

Inequidad socioespacial

para hospitalizaciones asociadas al contaminante material particulado en niños residentes en Santiago de Chile

Sociospatial inequity for hospital admissions associated to the pollutant particulate matter in resident children in Santiago de Chile

Manuel Fuenzalida

Universidad Alberto Hurtado,
Departamento de Geografía. Santiago de Chile, Chile
mfuenzal@uahurtado.cl

Víctor Cobs

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,
Instituto de Geografía. Valparaíso, Chile
vcobs@labtys.cl

Minerva Miranda

Universidad Alberto Hurtado,
Departamento de Geografía. Santiago de Chile, Chile
mmiranda@labtys.cl

Resumen

El objetivo es evaluar el comportamiento de las inequidades presentes en el daño en salud por efectos de exposición a material particulado de 10 micras. Se trata de un estudio ecológico longitudinal, no experimental, que utiliza los registros oficiales de hospitalizaciones de niños menores de 5 años. La identificación de grupos socioeconómicos (GSE) se obtiene utilizando categorías de beneficiarios del sistema de salud. La presencia y magnitud de las inequidades en salud se calculan a partir de tasas de hospitalizaciones (TH), riesgo relativo (RR), la gradiente de desigualdad (m) y un diagrama de dispersión normalizada entre m y el valor total de TH. Los resultados muestran inequidad en los efectos de la contaminación en la salud de los residentes en diferentes municipios de la ciudad de Santiago de Chile. El riesgo de enfermar y requerir cuidados hospitalarios, aumenta a medida que disminuye el GSE.

Palabras clave: exposición; inequidades en salud; material particulado; geografía de la salud.

Abstract

The objective is to evaluate the behavior of inequities present in health damage due to effects of exposure to particulate matter of 10 microns. It is a non-experimental longitudinal ecological study using records of hospitalizations of under 5-year-old children. The identification of socio-economic groups (GSE) is obtained by using categories of beneficiaries of the health system. The presence and magnitude of health inequities are calculated by means of rates of hospitalization (RH), relative risk (RR), gradient of inequality (m) and a normalized scatter plot between m and the total value of RH. The results show inequity in the effects of pollution on the health of residents in different municipalities of the city of Santiago de Chile. The risk of becoming ill and requiring hospital care increases with decreasing the GSE.

Key words: exposure, health inequalities, particulate matter, geography of health.

1. Introducción

Desde la década de 1970, un volumen considerable de evidencia ha demostrado que los grupos socialmente desfavorecidos a menudo están expuestos a entornos físicos que son potencialmente perjudiciales para la salud (Richardson *et al.*, 2013). Se ha observado de igual forma, que muchos efectos en salud varían geográficamente y, en particular, que las comunidades socialmente más desfavorecidas presentan niveles inferiores en la calidad de su salud, en comparación con los niveles que presentan el segmento socioeconómico más favorecido; inequidad que se está ampliando en muchos países (Pearce y Kingham, 2008).

El propósito de la investigación es dilucidar si las hospitalizaciones a causa de la contaminación por material particulado de 10 micras (MP_{10}) presentan evidencia de efectos desiguales en morbilidad de la población residente en el Área Metropolitana de Santiago de Chile. Si esto ocurre, la valoración de inequidad en salud será el resultado de constatar que los grupos desfavorecidos económicamente, soportan tasas más elevadas de hospitalizaciones en comparación con el grupo de mayores ingresos.

Según señala Aschan-Leygonie *et al.* (2013), existen diferentes formas epistemológicas de estudiar la relación entre la salud y el territorio; una de ellas consiste en observar el nivel individual con el fin de evaluar en qué medida las características sociales, económicas y ecológicas de un lugar influyen en la salud de sus residentes y, un segundo enfoque se centra en las desigualdades de salud entre los diferentes lugares y los patrones espaciales resultantes, siendo el objetivo identificar

las relaciones entre los patrones de salud y la estructura espacial de las diferentes características sociales, económicas y ambientales. Para efectos de este estudio, se utilizará este segundo enfoque.

Los resultados de numerosas investigaciones sugieren que el nivel socioeconómico es uno de los principales factores determinantes del estado de salud y disparidades de salud entre los diferentes grupos sociales y étnicos y, puede servir como un indicador de salud que tiene un valor predictivo en la evaluación epidemiológica espacial (Philips *et al.*, 2011). De manera general, las evidencias apuntan a un fuerte gradiente social en el ámbito de la salud de la población, invariablemente desfavorable para grupos socialmente menos privilegiados (Landmann *et al.*, 2002).

En esta línea argumental, Marmot y Wilkinson (2001) ponen en valor dos formas en que los ingresos podrían estar causalmente relacionados con la salud: **a)** a través de un efecto directo sobre las condiciones materiales necesarias para la supervivencia biológica, y **b)** a través de un efecto sobre la participación social y la oportunidad de controlar las circunstancias de la vida (Hu *et al.*, 2008).

En el plano de la contaminación atmosférica, conviene señalar que el material particulado, y en especial la fracción respirable (MP_{10}), ha sido relacionado con una serie de efectos adversos sobre la salud en diversos estudios epidemiológicos, incluyendo: mortalidad, hospitalizaciones por enfermedades respiratorias de las vías inferiores para niños, ataques de asma y enfermedades crónicas. En varios estudios se obtienen relaciones estadísticamente significativas usando distintas medidas de material particulado (Mehta *et al.*, 2013).

2. Materiales y método

Se trata de un estudio ecológico longitudinal, no experimental. Como fuente principal de datos, se consideran los formularios de hospitalizaciones recopilados oficialmente en el informe estadístico de egreso hospitalario (IEEH).

A efectos de desestimar comportamientos puntuales y/o estacionales en las hospitalizaciones asociadas a contaminación (e.g. condiciones meteorológicas adversas, disponibilidad de camas, estaciones del año), se considera un periodo quinquenal para este estudio comprendido entre los años 2005-2009.

2.1 Área de estudio

El Área Metropolitana de Santiago de Chile (AMS) se ubica en la región Metropolitana, zona centro del país, compuesta por 34 unidades administrativas distribuidas a una altitud que va de los 400 a 900 msnm, siendo esta una zona altamente contaminada, con al menos 5 millones de personas que están expuestas a una concentración promedio anual de MP_{10} superior al límite establecido en la norma chilena (50 ug/m^3) y norma OMS (20 ug/m^3). Los registros consultados para la serie de tiempo trabajada, extraídos del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA), indican la siguiente concentración promedio anual: 2005: 66 ug/m^3 ; 2006: 72 ug/m^3 ; 2007: 69 ug/m^3 ; 2008: 67 ug/m^3 y, 2009: 66 ug/m^3 .

Nicod e Iizuka (2000) para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), señalan que la ubicación geográfica del AMS en su contexto de cuenca, sumada a diferentes factores meteorológicos, constituye una de las características más importantes para explicar el deterioro de la calidad del aire de la misma. La presencia de un con-

Por lo tanto, es de gran importancia lograr cuantificar el riesgo al cual los diferentes grupos socioeconómicos se ven potencialmente enfrentados. De esta forma es posible encontrar diferentes aportaciones científicas que potencian el uso del riesgo relativo (RR) y riesgo atribuible (RA) en sus investigaciones; prueba de ello es Nilunger *et al.* (2004), quienes establecen un parámetro de cuantificación para la 'Evaluación de Impacto en Salud' en Quebec, Canadá, mediante el análisis de la influencia de los diferentes riesgos relativos sobre la carga de la enfermedad para diversos grupos socioeconómicos.

En el caso chileno, Hertel-Fernandez *et al.* (2007) calcula tasas de mortalidad infantil anual y riesgo relativo mediante la educación de la madre y de la situación laboral para cada causa y edad de fallecimiento. Esto con el fin de medir las desigualdades socioeconómicas y el riesgo atribuible en mortalidad infantil a nivel nacional y regional en Chile entre 1990-2005, y proponer nuevas metas de política.

Dada las anteriores premisas, el presente trabajo busca ampliar el conocimiento sobre el comportamiento de las inequidades presentes en el estado de salud (daño) por efectos de la exposición a contaminación del aire, el cual es un factor determinante ambiental ampliamente reconocido de la salud, especialmente entre las poblaciones urbanas (Rodríguez *et al.*, 2012).

junto importante de cerros a su alrededor constituye un factor que limita la ventilación de la ciudad y también de la evacuación de los contaminantes que se producen en ella. A esto se suman otros factores como la velocidad y dirección de los vientos (circulación horizontal), así como la existencia de limitaciones a la dispersión vertical por efecto de inversión térmica que también dificultan la dispersión de los contaminantes. Cabe destacar que el área presenta, además, marcadas diferencias de temperatura entre las diversas estaciones del año (Román *et al.*, 2009).

De acuerdo a esto, la evidencia científica señala que las dinámicas de los contaminantes emitidos durante el día en las zonas central y surponiente del área de estudio son transportados hacia el sector nororiental, mientras que en la noche el flujo se invierte, descendiendo aire más limpio desde la precordillera de los Andes (zona este del AMS), llevando el aire contaminado hacia la zona céntrica y poniente de la ciudad.

Por otro lado, el fenómeno de dispersión vertical de contaminantes se realiza usualmente en una capa comprendida entre la superficie y una altura determinada por factores termodinámicos, en este caso, la altura donde se produce la mezcla presenta grandes variaciones según los meses del año, pudiendo bajar hasta 300 m., en invierno y subir a 1.000 m. en verano, altura que está afectada por el efecto de inversión térmica (Nicod e Iizuka, 2000).

2.2 Datos de hospitalizaciones

Para el análisis del daño en salud utilizamos los datos de hospitalizaciones ocurridas en Chile durante el periodo 2005-2009, independiente del carácter público o priva-

do del prestador de la atención. Estos datos forman parte de las estadísticas oficiales del Ministerio de Salud de Chile.

Las variables de estudio seleccionadas son edad, diagnóstico, lugar de residencia (municipio), fecha y previsión de salud. Los diagnósticos de morbilidad identificados para este estudio conciernen a los que la literatura científica asocia a la contaminación del aire por MP₁₀ (Ministerio del Medio Ambiente, 2011), y que corresponden, según la Clasificación Internacional de Enfermedades en su décima revisión (CIE-10), a patologías cardiovasculares ataques al corazón (CIE-10 códigos I21-I22); disritmia (CIE-10 códigos I49.9); y enfermedades isquémicas del corazón (CIE-10 códigos I20; I23-I25) y, las respiratorias no infecciosas: neumonía (CIE-10 códigos J12-J18); bronquitis, enfisema y otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (CIE-10 códigos J40-J44); y asma (CIE-10 códigos J45-J46).

2.3 Población de estudio

Se trabaja con la población infantil menor de 5 años de edad, puesto que a lo largo de su vida han presentado menor movilidad territorial, lo que avala que los eventos de daños en la salud puedan ser imputados o tengan directa relación con los niveles de exposición a contaminación ambiental ocurridos en sus lugares de residencia. Siendo además, un grupo de población identificada de riesgo de morbimortalidad por estas causas, ya que son particularmente susceptibles a los efectos de la contaminación ambiental en la salud debido a que pasan más tiempo en espacios exteriores, tienen una mayor frecuencia respiratoria e inhalan un volumen mayor de aire en proporción con su peso corporal (Betts, 2011).

La identificación del nivel socioeconómico de la población de interés, se obtiene utilizando los datos de tipo de beneficiario de salud. Esto, considerando que en Chile opera un sistema diferenciado de acceso a la atención a salud, FONASA (Fondo Nacional de Salud, de naturaleza pública) o ISAPRE (Instituciones de Salud Previsional, de naturaleza privada), que responde al aporte de las cotizaciones a la seguridad social que realizan los trabajadores (7 % de la remuneración). El sector FONASA atiende a la mayoría de la población, especialmente a los segmentos más pobres y a adultos mayores; en tanto el sector ISAPRE a los más jóvenes, sanos y de mayores ingresos (Labra, 2002). Utilizamos esta categorización de los beneficiarios de salud para generar grupos de individuos, cuyos ingresos autónomos del hogar por concepto de remuneraciones están dentro de rangos predefinidos y excluyentes entre sí, y por lo tanto, asimilables a grupos socioeconómicos (GSE).

Oficialmente, los beneficiarios del sistema público se clasifican en 4 grupos dependiendo del nivel de ingreso imponible mensual de los asegurados, los cuales son medidos en pesos chilenos (CLP). Grupo A, carente de recursos; Grupo B, renta menor o igual a \$210.000 CLP (370 USD aproximadamente); Grupo C, renta mayor a \$210.001 CLP y menor o igual a \$306.600 CLP (542 USD aproximadamente); Grupo D, renta mayor a \$306.601 CLP. Los usuarios del sistema privado, no cuentan con clasificación según tramo de ingresos, pero al estudiar el comportamiento de las cotizaciones pagadas por el total de afiliados a ISAPRES

durante un mes estándar, el sueldo promedio es aproximado de \$1.099.000 CLP (1.978 USD aproximadamente).

Para obtener la población total por GSE, se utiliza la asignación porcentual de la participación de los beneficiarios según sistema de previsión, por cada tramo de ingreso y municipio (estadística anual realizada por FONASA) a la proyección de población menor de 6 años, obtenida por el método 'Taucher' de estimación de poblaciones menores, por grupos programáticos de edad.

Con fines de análisis, la clasificación de GSE se reagrupa en 4 categorías de interés, siendo éstas GSE 1= FONASA A + FONASA B; GSE 2= FONASA C; GSE 3= FONASA D; GSE 4= ISAPRE.

Identificar estos grupos permite evaluar presencia de inequidad en la magnitud del riesgo de enfermar y requerir cuidados hospitalarios.

2.4 Análisis de datos

Las fuentes de datos tratadas en la presente investigación cuentan con la ventaja de ser cifras totales de hospitalizaciones (H); es decir, el censo de los eventos en salud que requirieron tratamiento intrahospitalario para su recuperación. Esto permite identificar de manera directa el comportamiento del daño en salud presente en la población bajo estudio, lo que equivale a un 100 % de confiabilidad de los resultados obtenidos. Lo anterior permite disponer de un set de indicadores capaces de diagnosticar y evaluar la magnitud del riesgo que enfrenta la salud humana por causas de exposición a contaminantes ambientales.

La magnitud del riesgo en salud, según GSE, la evaluamos a través de 2 parámetros usados habitualmente en estudios de desigualdad: Tasa específica de hospitalización por cada 1.000 habitantes (TH), y el cálculo del Riesgo Relativo (RR) de los grupos de menores ingresos en comparación al de ingresos económicos más altos (GSE4).

Tasa de hospitalización por cada 1.000 habitantes (TH):

$$TH_i = \frac{H_{GSEi}}{P_{GSEi}} * 1000$$

Donde:

TH_i es la tasa específica de atenciones hospitalarias ocurridas en el periodo 2005-2009, en menores de 5 años de edad pertenecientes a las categorías GSE_i, con $i = 1..4$.

GSE_i : corresponde a la población menor de 5 años de edad que pertenece a uno de los 4 grupos de GSE ($i:1..4$)

H_{GSEi} : total de hospitalizaciones ocurridas a niños/as menor de 5 años de edad, en el GSE_i, con $i:1..4$.

P_{GSEi} : población total estimada al año 2007, según pertenecen a los grupos GSE_i, con $i:1..4$.

Riesgo relativo (RR):

$$RR_i = \frac{TH_i}{TH_4}$$

Donde

RR_i es la razón de tasas relativo o magnitud del riesgo de requerir una atención hospitalaria de los grupos socioeconómicos menos favorables (GSE_i con $i:1..3$) por sobre los de mejor posición socioeconómica (GSE₄).

TH_i es la tasa específica de atenciones hospitalarias ocurridas en el periodo 2005-2009, en menores de 5 años de edad

pertenecientes a las categorías GSE_i, con $i = 1..3$.

TH_4 es la tasa específica de atenciones hospitalarias ocurridas en el periodo 2005-2009, en menores de 5 años de edad pertenecientes a las categorías GSE₄.

El RR permite además cuantificar las diferencias en la magnitud encontrada, al tratar con el cociente de riesgos por GSE, lo que nos indica cuánto más probable es que ocurra una H en los 3 primeros grupos GSE frente al GSE 4 o de mayores ingresos. Si es igual a 1, no hay diferencias en los niveles de daño a la salud entre en los grupos. Por el contrario, si el riesgo en los grupos GSE 1 al GSE3 es mayor que 1 es una prueba que existe desigualdad en relación al GSE4.

Adicionalmente, cuantificamos los comportamientos de desigualdad en los daños en salud entre las TH por GSE a partir del concepto de gradiente de desigualdad, definido como el coeficiente angular de la regresión lineal entre TH y GSE, tendiendo en consideración el tamaño de cada grupo GSE. Esto permite explicar de manera más adecuada la relación existente entre las 2 variables.

El gradiente tiende a representar inequidad en la medida que el coeficiente m de la ecuación $y = mx + b$ sea más distante del valor cero (mayor grado de inclinación en la gráfica).

Para representar la distribución espacial de los datos se utilizarán mapas de cuantiles, con 5 intervalos, razón por la cual el análisis de resultados se referirá a quintiles (Qx). En este método cada clase del mapa tiene la misma cantidad de unidades espaciales, siendo Q1 más favorable y Q5 más desfavorable.

Finalmente, las potenciales asimetrías existentes dentro de las 34 unidades administrativas (UA), se visualizarán en un diagrama de dispersión estandarizado, dando lugar a cuatro combinaciones teóricas en la relación entre la inequidad (m) y el valor total de TH. El cuadrante superior derecho con valores altos en ambas variables se valorará como muy alta inequidad. El cuadrante superior izquierdo con bajos valores de TH y altos de m se valorará como alta inequidad. El cuadrante inferior derecho con valores altos de TH y bajos en m se valorará como moderada inequidad. Por último, el cuadrante inferior izquierdo que concentra unidades espaciales con bajos valores en ambas variables se valorará como baja inequidad.

3. Resultados

3.1 Hospitalizaciones

El **cuadro 1** muestra la distribución de los indicadores de desigualdad y de las magnitudes de daño en salud que afectan a los distintos grupos socioeconómicos (GSE) y la tasa total general para la población residente al interior de las 34 UA del AMS. Del conjunto de ellas, se pueden constatar varios hechos. Primero, la tasa específica de hospitalizaciones (TH) en el quinquenio 2005-2009 es desigual y tiende a concentrarse en un eje norte-sur, siendo en orden ascendente las UA de Conchalí (N), El Bosque (N), Recoleta (N), Renca (W), San Bernardo (S), La Pintana (N), San Ramón (N) los casos con más de 160 H por cada 1.000 niños. En contraposición, las UA situadas en la zona oriente correspondientes a Las Condes y Vitacura no superan las 60 H por cada 1.000 niños. La **figura 1 (1a)** muestra

la distribución territorial de la TH, la cual concentra en el sector N y S los Q4 y Q5 correspondiente al impacto más nocivo y en el sector E el Q1 que concierne a un impacto moderado.

Segundo, a excepción de Vitacura (E), todos los GSE más bajos presentan las TH más altas, lo que evidencia que existe desigualdad en ocurrencia de los casos entre los distintos grupos, situación que ostenta en las AU de San Bernardo (S), San Ramón (S), Quilicura (W) y Santiago (N) el mayor número de H para los grupos más desfavorecidos (GSE1), alcanzando éstos más de 250 H por cada 1.000 niños. En oposición, los grupos más favorecidos (GSE4), no superan las 80 H para el mismo periodo, siendo los territorios con mayor incidencia Lo Prado (S), Conchalí (N), La Cisterna (S) y Huechuraba (N).

Dado el comportamiento de las tasas específicas obtenidas para cada GSE dentro de los territorios, era esperable que las gradientes por comuna, se mostraran descendientes a medida que mejora la posición socioeconómica en la población. Los valores absolutos de los coeficientes de la pendiente (m), muestran que la gradiente tiende a mayor inequidad en Providencia (E), Lo Barnechea (E), Cerrillos (W), Quilicura (W), San Ramón (S) y Santiago (N), siendo mayor el impacto del GSE sobre el daño en la salud, por efectos de la exposición a contaminación ambiental. La **figura 1 (1b)** muestra la distribución territorial de la desigualdad entre grupos GSE, de la cual se desprende que la asimetría se reparte de forma aleatoria en los sectores del AMS, pero si se toman en cuenta los 3 últimos quintiles, se traza un arco de precariedad en la zona poniente que inicia en Quilicura (N), tiene su punto medio en Cerrillos (W) y finaliza en La Pintana (S).

Cuadro 1. Resumen de indicadores de desigualdad y magnitudes de daño en salud, según grupo socioeconómico por Unidad Administrativa del Área Metropolitana de Santiago de Chile. Periodo 2005-2009

Fuente: elaboración propia

Zona	UA	GES 1	GES 2	GES 3	GES 4	Total	Gradiente	m	R2
N	Conchalí	191,58	125,68	96,30	72,93	160,51	$y = -38,532x + 217,95$	38,532	R2 = 0,94
N	Estación Central	223,59	119,44	97,26	50,90	158,32	$y = -54,024x + 257,86$	54,024	R2 = 0,91
N	Huechuraba	236,01	113,64	96,86	77,82	157,01	$y = -49,136x + 253,92$	49,136	R2 = 0,79
N	Independencia	183,86	149,85	119,05	59,90	146,98	$Y = -40,269x + 228,84$	40,269	R2 = 0,98
N	Quinta Normal	187,09	94,04	78,47	60,50	135,11	$y = -39,532x + 203,86$	39,532	R2 = 0,82
N	Recoleta	225,69	128,25	99,02	55,82	164,08	$y = -53,884x + 261,9$	53,884	R2 = 0,93
N	Santiago	326,22	212,94	159,64	39,44	122,15	$y = -91,362x + 412,96$	91,362	R2 = 0,98
S	El Bosque	222,48	95,37	74,11	42,36	161,97	$y = -56,161x + 248,99$	56,161	R2 = 0,84
S	La Cisterna	89,70	38,52	37,34	75,89	77,63	$y = -4,2624x + 71,019$	4,2624	R2 = 0,04
S	La Florida	133,67	62,10	50,11	60,20	99,39	$y = -23,241x + 134,62$	23,241	R2 = 0,61
S	La Granja	200,25	112,43	78,74	45,93	149,42	$Y = -49,665x + 233,5$	49,665	R2 = 0,93
S	La Pintana	236,36	105,42	88,36	52,28	185,27	$y = -56,933x + 262,94$	56,933	R2 = 0,84
S	Lo Espejo	162,19	56,92	60,36	27,66	111,62	$y = -40,014x + 176,82$	40,014	R2 = 0,77
S	Lo Prado	177,93	75,35	54,40	72,91	131,25	$y = -33,601x + 179,15$	33,601	R2 = 0,60
S	Macul	145,67	122,33	74,45	45,91	113,24	$y = -34,717x + 183,88$	34,717	R2 = 0,98
S	Pedro Aguirre Cerda	150,63	61,65	67,19	34,80	110,48	$y = -34,193x + 164,05$	34,193	R2 = 0,78
S	Puente Alto	198,02	67,29	54,45	43,45	119,99	$y = -47,655x + 209,94$	47,655	R2 = 0,73
S	San Bernardo	253,83	104,96	77,46	69,80	179,38	$y = -57,956x + 271,4$	57,956	R2 = 0,75
S	San Joaquín	149,66	52,14	42,06	37,98	98,48	$y = -34,513x + 156,74$	34,513	R2 = 0,70
S	San Miguel	99,56	54,51	49,05	62,45	81,04	$y = -11,678x + 95,588$	11,678	R2 = 0,44
S	San Ramón	255,60	169,58	118,69	22,66	186,31	$y = -74,972x + 329,06$	74,972	R2 = 0,98
W	Cerrillos	244,86	107,66	96,15	45,71	154,68	$y = -60,895x + 275,83$	60,895	R2 = 0,85
W	Cerro Navia	205,35	104,25	77,86	46,02	152,65	$y = -50,437x + 234,46$	50,437	R2 = 0,89
W	Maipú	195,76	106,07	80,81	54,59	115,33	$y = -44,877x + 221,5$	44,877	R2 = 0,89
W	Pudahuel	223,72	75,81	79,60	56,43	144,20	$y = -49,808x + 233,41$	49,808	R2 = 0,69
W	Quilicura	276,40	137,89	109,18	56,61	145,83	$y = -68,808x + 317,04$	68,808	R2 = 0,90
W	Renca	240,29	105,90	79,65	67,97	168,91	$y = -54,322x + 259,26$	54,322	R2 = 0,78
E	La Reina	97,74	106,54	51,63	50,99	98,33	$y = -19,517x + 125,52$	19,517	R2 = 0,73
E	Las Condes	79,30	58,24	37,11	39,67	58,24	$y = -14,004x + 88,588$	14,004	R2 = 0,85
E	Lo Barnechea	204,06	182,28	60,76	42,18	91,42	$y = -60,717x + 274,11$	60,717	R2 = 0,90
E	Ñuñoa	94,81	86,90	53,67	60,10	82,43	$y = -13,735x + 108,21$	13,735	R2 = 0,78
E	Peñalolén	139,92	104,85	69,43	37,70	102,73	$y = -34,207x + 173,49$	34,207	R2 = 0,99
E	Providencia	244,79	92,84	71,64	50,14	102,67	$y = -60,515x + 266,14$	60,515	R2 = 0,78
E	Vitacura	34,53	0,00	17,29	48,37	53,66	$y = 5,8795x + 10,348$	5,8795	R2 = 0,13

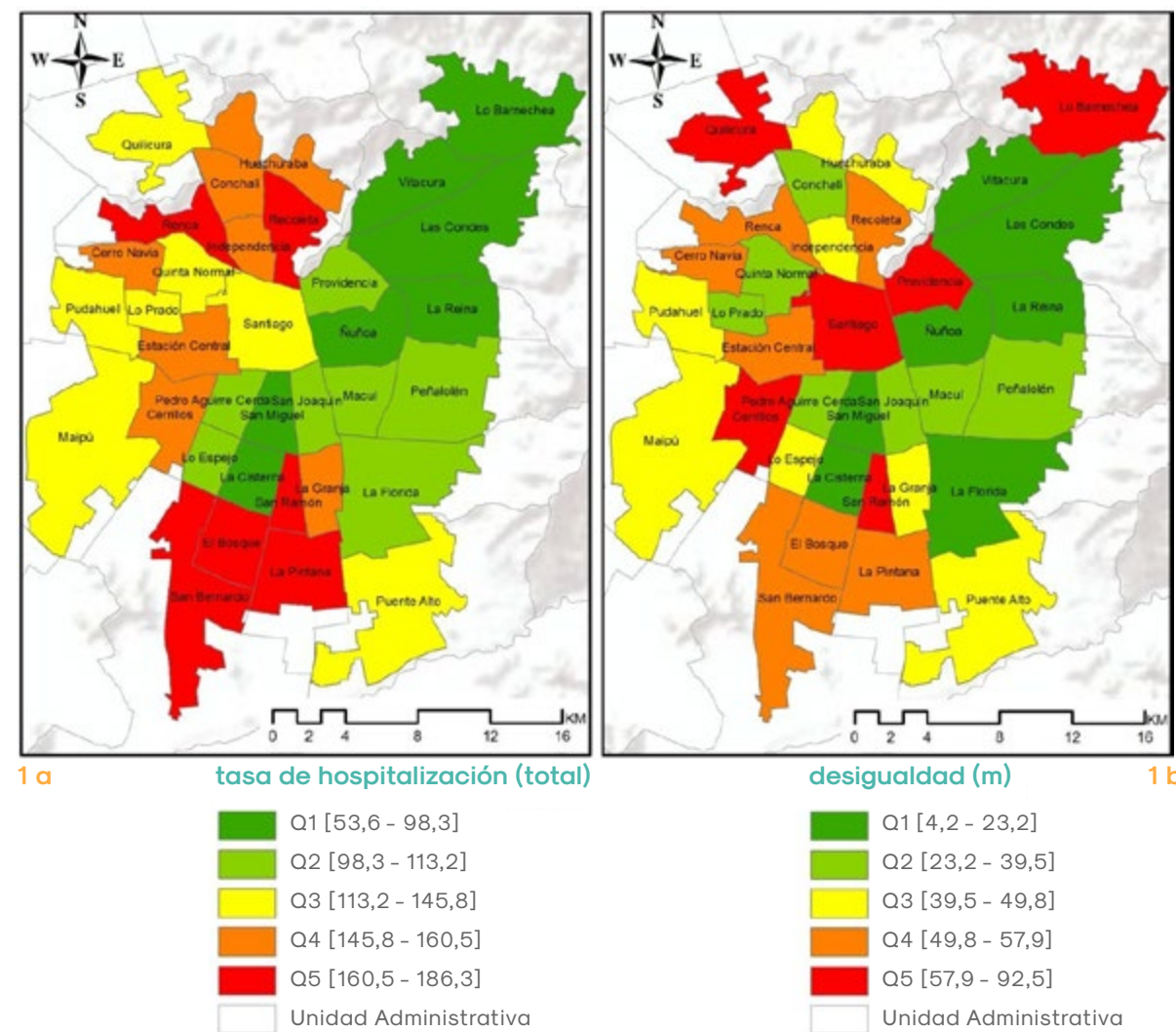


Figura 1. Distribución territorial de la Tasa de Hospitalización y desigualdad entre grupos socioeconómicos por Unidad Administrativa del Área Metropolitana de Santiago de Chile. Periodo 2005-2009

Fuente: elaboración propia

El **cuadro 1** también muestra que para 28 de las 34 unidades espaciales en estudio, el coeficiente de correlación entre GSE y el impacto en salud son positivos y altos con valores sobre 0,7 en San Joaquín (S) y hasta 0,99 en Peñalolén (E); es decir, hay una correlación directa y robusta entre los GSE y el daño en salud, lo que permite indicar

que durante el periodo 2005-2009, en las UA bajo estudio, el GSE explica manifiestamente las diferencias en las TH de los menores de 5 años.

3.2 Inequidades en salud

La **figura 2** muestra los niveles de las TH según la gradiente de asociación con los

GSE elaborados en este estudio. El diagrama estandarizado identifica 4 grupos de interés de las UA desde una perspectiva de la magnitud de las inequidades.

Al estudiar el cuadrante superior derecho (muy alta inequidad), hay 13 UA que territorialmente se concentran en el sector poniente del AMS (Figura 3). En concordancia con el comportamiento de la gradiente inversa significativa en este grupo, las diferencias de riesgos de requerir hospitalización según GSE varía desde 4 hasta 11 veces más hospitalizaciones, entre el GSE1 y el grupo de mayor ingreso (Cuadro 2).

Los grupos menos pobres presentan disminución en los riesgos de daño en salud, pero aún por sobre los valores del grupo de comparación con GSE 4, con RR del GSE 2 entre 7 y 1,5 veces; y con 5 y 1 veces más para GSE 3.

En el cuadrante superior izquierdo se encuentran las UA con bajas TH de los niños menores de 5 años, pero estas cifras satisfactorias encubren las enormes brechas entre los GSE, primero identificado por los valores altos de la gradiente y luego por los RR de los GSE más bajos con el de contraste. Las diferencias para el GSE 1 varían entre comunas con valores de hasta 8 veces más

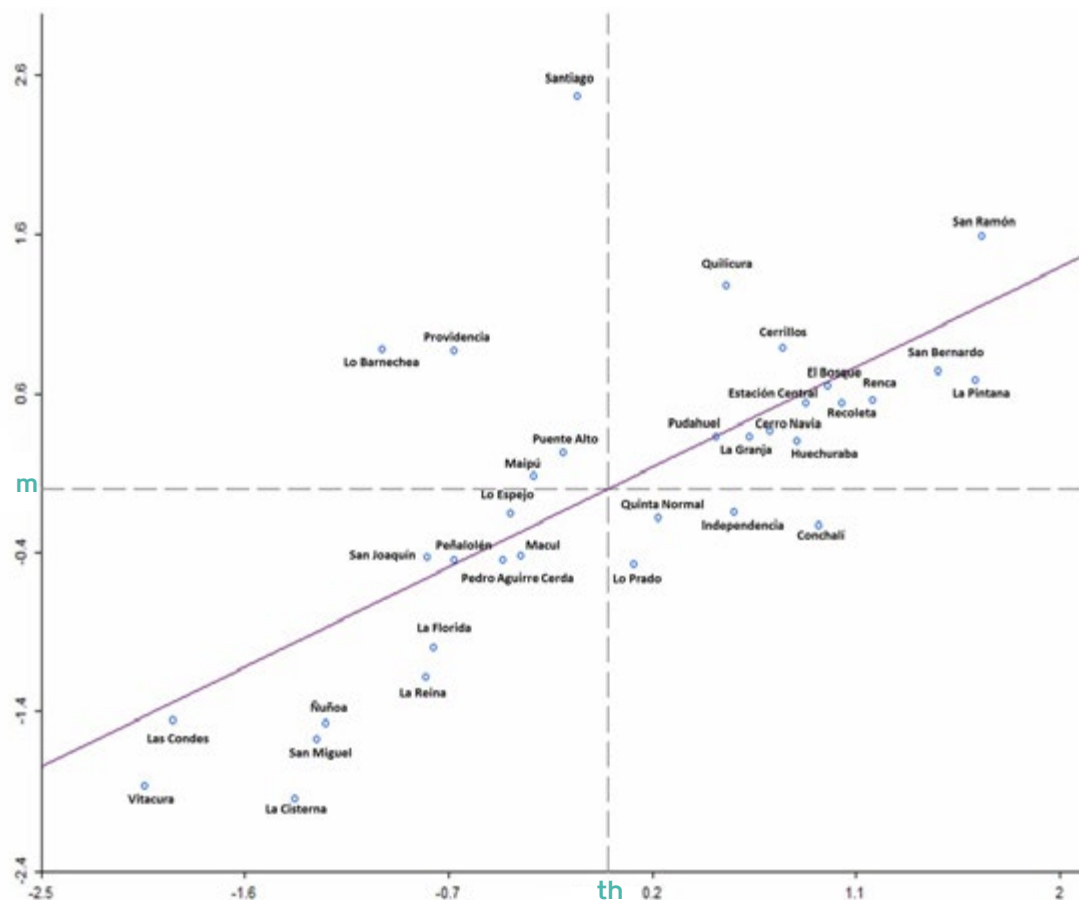


Figura 2. Inequidad en la hospitalización de los niños menores de 5 años por Unidad Administrativa del Área Metropolitana de Santiago de Chile. Periodo 2005-2009
Fuente: elaboración propia

Cuadro 2. Riesgo Relativo según grupo socioeconómico por Unidad Administrativa del Área Metropolitana de Santiago de Chile y posición en el cuadrante de inequidad. Periodo 2005-2009
Fuente: elaboración propia

Zona	UA	GES 1	GES 2	GES 3	GES 4	Posición en el cuadrante de inequidad
N	Estación Central	4,39	2,35	1,91	1	Muy Alta Inequidad
N	Huechuraba	3,03	1,46	1,24	1	Muy Alta Inequidad
N	Recoleta	4,04	2,30	1,77	1	Muy Alta Inequidad
S	El Bosque	5,25	2,25	1,75	1	Muy Alta Inequidad
S	La Granja	4,36	2,45	1,71	1	Muy Alta Inequidad
S	La Pintana	4,52	2,02	1,69	1	Muy Alta Inequidad
S	San Bernardo	3,64	1,50	1,11	1	Muy Alta Inequidad
S	San Ramón	11,28	7,48	5,24	1	Muy Alta Inequidad
W	Cerrillos	5,36	2,36	2,10	1	Muy Alta Inequidad
W	Cerro Navia	4,46	2,27	1,69	1	Muy Alta Inequidad
W	Pudahuel	3,96	1,34	1,41	1	Muy Alta Inequidad
W	Quilicura	4,88	2,44	1,93	1	Muy Alta Inequidad
W	Renca	3,54	1,56	1,17	1	Muy Alta Inequidad
N	Santiago	8,27	5,40	4,05	1	Alta Inequidad
S	Puente Alto	3,96	1,34	1,41	1	Alta Inequidad
W	Maipú	3,59	1,94	1,48	1	Alta Inequidad
E	Lo Barnechea	4,84	4,32	1,44	1	Alta Inequidad
E	Providencia	4,88	1,85	1,43	1	Alta Inequidad
N	Conchalí	2,36	1,72	1,32	1	Moderada Inequidad
N	Independencia	3,07	2,50	1,99	1	Moderada Inequidad
N	Quinta Normal	3,09	1,55	1,30	1	Moderada Inequidad
S	Lo Prado	2,44	1,03	0,75	1	Moderada Inequidad
S	La Cisterna	1,18	0,51	0,49	1	Baja Inequidad
S	La Florida	2,22	1,03	0,83	1	Baja Inequidad
S	Lo Espejo	5,86	2,06	2,18	1	Baja Inequidad
S	Macul	3,17	2,66	1,62	1	Baja Inequidad
S	Pedro Aguirre Cerda	4,33	1,77	1,93	1	Baja Inequidad
S	San Joaquín	3,94	1,37	1,11	1	Baja Inequidad
S	San Miguel	1,59	0,87	0,79	1	Baja Inequidad
E	La Reina	1,92	2,09	1,01	1	Baja Inequidad
E	Las Condes	2,00	1,47	0,94	1	Baja Inequidad
E	Nuñoa	1,58	1,45	0,89	1	Baja Inequidad
E	Peñalolen	3,71	2,78	1,84	1	Baja Inequidad
E	Vitacura	0,71	0,00	0,36	1	Baja Inequidad

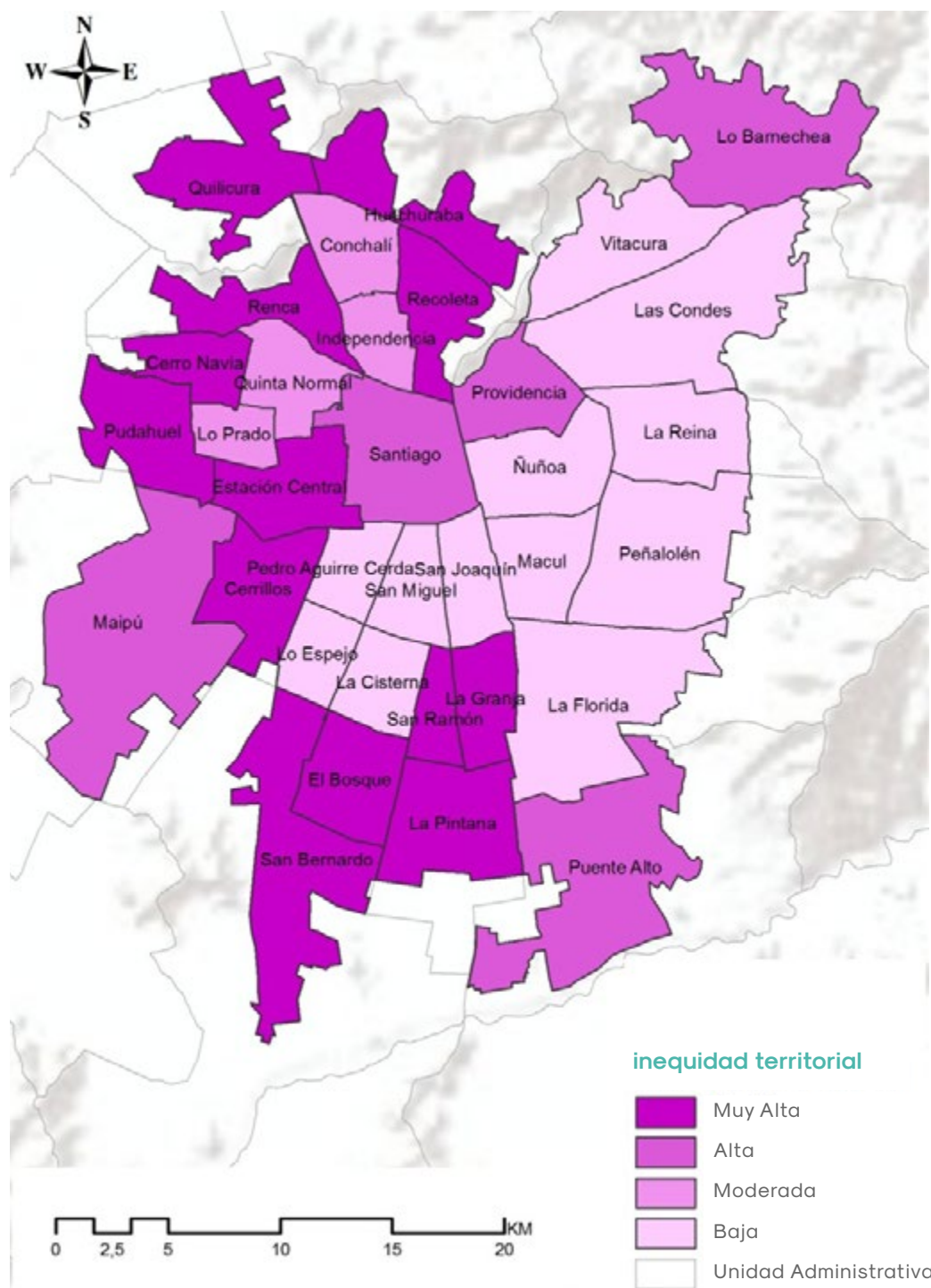


Figura 3. Distribución territorial de la Inequidad en la hospitalización de los niños menores de 5 años por Unidad Administrativa del Área Metropolitana de Santiago de Chile. Periodo 2005-2009
Fuente: elaboración propia

riesgo de hospitalización y con un mínimo de 3,6 veces más (Cuadro 2). El modelo de distribución espacial es aleatorio, presente en todos los sectores (Figura 3).

El grupo de AU del cuadrante inferior derecho muestra a 4 comunas con características de menor inequidad y mayor TH, lo que sugiere que los daños en salud, asociados a la contaminación ambiental en menores de 5 años, afectaron a todos de manera similar (Cuadro 2). El modelo de distribución espacial es concentrado en la zona norte (Figura 3).

Por último, nuestro análisis arroja un grupo de UA con baja magnitud del riesgo, medida por sus bajas TH y menor gradiente de inequidad entre los GSE (Cuadro 2). Estas 12 UA se concentran en la zona oriente, eje SE (Figura 3).

4. Discusión

Existe el entendimiento moderno que las desigualdades en salud son un tópico de gran relevancia científica y pública, y se pronostica que lo seguirán siendo mientras existan diferencias considerables en el daño al estado de salud de los grupos de población según sus desiguales factores discriminantes, en correlato a la diversidad connatural de la sociedad actual.

En este sentido, las ciudades presentan desafíos específicos para el enfoque de la salud y el medio ambiente. Reflexionar sobre el hecho urbano en su perspectiva ambiental conduce necesariamente a entender la dinámica relacional de un sistema complejo asignado por determinaciones socio-culturales, donde el ser humano, en sus procesos de adaptación tecnológica, regula el equilibrio de los nuevos sistemas que construye (Vargas *et al.*, 2008).

El constante interés de la comunidad científica por abordar estos temas de desigualdad, es promovido por el intenso dinamismo con que se enfrenta la política pública del siglo XXI a manos de un detrimento sostenido del medioambiente y la calidad de vida de la población, afectando principalmente a aquellos grupos más desaventajados. En el contexto de la contaminación, resalta el hecho que es un evento que causa serios problemas de salud en millones de personas en todo el mundo, especialmente en aquellos individuos con enfermedades respiratorias y cardiovasculares (Carnesecca *et al.*, 2012). De igual forma, si las comunidades desfavorecidas están expuestas a niveles elevados de contaminación del aire y posteriormente, debido a los efectos adicionales de privación material y el estrés psicosocial, es plausible considerar que sean más susceptibles a los efectos de la exposición a la contaminación sobre la salud. Adicionalmente, los factores socioeconómicos podrían modificar la relación entre la contaminación atmosférica y los resultados de salud (Pearce y Kingham, 2008). En teoría, las personas con peor situación socioeconómica también están más predispuestas a recibir los efectos de la contaminación del aire, ya que tienen limitado acceso a la información o a los recursos para comprar alimentos saludables, lo que resulta en reducción de la ingesta de vitaminas antioxidantes que podrían protegerlos de las consecuencias adversas de exposición a la contaminación del aire, además de tener un acceso condicionado a su nivel de pago, para atención médica y recibir prescripciones inadecuadas para las condiciones respiratorias como el asma (Habermann *et al.*, 2014).

En términos de material particulado inferior a 10 micras, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha señalado, que las partículas sólidas en suspensión en el aire afectan a la población mundial de forma más permanente que cualquier otro contaminante; se dispone de datos sobre las concentraciones de partículas en la atmósfera, datos epidemiológicos sobre su exposición y efectos en la salud, más que de cualquier otro contaminante. Un documento reciente de la OMS informa que más de 40% de la morbilidad mundial se origina por factores ambientales (Gil, 2008). La contribución estimada de la contaminación del aire a las infecciones respiratorias es, aproximadamente, sobre 40 % en países en desarrollo y 20 % en los industrializados (Gavidia *et al.*, 2009). En Latinoamérica, por cada cien consultas pediátricas ambulatorias, aproximadamente 70 se deben a infecciones respiratorias agudas (IRA); de igual manera, se reporta que este evento contribuye con una de cada dos hospitalizaciones en servicios pediátricos, principalmente en épocas de invierno. Se debe destacar que, en las áreas urbanas los niños pequeños que juegan en las calles y aquellos transportados en cochecillos, respiran a la altura de los tubos de escape por lo que pueden estar expuestos a hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de azufre y de nitrógeno y otros tóxicos, que se suman a las concentraciones de material particulado, cenizas y plomo según el área (Gavidia *et al.*, 2009).

A la luz de estos antecedentes, en los últimos años se ha prestado considerable atención a los efectos adversos de la contaminación atmosférica sobre la salud, centrando la atención en el incremento de

la morbi-mortalidad en patologías respiratorias y cardiovasculares (Rodríguez *et al.*, 2012). Entre los pacientes que requieren hospitalización, entre 30 y 60 % presentan neumonía y asma (Vargas *et al.*, 2008).

Se debe establecer que las causas que originan la contaminación son diversas, pero las actividades antropogénicas son las que más contribuyen al problema. Sin embargo, el grado de contaminación también está influenciado por otros factores, como el clima y la topografía. El clima influye de manera decisiva en la persistencia de los contaminantes atmosféricos; el viento, la temperatura y la radiación solar modifican de manera drástica la dispersión y el tipo de contaminantes que puede haber en un determinado momento; la topografía influye en el movimiento de las masas de aire y por lo tanto en la persistencia de la contaminación en una determinada zona geográfica. La combinación de todos estos factores determina finalmente la calidad del aire (Román *et al.*, 2009).

De acuerdo a aquello, cabe destacar el contexto de inequidad en que encuentra la población del AMS, la cual presenta una relevante geografía de la contaminación atmosférica por la cual las partículas se concentran en el sector Poniente de la misma presentando una dinámica de concentración de MP_{10} en el centro de la ciudad durante las noches y sobre el borde poniente durante las mañanas, siendo esta zona del área donde se concentra principalmente la población de estratos socioeconómicos medios y medios bajos (Romero *et al.*, 2010).

En consecuencia, comprender estos patrones de desigualdad abordados en el presente trabajo, los cuales poseen una expresión territorial intrínseca, goza de

una especial importancia ya que, el tipo de previsión y beneficiario de salud, se presenta como un indicador que permite evaluar el grado de desigualdad en salud que soportan los distintos grupos sociales residentes en un territorio, al permitir categorizar a la población atendida según sus

tramos de ingresos monetarios, y con base en esto inferir grupos socioeconómicos concentrados. Además, tiene la ventaja que cuenta con el dato de población total para cada uno de estos grupos, lo que permite la obtención de tasas comparables entre distintos territorios.

5. Conclusiones

Queda de manifiesto que ante una hipotética igualdad de grado y tiempo de exposición a contaminación por material particulado, el riesgo de enfermar, aumenta a medida que disminuye el GSE, siendo éstos en definitiva, aquellos que soportan la mayor carga de hospitalizaciones. Con base en estos resultados se logra identificar los territorios donde se concentran los daños en salud en relación a la magnitud de las inequidades ocurridas durante el quinquenio en estudio.

Esta comunicación contribuye a la literatura al usar la información del tipo de beneficiario y previsión de salud como un indicador que permite evaluar la desigualdad en salud, asociando los tramos de ingreso monetario de cada categoría, y sobre esta base inferir grupos socioeconómicos concentrados excluyentes entre sí. Además, tiene la ventaja de localizar estos grupos según residencia, lo que permite la obtención de tasas específicas comparables tanto inter como intra territorios.

6. Agradecimientos

Trabajo realizado en el marco del proyecto FONDECYT N° 11121354, financiado por el Programa Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de Chile.

7. Referencias citadas

- ASCHAN-LEYGONIE, C.; BAUDET-MICHEL, S.; MATHIAN, H. & L. SANDERS. 2013. "Gaining a better understanding of respiratory health inequalities among cities: An ecological case study on elderly males in the larger French cities". *International Journal of Health Geographics*, 12: 19.
- BETTS, K. 2011. "Ambient Air Pollution and Infant Health: Home Monitors Make Cardiorespiratory Connections". *Environmental Health Perspectives*, 119: a398-a398.
- CARNESECA E.; ACHCAR, J. & E. MARTÍNEZ. 2012. "Association between particulate matter air pollution and monthly inhalation and nebulization procedures in Ribeirão Preto, São Paulo State, Brazil". *Cadernos de Saúde Pública*, 28(8): 1.591-1.598.
- GAVIDIA, T.; PRONCZUK, J. y P. SLY. 2009. "Impactos ambientales sobre la salud respiratoria de los niños: Carga global de las enfermedades respiratorias pediátricas ligada al ambiente". *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 25(2): 99-108.
- GIL, S. 2008. "Salud ambiental infantil: un nuevo desafío para el pediatra". *Archivos Argentinos de Pediatría*, 106(5): 458-461.
- HABERMANN, M.; SOUZA, M.; PRADO, R. & N. GOUVEIA. 2014. "Socioeconomic inequalities and exposure to traffic-related air pollution in the city of São Paulo, Brazil". *Cadernos de Saúde Pública*, 30(1): 119-125.
- HERTEL-FERNANDEZ, A.; GIUSTI, A. & J. SOTELO. 2007. "The Chilean infant mortality decline: improvement for whom? Socioeconomic and geographic inequalities in infant mortality, 1990-2005". *Bulletin of the World Health Organization*, 85(10): 798-804.
- HU, Z.; LIEBENS, J. & K. RAO. 2008. "Linking stroke mortality with air pollution, income, and greenness in northwest Florida: an ecological geographical study". *International Journal of Health Geographics*, 7: 20.
- LABRA, M. A. 2002. "La reinversión neoliberal de la inequidad en Chile. El caso de la salud". *Cadernos de Saúde Pública*, 18(4): 1.041-1.052.
- LANDMANN, C.; BASTOS, F. y C. TAVARES DE ANDRADE. 2002. "Medidas de desigualdad en salud: la discusión de algunos aspectos metodológicos con una aplicación para la mortalidad neonatal en el Municipio de Rio de Janeiro, 2000". *Cadernos de Saúde Pública*, 18(4): 959-970.
- MARMOT, M. & R. WILKINSON. 2001. "Psychological and material pathways in the relation between income and health: a response to Lynch *et al.*". *British Medical Journal*, 322: 1.233-1.236.
- MEHTA, S.; SHIN, H.; BURNETT, R.; NORTH, T. & A. COHEN. 2013. "Ambient particulate air pollution and acute lower respiratory infections: a systematic review and implications for estimating the global burden of disease". *Air Quality, Atmosphere and Health*, 6(1): 69-83.

- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2011. *Informe del estado del medio ambiente 2011*. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago de Chile.
- NICOD, C. y M. IIZUKA. 2000. *Conciencia ciudadana y contaminación atmosférica: Estado de situación en el Área Metropolitana de Santiago de Chile*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- NILUNGER, L.; DIDERICHSEN, F.; BURSTRÖM, B. & P. ÖSTLIN. 2004. "Using risk analysis in Health Impact Assessment: the impact of different relative risks for men and women in different socio-economic groups". *Health Policy*, 67: 215-224.
- PEARCE, J. & S. KINGHAM. 2008. "Environmental inequalities in New Zealand: A national study of air pollution and environmental justice". *Geoforum*, 39: 980-993.
- PHILIPS, B.; GONG, G.; HARGRAVE, K.; BELASCO, E. & C. LYFORD. 2011. "Correlation of the ratio of metastatic to non-metastatic cancer cases with the degree of socioeconomic deprivation among Texas counties". *International Journal of Health Geographics*, 10: 12.
- RICHARDSON, E.; PEARCE, J.; TUNSTALL, H.; MITCHELL, R. & N. SHORTT. 2013. "Particulate air pollution and health inequalities: a Europe-wide ecological analysis". *International Journal of Health Geographics*, 12: 34.
- RODRÍGUEZ, L.; CASTRO, H. & J. REY. 2012. "The effects of air pollution on respiratory health in susceptible populations: a multilevel study in Bucaramanga, Colombia". *Cadernos de Saúde Pública*, 28(4): 749-757.
- ROMÁN, O.; PRIETO, M.; MANCILLA, P.; ASTUDILLO, P.; ACUÑA, C. e I. DELGADO. 2009. "Aumento del riesgo de consultas cardiovasculares por contaminación atmosférica por partículas. Estudio en la ciudad de Santiago". *Revista Chilena de Cardiología*, 28(2): 159-164.
- ROMERO, H.; IRARRÁZAVAL, F.; OPAZO, D.; SALGADO, M. y P. SMITH. 2010. "Climas urbanos y contaminación atmosférica en Santiago de Chile". *Revista EURE*, 36(109): 35-62.
- VARGAS, S.; ONATRA, W.; OSORNO, L.; PÁEZ, E. y O. SÁENZ. 2008. "Contaminación atmosférica y efectos respiratorios en niños, en mujeres embarazadas y en adultos mayores". *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 11(1): 31-45.