inventario	Entrada del usuario ⁵⁹

Fuente: Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 5, Capítulo 6: Tratamiento y vertido de aguas residuales

55. Debido a la complejidad, el GPC solo proporciona orientación para los supuestos de TOW y EF para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Para el tratamiento de aguas residuales industriales, consulte la sección 6.2.3 del capítulo 6, volumen 5 de las Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.

56. Si los datos específicos de la ciudad no están disponibles, la ciudad puede consultar los datos específicos nacionales o hacer referencia al valor nacional predeterminado proporcionado por las Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (Tabla 6.4 del Volumen 5, Capítulo 6: Tratamiento y vertido de aguas residuales)

57. Basado en el juicio experto de los autores, expresa el BOD de industrias y establecimientos (por ejemplo, restaurantes, carnicerías o tiendas de alimentos) que es vertido conjuntamente con las aguas residuales domésticas. En algunos países, la información de permisos de vertido industrial puede estar disponible para mejorar i . De lo contrario, se recomienda la opinión de expertos.

58. O consultar con el valor predeterminado proporcionado por las Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (Tabla 6.3 (doméstico) y Tabla 6.8 (industrial) del Volumen 5, Capítulo 6: Tratamiento y vertido de aguas residuales)

59. O consultar con el valor predeterminado proporcionado por las Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (Tabla 6.5 del Volumen 5, Capítulo 6: Tratamiento y vertido de aguas residuales)



8.6.2 Cálculo de las emisiones de óxido nitroso provenientes del tratamiento y manejo de aguas residuales

Las emisiones de óxido nitroso (N_2O) pueden producirse como emisiones directas provenientes de las plantas de tratamiento o como emisiones indirectas provenientes de las aguas residuales después de la eliminación de los efluentes en canales, lagos o mares. Las emisiones directas de nitrificación y desnitrificación en las plantas de tratamiento de aguas residuales se consideran como una fuente menor y no son cuantificados aquí. Por lo tanto, esta sección se refiere a las emisiones indirectas de N_2O provenientes de los efluentes del tratamiento de aguas residuales que son vertidos en los ambientes acuáticos.

Ecuación 8.11 Emisiones indirectas de N_2O provenientes de efluentes de aguas residuales

$$\text{Emisiones } N_2O = [(P \times \text{Proteína} \times F_{NPR} \times F_{NON-COM} \times F_{IND-COM}) - N_{LODO}] \times EF_{EFLUENTE} \times 44/28 \times 10^{-3}$$

Descripción		Valor
Emisiones de N_2O	= Total de emisiones de N_2O en toneladas	Computado
P	= Población total servida por la planta de tratamiento de aguas	Entrada del usuario
Proteína	= Consumo anual per cápita de proteínas, en kg/persona/año	Entrada del usuario
$F_{NON-COM}$	= Factor de ajuste para la proteína no consumida	1,1 para países que no tienen trituradores de basura, 1,4 para los países con eliminación de basura
F_{NPR}	= Fracción de nitrógeno en proteínas	0,16, kg N/kg de proteína
$F_{IND-COM}$	= Factor para proteínas industriales y comerciales co-vertida en el sistema de desagüe	1,25
N_{SLUDGE}	= Nitrógeno eliminado con lodos, kg N/año	Entrada del usuario o valor predeterminado: 0
$EF_{EFLUENTE}$	= Factor de emisión para las emisiones de N_2O de la descarga a las aguas residuales en N_2O -N por kg N_2O	0,005
44/ 28	= Conversión de kg de N_2O -N a kg N_2O	

Fuente: Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 5, Capítulo 6: Tratamiento y vertido de aguas residuales



Las emisiones de GEI pueden ser el resultado de los usos de productos y las actividades industriales no relacionadas con la energía. Todas las emisiones de GEI que se producen a partir de procesos industriales, uso de productos y usos no energéticos de los combustibles fósiles, se evaluarán y se reportarán bajo IPPU.

Requisitos de este capítulo

Para el nivel BÁSICO+:

Las ciudades deberán reportar todas las emisiones de GEI de IPPU en el alcance 1.

9.1 Categorización de las emisiones de IPPU por alcance

Alcance 1: Emisiones provenientes de procesos industriales y usos de productos dentro de la ciudad

Alcance 2: No aplicable

Todas las emisiones provenientes del uso de electricidad suministrada en red en instalaciones industriales o manufactureras dentro de los límites de la ciudad se reportarán bajo el alcance 2 en *Energía estacionaria, industria manufacturera y de construcción* (1.3.2).

Alcance 3: Otras emisiones fuera de los límites

Las emisiones provenientes de IPPU fuera de la ciudad no están incluidas en el límite de inventario, pero pueden informarse en las emisiones de *Otras emisiones de alcance 3*, según corresponda.

Estas fuentes de emisión y su categorización de alcance se resumen en la tabla 9.1.

9.2 Definición de los procesos industriales y usos de productos

Los procesos industriales y los usos del producto incluidos en esta categoría se resumen en la tabla 9.2.

9.2.1 Separación de las emisiones de GEI de IPPU y las emisiones de GEI relacionadas con la energía

La asignación de las emisiones provenientes del uso de combustibles fósiles entre los sectores *Energía estacionaria* e IPPU puede ser compleja. El GPC sigue las *Pautas del IPCC*,⁶⁰ que define la “quema de combustible” en un

60. Cuadro 1.1 de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 3 IPPU, Capítulo 1 Introducción.

Tabla 9.1 Descripción general de IPPU

Fuente de emisión de GEI	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	Emisiones provenientes de procesos industriales y uso de productos dentro de los límites de la ciudad		
Procesos industriales	IV.1		
Uso de productos	IV.2		

● Fuentes necesarias para el reporte del nivel BÁSICO+
 ● Fuentes incluidas en Otras emisiones de alcance 3
 ● Emisiones no aplicables

Tabla 9.2 Ejemplo de procesos industriales y uso de productos

Fuentes de emisión de GEI	Ejemplo de procesos industriales o uso de productos
Emisiones de GEI provenientes de procesos industriales	<ul style="list-style-type: none"> • Producción y uso de productos minerales (Sección 9.3.1) • Producción y uso de productos químicos (Sección 9.3.2) • Producción de metales (Sección 9.3.3)
Emisiones de GEI provenientes de uso de productos	<ul style="list-style-type: none"> • Lubricantes y ceras de parafina utilizados en los productos no energéticos (Sección 9.4.1) • Gases de FC utilizados en la producción de la electrónica (Sección 9.4.2) • Gases fluorados utilizados como sustitutos de sustancias que agotan la capa ozono (Sección 9.4.3)

contexto de procesos industriales como: *“la oxidación intencional de material dentro de un aparato que está diseñado para proporcionar calor o trabajo mecánico a un proceso, o para su uso fuera del aparato.”*

Por lo tanto:

- Si se queman los combustibles para el uso de la energía, la emisión proveniente de los usos del combustible se contabilizará bajo *Energía estacionaria*.
- Si los combustibles derivados se transfieren para su quema en otra categoría de fuente, estas emisiones se reportarán bajo *Energía estacionaria*.
- Si se obtiene emisiones de la quema de combustibles, directa o indirectamente, de la materia prima, estas emisiones se asignarán a *IPPU*.
- Si el calor se libera a partir de una reacción química, las emisiones de la reacción química se reportarán en un proceso industrial en *IPPU*.

Captura y almacenamiento de CO₂

En determinadas categorías de *IPPU*, especialmente en las fuentes puntuales grandes de las emisiones, puede

haber captura de emisiones para su recuperación y uso, o destrucción. Las ciudades deben identificar los datos detallados específicos de la ciudad o a nivel de planta en la captura y las actividades de mitigación, y los totales de mitigación deben ser deducidos del total de emisiones para ese subsector o proceso.

9.3 Guías de cálculo de los procesos industriales

Las emisiones de GEI se producen a partir de una amplia variedad de actividades industriales. Las fuentes principales de emisión son las liberaciones derivadas de procesos industriales que transforman química o físicamente los materiales (por ejemplo, el alto horno en la industria del hierro y el acero; y el amoníaco y otros productos químicos fabricados a partir de combustibles fósiles utilizados como materia prima química). Durante estos procesos, se pueden generar varios GEI diferentes, incluyendo CO₂, CH₄, N₂O, HFC y PFC. Las siguientes secciones mostrarán

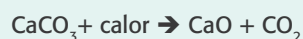
una guía metodológica para las emisiones provenientes de los procesos industriales por tipo industrial.

9.3.1 Emisiones de la industria minera

Tres procesos industriales se destacan en la industria minera: la producción de cemento, la producción de cal y la producción de vidrio. Para estos procesos, la liberación de CO₂ es la calcinación de compuestos de carbonato, durante la cual se forma un óxido metálico mediante la aplicación de calor. Una reacción de calcinación típica para el mineral de calcita (o carbonato de calcio) se muestra en la ecuación 9.1.

61. El GPC utiliza el método de nivel 1 más simplificado del IPC, que implica el uso de datos del IPCC predeterminados, cuando contabiliza las emisiones provenientes de la industria minera y otras industrias descritas en este capítulo. Si los usuarios tienen datos de producción específicos de la instalación y los factores de emisión, deben consultar los métodos de nivel 2 y nivel 3 que se encuentran en las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 3.

Ecuación 9.1 Ejemplo de calcinación



Para calcular las emisiones de la industria minera, las ciudades necesitarán saber lo siguiente:

- Principales industrias de producción de minerales dentro de los límites de la ciudad
- Salida de productos minerales anual y consumo de materia prima en el proceso industrial
- Factor de emisión de la materia prima o el producto

Las ciudades deben utilizar datos de producción específicos de la fábrica y los factores de emisión específicos para la región. Si una ciudad no tiene acceso a los datos específicos de la fábrica, las metodologías del IPCC y las fuentes de datos se indican en la tabla 9.3.

Las fórmulas simplificadas para el cálculo de las emisiones de estos procesos industriales de los minerales se indican en las ecuaciones 9.2 a 9.4.

Tabla 9.3 Cálculo de las emisiones de la industria minera

Fuentes de emisión	Emisiones de GEI	Método más simple para la cuantificación de las emisiones ⁶¹	Fuente de datos de actividad	Relación con el cálculo del factor de emisión predeterminado
Producción de cemento	CO ₂	Factor de emisión multiplicado por el peso (masa) del clinker producido	<ul style="list-style-type: none"> • Póngase en contacto con los operadores o propietarios de las instalaciones industriales en las que se producen los procesos y obtenga datos de actividad pertinentes. • Póngase en contacto con el compilador del inventario nacional para pedir los datos de producción específicos dentro de los límites de la ciudad. 	2.2.1.2 de la página 2.11 del Capítulo 2 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>
Producción de cal		Factor de emisión multiplicado por el peso (masa) de cada tipo de cal producida		Tabla 2.4 de la página 2.22 del Capítulo 2 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>
Producción de vidrio		Factor de emisión multiplicado por el peso (masa) de cada tipo de vidrio producido		Tabla 2.6 de la página 2.30 del Capítulo 2 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>

Ecuación 9.2 Emisiones provenientes de la producción de cemento

$$\text{Emisiones de CO}_2 = M_{cl} \times EF_{cl}$$

Descripción		Valor
Emisiones de CO ₂	= Emisiones de CO ₂ en toneladas	Computado
M _{cl}	= Peso (masa) de clinker producido en toneladas métricas	Entrada del usuario
EF _{cl}	= CO ₂ por unidad de masa de clinker producido (por ejemplo, CO ₂ /tonelada de clinker)	Entrada del usuario o valor predeterminado

Ecuación 9.3 Emisiones provenientes de la producción de cal

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \sum (EF_{cal,i} \times M_{cal,i})$$

Descripción		Valor
Emisiones de CO ₂	= Emisiones de CO ₂ en toneladas	Computado
M _{lime}	= Peso (masa) de cal producida de tipo i de cal en toneladas métricas	Entrada del usuario
EF _{lime}	= CO ₂ por unidad de masa de cal producida del tipo i de cal (por ejemplo, CO ₂ /tonelada de tipo i de cal)	Entrada del usuario o valor predeterminado
i	= Tipo de cal	

Ecuación 9.4 Emisiones provenientes de la producción de vidrio

$$\text{Emisiones de CO}_2 = M_g \times EF \times (1 - CR)$$

Descripción		Valor
Emisiones de CO ₂	= Emisiones de CO ₂ en toneladas	Computado
M _d	= Masa de vidrio fundido del tipo i (por ejemplo, flotación, contenedores, fibra de vidrio, etc.), toneladas	Entrada del usuario
EF _d	= Factor de emisión para la fabricación de vidrio de tipo i, toneladas de CO ₂ /tonelada de vidrio fundido	Entrada del usuario o valor predeterminado
CR _i	= Proporción de chatarra de vidrio ⁶² para la fabricación de vidrio del tipo i	Entrada del usuario o valor predeterminado



9.3.2 Emisiones de la industria química

Las emisiones de GEI surgen de la producción de diversos productos químicos inorgánicos y orgánicos, que incluyen:

- Amoníaco
- Ácido nítrico
- Ácido adípico
- Caprolactama, glioxal y ácido glioxílico
- Carburo
- Dióxido de titanio
- Carbonato de sodio

Las emisiones provenientes de la industria química dependen de la tecnología utilizada. Las ciudades necesitan saber lo siguiente:

- La industria de producción de químicos más importante dentro de los límites de la ciudad
- Salida de productos minerales anual y consumo de materia prima en el proceso industrial
- La tecnología utilizada en el proceso industrial
- Los factores de emisión de diferentes productos/ materias primas en diferentes tecnologías de producción

Las ciudades deben obtener los datos de las instalaciones industriales y los factores de emisión a partir de:

- Un monitoreo continuo de emisiones (Continuous emissions monitoring, CEM), donde las emisiones se miden directamente en todo momento

- Un monitoreo de emisiones periódicas efectuado durante uno o varios periodos que es un reflejo del modelo habitual de operación de la planta para derivar en un factor de emisión que se multiplica por el producto para derivar en las emisiones
- Un muestreo irregular para derivar en un factor de emisión que se multiplica por el producto para derivar las emisiones

Si una ciudad no tiene acceso a los datos específicos de la fábrica para la industria química, los métodos del IPCC se indican en la tabla 9.4.

9.3.3 Emisiones provenientes de la industria del metal

Las emisiones de GEI pueden ser el resultado de la producción de acero de hierro y coque metalúrgico, ferroaleaciones, aluminio, magnesio, plomo y zinc.

Las emisiones procedentes de la industria del metal dependen de la tecnología y el tipo de materia prima utilizada en los procesos de producción. Con el fin de estimar las emisiones de la industria del metal, las ciudades necesitan saber lo siguiente:

- La industria de producción de metal más importante dentro de los límites de la ciudad
- La salida de la producción anual de metales y los diferentes tipos de consumo de materias primas
- La tecnología utilizada en el proceso de producción de metales
- Los factores de emisión de diferentes productos/ materias primas en diferentes tecnologías de producción

Las ciudades deben buscar datos y factores de emisión a partir de:

- Monitoreo continuo de emisiones donde las emisiones se miden directamente en todo momento
- Un monitoreo de emisiones periódicas efectuado durante uno o varios periodos que es un reflejo del modelo habitual de operación de la planta para derivar un factor de emisión que se multiplica por la salida para derivar las emisiones
- Un muestreo irregular para derivar en un factor de emisión que se multiplica por el producto para derivar las emisiones

Si una ciudad no tiene acceso a los datos específicos de la fábrica para la industria del metal, los métodos del IPCC se indican en la tabla 9.5.



Tabla 9.4 Cálculo de las emisiones de la industria química

Fuentes de emisión	Emisiones de GEI	Método más simple para la cuantificación de las emisiones	Fuente de datos de actividad	Relación con el cálculo del factor de emisión predeterminado
Producción de amoníaco	CO ₂	Producción de amoníaco multiplicada por el factor de emisión del combustible	<ul style="list-style-type: none"> • Póngase en contacto con los operadores o propietarios de las instalaciones industriales en las que se producen los procesos y obtenga datos de actividad pertinentes • Póngase en contacto con el compilador del inventario nacional para pedir los datos de producción específicos dentro de los límites de la ciudad 	Tabla 3.1 de la página 3.15 del Capítulo 3 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>
Producción de ácido nítrico	N ₂ O	Producción de ácido nítrico multiplicada por el factor de emisión predeterminado		Tabla 3.3 de la página 3.23 del Capítulo 3 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>
Producción de ácido adípico	N ₂ O	Producción de ácido adípico multiplicada por el factor de emisión predeterminado		Tabla 3.4 de la página 3.15 del Capítulo 3 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>
Producción de caprolactama	N ₂ O	Producción de caprolactama multiplicada por el factor de emisión predeterminado		Tabla 3.5 de la página 3.36 del Capítulo 3 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>
Producción de carburo	CO ₂ y CH ₄	Producción de carburo multiplicada por el factor de emisión predeterminado		Tabla 3.7 de la página 3.44 del Capítulo 3 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>
Producción de dióxido de titanio	CO ₂	Producción de escoria de titanio multiplicada por el factor de emisión predeterminado		Tabla 3.9 de la página 3.49 del Capítulo 3 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>
Producción de carbonato de sodio	CO ₂	Producción de carbonato de sodio, o Trona utilizada, multiplicada por el factor de emisión predeterminado		Tabla 3.1 de la página 3.15 del Capítulo 3 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>

Tabla 9.5 Industria metalúrgica

Fuentes de emisión	Emisiones de GEI	Método más simple para la cuantificación de las emisiones	Fuente de datos de actividad	Relación con el cálculo del factor de emisión predeterminado
Producción de coque metalúrgico	CO ₂ , CH ₄	Supongamos que todo el coque obtenido en el lugar en las instalaciones de producción de hierro y acero se utiliza en el sitio. Multiplicar los factores de emisión predeterminados por la producción de coque para calcular las emisiones de CO ₂ y CH ₄	Agencias gubernamentales responsables de las estadísticas de fabricación, asociaciones comerciales o industriales, compañías comerciales o individuales de hierro y acero	Tabla 4.1 y Tabla 4.2 del Capítulo 4 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>
Producción de hierro y acero		Multiplicar los factores de emisión predeterminados por los datos de producción de hierro y acero		
Producción de ferroaleaciones	CO ₂ , CH ₄	Multiplicar los factores de emisión predeterminados por el tipo de producto de ferroaleación		
Producción de aluminio	CO ₂	Multiplicar los factores de emisión predeterminados por el producto de aluminio de procesos diferentes	Instalaciones de producción de aluminio	Tabla 4.10 del Capítulo 4 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>
Producción de magnesio	CO ₂	Multiplicar los factores de emisión por productos de magnesio por tipo de materia prima	La producción de magnesio, los datos de fundido/manipulación y el tipo de materia prima pueden ser difíciles de obtener. El compilador del inventario puede consultar a las asociaciones de la industria tales como la Asociación Internacional de magnesio.	Tabla 4.19 del Capítulo 4 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>
	SF ₆	Asumamos que todos los consumos de SF ₆ en el segmento de la industria de magnesio se emite como SF ₆ Estimar SF ₆ multiplicando los factores de emisión predeterminados por la cantidad total de magnesio fundido o manipulado.		Tabla 4.20 del Capítulo 4 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>
	Emisiones de HFC y otras emisiones de GEI ⁶³	Para los gases de HFC y otros gases de GEI, recolectar mediciones directas o indirectas de datos significativos		No aplicable
Producción de plomo	CO ₂	Multiplicar los factores de emisión predeterminados de productos de plomo por las fuentes y el tipo de horno	Agencias gubernamentales responsables de las estadísticas de fabricación, asociaciones comerciales o industriales, productores comerciales o individuales de plomo y zinc	Tabla 4.21 del Capítulo 4 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>
Producción de zinc	CO ₂	Múltiples factores de emisión predeterminados de la producción de zinc		Tabla 4.24 del Capítulo 4 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>

62. Otros incluyen cetona fluorada y diversos productos de descomposición fluorados, por ejemplo, los perfluorocarburos (perfluorinated compound, PFC)

Tabla 9.6 Uso de productos no energéticos de los combustibles y otros productos químicos

Tipos de combustibles utilizados	Ejemplos de usos no energéticos	Gases
Lubricantes	Lubricantes usados en el transporte y la industria	CO ₂
Ceras de parafina	Velas, cajas corrugadas, revestimiento de papel, cartón encolado, adhesivos, producción de alimentos, envases	
Betún; aceite de carretera y otros diluyentes de petróleo	Se utiliza en la producción de asfalto para la pavimentación de carreteras	(NMVOC, CO) ⁶⁴
Trementina mineral, ⁶⁵ queroseno, ⁶⁶ productos aromáticos	Como disolvente, por ejemplo, para el revestimiento superficial (pintura), limpieza en seco	

9.4 Cálculo de las emisiones de uso de productos

Los productos tales como refrigerantes, espumas o aerosoles pueden liberar emisiones de GEI potentes. Los HFC, por ejemplo, se utilizan como alternativas a las sustancias que agotan la capa de ozono (ozone depleting substances, ODS) en diversos tipos de aplicaciones de productos. Del mismo modo, el SF₆ y el N₂O están presentes en varios productos usados en la industria (por ejemplo, equipos eléctricos y propelentes en productos aerosoles), y son usados por los consumidores finales (por ejemplo, zapatillas deportivas y anestesia). La siguiente guía metodológica aparece de acuerdo con el tipo de usos de productos comunes.

9.4.1 Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes

Esta sección proporciona un método para estimar las emisiones provenientes del uso de combustibles fósiles como un producto para propósitos fundamentales (pero no para la combustión o la producción de energía). Los tipos principales de consumo de combustible y sus emisiones se pueden ver en la tabla 9.6.

63. NMVOC y CO no están cubiertos por el GPC, pero se incluyen en las Pautas del IPCC.

64. También conocido como aguarrás mineral, bencina o alcohol industrial ("SBP").

65. También conocido como parafina o aceites de parafina (Reino Unido, Sudáfrica).

El combustible y los solventes se consumen en procesos industriales. Para estimar las emisiones en un enfoque de equilibrio de masas, las ciudades necesitan saber lo siguiente:

- El combustible y el solvente principales utilizados dentro de los límites de la ciudad
- El consumo anual de combustibles y solventes
- Los factores de emisión para los diferentes tipos de combustible y el consumo de solvente

Las ciudades deben obtener los datos de consumo de combustible/solvente específicos de la instalación y sus respectivos usos con factores de emisión específicos de la ciudad. Si no están disponibles, los métodos del IPCC se detallan en la tabla 9.7.

Ecuación 9.5 Emisiones de CO₂ provenientes de los usos de productos no energéticos

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \sum_i (\text{NEU}_i \times \text{CC}_i \times \text{ODU}_i) \times 44/12$$

NEU _i	=	uso no energético del combustible i, TJ
CC _i	=	contenido de carbono específico de combustible i, tonelada de C/TJ (=kg C/GJ)
ODU _i	=	factor de ODU para combustible i, fracción
44/12	=	proporción de masa de CO ₂ /C

Fuente: Ecuación adaptada de Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero Volumen 3 Procesos industriales y uso de productos disponibles en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol3.html

Las emisiones de CO₂ de todos los usos de productos pueden estimarse siguiendo la ecuación 9.5.

En esta ecuación, ODU representa la fracción de carbono del combustible fósil que se *oxida durante el uso* (ODU), por ejemplo, co-combustión real de la fracción de lubricantes que se infiltra en la cámara de combustión de un motor. Las fuentes de datos y enlaces de valores predeterminados se pueden encontrar en la tabla 9.7.

9.4.2 Cálculo de las emisiones provenientes de la industria electrónica

En esta sección se incluyen métodos para cuantificar las emisiones de GEI provenientes de los semiconductores, las pantallas planas de transistores de película delgada y la fabricación fotovoltaica (denominados colectivamente “industria de la electrónica”). Varios procesos de fabricación de electrónica avanzada utilizan compuestos fluorados (FC) para los modelos complejos de ataque químico de plasma, la limpieza de cámaras del reactor, y el control de la temperatura, todos los cuales emiten GEI.

Para estimar las emisiones de gases fluorados provenientes de la industria electrónica, las ciudades necesitan saber lo siguiente:

- Las industrias de producción electrónica más importantes dentro de los límites de la ciudad
- La capacidad de producción anual de la instalación industrial
- La tecnología de control de emisiones de FC utilizada
- El gas alimentado y destruido por el sistema de control de emisiones de FC

Las ciudades deben comunicarse con las instalaciones de producción electrónicas para obtener datos sobre las emisiones específicas de la instalación. Si los datos específicos de la instalación no están disponibles, las ciudades pueden utilizar los métodos del IPCC que se describen en la tabla 9.8.

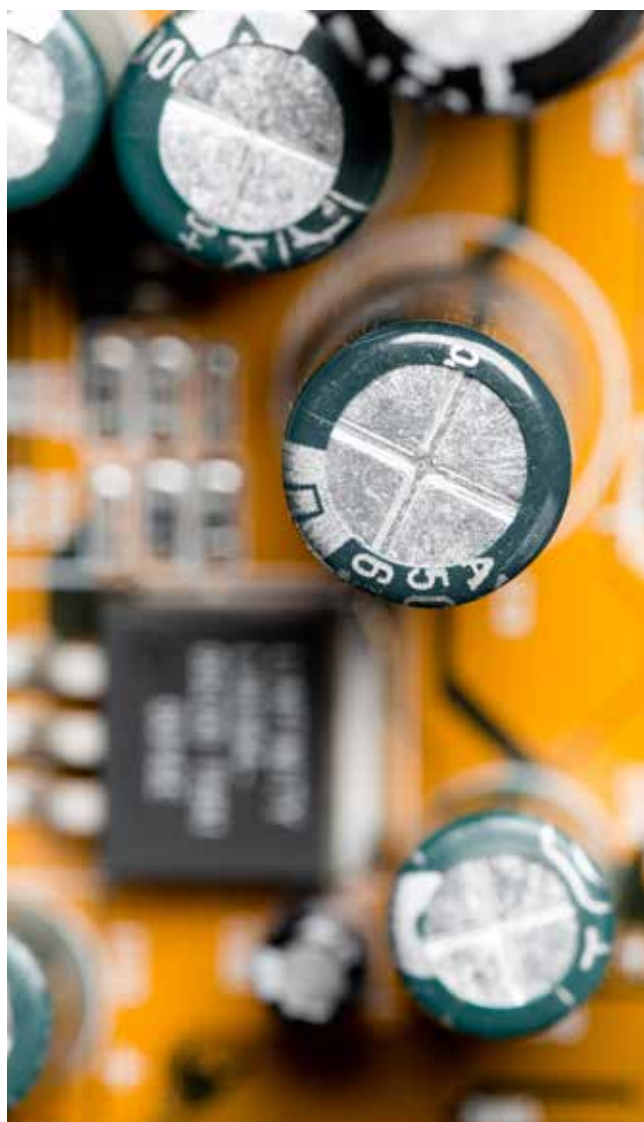


Tabla 9.7 Emisiones de productos no energéticos

Tipos de combustibles utilizados	Ejemplos de usos no energéticos	Emisiones de GEI	Fuente de datos de actividad	Relación con el cálculo del factor de emisión predeterminado
Lubricantes	Lubricantes usados en el transporte y la industria	CO ₂	Los datos básicos sobre los productos no energéticos utilizados en un país pueden estar disponibles a partir de los datos de producción, importación y exportación y sobre la utilización energética/ no energética divididos en las estadísticas nacionales de energía.	Método 1, Capítulo 5 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i> (p. 5.9)
Ceras de parafina	Velas, cajas corrugadas, revestimiento de papel, cartón encolado, adhesivos, producción de alimentos, envases			Capítulo 5 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i> (sección 5.3.2.2, página 5.12)

Tabla 9.8 Cálculo de las emisiones provenientes de la industria electrónica

Procesos de producción electrónica	Emisiones de GEI	Método más simple para la cuantificación de las emisiones	Fuente de datos de actividad	Relación con el cálculo del factor de emisión predeterminado
Grabado y limpieza de CVD para semiconductores, pantallas de cristal líquido y fotovoltaica	HFC PFC SF ₆ NF ₃	Los factores de emisión genéricos se multiplican por la utilización de la capacidad anual y la capacidad anual de diseño de fabricación de los procesos de sustrato	Los compiladores del inventario tendrán que determinar la superficie total de sustratos electrónicos procesados para un año determinado. El consumo de silicio puede estimarse usando una edición adecuada de la base de datos de World Fab Watch (WFW), publicada trimestralmente por Equipo de semiconductores y materiales internacional (Semiconductor Equipment & Materials International, SEMI). La base de datos contiene una lista de las plantas (de producción, así como de investigación y desarrollo, plantas piloto, etc.) en todo el mundo, con información sobre la ubicación, capacidad de diseño, tamaño de la oblea y mucho más. Del mismo modo, la base de datos "Flat Panel Display Fabs on Disk" de SEMI proporciona una estimación del consumo de vidrio para la fabricación global de TFT-FPD	Tabla 6.2, página 6.16 del Capítulo 6 del Volumen 3 de las <i>Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>
Fluidos transportadores de calor		Los factores de emisión genéricos son multiplicados por el promedio de utilización de la capacidad y la capacidad de diseño		

9.4.3 Emisiones provenientes de los sustitutos fluorados para las sustancias que agotan la capa de ozono

Los HFC y, en un grado muy limitado, los PFC, están sirviendo como alternativas a las sustancias que agotan la capa de ozono (ODS) que están siendo eliminadas gradualmente según el Protocolo de Montreal⁶⁶. Las áreas de aplicación actuales y esperadas de los HFC y los PFC incluyen⁶⁷:

- Refrigeración y aire acondicionado
- Extinción de incendios y protección contra explosiones
- Aerosoles
- Limpieza con solventes

66.El Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono (un protocolo de la Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono) es un tratado internacional diseñado para proteger la capa de ozono. Se requiere la reducción de la producción y el consumo de sustancias que son responsables de la destrucción del ozono.

67. IPCC. Informe especial del IPCC/TEAP sobre la protección de la capa de ozono y el sistema climático mundial: cuestiones relacionadas con los hidrofluorocarbonos y perfluorocarbonos. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2005. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/safeguarding_the_ozone_layer.html.

- Fabricación de espumas
- Otras aplicaciones⁶⁸

Para estimar las emisiones de GEI provenientes de estos productos, las ciudades necesitan saber lo siguiente:

- La industria más importante que utiliza sustitutos fluorados dentro de los límites de la ciudad
- El registro de compra de gas fluorado por la industria más importante y su aplicación

Para mayor precisión, una ciudad debe ponerse en contacto con una entidad relacionada para obtener datos de compra y de aplicaciones específicos de la planta. Las ciudades pueden utilizar los métodos del IPCC de la tabla 9.9 para los datos de actividad predeterminados y los factores de emisión.

68.Los HFC y los PFC también se pueden utilizar como sustitutos del ODS en equipos de esterilización, para aplicaciones de expansión del tabaco, y como solventes en la fabricación de adhesivos, revestimiento y tintas.

Tabla 9.9 Sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono

Sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	Emisiones de GEI	Método más simple para la cuantificación de las emisiones	Fuente de datos de actividad	Relación con el cálculo del factor de emisión predefinido
Sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	HFC PFC	<p>Método de factor de emisión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Datos sobre las ventas de productos químicos por aplicación Factores de emisión por aplicación <p>Método de balance de masas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Datos sobre las ventas de productos químicos por aplicación Los datos sobre las ventas de equipos históricos y actuales ajustados para la importación/exportación mediante la aplicación 	La cantidad de cada producto químico se vende como sustitutos para las sustancias que agotan el ozono. Los datos sobre las cantidades de los sustitutos nacionales e importados deben ser recopilados por los proveedores.	Los usuarios pueden buscar la Base de Datos de Factores de Emisión (Emissions Factor Database, EFDB) del IPCC para conjuntos de datos

Cuadro 9.1 Cálculo de las emisiones derivadas del uso de productos, utilizando un enfoque basado en el consumo

Las emisiones del uso de productos también pueden ser calculadas de acuerdo a las actividades de consumo dentro de los límites de la ciudad. Este método estima las emisiones según el lugar donde los productos son comprados y/o utilizados, en lugar del sitio donde se producen.

Las ciudades pueden aplicar tanto el método ascendente como el descendente para estimar las emisiones basadas en el consumo de uso del producto.

Un método ascendente implicaría la identificación de los productos adquiridos dentro de los límites de la ciudad, la cantidad y la vida útil de cada producto, así como la tasa promedio de emisiones durante el uso. Un método descendente, por el contrario, utilizaría los datos de emisiones y actividad a nivel regional o nacional y los adaptaría a los límites de inventario usando un factor de escalamiento apropiado.

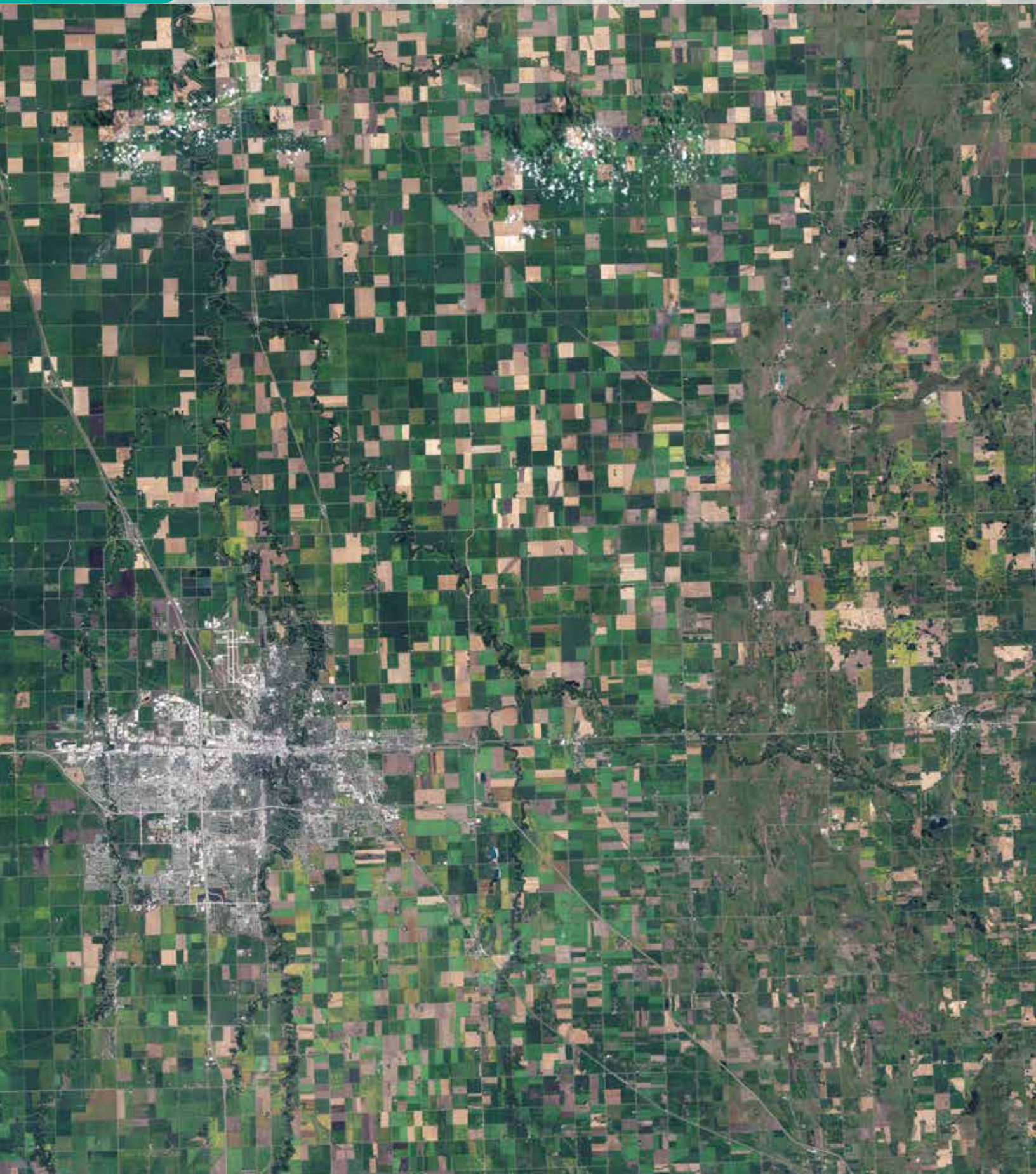
Estudio de caso

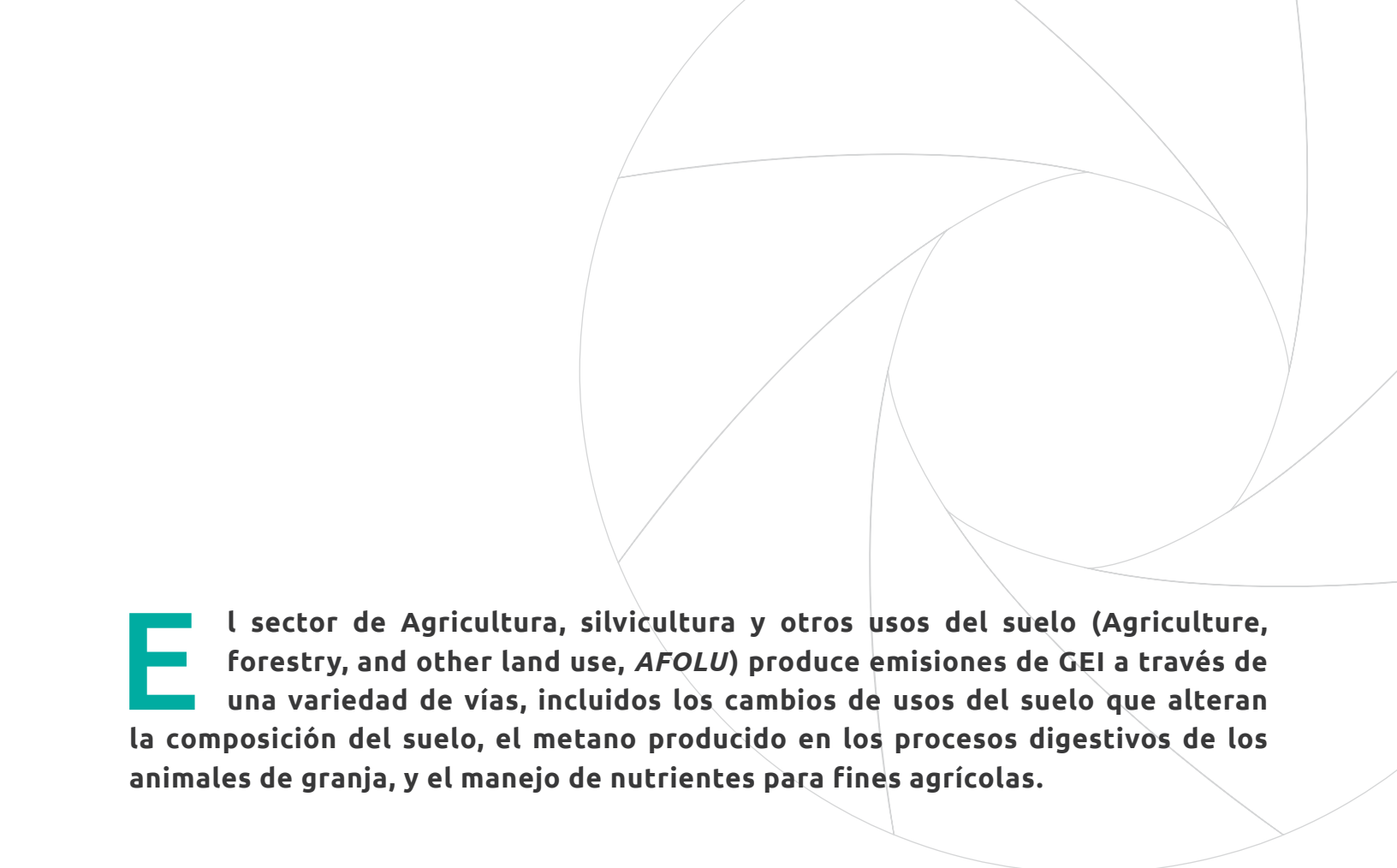
Gibraltar utiliza el método basado en el consumo para calcular las emisiones provenientes del uso del producto. Sin procesos industriales que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad y los datos limitados sobre el uso del producto, Gibraltar utilizó datos del Inventario Nacional de Emisiones Atmosféricas para el Reino Unido (National Atmospheric Emissions Inventory for the United Kingdom), que recopila las estimaciones de las emisiones de fuentes del Reino Unido, incluyendo dependencias de la Corona y los territorios de ultramar, para su presentación a la UNFCCC para calcular las emisiones provenientes del uso del producto. Las emisiones fueron asignadas a los límites del inventario utilizando una serie de factores de escalamiento apropiados:

Uso del producto	Factor de escalamiento
Aerosoles	Población
Refrigeración comercial	PIB
Aire acondicionado de vehículos	Número de vehículos

Fuente: Ricardo-AEA (2014) A City-level Greenhouse Gas Inventory for Gibraltar.

*Agricultura, silvicultura
y otros usos del suelo*





El sector de Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (Agriculture, forestry, and other land use, *AFOLU*) produce emisiones de GEI a través de una variedad de vías, incluidos los cambios de usos del suelo que alteran la composición del suelo, el metano producido en los procesos digestivos de los animales de granja, y el manejo de nutrientes para fines agrícolas.

Requisitos de este capítulo

Para el nivel BÁSICO+:

Las ciudades deberán reportar todas las emisiones de GEI resultantes del sector de AFOLU dentro de los límites de la ciudad en el alcance 1.

Alcance 2: No aplicable

Las emisiones provenientes del uso de energía suministrada en red en edificios y vehículos en las granjas u otras áreas agrícolas deben reportarse en *Energía estacionaria* y *Transporte*, respectivamente.

Alcance 3: Otras emisiones fuera de los límites

Las emisiones provenientes de las actividades de uso del suelo fuera de la ciudad (por ejemplo, productos agrícolas importados para el consumo dentro de los límites de la ciudad) no están comprendidas en el GPC bajo el nivel BÁSICO/BÁSICO+, pero pueden ser incluidas como *Otras emisiones de alcance 3*.

10.1 Categorización de las emisiones de AFOLU por alcance

Alcance 1: Emisiones dentro de los límites provenientes de la actividad agrícola, uso del suelo y el cambio del uso del suelo dentro de los límites de la ciudad

Las emisiones de GEI asociadas con la fabricación de fertilizantes nitrogenados, que representan una gran parte de las emisiones agrícolas, no se contabilizan bajo *AFOLU*. *Las Pautas del IPCC* asignan estas emisiones a *IPPU*.

10.2 Definición de las actividades de AFOLU

Dada la naturaleza altamente variable de las emisiones agrícolas y el uso del suelo que atraviesa diversas áreas geográficas, las emisiones de GEI del *AFOLU* se encuentran entre las categorías más complejas para la contabilidad de GEI. Algunas ciudades, donde no hay actividades agrícolas medibles o suelos gestionados dentro de los límites de la ciudad, podrían no tener una fuente importante de emisiones de *AFOLU*. Otras ciudades podrían tener actividades agrícolas importantes y suelos gestionados. Las claves de notación se utilizarán para indicar donde no se produce la actividad, o cuando hay carencia de datos. *Las*

Pautas del IPCC dividen las actividades de *AFOLU* en tres categorías:

- Ganadería
- Suelo
- Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO_2

Estas fuentes de emisión y su categorización de alcance se resumen en la tabla 10.1.

Múltiples metodologías se pueden utilizar para cuantificar las emisiones de *AFOLU*. La orientación proporcionada en este capítulo es consistente con las metodologías de nivel 1 del IPCC, a menos que se especifique lo contrario. Las metodologías de nivel 1 involucran el uso de los datos del IPCC predeterminados, mientras que las metodologías de nivel 2 involucran el uso de datos específicos del país. Los datos específicos del país deben usarse si son fáciles de obtener, y de no ser así, se deben utilizar los datos del IPCC predeterminados. Una orientación más completa se puede encontrar en las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero* y la *Guía sobre las buenas prácticas del IPCC para el uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (2013)*.

10.3 Cálculo de las emisiones provenientes de la ganadería

La producción ganadera emite CH_4 mediante la fermentación entérica, y CH_4 y N_2O mediante la gestión del estiércol. Las emisiones de CO_2 provenientes de la ganadería no se estiman porque se supone que las emisiones anuales de CO_2 netas son igual a cero, el CO_2 fotosintetizado por las plantas se devuelve a la atmósfera en forma de CO_2

respirado. Una parte del C se devuelve como CH_4 y por esta razón el CH_4 debe ser analizado por separado.

10.3.1 Fermentación entérica

La cantidad de CH_4 emitida por fermentación entérica se debe principalmente al número de animales, al tipo de sistema digestivo, y al tipo y la cantidad de alimento consumido. Las emisiones de metano pueden estimarse multiplicando el número de ganado para cada tipo de animal por un factor de emisión (consulte la ecuación 10.1).

Los datos de actividad en la ganadería se pueden obtener de varias fuentes, incluidos el gobierno y la industria agrícola. Si estos datos no están disponibles, se pueden hacer estimaciones basadas en encuestas y los datos del uso del suelo. La ganadería debe clasificarse por tipo de animal, de acuerdo con la categorización del IPCC: Ganado bovino (leche y otros); búfalo; oveja; cabras; camellos; caballos; mulas y asnos; ciervo; alpacas; cerdo; aves de corral; y otros. Los factores de emisión específicos de cada país deben utilizarse, cuando estén disponibles; como alternativa, se pueden utilizar los factores de emisión del IPCC predeterminados.⁶⁹

10.3.2 Gestión del estiércol

El CH_4 es producido mediante la descomposición del estiércol en condiciones anaeróbicas, durante el almacenamiento y el tratamiento, mientras que las emisiones directas de N_2O se producen a través de la nitrificación y la desnitrificación combinadas de nitrógeno contenido en el estiércol. Los factores principales que afectan a las emisiones de CH_4 son la cantidad de estiércol producida y la parte del estiércol que se descompone en condiciones anaeróbicas. El primero depende de la tasa de producción de residuos por animal y el número de

Tabla 10.1 Descripción general de AFOLU

Fuente de emisión de GEI	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo	Emisiones provenientes de la agricultura, otro uso del suelo y cambio en el uso del suelo		
Ganadería	V.1		
Suelo	V.2		
Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO_2	V.3		

- Fuentes necesarias para el reporte de nivel BÁSICO+
- Fuentes incluidos en Otras emisiones de alcance 3
- Emisiones no aplicables

69. Consulte las *Pautas del IPCC de 2006*, Volumen 4, Capítulo 10 "Emisiones provenientes de la ganadería y la gestión del estiércol." Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4

Figura 10.1 Descripción general de las fuentes de emisión de AFOLU

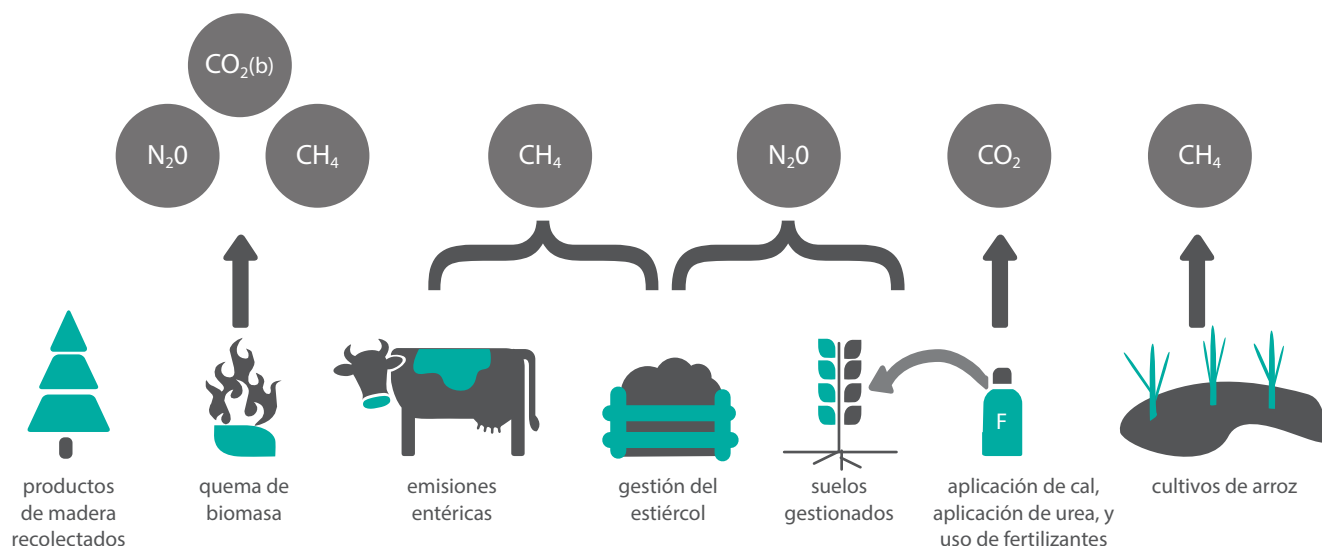


Tabla 10.2 Fuentes de emisión producidas por la ganadería y las referencias del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) correspondientes

Categoría	Fuentes de emisión	Referencias del IPCC de 2006
Ganadería	Fermentación entérica	Volumen 4; Capítulo 10; Sección 10.3
	Gestión del estiércol	Volumen 4; Capítulo 10; Sección 10.4-5

Ecuación 10.1 Emisiones de CH_4 provenientes de la fermentación entérica

$$\text{CH}_4 = N_{(T)} \times \text{EF}_{(\text{Enteric}, T)} \times 10^{-3}$$

Descripción	Valor
CH_4 = Emisiones de CH_4 en toneladas	Computado
T = Categoría de ganado/especies	Entrada del usuario
N = Número de animales (cabezas)	Entrada del usuario
EF = Factor de emisión para la fermentación entérica (kg de CH_4 por cabeza por año)	Entrada del usuario o valor predeterminado

Fuente: Adaptado de las Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

animales, y el segundo depende de la forma de gestionar el estiércol. La emisión de N₂O proveniente del estiércol durante el almacenamiento y el tratamiento depende del contenido de nitrógeno y carbono del estiércol, y de la duración del almacenamiento y el tipo de tratamiento. El término “estiércol” se utiliza aquí colectivamente para incluir tanto el estiércol como la orina (es decir, los sólidos y los líquidos) producidos por el ganado. Las emisiones asociadas con la quema de excremento para combustible deberán ser reportadas bajo *Energía estacionaria*, o bajo *Residuos* si se hubiera quemado sin recuperación de energía.

Emisiones de CH₄ provenientes de la gestión del estiércol

Las emisiones de CH₄ provenientes de los sistemas de gestión del estiércol dependen de la temperatura. El cálculo de las emisiones de CH₄ provenientes de la gestión del estiércol, por lo tanto, necesitan datos sobre el ganado según el tipo de animal y la temperatura media anual, en combinación con los factores de emisión pertinentes (consulte la Ecuación 10.2).

La cantidad y la categorización del ganado deben ser coherentes con el método que figura en la sección 10.3.1 anterior. El promedio anual de los datos de temperatura se pueden obtener de los centros meteorológicos nacionales e internacionales, así como de fuentes académicas. Los factores de emisión dependientes de la temperatura específicos del país deben utilizarse, cuando estén disponibles; como alternativa, se pueden utilizar los factores de emisión del IPCC predeterminados.⁷⁰

Emisiones de N₂O provenientes de la gestión del estiércol

La gestión del estiércol se lleva a cabo durante el almacenamiento y tratamiento del estiércol, antes de ser aplicado al suelo o utilizado de otro modo con fines de alimentación, combustible, o de construcción. Para estimar las emisiones de N₂O provenientes de los sistemas de gestión del estiércol se debe multiplicar el importe total de la excreción de N (de todas las categorías de ganado) en cada tipo de sistema de gestión del estiércol por un factor de emisión para ese tipo de sistema de gestión del estiércol (consulte la Ecuación 10.3). Esto incluye los siguientes pasos:

1. Recopilar datos de ganado según el tipo de animal (T)
2. Determinar la tasa de excreción de nitrógeno anual media por cabeza (N_{ex(T)}) para cada categoría de ganado T definida
3. Determinar la fracción de la excreción total anual de nitrógeno para cada categoría de ganado T que se gestiona en cada sistema de gestión del estiércol S (MS_(T,S))
4. Obtener los factores de emisión de N₂O para cada sistema de gestión del estiércol S (EF_(S))
5. Para cada tipo de sistema de gestión del estiércol S, multiplique su factor de emisión (EF_(S)) por la cantidad total de nitrógeno gestionado (de todas las categorías de ganado) en ese sistema, para estimar las emisiones de N₂O provenientes de ese sistema de gestión del estiércol

70. Consulte las *Pautas del IPCC de 2006*, Volumen 4, Capítulo 10, Tablas 10A.1 a 10A-9

Ecuación 10.2 Emisiones de CH₄ provenientes de la gestión del estiércol

$$CH_4 = (N_{(T)} \times EF_{(T)} \times 10^{-3})$$

Descripción	Valor
CH ₄ = Emisiones de CH ₄ en toneladas	Computado
T = Categoría de ganado/especies	Entrada del usuario
N _(T) = Número de animales por cada categoría de ganado	Entrada del usuario
EF _(T) = Factor de emisión para la gestión del estiércol (kg de CH ₄ por cabeza por año)	Entrada del usuario o valor predeterminado

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

Las emisiones entonces se suman en todos los sistemas de gestión del estiércol. Los datos específicos del país pueden ser obtenidos del inventario nacional, la industria agrícola y la literatura científica. Como alternativa, se pueden usar datos de otros países que tienen el ganado con características similares, o los datos de excreción de nitrógeno del IPCC predeterminados y los datos del sistema de gestión de estiércol predeterminado.⁷¹

Las emisiones de N₂O generadas por el estiércol en los sistemas de pastura, prado, pradera se producen directa e indirectamente del suelo, y se reportarán dentro de la categoría

Emisiones de N₂O provenientes de suelos gestionados (consulte 10.5.4). Las emisiones de N₂O asociadas con la quema de estiércol para combustible deberán ser reportadas bajo *Energía estacionaria* (Capítulo 6), o bajo *Residuos* (Capítulo 8) si se hubiera quemado sin recuperación de energía.

Tenga en cuenta que las emisiones de los sistemas líquido/lodo sin una cubierta de costra natural, lagunas anaeróbicas, y digestores anaerobios se consideran insignificantes en base a la ausencia de formas oxidadas de nitrógeno que entran en estos sistemas combinados con el bajo potencial de nitrificación y desnitrificación que se produce en el sistema.

Ecuación 10.3 Emisiones de N₂O provenientes de la gestión del estiércol

$$N_2O = [\sum_s [\sum_T (N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times MS_{(T),(S)})] \times EF_{(S)}] \times 44/28 \times 10^{-3}$$

N ₂ O	=	Emisiones de N ₂ O en toneladas
S	=	Sistema de gestión del estiércol (MMS)
T	=	Categoría de ganado
N _(T)	=	Número de animales por cada categoría de ganado
Nex _(T)	=	Excreción de N anual para la categoría de ganado T, kg de N por animal por año (consulte la Ecuación 10.4)
MS	=	Fracción de la excreción total anual de nitrógeno gestionado en MMS para cada categoría de ganado
EF _(S)	=	Factor de emisión para las emisiones directas de N ₂ O-N de MMS, kg de N ₂ O-N por kg de N en MSS
44/28	=	Conversión de las emisiones de N ₂ O-N a emisiones de N ₂ O

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

Ecuación 10.4 Tasas de excreción anual de N

$$Nex_{(T)} = N_{\text{índice}(T)} \times TAM_{(T)} \times 10^{-3} \times 365$$

Nex _(T)	=	Excreción de N anual para la categoría de ganado T, kg de N por animal por año
N _{rate(T)}	=	Tasa de excreción de N predeterminada, kg de N por 1000 kg de animal por día
TAM _(T)	=	Masa animal típico de la categoría de ganado T, kg por animal

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

71. Consulte las *Pautas del IPCC de 2006* Volumen 4, Capítulo 10 "Emisiones provenientes del ganado y de la gestión del estiércol", Tablas 10.19 y 10.21. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4

Tabla 10.3 Categorías de uso del suelo y las referencias del IPCC correspondientes

Categoría	Definición	Referencias del IPCC de 2006
Tierras forestales	Todas las tierras con vegetación leñosa de acuerdo con los umbrales utilizados para definir las tierras forestales en el inventario nacional	Volumen 4, Capítulo 4
Tierras de cultivo	Tierras cultivadas, incluyendo los campos de arroz, y los sistemas agroforestales, donde la estructura de la vegetación está por debajo de los umbrales de las tierras forestales	Volumen 4, Capítulo 5
Pastizales	Pastizales y tierras de pasto que no se consideran tierras de cultivo y sistemas con vegetación leñosa y otra vegetación excluyendo el pasto que no esté por debajo del umbral de las tierras forestales	Volumen 4, Capítulo 6
Humedales	Áreas de extracción de turba y tierras cubiertas o saturadas de agua durante todo o parte del año	Volumen 4, Capítulo 7
Asentamientos	Todas las tierras urbanizadas, incluyendo la infraestructura de transporte y los asentamientos humanos de cualquier tamaño	Volumen 4, Capítulo 8
Otros	Suelo deforestado, roca, hielo, y todas las tierras descubiertas que no entran en ninguna de las otras cinco categorías	Volumen 4, Capítulo 9

Ecuación 10.5 Emisiones de carbono provenientes de uso del suelo y el cambio de uso del suelo

$$\Delta C_{AFOLU} = \Delta C_{FL} + \Delta C_{CL} + \Delta C_{GL} + \Delta C_{WL} + \Delta C_{SL} + \Delta C_{OL}$$

ΔC	= Cambio en las existencias de carbono
AFOLU	= Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo
FL	= Tierras forestales
CL	= Tierras de cultivo
GL	= Pastizales
WL	= Humedales
SL	= Asentamientos
OL	= Otros suelos

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo, Sección 2.2.1, eq 2.1. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

10.4 Cálculo de las emisiones producidas por el uso del suelo y el cambio en el uso del suelo

El IPCC divide el uso del suelo en seis categorías: tierras forestales; tierras de cultivo; pradera; humedales; asentamientos; y otros (consulte la Tabla 10.3). Las emisiones y absorciones de CO₂ se basan en los cambios en las existencias de C en los ecosistemas y se estiman para cada categoría de uso del suelo (consulte la Ecuación 10.5). Esto incluye tanto el suelo restante en una categoría de uso del suelo como el suelo convertido para otro uso. Las existencias de C consisten en biomasa aérea y subterránea, materia orgánica muerta (madera muerta y hojarasca), y materia orgánica del suelo.

La estimación de los cambios del carbono depende de la disponibilidad de los datos y del modelo, y los recursos para recopilar y analizar información. El GPC recomienda que las ciudades adopten un método simplificado, que consiste en multiplicar el cambio de existencias anual de C neto para diferentes categorías de usos del suelo (y el cambio de uso del suelo) por área de superficie.

La categorización del uso del suelo por área de superficie se puede obtener de los organismos nacionales o gobiernos locales que utilizan los datos de teledetección u ordenamiento territorial. Estas categorizaciones tendrán que ajustarse a las definiciones contenidas en la Tabla 10.3. Algunos suelos se pueden clasificar en una o varias categorías debido a los múltiples usos que cumplan los

Ecuación 10.6 Emisiones de CO₂ provenientes de uso del suelo y el cambio de uso del suelo

$$CO_2 = \sum_{LU} [Flux_{LU} \times Area_{LU}] \times 44/12$$

CO ₂	=	Emisiones de GEI en toneladas de CO ₂
Área	=	Superficie de la ciudad por categoría de uso del suelo, hectárea
Flux	=	Tasa anual neta de cambio en las existencias de carbono por hectárea, toneladas de C por hectárea por año
LU	=	Categoría de uso del suelo
44/12	=	Conversión de cambios en las existencias de C a emisiones de CO ₂

critérios de más de una definición. Sin embargo, se ha desarrollado una clasificación para asignar estos casos a una sola categoría de uso del suelo. El proceso de clasificación se inicia mediante la distinción entre suelos gestionados y suelos no gestionados. Entonces, los suelos gestionados son asignados, de mayor a menor prioridad, de la siguiente manera: Asentamientos > Tierras de cultivo > Tierras forestales > Pastizales > Humedales > Otras tierras.

Además del uso actual del suelo, se tendrán que determinar los cambios de uso del suelo en los últimos 20 años.⁷² Si el cambio de usos del suelo tuvo lugar hace menos de 20 años antes de la realización de la evaluación, se considera que ese suelo ha sido convertido. En este caso, la evaluación de las emisiones de GEI se lleva a cabo sobre la base de la igualdad de asignación a cada año del período de 20 años. Las grandes cantidades de emisiones de GEI pueden resultar como consecuencia de un cambio en el uso del suelo. Los ejemplos incluyen el cambio de uso de agricultura (por ejemplo, granjas urbanas) o parques, a otro uso (por ejemplo, el desarrollo industrial). Cuando se cambia el uso del suelo, el carbono del suelo y las existencias de carbono en la vegetación pueden perderse como emisiones de CO₂.

Luego, todo suelo debe ser asignado a una de las categorías enumeradas en la Tabla 10.4. Los suelos permanecen en la misma categoría si no se ha producido un cambio de su uso en los últimos 20 años. De lo contrario, el suelo se clasifica como *convertido* (por ejemplo, tierras de cultivo convertidas en tierras forestales), basado en el uso actual y el uso más reciente antes de la conversión al uso actual. El promedio de los datos de cambio en las existencias



anuales de carbono por hectárea para todas las categorías de usos del suelo (y el cambio de usos del suelo) relevantes debe ser determinado y multiplicado por el área de superficie correspondiente a ese uso del suelo (consulte la Ecuación 10.6). Los datos predeterminados sobre el cambio en las existencias anuales de carbono pueden ser obtenidos a partir del organismo de reporte de inventario nacional del país, las emisiones de GEI reportadas por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) para los países, el IPCC, y otras fuentes revisadas por expertos.⁷³ Como alternativa, los cambios en las existencias anuales de carbono se pueden determinar para diferentes categorías de uso del suelo, restando las existencias de carbono estimadas en un año anterior a partir de las existencias de carbono estimadas en el año de inventario, dividido por el área total del suelo en el año de inventario. Los datos predeterminados en los cambios en las existencias anuales de carbono se pueden obtener de las fuentes mencionadas anteriormente. Por último, todos los cambios en las existencias de carbono se suman a través de todas las categorías (consulte la Ecuación 10.5) y se multiplica por 44/12 para convertir a emisiones de CO₂.

72. El uso de 20 años como umbral es consistente con los valores predeterminados que figuran en las *Pautas del IPCC*. Refleja el período de tiempo que las existencias de carbono asumen para alcanzar un equilibrio.

73. Por ejemplo: Watson, R. T., Noble, I. R., Bolin, B., Ravindranath, N. H., Verardo, D. J., y Dokken, D. J. (2000) *Uso del suelo, cambio en el uso del suelo y silvicultura* (Informe Especial del IPCC): Capítulo 4. Publicado en la web

Tabla 10.4 Categorías de uso del suelo

	Tierras forestales	Tierras de cultivo	Pastizales	Humedales	Asentamientos	Otros
Tierras forestales	Tierras forestales continúan siendo tierras forestales	Tierras forestales convertidas en tierras agrícolas	Tierras forestales convertidas en praderas	Tierras forestales convertidas en humedales	Tierras forestales convertidas en asentamientos	Tierras forestales convertidas en otras tierras
Tierras de cultivo	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	Tierras de cultivo continúan siendo tierras de cultivo	Tierras de cultivo convertidas en praderas	Tierras de cultivo convertidas en humedales	Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	Tierras de cultivo convertidas en otras tierras
Pastizales	Praderas convertidas en tierras forestales	Praderas convertidas en tierras de cultivos	Praderas continúan siendo praderas	Praderas convertidas en humedales	Praderas convertidas en asentamientos	Praderas a otras tierras
Humedales	Humedales convertidos en tierras forestales	Humedales convertidos en tierras de cultivo	Humedales convertidos en praderas	Humedales continúan siendo humedales	Humedales convertidos en asentamientos	Humedales convertidos en otras tierras
Asentamientos	Asentamientos convertidos en tierras forestales	Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	Asentamientos convertidos en praderas	Asentamientos convertidos en humedales	Asentamientos continúan siendo asentamientos	Asentamientos convertidos en otras tierras
Otros	Otros suelos convertidos en tierras forestales	Otros suelos convertidos en tierras de cultivo	Otros suelos convertidos en praderas	Otros suelos convertidos en humedales	Otros suelos convertidos en asentamientos	Otros suelos continúan siendo en otras tierras forestales

La guía del IPCC proporciona la opción de calcular todas las emisiones de GEI de AFOLU consolidadas por categoría de uso del suelo, debido a que ciertos datos de AFOLU no están desglosados fácilmente por categoría de uso del suelo (por ejemplo, el CH₄ del cultivo de arroz se podría contabilizar en las *tierras de cultivo* o por separado). Las ciudades deben dejar claro si alguna de las fuentes de emisión que figuran en la Tabla 10.4 se incluye en la Tabla 10.5.

10.5 Cálculo de las emisiones provenientes de fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO₂

A continuación se detallan otras fuentes de emisiones de GEI provenientes del suelo necesarias para el reporte del IPCC. Incluyen el cultivo del arroz, el uso de fertilizantes, aplicación de cal y aplicación de urea, que pueden componer una parte significativa de las emisiones de AFOLU de una ciudad. El cultivo del arroz es tratado por separado de otros cultivos porque libera emisiones de CH₄.

10.5.1 Emisiones de GEI provenientes de la quema de biomasa

Cuando la biomasa se quema para obtener energía, las emisiones distintas al CO₂ resultantes serán reportadas bajo el alcance 1 de *Energía estacionaria* (consulte el Capítulo 6), mientras que las emisiones de CO₂ se reportan por separado como CO₂ biogénico. Sin embargo, cuando la biomasa se quema sin recuperación de energía, tales como quema periódica del suelo o incendios accidentales, y estas actividades no están incluidas en el punto 10.4, las emisiones de GEI deben reportarse en *AFOLU*.

Los factores específicos de cada país deben utilizarse cuando estén disponibles; como alternativa, los valores predeterminados del IPCC pueden ser utilizados para M_B, CF y EF.⁷⁴

74. Estos se enumeran en las *Pautas del IPCC de 2006*, Volumen 4 Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo, Capítulo 2 Metodologías generales aplicables a múltiples categorías de uso del suelo; Tablas 2.4, 2.5 y 2.6. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4

Tabla 10.5 Fuentes agregadas y emisiones procedentes del suelo distintas al CO₂

Categoría	Fuentes de emisión	Referencias del IPCC de 2006
Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO ₂	Emisiones de GEI provenientes de la quema de biomasa	Volumen 4; Capítulo 4-9
	Aplicación de cal	Volumen 4; Capítulo 11; Sección 11.3
	Aplicación de urea	Volumen 4; Capítulo 11; Sección 11.4
	N ₂ O directo proveniente de suelos gestionados	Volumen 4; Capítulo 11; Sección 11.2.1
	N ₂ O indirecto de suelos gestionados	Volumen 4; Capítulo 11; Sección 11.2.2
	N ₂ O indirecto de la gestión del estiércol	Volumen 4; Capítulo 10; Sección 10.5.1
	Cultivos de arroz	Volumen 4; Capítulo 5; Sección 5.5
	Productos de madera recolectados	Volumen 4, Capítulo 12

Ecuación 10.7 Emisiones de GEI provenientes de la quema de biomasa

$$GHG = A \times M_B \times CF \times EF \times 10^{-3}$$

GHG	= Emisiones de GEI en toneladas de CO ₂ equivalente
A	= Área de tierra quemada en hectáreas
M _B	= Masa de combustible disponible para la combustión, toneladas por hectárea. Esto incluye la biomasa, hojarasca de suelo y madera muerta. Nota: puede suponerse que los dos últimos son cero, excepto cuando se trata de un cambio de uso del suelo.
CF	= Factor de combustión (una medida de la proporción del combustible que en realidad está en combustión)
EF	= Factor de emisión, g de GEI por kg de la materia seca quemada

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

Ecuación 10.8 Emisiones de CO₂ provenientes del aplicación de cal

$$CO_2 = ((M_{cal} \times EF_{cal}) + (M_{dolomita} \times EF_{dolomita})) \times 44/12$$

CO ₂	= Emisiones de CO ₂ en toneladas
M	= Cantidad de carbonato de calcio (CaCO ₃) o dolomita (CaMg(CO ₃) ₂), toneladas por año
EF	= Factor de emisión, tonelada de C por tonelada de piedra caliza o dolomita
44/12	= Conversión de cambios en las existencias de C a emisiones de CO ₂

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

10.5.2 Aplicación de cal

El aplicación de cal se usa para reducir la acidez del suelo y mejorar el crecimiento de las plantas en los sistemas gestionados, especialmente tierras agrícolas y bosques gestionados. La adición de carbonatos a los suelos en forma de cal (por ejemplo, carbonato de calcio (CaCO₃), o dolomita (CaMg(CO₃)₂)) genera emisiones de CO₂ debido a que la cal se disuelve y libera bicarbonato (2HCO₃⁻), que se convierte en CO₂ y agua (H₂O). La Ecuación 10.8 establece la fórmula para calcular las emisiones de CO₂ provenientes del aplicación de cal. Se deberá calcular la cantidad total de carbonato que contiene la cal aplicada anualmente a los suelos en la ciudad, diferenciando entre la piedra caliza y la dolomita.

Los datos de actividad se pueden obtener de las estadísticas de uso regional o nacional, o pueden ser inferidos de las ventas anuales bajo el supuesto de que toda la cal vendida dentro de la ciudad se aplica al suelo dentro de la ciudad ese año. Observe que, si la cal se aplica en una mezcla con fertilizantes, se debe estimar la proporción utilizada. Los factores de emisión predeterminados de 0,12 para la piedra caliza y 0,13 para la dolomita se deben usar si los factores de emisión derivados de los datos específicos de cada país no están disponibles.

10.5.3 Aplicación de urea

El uso de urea (CO(NH₂)₂) como fertilizante genera emisiones de CO₂ que se fijaron durante el proceso de producción industrial. La urea en contacto con el agua y enzimas ureasas se convierte en amonio (NH₄⁺), ion hidroxilo (OH), y bicarbonato (HCO₃⁻). Luego, el bicarbonato se convierte en CO₂ y agua.

Ecuación 10.9 Emisiones de CO₂ provenientes de la fertilización con urea

$$CO_2 = M \times EF \times 44/12$$

CO ₂	=	Emisiones de CO ₂ en toneladas
M	=	Cantidad de fertilización con urea, en toneladas de urea por año
EF	=	Factor de emisión, toneladas de C por toneladas de urea
44/12	=	Conversión de cambios de existencias de C a emisiones de CO ₂

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

Ecuación 10.10 Emisiones directas de N₂O provenientes de suelos gestionados

$$N_2O_{\text{directo}} = (N_2O-N_{\text{Entradas}} + N_2O-N_{\text{OS}} + N_2O-N_{\text{PRP}}) \times 44/28 \times 10^{-3}$$

N ₂ O _{directo}	=	Emisiones directas de N ₂ O producidas de suelos gestionados, en toneladas
Entradas de N ₂ O-N _N	=	Las emisiones directas de N ₂ O-N de entradas de N para suelos gestionados, kg de N ₂ O-N por año
N ₂ O-N _{OS}	=	Las emisiones directas de N ₂ O-N de suelos inorgánicos gestionados, kg de N ₂ O-N por año
N ₂ O-N _{PRP}	=	Las emisiones directas de N ₂ O-N de entradas de orina y estiércol para suelos pastados, kg de N ₂ O-N por año
44/28	=	Conversión de N (N ₂ O-N) a N ₂ O

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

Un factor de emisión predeterminado de 0,20 para la urea se debe utilizar si los factores de emisión derivados de datos específicos de cada país no están disponibles.

10.5.4 N₂O directo proveniente de suelos gestionados

Las emisiones agrícolas de N₂O vienen directamente de los suelos a los que se añade/libera N e indirectamente a través de la volatilización, la quema de biomasa, la lixiviación y la escorrentía de N de los suelos gestionados. Las emisiones directas de N₂O provenientes de suelos gestionados se calculan por separado de las emisiones indirectas, aunque utilizando un conjunto de datos de la actividad común. Las metodologías de Nivel 1 no tienen en cuenta la cobertura del suelo diferente, el tipo de suelo, las condiciones climáticas o las prácticas de gestión. Las ciudades que cuentan con datos que muestran que los factores predeterminados no son apropiados para su país deben utilizar los métodos de Nivel 2 o Nivel 3.

Se necesitan tres factores de emisión (EF) para estimar las emisiones directas de N₂O provenientes de suelos gestionados. El primer EF (EF₁) se refiere a la cantidad de N₂O emitida por las diversas aplicaciones de N sintético y orgánico a los suelos, incluidos los residuos de los cultivos y la mineralización del carbono orgánico del suelo en suelos minerales debido al cambio del uso del suelo o la gestión. El segundo EF (EF₂) se refiere a la cantidad de N₂O emitida por un área de suelos orgánicos drenados/

Ecuación 10.11 Emisiones directas de N₂O-N provenientes de suelos gestionados

$$N_2O-N_{N \text{ Entradas}} = (F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) \times EF_1 + (F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM})_{FR} \times EF_{1FR}$$

Entradas de N ₂ O-N _N	=	Las emisiones directas de N ₂ O-N de entradas de N para suelos gestionados, kg de N ₂ O-N por año
F _{SN}	=	Cantidad de fertilizantes de N sintéticos aplicados en suelos, kg de N por año
F _{ON}	=	Cantidad de estiércol de animales, compostaje, lodos residuales y otros aditivos de N orgánico aplicada en suelos (<i>Nota:</i> Si se incluye los lodos residuales, realizar una comprobación cruzada con el sector de Residuos para asegurar que no hay un doble conteo de las emisiones de N ₂ O desde el N en los lodos residuales), kg de N por año. Consulte la ecuación 10.14
F _{CR}	=	Cantidad de N en los residuos agrícolas (aérea y subterránea), incluyendo cultivos de fijadores de N, y de la renovación de forraje/pasturas, devueltos a los suelos, kg de N por año. Consulte la ecuación 10.17
F _{SOM}	=	Cantidad anual de N en suelos minerales que se mineraliza, en asociación con la pérdida de C en el suelo de la materia orgánica del suelo como resultado de los cambios de uso o gestión del suelo, en kg de N por año. Consulte la Ecuación 10.18
EF ₁	=	Factor de emisión para las emisiones de N ₂ O de entradas de N, kg de N ₂ O-N (kg N entrada)-1
EF _{1FR}	=	Factor de emisión para las emisiones de N ₂ O de entradas de N para arroz anegado, kg de N ₂ O-N (kg N entrada)-1

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html



Ecuación 10.12 Emisiones directas de N₂O-N provenientes de suelos inorgánicos gestionados

$$N_2O-N_{Os} = (F_{OS,CG,Temp} \times EF_{2CG,Temp}) + (F_{OS,CG,Trop} \times EF_{2CG,Trop}) + (F_{OS,F,Temp,NR} \times EF_{2F,Temp,NR}) + (F_{OS,F,Temp,NP} \times EF_{2F,Temp,NP}) + (F_{OS,F,Trop} \times EF_{2F,Trop})$$

N ₂ O-N _{Os}	=	Las emisiones directas de N ₂ O-N de suelos inorgánicos gestionados, kg de N ₂ O-N por año
F _{Os}	=	Superficie de suelos orgánicos gestionados/drenados, hectárea (<i>Nota:</i> los subíndices CG, F, Temp, Trop, NR y NP se refieren a las tierras de cultivo y praderas, tierras forestales, templado, tropical, rico en nutrientes y pobres en nutrientes, respectivamente)
EF ₂	=	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O de suelos orgánicos drenados/gestionados, Kg de N ₂ O-N por hectárea por año

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

Ecuación 10.13 Emisiones directas de N₂O-N provenientes de la orina y el estiércol

$$N_2O-N_{PRP} = (F_{PRP, CPP} \times EF_{3PRP, CPP}) + (F_{PRP, SO} \times EF_{3PRP, SO})$$

N ₂ O-N _{PRP}	=	Las emisiones directas de N ₂ O-N de entradas de orina y estiércol para suelos pastados, kg de N ₂ O-N por año
F _{PRP}	=	Cantidad anual de N de orina y el estiércol depositado por los animales de pastoreo en pastos, praderas y prados, en kg de N por año (<i>Nota:</i> los subíndices CPP y SO se refieren al ganado, aves de corral y cerdos; y ovejas y otros animales, respectivamente) Consulte la Ecuación 10.16
EF _{3PRP}	=	Factor de emisión para las emisiones de N ₂ O de N de orina y estiércol depositado en los pastos, praderas y prados por animales de pastoreo, kg de N ₂ O-N (kg N input)-1; (<i>Nota:</i> los subíndices CPP y SO se refieren al ganado, aves de corral y cerdos; y ovejas y otros animales, respectivamente)

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

gestionados, y el tercer EF (EF_{3PRP}) estima la cantidad de N_2O emitida por el N de orina y excremento depositado por animales de pastoreo en pastos, praderas y prados. Los factores de emisión específicos del país deben utilizarse cuando estén disponibles; como alternativa, se pueden utilizar los factores de emisión predeterminados del IPCC.⁷⁵

Las Secciones (a) a (f) a continuación muestran cómo adquirir y calcular los datos de actividad identificados en las ecuaciones anteriores.

(A) Fertilizante sintético aplicado (F_{SN})

La cantidad de fertilizante sintético aplicado a los suelos puede ser recopilada de las estadísticas nacionales. Si no se dispone de datos específicos del país, se pueden utilizar datos sobre el uso total de fertilizantes por tipo y por cultivo de la Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFIA) o la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Ecuación 10.14 N de aditivos de N orgánico aplicado a los suelos

$$F_{ON} = F_{AM} + F_{SEW} + F_{COMP} + F_{OOA}$$

F_{ON} = Cantidad de fertilizante de N orgánico aplicado a suelos distintos al de pastoreo de animales, kg de N por año

F_{AM} = Cantidad de N de estiércol de animales aplicada en suelos, kg de N por año. Consulte la ecuación 10.15

F_{SEW} = Cantidad de N de aguas residuales totales aplicada en suelos, kg de N por año

F_{COMP} = Cantidad de N de compostaje total aplicada en suelos, kg de N por año

F_{OOA} = Cantidad de otras enmiendas orgánicas usada como fertilizante, kg de N por año

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

75. Tabla 11.1 en las *Pautas del IPCC de 2006*, Volumen 4, Capítulo 11 Emisiones de N_2O provenientes de los suelos gestionados y emisiones de CO_2 provenientes de la aplicación de cal y urea. Se tendrá que aplicar más ecuaciones para estimar los datos de actividad, los valores predeterminados que también se encuentran en las *Pautas del IPCC de 2006*. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4

(b) Fertilizante de N orgánico aplicado (F_{ON})

Ecuación 10.15 N de estiércol animal aplicado en suelos

$$F_{AM} = N_{MMS_Avb} \times [1 - (\text{Frac}_{FEED} + \text{Frac}_{FUEL} + \text{Frac}_{CNST})]$$

F_{AM} = Cantidad de N de estiércol de animales aplicada en suelos, kg de N por año

N_{MMS_Avb} = Cantidad de N de estiércol gestionado disponible para la aplicación en suelo, alimentación, combustible de construcción, kg de N por año

Frac_{FEED} = Fracción de estiércol gestionado utilizada para alimentación

Frac_{FUEL} = Fracción de estiércol gestionado utilizada para combustible

Frac_{CNST} = Fracción de estiércol gestionado utilizada para construcción

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html



(c) Orina y estiércol de los animales de pastoreo (F_{PRP})

Ecuación 10.16 N en la orina y en el estiércol depositado por animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas

$$F_{PRP} = \sum_T [(N_{(T)} \times Nex_{(T)}) \times MS_{(T,PRP)}]$$

F_{PRP}	=	Cantidad de N de orina y el estiércol depositada sobre pastos, praderas, prados y por los animales de pastoreo, kg de N por año
$N_{(T)}$	=	Número de cabezas de ganado por cada categoría de ganado
$Nex_{(T)}$	=	Excreción de N promedio por la cabeza de categoría de ganado T, kg de N por animal por año
$MS_{(T,PRP)}$	=	Fracción de excreción anual total de N para cada categoría de ganado T que se deposita en los pastos, praderas y prados

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html



(d) N de residuos de cosecha, incluidos los cultivos de fijadores de N y renovación de pasturas/forrajes, devuelto a los suelos (F_{CR})

Ecuación 10.17 N de residuos agrícolas y renovación de forraje/pasturas

$$F_{CR} = \sum_T [\text{Cultivo}_{(T)} \times (\text{Área}_{(T)} - \text{Área quemada}_{(T)} \times CF) \times \text{Frac}_{\text{Renovación}(T)} \times [R_{AG(T)} \times N_{AG(T)} \times (1 - \text{Frac}_{\text{Retirar}(T)}) + R_{BG(T)} \times N_{BG(T)}]]$$

F_{CR}	=	Cantidad de N en los residuos agrícolas devueltos a los suelos, kg de N por año
$\text{Cultivo}_{(T)}$	=	Rendimiento de materia seca cosechada para el cultivo T, kg de d.m. por hectárea
$\text{Área}_{(T)}$	=	Área total cosechada del cultivo T, hectárea por año
$\text{Área quemada}_{(T)}$	=	Área de cultivo quemado, hectárea por año
CF	=	Factor de combustión
$\text{Frac}_{\text{Renov}(T)}$	=	Fracción del área total bajo el cultivo T que se renueva. Para cultivos anuales $\text{Frac}_{\text{Renov}} = 1$
$R_{AG(T)}$	=	Proporción de residuos aéreos de materia seca ($AG_{DM(T)}$) para rendimiento de la cosecha del cultivo de T. $R_{AG(T)} = AG_{DM(T)} \times 1000 / \text{Crop}_{(T)}$
$N_{AG(T)}$	=	Contenido de N de residuos aéreos para el cultivo T, kg de N por kg dm
$\text{Frac}_{\text{Remove}(T)}$	=	Fracción de los residuos aéreos de cultivo T eliminada para fines tales como alimentación, lecho y construcción, kg de N por kg crop-N. Si los datos para $\text{Frac}_{\text{Remove}(T)}$ no están disponible, no asuma ninguna eliminación
$R_{BG(T)}$	=	Proporción de residuos subterráneos para el rendimiento de la cosecha del cultivo T
$N_{BG(T)}$	=	Contenido de N de residuos subterráneos para el cultivo T, kg de N por kg dm
T	=	Tipo de forraje o cultivo

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

(e) N mineralizado resultante de la pérdida de las existencias de C orgánico del suelo en suelos minerales a través del cambio de uso del suelo o de las prácticas de gestión (F_{SOM})

Ecuación 10.18 N mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de carbono del suelo por cambio en el uso o la gestión del suelo

$$F_{SOM} = \sum_{LU} [(\Delta C_{Mineral,LU} \times (1/R)) \times 1000]$$

F_{SOM}	=	Cantidad de N mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de carbono del suelo mediante el cambio en el uso o la gestión del suelo, kg N por año
$\Delta C_{Mineral,LU}$	=	Pérdida de carbono del suelo para cada tipo de uso del suelo (LU), en toneladas de C (para el Nivel 1, esto será un valor único para todos los sistemas usos de la tierra y de gestión)
R	=	Proporción C:N de la materia orgánica del suelo
LU	=	Tipo de sistema de uso del suelo y/o de gestión

Fuente: Ecuación adaptada de las Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

Un valor predeterminado de 15 para R, la proporción C:N, puede ser usado para el cambio de uso del suelo de tierras forestales o de pastizales a tierras de cultivo, y un valor predeterminado de 10 puede ser usado para situaciones que implican cambios de gestión en tierras de cultivo que permanecen como tales.

(f) Área de suelos orgánicos drenados/gestionados (F_{OS})

Los datos para el área de suelos orgánicos drenados/gestionados pueden ser recogidos de las estadísticas nacionales oficiales y las organizaciones de estudio de suelos, o se puede utilizar el asesoramiento de expertos.

10.5.5 N_2O indirecto de suelos gestionados

Las emisiones de N_2O también se llevan a cabo a través de la volatilización de N como NH_3 y óxidos de N (NO_x), y la lixiviación y la escorrentía de las adiciones de N agrícolas a suelos gestionados.

Los datos de actividad utilizados en las dos ecuaciones anteriores son los mismos que los datos utilizados para

Ecuación 10.19 N_2O producido por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados

$$N_2O_{(ATD)} = [(F_{SN} \times Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) \times Frac_{GASM})] \times EF_4 \times 44/28 \times 10^{-3}$$

$N_2O_{(ATD)}$	=	Cantidad de N_2O producido de la deposición atmosférica de N volatilizada de suelos gestionados en toneladas
F_{SN}	=	Cantidad de fertilizantes de N sintéticos aplicados en suelos, kg de N por año
F_{ON}	=	Cantidad de estiércol de animales, compostaje, lodos residuales y otros aditivos de N orgánico aplicada en suelos (Nota: Si se incluye los lodos residuales, realizar una comprobación cruzada con el sector de Residuos para asegurar que no hay un doble conteo de las emisiones de N_2O desde el N en los lodos residuales), kg de N por año. Consulte la Ecuación 10.14
F_{PRP}	=	Cantidad anual de N de orina y el estiércol depositado por los animales de pastoreo en pastos, praderas y prados, en kg de N por año (Nota: los subíndices CPP y SO se refieren al ganado, aves de corral y cerdos; y ovejas y otros animales, respectivamente) Consulte la Ecuación 10.16
44/28	=	Conversión de N (N_2O -N) a N_2O
$Frac_{GASF}$	=	Fracción de N de fertilizante sintético que volatiliza como NH_3 y NO_x , kg de N volatilizado por kg de N aplicado
$Frac_{GASM}$	=	Fracción de materiales fertilizantes N orgánico aplicada (F_{ON}) y de N de la orina y el estiércol depositado por los animales de pastoreo (F_{PRP}) que se volatiliza como NH_3 y NO_x , kg de N volatilizado por kg de N aplicado o depositado
EF_4	=	Factor de emisión para las emisiones de N_2O de la deposición atmosférica de N en suelos y superficies de agua, kg de N_2O -N por kg de NH_3 -N y NO_x -N volatilizados

Fuente: Ecuación adaptada de las Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

la estimación directa de N_2O de suelos gestionados. Para la Ecuación 10.20, solo se deben considerar aquellas cantidades en las regiones donde se produce la lixiviación/escorrentía. Los factores de emisión,

Ecuación 10.20 N₂O por lixiviación/escorrimento de suelos gestionados en regiones donde se producen la lixiviación/escorrimento

$$N_2O_{(L)} = [(F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) \times \text{Frac}_{LEACH-(H)} \times EF_5] \times 44/28 \times 10^{-3}$$

$N_2O_{(L)}$ = Cantidad de N₂O producida a partir de la lixiviación y escurrimiento de adiciones de N a los suelos gestionados en regiones en las que se produce la lixiviación/escorrimento, en toneladas

$\text{Frac}_{LEACH-(H)}$ = Fracción de todos los N añadido/mineralizado en suelos gestionados en regiones en las que se produce la lixiviación/escorrimento que se pierde por lixiviación y escurrimiento, kg de N por kg si hay adiciones de N

EF_5 = Factor de emisión para las emisiones de N₂O de lixiviación y escurrimiento, kg de N₂O-N por kg de lixiviación y escurrimiento de N

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

volatilización y lixiviación predeterminados se deben utilizar en la ausencia de datos específicos del país.⁷⁶

10.5.6 N₂O indirecto de la gestión del estiércol

Las emisiones indirectas son el resultado de las pérdidas de nitrógeno volátiles que se producen principalmente en las formas de NH₃ y NO_x. El cálculo se basa en la multiplicación de la cantidad de nitrógeno excretado (de todas las categorías de ganado) y gestionado en cada sistema de gestión de estiércol por una fracción de nitrógeno volatilizado (véanse las Ecuaciones 10.21 y 10.22). Entonces, los N perdidos se suman sobre todos los sistemas de gestión del estiércol.⁷⁷

76. Los factores predeterminados se pueden encontrar en las *Pautas del IPCC de 2006*, Volumen 4, Capítulo 11, Emisiones de N₂O provenientes de los suelos gestionados y emisiones de CO₂ de la aplicación de cal y urea, Tabla 11.3. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4

77. Los datos de excreción de nitrógeno predeterminados del IPCC, los datos del sistema de gestión de estiércol predeterminados y las fracciones predeterminadas de las pérdidas de N de los sistemas de gestión del estiércol debido a la volatilización están incluidos en las *Pautas del IPCC de 2006*, Volumen 4, Capítulo 10, Anexo 10A.2, las Tablas 10A-4 a 10A-8 y en la Tabla 10.22. Un valor predeterminado de 0,01 kg N₂O-N (kg NH₃-N + NO_x-N volatilizado)⁻¹ puede ser utilizado para EF₄.

Ecuación 10.21 Emisiones indirectas de N₂O debido a la volatilización de N a partir de la gestión del estiércol

$$N_2O = (N_{\text{volatilization-MMS}} \times EF_4) \times 44/28 \times 10^{-3}$$

N_2O = Emisiones indirectas de N₂O debido a la volatilización de N a partir de la gestión del estiércol en toneladas

Volatilización de N_{-MMS} = Cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH₃ y NO_x, kg de N por año. Consulte la Ecuación 10.22

EF_4 = Factor de emisión para las emisiones de N₂O de la deposición atmosférica de N en suelos y superficies de agua, kg de N₂O-N por kg de NH₃-N y NO_x-N volatilizados

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html





Ecuación 10.22 Pérdidas de N debido a la volatilización de la gestión del estiércol

$$N_{\text{volatilization-MMS}} = \sum_S [\sum_T [(N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times MS_{(T,S)}) \times (Frac_{\text{GasMS}} \times 10^{-2})_{(T,S)}]]$$

Volatilización de N _{-MMS}	=	Cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH ₃ y NO _x , kg de N por año
S	=	Sistema de gestión del estiércol (MMS)
T	=	Categoría de ganado
N _(T)	=	Número de cabezas de ganado por cada categoría de ganado
Nex _(T)	=	Excreción de N promedio por la cabeza de categoría de ganado T, kg de N por animal por año
MS _(T,S)	=	Fracción de excreción anual total de N para cada categoría de ganado T que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol S
Frac _{GasMS}	=	Porcentaje de nitrógeno del estiércol gestionado para la categoría de ganado T que volatiliza como NH ₃ y NO _x en el sistema de gestión de estiércol S, %

Fuente: Ecuación adaptada de las Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

10.5.7 Cultivos de arroz

La descomposición anaeróbica de materia orgánica en los campos de arroz inundados produce metano (CH₄), que se escapa a la atmósfera principalmente a través de las plantas de arroz. La cantidad de CH₄ emitida es una función del número y duración de los cultivos empleados, los regímenes de agua antes y durante el período de cultivo, y las enmiendas del suelo orgánico e inorgánico. Las emisiones de CH₄ se calculan multiplicando los factores de emisión diarios por período de cultivo de arroz y áreas cosechadas (consulte la Ecuación 10.23).

La desagregación del área cosechada debe cubrir los siguientes tres regímenes de agua, cuando estos se producen dentro de los límites de la ciudad: regadío, secano y tierras altas. Sin embargo, es una buena práctica contabilizar la mayor cantidad de factores diferentes que influyen en las emisiones de CH₄ del cultivo del arroz (i, j, k, etc.), donde se dispone de esos datos. El factor de emisión diario para cada régimen de agua se calcula multiplicando un factor de emisión predeterminado de referencia por diversos factores de escalamiento para contabilizar la variabilidad en las condiciones de cultivo (consulte la Ecuación 10.24).

Ecuación 10.23 Emisiones de CH₄ procedentes del cultivo de arroz

$$CH_{4\text{arroz}} = \sum_{i,j,k} (EF_{i,j,k} \times t_{i,j,k} \times A_{i,j,k} \times 10^{-6})$$

CH _{4Rice}	=	Emisiones de metano procedentes de los cultivos de arroz, Gg (es decir, 1000 toneladas métricas) CH ₄ por año
EF _{i,j,k}	=	Factor de emisión diario para las condiciones i, j y k, kg de CH ₄ por hectárea por año
t _{i,j,k}	=	Período de cultivo de arroz para las condiciones i, j y k, número de días
A _{i,j,k}	=	Área de cosecha de arroz para las condiciones i, j y k, hectáreas por año
i,j,k	=	Representa diferentes ecosistemas, regímenes de agua, tipo y cantidad de enmiendas orgánicas, y otras condiciones bajo las cuales las emisiones de CH ₄ provenientes del cultivo de arroz, pueden variar (por ejemplo, regadío, secano y tierras altas)

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

Ecuación 10.24 Ajustes de factores de emisión diarios

$$EF_i = EF_c \times SF_w \times SF_p \times SF_o$$

EF _i	=	Factor de emisión diario ajustado para un área cosechada en particular (kg de CH ₄ por hectárea por día)
EF _c	=	Factor de emisión de referencia para campos inundados continuamente sin enmiendas orgánicas (kg de CH ₄ por hectárea por día)
SF _w	=	Factor de escalamiento para contabilizar las diferencias en el régimen hídrico durante el período de cultivo
SF _p	=	Factor de escalamiento para contabilizar las diferencias en el régimen hídrico en la pretemporada antes del periodo de cultivo
SF _o	=	El factor de escalamiento debe variar según el tipo y la cantidad de abono orgánico aplicado

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html



Ecuación 10.25 Ajustes de factores de emisión escalonados de CH₄ para las enmiendas orgánicas

$$SF_o = (1 + \sum_i ROA_i \times CFOA_i)^{0,59}$$

SF _o	=	El factor de escalamiento debe variar según el tipo y la cantidad de abono orgánico aplicado
ROA _i	=	Tasa de aplicación o enmienda orgánica i, en peso seco para paja y peso fresco para los otros, tonelada por hectárea
CFOA _i	=	Factor de conversión para la enmienda orgánica i

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

Los datos de actividad se basan en la superficie cosechada, que debería estar disponible a partir de un organismo estadístico nacional o gobierno local, así como información complementaria sobre el período de cultivo y las prácticas agrícolas que puede ser estimada a partir de las fuentes industriales o académicas. Los factores de emisión específicos del país deben utilizarse cuando estén disponibles y pueden ser obtenidos a partir del inventario nacional, la industria agrícola y la literatura científica. Como alternativa, se deben utilizar los valores predeterminados del IPCC. El valor predeterminado del IPCC para EF_c es de 1,30 kg CH₄ por hectárea por día.⁷⁸

10.5.8 Productos de madera recolectada (HWP)

Los productos de madera recolectada (Harvested wood products, HWP) incluyen todo los materiales de madera que se extraen de los lugares de recolección y constituyen un reservorio de carbono (el tiempo que el carbono se conserva en los productos variará dependiendo del producto y sus usos). La leña, por ejemplo, puede ser quemada en el año de cosecha, y muchos tipos de papel son propensos a tener una vida de uso de menos de cinco años, incluido el reciclaje. Sin embargo, la madera utilizada para los paneles en edificios se puede mantener durante décadas, por más de 100 años. El HWP desechado se puede depositar en sitios de disposición de residuos sólidos donde pueden subsistir durante largos períodos de tiempo. Debido a este almacenamiento en productos en



uso y en los SWDS, la oxidación de los HWP en un año determinado podría ser menor, o posiblemente mayor, que la cantidad total de la madera talada en ese año.

Las *Pautas del IPCC* permiten que se reporten las emisiones netas de los HWP como cero, si se considera que el cambio anual en las existencias de carbono en HWP es insignificante. El término “insignificante” se define como inferior al tamaño de cualquier categoría clave. Sin embargo, si se determina que el cambio anual en las existencias de carbono en HWP es significativo, se debe seguir la metodología de Nivel 1 indicada en las *Pautas del IPCC de 2006*.

78. Los valores predeterminados para SF_w y SF_p y CFOA_i se enumeran en las *Pautas del IPCC de 2006*, Volumen 4, Capítulo 5, las Tablas 5.12, 5.13, y 5.14. Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

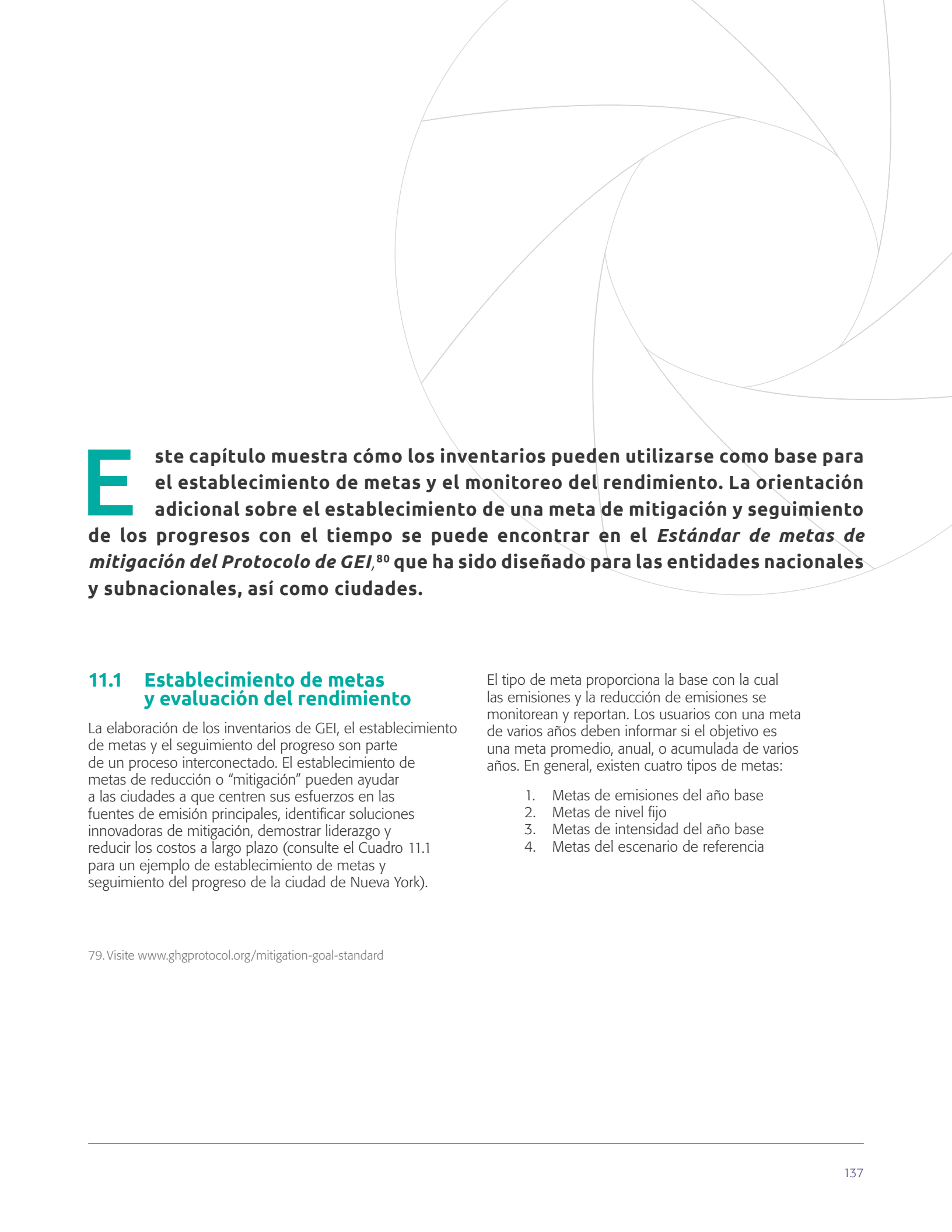
PARTE III

Seguimiento de los cambios y establecimiento de metas



Establecimiento de metas y seguimiento de las emisiones a través del tiempo





Este capítulo muestra cómo los inventarios pueden utilizarse como base para el establecimiento de metas y el monitoreo del rendimiento. La orientación adicional sobre el establecimiento de una meta de mitigación y seguimiento de los progresos con el tiempo se puede encontrar en el *Estándar de metas de mitigación del Protocolo de GEI*,⁸⁰ que ha sido diseñado para las entidades nacionales y subnacionales, así como ciudades.

11.1 Establecimiento de metas y evaluación del rendimiento

La elaboración de los inventarios de GEI, el establecimiento de metas y el seguimiento del progreso son parte de un proceso interconectado. El establecimiento de metas de reducción o “mitigación” pueden ayudar a las ciudades a que centren sus esfuerzos en las fuentes de emisión principales, identificar soluciones innovadoras de mitigación, demostrar liderazgo y reducir los costos a largo plazo (consulte el Cuadro 11.1 para un ejemplo de establecimiento de metas y seguimiento del progreso de la ciudad de Nueva York).

El tipo de meta proporciona la base con la cual las emisiones y la reducción de emisiones se monitorean y reportan. Los usuarios con una meta de varios años deben informar si el objetivo es una meta promedio, anual, o acumulada de varios años. En general, existen cuatro tipos de metas:

1. Metas de emisiones del año base
2. Metas de nivel fijo
3. Metas de intensidad del año base
4. Metas del escenario de referencia

79. Visite www.ghgprotocol.org/mitigation-goal-standard

Cuadro 11.1 Establecimiento de metas y seguimiento de los avances—Ciudad de Nueva York

La Ciudad de Nueva York, Estados Unidos tiene como objetivo reducir las emisiones de GEI en un 30 % por debajo de los niveles de 2005 para el año 2030, y un 80 % para el año 2050.⁸¹ Para ayudar a determinar a dónde dirigir los mejores esfuerzos de mitigación, así como realizar un seguimiento de la eficacia de las acciones tomadas y medir el progreso, la ciudad lleva a cabo y publica una evaluación anual y análisis de las emisiones de GEI. El plan señala:

“Los datos precisos y regulares nos permiten evaluar el impacto de las medidas políticas, las inversiones en infraestructura, el comportamiento del consumidor, la población y el clima en las emisiones de GEI, y enfocar nuestros programas para asegurar que estamos implementando las estrategias de mitigación de GEI más efectivas.”

En 2012, las emisiones de GEI fueron un 19 % más bajas que en 2005. La reducción en la intensidad de carbono del suministro de electricidad de la ciudad resultó ser el impulsor principal. A continuación, la ciudad de Nueva York tiene previsto ampliar su inventario para asignar las emisiones a nivel de barrio para mejorar las políticas objetivo y proveer a las comunidades con la información para ayudarles a reducir sus emisiones de GEI.

Fuente: Sitio web PlaNYC www.nyc.gov/html/planyc

Las metas de emisiones del año base representan una reducción de las emisiones con respecto a un nivel de emisiones en un año base histórico. Se expresan en términos de una reducción porcentual de las emisiones en comparación con el nivel de emisiones de un año base, y por lo tanto corresponden a una reducción absoluta de las emisiones.

Las metas de nivel fijo representan una reducción de las emisiones a un nivel de emisiones absoluta en un año objetivo. Por ejemplo, una meta de nivel fijo podría ser alcanzar 200 mt (millones de toneladas) de CO₂e para el año 2020. El tipo más común de metas de nivel fijo son las metas de neutralidad de carbono, que se diseñan para alcanzar cero emisiones netas para una fecha determinada (aunque tales metas a menudo incluyen la compra y uso de créditos de compensación para compensar las emisiones restantes después de las reducciones anuales). Las metas de nivel fijo no hacen referencia a un nivel de emisiones en un escenario de referencia o año base histórico.

80. Oficina de Planificación y Sustentabilidad a largo plazo del Alcalde la ciudad de Nueva York (2014). “Inventory of New York City Greenhouse Gas Emissions.” 2014. http://www.nyc.gov/html/planyc/downloads/pdf/NYC_GHG_Inventory_2014.pdf

Figura 11.1 Ejemplo de una meta de emisiones del año base

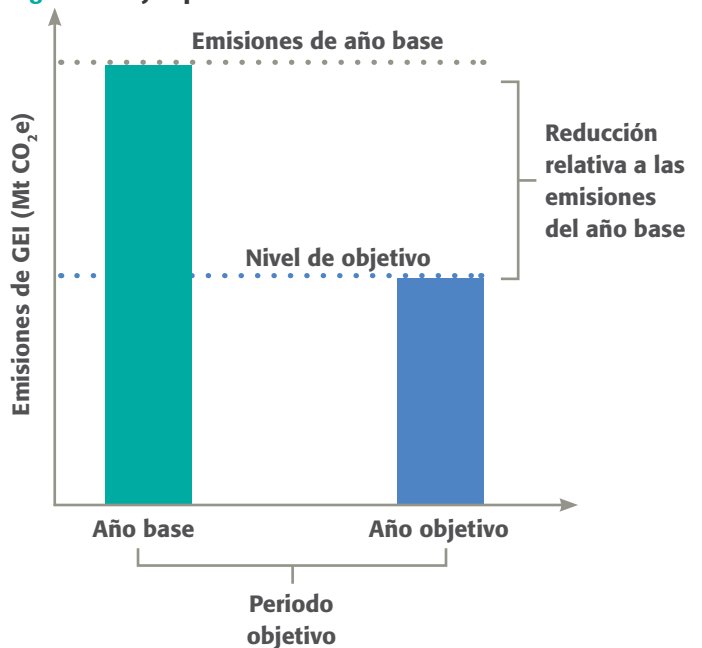
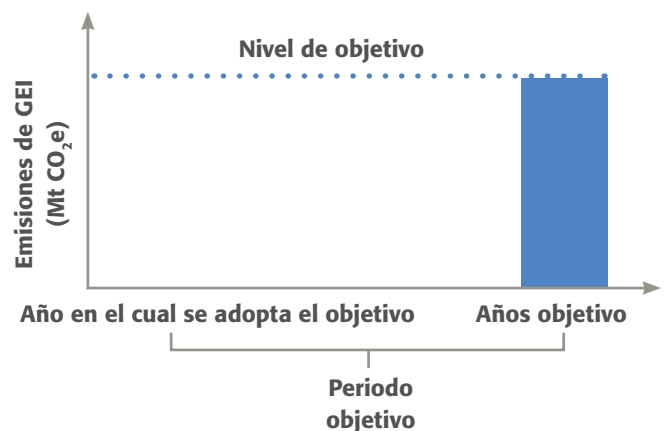
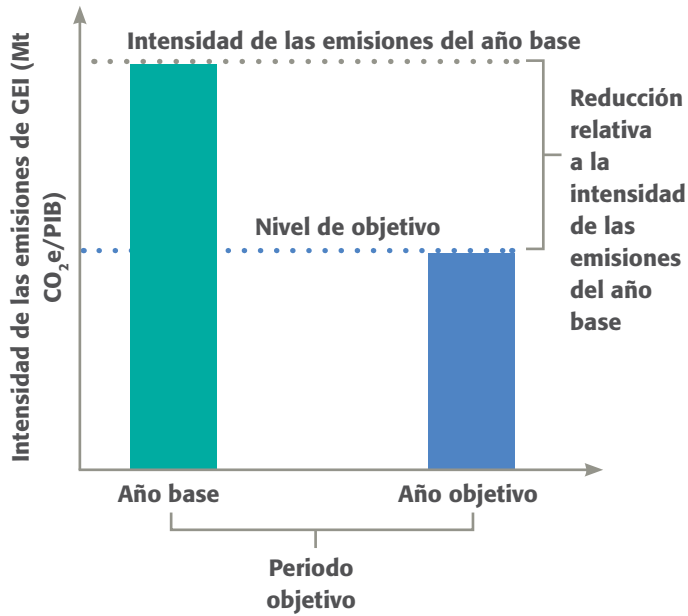


Figura 11.2 Ejemplo de una meta a nivel fijo



Las metas de intensidad del año base representan una reducción de la intensidad de las emisiones con respecto a un nivel de intensidad de las emisiones en un año base histórico. La intensidad de las emisiones son las emisiones por unidad de producto. Ejemplos de unidades de producción incluyen el PIB, la población y el uso de energía. Las metas de intensidad se expresan en términos de una reducción porcentual de la intensidad de las emisiones en comparación con una intensidad de las emisiones de un año base, y por lo tanto corresponden a una reducción absoluta de la intensidad de emisiones.

Figura 11.3 Ejemplo de una meta de intensidad del año base



Las metas del escenario de referencia representan una reducción de las emisiones con respecto a un nivel de emisiones del escenario de referencia. Por lo general, se expresan en términos de una reducción porcentual de las emisiones provenientes del escenario de referencia, en lugar de una reducción absoluta de las emisiones. Un escenario de referencia es un conjunto de supuestos razonables y datos que mejor describen los eventos o condiciones que tienen más probabilidades de ocurrir en la ausencia de actividades para alcanzar una meta de mitigación (es decir, escenarios de operaciones regulares).

Todos los tipos de metas, a excepción de las metas de nivel fijo, requieren un inventario de GEI de un año base y un inventario de GEI en el año objetivo para la evaluación de los resultados. Para la estimación de la línea base de escenarios de operaciones regulares (BAU), se pueden utilizar series adicionales de datos históricos, incluyendo el PIB, la población, la intensidad energética sectorial, entre otros. Aunque el GPC no proporciona orientación sobre cómo estimar la base de referencia de BAU, es aconsejable disponer de inventarios históricos de las ciudades para un análisis de la comprobación cruzada. La Tabla 11.1 proporciona ejemplos de diferentes tipos de metas y el inventario mínimo necesario.

Figura 11.4 Ejemplo de una meta del escenario de referencia

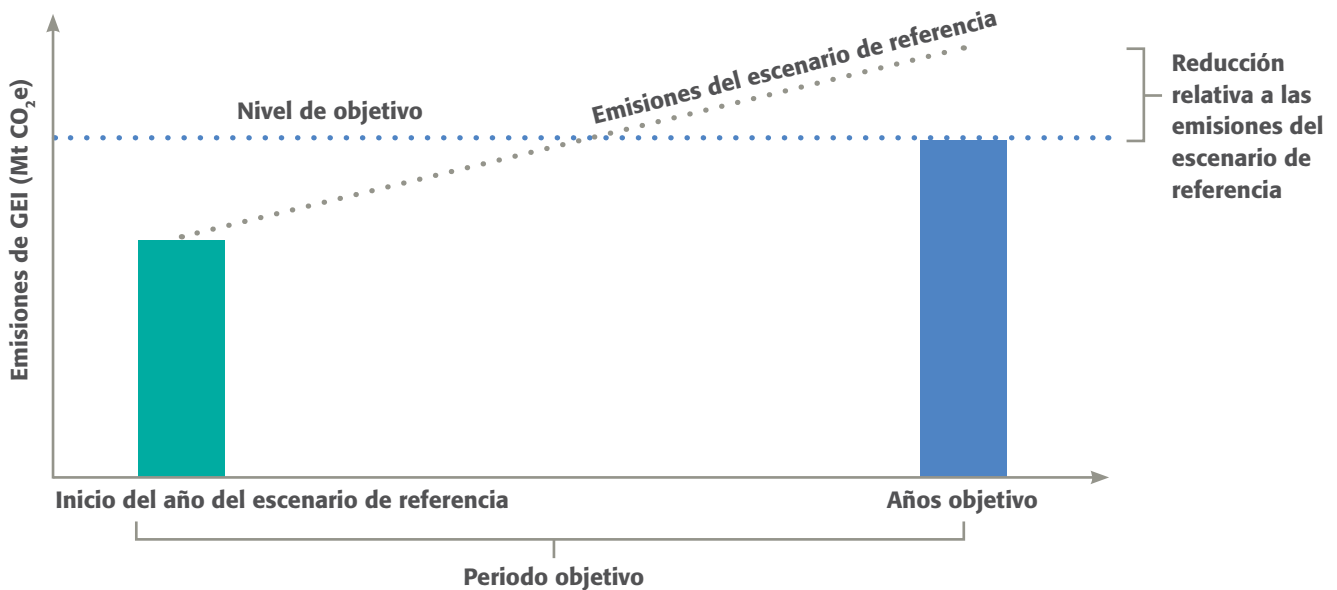


Tabla 11.1 Ejemplos de tipos de metas de reducción de las ciudades y las necesidades de inventario

Tipo de objetivo		Ejemplo	Necesidad mínima de inventario
Metas de emisiones del año base	Meta para un año	Londres (Reino Unido): Para 2025, reducción de las emisiones de GEI en un 60% en los niveles de 1990	Inventario para 1990 y 2025
	Objetivo para varios años	Wellington (Nueva Zelanda): Estabilizar las emisiones a partir del 2000 para el 2010, reducir las emisiones en un 3% en el 2012, 30% en 2020 y 80% en 2050	Inventario para 2000, 2010, 2012, 2020 y 2050
Metas de nivel fijo		Carbono neutral es otra clase de tipo de objetivo de nivel fijo. Melbourne (Australia) estableció el objetivo de lograr cero emisiones de carbono para el año 2020, y planea lograr el objetivo a través de reducciones internas y compensaciones de compra.	Inventario para 2020. En el caso de Melbourne, el inventario actual requiere determinar la cantidad de las compensaciones necesarias para cubrir el resto de emisiones, así como el inventario de GEI en el 2020.
Metas de intensidad del año base	Meta per cápita	Belo Horizonte (Brasil): Reducción de las emisiones de GEI en un 20 % per cápita hasta 2030, a partir de los niveles de 2007	Inventario para 2007 y 2030
	Objetivo por PIB	China es el país importante que está adoptando la reducción de las emisiones de GEI por unidad de objetivo de PIB para las ciudades. Por ejemplo, Pekín: reducción del 17 % por unidad de PIB en 2015, desde los niveles de 2010.	Inventario para 2010 y 2015
Metas del escenario de referencia		Singapur se comprometió a reducir las emisiones de GEI en 16 % por debajo de los niveles de escenarios de operaciones regulares (BAU) para el año 2020 si no se realiza un acuerdo global legalmente vinculante sobre la reducción de GEI. Mientras tanto, Singapur comenzó a implementar medidas para reducir las emisiones de un 7 % a 11% de los niveles de BAU de 2020.	Inventario para 2020 y un inventario de BAU proyectado para 2020

11.2 Alineación de las metas con el límite de inventario

Las metas de mitigación pueden aplicarse a las emisiones globales de una ciudad o a un subconjunto de gases, alcances, o sectores de emisión identificados en el límite de inventario (Capítulo 3). Los resultados de un inventario de GEI compilado, junto con una evaluación de la mitigación y cualquiera de los intereses específicos de mitigación de la ciudad, deben determinar qué partes del límite de inventario se incluyen o excluyen en el objetivo. Las ciudades podrán optar por establecer un objetivo sectorial como una manera de dirigirse a un sector, subsector, o grupo de sectores específicos. Por ejemplo, una ciudad puede establecer un objetivo para reducir las emisiones del sector IPPU en un 20 %. Las ciudades también pueden incluir operaciones adicionales, tales como instalaciones de residuos de propiedad municipal o instalaciones de generación de energía de propiedad municipal que se encuentran fuera de los límites de inventario.

Las ciudades pueden seguir el *Estándar de metas de mitigación del Protocolo de GEI* para establecer metas

por separado para cada alcance, con el fin de minimizar el conteo doble de las mismas emisiones en el mismo objetivo. Si las ciudades optan por establecer un objetivo de alcance 1 y 2 combinado, entonces las ciudades deberán utilizar el marco del nivel BÁSICO/BÁSICO+, o incluir un total de alcance 2 ajustado que refleje el consumo neto de energía de la generación de energía que ocurre en la ciudad.

Para evitar el conteo doble de las emisiones de alcance 1 y 2 en un objetivo de GEI, las ciudades pueden establecer metas separadas para el alcance 1 y el alcance 2. Si las ciudades tratan de establecer un objetivo que combina el alcance 1 y el alcance 2, pueden establecer un objetivo basado en el total del nivel BÁSICO o BÁSICO+. Como alternativa, pueden tener un objetivo separado para las emisiones “netas” de alcance 2 de la energía producida dentro de la ciudad. Para ello, las ciudades pueden realizar ajustes a los datos de actividad de alcance 2 y los factores de emisión regionales (siguiendo el método basado en la ubicación) y reportar este total por separado. Estos procedimientos se tratan con detalle en el Cuadro 11.2.

Uso de unidades de emisión transferibles

Las ciudades pueden designar que una parte de sus metas de mitigación se cumplan utilizando unidades de emisiones transferibles, tales como créditos de compensación generados a partir de proyectos de reducción de emisiones. Para asegurar la transparencia y evitar el “conteo doble” de las reducciones de emisiones, las ciudades documentarán todas las compensaciones de GEI vendidas de proyectos situados dentro de los límites de inventario, así como los créditos adquiridos de proyectos ubicados fuera de los límites de la ciudad para lograr las metas. Estos deberán reportarse por separado (consulte la sección 4.4).

11.3 Seguimiento de las emisiones a través del tiempo y recálculo de las emisiones

El seguimiento de las emisiones a lo largo del tiempo es un componente importante de un inventario de GEI, ya que proporciona información sobre las tendencias de las emisiones históricas, y realiza un seguimiento de los efectos de las políticas y medidas aplicadas para reducir las emisiones de toda la ciudad. A lo largo del tiempo, se debe realizar con regularidad una estimación de todas las emisiones, lo que significa que en la medida de lo posible, se deberán calcular las series de tiempo utilizando los mismos métodos, fuentes de datos y definiciones de los límites en todos los años. El uso de diferentes métodos, datos o la aplicación de diferentes límites en una serie de tiempo podría introducir un sesgo debido a que la tendencia de las emisiones estimadas reflejará

los cambios reales en las emisiones o absorciones, así como el patrón de mejoras metodológicas.

Si las ciudades establecen un objetivo de emisiones, estas deben identificar un año base para dicho objetivo. Para aclarar cómo se realizará el seguimiento de las emisiones a lo largo del tiempo, las ciudades deben informar sobre las emisiones del año base. Las ciudades también deben identificar una política de recálculo del año base, incluyendo el umbral de significación para volver a calcular las emisiones del año base. Por ejemplo, una ciudad puede identificar un umbral de 5 % para determinar si los cambios aplicables a las emisiones del año base garantizan el recálculo.

Las ciudades pueden sufrir cambios importantes, los cuales alterarán el perfil de emisiones históricas de una ciudad y tornarán difíciles las comparaciones significativas a lo largo del tiempo. Con el fin de mantener la constancia a lo largo del tiempo, los datos de emisiones históricas de un inventario del año base tendrán que volverse a calcular. Las ciudades deben volver a calcular las emisiones del año base si encuentran cambios significativos tales como:

- **Cambios estructurales en los límites del inventario.** Esto puede ser provocado por el ajuste de los límites administrativos de una ciudad, o cambios en la inclusión o exclusión de las actividades dentro de los límites de la ciudad. Por ejemplo, una categoría previamente considerada como insignificante ha crecido al punto en que debe incluirse en el inventario. Pero no es necesario realizar nuevos cálculos de las



Cuadro 11.2 Ajustes para identificar las emisiones de consumo de energía netas de la producción de energía.

Para determinar las emisiones del consumo neto de energía suministrada en red de la producción de energía en la ciudad, las ciudades pueden restar la energía generada en la ciudad de las emisiones totales de alcance 2 y/o ajustar los factores de emisión regionales para restar la energía generada en la ciudad.

Para ajustar los datos de actividad para identificar el consumo neto de energía suministrada en red de la producción de energía en la ciudad, una ciudad puede seguir la siguiente ecuación.

$$\text{Consumo neto de energía suministrada en red de la producción en la ciudad (MWh)} = \text{Consumo de energía suministrada en red (MWh)} - \text{Producción de energía suministrada en red en la ciudad (MWh)}$$

Si una ciudad genera y suministra a la red más energía de la que consume de la red (por ejemplo, la ciudad es un generador neto en comparación con su consumo), debe reportar cero emisiones netas de consumo de energía (no habrá emisiones negativas). Si una ciudad consume más energía suministrada en red de la que produce, entonces se deducirán las horas MWh de generación de sus MWh de producción, y se multiplicarán los MWh restantes por un factor de emisión basados en la ubicación. Si todas las emisiones provenientes de la generación de electricidad se contabilizan, cualquier consumo residual será servido por la electricidad generada fuera de los límites de la ciudad.

Incluso con un ajuste de los datos de actividad, podría haber otros conteos dobles en la forma de los factores de emisión basados en la ubicación (aplicados a cualquier consumo neto de la producción). Debido a que estos factores representan un promedio de toda la generación de energía en la región, por consiguiente, incluirán inherentemente las emisiones de cualquier generación de energía ubicada en la ciudad. Las ciudades pueden tratar de resolver esto también al ajustar el factor de emisión, lo que requeriría la ciudad para identificar las emisiones totales y la generación total (en MWh) representadas en el factor promedio de emisión en red regional, como se muestra a continuación:

$$\text{Factor de emisión ajustado} = \frac{\text{Total de emisiones regionales (toneladas de CO}_2\text{e)} - \text{emisiones de la generación de la ciudad (toneladas de CO}_2\text{e)}}{\text{Generación total (MWh)} - \text{Generación de la ciudad (MWh)}}$$

A partir de ahí, una ciudad puede deducir las emisiones y la generación producidas dentro de los límites.

emisiones para las actividades que, o bien no existían en el año base, o reflejan un incremento o disminución natural en las actividades de la ciudad (conocido como "crecimiento orgánico").

- **Cambios en la metodología de cálculo o mejoras en la precisión de los datos.** Una ciudad podría reportar las mismas fuentes de emisiones de GEI como en años anteriores, pero debe medirlas o calcularlas de manera diferente. Los cambios que generen diferencias significativas de emisiones se deberán considerar como factores que desencadenan la realización de nuevos cálculos, pero los cambios que reflejan cambios reales en las emisiones no desencadenan la realización de un nuevo cálculo.

A veces, la entrada de datos más precisa no se puede aplicar razonablemente a todos los años anteriores, o los nuevos puntos de datos pueden no estar disponibles para los años anteriores. La ciudad probablemente

tendrá que realizar una retrospectiva de estos puntos de datos, o el cambio en la fuente de datos podría ser simplemente reconocido sin volver a realizar el cálculo. Este reconocimiento se debe plasmar en el informe todos los años con el fin de mejorar la transparencia; de lo contrario, los nuevos usuarios del informe podrían hacer suposiciones incorrectas sobre el rendimiento de la ciudad, en los dos o tres años posteriores al cambio.

- **Detección de errores significativos.** Un error significativo, o un número de errores acumulados que son colectivamente significativos, también deben considerarse como una razón para volver a calcular las emisiones.

Las ciudades *no* deben volver a calcular las emisiones del año base para el crecimiento orgánico (por ejemplo, cambios en el nivel o tipo de actividades de la ciudad). Las ciudades también deben tener en cuenta que los

factores de emisión para la electricidad y el índice PCG son específicos de cada año, y sus cambios no cuentan como cambios de metodología. Para aislar el rol de las actividades variables en comparación con los factores de emisión variables, las ciudades pueden realizar un seguimiento de los datos de actividad por separado, por ejemplo, el seguimiento de uso de energía por separado para observar el impacto de las políticas de eficiencia energética.

Estos factores que desencadenan la realización de nuevos cálculos se resumen en la tabla 11.2.

La necesidad de volver a realizar un cálculo depende de la importancia de los cambios. La determinación de un cambio significativo puede requerir tener en cuenta el efecto acumulativo sobre las emisiones del año base de una serie de pequeños cambios. El GPC no hace recomendaciones específicas en cuanto a lo que constituye "significativo". Sin embargo, algunos programas de GEI especifican umbrales de significación numérica, por

ejemplo, el Registro de Acción Climática de California, en el que el umbral de cambio es de 10 % de las emisiones del año base, determinado sobre la base acumulativa desde el momento en que se estableció el año base.

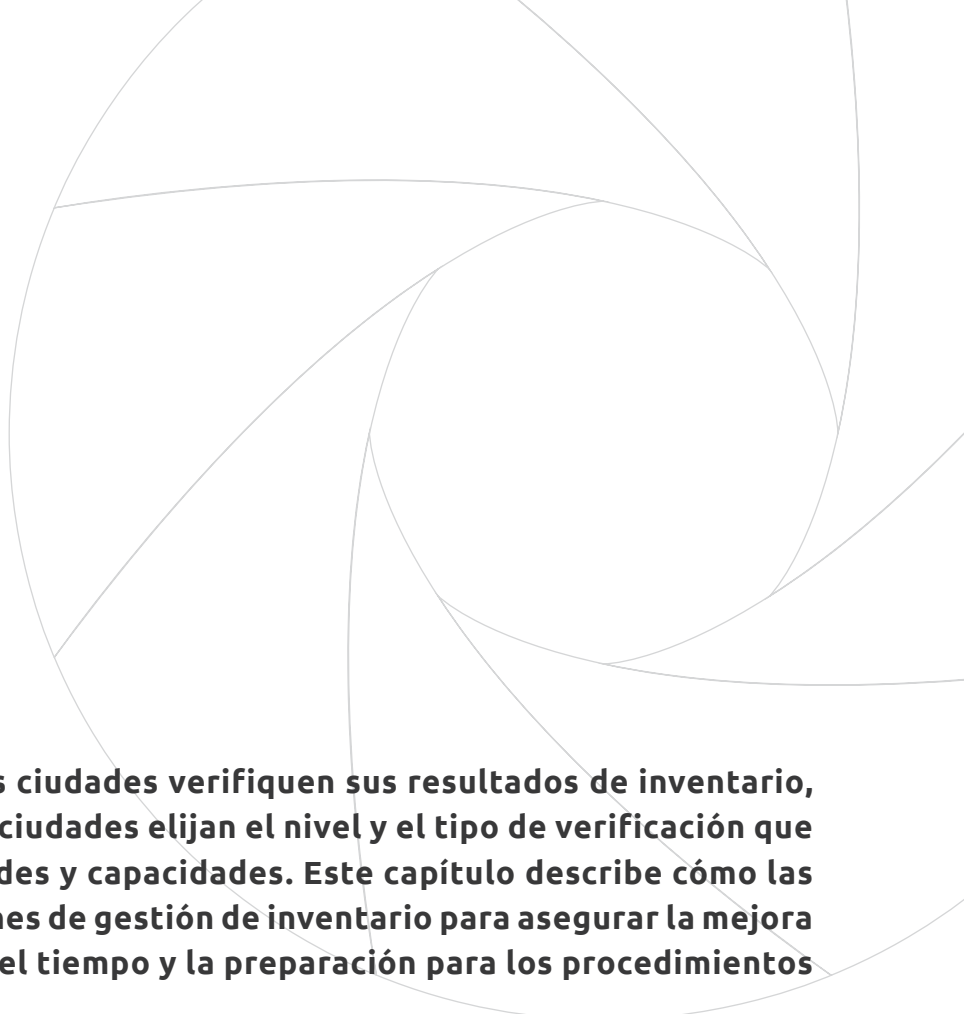
En resumen, las emisiones del año base, y las emisiones de años anteriores, cuando sea necesario, deberían volverse a calcular de manera retroactiva para reflejar los cambios en la ciudad, que de otra manera comprometerían la coherencia y pertinencia de la información de las emisiones de GEI reportada. Una vez que una ciudad ha determinado su política sobre la forma en que se va a volver a calcular las emisiones del año base, se debe aplicar esta política de manera consistente.

Tabla 11.2 Ejemplo de factores desencadenantes de recálculo

Tipo de objetivo	Ejemplo	Cálculo iterativo necesario (si es significativo)	Sin cálculo iterativo necesario
Cambios en el límite de inventario	Una comunidad está incluida o es retirada del límite administrativo de una ciudad	X	
	Cambio en el límite objetivo del nivel BÁSICO a BÁSICO+, o de 6 GEI a 7 GEI	X	
	Cierre de una central eléctrica		X
	Construcción de una nueva fábrica de cemento		X
Cambios en la metodología de cálculo o mejoras en la precisión de los datos	Cambio en la metodología de cálculo para RSU dispuestos en el relleno del método de compromiso de metano a la descomposición de primer orden	X	
	Adopción de datos de actividad más precisos en lugar de una cifra nacional a escala reducida	X	
	Cambio en los factores de 'potencial de calentamiento global' utilizados		X
	Cambio en el factor de emisión de electricidad debido a la mejora de la eficiencia energética y al crecimiento de la utilización de energía renovable		X
Detección de errores significativos	Detección de errores significativos en la conversión de las unidades en la fórmula utilizada	X	

Gestión de la calidad del inventario y verificación





El GPC no requiere que las ciudades verifiquen sus resultados de inventario, pero recomienda que las ciudades elijan el nivel y el tipo de verificación que se adapte a sus necesidades y capacidades. Este capítulo describe cómo las ciudades pueden establecer planes de gestión de inventario para asegurar la mejora de la calidad de datos a través del tiempo y la preparación para los procedimientos de verificación.

12.1 Gestión de la calidad del inventario a través del tiempo

Para gestionar la calidad del inventario a través del tiempo, las ciudades deben establecer un plan de gestión para el proceso de inventario. El diseño de un plan de gestión de inventario debe establecer disposiciones para la selección, la aplicación y la actualización de las metodologías de inventario a medida que nuevas investigaciones estén disponibles o que aumente la importancia del reporte de inventario. El GPC se centra en los siguientes componentes institucionales, administrativos y técnicos de un inventario. Incluye los datos, métodos, sistemas y documentación para asegurar el control de la calidad y la garantía de calidad en todo el proceso:

- **Métodos:** estos son los aspectos técnicos de la preparación del inventario. Las ciudades deben seleccionar o desarrollar metodologías para la estimación de las emisiones que representan con precisión las características de sus categorías de fuentes. El GPC proporciona varios métodos predeterminados y herramientas de cálculo para ayudar con este esfuerzo. El diseño de un programa de inventario y sistema de gestión de calidad debe establecer disposiciones para la selección, la aplicación y la actualización de

las metodologías de inventario a medida que nuevas investigaciones estén disponibles.

- **Datos:** Esta es la información básica sobre los niveles de actividad y factores de emisión. Aunque las metodologías necesitan ser rigurosas y estar detalladas de manera adecuada, la calidad de los datos es más importante. Ninguna metodología puede compensar los datos de entrada de baja calidad. El diseño de un programa de inventario de una ciudad debe facilitar la recolección de datos de inventario de alta calidad y el mantenimiento y mejora de los procedimientos de recolección.
- **Procesos y sistemas de inventario:** Estos son los procedimientos institucionales, administrativos y técnicos para la preparación de inventarios de GEI. Incluyen el equipo y los procesos encargados de llevar a cabo el objetivo de producir un inventario de alta calidad. Para hacer más eficiente la gestión de la calidad del inventario de GEI, estos procesos y sistemas pueden estar integrados, en su caso, con otros procesos de toda la ciudad relacionados con la calidad.
- **Documentación:** Este es el registro de los métodos, datos, procesos, sistemas, supuestos y estimaciones utilizados para preparar un inventario. Dado que la estimación de las emisiones de GEI es inherentemente

técnica (lo que implica la ingeniería y la ciencia), la documentación transparente y de alta calidad es particularmente importante para la credibilidad. Si la información no es creíble, o no se logra comunicar de manera efectiva a las partes interesadas, internas o externas, no tendrá valor. Las ciudades deben tratar de asegurar la calidad de estos componentes en todos los niveles de su diseño de inventarios.

Control de calidad

El Control de calidad (Quality control, QC) es un conjunto de actividades técnicas, que miden y controlan la calidad del inventario mientras se desarrolla. Están diseñadas para:

- Proporcionar controles de rutina consistentes para asegurar la integridad, exactitud y exhaustividad de los datos
- Identificar y abordar errores y omisiones
- Documentar y archivar el material de inventario, y registrar todas las actividades de QC

Las actividades de QC incluyen las pruebas de exactitud en la adquisición y cálculo de datos, y el uso de procedimientos estandarizados aprobados para el cálculo de emisiones, medidas, estimación de imprecisiones, archivo de información y reporte. Las actividades de QC de nivel superior incluyen revisiones técnicas de las categorías de fuentes, los datos de factores de emisión y actividades, y los métodos.

Garantía de calidad

Las actividades de la Garantía de calidad (Quality assurance, QA) incluyen un sistema planificado de procedimientos de revisión llevado a cabo por personal que no participa directamente en el proceso de recolección/desarrollo del inventario. Las revisiones, de preferencia realizadas por terceros independientes, deben llevarse a cabo cuando se finaliza un inventario luego de la aplicación de los procedimientos de QC. Las revisiones verifican que se cumplan las metas de calidad de los datos y que el inventario represente la mejor estimación posible de las emisiones y sumideros, dado el estado actual del conocimiento científico y la disponibilidad de los datos.

Consulte la tabla 12.1 para una descripción de los procedimientos para asegurar QA/QC.

12.2 Verificación

Las ciudades pueden elegir verificar su inventario de emisiones de GEI para demostrar que se ha desarrollado de acuerdo con los requisitos del GPC, y asegurar a los usuarios que representa un conteo fiel, verdadero y razonable de las emisiones de GEI de su ciudad. Esto se puede utilizar para aumentar la credibilidad de la información de las emisiones divulgable con el público externo y aumentar la confianza en los datos utilizados para elaborar planes de acción climática, establecer metas de GEI y dar seguimiento al progreso.

La verificación consiste en una evaluación de la integridad, la exactitud y la fiabilidad de los datos reportados. Su finalidad es determinar si existen discrepancias significativas entre los datos reportados y los datos generados a partir de la aplicación adecuada de los estándares y metodologías pertinentes, asegurándose de que se han cumplido los requisitos de información, que las estimaciones son correctas y los datos extraídos son fiables.

Para permitir la verificación, se deben seguir los principios de contabilidad y de reporte establecidos en el capítulo 2. El cumplimiento de estos principios y la presencia de datos transparentes, bien documentados (en ocasiones se denomina una pista de auditoría) son la base de una verificación exitosa.

Mientras que la verificación se realiza a menudo por una organización independiente (verificación por terceros), este no siempre es el caso. Varias ciudades interesadas en mejorar sus inventarios de GEI pueden someter su información a la verificación interna por parte del personal que es independiente del proceso de reporte y contabilidad de GEI (autoverificación). Ambos tipos de verificación deben seguir procedimientos y procesos similares. Para las partes interesadas externas, es probable que la verificación por parte de terceros incremente significativamente la credibilidad del inventario de GEI. Sin embargo, la autoverificación también puede proporcionar garantía valiosa sobre la fiabilidad de la información.

Tabla 12.1 Ejemplo de procedimientos de garantía de calidad y control de calidad

Recopilación de datos, entradas, y las actividades de manipulación
Verificar una muestra de datos de entrada para los errores de transcripción
Identificar las modificaciones de hoja de cálculo que pudieran proporcionar controles o verificaciones adicionales sobre la calidad
Asegurar que se hayan implementado los procedimientos de control de versiones adecuadas para los archivos electrónicos
Otros
Documentación de datos
Confirmar que las referencias de datos bibliográficos se incluyan en las hojas de cálculo para todos los datos primarios
Verificar que las copias de las referencias citadas hayan sido archivadas
Verificar que las suposiciones y los criterios para la selección de los límites, los años base, los métodos, los datos de actividad, los factores de emisión y los otros parámetros estén documentados
Verificar que los cambios en los datos o la metodología se documenten
Otros
Cálculo de emisiones y verificación de cálculos
Verificar si las unidades de emisión, los parámetros y los factores de conversión están debidamente etiquetados
Verificar si las unidades están debidamente etiquetadas y realizadas correctamente de principio a fin de los cálculos
Verificar que los factores de conversión sean correctos
Verificar los pasos de procesamiento de datos (por ejemplo, ecuaciones) en las hojas de cálculo
Verificar que los datos de entrada de la hoja de cálculo y los datos calculados estén claramente diferenciados
Verificar una muestra representativa de los cálculos, a mano o electrónicamente
Verificar algunos cálculos con cálculos abreviados (es decir, parte posterior de los cálculos de sobres)
Verificar la agregación de datos a través de las categorías de fuentes, sectores, etc.
Verificar la consistencia de entradas y cálculos de series de tiempo
Otros



12.3 Parámetros de verificación

Los verificadores se deben seleccionar en base a la experiencia previa y la competencia en la realización de verificaciones de GEI, la comprensión y conocimiento del GPC, y su objetividad, credibilidad e independencia. Sin embargo, antes de comenzar con la verificación, una ciudad debe definir claramente sus metas y decidir si se cumplen mejor mediante la autoverificación o la verificación por terceros. Los criterios de verificación para un inventario de emisiones de GEI deben incluir lo siguiente:

- Los límites del inventario se definen clara y correctamente
- Se incluyen todas las fuentes de emisión necesarias y las claves de notación se han empleado de manera adecuada
- Los cálculos concuerdan con los requisitos del GPC

- Los datos deben ser temporal y geográficamente específicos al límite de inventario y tecnológicamente específicos a la actividad que se está midiendo
- Los datos se extraen de fuentes fiables y sólidas y se citan de manera apropiada
- Todas las suposiciones se documentan

El proceso de verificación también puede ser utilizado para examinar la gestión de datos más generales y cuestiones administrativas, como la selección y gestión de datos de GEI, los procedimientos para la recolección y procesamiento de datos de GEI, los sistemas y procesos para asegurar la exactitud de los datos de GEI, la conciencia empresarial, la disponibilidad de recursos, las responsabilidades claramente definidas y los procedimientos de revisión interna. Para aumentar la transparencia y credibilidad, las metas y las competencias de verificación deben estar disponibles al público.

12.4 Proceso de verificación

La verificación por lo general será un proceso iterativo, donde una revisión inicial, destacando las áreas de incumplimiento y/o consultas relacionadas con la evaluación, ofrece una oportunidad para realizar las actualizaciones necesarias en el inventario de GEI antes de que se elabore el informe de verificación y se determine la conformidad con el GPC.

La verificación puede llevarse a cabo en varios puntos durante el desarrollo y reporte de los inventarios de GEI. Algunas ciudades pueden establecer un equipo de verificación interna semipermanente para asegurar que los estándares de datos de GEI se estén cumpliendo y mejorando de forma continua. La verificación que se produce durante un período de reporte permite tratar cualquier problema antes de preparar el informe final. Esto puede ser particularmente útil para las ciudades que preparan informes públicos de alto perfil.

Toda la documentación pertinente debe ponerse a disposición para respaldar el inventario de GEI durante el proceso de verificación. Las ciudades son responsables de garantizar la existencia, calidad y conservación de la documentación a fin de crear una pista de auditoría sobre la manera en que se compiló el inventario de GEI. No se pueden verificar los supuestos y los cálculos

realizados, así como los datos utilizados que no cuenten con documentación de apoyo disponible.⁸¹

Si, luego de la verificación, se considera que el inventario de GEI es totalmente compatible con los principios y requisitos establecidos en el GPC, entonces la ciudad podrá realizar una solicitud de conformidad. Sin embargo, si los verificadores y la ciudad no pueden llegar a un acuerdo con respecto a las áreas pendientes de incumplimiento, la ciudad no podrá realizar una solicitud de conformidad.

El proceso de verificación debe ser visto como una aportación valiosa hacia un camino de mejora continua. Ya sea que la verificación se lleve a cabo a efectos de revisión interna, reportes públicos o certificación del cumplimiento con el GPC, es probable que contenga información útil y orientación sobre cómo mejorar e incrementar las prácticas de reporte y la contabilidad de GEI de una ciudad.

81. Si una ciudad publica un año base específico en comparación al cual se evalúa el rendimiento futuro de GEI, debe conservar todos los registros históricos relevantes para respaldar los datos del año base. Estas cuestiones deben tenerse en cuenta al diseñar e implementar los procesos y procedimientos de datos de GEI.



Apéndices



Apéndice A

Descripción general de las normas y programas de GEI

En el apéndice A se resumen las principales características de los estándares de reporte y de contabilidad de GEI existentes y se comparan esas características con el GPC. Algunos de los estándares más utilizados o mencionados incluyen:

1. *Pautas del IPCC de 1996/2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (Guía del IPCC)*
2. *Protocolo internacional de análisis de emisiones de GEI de los gobiernos locales (International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol, IEAP)*
3. *Estándar Internacional para Determinar Emisiones de Gases del Efecto Invernadero de Ciudades (International Standing Greenhouse Gas Emissions for Cities, ISDGC)*
4. *Metodología del Inventario de Emisiones de Referencia/Monitoreo de Inventario de Emisiones (BEI/MEI)*
5. *Protocolo comunitario de EE. UU. para la contabilidad y reporte de emisiones de gases de efecto invernadero (Protocolo comunitario de EUA)*
6. *PAS 2070: La especificación para la evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero de una ciudad*
7. *Estándar corporativo del protocolo de GEI*

Métodos de inventario nacional de GEI

Las Pautas del IPCC, desarrolladas para los inventarios nacionales de GEI, proporcionan una orientación detallada sobre las categorías de emisión y absorción, fórmulas de cálculo, métodos de recolección de datos, factores de emisión por defecto, y la gestión de incertidumbres. Los inventarios de GEI, tanto a nivel nacional y de la ciudad, representan entidades geográficamente explícitas, y

pueden compartir los principios de fijación de límites similares y metodologías de cálculo de emisiones. Una diferencia clave entre la contabilidad a nivel de ciudad y la contabilidad a nivel nacional es que debido a la cobertura geográfica relativamente más pequeña, las actividades “dentro del límite” para un país pueden convertirse en las actividades transfronterizas para una ciudad. Esto significa que las emisiones de alcance 2 y alcance 3 pueden ser responsables de un porcentaje mayor en una ciudad y no se deben descuidar. Otra diferencia importante es que los datos estadísticos a nivel de la ciudad quizá no sean tan amplios como los datos a nivel nacional, por lo que requieren una mayor recopilación de datos desde una perspectiva ascendente.

Métodos de inventario de GEI corporativos

El *Estándar corporativo del protocolo de GEI*⁸² estableció el marco de “alcances” de la contabilidad corporativa, dividiendo las emisiones en alcance 1, 2 y 3 para cubrir la totalidad de las actividades empresariales pertinentes y evitar el doble contabilidad dentro del mismo inventario. Se adopta ampliamente el marco de alcances para los inventarios corporativos y se ha adaptado en el GPC para ajustarse a los límites geográficos de inventarios de las ciudades. La Tabla A.1 muestra la aplicación de la terminología de alcances de inventarios a nivel de ciudad y corporativos.

Algunos estándares utilizan marcos o requisitos diferentes al GPC, que incluyen:

- **El IEAP** requiere dos niveles de reporte: las emisiones en toda la ciudad, y las emisiones de las operaciones del gobierno local.

82. Consulte la *Norma corporativa del protocolo de GEI*, 2004.

Tabla A.1 Definiciones de inventarios corporativos y de la ciudad

	Corporativo	Ciudad
Alcance 1	Todas las emisiones directas de fuentes que son propiedad o están controladas por la empresa	Emisiones de GEI provenientes de fuentes situadas dentro de los límites de la ciudad
Alcance 2	Emisiones indirectas relacionadas con la energía, provenientes de la generación de electricidad, vapor y calefacción/refrigeración suministradas en red, consumidos por la empresa	Emisiones de GEI que se producen como consecuencia de la utilización de energía, calor, vapor y/o enfriamiento suministrados en red dentro de los límites de la ciudad
Alcance 3	El resto de las emisiones indirectas que son consecuencia de las actividades de la empresa	El resto de las emisiones de GEI que se producen fuera de los límites de la ciudad, como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad

- **El ISDGC** requiere que las emisiones de GEI ascendentes incorporadas en alimentos, agua, combustible y materiales de construcción que se consumen en las ciudades se presenten como elementos de información adicionales. Se recomienda a las ciudades o regiones urbanas con poblaciones de más de 1 millón de personas que utilicen sus estándares de reporte, y las ciudades con una población inferior a 1 millón pueden utilizar tablas de informes menos detalladas, tales como el BEI/MEI.
- **El BEI/MEI** solo requiere la cuantificación obligatoria de las emisiones de CO₂ debido al consumo de energía final. El reporte de las emisiones de los sectores no energéticos y las emisiones distintas al CO₂ no son obligatorias. Fue diseñado específicamente para las ciudades firmantes que participan en el Pacto de la iniciativa de los alcaldes de la UE para realizar un seguimiento de su progreso hacia el objetivo establecido en virtud de la iniciativa, y por lo tanto no cubre las interacciones con otras políticas, como el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea (EU ETS), en su marco;
- **El Protocolo comunitario de los EE. UU.** presenta los conceptos de “fuentes” y “actividades” en lugar del marco de alcances, donde “fuentes” es equivalente al alcance 1, y “actividades” es equivalente al alcance 2 y 3, con cierta superposición en el alcance 1. Las actividades se reconocen como aquellos procesos que pueden ser gestionados para la reducción de emisiones, independientemente de donde se produzcan las emisiones. El Protocolo comunitario de los EE. UU. utiliza categorías de emisiones diferentes a las *Pautas del IPCC* y también proporciona un marco de reporte con cinco Actividades generadoras de emisiones básicas y algunos marcos de reporte adicionales y voluntarios (consulte la Tabla A.2).
- **El PAS 2070** proporciona dos metodologías para determinar las emisiones de GEI de la ciudad. Estos reconocen a las ciudades como consumidores y productores de bienes y servicios. La metodología de la cadena de suministro directa (direct plus supply chain, DPSC) capta las emisiones de GEI territoriales y las asociadas con las cadenas de suministro más grandes que abastecen a las ciudades, y concuerda con el GPC. La metodología basada en el consumo (consumption-based, CB) utiliza modelos de insumo-producto para hacer una estimación de las emisiones directas de GEI del ciclo de vida para todos los bienes y servicios que consumen los residentes de una ciudad.

A continuación, también se comparan y resumen algunas otras características importantes, incluidos los destinatarios principales, el uso del marco de “alcances”, la inclusión de las emisiones transfronterizas y las categorías de fuentes de emisión.

Destinatarios principales

Los estándares revisados se desarrollan para la contabilidad y el reporte de inventarios a nivel organizacional o corporativo, a nivel de ciudad y a nivel nacional. La mayoría de los estándares se desarrollaron para uso global, mientras que dos estándares se diseñaron para abordar grupos específicos. El BEI/MEI se diseñó para las ciudades de la UE que participaron en el Pacto de la iniciativa de los alcaldes para realizar un seguimiento de su progreso a fin de lograr su objetivo del Plan de Acción para la Energía Sostenible (SEAP). El Protocolo de la Comunidad de los EE. UU. se diseñó como un marco de gestión para guiar a los gobiernos locales de Estados Unidos para tener en cuenta y reportar sus emisiones de GEI asociadas a las comunidades que representan, con énfasis en las fuentes y actividades sobre las cuales los gobiernos locales de Estados Unidos tienen la autoridad para influir.

La adopción de un marco de “alcances” y la inclusión de las emisiones transfronterizas

Todos los estándares revisados adoptan el marco de alcances excepto por el Protocolo de la Comunidad de los EE. UU., que incluye dos categorías centrales de las emisiones: 1) las emisiones de GEI que se producen por “fuentes” basadas en la comunidad situadas dentro de los límites de la comunidad, y 2) las emisiones de GEI producidas como consecuencia de las “actividades” de la comunidad. Para explicar mejor estos dos conceptos, utilizando el marco de alcances, las emisiones de las fuentes se refieren a las emisiones de alcance 1, las emisiones de las actividades se refieren a los procesos que ocurren dentro de los límites de la comunidad que dan lugar a emisiones transfronterizas. Todos los estándares abarcan las emisiones transfronterizas y las que están dentro de los límites, excepto por el método BEI/MEI, que solo considera las emisiones de alcance 1 y alcance 2.

Categorías de fuentes de emisión

La *Guía del IPCC de 2006* divide las fuentes de emisiones en cuatro sectores: *Energía, IPPU, Residuos y AFOLU*. Todos los otros estándares revisados, en general, siguieron este método de división, a excepción de algunas pequeñas adaptaciones, que incluyen el uso de dos grandes categorías, *Estacionaria y Móvil*, en lugar de *Energía*, y la adición de una importante categoría de Emisiones ascendentes. Las categorías del IPCC de las fuentes de emisión es una buena práctica a seguir por las ciudades para sus inventarios debido a tres razones principales:

1. El IPCC ofrece una cobertura completa de todas las emisiones/absorciones en todos los aspectos de las actividades sociales y económicas de las personas.
2. Define con claridad y divide dichas fuentes de emisión que causan confusión fácilmente (por ejemplo, la combustión de energía en la producción de cemento y las emisiones provenientes del propio proceso de producción se clasificarán bajo la *Energía*

y los IPPU respectivamente por separado; el uso de la energía generada de residuos se clasifica bajo la *Energía* en lugar de *Residuos*; y las emisiones de CO₂ provenientes de la combustión de biomasa se contabilizarán pero se reportarán por separado como un elemento de información porque el carbono incorporado a la biomasa es parte del ciclo natural del carbono).

3. La coherencia con los inventarios nacionales es propicio para que las ciudades lleven a cabo la comparación y el análisis longitudinal.

A pesar de las adaptaciones menores cuando se trata de subcategorías, también se pueden observar similitudes. El sector de la Energía estacionaria se suele dividir en residencial, comercial/institucional, industrial y otros, y el sector de la Energía móvil se divide generalmente por tipos de transporte en: por carretera, ferroviaria, aviación, navegación marítima, fluvial y lacustre, y otros. Las clasificaciones en el sector de Residuos son altamente consistentes con las Pautas del IPCC, que constan de residuos sólidos urbanos (RSU), tratamiento biológico, incineración y aguas residuales.



Gases cubiertos

La mayoría de los estándares cubren los GEI especificados por el Protocolo de Kioto, que ahora incluyen siete gases. La metodología del BEI/MEI solo requiere el reporte de las emisiones de CO₂.

Guía detallada sobre las metodologías de los cálculos

Las Pautas del IPCC, el Liderazgo para el Medio Ambiente y el Desarrollo (Leadership for Environment and Development, LEAD), el Protocolo de la Comunidad de los EE. UU. y el GPC proporcionan capítulos/secciones detallados sobre las fórmulas de cálculo y métodos de recopilación de datos para diferentes sectores de emisiones. El PAS 2070 proporciona un estudio detallado del caso de la manera en que Londres, Reino Unido, utilizó sus metodologías. Otros estándares solo proporcionan requisitos generales sobre la contabilidad y el reporte de las emisiones de GEI.

Herramientas de cálculo

No se requiere utilizar ninguna herramienta específica con el fin de lograr la conformidad con el GPC. El WRI desarrolló una herramienta basada en Excel para ayudar a que las ciudades chinas calculen las emisiones. La herramienta de China se diseñó para tomar en cuenta las condiciones chinas, mediante la incorporación de funciones de computación y factores de emisión locales predeterminados, mientras se mantienen las categorías de las fuentes de emisiones consistentes con el inventario nacional. El Protocolo de la Comunidad de los EE. UU. proporciona una "Herramienta de reporte y evaluación del alcance" basada en Excel para ayudar a las ciudades a investigar su inventario y mostrar los resultados del cálculo. La tabla de Excel no tiene funciones de computación, pero solo registra los resultados de las emisiones de CO₂e y utiliza las "claves de notación" para indicar por qué se incluye o excluye una fuente o actividad.

Orientación sobre el establecimiento de metas de reducción

Solo el *Estándar Corporativo del Protocolo de GEI* y el GPC proporcionan una guía sobre cómo establecer un objetivo de reducción de emisiones para una empresa o ciudad.

Tabla A.2 Revisión de las normas existentes en contabilidad y reporte de GEI

Programa/plataforma	Autor	Audiencia objetivo	Consistencia con las categorías principales de fuentes de emisión del IPCC	Adopción del marco dentro del límite /fuera del límite	Emisiones dentro del límite
Protocolo Global para Inventarios de Emisión de GEI a escala comunitaria (GPC)	C40 ICLEI WRI (2014)	Comunidades en todo el mundo	Sí	Sí	Sí
<i>Pautas del IPCC de 1996/2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero</i>	IPCC (1996/2006)	Gobiernos nacionales	NA	Sí ⁸⁴	Sí
Protocolo internacional de análisis de emisiones de GEI de los gobiernos locales (versión 1.0)	ICLEI (2009)	Gobiernos y comunidades locales	Sí ⁸⁵	Sí	Sí
Estándar Internacional para Determinar Emisiones de Gases del Efecto Invernadero de Ciudades (versión 2.1)	UNEP UN-HABITAT Banco Mundial (2010)	Comunidades	Sí	Sí	Sí
Metodología del Inventario de Emisiones de Referencia/Inventario de Monitoreo de Emisiones (BEI/MEI)	Pacto de la iniciativa de los alcaldes ⁸⁷ (2010)	Ciudades de la UE	Sí/No ⁸⁸	Sí	Sí
Protocolo comunitario de EE. UU. para la contabilidad y reporte de emisiones de gases de efecto invernadero (Versión 1.0)	ICLEI EE. UU. (2012)	Ciudades y comunidades en los EE. UU.	No ⁸⁹	No	Sí
PAS 2070: 2013	BSI (2013)	Ciudades	Sí	Sí	Sí
Bilan Carbone	ADEME ⁹⁰ (desde 2001)	Empresas, autoridades locales, y regiones, en Francia	No		
Manual de planificación contra el calentamiento global para los gobiernos locales	Ministerio de Medio Ambiente, Japón (2009)	Gobiernos subnacionales	Sí ⁹¹	Sí	Sí

83. Las categorías de fuentes de emisión del IPCC incluyen todas las emisiones dentro de los límites y las emisiones fuera de los límites relacionadas a la aviación internacional y navegación marítima

84. Subcategoría (gobierno) no acorde con la clasificación del IPCC

85. Emisiones ascendentes de GEI incorporadas

86. El Centro Común de Investigación (Joint Research Centre, JRC) de la Comisión Europea

Emisiones fuera del límite	Gases	Guía detallada sobre metodologías de cálculo	Orientación sobre el establecimiento de metas de reducción	Otra información
Sí	Siete gases	No	Sí	<ul style="list-style-type: none"> Divide las emisiones dentro de los límites y las emisiones transfronterizas en los alcances 1, 2 y 3 Proporciona niveles de informes, BÁSICO, BÁSICO+ Piloto probado por 35 ciudades piloto
Sí	Seis gases	Sí	No	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una guía detallada sobre las categorías de emisión/remoción, la fórmula de cálculo, la recopilación de datos, los factores de emisión predeterminados, y la gestión de la incertidumbre
Sí	Seis gases	Sí	No	<ul style="list-style-type: none"> Requiere dos niveles de reporte: <ul style="list-style-type: none"> Operaciones del gobierno local (LGO) Nivel de la comunidad
Sí ⁸⁶	Seis gases	No	No	<ul style="list-style-type: none"> Descripción simplificada, con una gran cantidad de referencia a otras normas (por ejemplo, las pautas del IPCC) Se recomienda a las ciudades o regiones urbanas con poblaciones de más de 1 millón de personas que utilicen sus normas de reporte, y las ciudades con una población inferior a 1 millón pueden utilizar las tablas de informes menos detalladas, tales como el BEI/MEI.
No	CO ₂ ; otros gases opcionales	No	No	<ul style="list-style-type: none"> Diseñado especialmente para el Pacto de la iniciativa de los alcaldes de la UE como una de las medidas principales para las ciudades firmantes para lograr sus metas SEAP Solo requiere la cuantificación de las emisiones de CO₂ debido al consumo de energía final Considera las interacciones con otras políticas tales como el ETS de la UE
Sí	Seis gases	Sí	No	<ul style="list-style-type: none"> Creó los conceptos de “fuentes”, que podrían ser interpretadas como emisiones dentro de los límites, y “actividades”, las que podrían interpretarse como emisiones dentro de los límites y fuera de los límites Proporciona varios marcos de información, incluidos las cinco Actividades generadoras de emisiones básicas, una influencia significativa del gobierno local, las actividades de toda la comunidad, el consumo doméstico, fuentes de los límites, el consumo del gobierno, el inventario basado en el consumo total, las emisiones del ciclo de vida de las empresas de la comunidad y los sectores industriales concretos
Sí	Seis gases	Sí	No	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona dos metodologías para determinar las emisiones de GEI de la ciudad: <ul style="list-style-type: none"> Metodología de cadena de suministro y directa, lo cual es consistente con el GPC Metodología basada en el consumo Estudio de caso trabajado de la aplicación del PAS 2070 proporcionado para Londres, Reino Unido
	Seis gases		Sí	
Sí	Seis gases	Sí	Sí	

87. No incluye la energía de la industria, el transporte aéreo, las fuentes marítimas, e incluye los residuos, pero no la agricultura, la silvicultura y los procesos industriales

88. Actividades generadoras de emisiones básicas, sumideros no emisores de carbono

89. Dirigido por la Association Bilan Carbone (ABC) desde 2011

90. Sectores: industria, residencial, comercial, transporte, IPPU, residuos, LUCF

Tabla A.3 Comparación de las categorías de fuentes de emisiones

Clasificación de IPCC		Clasificación del GPC (alcance 1)	
	Energía		Energía estacionaria
1A4b	Residencial	I.1	Edificios residenciales
1A4a	Comercial/Institucional	I.2	Edificios/instalaciones comerciales e institucionales
1A2	Construcción e industrias manufactureras	I.3	Industrias manufactureras y de la construcción
1A1	Industrias energéticas	I.4	Industrias energéticas
1A4c	Agricultura/silvicultura/pesca/granjas acuícolas	I.5	Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca
1A5a	No especificada	I.6	Fuentes no especificadas
1B1	Combustibles sólidos (emisiones fugitivas)	I.7	Emisiones fugitivas provenientes de la minería, el procesamiento, el almacenamiento y el transporte de carbón
1B2	Petróleo y gas natural (emisiones fugitivas)	I.8	Emisiones fugitivas provenientes de los sistemas de petróleo y gas natural
			Transporte
1A3b	Transporte en carretera	II.1	Transporte por carretera
1A3c	Ferrovionario	II.2	Ferrovionario
1A3d	Navegación marítima, fluvial y lacustre	II.3	Transporte marítimo
1A3a	Aviación civil	II.4	Aviación
1A3e	Otro transporte	II.5	Transporte fuera de carretera
4	Residuos		Residuos
4A	Disposición de residuos sólidos	III.1	Disposición de residuos sólidos
4B	Tratamiento biológico de residuos sólidos	III.2	Tratamiento biológico de residuos
4C	Incineración y quema a cielo abierto de residuos	III.3	Incineración y quema a cielo abierto
4D	Tratamiento y vertido de aguas residuales	III.4	Tratamiento y vertido de aguas residuales
2	IPPU		IPPU
2A 2B 2C 2E	Industria minera Industria química Industria del metal Industria electrónica	IV.1	Procesos industriales
2D 2F 2G 2H	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes Producto utilizado como sustitutos de sustancias que agotan el ozono Otra fabricación y uso del producto Otros	IV.2	Uso del producto
3	AFOLU		AFOLU
3A	Ganadería	V.1	Ganadería
3B	Suelo	V.2	Suelo

Apéndice B

Inventarios para las operaciones del gobierno local

Introducción

Las operaciones del gobierno local (LGO) y sus principales funciones varían en todo el mundo, pero hay varios servicios esenciales de la comunidad que generalmente quedan bajo la responsabilidad de los gobiernos locales, entre ellos: el abastecimiento de agua, recolección de residuos domiciliarios, saneamiento, sistemas de transporte público, carreteras, educación primaria y cuidado de la salud. Estas operaciones de los gobiernos locales representan las actividades sobre las que la ciudad tiene un control directo o fuerte influencia, lo que brinda una oportunidad para medir y gestionar las emisiones, y demostrar a los contribuyentes un uso responsable y eficiente de los recursos por parte de las autoridades de la ciudad.

Para orientar a los gobiernos locales sobre el cálculo y el reporte de emisiones de GEI provenientes de sus operaciones, ICLEI creó el *Protocolo internacional de análisis de emisiones de GEI de los gobiernos locales* (IEAP) en 2009. Se centra en las especificidades de las LGO, mediante la adaptación de una orientación general sobre la contabilidad de GEI corporativos a las necesidades de las ciudades. Este apéndice resume la orientación proporcionada en el IEAP para las operaciones del gobierno local, con ligeros cambios para garantizar la coherencia con el GPC y promover la comparabilidad de los inventarios de emisiones de GEI de las operaciones del gobierno local con los inventarios de GEI nacionales y subnacionales. Para una mayor orientación, consulte los capítulos del IEAP que abordan las operaciones del gobierno local.⁹¹

Otros estándares y pautas también han proporcionado una guía similar a nivel local o nacional, incluyendo el *Protocolo del Sector Público de los EE. UU.*, el *Protocolo de GEI* centrado en los Estados Unidos y el *Protocolo de Operaciones de Gobierno Local* elaborado por la Junta de Recursos del Aire de California (California Air Resources Board), The Climate Registry y el ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad de Estados Unidos.

Propósito de un inventario de las LGO

Un inventario de las LGO explica los GEI de las operaciones, actividades e instalaciones que poseen u operan los gobiernos, incluidos los de flotas o edificios municipales, o de los servicios de gestión de residuos que el municipio presta a la comunidad. Las emisiones provenientes de las operaciones del gobierno local son normalmente un subconjunto de las emisiones de toda la ciudad, aunque se pueden dar escasas excepciones. Una de esas excepciones es si el gobierno local es el operador o propietario de las

instalaciones que se encuentran al mismo tiempo fuera de su límite geopolítico y sirven a otras comunidades.

La mayoría de las emisiones de las operaciones del gobierno local son un subconjunto de las emisiones de la comunidad, que por lo general oscilan entre el 3 % y 7 % de las emisiones totales de toda la ciudad. Aunque se trata de una fracción relativamente pequeña de las emisiones de la ciudad, muestra claramente que los gobiernos locales deben usar su influencia sobre las operaciones que no están bajo su control directo (por ejemplo, la mejora de la eficiencia energética de los edificios privados a través del código de construcción municipal). Las metas de reducción de GEI se pueden establecer para el rendimiento de las LGO y las emisiones de toda la ciudad.

Un inventario de las LGO se puede utilizar para lo siguiente:

- Desarrollar una línea de base (y año base) con los que se pueda comparar los desarrollos de GEI
- Reflexionar y reportar de manera regular un verdadero conteo de las emisiones generadas por las LGO
- Identificar las áreas problemáticas en las operaciones del gobierno local a través del estudio comparativo de las actividades e instalaciones, por ejemplo, identificar las oportunidades para mejorar la eficiencia energética en los edificios municipales o en el suministro de agua
- Demostrar capacidad en la mitigación del cambio climático mediante el establecimiento de un objetivo de reducción de GEI para las LGO
- Incrementar la coherencia y transparencia en la contabilidad y reporte de GEI entre las instituciones

Realización de un inventario de las LGO

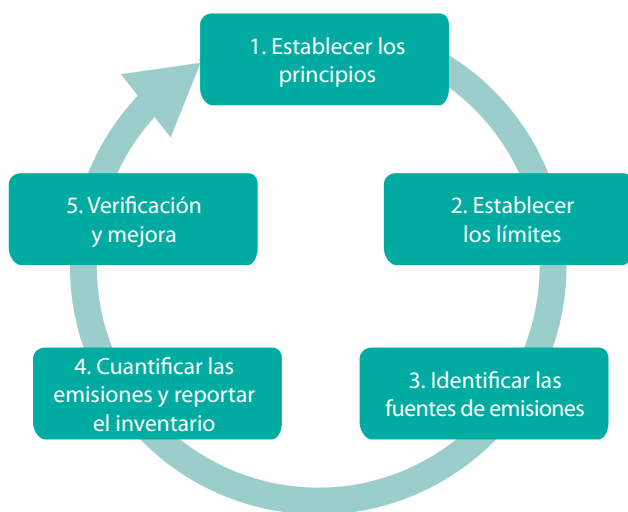
En general, un inventario de las LGO sigue los cinco pasos que se describen en la Figura B.1. Este apéndice solo explica los requisitos especiales para el inventario de emisiones de las LGO en los pasos 1, 2 y 3.

91. Disponible en línea en: <http://www.iclei.org/details/article/international-local-government-greenhouse-gas-emissions-analysis-protocol-ieap.html>

Principios de contabilidad y de reporte

Un inventario de las LGO se basa en los mismos principios de contabilidad y de reporte que un inventario de toda la ciudad: Relevancia, Integridad, Coherencia, Transparencia y Precisión, así como los mismos procedimientos para el control de la calidad del inventario y la garantía de calidad.

Figura B.1 Pasos principales para los inventarios de las Operaciones del Gobierno Local (LGO)



Establecimiento de límites

Las instalaciones controladas o condicionadas por los gobiernos locales normalmente se encuentran dentro de los límites geográficos de una ciudad (consulte el Capítulo 3 del GPC sobre los límites del inventario). En algunos casos, como el uso de la electricidad y la disposición de residuos, las emisiones se pueden producir fuera de los límites geográficos del territorio de la ciudad. Sin embargo, independientemente de dónde se producen las emisiones, se deben incluir en el análisis todas las emisiones de las LGO.

Para medir el impacto de una medida de reducción de emisiones en las LGO para los próximos años, la fuente de emisión correspondiente se debe incluir en el inventario del año base. Por ejemplo, si el gobierno local desea considerar una medida que aborde el desplazamiento de los empleados a sus centros de trabajo en su plan de acción de mitigación, entonces es necesario incluir las emisiones del desplazamiento de los empleados en el inventario del año base y en los siguientes inventarios.

Cuando las instalaciones se utilizan conjuntamente por múltiples niveles de gobierno, el gobierno local debe tener en cuenta todas las emisiones de GEI cuantificados de las instalaciones sobre las que tiene control financiero y/u operativo. Cuando no se encuentren disponibles dichos datos desagregados de las actividades, o no sean aplicables debido a la naturaleza de las instalaciones, los gobiernos locales deben dar cuenta de su proporción de las emisiones de GEI sobre la base de la participación en el capital o la titularidad de las instalaciones de los gobiernos locales. Ambos métodos para la consolidación de las emisiones de GEI a nivel de instalaciones son reconocidos como válidos por la norma ISO 14064-1: 2006 (gases de efecto invernadero; orientación a nivel organizacional).

Emisiones de los servicios contratados

Estas emisiones se deben incluir en un inventario de las LGO, si estas contribuyen a una comprensión precisa de las tendencias de las emisiones del gobierno local, o si son particularmente relevantes para el desarrollo de una política integral de gestión de GEI. El determinar si se deben incluir las emisiones procedentes de un contratista en un inventario de las LGO se debe basar en tres consideraciones:

1. ¿El servicio prestado por el contratista es un servicio que normalmente presta el gobierno local? Si es así, el gobierno local debe incluir estas emisiones para permitir la comparación exacta con otros gobiernos locales.
2. En cualquier inventario anterior de emisiones, ¿el gobierno local proporcionó el servicio contratado y, por lo tanto, se encuentra incluido en el inventario anterior? Si es así, estas emisiones deben incluirse para permitir una comparación exacta con el inventario histórico del año base.
3. ¿Las emisiones resultantes del contratista son una fuente sobre la cual el gobierno local ejerce una influencia significativa? Si es así, estas emisiones se deben incluir con el fin de proporcionar la información de emisiones más significativas de la política.

Unidades de emisión transferibles (por ejemplo, las compensaciones)

Un gobierno local debe documentar y divulgar información, de conformidad con el GPC para los inventarios de toda la ciudad, para las unidades de emisiones transferibles vendidas de los proyectos incluidos en el inventario de las LGO o adquiridos para aplicarse a un inventario de las LGO. Esto asegura la transparencia y evita el conteo doble de la reducción de emisiones.



Identificación de las fuentes de emisión y sumideros

Después de establecer los límites para un inventario de las LGO, un gobierno local debe identificar las fuentes de emisión y sumideros asociados con cada actividad incluida o instalación. Los gobiernos locales deben tener en cuenta que la definición de los alcances para la clasificación de las actividades de las LGO será diferente a la definición de los alcances utilizada para los inventarios de toda la ciudad. La clasificación de las emisiones de GEI de acuerdo con el alcance de las operaciones del gobierno local en el IEAP se basa en el grado de control, mientras que un inventario de toda la ciudad utiliza los alcances basados en los límites geográficos del territorio que está bajo la jurisdicción del gobierno local. Para los inventarios de las LGO, el IEAP requiere que los gobiernos locales reporten las emisiones en función del alcance y de acuerdo a los siguientes sectores:

- Energía estacionaria
- Transporte
- Residuos
- Procesos industriales y uso de productos (IPPU)
- Agricultura, silvicultura y otro uso del suelo (AFOLU)

Teniendo en cuenta las actividades que los gobiernos locales realizan generalmente, el inventario de emisiones de GEI debe desagregarse en las siguientes categorías, en su caso:

- Generación de electricidad o calefacción/refrigeración urbana
- Señales de tráfico y alumbrado público
- Edificios
- Instalaciones (solo el consumo de energía de la operación de las instalaciones), que pueden incluir:
 - Instalaciones de suministro de agua (recolección, tratamiento y distribución)
 - Instalaciones de aguas residuales (drenaje, tratamiento y eliminación)
 - Instalaciones de residuos sólidos (procesamiento, tratamiento y eliminación)
 - Cualquier instalación que forme parte de las operaciones del gobierno local y no esté incluida en las otras categorías de energía estacionaria mencionadas anteriormente
- Flota de vehículos (que a su vez se puede desagregar, por ejemplo, para seleccionar la flota de recolección de desechos sólidos)
- Desplazamiento de empleados
- Aguas residuales y desechos sólidos (solo emisiones provenientes de la biodegradación)
- Otros (este sector reconoce la diversidad de las funciones del gobierno local y permite la consideración de las fuentes de emisión no incluidas en otra parte)

Los inventarios de GEI de los gobiernos locales ayudan a informar a los gobiernos municipales en su proceso de toma de decisiones. Cuando los gobiernos locales agregan las emisiones de diferentes fuentes, pueden agregar las emisiones de energía provenientes de la operación de las instalaciones de gestión de residuos (sector de *Energía estacionaria* del GPC) con las emisiones de la biodegradación de los residuos durante el tratamiento y disposición (sector de *Residuos* del GPC), pero este resultado de la agregación no debería utilizarse directamente para el reporte en virtud de las *Pautas del IPCC* y GPC.

No todos los gobiernos locales proporcionan las mismas funciones, y en consecuencia algunos gobiernos no tendrán ningún tipo de emisiones procedentes de algunos sectores. El sector de *Otras emisiones de alcance 3* reconoce la diversidad de las funciones del gobierno local y permite la consideración de las fuentes de emisiones no incluidas en otra parte.

La influencia de un gobierno local sobre la actividad de la ciudad también puede cambiar a través del tiempo. Una fuente de emisión dentro de la operación de un gobierno local no se puede incluir en la operación del gobierno el siguiente año. Asegurar que los inventarios contengan la misma cobertura de fuente de emisión cuando se realicen las comparaciones del inventario de las LGO.

Apéndice C

Referencia de la metodología

Esta tabla sirve como un breve resumen de las metodologías que se describen en la Parte II del GPC, e incluye una descripción general de los datos de la actividad y los factores de emisión utilizados.

Tenga en cuenta que esta tabla no es exhaustiva. Las ciudades pueden utilizar metodologías, datos de actividad y factores de emisión alternativos según el caso. Los métodos utilizados para calcular las emisiones deben ser justificados y divulgados.

Tabla C.1 Referencia de la metodología

Sectores	Fuentes de emisión	Alcance	Enfoques	Datos de actividad	Factores de emisión
Energía estacionaria	Quema de combustible dentro de los límites de la ciudad	1	Consumo de combustible	Cantidad de combustible consumido	Masa de emisiones de GEI por unidad de combustible. Please change it for the whole column.
	Consumo de energía suministrada en red consumida dentro de los límites de la ciudad	2	Consumo de energía en red	Cantidad de energía suministrada en red consumida	Masa de emisiones de GEI por unidad de energía suministrada en red (factor de emisión específico en red)
	Pérdidas de transmisión y distribución de la energía suministrada en red	3	Método basado en la tasa de pérdida	Cantidad de energía transmitida y la tasa de pérdida promedio de la red	Masa de emisiones de GEI por unidad de energía suministrada en red
	Emisiones fugitivas provenientes de la extracción y procesamiento de combustibles fósiles	1	Medición directa	Medición directa de las emisiones de GEI	
Estimación basada en la producción			Cantidad de la producción en la extracción de combustible y el procesamiento	Masa de emisiones de GEI por unidad de producción de combustible fósil	
Transporte	Quema de combustible para el transporte dentro de los límites	1	Modelo ASIF (Actividad, distribución modal, intensidad, combustible)	Distancia recorrida por tipo de vehículo con el tipo de combustible	Masa de emisiones de GEI por unidad de distancia recorrida por el tipo de vehículo con el tipo de combustible.
			Método de venta de combustible	Cantidad de combustible vendido	Masa de emisiones de GEI por unidad de combustible vendido
	Consumo de energía suministrada en red para el transporte dentro de los límites	2	Modelo de consumo de energía en red	Cantidad de electricidad consumida	Masa de emisiones de GEI por unidad de energía suministrada en red (factor de emisión específico en red)
	Emisiones provenientes del transporte transfronterizo	3	Modelo ASIF (Actividad, distribución modal, intensidad, combustible)	Distancia recorrida o combustible consumido por el tipo de vehículo usando el tipo de combustible	Masa de GEI por unidad de distancia recorrida o combustible consumido por el tipo de vehículo usando el tipo de combustible
	Pérdidas de transmisión y distribución de la energía suministrada en red	3	Método basado en la tasa de pérdida	Cantidad de energía transmitida y la tasa de pérdida promedio de la red	Masa de emisiones de GEI por unidad de energía suministrada en red

Tabla C.1 Referencia de la metodología (continuación)

Sectores	Fuentes de emisión	Alcance	Enfoques	Datos de actividad	Factores de emisión
Residuos	Disposición de residuos sólidos	1 y 3	Método de descomposición de primer orden (recomendado por GPC)	Cantidad de residuos recibidos en vertedero y su composición para todos los años históricos.	Potencial de generación de metano de los residuos
			Método de compromiso de metano	Cantidad de residuos dispuestos en el vertedero en el año de inventario y su composición.	Potencial de generación de metano de los residuos
	Tratamiento biológico de residuos	1 y 3	Enfoque basado en la composición de residuos	Masa de residuos orgánicos tratados por el tipo de tratamiento	Masa de emisiones de GEI en masa por unidad de residuo orgánico tratado, por tipo de tratamiento
	Incineración y quema a cielo abierto	1 y 3	Enfoque basado en la composición de residuos	Masa de residuos incinerados y su fracción de carbono fósil	Factor de oxidación, por tipo de tratamiento
	Aguas residuales	1 y 3	Enfoque basado en el contenido orgánico	Contenido orgánico de las aguas residuales por cada tipo de tratamiento	Potencial de generación de emisiones de dicho tipo de tratamiento
IPPU	Procesos industriales que ocurren en los límites de la ciudad	1	Enfoque basado en la entrada o salida	Masas de entrada de material o salida de producto	Generación de emisión potencial para la unidad de entrada/salida
			Medición directa	Medición directa de las emisiones de GEI	
	Uso de producto que ocurre dentro de los límites de la ciudad	1	Enfoque basado en la entrada o salida	Masas de entrada de material o salida de producto	Generación de emisión potencial para la unidad de entrada/salida
			Medición directa	Medición directa de las emisiones de GEI	
			Enfoque de escalamiento	Datos de emisiones o actividad a nivel nacional o regional	Factor de emisión o factor de escalamiento
AFOLU	Fuentes de emisión producidas por la ganadería	1	Enfoque basado en la ganadería	Número de animales por categoría de ganado y sistema de gestión del estiércol	Factor de emisión por cabeza y excreción de nitrógeno por sistema de gestión de estiércol
	Fuentes de emisión de usos del suelo	1	Enfoque basado en la superficie terrestre	Superficie terrestre de diferentes categorías de uso del suelo	Tasa neta anual de cambios en las existencias de carbono por hectárea de tierra
	Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO ₂	1	Consulte más detalles en los capítulos correspondientes		

Abreviaturas

AFOLU	Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo	LGO	Operaciones del gobierno local
BOD	Demanda bioquímica de oxígeno	MC	Compromiso de metano
C40	Grupo de Liderazgo de Grandes Ciudades por el Clima C40 (C40 Cities Climate Leadership Group)	MMS	Sistema de gestión del estiércol
CCHP	Trigeneración, o frío, calor y energía combinados (trigeneración)	RSU	Residuos sólidos urbanos
CDD	Días-grado de enfriamiento	N₂O	Óxido nitroso
CEM	Monitoreo continuo de emisiones	NF₃	Trifluoruro de nitrógeno
CH₄	Metano	NMVOC	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano
CHP	Calor y energía combinados (cogeneración)	ODU	Oxidado durante el uso
CNG	Gas natural comprimido	ODS	Sustancias que agotan la capa de ozono
CO₂	Dióxido de carbono	PFC	Perfluorocarbonos
CO_{2e}	Dióxido de carbono equivalente	QA	Garantía de calidad
DOC	Carbono orgánico degradable	QC	Control de calidad
EF	Factor de emisión	SF₆	Hexafluoruro de azufre
EFDB	Base de datos de factores de emisión	SWD	Disposición de residuos sólidos
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Food and Agriculture Organization of the United Nations)	SWDS	Sitios de disposición de residuos sólidos
FOD	Descomposición de primer orden	T&D	Transmisión y distribución
PIB	Productor interno bruto	TAZ	Zona de análisis de tráfico
GEI	Gas de efecto invernadero	UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente (United Nations Environment Programme)
GPC	Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria	UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (United Nations Framework Convention on Climate Change)
PCG	Potencial de calentamiento global	UN-HABITAT	Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos
HDD	Días-grado de calefacción	US EPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency)
HFC	Hydrofluorocarbonos	US FMC	Comisión Federal Marítima de los Estados Unidos (United States Federal Maritime Commission)
ICLEI	ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad	VKT	Kilómetros recorridos por vehículo
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change)	WBSCSD	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (World Business Council for Sustainable Development)
IPPU	Procesos industriales y uso de productos	WRI	Instituto de Recursos Mundiales (World Resources Institute)
ISIC	Clasificación Internacional Industrial Uniforme	WWTP	Planta de tratamiento de aguas residuales
ISO	Organización Internacional para la Estandarización (International Organization for Standardization, ISO)		

Glosario

Año base	Un dato histórico (por ejemplo, el año) con el que se realiza un seguimiento en el tiempo de las emisiones de una ciudad.
Año de reporte	Año para el que se reportan las emisiones.
Asignación	El proceso de dividir o asignar las emisiones de GEI entre distintas potencias.
BÁSICO	Un nivel de reporte de inventario que incluye todas las fuentes del alcance 1, excepto la generación de energía, los residuos importados, <i>IPPU</i> , y <i>AFOLU</i> , así como todas las fuentes de alcance 2.
BÁSICO+	Un nivel de reporte de inventario que cubre todas las fuentes del nivel BÁSICO, más los sectores de alcance 1 de <i>AFOLU</i> e <i>IPPU</i> , y el alcance las 3 de la <i>Energía estacionaria</i> y <i>Transporte</i> .
Ciudad	Se utiliza a lo largo del GPC para hacer referencia a las entidades subnacionales geográficamente discernibles, como las comunidades, los municipios, las ciudades y los barrios.
CO₂ equivalente	Unidad de medida universal para indicar el potencial de calentamiento global (PCG) [global warming potential, GWP] de cada GEI, expresada en términos del PCG de una unidad de dióxido de carbono. Se utiliza para evaluar el impacto climático de la liberación (o evitar la liberación) de diferentes gases de efecto invernadero sobre una base común.
Conteo doble	Dos o más entidades informantes que afirman las mismas emisiones o reducciones en el mismo alcance, o una sola entidad que reporta las mismas emisiones en varios alcances.
Datos de actividad	Una medida cuantitativa de un nivel de actividad que da lugar a emisiones de GEI. Los datos de actividad se multiplican por un factor de emisión para derivar las emisiones de GEI asociados con un proceso o una operación. Los ejemplos de los datos de actividad incluyen los kilovatios-hora de electricidad utilizados, la cantidad de combustible utilizado, el resultado de un proceso, las horas que el equipo está operativo, la distancia recorrida, y el área de piso de un edificio.
Datos indicadores	Datos de un proceso o actividad similar que se utiliza como un sustituto para un proceso o actividad determinado sin ser personalizado para ser más representativo de ese proceso o actividad determinado.
Dentro del límite	Se produce dentro del límite geográfico establecido.
Emisión	Liberación de GEI a la atmósfera.
Emisiones biogénicas (CO₂(b))	Emisiones producidas por organismos vivos o procesos biológicos, pero no fosilizados o de fuentes fósiles.
Emisiones de alcance 1	Emisiones de GEI provenientes de fuentes situadas dentro de los límites de la ciudad.
Emisiones de alcance 2	Emisiones de GEI que se producen como consecuencia de la utilización de energía, calor, vapor y/o enfriamiento suministrados en red dentro de los límites de la ciudad.
Emisiones de alcance 3	El resto de las emisiones de GEI que se producen fuera de los límites de la ciudad, como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad.
Emisiones transfronterizas	Emisiones de fuentes que cruzan el límite geográfico.
Factor(es) de emisión	Un factor que convierte los datos de actividad en datos de emisiones de GEI (por ejemplo, en kg de CO ₂ e emitido por litro de combustible consumido, en kg de CO ₂ e emitido por kilómetro recorrido, etc.).
Fuera del límite	Se produce fuera del límite geográfico establecido.

Gases de efecto invernadero (GEI)	A los efectos del GPC, los gases de efecto invernadero son los siete gases contemplados en UNFCCC: dióxido de carbono (CO ₂); metano (CH ₄); óxido nitroso (N ₂ O); hidrofluorocarbonos (HFC); perfluorocarbonos (PFC); hexafluoruro de azufre (SF ₆); y trifluoruro de nitrógeno (NF ₃).
Inventario de gases de efecto invernadero	Una lista cuantificada de las fuentes y emisiones de GEI de una ciudad.
Límite de la ciudad	Consulte límite geográfico.
Límite del inventario	El límite de inventario de un inventario de GEI identifica los gases, las fuentes de emisión, el área geográfica y el período de tiempo cubiertos por un inventario de GEI.
Límite geográfico	Un límite geográfico que identifica las dimensiones espaciales del límite de evaluación del inventario. Este límite geográfico define el perímetro físico al separar las emisiones dentro del límite de las emisiones de fuera de los límites y las emisiones transfronterizas.
Potencial de calentamiento global	Un factor que describe el impacto del forzamiento radiativo (grado de daño a la atmósfera) de una unidad de un GEI determinado en relación con una unidad de CO ₂ .
Reportar	Presentar los datos a los usuarios internos y externos tales como supervisores, los grupos de interés específicos o público general.



Referencias

- BSI. "Application of PAS 2070 – London, United Kingdom: An assessment of greenhouse gas emissions of a city." 2014. http://shop.bsigroup.com/upload/PAS2070_case_study_bookmarked.pdf.
- The Climate Collaborative. "Informe de discusión: Community GHG Inventory and Forecast for Waterloo Region." May 2012. http://www.regionofwaterloo.ca/en/aboutTheEnvironment/resources/CommunityGHGInventoryForecastforWaterlooRegion_DiscussionPaper_May2012.pdf.
- The Council for Scientific and Industrial Research. "Pautas para la planificación y diseño de asentamientos humanos." 2000: Capítulo 5.5. En línea en www.csir.co.za/Built_environment/RedBook.
- GIZ. Dünnebeil, F. e. "Balancing Transport Greenhouse Gas Emissions in Cities – A Review of Practices in Germany." Beijing Transportation Research Center, 2012.
- ICLEI – Africa. "Energías renovables locales: South-south cooperation between cities in India, Indonesia and South Africa." 2013. http://carbons.org/uploads/tx_carbonndata/LocalRenewables_EMM_Energy%20Urban%20Profile_Final%20Draft_5April2013_stdPDF_09.pdf.
- ICLEI. "Local government operations protocol for the quantification and reporting of greenhouse gas emissions inventories." version 1.1. 2010. http://www.arb.ca.gov/cc/protocols/localgov/pubs/lgo_protocol_v1_1_2010-05-03.pdf
- IPCC. "Anthropogenic and Natural Radiative Forcing." In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., 2013. <http://www.climatechange2013.org/>.
- IPCC. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Published: IGES, Japan, 2006. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>.
- IPCC. Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J. and Callander B.A. (Eds). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories*. IPCC/OECD/IEA, Paris, France, 1997. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>.
- IPCC. Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., and Tanabe K. (Eds). *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan, 2000. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/>.
- IPCC. Penman J., Gytarsky M., Hiraishi T., Krug, T., Kruger D., Pipatti R., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K., Wagner F., *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry* IPCC/IGES, Hayama, Japan, 2003. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/landuse/gp/landuse.html>.
- IPCC. *IPCC/TEAP special report on safeguarding the ozone layer and the global climate system: issues related to hydrofluorocarbons and perfluorocarbons*. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2005. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/_safeguarding_the_ozone_layer.html.
- Kennedy, C. "Getting to Carbon Neutral: A Guide for Canadian Municipalities. Toronto and Region Conservation Authority." 2010.
- King County and SEI. "Greenhouse Gas Emissions in King County: An updated Geographic-plus inventory, a Consumption-based Inventory, and an Ongoing Tracking Framework." 2012. <http://your.kingcounty.gov/dnrp/library/dnrp-directors-office/climate/2008-emissions-inventory/ghg-inventory-summary.pdf>.
- Makerere University. *Greenhouse Gas Emissions Inventory for Kampala City and Metropolitan Region*, 2013. http://mirror.unhabitat.org/downloads/docs/12220_1_595178.pdf.
- New York City Mayor's Office of Long-Term Planning and Sustainability. "Inventory of New York City Greenhouse Gas Emissions." 2014. http://www.nyc.gov/html/planyc/downloads/pdf/NYC_GHG_Inventory_2014.pdf.
- North American Reliability Corporation. "Understanding the Grid." Accessed November 25, 2014. <http://www.nerc.com/page.php?cid=1|15>.
- Schipper, L., Fabian, H., & Leather, J. "Transport and carbon dioxide emissions: Forecasts, options analysis, and evaluation." Asian Development Bank, Manila, 2009. <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/Transport-CO2-Emissions.pdf>.
- Schipper, L., Marie-Lilliu, C., & Gorham, R. Flexing the Link between Transport and Greenhouse Gas Emissions: A Path for the World Bank. International Energy Agency, Paris, 2000. http://www-wds.worldbank.org/servert/WDSContentServer/WDSP/IB/2000/02/09/000094946_00012505400755/Rendered/PDF/multi_page.pdf.

United Nations. "Household surveys in developing and transition countries." New York, 2005. <http://unstats.un.org/unsd/HHsurveys/>.

The World Bank. "Electric power transmission and distribution losses (% of output)." World Development Indicators (WDI). Accessed November 25, 2014. <http://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS>.

WRI/WBCSD GHG Protocol. "Allocation of GHG Emissions from a Combined Heat and Power (CHP) Plant: Guide to calculation worksheets (September 2006) v1.0." 2006. http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/tools/CHP_guidance_v1.0.pdf.

WRI/WBCSD GHG Protocol. *The Greenhouse Gas Protocol: a corporate accounting and reporting standard (revised edition)*, 2004. <http://www.ghgprotocol.org/standards/corporate-standard>.

WRI/WBCSD GHG Protocol. *The Greenhouse Gas Protocol Mitigation Goal Standard*. 2014. <http://www.ghgprotocol.org/mitigation-goal-standard>

WRI/WBCSD GHG Protocol. *The Greenhouse Gas Protocol Scope 2 Guidance*. 2014. http://www.ghgprotocol.org/scope_2_guidance.



Reconocimientos

Ciudades de pruebas piloto

Adelaide, Australia	Lorraine Irwin
	Marnie Hope
Arendal, Noruega	Ragnhild Hammer
Belo Horizonte, Brasil	Sônia Mara Knauer
Buenos Aires, Argentina	Ines Lockhart
	Josefina Ujit den Bogaard
Cornwall, Reino Unido	Ben Simpson
Doha, Catar	Svein Tveitdal
Durban (Municipio de eThekweni), Sudáfrica	Magash Naidoo
Georgetown, Malasia	Bikash Kumar Sinha
Goiânia, Brasil	Matheus Lage Alves de Brito
Condado de Hennepin, Minnesota, EE. UU.	Tony Hainault
Iskandar Malaysia, Malasia	Boyd Dionysius Joeman
Kampala, Uganda	Shuaib Lwasa
Kaohsiung, Taiwán, China	Cathy Teng
	Vincent Lin
Kioto, Japón	Saki Aoshima
La Paz, Bolivia	Miguel Rodríguez
Lagos, Nigeria	Maximus Ugwuoke
Lahti, Finlandia	Marko Nurminen
Lima, Perú	Mariela Rodríguez
Londres, Reino Unido	Michael Doust
	Leah Davis
Los Altos Hills, EE. UU.	Steve Schmidt
Melbourne, Australia	Beth McLachlan
	Kim LeCerf
Ciudad de México, México	Saira Mendoza Pelcastre
	Victor Hugo Paramo
Morbach, Alemania	Mona Dellbrügge
	Pascal Thome
Moreland, Australia	Judy Bush
	Matthew Sullivan
Nonthaburi y Phitsanulok, Tailandia	Shom Teoh
	Simon Gilby
Northamptonshire, Reino Unido	Aiman Somoudi
	Chiara Cervigni
	Darren Perry
Palmerston North, Nueva Zelanda	William van Ausdal
Rio de Janeiro, Brasil	Flávia Carloni
	Nelson Franco

Saskatoon, Canadá	Matthew Regier
Seraing, Bélgica	Alexis Versele
	Christelle Degard
	Leen Trappers
	Sabien Windels
Estocolmo, Suecia	Emma Hedberg
Tokio, Japan	Yuuko Nishida
Wellington, Nueva Zelanda	Catherine Leining
	Maurice Marquardt
	Zach Rissel
Wicklow, Irlanda	Christoph Walter
	Susan Byrne

Otras partes interesadas y colaboradores

Pravakar Pradhan	Instituto Asiático de Tecnología y Gestión (Asian Institute of Technology and Management, AITM), Tailandia;
	Centro para la energía, medio ambiente y cambio climático (Center for Climate Change, Energy and Environment); Khumaltar, Lalitpur, Nepal
Sri Indah Wibi Nastiti	Asociación de Municipios de Indonesia (Asosiasi Pemerintah Kota Seluruh Indonesia, APEKSI), Indonesia
Paula Ellinger	Fundación Avina, Brasil
Emiliano Graziano	BASF, Brasil
Alaoui Amine	BHCP, Francia
Rohit Aggarwala	Bloomberg Associates
Amrita Sinha	C40
Cristiana Fragola	C40
Gunjan Parik	C40
Hasting Chikoko	C40
Zoe Sprigings	C40
Ali Cambrau	Red de Conocimiento sobre Clima y Desarrollo (Climate and Development Knowledge Network, CDKN)
Pauline Martin	CDP
Ambesh Singh	CDP India
Damandeep Singh	CDP India
Andreia Bahne	CDP Brasil
Todd Jones	Centro para Soluciones de Recursos (Center for Resource Solutions), EE. UU./Green-e
Minal Pathak	Universidad Centro para Planificación del Medio Ambiente y Tecnología (Centre for Environmental Planning and Technology University, CEPT), India
Leonardo Lara	City Betiim, Brasil
Haileselassie Hailu	Ciudad de Addis Ababa, Etiopía
Aleka Meliadou	Ciudad de Atenas, Grecia
Dessy Fitriani	Ciudad de Balikpapan, Indonesia
Nursyamsiami	Ciudad de Balikpapan, Indonesia
Ayu Sukenjah	Ciudad de Bandung, Indonesia
Deti Yulianti	Ciudad de Bandung, Indonesia
Jürg Hofer	Ciudad de Basel, Suiza
Elly Tartati Ratni	Ciudad de Blitar, Indonesia
Djodi G.	Ciudad de Bogor, Indonesia
Fredi Kurniawan	Ciudad de Bogor, Indonesia

Inolasari Baharuddin Ikram	Ciudad de Bogor, Indonesia
Lorina Darmastuti	Ciudad de Bogor, Indonesia
Rakhmawati	Ciudad de Bogor, Indonesia
Syahlan Rashidi	Ciudad de Bogor, Indonesia
Fakhrie Wahyudin	Ciudad de Bontang, Indonesia
Heru Triatmojo	Ciudad de Bontang, Indonesia
Muji Esti Wahudi	Ciudad de Bontang, Indonesia
Pak Juni	Ciudad de Bontang, Indonesia
Srie Maryatini	Ciudad de Bontang, Indonesia
Sarah Ward	Ciudad del Cabo, Sudáfrica
Mula Febianto	Ciudad de Cimahi, Indonesia
Untung Undiyannto	Ciudad de Cimahi, Indonesia
Claus Bjørn Billehøj	Ciudad de Copenhague, Dinamarca
Maja Møllnitz Lange	Ciudad de Copenhague, Dinamarca
Gusti Agung Putri Yadnyawati	Ciudad de Depensar, Indonesia
Gary Woloshyniuk	Ciudad de Edmonton, Canadá
Janice Monteiro	Ciudad de Fortaleza, Brasil
Mandy Zademachez	Ciudad de Hamburgo, Alemania
Tiaan Ehlers	Ciudad de Johannesburgo, Sudáfrica
Sikhumbuzo Hlongwane	Ciudad de KwaDukuza, Sudáfrica
Javier Castaño Caro	Ciudad de Madrid, España
Marcos Vieira	Ciudad de Maracanaú, Brasil
Marta Papetti	Ciudad de Milán, Italia
Barreh John Koyier	Ciudad de Nairobi, Kenia
Joram Mkosana	Ciudad de Nelson Mandela Bay, Sudáfrica
Budi Krisyanto	Ciudad de Probolinggo, Indonesia
Dwi Agustin Pudji Rahaju	Ciudad de Probolinggo, Indonesia
Nazeema Duarte	Ciudad de Saldanha Bay, Sudáfrica
André Fraga	Ciudad de Salvador, Brasil
Purnomi Dwi Sasongko	Ciudad de Semarang, Indonesia
Safrinal Sofaniadi	Ciudad de Semarang, Indonesia
Carolina Barisson M. O. Sodré	Ciudad de Sorocaba, Brasil
Sibongile Mtshweni	Ciudad de Steve Tshwete, Sudáfrica
Gustaf Landahl	Ciudad de Estocolmo, Suecia
Kamalesh Yagnik	Ciudad de Surat, India
Magesh Dighe	Ciudad de Surat, India
Tukarama Jagtap	Ciudad de Surat, India
Vikas Desai	Ciudad de Surat, India
Akhmad Satriansyah	Ciudad de Tarakan, Indonesia
Edhy Pujianto	Ciudad de Tarakan, Indonesia
Lemao Dorah Nteo	Ciudad de Tshwane, Sudáfrica
Brenda Stachan	Ciudad de uMhlathuze, Sudáfrica
Riaz Jogiat	Ciudad de uMungundlovu, Sudáfrica
Simone Tola	Ciudad de Venecia, Italia
Kacpura Katarzyna	Ciudad de Varsovia, Polonia
Marcin Wróblewski	Ciudad de Varsovia, Polonia
Ade B. Kurniawan	Conservación Internacional (Conservation International), Indonesia
Charu Gupta	Deloitte, India
Steven Vanholme	EKOenergy, Finlandia
Délcio Rodrigues	Elkos Brasil/Geoklock, Brasil

Juliette Hsu	Corporación de consultoría de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Environmental Science Technology Consultants Corporation, ESTC)
Aditya Bhardwaj	Ernst & Young, India
Anindya Bhattacharya	Ernst & Young, India
Carolina Dubeux	Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil
Flavia Azevedo Carloni	Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil
Guilherme Raucci	Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil
A. Izzul Waro	GIZ Indonesia
Pricilla Rowswell	ICLEI África
Steven Bland	ICLEI África
Siegfried Zöllner	ICLEI Europa
Gina Karina	ICLEI Indonesia
Irvan Pulungan	ICLEI Indonesia
Steve Gawler	ICLEI Indonesia
Teresa Putri Sari	ICLEI Indonesia
Igor Albuquerque	ICLEI Sudamérica
Emani Kumar	ICLEI Sudáfrica
Keshav Jha	ICLEI Sudáfrica
Soumya Chaturvedula	ICLEI Asia del Sur
Irvan Pulungan	ICLEI Sudeste de Asia
Garrett Fitzgerald	ICLEI Comité Directivo del Protocolo Comunitario de EE. UU.
Karen Talita Tanaka	IEE, Brasil
Mahesh Kashyap	Instituto Indio de Ciencia (Indian Institute of Sciences, IISc), India
Frank Dünnebeil	Instituto de investigación en energía y medioambiente (Institute for Energy and Environmental Research, IFEU), Alemania
Sergio Zanin Teruel	Instituto Vale das Garças, Brasil
David Maleki	Banco Interamericano de Desarrollo (Inter-American Development Bank)
Pedro Torres	Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (Institute for Transportation and Development Policy, ITDP), Brasil
Anggiat Jogi Simamora	Kementerian Badan Usaha Milik Negara (BUMN), Indonesia
Sengupta Baishakhi	KPMG, India
Sumedha Malviya	Liderazgo para el Medio Ambiente y el Desarrollo (Leadership for Environment and Development, LEAD), India
Ucok W.R. Siagian	Programa de fortalecimiento de capacidades en bajas en emisiones (Low Emission Capacity Building Program, LECB), Indonesia
Anggri Hervani	Ministerio de Agricultura, Litbang, Balingtan, Indonesia
Randy A. Sanjaya	Ministerio de Agricultura, Litbang, Balingtan, Indonesia
Tze-Luen Alan Lin	Universidad Nacional de Taiwán (National Taiwan University, NTU)
Stephen Kenihan	Net Energy Asia, Australia
Ida Bagus Badraka	Provincia de Bali, Indonesia
Aisa Tobing	Provincia de Yakarta, Indonesia
Rita Rahadiatin	Provincia de Yakarta, Indonesia
Susi Andriani	Provincia de Yakarta, Indonesia
Phindite Mangwana	Provincia Occidental del Cabo, Sudáfrica
Oswaldo Lucon	Secretaria del Medio Ambiente del Estado de San Pablo (São Paulo State Secretariat for the Environment, SMA-SP), Brasil
Tanya Abrahamse	SAUBI, Sudáfrica
Susan Carstairs	Universidad rural de Escocia, Reino Unido
Hukum Ogunbambi	Estado de Lagos, Nigeria
Melusile Ndlovu	Energía Sostenible para África (Sustainable Energy Africa), Sudáfrica

Keith Baker	Iniciativa para contabilizar el carbono (The Initiative for Carbon Accounting, ICARB)
Susan Roaf	Iniciativa para contabilizar el carbono (ICARB)
Budhi Setiawan	Centro Nacional del Plan de Acción Nacional para la Reducción de las Emisiones de GEI (The National Center of National Action Plan for Greenhouse Gas Reduction, Sekretariat RAN-GRK), Indonesia
Tri Sulisty	Centro Nacional del Plan de Acción Nacional para la Reducción de las Emisiones de GEI (Sekretariat RAN-GRK), Indonesia
Julianne Baker Gallegos	Banco Mundial (The World Bank)
Matt Clouse	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (U.S. Environmental Protection Agency)
Tom Frankiewicz	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos/Iniciativa Global del Metano (Global Methane Initiative)
Klaus Radunsky	Agencia Federal de Medio Ambiente (Umweltbundesamt), Alemania
Marcus Mayr	Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (UN-Habitat)
Eugene Mohareb	Universidad de Cambridge, Reino Unido
Tommy Wiedmann	Universidad de Nueva Gales del Sur (University of New South Wales), Australia
Adriana Jacintho Berti	Universidad de São Paulo, Brasil
Carlos Cerri	Universidad de Sao Paulo, Brasil
Cindy Moreira	Universidad de Sao Paulo, Brasil
Luana Ferreira Messena	Universidad de Sao Paulo, Brasil
Sérgio Pacca	Universidad de Sao Paulo, Brasil
Chris Kennedy	Universidad de Toronto, Canadá
Ghea Sakti M.	Universidad de Padjadjaran, Indonesia
Ika Anisya	Universidad de Padjadjaran, Indonesia
Rose Maria Laden Holdt	Viegand Maagoe Energy People
João Marcelo Mendes	Waycarbon, Brasil
Matheus Alves de Brito	Waycarbon, Brasil
Joe Phelan	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD) India
Andrea Leal	Instituto de Recursos Mundiales (World Resources Institute, WRI)
Angad Gadgil	WRI
Benoit Lefevre	WRI
Charles Kent	WRI
David Rich	WRI
Erin Cooper	WRI
Janet Ranganathan	WRI
Joseph Winslow	WRI
Laura Malaguzzi Valeri	WRI
Laura Valente de Macedo	WRI
Magdala Arioli	WRI
Nancy Harris	WRI
Rachel Biderman	WRI
Srikanth Shastry	WRI
Stacy Kotorac	WRI
Xiaoqian Jiang	WRI
Derek Fehrer	WSP Group
Valerie Moye	Facultad de Silvicultura y Estudios Medioambientales de Yale (Yale School of Forestry & Environmental Studies), Estados Unidos



Cláusula de exención de responsabilidad

El *Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria* (GPC) del Protocolo de GEI está diseñado para promover las mejores prácticas de contabilidad y reporte de GEI. Se ha desarrollado a través de un proceso de múltiples partes que involucra a expertos de organizaciones no gubernamentales, gobiernos y terceros convocados por WRI, C40, y ICLEI. Si bien los autores fomentan el uso del GPC por todas las organizaciones pertinentes, la preparación y publicación de informes o especificaciones de los programas basados, total o parcialmente, en este estándar es la responsabilidad exclusiva de quien los produce. Ni las organizaciones del autor ni otras personas que contribuyeron a este estándar asumen la responsabilidad de las consecuencias o daños que resulten directa o indirectamente de su uso en la preparación de los informes o las especificaciones del programa o la utilización de los datos reportados basados en el estándar.

Otros reconocimientos

El proceso de elaboración del estándar fue ampliamente apoyado por la Fundación Caterpillar, la Fundación Stephen M. Ross, UN-Habitat, United Technologies Corporation, Grupo de Liderazgo de Grandes Ciudades por el Clima C40, ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, y el proyecto Urban-LEDS.

Esta traducción fue financiada por CIFF (Children's Investment Fund Foundation).

El proyecto Urban-LEDS está financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas en este documento, en ningún caso podrán ser consideradas como que reflejan la opinión oficial de la Unión Europea.



Una lista de los patrocinadores está disponible en www.ghgprotocol.org/city-accounting

World Resources Institute

WRI es una organización mundial de investigación que trabaja en estrecha colaboración con los líderes para poner en prácticas ideas para mantener un medio ambiente saludable, es la fundación de las oportunidades económicas y el bienestar humano.

Nuestros desafío

Los recursos naturales son la base fundamental de las oportunidades económicas y el bienestar humano. Pero actualmente, estamos agotando los recursos de la Tierra a velocidades que no son sostenibles, lo cual pone en peligro las economías y las vidas de las personas. Las personas dependen del agua limpia, la tierra fértil, los bosques sanos, y un clima estable. Asimismo, las ciudades habitables y la energía limpia son esenciales para un planeta sostenible. Debemos abordar estos desafíos globales y apremiantes en esta década.

Nuestra visión

Preveo un planeta equitativo y próspero impulsado por el manejo racional de los recursos naturales. Aspiramos a crear un mundo en el que las acciones de los gobiernos, las empresas y las comunidades se combinan para eliminar la pobreza y conservar el medio ambiente natural para todas las personas.

ICLEI: Gobiernos Locales por la Sustentabilidad

ICLEI es la principal red mundial de más de 1000 ciudades, pueblos y metrópolis comprometido con la construcción de un futuro sostenible. Al ayudar a nuestros miembros a hacer que sus ciudades sean sostenibles, bajas en carbono, resilientes, biodiversas, eficientes en cuanto a recursos, saludables y felices, con una economía verde y una infraestructura inteligente, logramos un impacto en más del 20 % de la población mundial.

La Agenda de una ciudad baja en carbono de ICLEI presenta un camino hacia el desarrollo de bajas emisiones urbana. El enfoque se centra en el papel y la influencia de los gobiernos locales en la formación y orientación de sus comunidades locales para convertirse en comunidades bajas en carbono, bajas en emisiones o incluso neutral en emisiones de carbono, como indicadores para la sostenibilidad y la mitigación del cambio climático global. Se ofrece asistencia técnica a través del Centro de carbono de ICLEI (Centro de Bonn para la acción local por el clima y generación de informes).

Grupo de Liderazgo de Ciudades contra el Cambio Climático C40

C40 es una red de ciudades grandes y comprometidas de todo el mundo dedicada a la implementación de acciones significativas y sostenibles relacionadas con el clima a nivel local que ayudarán a hacer frente al cambio climático a nivel mundial. C40 se estableció en 2005 y se expandió a través de una asociación en 2006 con la Iniciativa Climática del Presidente William J. Clinton (CCI). El actual presidente de C40 es el alcalde de Río de Janeiro, Eduardo Paes; el tres veces Alcalde de la Ciudad de Nueva York, Michael R. Bloomberg sirve como Presidente de la Junta.

C40 ayuda a las ciudades a identificar, desarrollar y aplicar políticas y programas locales que tienen impacto colectivo a nivel mundial. Mediante el trabajo a través de múltiples sectores y áreas de iniciativa, C40 convoca redes de ciudades con metas y desafíos comunes, que proporciona un conjunto de servicios de apoyo a sus esfuerzos: la asistencia técnica directa; la facilitación del intercambio entre pares; y la investigación, la gestión del conocimiento y las comunicaciones. C40 también se está consolidando en las ciudades como una fuerza líder para la acción climática en todo el mundo, determinando y ampliando su llamado a los gobiernos nacionales en pos de un mayor apoyo y autonomía en la creación de un futuro sostenible.



Impreso el Chorus Art Silk, un papel certificado por el Consejo de Manejo Forestal (FSC) que contiene un 30 % de material reciclado post-consumo y tintas a base de soja.

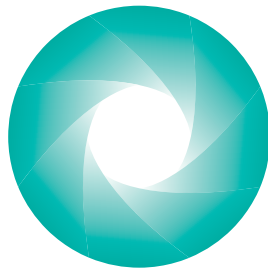
Fotografía de archivo: Shutterstock.com

Pg. 26 Sean Munson; pg. 28, 116, NASA; pg. 40-41 Tambako The Jaguar; pg. 54 Doc Searls; pg.68-69 arbyreed; pg. 104 Peter Gorges; pg. 127 Chesapeake Bay Program, pg. 131, 132, Kate Evans, CIFOR; pg. 133 Tri Saputro, CIFOR; pg. 134 James Anderson, WRI; pg. 135 Kris Krüg; pg. 136 Duncan; pg. 144 Antony Tran, World Bank; pg. 149 Nico Kaiser; pg. 171 Benoit Colin, EMBARQ.

Diseño: Alston Taggart, Studio Red Design, con asistencia de Elliott Beard y Alex Kovac.

ISBN: 978-1-56973-909-9

Impreso en EE. UU.



PROTOCOLO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

El Protocolo de gases de efecto invernadero proporciona las bases para las estrategias climáticas sostenibles. Los estándares del Protocolo de GEI son las herramientas de contabilidad más ampliamente utilizadas para medir, gestionar y reportar las emisiones de gases de efecto invernadero.