



AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE
DIRECCION DE PROTECCION DE LA CALIDAD AMBIENTAL
PROYECTO PILOTO EN REFUERZO DEL DESARROLLO DE UN
INVENTARIO Y GESTIÓN DE RIESGOS EN LA TOMA DE
DECISIONES
SOBRE EL MERCURIO

Informe Final
“Inventario Nacional de Emisiones de Mercurio,
en Panamá”

Con la cooperación de

INSTITUTO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA FORMACIÓN
PROFESIONAL Y LA INVESTIGACION (UNITAR)

AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LOS ESTADOS
UNIDOS (EPA)

Diciembre 2008

ÍNDICE

Sección	Pagina
1. Resumen	1
1.1 Liberaciones por principales categoría de las fuentes	1
1.2 Subcategorías importantes por fuentes.	2
1.3 Datos Faltantes	4
2. Fuentes de liberación de mercurio identificadas	5
3. Cuantificación de liberaciones de mercurio/ categoría	7
3.1 Extracción y usos de combustibles/fuentes de energía	7
3.1.1 Extracción, refinación y uso de aceite mineral	7
3.1.2 Energía a base de quema de biomasa y producción de calor	8
3.2. Producción de otros minerales y materiales con impurezas de mercurio	9
3.2.1. Producción de Cemento	10
3.2.2 Producción de Pulpa y Papel	11
3.2.3 Producción de cal y hornos agregados ligeros	11
3.3. Productos de consumo con uso deliberado de mercurio	12
3.3.1 Termómetros	12
3.3.2 Interruptores Eléctricos	14
3.3.3 Pilas que contiene mercurio	15
3.3.4 Fuente de Luz con mercurio	16
3.4 Otros usos deliberados en productos y proceso	18
3.4.1. Amalgamas dentales	18
3.4.2 Manómetros y Medidores	21
3.4.3. Químicos y equipos de laboratorios	22
3.4.4. Usos de metal mercurio en rituales religiosos y medicina tradicional	24
3.5. Incineración de desechos	24
3.5.1. Incineración de desechos municipales	24
3.5.2. Incineración de desechos peligrosos	26
3.5.3 Incineración de desechos médicos	27
3.6 Disposición de desechos/Rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales	28
3.6.1. Rellenos sanitario/Depósito controlado	28
3.6.2 Vertederos Informales de Desechos	31
3.6.3 Sistema de tratamiento de aguas residuales	33
3.7 Crematorios y Cementerios	34
3.7.1 Crematorios	34
3.7.2 Cementerios	35
4. Conclusiones	36
5. Referencias Bibliográficas	38

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

			Página
Cuadro	N ° 1	Distribución de categorías por sector	1
Cuadro	N ° 2	Emisiones Totales de Mercurio por Categoría Identificada	2
Cuadro	N ° 3	Emisiones Totales de Mercurio por Subcategoría Identificada	3-4
Cuadro	N ° 4	Fuente de Liberaciones de Mercurio Identificadas en Territorio	5-7
Cuadro	N ° 5	Concentración de Mercurio Liberada por Combustión	8-9
Cuadro	N ° 6	Liberaciones de mercurio a base de quema de Biomasa	8
Cuadro	N ° 7	Emisiones de mercurio en la producción de cemento	10-11
Cuadro	N ° 8	Emisiones de mercurio durante la producción de cal	12
Cuadro	N ° 9	Emisiones de mercurio durante el uso y/o manejo de termómetros	13-14
Cuadro	N ° 10	Emisiones potenciales de mercurio de interruptores eléctricos	14-15
Cuadro	N ° 11	Emisiones de mercurio Pilas que contienen mercurio	15-16
Cuadro	N ° 12	Tipo y peso de Fuente de Luz con mercurio, en la Rep. de Panamá	17
Cuadro	N ° 13	Emisiones de mercurio derivados de Fuente de Luz	17-18
Cuadro	N ° 14	Cantidad anual de cápsulas de amalgamas adquiridas	19
Cuadro	N ° 15	Liberaciones de Mercurio durante el manejo y disposición de capsulas de amalgamas.	19-20
Cuadro	N ° 16	Estimación de liberaciones de mercurio/uso	20
Cuadro	N ° 17	Estimación de liberaciones de mercurio de dispositivos medidores de presión.	21
Cuadro	N ° 18	Inventario del Mercurio y Compuestos de Mercurio del Almacén de Reactivos de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología	22-23
Cuadro	N ° 19	Liberaciones de mercurio en químicos y equipos de laboratorio.	23-24
Cuadro	N ° 20	Estimación de liberaciones de mercurio durante la incineración de desechos municipales.	24-25
Cuadro	N ° 21	Estimación de liberaciones de mercurio por incineración de desechos peligrosos.	26
Cuadro	N ° 22	Estimación de liberaciones de mercurio por incineración de desechos médicos.	27-28
Cuadro	N ° 23	Clasificación porcentual de desechos depositados en rellenos sanitarios	29
Cuadro	N ° 24	Tasa promedio anual de ingreso de materia orgánica en rellenos sanitarios	29

Cuadro	N ° 25	Potencial de Generación de biogás	30
Cuadro	N ° 26	Estimación de liberaciones de mercurio en rellenos sanitarios.	31
Cuadro	N ° 27	Estimación de liberaciones de mercurio en Vertederos	32
Cuadro	N ° 28	Estimación de liberaciones de mercurio por Sistemas de tratamiento de aguas residuales	33
Cuadro	N ° 29	Volumen de aguas residuales tratadas durante el año 2005.	34
Cuadro	N ° 30	Estimación de liberaciones de mercurio por cremación de cadáveres	35
Cuadro	N ° 31	Estimación de liberaciones de mercurio por disposición de cadáveres en cementerios	35

1. Resumen

El presente informe contiene el Inventario Nacional de Emisiones de Mercurio en la República de Panamá cuyos resultados reflejan el diagnóstico del país para el año 2005. Se identificaron siete categorías principales, correspondientes a los sectores mineros, salud y comercial, respectivamente. El principal sector de magnitud significativa en nuestro país obedece a los sectores comerciales y sector salud (Disposición de desechos), no obstante no se descarta el riesgo potencial que representan las actividades mineras artesanales y médicas en nuestro territorio, por falta de controles a los mismos y de la cual se carece de información relevante.

El Cuadro N° 1 muestra la distribución de las categorías por sector, donde la X, nos indica nivel de importancia de la categoría.

Cuadro N° 1. Distribución de categorías por sector

Principal Categoría de Fuente	Sector		
	Salud	Minero	Comercial
Extracción y usos de fuentes energéticas/Combustible			X
Producción de otros minerales y materiales con impurezas de mercurio.		X	X
Productos de Consumos de uso deliberado de mercurio	X		X
Otros usos deliberados en productos / procesos	X		X
Incineración de Desechos	X		
Disposición de desechos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales	X		
Crematorios y cementerios	X		

X: significativo

X: no significativo

1.1 Liberaciones por principales categoría de las fuentes

Dado que nuestro país no es productor industrial y tomando en consideración que los productos con contenido de mercurio existentes en nuestro territorio provienen de otros países, las vías de liberación de mercurio han sido catalogadas como potenciales debido a consideraciones de liberación cero (0) durante la etapa de ciclo de vida correspondiente al uso (producto), mas no en la etapa correspondiente a disposición final, tal como se muestra en el cuadro N° 2; no obstante el alcance de esta consideración es limitada tanto en el sector salud (atenciones médicas), como el sector comercial, cuyo potencial de riesgo por liberación de emisión de mercurio es significativo en la etapa de uso, dónde las principales categorías con mayor magnitud de

emisiones de mercurio son las que corresponden a: Producción de otros minerales y materiales con impurezas de mercurio, Productos de consumos de uso deliberado de mercurio y Disposición de desechos/Rellenos Sanitarios y Tratamiento de agua residuales.

Cuadro N° 2. Emisiones Totales de Mercurio por Categoría Identificada

Principal Categoría de Fuente	Emisiones Totales (Cantidad de mercurio/año)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Desechos/residuos
Extracción y usos de fuentes energéticas/Combustible	2.69 Kg	0.0	0.0	0.0	0.0
Producción de otros minerales y materiales con impurezas de mercurio.	(54.60- 2.77×10^3) Kg	ND	ND	0.0	0.0
Productos de Consumos de uso deliberado de mercurio	14.64-278.60 Kg	5.54-221.78 Kg	12.68-204.30 Kg	0.0	(114.60- 1.81×10^3) Kg
Otros usos deliberados en productos / procesos	57.34 Kg	234.56 Kg	0.0	13.24-466.77Kg	13.24-172.93 Kg
Incineración de Desechos	0.73-7.30Kg	0.0	0.0	0.0	0.08-0.82Kg
Disposición de desechos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales	(172.40- 1.72×10^3) Kg	2.40×10^{-5} - 4.81×10^{-7} Kg	ND	0.0	0.0
Crematorios y cementerios	0.65-2.6Kg	0.0	13.98-53.92Kg	0.0	0.0
Total de Liberaciones Cuantificadas	(243.02- 4.84×10^3)Kg	5.54-456.34 Kg	26.66-258.22 Kg	13.24-466.77 Kg	127.92- 1.98×10^3 Kg

ND= no determinado

1.2. Subcategorías importantes por fuentes

De las subcategorías identificadas la de mayor importancia es la relacionada a la Producción de Cemento, Vertederos e Interruptores Eléctricos, tal cual se muestra en el Cuadro N° 3; cabe señalar que la gran magnitud de las emisiones de mercurio en la subcategoría correspondiente a los interruptores eléctricos radica principalmente en que la misma fue estimada en función de la población existente en el país, lo que supondría un alto margen de error en la estimaciones de las liberaciones de mercurio pertinentes.

Cuadro N° 3. Emisiones Totales de Mercurio por Subcategoría Identificada

Subcategoría importantes/fuente	Emisiones Totales/año				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Desechos/resi duos
Extracción y usos de fuentes energéticas/Combustible					
Extracción, refinación y uso de aceite mineral	2.64Kg	0.0	0.0	0.0	0.0
Calderas alimentadas por biomasa y producción de calor	0.048 Kg	0.0	0.0	0.0	0.0
Producción de otros minerales y materiales con impurezas de mercurio					
Producción de Cemento	54.6-2,775.5Kg	0.0	0.0	0.0	0.0
Producción de pulpa y papel	ND	ND	ND	0.0	0.0
Producción de cal y hornos agregados ligeros.	0.491Kg	0.0	0.0	0.0	0.0
Producto de consumo de usos deliberados de mercurio					
Termómetros	1.84-73.92 Kg	5.54 - 221.78 Kg	ND	0.0	11.1-443.56 Kg
Pilas que contienen mercurio	45.68 Kg	0.0	45.68 Kg	0.0	91.36 Kg
Fuente de Luz con Mercurio	0.12 - 0.38 Kg	0.0	ND	0.0	1.98-7.25 Kg
Interruptores Eléctricos.	12.68-158.62 Kg	0.0	12.68-158.62 Kg	0.0	101.52-1.27 x10 ³ Kg
Otros usos deliberados en productos/procesos					
Amalgamas dentales de mercurio	6.18 Kg	4.33 Kg	0.0	370.84 Kg	74.16 Kg
Manómetros y Medidores de Presión	0.0	0.0	0.0	13.24 – 95.93 Kg	13.24-95.93 Kg
Químicos y Equipos de Laboratorios	51.16Kg	230.23Kg	0.0	0.0	2.84Kg
Usos de metal mercurio en rituales religiosos y medicina tradicional	I	I	I	I	I
Incineración de desechos					
Incineración de	0.46-4.6	0.0	0.0	0.0	0.052 – 0.52

desechos Municipales	Kg				Kg
Incineración de desechos peligrosos	0.27-2.7 Kg	0.0	0.0	0.0	0.030 - 0.30 Kg
Incineración de desechos médicos	0.0013- 0.0048 Kg	0.0	0.0	0.0	0.0004- 0.00072 Kg
Disposición de desechos/Rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales					
Relleno sanitario/Deposito Controlado	39.9 – 399 Kg	0.0	ND	0.0	0.0
Vertederos	132.5- 1325 Kg	0.0	ND	0.0	0.0
Tratamiento de aguas Residuales	0.0	2.4×10^{-5} 4.81×10^{-7}	0.0	0.0	0.0
Crematorios y Cementerios					
Crematorios	0.65-2.6 Kg	0.0	0.0	0.0	0.0
Cementerios	0.0	0.0	13.98- 53.92 Kg	0.0	0.0

ND= no determinado

I: por investigar

1.3 Datos Faltantes

Los principales y únicos datos faltantes pertenecen a las categorías: Otros usos deliberados en productos/procesos (subcategorías de Químicos y Equipos de Laboratorios, Usos de metal mercurio en rituales religiosos, Manómetros y Medidores de presión) y Producto de consumo de usos deliberados de mercurio para la subcategoría específica de los interruptores eléctricos.

Estos datos faltantes corresponden a cantidades, volúmenes, tamaño u otras especificaciones de cada producto, sustancia y/o material ingresado a nuestro país que para efecto del instrumental son necesarias para cuantificar las emisiones de mercurio. Este hecho representa una oportunidad para fortalecer nuestro sistema arancelario, el cual es limitado en cuanto a la especificidad de cada uno de los materiales, productos, dispositivos y/o sustancias importadas a nuestro territorio.

Por otro lado es pertinente tomar en consideración que las actividades médicas representan un potencial de riesgos en cuanto al uso y/o manejo de productos con contenido de mercurio en nuestro territorio, dado que no se conoce concretamente las cantidades de mercurio en cada producto (por ejemplo, amalgamas dentales) solo se basa en especificaciones inherentes al momento de ingreso (cantidad proporcionada por el proveedor), por lo que las cantidades expresadas en este informe son estimaciones generales, cuyas principales vías de liberación de emisiones de mercurio corresponden al aire y al agua.

Por otro lado no podemos subestimar los sitios de disposición final, dado a la deficiente gestión de desechos en el territorio nacional, donde la mayor cantidad de vertederos no

son controlados, por lo que podría incidir negativa o positivamente en la magnitud de las estimaciones calculadas en este informe para esta subcategoría.

2. Fuentes de liberación de mercurio identificadas.

Para esta sección se adopta la siguiente nomenclatura, basadas en bit digitales, en dónde el número cero (0) corresponden a las “No identificado en el país”, el número uno (1) corresponde a las subcategoría “Identificadas en el país”, y el número (2) para aquellas subcategorías en donde “No hay información disponible hasta el momento”.

Cuadro N ° 4. Fuente de Liberaciones de Mercurio Identificadas en el Territorio

Sub.-categoría	Fuente	Factores de emisión	Valor
Extracción, refinación y uso de aceite mineral	Extracción uso de combustibles/fuente de energía	Aire	1
Combustión de carbón en grandes centrales de energía.			0
Otros usos de carbón			0
Gas natural, extracción refinación y uso			
Otros combustibles Fósiles, extracción y uso.			0
Energía a base de quema de biomasa y producción de calor		Aire	1
Producción de energía geotérmica			0
Producción de Cemento	Producción de otros minerales y materiales con impurezas de mercurio	Aire	1
Producción de cal y hornos agregados ligeros.		Aire	1
Producción de pulpa y papel		No hay datos disponibles	2
Termómetro con mercurio	Productos de Consumo con uso deliberado de mercurio.	Aire, Agua, Suelo, Desechos/residuos	1
Interruptores Eléctricos y reveladores con mercurio		Aire, Suelo, Desechos /residuos	1
Biocida y pesticidas			0
Pinturas			0
Productos Farmacéuticos de uso humano y veterinario			0
Cosméticos y productos relacionados			0
Pilas que contienen mercurio		Suelo, Desechos/residuos	1
Fuente de Luz con		Aire, Suelo	1

Mercurio		Desechos/residuos	
Amalgamas dentales de mercurio	Otros usos en productos/procesos	Aire, Agua, Productos, Desechos/residuos	1
Manómetros y medidores		Productos, Desechos/residuos	1
Químicos y equipos de laboratorio		Aire, Agua, Desechos/residuos	1
Usos de metal mercurio en rituales religiosos y medicina tradicional		No hay datos disponibles	2
Incineración de desechos Municipales/generales	Incineración de desechos	Aire, Desechos/residuos	1
Incineración de desechos peligrosos		Aire, Desechos/residuos	1
Incineración de desechos médicos		Aire, Desechos/residuos	1
Incineración de lodos cloacales			0
Incineración informal de desechos			0
Relleno sanitario/Deposito Controlado	Disposición de desechos/rellenos sanitarios y de tratamiento de aguas residuales	Aire, Suelo	1
Disposición difusa con cierto grado de control			0
Disposición local informal de los desechos de la producción industrial			0
Sistema/tratamiento de aguas residuales		Agua	1
Vertederos		Aire, Suelo	1
Crematorios	Crematorios y cementerios	Aire	1
Cementerios		Suelo	1
Extracción y procesamiento inicial de mercurio	Producción primaria (virgen) de metales		0
Extracción de oro y plata con proceso de amalgamación de mercurio		No hay datos disponibles (se desconoce su cuantificación)	2
Extracción y procesamiento inicial del zinc			0
Extracción y procesamiento inicial del cobre			0
Extracción y procesamiento inicial del plomo			0
Extracción y			0

procesamiento inicial de oro mediante procesos distintos de la amalgamación de mercurio			
Extracción y procesamiento inicial del aluminio			0
Extracción y procesamiento de otros metales no ferrosos.			0
Sub.-categoría		Factores de emisión	Valor
Producción primaria de metales ferrosos			0
Producción de cloroálcali con tecnología de mercurio			0
Producción de VCM (monómeros de cloruro de vinilo) con bicloruro de mercurio (HgCl ₂) como catalizador	Uso deliberado de mercurio en procesos industriales		0
Producción de acetaldehídos con sulfato de mercurio como catalizador			0
Otras formas de producción de químicos y polímeros con compuestos de mercurio como catalizadores			0
Producción de mercurio reciclado			0
Producción de metales ferrosos reciclados	Producción de metales reciclados producción secundaria de metales		0
Producción de otros metales reciclados			0

3. Cuantificación de liberaciones de mercurio/ categoría

3.1) Extracción y usos de combustibles/fuentes de energía.

Solo dos actividades fueron identificadas en nuestro país para esta categoría, las cuales corresponden a: Extracción, refinación y uso de aceite mineral y Energía a base de quema de biomasa y producción de calor. Los cálculos efectuados fueron realizados bajo línea de enfoque conservador plasmado por el instrumental.

3.1.1) Extracción, refinación y uso de aceite mineral

En nuestro país no se realiza actividades de refinación de petróleo, por lo que para efecto de la estimación de cálculo de emisión de mercurio se tomará en cuenta el volumen de ingreso de derivados de petróleos y se supondrá de que el mismo es consumido en su totalidad durante la etapa del ciclo de vida correspondiente a la combustión, la cual se aplica a nuestro caso. El dato entrante para la estimación del cálculo (volumen que se consume en Panamá) fue obtenida de la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Comercio e Industrias.

El siguiente Cuadro muestra la cantidad de derivados de petróleos ingresados en el año 2005, así como los resultados de las liberaciones de emisiones de mercurio. Para la obtención del tonelaje se utilizaron los factores medios de transformación listados en el Instrumental.

Cuadro N° 5. Concentración de Mercurio Liberada por Combustión

Extracción, refinación y uso de aceite mineral	Uso	Factor de entradas para la etapa (ppb)	Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (g de Hg)
Combustibles			
Gasolina	146,110,173gal	1.5	829.63
Queroseno	1, 231,265gal.	0.04	0.184
Diesel	160,487,876gal	2.97	1,804.31
Asfalto	6,329,152gal.	0.27	6.47
Tasa de entrada (galones/año)	314,158,466	-	-
Entradas calculadas		-	-
Aire	1	-	-
Agua	0.0	-	-
Suelo	0.0	-	-
Tratamiento General de desechos	0.0	-	-
Tratamiento específico de desechos	0.0	-	-

Extracción, refinación y uso de aceite mineral	Uso	Factor de entradas para la etapa (ppb)	Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (g de Hg)
Salidas/liberaciones calculadas			
-Aire	-	-	2,640.59

Podemos notar que la principal y única vía de liberación de mercurio para esta subcategoría es la vía aérea, lo que representa una actividad de potencial riesgo de exposición, la cual estará circunscrita a cada unas de las condiciones inherentes en que se realizan esta actividad. Del mismo modo se puede constatar que la mayor contribución a las emisiones esta dada por la combustión del diesel.

3.1.2) Energía a base de quema de biomasa y producción de calor

La calefacción y cocina con biomasa en viviendas es una práctica muy común en Panamá. En nuestro país, no se llevan registro de los niveles de mercurio en el combustible y la cantidad de biomasa quemada, por lo que los cálculos mostrados en esta sección fueron estimados a partir de los factores de entradas facilitados por el instrumental (2.1mg de Hg/tonelada de biomasa quemada.) y el inventario Nacional de dioxinas y furanos.

Cuadro N° 6. Liberaciones de mercurio a base de quema de Biomasa.

Tipo de vegetación	Unidad	Bosque primario intervenido	Bosque secundario	Rastrojo	Bosques plantados	Vegetación baja inundable	Gramíneas (herbazales, pastos, etc.)	Cultivos agrícolas establecidos
Superficie afectada	Ha	20	543	889	1 543.80	147.8	2 184.1	105
Nivel de quema	%	10	20	50	25	10	50	50
Biomasa consumida	ton	556.80	4 637.22	4 445	7 7119	36.95	5 460.25	131.25
Liberación de Hg	g Hg	1.16	9.73	9.33	16.2	0.078	11.46	0.28
Total de emisiones	0.048 Kg							

3.2. Producción de otros minerales y materiales con impurezas de mercurio

Según las investigaciones realizadas de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Instrumental y las realidades de nuestro País, hemos identificados tres subcategorías, la cual se lista a continuación: Producción de Cemento, Producción de Pulpa de papel y la Producción de Cal.

3.2.1.) Producción de Cemento

Según información proporcionada por el Ministerio de Comercio e Industrias y la Contraloría General de la República de Panamá, en nuestro país solo existen dos empresas productoras de cementos y solo una de ellas cuenta con horno de Clinker de tipo seco.

Para el año 2005, la producción de cemento fue de cuatrocientos cuarenta y cinco mil (445,000) toneladas.

Los factores determinantes para la liberación de mercurio son: la cantidad de materias primas procesadas; la concentración de mercurio en las materias primas; la cantidad de clínker y cemento producidos; las cantidades y tipos de combustible quemado y las concentraciones de mercurio en cada uno de los combustibles quemados en las instalaciones.

Cuadro N ° 7. Emisiones de mercurio en la producción de cemento

<i>Producción de cemento</i>	Etapa de Ciclo de Vida		Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
	Producción	Producto	
Tasa de entrada (Toneladas)	455,000	455,000	
Factor de entradas para la etapa	0.1-6g Hg/Tonelada	0.02-01gHg/tonelada	-
Factores de distribución de salidas para la etapa:	0.1-6gHg/tonelada	0.02-0.1gHg/ton	
Entradas Calculadas			
Aire	1	1	
Agua	0.0	0.0	
Suelo	0.0	0.0	
Tratamiento General de desechos	0.0	0.0	
Tratamiento específico de desechos	0.0	0.0	
Salidas/liberaciones calculadas a:			

<i>Producción de cemento</i>	Etapa de Ciclo de Vida		Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
	Producción	Producto	
Tasa de entrada (Toneladas)	455,000	455,000	
- Aire	45.5-2730Kg	9.1-45.5Kg	54.6-2775.5Kg

Como se observa en el cuadro, las liberaciones de mercurio son mayores durante la producción de cemento, que en el mismo producto terminado, sin embargo es importante resaltar que en nuestro país, solo una de las dos industrias cementeras identificadas procesa el clinker, por lo que la etapa del ciclo de vida correspondiente al producto representa un gran potencial de riesgo de exposición a liberaciones de mercurio en el territorio, más que en la etapa de producción de clinker, la cual es un punto focal específico en el país.

3.2.2) Producción de Pulpa y Papel

De acuerdo a la información suministrada por el Ministerio de Comercio e Industrias, la producción de pulpa no se desarrolla en el país, ya que el material es importado y tomando en consideración que las vías de liberaciones para este producto solo son significativas durante la producción de la misma (según el instrumental), se deduce que las contribuciones de liberaciones en la etapa de ciclo de vida correspondiente al uso del producto son nulas.

Según el Sindicato de Industriales de Panamá, para el año 2005, en el país solo existían tres empresas que se dedican a la producción de papel, cuya producción asciende a cien mil cuatrocientos ochenta y siete punto cincuenta y cinco (100, 487.55) toneladas; no obstante se pone de manifiesto la necesidad de indagar a profundidad las empresas dedicadas a este tipo de rubro en nuestro territorio a efecto de poder compilar los datos de producción de las mismas y poder estimar las liberaciones de mercurio pertinentes, en cada etapa del proceso.

3.2.3) Producción de cal y hornos agregados ligeros

De acuerdo a información recabada en el Ministerio de Comercio e Industria, para el año 2005, había doce empresas dedicadas a la producción de cal.

La producción para el año en referencia se ha estimado utilizando el índice de volumen de producción para el sector de fabricación de cemento. Para el cálculo de liberaciones de mercurio se supuso que el 100% va al aire.

Con respecto a las tecnologías utilizadas para este tipo de rubro, la información suministrada es limitada en cuanto a equipos y/o metodologías específicas utilizadas en los sectores, por lo que la misma se desconoce en el territorio nacional.

Cuadro N ° 8. Emisiones de mercurio durante la producción de cal

Producción de cal	Producción	Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (Kg de Hg)
Tasa de entrada (ton/año)	8,931.46	-
Factor de entrada (g/ton)	0.055	-
Entradas calculadas		
Aire	1	-
Agua	0.0	-
Suelo	0.0	-
Tratamiento General de desechos	0.0	-
Tratamiento específico de desechos	0.0	-
Salidas/liberaciones calculadas		
-Aire	-	0.491

3.3). Productos de consumo con uso deliberado de mercurio

Se han identificado cuatro subcategorías aplicable a nuestro país: Termómetros, Pilas que contiene mercurio, Fuente de Luz con mercurio e Interruptores Eléctricos.

3.3.1) Termómetros

De acuerdo a información suministrada por la Dirección General de Aduanas, en Panamá se importo nueve mil doscientos cuarenta y uno punto treinta y tres (9,241.033) Kg de termómetros para el año 2005; no obstante no existe en nuestro

sistema arancelario clasificación específica para este rubro, por lo que la estimación de cálculo de liberaciones se realizó partiendo de la premisa de que el 100% del peso total reportado corresponde a termómetros de vidrio, además de que se tomará la clasificación establecida en el instrumental en cuanto al tipaje de termómetro, que para nuestro caso será diversos termómetros de vidrio con Hg, incluidos los de uso en laboratorio.

Igualmente, hacemos la salvedad de que como no se tiene información específica del número de termómetros contenido en cada bulto ingresado al país, se supondrá el peso total importado al año, como el peso de un bulto equivalente anual, en este sentido se adaptará el factor de entrada a la unidad de gHg/bulto equivalente anual (bulto equivalente anual= X cantidad de artículos importados). Por otro lado es importante mencionar, que en nuestro país no existe separación previa de los desechos y/o residuos de termómetros, lo que conlleva utilizar los factores de distribución de salidas pertinentes a este aspecto, lo cual se encuentra establecido en el instrumental.

Cuadro N ° 9. Emisiones de mercurio durante el uso y/o manejo de termómetros

Termómetro	Uso	Disposición	Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
Tasa de Entrada/bulto equivalente	9, 241.033 Kg.		-
Factor de entradas para la etapa g Hg/bulto equivalente	1-40		-
Entradas calculadas para la etapa Kg Hg	9.24 – 369.64		-
Factores de distribución de salidas para la etapa:			
- Aire	0.1	0.1	
- Agua	0.3	0.3	
- Suelo	0.0	0.0	
- Productos			
- Tratamiento general de desechos	0.6	0.6	
- Tratamiento de desechos específico por sector	0.0	0.0	
Salidas/liberaciones calculadas a:			
- Aire	0.92 – 36.96 Kg	0.92 – 36.96 Kg	1.84 – 73.92 Kg
- Agua	2.77 – 110.89	2.77 – 110.89	5.54 – 221.78 Kg

Termómetro	Uso	Disposición	Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
- Suelo	Kg 0.0	Kg 0.0	0.0
- Productos			
- Tratamiento de desechos generales	5.54 – 221.78 Kg	5.54-221.78 Kg	11.1 – 443.56 Kg
- Tratamiento de desechos específico por sector	0.0	0.0	0.0

3.3.2) Interruptores Eléctricos

Con respecto a esta subcategoría, la información recabada es limitada en cuanto a la clasificación de dispositivos entrantes, pues nuestro sistema arancelario de entrada, los presenta bajo un tópico general (979.83 Kg. de interruptores eléctricos). En este sentido se tomarán en cuenta los lineamientos establecidos en el instrumental para el consumo de mercurio por habitantes y estimar las emisiones pertinentes.

Según la Contraloría General de la República de Panamá, para el año 2004, la población era aproximadamente de tres millones ciento setenta y dos mil trescientos sesenta habitantes (3, 172, 360.000).

Cuadro N ° 10. Emisiones potenciales de mercurio de interruptores eléctricos

Interruptores	Uso	Disposición	Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
Población	3,172,360.00		-
Factor de entradas para la etapa gHg/habitante	0.02-0.25		-
Entradas calculadas para la etapa	63.45-793.09 Kg		-
Factores de distribución de salidas para la etapa:			
- Aire	0.1	0.1	-
- Agua	0.0	0.0	-

Interruptores	Uso	Disposición	Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
- Suelo	0.1	0.1	-
- Productos	0.0	0.0	-
- Tratamiento general de desechos	0.8	0.8	-
- Tratamiento de desechos específico por sector	0.0	0.0	-
Salidas/liberaciones calculadas a:			
- Aire	6.34-79.31 Kg	6.34-79.31 Kg	12.68-158.62 Kg
- Agua	-	-	-
- Suelo	6.34-79.31 Kg	6.34-79.31 Kg	12.68-158.62 Kg
- Productos			
- Tratamiento de desechos generales	50.76- 634.47Kg	50.76- 634.47 Kg	101.52- 1.27x10 ³ Kg
- Tratamiento de desechos específico por sector	-	-	-

3.3.3) Pilas que contiene mercurio

Según información suministrada, por la Autoridad Nacional de Aduanas, en el año 2005, se importaron quinientos setenta y un kilogramos (571 Kg) de pilas con contenidos de óxidos de mercurio.

Para el cálculo de las liberaciones se utilizaron los factores establecidos en el Instrumental.

Cuadro N ° 11. Emisiones de mercurio Pilas que contienen mercurio

Pilas que contienen mercurio	Disposición	Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
Tasa de Entrada	0.571 Toneladas	-
Factor de entradas para la etapa	320 Kg/Tonelada	-

Pilas que contienen mercurio	Disposición	Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
Entradas calculadas para la etapa	182.72Kg Hg	-
Factores de distribución de salidas para la etapa: - Aire - Agua - Suelo - Productos - Tratamiento general de desechos - Tratamiento de desechos específico por sector	0.25 0.0 0.25 0.5 0.0	
Salidas/liberaciones calculadas a: - Aire - Agua - Suelo - Productos - Tratamiento de desechos generales - Tratamiento de desechos específico por sector	45.68 Kg 0.0 45.68 Kg 91.36 Kg	45.68 Kg 0.0 45.68 Kg 91.36 Kg

3.3.4) Fuente de Luz con mercurio

Es sabido que el mercurio es utilizado en pequeñas cantidades en diversos tipos de lámparas de descarga; los ejemplos más comunes son los tubos fluorescentes y las lámparas fluorescentes compactas.

Cabe mencionar las limitantes que tenemos para la estimación de las liberaciones, puesto que el instrumental utiliza factores dependientes de la cantidad de artículos, suministrados y/o importados, no obstante para efecto de nuestro propósito, supondremos que el peso total por producto importado es adaptable a un bulto equivalente anual, tal y cual se realizó en la sección 3.3.1.

La siguiente tabla fue confeccionada de acuerdo a información suministrada por la Autoridad General de Aduanas:

Cuadro N°12. Tipo y peso de Fuente de Luz con mercurio, en la Rep. de Panamá

Producto Importado	Denominación	Peso total /bulto (Kg)
Lámparas Fluorescentes	LF	156586.43
Tubos Fluorescentes	TF	131071.06
Lámparas de sodio	LS	638.36
Lámparas ultravioletas	LU	42.31
Lámparas de metal Halógeno	LM	8.52
Lámparas de vapor de mercurio	LV	1005.76
Total		289352.44

Cuadro N ° 13. Emisiones de mercurio derivados de Fuente de Luz

Fuente de Luz con Mercurio	LF	TF	LS	LU	LM	LV	Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
Tasa de Entrada Kg	156586.4	131071.06	638.36	42.31	8.52	1005.76	-
Factor de entradas para la etapa mg Hg/bulto equiv.	5-15	10-40	10-30	5-25	25	30	-
Entradas calculadas para la etapa	0.78-2.35 Kg	1.31-5.24 Kg	6.4×10^{-3} - 1.91×10^{-2} Kg	2.11×10^{-4} - 1.05×10^{-3} Kg	2.13×10^{-4} Kg	3.0×10^{-2} Kg	-
Factores de distribución de salidas para la etapa:							
- Aire	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
- Tratamiento general de desechos	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	
Salidas/liberaciones calculadas a:							
- Aire	0.04 - 0.12 Kg	6.65×10^{-2} - 0.26 Kg	3.2×10^{-4} - 9.5×10^{-4} Kg	1.05×10^{-5} - 5.25×10^{-5} Kg	1.06×10^{-5} Kg	1.5×10^{-3} Kg	0.12 - 0.38 Kg

Fuente de Luz con Mercurio	LF	TF	LS	LU	LM	LV	Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
- Tratamiento de desechos generales	0.74 – 2.23 Kg	1.24 - 4.98 Kg	6.1×10^{-3} - 1.81×10^{-2} Kg	2.0×10^{-4} - 9.97×10^{-4} Kg	2.0×10^{-4} Kg	2.8×10^{-2} Kg	1.98- 7.25 Kg

3.4 Otros usos deliberados en productos y proceso

La emisión de mercurio por usos de productos que lo contienen, se sospecha que es la categoría de mayor importancia en la República de Panamá, debido a la pobre o ninguna gestión de desechos y/o residuos existentes en el país.

3.4.1) Amalgamas dentales

Según información recopilada en nuestro territorio existe un total estimado de mil once instalaciones de salud pública (1,011) y doscientas veintisiete clínicas privadas (227) que realizan actividades odontológicas y preparación de empastes para los dientes; no obstante no se dispone de información relacionada a la existencia de filtros de amalgama en clínicas.

Datos suministrado por el Ministerio de Salud nos indican que, la tasa de compra de amalgamas dentales para el año 2005 fue de 51 cajas con contenido de 500 cápsulas de amalgama cada una, a nivel nacional. Del mismo modo la Clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá reporta que la tasa de adquisición de esta materia oscila entre quinientas cápsulas simples (500) y seiscientas dobles (600) al año; cabe señalar que las capsulas dobles duplican los componentes de una capsula simple, por lo que se infiere que el contenido de mercurio ha de ser también el doble.

Se estimara la cantidad total de cápsulas adquiridas para ese año en referencia a la información facilitada por los entes precitados. Igualmente se tomará de referencia en el caso de los establecimientos de salud pública, el supuesto de que el cincuenta por ciento del total de cápsulas adquiridas corresponde a cápsulas simples y el resto a capsulas dobles, por lo que multiplicaremos por el factor 0.5 el contenido de capsulas de amalgama de 1 caja.

Cuadro N ° 14. Cantidad anual de cápsulas de amalgamas adquiridas

Establecimientos de Salud	Total	Cantidad	Tasa de adquisición de Cápsulas		Totales de Cápsulas	
			Simple	Compuesta	Simple	Compuesta
Público	1,011.00*	51 cajas	12750	12750	128,902.50	128,902.50
Privado	227.00**		500	600	113,500.00	136,200.00

* Establecimientos Públicos registrados en la página web del Ministerio de Salud 2008

** Clínicas Odontológicas Privadas registradas en el Directorio Telefónico Cable & Wireless 2008

Como se puede observar en el cuadro, los porcentajes de adquisición de cápsulas amalgamadas dobles son mayores tanto en el sector público como privado.

Para la estimación de las liberaciones de mercurios se tendrá en consideración los factores establecidos en el instrumental para tal propósito, no obstante se aclara que la información del contenido de cada capsula fue tomado de la hoja técnica del producto, como a continuación se describe:

- 50% corresponde a amalgamas de plata, equivalente a 400mg
- 50% corresponde a amalgamas de mercurio, equivalente a 400mg.

En este sentido en vez de utilizar el factor de 0.8 g de Hg/capsula, adoptaremos la información recabada en territorio nacional.

Cuadro N ° 15. Liberaciones de Mercurio durante el manejo y disposición de cápsulas de amalgamas.

Amalgamas Dentales	Etapa de Preparación de empastes en los dientes en las clínicas dentales			Disposición	Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
	Amalgamas Totales por Tipo (capsulas)				
	Simple	Compuesta	Total		
Tasa de compra	242402.50	265102.50	507505.00		-
Factor de entradas para la etapa mgHg/capsula	400	800	N.A		-
Entradas calculadas para la etapa	96.96 Kg Hg	212.08 kg Hg	309.04 Kg		309.04 Kg
Factores de distribución de salidas para la etapa:					
- Aire	0.02	0.02			-
- Agua	0.014	0.014			-
- Tierra					-

Amalgamas Dentales	Etapa de Preparación de empastes en los dientes en las clínicas dentales			Disposición	Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
	Amalgamas Totales por Tipo (capsulas)				
	Simple	Compuesta	Total		
- Productos	0.6	0.6		0.6	-
- Tratamiento general de desechos	0.12	0.12			-
- Tratamiento de desechos específico por sector	0.12	0.12			-
Salidas/liberaciones calculadas a:					
- Aire	1.94 Kg	4.24 Kg	6.18 Kg	185.42Kg	6.18 Kg
- Agua	1.36 Kg	2.97 Kg	4.33 Kg		4.33 Kg
- Suelo					
- Productos	58.17 Kg	127.25Kg	185.42 Kg		370.84 Kg
- Tratamiento de desechos generales	11.63 Kg	25.45 Kg	37.08 Kg		37.08 Kg
- Tratamiento de desechos específico por sector	11.63 Kg	25.45 Kg	37.08 Kg		37.08 Kg

En cuanto a la estimación de liberaciones de mercurio durante la etapa de ciclo de vida correspondiente al uso, podemos mantener constante la tasa de adquisición anual total de amalgamas, la cual se muestra en el siguiente cuadro, en intervalos de 5 a 15 años:

Cuadro N ° 16. Estimación de liberaciones de mercurio/uso

Tasa de adquisición anual Kg Hg	Cantidad		Factor Instrumental	Vía liberación
	5 años	15 años		Agua
309.04	1545.2 Kg	4635.6Kg	0.02	Cantidad Total Liberada
				5 años
			30.90Kg	92.71 Kg

Nótese, que el intervalo de liberación al agua durante el período de 5 a 15 años es de 30.90 a 92.71 Kg de Hg, el cual es mayor que en la etapa del ciclo de vida de la pasta.

3.4.2) Manómetros y Medidores

De acuerdo a datos suministrado por la Autoridad Nacional de Aduanas, para el año 2005, se importaron cuarenta y siete punto treinta y un kilos de medidores de presión (47.31) y treinta y dos punto seiscientos veintidós kilos de manómetros (32.622), sin embargo no se han podido realizar cálculos específicos de acuerdo al Instrumental en esta subcategoría por la limitante de información técnica específica de los equipos, la falta de controles e información en la autoridad de aduanas y en las instituciones de salud para estos tipos de dispositivos, tomando en consideración la clasificación específica establecida en el referido instrumental; no obstante podemos hacer una aproximación potencial de las liberaciones de mercurio tomando en consideración los siguientes tópicos:

- Referencia establecida en la sección 3.3.1 del presente informe (g Hg/Bulto equivalente anual)
- Intervalo para medidores de presión (211-1683 g Hg/Bulto equivalente anual)
- Intervalo para Manómetros y barómetros usados para medir la presión del aire (100 a 500) g Hg/Bulto equivalente anual.
- Equivalencia Indicada (1 Bulto equivalente anual = x cantidad de artículos)
- Para la disposición se supondrá, que en la etapa de uso las liberaciones por emisiones tienden al cero absoluto, por lo que la cantidad entrante es equivalente a la cantidad que se dispondrá al final de la vida útil del dispositivo.

La siguiente tabla muestra las estimaciones de mercurio obtenidas, en la cual no se muestra la distribución de vías de liberaciones debido a limitantes del instrumental para este aspecto.

Cuadro N ° 17. Estimación de liberaciones de mercurio de dispositivos medidores de presión.

Dispositivo	Cantidad/anual en Kilos	Factores adaptados g Hg./Bulto equivalente anual	Kg. de Hg. liberado
Medidores de Presión	47.31	211-1683	9.98-79.62
Manómetros y barómetros usados para medir la presión del aire	32.62	100-500	3.26-16.31

Podemos observar, que las mayores liberaciones de mercurio se dan para los medidores de presión, esto es debido al alto contenido de mercurio intrínseco en estos dispositivos. En cuanto a la disposición final de estos dispositivos, podemos establecer que las liberaciones de mercurio se distribuirá de una manera desigual y dependerá de la vida útil de cada dispositivo, el correcto manejo que se le de a los mismos durante todo el ciclo de vida, por lo que habrá que realizar investigaciones y/o estudios más profundos a efecto de estimar la cantidad de liberaciones de mercurio en la etapa final del ciclo de vida y su subsiguiente distribución de vías de liberaciones pertinentes al caso.

3.4.3.) Químicos y equipos de laboratorios

Para el caso de químicos y equipos de laboratorios, no se cuenta con información relacionada a la tasa de adquisición de equipo, material, reactivo u otro artefacto debido a los siguientes aspectos:

- En cuanto a equipos: cada uno tiene su propia tasa de adquisición, pues la vida útil es específica para cada artefacto y/o equipo.
- Materiales y/o reactivos, los cuales dependen de la oferta y demanda para una determinada prueba.

Por otro lado se reitera la necesidad de mejorar nuestro sistema arancelario, puesto que solo describe en forma general los reactivos de laboratorios, sin mostrar la composición química de los mismos, lo que dificulta el cálculo de las liberaciones de mercurio; sin embargo los cálculos presentados, son producto del inventario de reactivos suministrado por la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnologías de la Universidad de Panamá, que para nuestro caso, tomamos de referencia el año 2005, manteniendo la constante (cantidad de reactivos que contienen mercurio) para los laboratorios autorizados por la Autoridad Nacional del Ambiente, en donde se realizan los análisis químicos de aguas residuales a nivel nacional.

El cuadro N° 18 muestra la cantidad de mercurio (gramos) en reactivos y/o compuestos tomados del Inventario del Mercurio y Compuestos de Mercurio del Almacén de Reactivos de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología de la Universidad de Panamá, en donde se presentan los cálculos estequiométrico para cada reactivo y/o compuestos.

Cuadro N° 18. Inventario del Mercurio y Compuestos de Mercurio del Almacén de Reactivos de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología de la Universidad de Panamá

Reactivo y/o compuesto	Cantidad (gramos)	Mercurio Estequiométrico (gramos)
Mercurio metálico	4,625	4,625
Mercurio, cianuro	50	44.26
Mercurio I, cloruro	5,277	4,495.65
Mercurio II, Amidato cloruro	4,500	3,069.80
Mercurio II, Bromuro	600	335.46
Mercurio II, Cloruro	10,480	7,742.96
Mercurio II, di-bromo-fluoresceína	500	144.37
Mercurio II, óxido rojo	100	92.61
Mercurio II, tiocianato	1,550	981.58
Mercurio II, yoduro	4,500	1,986.49
Mercurio II, yoduro metil	30	17.57
Mercurio, yoduro	113	69.21
Mercurio, nitrato	350	267.36
Mercurio, óxido	875	810.36
Mercurio, sulfato	500	403.41

Reactivo y/o compuesto	Cantidad (gramos)	Mercurio Estequiométrico (gramos)
Mercurio, acetato	975	753.40
Total 16	35,025.00	25,839.49

Puede notarse en la tabla, que la cantidad potencial de liberaciones de mercurio es de 25.84 kg, lo que representa el 73.77% de contenido de mercurio del total de reactivos y/o compuestos con mercurio adquiridos por la facultad.

Si dividimos la cantidad total de liberaciones potenciales de mercurio entre trescientos doce (312), obtendremos la tasa potencial de liberación diaria asumiendo actividades rutinarias que utilicen estos compuestos, la cual será de ochenta y dos punto ochenta y dos (82.82) g de Hg/día-Lab.

Como la cantidad de mercurio de cada compuesto está atrapada químicamente en las componendas del reactivo, se supondrá que la vía de liberaciones de emisión de mercurio se distribuirá mayormente al medio acuoso (80 %), al medio aéreo (18%) y se asumirá a disposición (2%). El alcance de este análisis no abarca los materiales radiactivos u otros similares.

Una vez obtenidos nuestros factores, procederemos a estimar las liberaciones de mercurio en el territorio nacional, tomando de referencia los laboratorios autorizados por la autoridad ambiental, los cuales ascienden a 10 en la etapa inicial. La cantidad total de laboratorios incluyendo el de referencia será de 11.

Cuadro N ° 19. Liberaciones de mercurio en químicos y equipos de laboratorio.

Químicos y equipos de laboratorios	Uso	Disposición	Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
Tasa de Entrada	11 Laboratorios	11 Laboratorios	-
Factor de entradas para la etapa	82.82g de Hg/día -lab	82.82g de Hg/día -lab	-
Entradas calculadas para la etapa	284.24Kg de Hg	284.24Kg de Hg	-
Factores de distribución de salidas para la etapa:			
- Aire	0.18		
- Agua	0.80	0.01	
- Suelo	0.0	0.01	
Salidas/liberaciones calculadas a:			
- Aire	51.16Kg		51.16Kg
- Agua	227.39Kg	2.84Kg	230.23Kg

Químicos y equipos de laboratorios	Uso	Disposición	Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
- Suelo	0.0	2.84Kg	2.84Kg

3.4.4) Usos de metal mercurio en rituales religiosos y medicina tradicional

De acuerdo a la información recopilada en campo y luego de visitadas las autoridades competentes (Autoridad General de Aduanas, y la Contraloría General de la República) el uso de metal en rituales religiosos y medicina tradicional, es común en nuestro país, el cual se lleva a cabo sin ningún tipo de control en cuanto a la adquisición, procedencia y regulaciones en el uso de este metal. Debido a estos factores y a limitantes contenida en el mismo instrumental no se pudo calcular las liberaciones referentes a estas subcategorías.

3.5.) Incineración de desechos

Para la estimación del cálculo de liberaciones de mercurio se utilizaron diversos datos procedentes del Inventario Nacional de dioxinas y furanos, y la información recopilada en las diversas Administraciones Regionales de la Autoridad Nacional del Ambiente. Solo tres subcategorías han sido identificadas al nivel nacional, las cuales la describiremos a continuación:

3.5.1) Incineración de desechos municipales

El inventario nacional de dioxinas y furanos identificó cuatro incineradores para el año 2005 en el territorio nacional, el Cuadro N° 20 presenta el cálculo de liberaciones de mercurio estimado en cada uno de los incineradores identificados.

Cuadro N ° 20. Estimación de liberaciones de mercurio durante la incineración de desechos municipales.

Incinerador	Cantidad de desecho (ton/año)	Suma de las liberaciones calculadas (g de Hg)	
		Aire	Trat. específico
A	328.57	295.71- 2,957	32.85- 328.50

Incinerador	Cantidad de desecho (ton/año)	Suma de las liberaciones calculadas (g de Hg)	
		Aire	Trat. específico
B	47.94	43.14-431.40	4.80-48.0
C	144.00	129.60-1,296	12.9-129.6
Tasa de entrada (total)	520.51	-	-
Factor de entrada (g Hg/ton)	1-10	-	-
Entradas calculadas			
Aire	0.9	-	-
Agua	0.0	-	-
Suelo	0.0	-	-
Tratamiento General de desechos	0.0	-	-
Tratamiento específico de desechos	0.1	-	-
Salidas/liberaciones calculadas			
-Aire	-	468.46-4,684	-
-Tratamiento específico	-	-	52.05-520.51

3.5.2) Incineración de desechos peligrosos

El inventario nacional de dioxinas y furanos identificó un incinerador para el año 2005 en el territorio nacional, el Cuadro N° 21 presenta el cálculo de liberaciones de mercurio estimado. Para la estimación de las liberaciones de mercurios se utilizaron los siguientes datos:

- Tasa de incineración, proporcionada por el inventario de dioxinas y furanos.
- Factores de entrada y de distribución proporcionados por el instrumental.

Cuadro N ° 21. Estimación de liberaciones de mercurio por incineración de desechos peligrosos.

Incinerador	Cantidad de desecho (ton/año)	Suma de las liberaciones calculadas (g de Hg)	
		Aire	Trat. específico
A	301.80	271.62- 2,716.2	30.20- 301.80
Factor de entrada (g Hg/ton)	1-10	-	-
Entradas calculadas	0.9	-	-
Aire	0.0	-	-
Agua	0.0	-	-
Suelo	0.0	-	-
Tratamiento general de desechos	0.0	-	-
Tratamiento específico de desechos	0.1	-	-
Salidas/liberaciones calculadas			
-Aire	-	271.62- 2,716.2	
-Tratamiento específico	-		30.2-301.8

3.5.3) Incineración de desechos médicos

En nuestro país existen seis incineradores de desechos médicos, según información recopilada en el Inventario Nacional de Dioxinas y Furanos. No obstante se deja evidente que la mayoría de los desechos médicos no se incineran de acuerdo a los resultados obtenidos de las diferentes reuniones sostenidas con directivos del Ministerio de Salud. Según se investigó estos desechos se recolectan en bolsas plásticas rojas según lo dispone la normativa vigente y son depositados en los vertederos con los desechos comunes.

El Cuadro N° 22 muestra los resultados obtenidos a partir de las consideraciones precitadas en la subcategoría anterior.

Cuadro N ° 22. Estimación de liberaciones de mercurio por incineración de desechos médicos.

Incinerador	Cantidad de desecho (ton/año)	Suma de las liberaciones calculadas (g de Hg)	
		Aire	Trat. específico
A		40.0-200.5	
	5.57	28.3-141.8	4.4-22.2
B			
	3.94	4.8-24.4	3.1-15.7
C			
	0.68	212.7-1063	0.5-2.7
D			
	29.55	974-4,869	23.6-118.2
E			
	135.27	37.4-187.2	108.2-541
F			
	5.20	-	
Tasa de entrada(total)			
	180.21	-	-
Factor de entrada (g Hg/ton)			
	8-40		-
Entradas calculadas			
Aire		-	
Agua	0.9	-	-
Suelo	0.0	-	-
Tratamiento general de	0.0		-

Incinerador	Cantidad de desecho (ton/año)	Suma de las liberaciones calculadas (g de Hg)	
		Aire	Trat. específico
desechos	0.0	-	-
Tratamiento específico de desechos	0.1	-	-
Salidas/liberaciones calculadas			
-Aire	-	1,297.1- 6,487.4	
-Tratamiento específico	-		143.9- 720.6

3.6) Disposición de desechos/Rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales

Tres (3) subcategorías, han sido identificadas en el país: Relleno sanitario/Depósito Controlado, Vertederos informales de Desechos y Sistemas de Tratamiento de aguas residuales.

3.6.1) Rellenos sanitario/Depósito controlado.

De acuerdo a la información recavada durante las visitas realizadas al Municipio de Panamá, Ministerio de Salud y la Contraloría General de la República de Panamá, en nuestro territorio se han identificado seis rellenos sanitarios en donde solo en la ciudad de Panamá, la tasa de generación diaria de desechos asciende a mil cuatros ciento cuarenta y tres punto ocho toneladas (1, 443.8 toneladas), tomando en consideración que un año tiene trescientos sesenta y cinco días (365), extrapolaremos esta cifra a efecto de transformar la tasa de generación diaria a tasa de generación anual, las cual nos da por resultado de quinientos veintiséis mil novecientos ochenta y siete toneladas al año, depositada en el Relleno Sanitario de Cerro Patacón (526,987 toneladas/año.)

El Cuadro N° 23 es resultado del estudio realizado por la JICA en el año 2002, donde muestran la clasificación porcentual de componendas de desechos que llegan a los sitios de disposición final:

Cuadro N ° 23. Clasificación porcentual de desechos depositados en rellenos sanitarios

Clasificación	Por ciento
Comida y hojas	45
Papel y cartón	26
Plástico	12
vidrio	8
Metal	5
Otros	4

En el Cuadro N° 24 se muestra la cantidad de rellenos sanitarios existentes en la República y la tasa anual de ingreso de desecho, de acuerdo a información recopilada y procesada por la Autoridad Nacional del Ambiente.

Cuadro N ° 24. Tasa promedio anual de ingreso de materia orgánica en rellenos sanitarios

Relleno sanitarios	Toneladas anuales	Toneladas de materia Orgánica
Cerro patacón	526,987.00	4.74 x 10 ⁸ lb/año
Barú	7,665.00	6.90 x 10 ⁶ lb/año
Boquete	3,650.00	3.30 x 10 ⁶ lb/año
Renacimiento	4,380.00	3.94 x 10 ⁶ lb/año
San Félix	657.00	5.91 x 10 ⁵ lb/año
Santa María	1,423.5	1.20 x 10 ⁶ lb/año
Total Generado	544,762.50	4.90 x 10⁸ lb/año

Nota: Tonelada Corta = 2000 libras

Se aclara que la clasificación concerniente al papel, cartón y plásticos no fue tomada en cuenta debido a los bajos índices de biodegradabilidad de los mismos y por ende la inhibición que tienen los mismos en la generación de biogás.

En cuanto a los factores de distribución de acuerdo a los lineamientos del instrumental, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos, antes de proceder al cálculo específico:

- Tasa de generación de gas en (m³), el cual depende de la cantidad de materia orgánica presente en el relleno.
- Inicio de operatividad del relleno.
- Fecha de saturación y/o cierre del relleno.
- Potencial de generación del gas y tasa anual de generación de gas.
- Tasa promedio de recepción anual de basura en la vida útil del relleno.

Tomando en consideración que la generación de gas depende de la cantidad de materia orgánica existente en el relleno sanitario, entonces la cantidad total de basura que

ingresa al relleno sanitario, hay que multiplicarla por el factor de cero punto cuarenta y cinco (0.45), dando un total de doscientos cuarenta y cinco mil ciento cuarenta y cuatro

punto cuarenta y siete toneladas de materia orgánica depositadas al año en el relleno (245,144.47 ton/año), transformando las unidades a libras nos queda 4.90×10^8 lb/año.

Según información suministrada por el Municipio de Panamá, el Relleno Sanitario de Cerro Patacón inició operaciones en el año de 1985, y llegó a su capacidad máxima en el año 2005, por lo que la vida útil del mismo fue de 20 años; partiendo de esta premisa se calculará la tasa de emisión gaseosa en todo el territorio nacional.

Las características climatológicas de Panamá facilitan la generación de gas en el relleno sanitario, por lo que el potencial de generación de gas que se utilizará será 0.0815 m³/libra y para la tasa respectiva 0.35/ año de generación de biogás, tomando como referencia la tabla Turning and Liability into an asset a landfill gas to energy Project development handbook realizada por la Agencia de protección de los Estados Unidos (EPA, 1996), para proyectos de biogás en rellenos sanitarios, tal cual se presenta en la siguiente tabla, aclaramos que el factor concerniente a las unidades del potencial de generación de gas fueron transformada de pies 3 a metros 3 a efecto de agilizar los cálculos.

Cuadro N° 25 Potencial de Generación de biogás

Variable	Rango	Valores sugeridos		
		Clima húmedo	Clima semi-húmedo	Clima seco
Lo(pies ³ /libra)	0 - 5	2,25 - 2,88	2,25 - 2,88	2,25 - 2,88
k(1/año)	0,003 - 0,4	0,1 - 0,35	0,05 - 0,15	0,02 - 0,10

Fuente: EPA, 1996, Turning a Liability into an Asset: A Landfill Gas-to-Energy Project Development Handbook.

Para la estimación de gas en el relleno se utilizará el método de degradación de primer orden, a través de la fórmula:

$$LFG=2LR (e^{-kc} - e^{-kt}), \text{ donde}$$

LFG = Total de biogás generado en el año corriente (metro cúbicos)

L = Potencial total de generación de metano de la basura (metro cúbicos/libra)

k = Tasa anual de generación de metano

R = Tasa promedio de recepción de basura anual durante la vida activa (libras)

t = Años desde que se abrió el relleno (años)

c = Años desde que se cerró el relleno (años).

Una vez efectuada los cálculos, la cantidad total de gas emitido por el relleno en periodo de 20 años a partir del inicio de las operaciones del Relleno Sanitario de Cerro Patacón es de ochenta y tres mil setecientos diez punto setenta y seis (83,710. 76) metros cúbicos de gas.

Del mismo modo, en el estudio realizado por la JICA no se refleja la presencia de materiales desechados que contengan mercurio, por lo que es necesario de acuerdo a nuestra realidad derivar un factor de contenido de mercurio en los desechos como la suma de los porcentajes de la clasificación metálica (5%) y otros (4%), como se muestra en la Cuadro N° 23; en este sentido el 9% del total de la basura que ingresa al relleno sanitario, para efectos de este estudio, se considerará como mercurio (0.09g de Hg/tonelada). En el Cuadro N° 26 se presenta el cálculo de las liberaciones de mercurio.

Cuadro N ° 26. Estimación de liberaciones de mercurio en rellenos sanitarios.

Rellenos sanitario/Deposito controlado.	Disposición	Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
Tasa de actividad	544,762.00 toneladas	-
Factor de entradas para la etapa	0.09 g Hg./tonelada	-
Entradas calculadas para la etapa	49.02 Kg.	49.02 Kg.
Factores de distribución de salidas para la etapa:	7.98x10 ⁷ m ³ de gas	
- Aire	500-5000 µg Hg/m ³ de gas liberado	-
- Agua		-
- Tierra		-
- Productos		-
- Tratamiento general de desechos		-
- Tratamiento de desechos específico por sector		-
Salidas/liberaciones calculadas a:		
- Aire	39.9 – 399 Kg de Hg.	39.9 - 399 Kg de Hg

No fue posible calcular y/o estimar las liberaciones para el agua y tierra debido a que no contamos con el factor de distribución en el instrumental.

3.6.2) Vertederos Informales de Desechos.

Según información recaba en diferentes instituciones, Autoridad Nacional del Ambiente, Contraloría General de la República de Panamá, el Ministerio de Salud y los diferentes municipios, obtuvimos treinta y ocho vertederos (38), de los cuales treinta

(30) no realiza ningún control, seis (6) que no cuenta con ningún registro de información y dos (2) que son semicontrolados.

Para estimar las liberaciones de mercurio, procedimos a calcular la cantidad de desecho depositada en cada región identificada a partir de la tasa de generación diaria específica y luego sumarlas para obtener el equivalente total en la República de Panamá, la cual es de dos mil doscientas veintiocho punto cincuenta y dos toneladas diarias (2228.52 Ton/día). Este dato nos permite estimar la cantidad total de basura depositada en los vertederos al año, la cual es de ochocientos trece mil cuatrocientos ocho punto treinta y cuatro toneladas (813,409.8 Ton/año).

Para calcular el volumen de gas generado en los vertederos se utilizará los mismos procedimientos descritos en la sección 3.6., tomando condiciones estándares de un relleno sanitario. Cabe mencionar que los datos que se reflejen en esta sección son solamente proyección a veinte años (20) si se siguen realizando este tipo de manejo.

Cuadro N ° 27. Estimación de liberaciones de mercurio en Vertederos

Vertederos Informales de Desechos.	Disposición	Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
Tasa de actividad	813,409.8 Ton	-
Factor de entradas para la etapa	0.09 Hg./tonelada	-
Entradas calculadas para la etapa	73.21 Kg.	73.21 Kg.
Factores de distribución de salidas para la etapa:	2,65X10 ⁸ m ³ de gas	
- Aire	500-5000 µg Hg/m ³ de gas liberado	-
- Agua		-
- Tierra		-
- Productos		-
- Tratamiento general de desechos		-
- Tratamiento de desechos específico por sector		-
Salidas/liberaciones calculadas a:		
- Aire	132.5 – 1325 Kg de Hg.	132.5 -1325 Kg de Hg..

El cálculo efectuado se hizo a manera de ejercicio para estimar las emisiones de mercurio ya que no contamos con rellenos sanitarios controlados.

3.6.3) Sistema de tratamiento de aguas residuales

Para la estimación de la liberación de mercurio, se reviso el Inventario Nacional de Dioxina y Furanos y se tomo el volumen de aguas residuales tratadas y/o transportada, del mismo modo se revisaron y analizaron todas las caracterizaciones de aguas residuales suministradas por la Autoridad Nacional del Ambiente de las diferentes actividades comerciales y/o industriales realizadas en el territorio nacional. El Cuadro N° 28 muestra los resultados obtenidos en esta revisión:

Cuadro N ° 28. Volumen de aguas residuales tratadas durante el año 2005.

Instrumento	Datos	
	Cantidad de aguas residuales tratadas	Valor máximo de Hg reportados
Inventario de dioxina y furano	4.81 x10 ¹⁰ litros/año	
Registro de caracterización de aguas residuales		< 0.01mg/L

Como puede observarse en la tabla, el valor máximo de mercurio reportado está por debajo del límite máximo permitido por la norma nacional pertinente (Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000).

Por otro lado el Informe GEO Panamá 2004 “En la actualidad, la población involucrada se calcula en 900 mil personas (Censo 2000), y se estima que la misma alcanzara 1.1 millones de personas para el 2010. Las actividades que realiza la población implican el vertido diario de 120 millones de galones de aguas residuales, que llegan a la Bahía a través del alcantarillado sanitario, el sistema de drenaje pluvial y los siete ríos que cruzan la ciudad, estas aguas se incorporan en la Bahía sin ningún tratamiento, lo que permite asumir que gran parte del mercurio llega a través de las aguas residuales a los cuerpos y masas de agua. Esto requiere monitoreo y análisis más profundo.

Cabe mencionar, que el factor de emisión seleccionado para la vía de liberación obedece a que en nuestro país aún no se ha establecido un sistema de tratamiento integral de las aguas residuales provenientes de las diferentes fuentes emisoras, no obstante se aclara que el proyecto concerniente a este tipo de problema , aún esta en fase inicial (al menos en la ciudad de Panamá, dónde se concentra la mayor actividad industrial y comercial), en la cual la descarga de las diferentes fuentes emisoras deben cumplir con parámetros específicos a efecto de hacer más efectivo la operatividad del sistema integral.

El Cuadro N° 29 presenta las estimaciones de las liberaciones de mercurio para esta subcategoría.

Cuadro N ° 29. Estimación de liberaciones de mercurio por Sistemas de tratamiento de aguas residuales

Sistemas de Tratamiento de aguas Residuales	Disposición	Suma de liberaciones a la vía a partir de la sección del ciclo de vida evaluada
Tasa de actividad	4.81 x10 ¹⁰ litros/año	-
Factor de entradas para la etapa	0.5-10 µg Hg/litro	-
Entradas calculadas para la etapa	24.05-481mg	24.05-481mg
Factores de distribución de salidas para la etapa:		
- Agua	1	-
Salidas/liberaciones calculadas a:		
- Agua	24.05-481mg	24.05-481mg

3.7) Crematorios y Cementerios

Para obtener los datos de entrada de esta categoría, se consultó la base de datos de: la Contraloría General de la Republica, el Ministerio de Comercio e Industrias y tres empresas dedicadas a los servicios de cremación, una de las cuales no lleva estadísticas para el año 2005.

3.7.1) Crematorios

La cremación es una práctica muy común en muchas sociedades a fin de incinerar cadáveres humanos. En el proceso de cremación se ha detectado liberaciones de mercurio al aire, la mayor parte del metal liberado obedece a la presencia de calzas con presencia de mercurio. No obstante, hay pequeñas cantidades de mercurio presente en tejidos, como la sangre y el cabello que también se liberan durante la cremación. Por lo general, los crematorios se encuentran en el interior de las ciudades, cerca de las zonas residenciales y lo más común es que sus chimeneas sean relativamente bajas.

Según el reporte en el año 2005 la cantidad de cadáveres cremados estuvo en el orden de 600 y 700 cuerpos al año. Por falta de información específica, se adoptó un factor de emisión mínimo y máximo para el cálculo de emisiones de mercurio al ambiente.

El cuadro N° 30 muestra la estimación de liberaciones de mercurio en la República de Panamá en el año 2005.

Cuadro N ° 30. Estimación de liberaciones de mercurio por cremación de cadáveres

Fuentes Identificadas	Cantidad de cadáveres incinerados	Factor de emisión (g/cadáver)	Liberación mínima (g)	Liberación máxima (Kg)
2 crematorios	600 - 700	1--4	600 - 700	2.4 - 2.8
1 crematorio	SD			

Como puede observarse en la tabla, dado que no se tiene datos específicos en cuanto al número de cadáveres cremados, los resultados se presentan en función de la información recabada. Por otro lado las limitantes del instrumental para esta subcategoría no permiten determinar de una manera concreta las liberaciones reales de mercurio a través de la vía aérea.

3.7.2) Cementerios

El año 2005 la cantidad de defunciones fue de 14180 cadáveres. Por falta de información específica, se adoptó un factor de emisión mínimo y máximo para el cálculo de emisiones de mercurio al ambiente. Para la realización de los cálculos fue necesario restar la cantidad de cadáveres dispuestos en cementerios menos la cantidad de cadáveres cremados dando como resultado un total 13480 cadáveres enterrados en diversos cementerios.

En el Cuadro N° 31 se presenta la correspondiente estimación de las liberaciones totales de mercurio, que fueron generadas por los cementerios en la República en el año 2005.

Cuadro N ° 31. Estimación de liberaciones de mercurio por disposición de cadáveres en cementerios

Cadáveres	Factor de emisión	Liberación de Hg	Vía de Liberación
13480	1-4 g Hg/cadáver	13.48-53.92Kg	Tierra

La mayoría de liberaciones se dan en la subcategoría de Cementerios, ya que el servicio de Cremación resulta ser más costoso, no obstante si los costos de estos servicios fueran similares se infiere que la magnitud de las liberaciones de mercurio fueran mayores durante la cremación.

4) Conclusiones

- De acuerdo a los resultados obtenidos en este inventario, la principal vía de liberación de mercurio se da a través del aire como resultado de las actividades de Producción de Cemento, Disposición de desechos e Interruptores Eléctricos.
- Es importante tomar en consideración que la implementación del instrumental para la elaboración del inventario tiene una aplicación limitada a la realidad nacional, ya que los factores dados en el mismo, provienen de países cuyas realidades en cuanto a la producción, consumo y gestión en el manejo y disposición final de desechos son diferentes, no obstante se resalta que en algunas de las evaluaciones realizadas se adaptaron factores propios, como es el caso de las categorías de “Disposición de desechos/Rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales”, y la categoría de Producto de consumo de usos deliberados de mercurio, así como en la subcategoría de amalgamas dentales. Sugerimos al PNUMA la revisión de esta importante herramienta (ToolKit), de manera tal que refleje ejemplos y situaciones reales de países no industrializados y de una economía basada en servicios, como muchos países de Latinoamérica y otras regiones del orbe.
- Panamá no manufactura productos que contienen mercurio, por lo que el enfoque de ciclo de vida aplica para las etapas de uso y disposición final.
- Las limitantes existentes en nuestro sistema aduanero crean sesgos en los resultados presentados en este inventario para la estimación del cálculo de las emisiones de mercurio, por lo que no se pudo estimar liberaciones representativas para la subcategoría de Químicos y Equipos de Laboratorio. Se están tomando acciones a corto plazo mediante coordinación interinstitucional para introducir cambios a los aranceles y procedimientos tendientes a identificar de manera puntual a todos aquellos productos con contenido de mercurio y otras sustancias químicas que representen un peligro para la salud humana y el ambiente.
- El uso, magnitud de comercialización y procedencia del azogue ingresado a nuestro territorio es desconocido por lo que se deberá profundizar más en la subcategoría de “Usos del metal mercurio en rituales religiosos y medicina tradicional”, toda vez que se asume que podría estar incidiendo de forma importante en las emisiones de mercurio. Se ha abierto una línea de investigación hacia boticas y empresas farmacéuticas, sin embargo estos resultados estarán para el año 2009.
- La gestión de desechos en cuanto a la recolección y disposición final es muy limitada a lo largo del territorio nacional, lo que incide indirectamente en la estimación real de las liberaciones de mercurio en los sitios destinados a la disposición final de los mismos.
- Se requiere de manera urgente y ordenada la implementación de la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos No Peligrosos y Peligrosos, aprobada mediante Decreto Ejecutivo N° 34 del 26 de febrero de 2007.
- La República de Panamá con un alto nivel de tránsito de carga de contenedores desde y hacia todo el mundo, se constituye como punto de acopio temporal de equipos y materiales con contenido de mercurio y otras sustancias peligrosas, lo

que sugiere el desarrollo e implementación de sistemas de monitoreo y vigilancia del comercio internacional de estas sustancias.

- El Inventario desarrollado puso de manifiesto la necesidad de establecer controles en hospitales y clínicas para la entrada, uso, manejo y disposición de equipos y materiales con contenido de mercurio. Sobre este aspecto se inició un trabajo con una plantilla de control utilizada en clínicas y hospitales del estado de California USA la cual fue desarrollada con apoyo de la EPA.
- Realizado el análisis situacional se concluye que sector comercial y sector salud en Panamá son los que generan mayor cantidad de residuos con contenido de mercurio. Podemos establecer los siguientes sectores como prioritarios para desarrollar estrategias futuras para la reducción de emisiones de mercurio:
 1. Químicos y Equipos de laboratorios (Sector Salud, Sector Comercial).
 2. Minerales y materiales con impurezas de mercurio. (Sector Minero, Sector comercial).
 3. Gestión Integral de Residuos (uso, tratamiento y disposición final de residuos con contenido de mercurio).
 4. Productos que contienen mercurio (Sector salud).
 5. Uso de mercurio en rituales religiosos y medicina tradicional (Sector Salud, Sector Comercial).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, “Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio”, BORRADOR PRELIMINAR, Noviembre de 2005. Consultado el 1 de diciembre 2008. [.http://www.chem.unep.ch/MERCURY/Toolkit/UNEP-final-pilot-draft-toolkit-SPANISH.pdf](http://www.chem.unep.ch/MERCURY/Toolkit/UNEP-final-pilot-draft-toolkit-SPANISH.pdf).

Environmental Protection Agency. EPA, Last updated on Tuesday, September 25th, 2007. Consultado el 20 noviembre 2008. <http://www.epa.gov/mercury/faq-espanol.htm#14>

Marchaim, U. 1992. Biogas processes for sustainable development (en línea). Roma, IT. Consultado el 27 de octubre del 2008. <http://www.fao.org/docrep/t0541e/t0541e00.htm>

Captura de gases de efecto invernadero de rellenos sanitarios para su aprovechamiento económico. Septiembre 2006. Consultada el 7 de noviembre de 2008. <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=927733>

Contraloría General de la República de Panamá, Dirección de Estadísticas y Censos, visitada el 25 de noviembre de 2008. Disponible en <http://www.contraloria.gob.pa/dec/Dirección>

Ministerio de Economía y Finanzas, “**Arancel de Importación de la República de Panamá**” cuarta enmienda. Gaceta Oficial N ° 12 del 16 de mayo de 2007. Consultada 27 de Noviembre de 2008.

Ministerio de Comercio e Industrias, **Resolución N° 193 de 27 de mayo de 2004**, Gaceta oficial N° 25984 viernes 22 de febrero de 2008. Consultada el 27 de noviembre de 2008.

Ministerio de Salud, **Inventario Nacional de Fuentes y Liberaciones Dioxinas y Furanos**, julio 2007. Consultado el 24 de noviembre de 2008.

Estudio sobre el Plan de Manejo de los Desechos Sólidos para la Municipalidad de Panamá en la República de Panamá, 200 JICA. Consultado el 20 de noviembre de 2008.

Apéndice I

GENERALIDADES DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ.

1. Geografía.

El Istmo de Panamá se sitúa entre los 7°12'07" y 9°38'46" de Latitud Norte, y entre los 77°09'24" y 83°03'07" de Longitud Oeste. Cubre una superficie de 75,517km²; con un mar territorial de 12 millas náuticas de longitud y 319,823.9 Km² de superficie. Se divide en nueve (9) provincias, 75 distritos o municipios, cinco (5) comarcas indígenas (Kuna Yala, Emberá Wounaan, Kuna de Madungandí, Ngöbe Buglé y Kuna Wargandí) y 621 corregimientos; de éstos, dos (2) son comarcales (Madungandí y Wargandí).¹

2. Límites:

Norte: Mar Caribe
Este: República de Colombia

Sur: Océano Pacífico
Oeste: República de Costa Rica.

3. Población.

De acuerdo con la estimación realizada en el año 2000 – 2004, la población de la República de Panamá era de 3,172,360.² En los últimos 55 años, la población urbana creció en más de un millón de personas, a una tasa anual del 3.7%; en tanto que la rural creció, en ese mismo lapso, a una tasa anual del 1.9%.³

4. Clima

La situación geográfica en las bajas latitudes intertropicales determina que el clima y la vegetación son típicamente tropicales. El clima tropical marítimo, con influencia de los dos mares, se caracteriza por temperaturas moderadamente altas y constantes durante todo el año, con débil oscilación diaria y anual, abundante precipitación pluvial y elevada humedad relativa del aire. Existen dos estaciones climáticas anuales bien definidas: la seca y la lluviosa. La estación seca se extiende desde mediados de diciembre hasta abril; y la lluviosa, de mayo a diciembre.⁷

5. División Política

A continuación presentamos mapa con la división política - administrativa de la República de Panamá.⁴

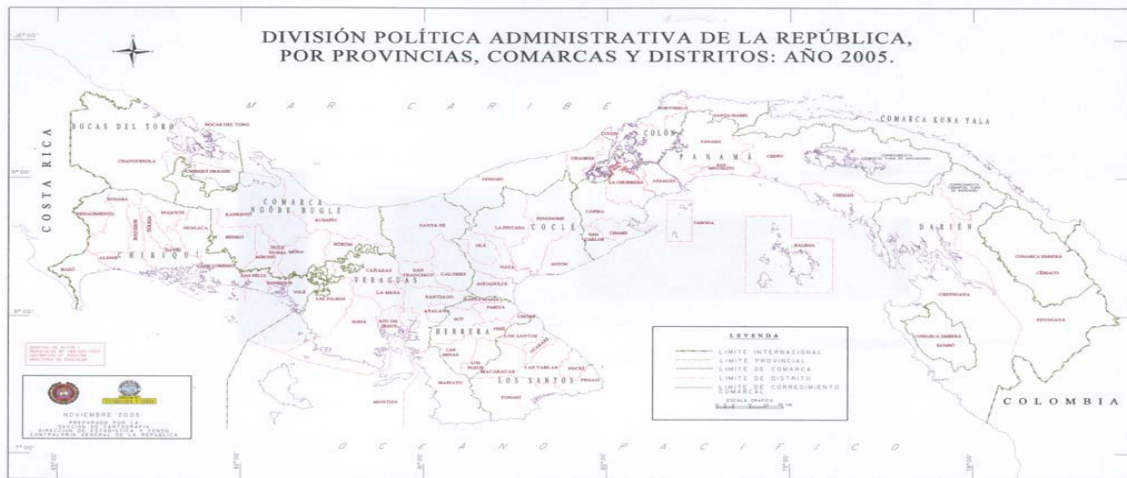
1 Indicadores Ambientales de la República de Panamá

2 <http://www.contraloria.gob.pa/dec/Publicaciones/17-02/211-01.pdf>

3 Indicadores Ambientales de la República de Panamá.

4 Panamá en Cifras 2001 – 2004.

Mapa No.1



6. Aspecto Social:

El 16.6% de la población vive en extrema pobreza, el 36.8 en pobreza total, el 20.2% vive en pobreza no extrema y el 63.2% de la población es no pobre.⁵

La mayor parte de la pobreza extrema se concentra en poblaciones indígenas (98.4% - 90%).

7. Aspecto Económico.

Durante el año 2005, la CEPAL reportó un crecimiento económico de 7.2% y un incremento del producto interno bruto (PIB) del 5.4%, debido al repunte de los sectores como el de la construcción (los permisos de construcción aumentaron en un 70%), la actividad comercial de la Zona Libre de Colón, la actividad portuaria, el turismo y la banca. Cuatro temas fundamentales para la economía del país se dieron durante este año: aprobación de la ampliación del Canal de Panamá, la reforma fiscal, el programa de pensiones y las negociaciones de un Tratado de Promoción Comercial (TPC) con los Estados Unidos.

8. Aspecto Ambiental.

a. **Áreas Protegidas:** de acuerdo a los datos proporcionados por la ANAM, para el año 2005, Panamá cuenta con 65 áreas protegidas, lo que corresponde al **34% del territorio nacional**.⁶ La tendencia es positiva, ya que se espera que a través de los municipios, las superficies de áreas protegidas vayan en aumento.

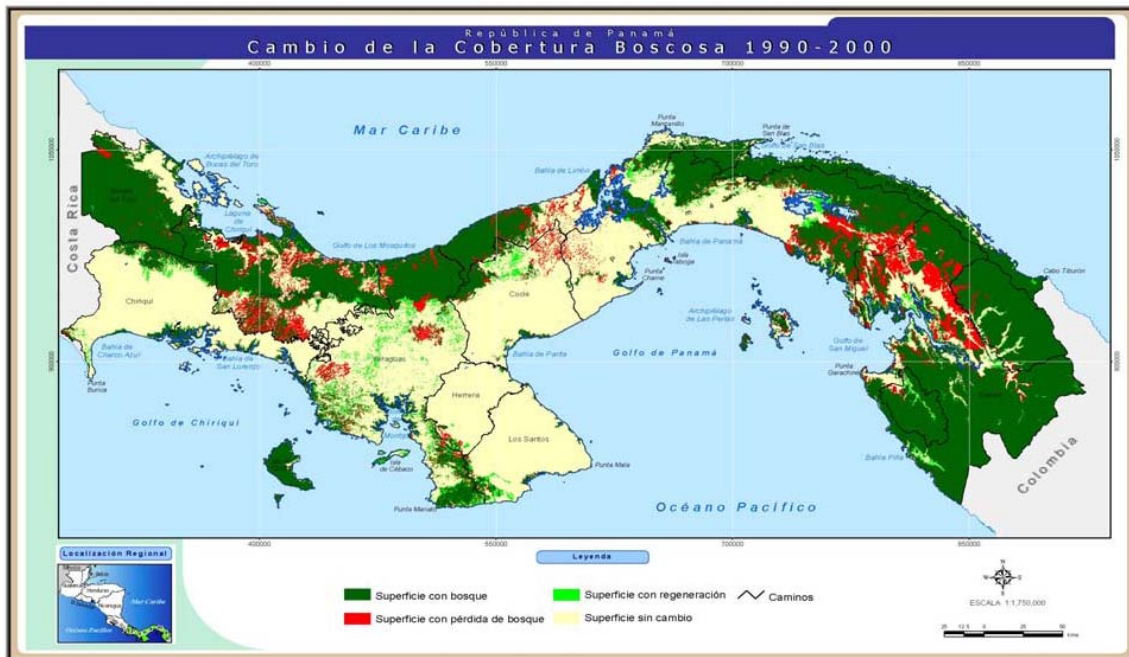
⁵ La Pobreza en Panamá. 2003. Ministerio de Economía y Finanzas.

⁶ Memoria de la Autoridad Nacional del Ambiente 2004 – 2005

b. Cobertura Boscosa:

De acuerdo a los datos proporcionados por la ANAM, las provincias de Bocas del Toro, Darién y las Comarcas Kuna Yala y Emberá tienen el mayor porcentaje de superficie cubierta por bosques, mientras que las provincias de Herrera y Los Santos presentan superficies muy bajas en bosques. La cobertura boscosa ha mostrado una tendencia a disminuir en casi todo el país, especialmente en Panamá, Colón, Comarca Ngobe Buglé y Darién.

Mapa No.2
Cobertura Boscosa de la República de Panamá 1990 – 2000.



c. Incendios Forestales:

Cuadro No. 1
Incendios Forestales ocurridos por provincia año 2005

Regionales	No. de Incendios Forestales	Bosque Primario intervenido Has.	Bosque Secundario Has.	Rastrojo Has.	Bosque de Manglar Has.	Bosques Plantados Has.	Total Superficie Afectada Has.
Bocas del Toro	-	-	-	-	-	-	-
Coclé	14	-	63.0	185.0	-	1,423.28	1,671.28
Colón	15	-	-	19.60	-	-	19.60
Chiriquí	20	1.0	2.5	167.30	-	358.0	528.80
Darién	104	40.0	395.0	581.50	-	7.0	1,023.50
Herrera	16	-	-	16.0	-	27.55	43.55
Los Santos	27	-	50.0	128.50	-	4.50	183.0
Panamá Metro	13	-	14.08	31.70	-	23.0	68.78
Panamá Este	9	-	25.0	15.5	-	37.30	77.80
Panamá Oeste	17	1.0	22.0	563.50	45.0	5.5	637.0
Veraguas	47	-	-	0.10	-	465.63	465.73
Total	282	42.00	571.58	1,708.70	45.0	2,351.76	4,719.04

Año tras año, durante la época seca se producen incendios forestales, lo cual constituye una de las subcategorías para el cálculo de inventario de emisiones.

d. Uso de Suelo:

De acuerdo a los datos proporcionados por la ANAM, la mayor parte de las tierras con potencial agrícola en la República de Panamá están siendo utilizadas, de los cuales el 16% ya se considera degradada.

e. Monitoreo de Calidad de Agua:

Para el año 2005, la ANAM monitorea 32 cuencas hidrográficas a nivel nacional (62% del total de las cuencas del país). Hasta la fecha, los monitoreos de calidad de agua han concluido que los ríos más contaminados del país se localizan en la Provincia de Panamá (Río Juan Díaz, Río Mataznillo, Río Matías Hernández, etc.)⁷ Los informes de monitoreo que genera la Autoridad Nacional del Ambiente, concluyen que hay una degradación progresiva de las cuencas hidrográficas, sobre todo en el área metropolitana. Desde el año 2002, se estableció a través de la Resolución AG-0026-2002 el cronograma de caracterización y adecuación para cumplir con los reglamentos de descargas de aguas residuales (DGNTI- COPANIT 35-2000, 39-2000). Al 2005 había aproximadamente 630 empresas que habían presentado registro de caracterización ante la ANAM correspondiente a un total de 656 puntos de descarga de aguas residuales. A partir de julio de 2006 entra en vigencia. A julio de 2005, 16 empresas ya se habían adecuado a las normas de aguas residuales. La implementación de las normas de aguas residuales, junto con el monitoreo de la calidad de agua a nivel nacional, contribuirán a que el Proyecto de Saneamiento de la Bahía de Panamá sea sostenible, debido al control de las descargas contaminantes y a la verificación del cumplimiento de las mismas.

d. Monitoreo de Calidad de Aire.

En el ámbito nacional, no obstante las buenas condiciones de dispersión con que cuenta el país, el fenómeno de la contaminación de la atmósfera local se percibe en todas las provincias. En áreas urbanas, la calidad del aire puede verse comprometida por emisiones de ruido, gases y partículas generadas por una alta concentración de automóviles e industrias. En la ciudad capital se generan niveles puntuales de contaminación que sobrepasan las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en Óxido de Nitrógeno (NO); en Colón y áreas vecinas, el problema radica en las partículas de diversos tamaños emitidas por la cementera más importante del país.⁸ Desde 1996, el Instituto Especializado de Análisis (I.E.A.) de la Universidad de Panamá, monitorea la calidad del aire. Los monitoreos han establecido que el área más contaminada es San Miguelito.⁹ y que el 90% de la contaminación del aire en las zonas urbanas corresponde a las emisiones de fuentes móviles, mientras que sólo un 10% corresponde a las fuentes fijas.

7 Informe de Monitoreo de la Calidad del Agua 2004 – 2005. Autoridad Nacional del Ambiente.

8. Indicadores Ambientales de la República de Panamá 2005.

9 <http://www.up.ac.pa/PortalUp/index.aspx>

Apéndice II

Cuadro N° 2. Sitios de Disposición de desechos en el Territorio Nacional

Provincia	Municipio	Categoría	Población Año 2005	Tasa de generación (ton/día)	Tipo de desecho sólido
Bocas del Toro	Bocas del Toro	Vertedero al cielo abierto	11,968	6.3	Domésticos, Industriales, Forestales y Clínicos.
	Changuinola	Vertedero al cielo abierto	84,473	38.8	
	Chiriquí Grande	Vertedero al cielo abierto	9,080	4.8	
Coclé	Aguadulce	Vertederos a cielo abierto, no controlado	44, 355	37.9	Domésticos, Industriales, Forestales y Clínicos.
	Antón	Vertederos a cielo abierto, no controlado	49, 483	15.2	
	La Pintada	Vertederos a cielo abierto, no controlado	25, 100	25.23	
	Nata	Vertederos a cielo abierto, no controlado	19, 459	30.886	
	Ola	Vertederos a cielo abierto, no controlado	5, 919	S/D	
	Penonomé	Vertederos a cielo abierto, no controlado	79, 962	30.886	
Colón	Ciudad de Colón	Vertedero se encuentra en auditoria de cierre y se está estableciendo el posible lugar de reemplazo	198,551	166.8	Domésticos, Industriales, Forestales y Clínicos
	Costa Abajo	No tiene	19,755	10.5	
	Costa Arriba	Vertederos no son controlados	13,119	4.7	
Chiriquí	Alanje	Vertedero	16,737	8.9	

	Barú	Relleno Sanitario con EsIA, en operación y mal manejo	63,383	21.0	En los vertederos de los distritos de David, Gualaca y Renacimiento se separan los desechos hospitalarios de los comunes.
	Boquerón	Vertedero	13,806	7.3	
	Boquete	Relleno sanitario en operación con EsIA	18,807	10.0	
	Bugaba	Vertedero, EsIA no fue aprobado	76,517	59.7	
	David	Vertedero	138,241	130.0	
	Dolega	Vertedero	19,583	10.4	
	Gualaca	Relleno Sanitario, no se ha iniciado su construcción	8,893	4.7	
	Remedio	Vertedero	3,625	1.9	
	Renacimiento	Relleno sanitario en operación con EsIA	20,431	12.0	
	San Félix	Relleno sanitario	5,785	1.8	
	San Lorenzo	Vertedero	7,111	3.8	
	Tolè	Vertedero	11,995	6.2	
Darién	Yaviza	Vertedero	44,198	*S/D	Ninguno de los 5 vertederos mencionados se encuentra georeferenciado y son a cielo sin ningún tipo de manejo
	Metetí	Vertedero			
	Santa Fe	Vertedero			
	La Palma	Vertedero			
	Jaque	Vertedero			
Herrera	Chitré	Vertederos a cielo abierto, no controlado	47,220	25.0	Domésticos, Industriales, Forestales y Clínicos
	Las Minas	Vertederos a cielo abierto, no controlado	8,285	4.5	
	Los Pozos	Vertederos a cielo abierto, no controlado	8,149	4.3	
	Ocú	Vertederos a cielo abierto, no controlado	16,578	6.2	
	Parita	Vertederos a	9,299	4.9	

		cielo abierto, no controlado			
	Pesé	Vertederos a cielo abierto, no controlado	13,145	12.2	
	Santa María	Relleno Sanitario	7,337	3.9	
Los Santos	Guararé	Vertederos a cielo abierto, no controlado	10,134	4.0	Domésticos, Industriales, Forestales y Clínicos
	Las Tablas	Vertederos a cielo abierto, no controlado	26,317	12.8	
	Los Santos	Vertederos a cielo abierto, no controlado	25,411	13.5	
	Macaracás	Vertederos a cielo abierto, no controlado	9,420	5.0	
	Pedasí	Basurero	3,891	2.2	
	Pocrí	Vertederos a cielo abierto, no controlado	3,641	1.9	
	Tonosí	Vertederos a cielo abierto, no controlado	10,193	5.4	
Panamá	Arraiján	Vertedero Semicontrolado	189,781	148.0	En los vertederos de La Chorrera, Chame y Capira Solamente entran desechos no peligrosos.
	Capira	Vertedero no controlado	37,721	30.3	
	Chame	Vertedero no controlado	22,911	12.1	
	Chepo	Vertedero no controlado	40,731	21.6	
	Chiman	*S/D	4,729	2.5	
	La Chorrera	Vertedero Semicontrolado	146,720	31.9	
	Panamá	Vertedero controlado	813,097	961.0	
	San Carlos	*S/D	17,952	9.5	
	San Miguelito	Vertedero controlado	339,090	262.7	
Taboga	Vertedero no controlado	1,676	0.9		
Veraguas	Atalaya	Vertederos a cielo abierto, no controlado	15,446	8.2	Domésticos, Industriales,
	Calobre	Vertederos a cielo abierto, no controlado	12,818	6.8	

		controlado			Forestales y Clínicos
	Cañazas	Vertederos a cielo abierto, no controlado	16,733	8.9	
	La Mesa	Vertederos a cielo abierto, no controlado	12,366	6.6	
	Las Palmas	Vertederos a cielo abierto, no controlado	18,751	9.9	
	Montijo	Vertederos a cielo abierto, no controlado	7,056	3.7	
	Río de Jesús	Vertederos a cielo abierto, no controlado	5,572	0.2	
	San Francisco	Vertederos a cielo abierto, no controlado	10,371	5.5	
	Santa Fe	Vertederos a cielo abierto, no controlado	13,555	7.2	
	Santiago	Vertederos a cielo abierto, no controlado	81,491	63.9	
	Soná	Vertederos a cielo abierto, no controlado	28,728	16.2	
Comarca Ngobe Buglé	Muna	En la comarca no existe una infraestructura para un vertedero	33,556	17.8	Las comunidades disponen todos sus desechos a los ríos y otros optan por quemarlos.
	Kankintú		24,921	13.2	
	Besito		20,023	10.6	
	Kusapín		17,555	9.3	
	Nuru		12,779	6.8	
	Mirona		12,219	6.5	
	Nole Duima		11,323	6.0	
Comarca Kuna Yala	Kuna Yala		36,670	19.4	
Comarca Emberá	Cémaco	En la comarca no existe infraestructura para un vertedero	7,069	3.7	Las comunidades disponen todos sus desechos a los ríos y otros optan por quemarlos.
	Sambú		2,248	1.2	