

INFORME KUSHNI

IMPACTO DE LA QUEMA DE GAS EN EL RIESGO DE CANCER
EN LA POBLACIÓN DE LA AMAZONIA ECUATORIANA

Miguel San Sebastián
Francesco Facchinelli
Wilmer Tarupi
Sara Castel-Feced



INSTITUTO DE EPIDEMIOLOGIA Y
SALUD COMUNITARIA “MANUEL AMUNARRIZ”



Hospital Franklin Tello, Nuevo Rocafuerte

Cantón Aguarico, Ecuador, 2025

Este informe se ha realizado bajo los auspicios del Instituto de Epidemiología y Salud Comunitaria “Manuel Amunárriz”, un grupo de investigación en salud ubicado en el hospital Franklin Tello de Nuevo Rocafuerte, cantón Aguarico, provincia de Orellana.

Kushni es la palabra kichwa que literalmente significa humo; en este caso, refleja la contaminación procedente de los mecheros de gas.

Los autores de esta investigación están afiliados a las siguientes instituciones:

Miguel San Sebastián ¹

Francesco Facchinelli ²

Wilmer Tarupi ³

Sara Castel-Feced ^{1,4}

1. Departamento de Epidemiología y Salud Global, Universidad de Umeå, Suecia
2. Departamento de Ciencias Históricas y Geográficas y del Mundo Antiguo, Universidad de Padua, Padua, Italia
3. Registro Nacional de Tumores – Sociedad de Lucha contra el Cáncer, SOLCA, Núcleo de Quito, Ecuador
4. Departamento de Métodos Estadísticos, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España

Este informe se encuentra bajo una licencia CC BY-NC-ND, que permite a los usuarios copiar y distribuir el material en cualquier medio o formato, sin modificaciones, únicamente con fines no comerciales y siempre citando a los autores.

This report is under a CC BY-NC-ND license, which enables reusers to copy and distribute the material in any medium or format in unadapted form only, for noncommercial purposes only, and only so long as attribution is given to the authors.

1. INTRODUCCION

El presente informe se centra en la situación del cáncer y su relación con las emanaciones emitidas por los mecheros de combustión de gas como consecuencia de la explotación petrolera en las provincias de Sucumbíos y Orellana, situadas en el nororiente del Ecuador. Desde los inicios de 1970, ambas provincias han sido afectadas por una explotación petrolera agresiva y sin un adecuado control estatal con numerosas consecuencias medioambientales, sociales y para la salud de la población [1-4]. Este informe se centra en las dos provincias del país que más han sufrido estas consecuencias, Sucumbíos y Orellana. El informe está basado en un previo informe publicado en 2025, titulado “Cáncer en las provincias de Sucumbíos y Orellana, Ecuador: 1990-2019” [5] pero en esta ocasión, el énfasis se centra en los mecheros de gas y su posible relación con la incidencia del cáncer.

A pesar de que ciertos elementos de la metodología y el análisis son similares a los realizados en dicho informe, los hemos incluido nuevamente para facilitar la lectura y comprensión del estudio.

1.1. Quema de gas asociada al petróleo

La quema de gas natural asociado a la extracción de petróleo constituye una práctica persistente y de creciente preocupación a nivel internacional. En 2024 se quemaron aproximadamente 151 mil millones de metros cúbicos (mmc) de gas, cifra que representa el máximo registrado desde 2007 [6]. En términos de emisiones, estas prácticas generan un impacto ambiental significativo. En 2023, se liberaron unos 381 millones de toneladas de CO₂ equivalente (CO₂e), mientras que en 2024 la cifra ascendió a 389 millones de toneladas de CO₂e, incluyendo 46 millones de toneladas equivalentes a metano no quemado [6]; esta cantidad equivale aproximadamente a las emisiones de gases de efecto invernadero de unos 77 millones de automóviles.

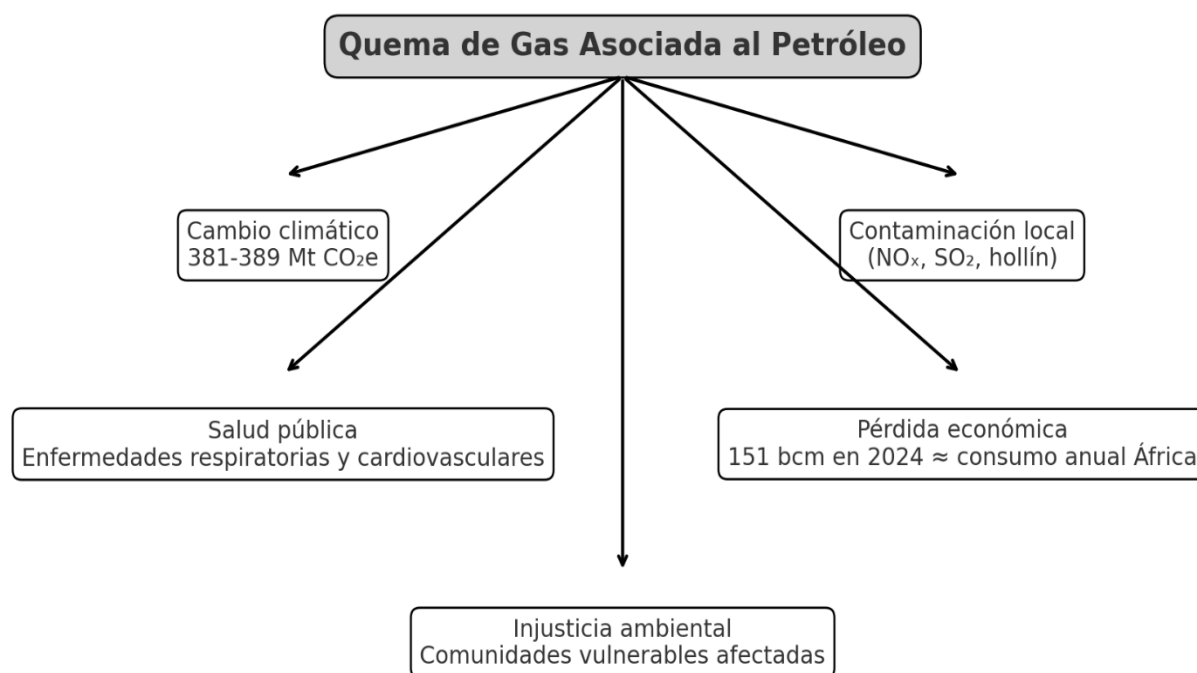
Desde un enfoque geográfico, aproximadamente un 75 % del gas quemado a nivel mundial proviene de nueve países: Rusia, Irán, Irak, Estados Unidos, Venezuela, Argelia, Libia, Nigeria y México. Los beneficios energéticos desperdiciados son considerables; por ejemplo, el gas quemado en 2024 podría haber abastecido el consumo anual de gas de todo el continente africano [7].

1.2. Impactos socioambientales derivados de la quema de gas

La quema de gas natural asociado a la explotación petrolera tiene múltiples consecuencias que afectan tanto al ambiente como a las comunidades locales. Como hemos mencionado, libera grandes cantidades de gases de efecto invernadero, principalmente dióxido de carbono y metano, que contribuyen de manera significativa al cambio climático global [8-11]. Pero sus efectos no se limitan a la atmósfera: la combustión del gas también genera contaminantes como óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO₂), hollín y diversos compuestos tóxicos que deterioran la calidad del aire y dañan suelos, aguas y ecosistemas cercanos, provocando una degradación ambiental considerable [12-16].

A esto se suma un componente económico: el gas quemado representa un recurso valioso que podría aprovecharse para generar electricidad, lo que constituye una pérdida energética y financiera especialmente injusta en países y regiones donde todavía existe un marcado déficit de energía [14, 17-19].

Figura 1. Impactos socioambientales de la quema de gas (elaboración: autores)*



* Mt CO₂e: emisiones de dióxido de carbono equivalente; NO_x: óxido de nitrógeno; SO₂: dióxido de azufre; bcm: mil millones de metros cúbicos (billion cubic meters).

Además, la práctica de quema de gas plantea un problema de justicia ambiental, ya que sus impactos se concentran principalmente en territorios periféricos, habitados con frecuencia por comunidades indígenas y otros grupos vulnerables. Esta distribución desigual no solo agrava

las desigualdades sociales y económicas, sino que también perpetúa un modelo extractivo en el que los costos recaen sobre quienes menos se benefician de la actividad petrolera [4, 20-22] (Figura 1).

1.3. Impactos en la salud derivados de la quema de gas

Numerosos estudios han mostrado cómo las personas que habitan en las cercanías de los mecheros de gas sufren directamente impactos significativos en su salud. La exposición prolongada a la contaminación del aire está asociada con enfermedades crónicas, mientras que el calor, el ruido y la presencia constante de las llamas alteran la vida cotidiana y reducen la calidad de vida de las comunidades locales [23, 24].

La producción de petróleo y gas en los Estados Unidos se ha estimado que es responsable de 7.500 muertes prematuras, 410.000 exacerbaciones de asma y 2.200 nuevos casos de asma en niños al año [25]. Otros estudios más específicos han mostrado que vivir a menos de 5 km de los mecheros de gas en el estado de Texas puede aumentar el riesgo de partos prematuros [26] mientras que otro estudio de Dakota del Norte estimó que el número total de visitas hospitalarias por problemas respiratorios en personas que viven a menos de 60 millas de un pozo petrolífero activo disminuiría en un 33% (11.887 casos) si se cumpliera la legislación ambiental vigente [27]. En la misma línea, de manera consistente, numerosos estudios procedentes de Nigeria [28-30] han mostrado una asociación entre la quema de gases por la explotación petrolera y el aumento de enfermedades respiratorias, cutáneas y anemia. Asimismo, una revisión de la literatura mostró que los derrames de petróleo y la quema de gas pueden poner a las mujeres embarazadas en alto riesgo de padecer trastornos hipertensivos del embarazo, diabetes mellitus gestacional, depresión materna y abortos espontáneos [31].

En conjunto, esta evidencia sugiere que la quema de gas no solo constituye un problema ambiental, sino también un desafío para la salud pública, con impactos directos y medibles en la morbimortalidad de las comunidades expuestas.

1.4. Contaminación por la quema de gas en Ecuador

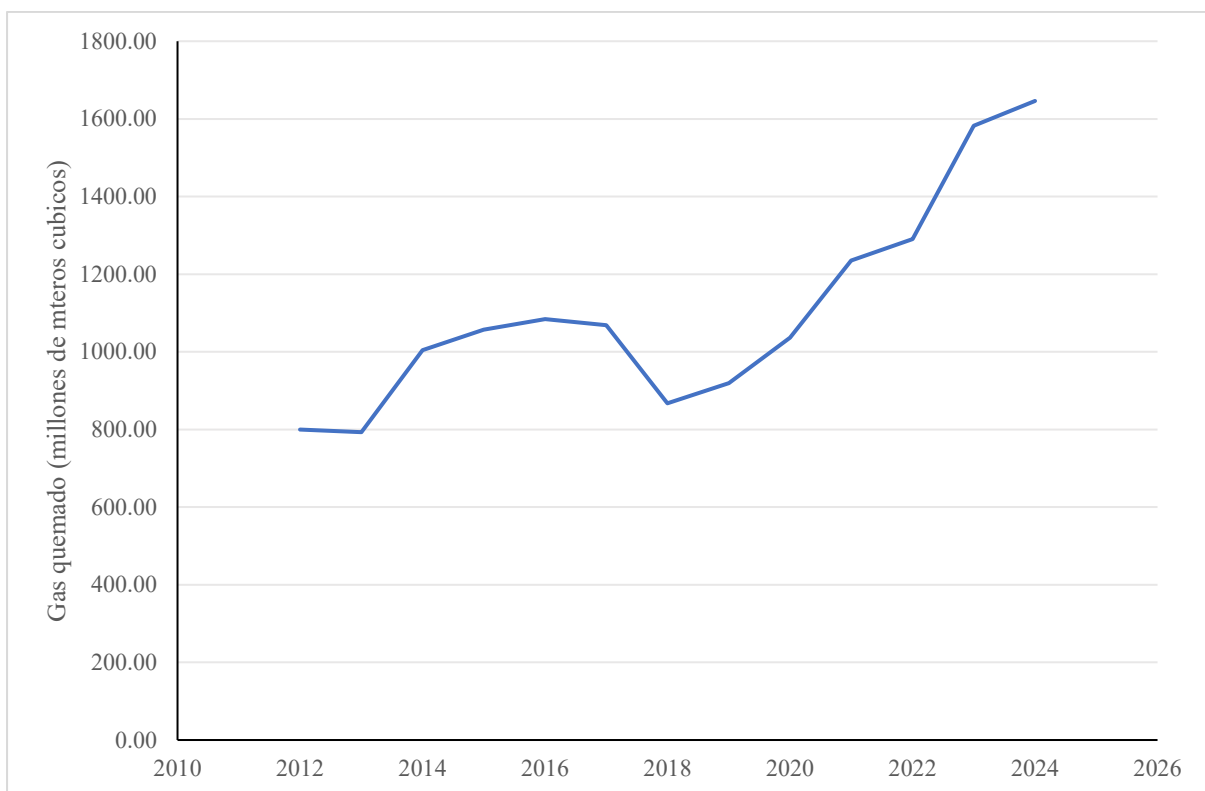
En el año 2002, el colectivo “Eliminen los mecheros que encendemos la vida” publicó un informe comprehensivo sobre la quema de gas en Ecuador revisando los posibles impactos ambientales, la afectación a la biodiversidad y las consecuencias para la salud de las poblaciones amazónicas [32].

Según estimaciones del Banco Mundial, en Ecuador, entre 2012 y 2024 la quema de gas se duplicó, pasando de 800 a más de 1.600 millones de metros cúbicos (Figura 2) [6].

Un reciente estudio que evaluó la cantidad de gas quemado y la eliminación de sus contaminantes en el 53% de los yacimientos petrolíferos (n = 50/94) de la región amazónica en el periodo 2003-2012 estimó que se emitieron 782 millones de metros cúbicos de gas anuales, de los cuales 470 toneladas correspondieron a carbono negro, 6.000 toneladas a CO₂ y 25 kilotoneladas métricas a metano [33].

Dos estudios más recientes han detallado con mayor precisión el número de mecheros activos en la región amazónica (ver anexo 1) y sobre la población en riesgo, estimando que 99.918 personas en ciudades amazónicas se encontraban en zonas de riesgo moderado y 12.000 en zonas de muy alto riesgo para su salud debido a la exposición directa a las emisiones de los mecheros [21, 34].

Figura 2. Volumen de gas quemado por mecheros en el Ecuador, 2012-2023 (fuente: Banco Mundial [6])



1.5. Justificación del estudio

Considerando la larga historia de conflictos ambientales en la región amazónica ecuatoriana, en 2018 se inició la campaña “Eliminen los Mecheros”, conformada por una red de ONG nacionales e internacionales, organizaciones indígenas y diversos sectores de la sociedad civil. El objetivo central de la campaña era poner fin a las actividades de quema de

gas en la región, con el propósito de proteger a las numerosas familias indígenas y campesinas que viven en las proximidades de los mecheros [35].

Como parte de este proceso, nueve niñas amazónicas lideraron una Acción de Protección contra el Estado ecuatoriano, solicitando la eliminación de la quema de gas en la región. El 29 de julio de 2021, el Tribunal de Nueva Loja emitió un fallo histórico que prohibió la quema de gas en toda la Amazonía ecuatoriana [36], obligando a las compañías petroleras a cerrar todos los sitios de quema de gas cercanos a centros poblados en un plazo de 18 meses desde la emisión del fallo, y a clausurar los restantes antes de 2030 [37, 38]. Adicionalmente, la Corte de Justicia ordenó al Ministerio de Salud Pública efectuar una investigación que indicara la afectación de la población residente en áreas cercanas a la explotación petrolera, y por tanto, a los mecheros de gas.

En este contexto, el presente estudio se sitúa en este marco regulatorio y social, con el objetivo de analizar la relación entre la exposición a los contaminantes emitidos por los mecheros de gas y la incidencia del cáncer en las parroquias con explotación petrolera de las provincias de Sucumbíos y Orellana durante el periodo 2010-2019. Este análisis busca proporcionar evidencia científica que contribuya a la comprensión de los impactos en la salud de la población local, así como a la formulación de políticas públicas basadas en evidencia que mitiguen los riesgos asociados a la actividad petrolera y promuevan la justicia ambiental y sanitaria.

2. METODOLOGIA DEL ESTUDIO

2.1. La población estudio

El estudio se realizó con la información de los pacientes diagnosticados de cáncer en la ciudad de Quito y cuyo lugar de residencia fueron las provincias de Sucumbíos y Orellana. En estas dos provincias viven aproximadamente 381.180 personas, según el censo de 2022 [39].

En cada provincia hay un hospital con categoría provincial, aunque dichos hospitales no tienen servicios histopatológicos ni acceso a tratamientos para el cáncer. Tampoco existen programas establecidos de prevención del cáncer ni en estas provincias ni en la región amazónica.

2.2. El registro nacional de tumores

El Registro Nacional de Tumores (RNT) de Ecuador se creó en 1983 con la colaboración inicial de la Organización Panamericana de Salud. En 1984, la base legal del registro se

estableció a través de un acuerdo ministerial en el que se responsabiliza a la Sociedad de Lucha contra el Cáncer, sección de Quito, de la implementación y desarrollo del registro. La Sociedad ha contribuido también con apoyo financiero para las actividades del Registro [40].

Los registros poblacionales de cáncer son el único medio para proporcionar datos fiables de incidencia y supervivencia como base para la formulación de políticas y la asignación de recursos dentro de la atención del cáncer [41]. El RNT de Quito es un registro de base poblacional que recoge todos los nuevos casos de cáncer que ocurren en los pacientes que habitualmente viven en la ciudad de Quito. Este registro también procesa la información de todos los casos diagnosticados en Quito, independientemente de su lugar de residencia. Las fuentes de información del Registro son los reportes histopatológicos de los laboratorios de patología y hematología, así como las historias clínicas de los centros de atención oncológica de la Red Pública Integral de Salud y Red Complementaria. El Registro tiene acceso a la información de egresos hospitalarios y defunciones recogidos por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en donde también se identifican casos nuevos de cáncer. El RNT forma parte de la Asociación Internacional de Registros de Cáncer (IACR por sus siglas en inglés), que junto con la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC por sus siglas en inglés) determinan los estándares mundiales para evaluar indicadores de calidad y confiabilidad de los datos.

2.3. Los datos del cáncer

En la región amazónica ecuatoriana no existe un registro de cáncer de base poblacional. Los casos sospechosos de las provincias objeto de estudio se refieren mayormente a Quito, la capital del país. Todos los casos diagnosticados en Quito se registran en el RNT, el cual se utilizó para los propósitos de este estudio.

El registro individual del RNT contiene información detallada de cada paciente, incluyendo un código de identificación personal, sexo, edad al diagnóstico, localización del cáncer, histología según la Clasificación Internacional de Enfermedades 10 (CIE-10), año del diagnóstico, lugar de residencia al momento del diagnóstico y nivel de educación del paciente. El hecho de que el registro individual incluya datos de identificación del paciente y su ubicación en el establecimiento de diagnóstico facilita la identificación de casos nuevos y evitar duplicaciones, asegurando la calidad de los datos.

Para este estudio, se incluyeron todos los casos registrados en el RNT correspondientes a las provincias de Sucumbíos y Orellana durante el periodo 2010-2019.

2.4. Exposición a los mecheros

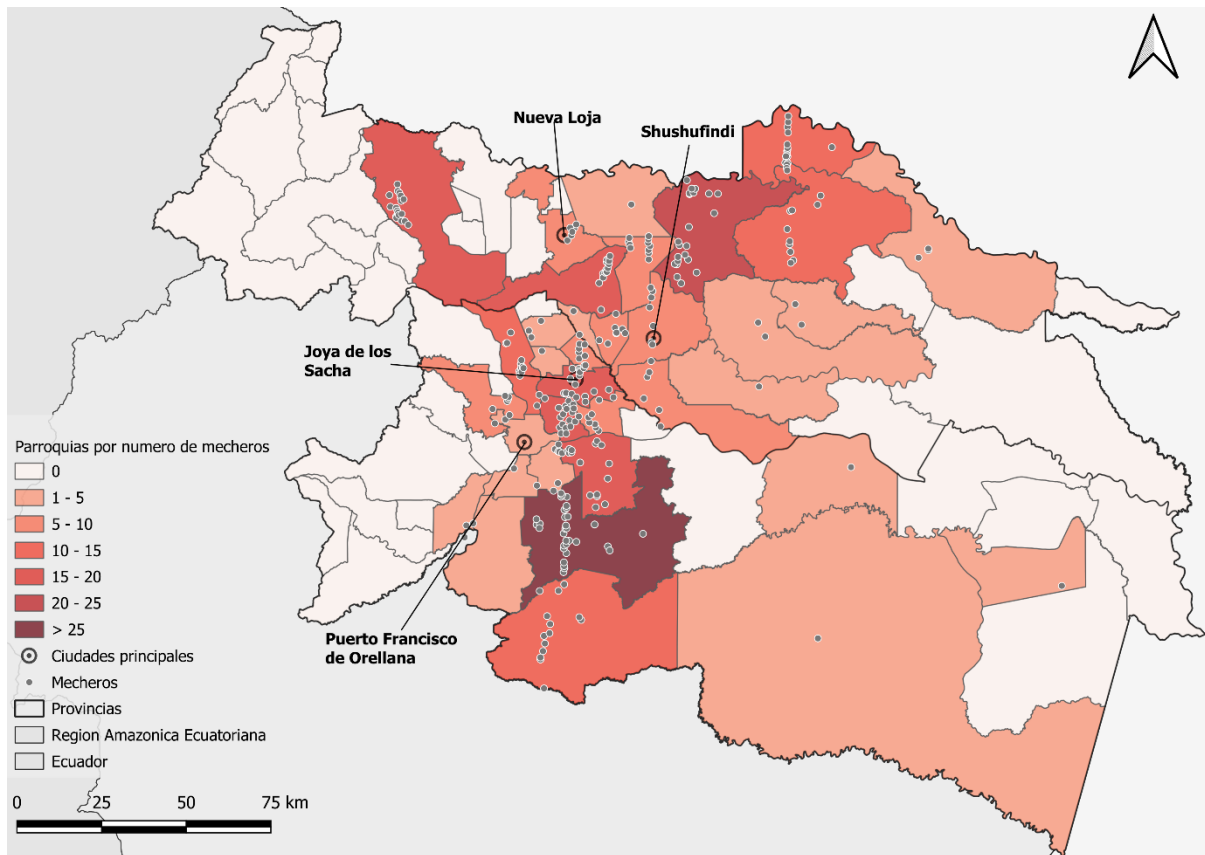
Los datos de la localización de los mecheros provienen de un trabajo realizado por Facchinelli et al [34]. Mediante un proceso participativo, organizaciones locales e investigadores mapearon y documentaron 295 lugares de quema de gas en toda la Amazonia, de los cuales 290 sitios (432 antorchas) corresponden a las provincias de Sucumbíos y Orellana (anexo 1). Los autores compararon la información obtenida con varios conjuntos de datos oficiales existentes, incluyendo: (a) los datos anuales producidos por el algoritmo “NOAA Nightfire” para 2019; (b) las detecciones diarias del 1 de enero de 2019 al 11 de mayo de 2020; y (c) los datos oficiales del Ministerio del Medio Ambiente de Ecuador (Imagen 1).

Imagen 1. Mechero quemando gas en las cercanías de una casa (Foto Miguel Knipper)



En todos los casos, los datos obtenidos registraron un número mayor de puntos de quema de gas que las demás bases de datos, constituyendo hasta hoy la fuente más actualizada y confiable de acceso abierto sobre la distribución de mecheros en la Amazonía. Los análisis espaciales se realizaron en QGIS v.3.34.14, contrastando la ubicación de los mecheros con el mapa parroquial proporcionado por el Instituto Geográfico Militar [34] (Figura 3).

Figura 3. Localización de los mecheros por parroquia en las provincias de Sucumbíos y Orellana



La población expuesta se definió como aquella viviendo en parroquias donde existía al menos un mechero activo. En total, 34 (52.3%) parroquias de un total de 65 en las dos provincias de estudio se consideraron expuestas a los mecheros de gas. La lista completa de parroquias por su exposición a los mecheros se encuentra en el anexo 2.

2.4. El análisis estadístico

En primer lugar, se calculó el número total de casos de cáncer por sexo, parroquia y periodo de estudio. Se establecieron dos periodos para asegurar un número suficiente de casos; 2010-2014 y 2015-2019. No se incluyeron periodos anteriores debido al cambio de nombre y la creación de nuevas parroquias, lo que dificultó el asignar de manera precisa el número de población, los casos de cáncer y la exposición a los mecheros a ciertas parroquias en periodos anteriores.

En segundo lugar, se estimaron las tasas de incidencia de todos los cánceres combinados según la exposición a los mecheros para cada sexo. Para calcular el denominador de las tasas, se utilizaron los datos poblacionales de cada parroquia, estratificados por sexo y por grupos de

edad cada 5 años, eligiendo la población en la mitad del periodo como el denominador. Estos datos se obtuvieron de proyecciones realizadas por el INEC a partir de censo nacional de 2010 [42].

En tercer lugar, se calcularon también las tasas estandarizadas por edad de todos los cánceres combinados según exposición a los mecheros y periodo utilizando el método de estandarización directo y utilizando la distribución de la población mundial de Segi [43] como referencia. Las tasas se dividieron por cinco (por los cinco años de cada periodo) para obtener la incidencia anual media.

Finalmente se estimaron los riesgos relativos (RR) y sus intervalos de confianza de 95% (IC 95%) para hombres y mujeres como razones de las tasas de incidencia ajustadas por la edad en las parroquias expuestas y no expuestas a los mecheros.

Estos dos últimos análisis se complementaron también con otra clasificación de la exposición dividiendo las parroquias expuestas en dos grupos, aquellas que tenían entre 1-5 mecheros y aquellas con más de 5 mecheros.

Los análisis se realizaron con el programa estadístico libre R.

3. RESULTADOS

La siguiente sección presenta una serie de cuadros y gráficos descriptivos de la relación entre exposición a los mecheros en las parroquias y el cáncer en las dos provincias amazónicas estudiadas.

3.1. Número de casos de cáncer

En total se registraron 1.561 casos (35,1% en hombres) de cáncer durante el periodo 2010-2019 en las dos provincias. La distribución de los casos por provincia, sexo y periodo se presenta en el Cuadro 1. Se observa un aumento de los casos diagnosticados en cada periodo, tanto en hombres como en mujeres.

Cuadro 1. Número de casos de cáncer por provincia, sexo y periodo

	2010-2014		2015-2019		Total
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
Sucumbíos	124	285	165	323	897
Orellana	108	147	126	206	587
Total	232	432	291	529	1484

Los casos de cáncer distribuidos por exposición de las parroquias a los mecheros de gas, por periodo y sexo se presentan en el Cuadro 2.

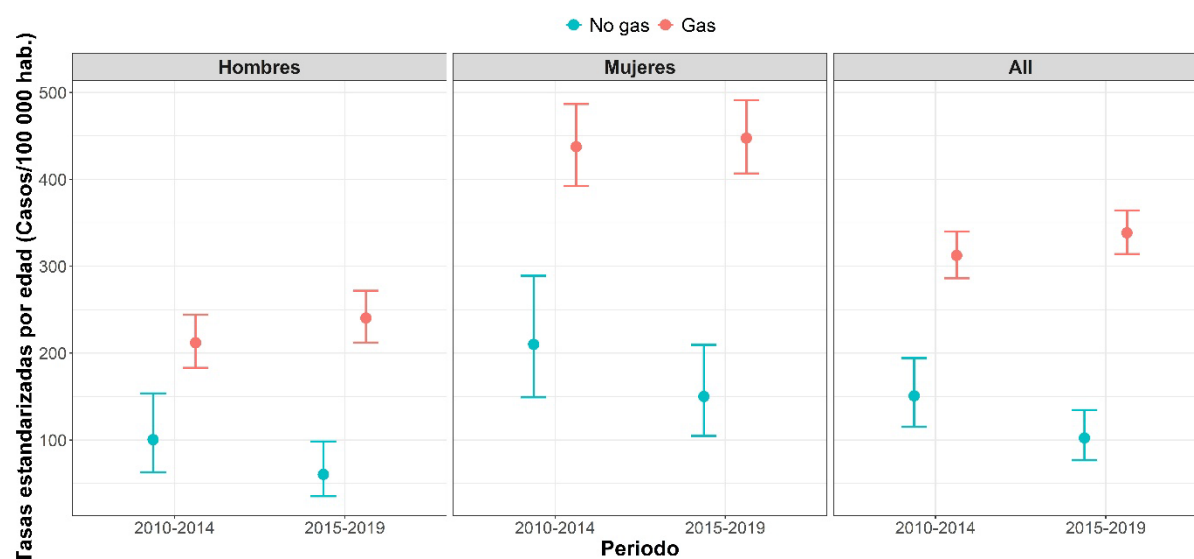
Cuadro 2. Número de casos de cáncer por exposición a los mecheros, según periodo y sexo

Parroquias	2010-2014		2015-2019		Total
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
Expuestas	209	390	273	491	1363
No expuestas	23	41	18	38	120
Total	232	431	291	529	1483

3.2. Relación mecheros – cáncer

En la Figura 4, se presentan las tasas de incidencia estandarizadas por edad en las parroquias expuestas y no expuestas a los mecheros de gas según el sexo. Tanto en hombres como en mujeres se observa una mayor incidencia de cáncer en ambos periodos en el grupo de parroquias expuestas a los mecheros.

Figura 4. Tasas estandarizadas por edad según sexo en parroquias con y sin mecheros de gas por periodos



La razón de tasas, es decir, el riesgo relativo entre parroquias expuestas y no expuestas a los mecheros, desagregado por sexo, se presenta en el Cuadro 3. En los hombres, el riesgo de cáncer fue un 111% más alto en el periodo 2010–2014 y un 298% más alto en el periodo 2015–2019 en las parroquias con mecheros. De forma similar, en el caso de las mujeres, la incidencia fue un 108% más alta en el periodo 2015–2019 y un 198% más alta en el periodo 2015-2019

en las parroquias expuestas a los mecheros, en comparación con las no expuestas. Todas estas diferencias en los riesgos fueron estadísticamente significativas.

Cuadro 3. Tasas estandarizadas y razón de tasas (en paréntesis sus intervalos de confianza al 95%) entre parroquias expuestas y no expuestas a los mecheros de gas por periodo y desagregado por sexo

	Hombres		Mujeres	
2010-2014	Tasas*	RT (IC 95%)	Tasas*	RT (IC 95%)
Sin mecheros	100,3	1	210,0	1
Con mecheros	211,8	2,11 (1,67 - 2,55)	437,5	2,08 (1,75 - 2,41)
2015-2019	Tasas*	RT (IC 95%)	Tasas*	RT (IC 95%)
Sin mecheros	60,5	1	150,0	1
Con mecheros	240,5	3,98 (3,49 - 4,46)	447,2	2,98 (2,64 - 3,32)

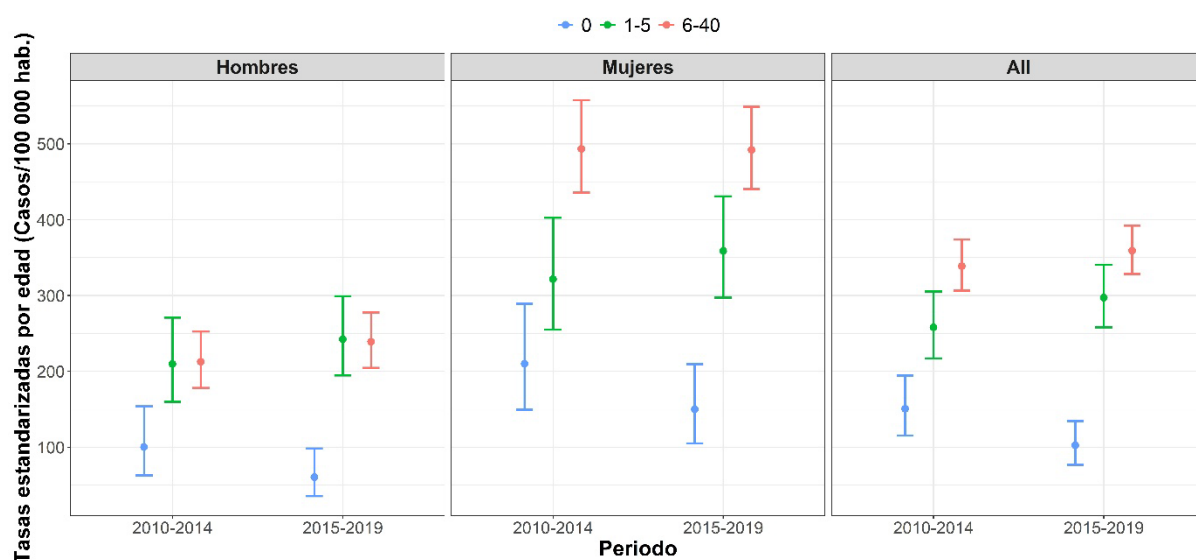
*Tasas estandarizadas por edad x100.000 habitantes

A continuación, se presentan los resultados de los análisis considerando el número de mecheros en cada parroquia. Como se indicó en la sección de análisis, las parroquias se clasificaron en tres grupos, sin mecheros, con 1-5 mecheros y con más de 5 mecheros.

En la Figura 5, se presentan las tasas de incidencia estandarizadas por edad en las parroquias expuestas, clasificadas en dos niveles de exposición, y no expuestas a los mecheros de gas según el sexo. Tanto en hombres como en mujeres se observa una mayor tasa de incidencia del cáncer en ambos periodos en el grupo de parroquias expuestas a los mecheros. Sin embargo, mientras que en el caso de los hombres las tasas de incidencia del cáncer son similares según el nivel de exposición, en las mujeres, la incidencia aumentó conforme se incrementa el número de mecheros en la parroquia.

La razón de tasas entre parroquias expuestas y no expuestas a los mecheros, desagregado por sexo, se presenta en el Cuadro 4. En los hombres, el riesgo de cáncer fue alrededor de un 100% más alto en ambos niveles de exposición durante el periodo 2010–2014 y de un 300% más alto en el periodo 2015-2019 en las parroquias con mecheros de gas. En el caso de las mujeres, se observó un incremento gradual del riesgo conforme la densidad de mecheros era mayor. En el periodo 2010-2014, la incidencia fue un 53% mayor en parroquias con 1-5 mecheros y un 135% mayor en parroquias con más de 5 mecheros. En el periodo 2015–2019, los riesgos aumentaron a 139% en parroquias con 1-5 mecheros y 228% en aquellas con más de 5 mecheros, en comparación con las parroquias no expuestas. Todas las diferencias en los riesgos fueron también estadísticamente significativas.

Figura 5. Tasas estandarizadas por edad según sexo en parroquias con y sin mecheros de gas por periodos. Las parroquias con mecheros se han dividido en dos grupos: 1-5 mecheros y más de 5.



Cuadro 4. Tasas estandarizadas y razón de tasas (en paréntesis sus intervalos de confianza al 95%) entre parroquias expuestas (dos niveles de exposición) y no expuestas a los mecheros de gas por periodo y desagregado por sexo

Periodo	Hombres		Mujeres	
	Tasas*	RT (IC 95%)	Tasas*	RT (IC 95%)
2010-2014				
Sin mecheros	100,3	1	210,0	1
Con 1-5 mecheros	209,7	2,09 (1,60 - 2,58)	321,7	1,53 (1,15 - 1,91)
Con más de 5 mecheros	212,6	2,12 (1,67 - 2,57)	493,4	2,35 (2,01 - 2,69)
2015-2019				
Sin mecheros	60,5	1	150,0	1
Con 1-5 mecheros	242,5	4,01 (3,50 - 4,52)	359,0	2,39 (2,02 - 2,77)
Con más de 5 mecheros	239,0	3,95 (3,46 - 4,44)	492,1	3,28 (2,94 - 3,62)

*Tasas estandarizadas por edad x100.000 habitantes

DISCUSION

Este estudio muestra que la incidencia de cáncer en las provincias amazónicas de Sucumbíos y Orellana es significativamente mayor en las parroquias expuestas a la contaminación de los mecheros de gas, en comparación con las no expuestas. Tanto en hombres como en mujeres, las tasas estandarizadas y los riesgos relativos fueron consistentemente más altos, con una relación dosis-respuesta más marcada en mujeres, donde la presencia de un mayor número de mecheros se asoció con un aumento progresivo del riesgo de cáncer.

Aunque, como señalamos en la introducción, existen numerosos estudios que evidencian distintos impactos de la quema de gas en la salud de las poblaciones cercanas, hasta donde sabemos este es el primer trabajo que documenta de manera clara su asociación con un mayor riesgo de cáncer en la población amazónica ecuatoriana.

Aunque la literatura sobre la relación entre la contaminación del aire y el cáncer es amplia [44], rara vez se ha analizado específicamente en el contexto de la quema de gas vinculada a la explotación petrolera como fuente de exposición. Además, se carece de estudios en el contexto amazónico, donde los sistemas ecológicos y sociales, por sus peculiares conformaciones, podrían mostrar mayores vulnerabilidades [34].

En este sentido, los hallazgos de este estudio muestran no solo una coherencia con tendencias observadas a nivel global [44], sino también un aporte original al evidenciar una fuerte asociación y un gradiente dosis-respuesta entre exposición a la quema de gas y el cáncer, particularmente en mujeres, lo que fortalece la plausibilidad biológica y la relevancia epidemiológica de los resultados.

Además, la consistencia de estos hallazgos con la literatura ambiental y toxicológica [45], que ha demostrado que los mecheros emiten hidrocarburos aromáticos policíclicos, benceno y partículas finas, todos agentes carcinógenos [8-11], aporta un sustento mecanístico sólido para la interpretación de estos resultados. Este respaldo mecanístico subraya la importancia de considerar la quema de gas como un factor de riesgo ambiental relevante para la incidencia de cáncer en la región amazónica.

En conjunto, los hallazgos del estudio destacan la necesidad de estrategias de mitigación ambiental que reduzcan la exposición de las comunidades locales a los mecheros de gas, así como de una vigilancia epidemiológica continua, especialmente en zonas con alta densidad de mecheros, para proteger la salud de las poblaciones vulnerables.

Consideraciones metodológicas

Este estudio presenta fortalezas y limitaciones que deben ser consideradas. Entre las fortalezas, destaca el uso del Registro Nacional de Tumores de Quito, con cobertura y validación reconocidas internacionalmente, lo que otorga robustez a las estimaciones de incidencia. Asimismo, la estrategia de análisis incluyó el cálculo de tasas estandarizadas por edad y la comparación entre parroquias expuestas y no expuestas, reduciendo sesgos por estructura poblacional.

Como en cualquier estudio epidemiológico, existen, sin embargo, ciertos aspectos metodológicos sobre los que se debe reflexionar. La ausencia de un registro oncológico en la

región amazónica puede implicar un subregistro diferencial dado que muchos pacientes pudieron no haber salido a Quito a ser diagnosticados. Este hecho podría haber afectado con mayor intensidad a las zonas remotas o con limitado acceso al transporte, lo que a su vez podría inducir un sesgo hacia la subestimación de la incidencia real.

Por otro lado, al ser un estudio ecológico, donde se reflejan características y exposiciones de grupo, y no individuales, los resultados deben interpretarse con cautela [46]. Si bien lo ideal habría sido trabajar con un diseño a nivel individual, el uso de unidades geográficas más pequeñas (parroquias), en contraste con estudios previos basados en cantones, ayuda a reducir este tipo de sesgo presente en estudios ecológicos.

No se dispuso de información individual sobre otros factores de riesgo de cáncer (como consumo de tabaco, dieta o antecedentes familiares), lo que limitó la capacidad de ajustar por variables de confusión relevantes. Sin embargo, es poco probable que estos se distribuyan de manera diferente en función de la proximidad a los mecheros.

Las tasas de cáncer se calcularon a partir del lugar de residencia en la parroquia al momento del diagnóstico, pero no se contó con datos sobre el tiempo de residencia. Dado que los periodos de latencia del cáncer suelen ser prolongados, contar con información sobre los movimientos migratorios y la duración de residencia habría sido de gran utilidad.

Asimismo, deben considerarse posibles errores en la estimación poblacional, que podrían sesgar los cálculos de riesgo. Podría haber ocurrido que las parroquias expuestas hayan experimentado un mayor crecimiento poblacional que las no expuestas, lo que llevaría a una subestimación de los denominadores. No obstante, las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística y Censos no sugieren que este haya sido el caso.

Además, la falta de información no permitió evaluar la exposición de manera longitudinal. Si bien existe información documentada sobre la contaminación generada por la quema de gas en las parroquias expuestas [4, 34], el periodo de exposición relevante para el desarrollo de cáncer podría remontarse una o dos décadas atrás. Sin embargo, la ausencia de datos históricos de libre acceso sobre la ubicación y los volúmenes de gas quemados por las distintas empresas dificulta la realización de análisis más precisos. No obstante, en todas las parroquias clasificadas como expuestas se ha registrado una intensa actividad petrolera, y por tanto de quema de gases, desde inicios de la década de los 70 [47, 48].

Otra posible explicación para un exceso de riesgo de cáncer en áreas cercanas a una fuente industrial es la influencia de factores ocupacionales más que ambientales. Sin embargo, aunque no se dispuso de datos individuales sobre ocupación, el hecho de que las mujeres en las

parroquias expuestas presenten una afectación similar o incluso mayor que la de los hombres descarta razonablemente esta hipótesis.

Finalmente, es importante considerar que las parroquias expuestas a la contaminación de los mecheros de gas también están afectadas por los contaminantes derivados de los constantes derrames de petróleo y aguas de formación, provocados por la misma actividad petrolera en la región [33, 49]. Esto genera un entorno de multi-exposición, lo que complica la atribución causal a una fuente específica.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

En resumen, la consistencia de los resultados, la magnitud de los riesgos relativos, la existencia de un gradiente de exposición y la evidencia sobre los mecanismos biológicos por los que algunos componentes químicos de la quema de gas podrían aumentar el riesgo de cáncer, refuerzan la validez interna del estudio y su concordancia con la evidencia internacional.

Los resultados de este estudio no solo confirman la relación entre la exposición a mecheros de gas y el exceso de cáncer en las provincias amazónicas de Sucumbíos y Orellana, sino que también ponen en evidencia un incumplimiento de las obligaciones estatales en materia de salud pública y justicia ambiental.

La sentencia de 2021, que ordena la eliminación progresiva de los mecheros, constituye un hito jurídico y político que debe ser respetado y acelerado en su implementación. La evidencia de impactos en la salud a escala parroquial cuestiona la estrategia propuesta por el Ministerio de Energía y Minas para cumplir parte de la sentencia: el cierre de los mecheros ubicados a menos de 100 metros de los centros poblados en un plazo de 18 meses [50].

Asimismo, mantener prácticas de quema de gas a cielo abierto contradice compromisos internacionales asumidos por el Ecuador, incluyendo los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 3: Salud y bienestar; ODS 7: Energía asequible y no contaminante; ODS 13: Acción por el clima) y los compromisos climáticos del Acuerdo de París. El hallazgo de un mayor riesgo de cáncer en parroquias expuestas a esta práctica refleja, además, una vulneración del principio de equidad en salud, consagrado en políticas públicas tanto nacionales como internacionales. Estos resultados resaltan la urgencia de abordar la exposición ambiental de forma integral y de priorizar medidas concretas para proteger a las poblaciones más vulnerables.

La evidencia científica presentada en este informe refuerza la urgencia de una acción gubernamental firme, enfocada en:

- i) la creación de un sistema de vigilancia epidemiológica en la región amazónica que permita monitorear la incidencia y mortalidad por cáncer;
- ii) la implementación de un centro oncológico amazónico con capacidad para llevar a cabo programas de prevención, detección temprana, diagnóstico preciso y tratamiento integral del cáncer, incluyendo cirugía y radioterapia;
- iii) el cierre total de los mecheros de gas con el fin de eliminar la exposición de la población amazónica a compuestos cancerígenos.

En un futuro inmediato, sería recomendable desarrollar:

- i) estudios epidemiológicos que analicen el papel de la proximidad a los mecheros y su impacto en diversos indicadores de salud;
- ii) investigaciones epidemiológicas a nivel individual sobre la exposición a gases y su relación con el cáncer;
- iii) estudios poblacionales que exploren otras posibles asociaciones entre la exposición a los químicos liberados por la quema de gas y eventos reproductivos, anemia u otros problemas respiratorios.

REFERENCIAS

1. Jordán BJ, Gaibor JS. Análisis ético de la contaminación ambiental en las petroleras del Ecuador. *Rev Obs Cienc Soc Iberoam*. 2022 Feb 8;3(3):215-25.
2. Coronel-Piloso JE, Baldeon-Navarrete ME, Zambrano-Burgos M. Contaminación por petróleo en Ecuador: Responsabilidad civil y penal frente a daños ambientales. *Verdad Derecho Rev Cienc Juríd Soc*. 2025 Jan 14;4(1):1-2.
3. Varea A, Ortiz P. *Marea negra en la Amazonía: conflictos socioambientales vinculados a la actividad petrolera en el Ecuador*. Quito: Editorial Abya Yala; 1995.
4. Codato D, Peroni F, De Marchi M. The multiple injustice of fossil fuel territories in the Ecuadorian Amazon: Oil development, urban growth, and climate justice perspectives. *Landsc Urb Plan*. 2024 Jan 1;241:104899.
5. San Sebastián M, Fonseca Rodriguez O, Castel Feced S, Tarupi W. *Cáncer en las provincias de Sucumbíos y Orellana (1990-2019)*. Coca (Ecuador): Instituto de Epidemiología y Salud Comunitaria Manuel Amunárriz; 2024 Disponible en: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1961316/FULLTEXT02.pdf>
6. World Bank. *Global gas flaring tracker report 2025*. Washington, DC: World Bank; 2025. Disponible en: <https://www.worldbank.org/en/programs/gasflaringreduction/publication/2025-global-gas-flaring-tracker-report>
7. Institute for Global Sustainability, University of Boston. *Global natural gas flaring, 2012–2023*. Boston (MA): University of Boston; 2023. Disponible en: <https://visualizingenergy.org/natural-gas-flares/>
8. Fawole OG, Cai XM, MacKenzie AR. Gas flaring and resultant air pollution: a review focusing on black carbon. *Environ Pollut*. 2016 Sep 1;216:182-97.
9. Emam EA. Gas flaring in industry: an overview. *Pet Coal*. 2015 Nov 1;57(5):532-55.
10. Gervet B. *Gas flaring emission contributes to global warming*. Luleå (Sweden): Luleå University of Technology, Renewable Energy Research Group; 2007.
11. Ogwu CE, Oluwaferanmi FM, Johnson AI. Impact of gas flaring on climate change. *GSI*. 2021;9(5):112-20.
12. Ko JY, Day JW. A review of ecological impacts of oil and gas development on coastal ecosystems in the Mississippi Delta. *Ocean Coast Manag*. 2004;47(11-12):597-623.
13. Ismail OS, Umukoro GE. Global impact of gas flaring. *Energy Power Eng*. 2012;4(4):290-302.

14. Soltanieh M, Zohrabian A, Gholipour MJ, Kalnay E. A review of global gas flaring and venting and impact on the environment: case study of Iran. *Int J Greenh Gas Control*. 2016;49:488-509.
15. Seiyaboh EI, Izah SC. Impacts of gas flaring on vegetation and water resources in the Niger Delta region of Nigeria: a review. *Int J Econ Energy Environ*. 2017;2(4):48-55.
16. Olaleye SA, Isibor PO, Agbontaen DO, Imoobe TO, Kayode-Edwards II. Impacts of oil and gas exploration. In: *Arctic marine ecotoxicology: climate change, pollutants, and their far-reaching effects*. Cham: Springer Nature Switzerland; 2024. p. 195-209.
17. Okoro EE, Adeleye BN, Okoye LU, Maxwell O. Gas flaring, ineffective utilization of energy resource and associated economic impact in Nigeria: evidence from ARDL and Bayer-Hanck cointegration techniques. *Energy Policy*. 2021;153:112260.
18. Omobolanle OC, Ikiensikimama SS. Gas flaring: technicalities, challenges, and the economic potentials. *Environ Sci Pollut Res*. 2024;31(28):40838-50.
19. Climate & Clean Air Coalition. Gas flaring has dangerous side effects but these mitigation opportunities could be a win for everyone. Paris: CCAC; 2020. Disponible en: <https://www.ccacoalition.org/en/news/gas-flaring-has-dangerous-side-effects-these-mitigation-opportunities-could-be-win-everyone>
20. Izarali MR. Human rights and state-corporate crimes in the practice of gas flaring in the Niger Delta, Nigeria. *Crit Criminol*. 2016 Sep;24(3):391-412.
21. Facchinelli F, Crescini E, Della Fera G, De Marchi M. The Apaguen los Mecheros campaign: supporting climate justice in the Amazonian cities of Ecuador by estimating the health risks of gas flaring. *Landsc Urban Plan*. 2023;240:104898.
22. Grote KM. Indigenous peoples and the power(lessness) of public participation: assessing effects of Indigenous community input in the Alaskan Coastal Plain oil and gas leasing program environmental impact statement. *Environ Sci Policy*. 2024;158:103787.
23. Buzcu-Guven B, Harriss R. Extent, impacts and remedies of global gas flaring and venting. *Carbon Manag*. 2012 Feb 1;3(1):95-108.
24. Motte J, Alvarenga RA, Thybaut JW, Dewulf J. Quantification of the global and regional impacts of gas flaring on human health via spatial differentiation. *Environ Pollut*. 2021 Dec 15;291:118213.
25. Buonocore JJ, Reka S, Yang D, Chang C, Roy A, Thompson T, et al. Air pollution and health impacts of oil and gas production in the United States. *Environ Res Health*. 2023 May 8;1(2):021006.

26. Cushing LJ, Vavra MK, Chau K, Franklin M, Johnston JE. Flaring from unconventional oil and gas development and birth outcomes in the Eagle Ford Shale in South Texas. *Environ Health Perspect.* 2020;128(7):077003.
27. Blundell W, Kokoza A. Natural gas flaring, respiratory health, and distributional effects. *J Public Econ.* 2022 Apr 1;208:104601.
28. Nwosisi M, Oguntoke O, Taiwo A, Agbozu I, Noragbon E. Spatial patterns of gas flaring stations and the risk to the respiratory and dermal health of residents of the Niger Delta, Nigeria. *Sci Afr.* 2021;12:e00762.
29. Perri T, Weli VE, Poronakie B, Bodo T. Distribution of respiratory tract infectious diseases in relation to particulate matter (PM2.5) concentration in selected urban centres in Niger Delta region of Nigeria. *J Geogr Res.* 2022;5(1):1-11.
30. Adienbo O, Nwafor A. Effect of prolonged exposure to gas flaring on some haematological parameters of humans in the Niger Delta region of Nigeria. *J Appl Sci Environ Manag.* 2010;14(1):13-5.
31. Oghenetega OB, Ana GR, Okunlola MA, Ojengbede OA. Oil spills, gas flaring and adverse pregnancy outcomes: a systematic review. *Open J Obstet Gynecol.* 2019 Dec 25;10(1):187-99.
32. Clínica Ambiental. Informe mecheros en Ecuador. Quito: Clínica Ambiental; 2019 Jul 11. Disponible en: <https://www.clinicambiental.org/informe-mecheros-en-ecuador/>
33. Durango-Cordero J, Saqalli M, Parra R, Elger A. Spatial inventory of selected atmospheric emissions from oil industry in Ecuadorian Amazon: insights from comparisons among satellite and institutional datasets. *Saf Sci.* 2019;120:107-16.
34. Facchinelli F, Pappalardo SE, Della Fera G, Crescini E, Codato D, et al. Extreme citizen science for climate justice: linking pixel to people for mapping gas flaring in Amazon Rainforest. *Environ Res Lett.* 2022;17:024003.
35. UDAPT. Caso Mecheros. Quito: UDAPT; 2020. Disponible en: <https://udapt.org/caso-mecheros/>
36. Mongabay Latam. ‘Apaguen los mecheros’: niñas acuden a la justicia para frenar la quema de gas en la Amazonía de Ecuador. Lima: Mongabay Latam; 2020 Oct 10. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2020/10/quema-de-gas-ninas-demandan-por-mecheros-en-laamazonia-ecuador/>
37. Universo, 2021. Histórica sentencia para apagar mecheros de Amazonía ya fue notificada; demandantes analizan próximos pasos. Disponible en:

www.eluniverso.com/noticias/economia/sentencia-escrita-para-apagar-mecheros-establece-eliminar-varios-en-18-meses-nota/

38. El País, 2024. “¡Qué les pasa!”: el grito de las niñas amazónicas al Estado ecuatoriano. Disponible en: <https://elpais.com/america-futura/2024-03-27/que-les-pasa-el-grito-de-las-ninas-amazonicas-al-estado-ecuatoriano.html>
39. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo de Población y Vivienda 2022. <https://www.censoecuador.gob.ec/data-censo-ecuador/>
40. Cueva P, Yépez J. Epidemiología del cáncer en Quito 2006-2010. Quito: SOLCA; 2014. Disponible en: <http://biblioteca.solcaquito.org.ec:9997/entities/publication/54a112d9-f936-4221-830e-3221f81ade64>.
41. Piñeros M, Abriata MG, de Vries E, Barrios E, Bravo LE, Cueva P, et al. Progress, challenges and ways forward supporting cancer surveillance in Latin America. *Int J Cancer*. 2021 Jul 1;149(1):12-20.
42. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo de Población y Vivienda 2010. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales-2010-2020/>
43. Segi M, Nippon TK, Tohoku DI. Cancer mortality for selected sites in 24 countries (1950-57). Department of Public Health Tohoku University School of Medicine; 1960.
44. Turner MC, Andersen ZJ, Baccarelli A, Diver WR, Gapstur SM, Pope III CA, et al. Outdoor air pollution and cancer: An overview of the current evidence and public health recommendations. *CA: Cancer J Clin*. 2020 Nov;70(6):460-79.
45. Lewtas J. Air pollution combustion emissions: characterization of causative agents and mechanisms associated with cancer, reproductive, and cardiovascular effects. *Mutat Res Rev Mutat Res*. 2007 Nov 1;636(1-3):95-133.
46. Dos Santos Silva I. Cancer epidemiology: principles and methods. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, 1999.
47. Kimerling J. Amazon crude. New York: Brickfront Graphics Inc, 1991.
48. Jochnick C, Normand R, Zaidi S. Rights violations in the Ecuadorian Amazon: the human consequences of oil development. *Health Hum Rights*. 1994;1:82-100.
49. Rivera-Parra JL, Vizcarra C, Mora K, Mayorga H, Dueñas JC. Spatial distribution of oil spills in the north eastern Ecuadorian Amazon: A comprehensive review of possible threats. *Biol Conserv*. 2020 Dec 1;252:108820.
50. Sentencia de la Corte Provincial de Sucumbíos. Juicio No: 21201202000170, Segunda instancia, número de ingreso 1. 2021.

ANEXO 1

Cuadro A1.1. Sitios de quema de gas identificados en la Region Amazonica Ecuatoriana (RAE) durante la campaña de mapeo participativo. El número de sitios está dividido por provincias [34]

	Lugares de quema de gas	Mecheros	Mecheros activos
RAE	295	437	280
Sucumbios	135	204	115
Orellana	155	228	162
Napo	2	2	2
Pastaza	3	3	1

ANEXO 2

Cuadro A2.1. Lista de parroquias expuestas y no-expuestas a la contaminación por los mecheros de gas. En paréntesis el número de mecheros

Parroquias expuestas	Parroquias no expuestas
PROVINCIA DE SUCUMBIOS	
Nueva Loja (6)	Cuyabeno
Dureno (10)	Lumbaqui
General Farfán (2)	El Reventador
Tarapoa (2)	Gonzalo Pizarro
Puerto el Carmen (3)	Puerto Libre
Palma Roja (14)	Puerto Rodriguez
Santa Elena (15)	Pañacocha
Shushufindi (7)	La Bonita
Limoncocha (6)	El Playón de San Francisco
San Roque (1)	La Sofía
San Pedro de los Cofanes (2)	Rosa Florida
Siete de Julio (8)	Santa Bárbara
El Dorado (20)	Santa Rosa de Sucumbíos
El Eno (16)	Sevilla
Pacayacu (23)	Jambelí
Aguas Negras (2)	Santa Cecilia
	Puerto Bolivar
PROVINCIA DE ORELLANA	
Puerto Francisco de Orellana (1)	Nuevo Rocafuerte
Dayuma (33)	Capitán Augusto Ribadeneyra
Taracoa (18)	Santa María de Huiririma
Cononaco (1)	Yasuní
La Joya de los Sachas (19)	Pompeya
Enokanki (9)	Alejandro Labaka
San Carlos (19)	San José de Guayusa
San Sebastián del Coca (13)	San Luis de Armenia
El Dorado (5)	Rumipamba

El Edén (1)	Loreto
García Moreno (2)	San José de Payamino
Inés Arango (13)	Ávila
La Belleza (1)	San José de Dahuano
Nuevo Paraíso (7)	San Vicente de Huaticocha
Lago San Pedro (1)	
Tres de noviembre (3)	
Unión Milagreña (9)	
Puerto Murialdo (1)	