

RELACIÓN ENTRE LA EXPOSICIÓN DE RIESGOS Y VULNERABILIDADES AMBIENTALES Y LOS INGRESOS MEDIOS POR HOGAR EN LAS COMUNAS DE LA PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHILE, REGIÓN METROPOLITANA.

Andrés González

Magíster en Gestión Ambiental, Yale University,
School of Forestry & Environmental Studies, New Haven, CT.
Universidad Central de Chile.

Resumen

Los riesgos ambientales han afectado a los centros urbanos sin diferencias de país, región o ingresos per cápita. No obstante lo anterior, la literatura muestra una estrecha relación entre las exposiciones a los riesgos de inundación, erosión, incendio de la vegetación, contaminación de aguas subterráneas, la vulnerabilidad sísmica, entre otros, y los ingresos. El objetivo de este trabajo es evaluar la relación entre la exposición a los riesgos de inundación, incendio, remoción de masas, riesgo ecológico, de erosión y vulnerabilidad sísmica y los ingresos promedio por hogar para todas las comunas de la provincia de Santiago, región Metropolitana

Palabras claves: riesgo, vulnerabilidad social

1. Introducción

Los desastres naturales son cada vez más frecuentes, destructivos y amenazan a todo el mundo. En este sentido, el costo económico mundial asociado a los desastres naturales se ha incrementado en 14 veces desde 1950 (Guha-Sapir et al., 2004). Los impactos de los desastres naturales son aleatoriamente distribuidos entre los países, regiones y comunidades, como resultado de diferentes niveles de exposiciones y de vulnerabilidades ambientales. (Clark et al., 1998).

Chile y específicamente la población de la provincia de Santiago de la región Metropolitana está expuesto a diferentes tipos de riesgos ambientales, entre los cuales se encuentran: inundaciones producto de crecidas de ríos, movimientos de masas producidas por lluvias y condiciones geográficas, terremotos debido a la subducción de la placa de Nazca por debajo de la Sudamericana, incendios forestales y erosiones por el cambio de uso de los suelos, entre otros.

Por otro lado, existe en Chile una gran desigualdad, reflejada en el alto coeficiente de GINI¹ que en el año 1999 era de 0.56, siendo el séptimo más alto de Latinoamérica. Si bien en el año 2005 este disminuyó a 0.52 (Medina et al., 2008), Chile presenta el coeficiente de GINI más alto entre los países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico).

¹El GINI se expresa a manera de una razón del área que se halla entre la línea de perfecta igualdad y la distribución real con respecto al área total (que se halla entre la línea de perfecta igualdad y el eje de las abscisas). Es un indicador que varía desde 0 (perfecta igualdad) a 1 (perfecta desigualdad). (Contreras, 1997:315)

Las diferencias sociales se pueden observar tanto en los niveles de ingreso de los diferentes grupos sociales, como también en la cantidad de años de estudio, número de vehículos por habitante, metros cuadrados de áreas verdes por habitante, entre otras. Dado lo dicho anteriormente, se discutirá en este trabajo la relación existente entre los niveles de ingreso por hogar y comuna de la provincia de Santiago y la exposición a riesgos de incendio, inundación, contaminación de aguas subterráneas, remoción de masas, erosión y vulnerabilidad sísmica, evaluando una posible relación entre los niveles de ingreso y la exposición a los riesgos antes mencionados.

Marco Teórico

2.1 Relación entre riesgos ambientales e ingresos.

La vulnerabilidad de los desastres naturales es la capacidad de anticiparse, resistir y recuperarse de los impactos de los desastres naturales (Adger, 1999). En este contexto, los sectores o grupos sociales que tengan mejor acceso a la tecnología, a la información y a mejor infraestructura, deberían estar menos expuestos a los desastres naturales. Aunque la magnitud económica de los daños es potencialmente mayor en los sectores de mayores ingresos, debido a que tienen mayor cantidad y valor de sus bienes, el impacto es mayor en las áreas de menores ingresos ya que tienen menor infraestructura y no poseen recursos para relocalizarse o para reparar los daños de algún desastre natural (Masozera, et al., 2006). Adicionalmente, los efectos de los desastres naturales pueden persistir en las siguientes generaciones debido a la carencia o falta de recursos para la reconstrucción (Adger, 1996).

Una revisión de estudios realizada por Fothergill y Peek (2004) en estados Unidos de Norteamérica, relacionan índices de pobreza con desastres naturales, revelando que los estratos sociales son un importante predictor de los impactos pre y post desastre. De acuerdo con estos estudios, las poblaciones de menores recursos económicos son más propensas a fallecer, sufrir daños, perder bienes y a sufrir mayores traumas psicológicos que las poblaciones de mayores ingresos, frente a un desastre natural.

Watts y Bohle (1993), Blaikie et al. (1994), Kelly y Adger (2000) plantean que la vulnerabilidad de las personas hacia los desastres naturales está determinada no tanto por el desastre en sí mismo, sino más bien por las condiciones sociales y las circunstancias históricas de una población, así la condición social de una población puede ser fundamental, incluso más que las medidas de protección, frente a los riesgos ambientales (Hewitt, 1983). En este contexto, se postula que las comunas de la provincia de Santiago con mayores ingresos deberían estar expuestas a menores riesgos mientras las comunas con menores ingresos deberían estar más expuestas a mayores.

2.2 Vulnerabilidad Sísmica

Se definió la vulnerabilidad sísmica de las construcciones a base de la presencia o predominio de materiales sismosensibles, es decir, aquellos con base de barro (tierra cruda). Lo expuesto se fundamenta en que en el sismo de 1985, la mayor cantidad de casas que resultaron destruidas o dañadas correspondieron a este tipo de material y no a madera o albañilería (Ferrando, 2005).

En este contexto, se genera una carta que representa una diferenciación del espacio construido en función de la existencia, en números brutos, de edificaciones sismosensibles a nivel comunal, considerando como tales las edificaciones de adobe, barro empajado y quincha. Lo anterior se fundamenta en las consecuencias de destrucción de este tipo de construcción a propósito de los sismos históricos y recientes en Chile (Ferrando, 2005).

En el tabla1 se observa la clasificación de acuerdo a la cantidad de construcciones sismosensibles.

Tabla 1

Escala de sensibilidad	Rango cuantitativo
Máxima	> 10.000 construcciones
Muy Alta	Entre 3.000 y 10.000
Alta	Entre 2.000 y 2.999
Moderada	Entre 900 y 1.999
Baja	Entre 150 y 899
Leve a Nula	< 150

Fuente: GORE RM (2005).

Teniendo en cuenta esta escala de sensibilidad se clasificó las comunas agrupándolas en los mismos niveles de vulnerabilidad frente a la ocurrencia de eventos sísmicos (ver anexo 1).

2.3 Riesgo incendio de vegetación.

El riesgo de incendio de vegetación y no solamente forestal, se puede conceptualizar como la probabilidad de que una determinada formación vegetal o áreas cultivadas o manejadas por el hombre, con diferentes grados de artificialización, sufran transformación, degradación y/o pérdida total por la acción de la combustión asociada a la ocurrencia de fuegos de origen accidental. (Ferrando, 2001).

Las variables incluida en la determinación del riesgo de incendio está constituido por: densidad de incendios, cercanía a red vial, clima, topografía y combustibilidad y mediante la cual se clasifican las diferentes áreas de la Provincia de Santiago. La metodología de cálculo se puede ver en el anexo 2.

La clasificación de los riesgos de incendio de la vegetación se presenta en el tabla 2:

Límites de los Rangos de Cada Nivel de Riesgo

RIV – Región Metropolitana	
Nivel de Riesgo	Valor Rango
Muy Alto	= 2.051
Alto	1.651 a 2.050
Moderado	1.251 a 1.650

Leve	= 1.250
------	---------

2.4 Riesgo de inundación.

Las inundaciones corresponden a una consecuencia derivada de otros procesos de recurrencia interanual, como son las crecidas, sumado a condiciones de insuficiencia de los sistemas de evacuación (cauces naturales, sistemas de drenaje artificializados, colectores urbanos, etc.)(Ferrando, 2005).

Los riesgos de inundaciones fueron clasificados en alto, medio y bajo. Para obtener los riesgos de inundación se utilizó la información contenida en las siguientes Cartas de Ayala y Cabrera. 1988a; Ayala y Cabrera. 1988b ; Saragoni. 1988; MOP. 1994 y MIDEPLAN – SGA. 1997. Paralelamente, se utilizaron otras fuentes de información, específicamente la Carta de características Hidrológicas y Zonas de Inundación de Ayala y Cabrera, en la cual se distinguen dos tipos de zonas de inundación diferenciadas por un período de retorno que va de 10 años en un caso a 100 años en el otro. Los sectores con período de retorno de 10 años se asimilaron a las áreas con riesgo de inundación alto, y los con período de retorno de 100 años a la categoría bajo(Ferrando, 2005). Los riesgos de inundación solo consideran la información existente en el proyectos OTAS.

2.5 Riesgo de erosión (erodabilidad)

La erodabilidad es definida como la condición intrínseca o susceptibilidad de un determinado tipo de suelo a sufrir remoción y transporte de material por parte de los agentes erosivos (Lal, 1988). De la combinación de las características inherentes al suelo con algunos otros factores (topografía, vegetación, clima, uso actual, prácticas de conservación, entre otros), se han efectuado determinaciones de riesgos erosivos (Peralta, 2001).

La metodología utilizada para clasificar la erodabilidad de los suelos de la región Metropolitana se basó en la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (U.S.L.E) (ver anexo 3) y clasifica los riesgos de erosión (erodabilidad) en alta, media y baja.

2.6 Riesgo remoción de masas

El riesgo ante las remociones en masa es directamente proporcional a la probabilidad de ocurrencia, así como a la exposición y a la resistencia que manifiesten los usos antrópicos del espacio (Ferrando, 2005).

La probabilidad de ocurrencia está condicionada por las características del medio físico y por los factores determinantes del desencadenamiento, los cuales con un carácter detonante pueden corresponder a un origen endógeno, como es el caso de movimientos sísmicos, o a un origen

exógeno, asociado a situaciones atmosféricas como precipitaciones prolongadas, precipitaciones intensas, acumulación de nieve y temperaturas elevadas (Ferrando, 2005).

La exposición está referida a un aspecto locacional que dice relación con los usos del suelo y el área de influencia que el desarrollo que puedan alcanzar los procesos naturales de mayor magnitud. Finalmente, la resistencia dice relación con la capacidad del espacio antropizado para soportar los impactos de estas manifestaciones naturales y depende del tipo de uso del suelo y de los cálculos, diseños y materiales de las obras de infraestructura, industriales y habitacionales (Ferrando, 2005).

Los riesgos de remoción de masas fueron clasificados en : alto, mediano alto, mediano y leve o bajo(Ferrando, 2005) .

2.7 Riesgo ecológico aguas subterráneas

De la superposición de las cartas de Uso Actual y de Sensibilidad (ver anexo 4) se obtiene la carta de Riesgo Ecológico asociado al recurso hídrico subterráneo. En esta forma, zonas de alta sensibilidad y con usos potencialmente peligrosos (emplazamiento de rellenos sanitarios o sitios de disposición de residuos peligrosos) tendrán asociado un elevado potencial de riesgo. Por el contrario, zonas de baja sensibilidad en las que se desarrollan actividades no contaminantes tendrán asociado un nivel de riesgo poco significativo o nulo (Espinoza, 2005).

La asignación de las áreas de riesgo ecológico se realizó en forma manual. Para lo anterior se utilizaron las cartas: Uso Actual del Territorio (escala 1:50.000) y Sensibilidad de las Aguas Subterráneas (escala 1:50.000). A partir de este tipo de análisis se logra identificar, dentro del área de estudio, tres zonas con distinto nivel de riesgo ecológico, las que se describen en la Tabla 3(Espinoza, 2005)

Tabla 3
Zonas de Riesgo Ecológico para Aguas Subterráneas

Riesgo Ecológico	Observaciones
Bajo	Son zonas que presentan baja sensibilidad y que además no poseen ningún uso potencialmente contaminante.
Medio	Son zonas que presentan una sensibilidad baja o media, pero que además presentan un riesgo potencial producto de actividades realizadas sobre el suelo.
Alto	Son zonas de sensibilidad media o alta, y que además presentan actividades potencialmente contaminantes a nivel de superficie.

2. Metodología

Desde un punto de vista metodológico el trabajo se enfrentó: Selección de área de estudio y luego se explican y detallan las herramientas estadísticas utilizadas para determinar la relación entre ingresos y riesgos ambientales.

3.1 Área de estudio

Chile está compuesto por 15 regiones, siendo la región Metropolitana, la que tiene el 40% del total de la población (INE, 2007). En este contexto, la región Metropolitana está compuesta por seis provincias, las cuales poseen la siguiente población:

Tabla 4

Provincia	Población total
Santiago	4,668,473
Chacabuco	132,798
Cordillera	522,856
Maipo	378,444
Melipilla	141,165
Talagante	217,449
Región	6,061,185

Fuente: Educar Chile, Estadísticas demográficas y socioeconómicas año

La provincia de Santiago es la que posee mayor población representando el 77% del total de la región Metropolitana. Por esta razón, el estudio estará centrado en esta provincia.

La provincia de Santiago está compuesta por 32 comunas o municipios, siendo la más densa la comuna de Maipú, con medio millón de habitantes. Mientras que la comuna de mayor extensión es Lo Barnechea con 104,430 hectáreas, que equivale al 45,4% de la provincia de Santiago.

Respecto al territorio la provincia de Santiago posee 2,030.30 km² que representan el 13% del total de territorio, con una densidad de 2300 habitantes por km². En el mapa 1 se puede observar la ubicación y territorio de la región Metropolitana y destacada en rojo, la provincial de Santiago.

Mapa 1



Fuente: Elaboración propia con información de OTAS.

3.2 Análisis estadístico

En el análisis estadístico se desarrollará una regresión teniendo como variable dependiente o respuesta la vulnerabilidad o riesgos ambientales, mientras la variable independiente es el ingreso medio por hogar para cada comuna de la provincia de Santiago, obtenido en la encuesta Casen 2006(ver anexo 5). Se explican a continuación los dos criterios para validar los resultados de las regresiones (coeficiente de determinación y p-value). Así mismo, se calculará la correlación entre los ingresos medios por hogar y cada uno de los riesgos y vulnerabilidades ambientales (ver 3.2.3).

3.2.1 Coeficiente de determinación.

El coeficiente de determinación se interpreta como la proporción de variación en la respuesta (variable Y), que está explicada por la regresión, esto es por la(s) variable(s) independiente(s):

$$R^2 = 1 - \text{varianza residual} / \text{varianza Y}$$

Si $R^2 = 1$ indicará que el modelo explicará toda la variabilidad en Y. Si $R^2 = 0$ indicará que el modelo de relación lineal entre X e Y no es apropiado. Y un valor intermedio, por ejemplo, $R^2 = 0,64$ se interpretaría como que el modelo de las variable(s) independiente(s) X escogidas explica un 64 % de la variación en la variable dependiente Y, y el 36 % restante se explicaría por otros mecanismos (otras variables, variación inherente etc.) (SEQC, 2011:7).

El criterio para validar las regresiones de la relación entre los riesgos e ingresos medios por hogar será que el coeficiente de determinación debe ser mayor a 0.7 o 70%.

3.2.2 Valor P (p-value)

El P- valor es la probabilidad (bajo H_0 cierta) de que el estadístico sea mayor que la realización del estadístico obtenido en la prueba. O sea es la probabilidad de que el estadístico a utilizar supere al valor del estadístico que se obtuvo con la muestra utilizada. Los p valor son la herramienta más comúnmente utilizada para medir la evidencia en contra de una hipótesis o modelos con hipótesis (Barros, 2007).

En este estudio se plantea:

H_0 = Que no existe relación entre los ingresos medios por hogar de cada comuna de la provincia de Santiago y el riesgo y/o vulnerabilidad ambiental.

H_1 = Que existe relación entre los ingresos medios por hogar de cada comuna de la provincia de Santiago y el riesgo y/o vulnerabilidad ambiental.

El p-value puede tener un valor entre 0 y 1, siendo este la probabilidad que ocurra H_0 , por ende bajos p-value confirman la relación entre los ingresos medios por hogar de cada comuna de la provincia de Santiago y el riesgo y/o vulnerabilidad ambiental. El valor que se utilizará (nivel de significación) para rechazar H_0 y aceptar H_1 , es decir, que indicará si existe relación entre las variables analizadas, será de 0.05 o 5%.

3.2.3 Correlación

La correlación es la asociación entre dos variables cuantitativas. La cuantificación de la fuerza de la relación lineal entre dos variables cuantitativas, se estudia por medio del cálculo del coeficiente de correlación de Pearson. Dicho coeficiente oscila entre -1 y $+1$. Un valor de 1 indica una relación lineal o línea recta positiva perfecta, mientras un valor de -1 es una recta negativa perfecta. Una correlación próxima a cero indica que no hay relación lineal entre las dos variables (Fernández, Díaz, 2001).

El criterio para aceptar que existe una correlación entre los ingresos y los diferentes riesgos será de 0.7 o -0.7. Correlaciones con resultados menores representan una baja relación entre las variables evaluadas.

3. Hipótesis

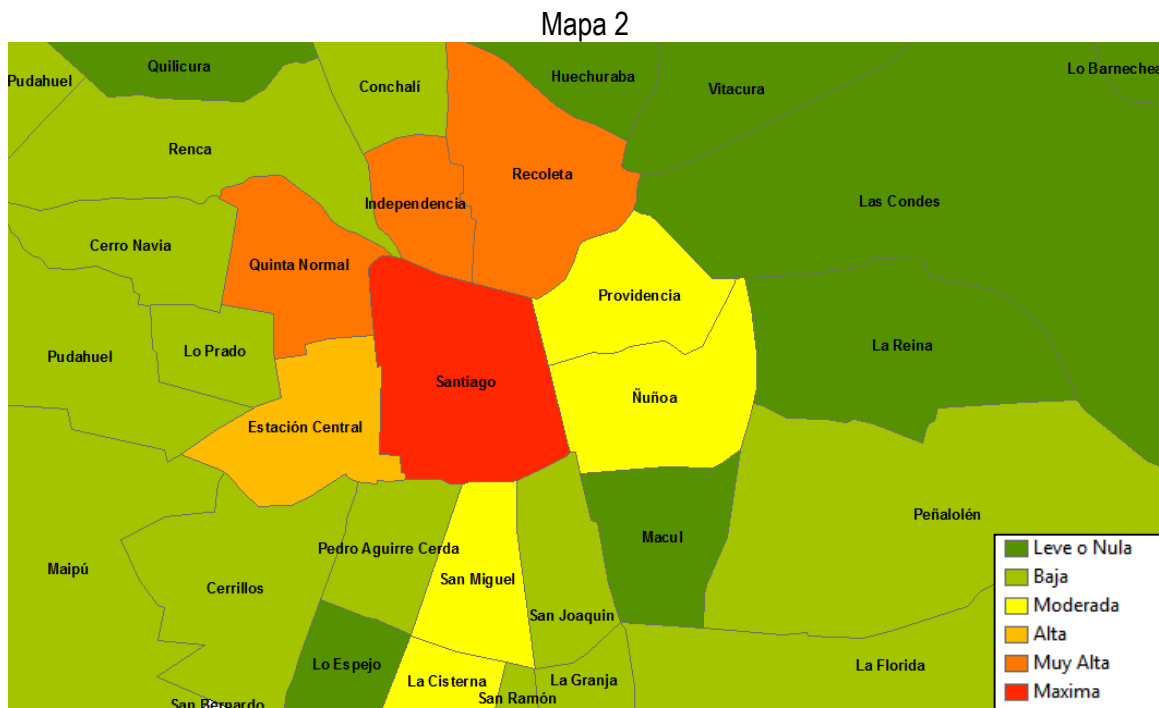
“ En base a estudios existentes se plantea que la exposición a los riesgos de inundaciones, remoción de masas, erosión, incendios de la vegetación, contaminación de aguas subterráneas y vulnerabilidad sísmica, están estrechamente relacionados con el ingreso promedio de los hogares por comuna en la provincia de Santiago, región Metropolitana”.

4. Análisis geográfico y estadístico de los riesgos ambientales.

En esta sección se realizará un análisis estadístico para la vulnerabilidad sísmica, riesgo incendio de la vegetación, riesgo de inundación, riesgo de erosión, riesgo de remoción de masas y riesgo ecológico.

5.1 Vulnerabilidad sísmica

En el mapa 2 se observa la vulnerabilidad sísmica de la provincia de Santiago. Las comuna que presenta mayor vulnerabilidad a los sismos es la comuna de Santiago. Esto se puede explicar ya que los primeros asentamientos en la provincia de Santiago fueron en la comuna de Santiago y , por ende, sus construcciones son más sismosensibles que las otras comunas. Las comunas de la periferia como Quilicura, Huechuraba, Vitacura y Las Condes, entre otras, presentan una vulnerabilidad leve o nula debido a que la urbanización de estas zonas fue posterior, construyéndose de materiales más resistentes que las comunas de que tienen asentamientos más antiguos.



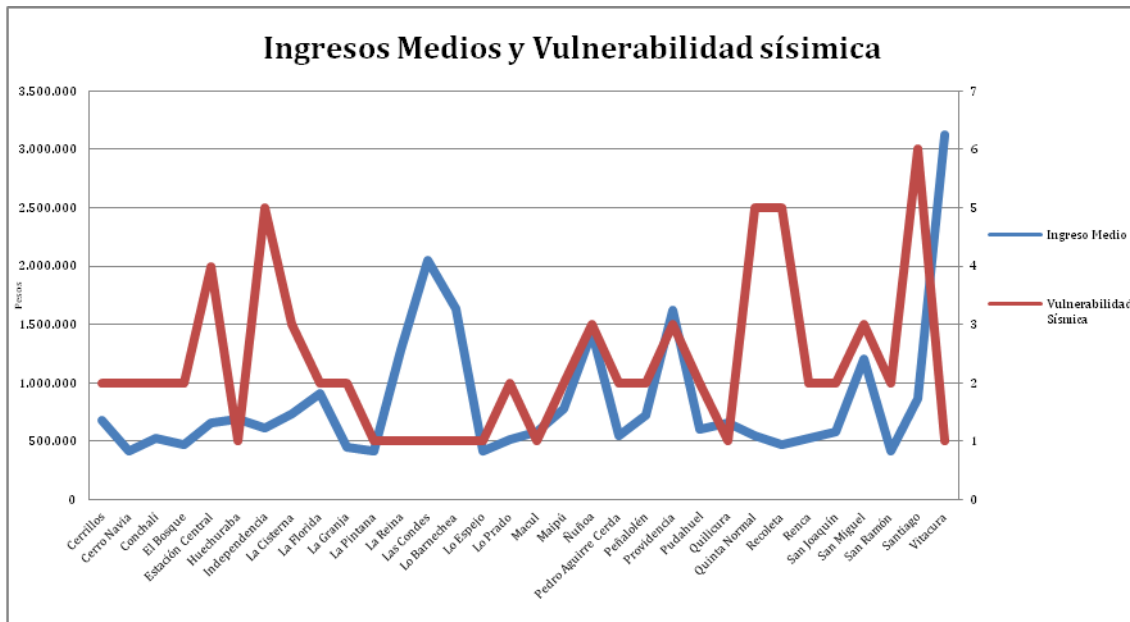
Fuente: Elaboración propia con información de OTAS.

La regresión tiene como variable dependiente o respuesta la vulnerabilidad sísmica, mientras la variable independiente es el ingreso medio por hogar para cada comuna. Esta regresión tiene un coeficiente de determinación es de 0.035, es decir, los ingresos solo explican el 3.5% de la variación de la vulnerabilidad sísmica. Además el p-value es de 0.3, por lo tanto, esta regresión no presenta ninguna representatividad y los resultados no permiten realizar interpretaciones de ningún tipo (ver anexo 6).

Respecto a la correlación, esta es de -0.19. De lo anterior se pueden inferir dos conclusiones. La primera es que existe una correlación baja entre el riesgo sísmico y el ingreso promedio por hogar y la segunda, es que a medida que aumenta el ingreso disminuye la vulnerabilidad sísmica.

En el gráfico 1 se observa la relación entre la vulnerabilidad y los ingresos medio por hogar por cada comuna. En este se puede apreciar que existen comunas como Santiago que presentan un ingreso mayor que comunas como Cerro Navia, Macul y Renca, entre otras, sin embargo, Santiago tiene mayor vulnerabilidad sísmica. Por ello, existe una baja correlación (-0.19) que aunque siendo negativa, no permite concluir que los ingresos determinan el nivel de vulnerabilidad sísmica.

Gráfico 1



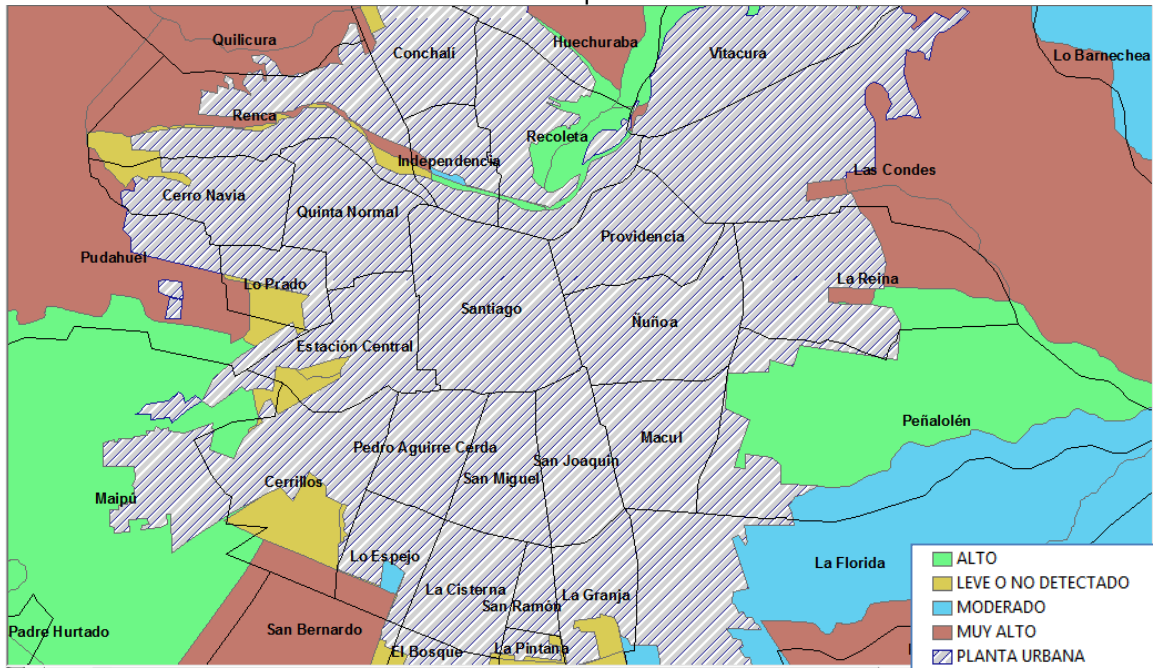
Fuente: Elaboración propia con información Otas y Casen 2006.

4.2 Riesgo incendio vegetación

Los riesgos por incendio están estrechamente relacionados con la cantidad y tipo de vegetación existente en la provincia de Santiago. Es así como las comunas que tienen mayor masa forestal o xx presentan mayor riesgo de incendio. Por otra parte, el área urbana posee una baja probabilidad de incendio, ya que se observa una menor cantidad de vegetación. En el mapa 3 se observa que las comunas con mayor lejanía del centro urbano tiene mayor riesgo de incendio de la vegetación en este contexto, Las Condes, una parte de Huechuraba, Quilicura y Pudahuel tienen un riesgo de incendio muy alto mientras las comunas de Maipú, una parte de Recoleta y Huechuraba y Peñalolén

presentan un riesgo de incendio alto. Las comunas que están en el centro urbano, como Santiago, Providencia, Ñuñoa, San Miguel, Pedro Aguirre Cerda, entre otras, no tienen riesgo de incendio debido a la cantidad y tipo de vegetación que presentan.

Mapa 3



Fuente: Elaboración propia con información de OTAS.

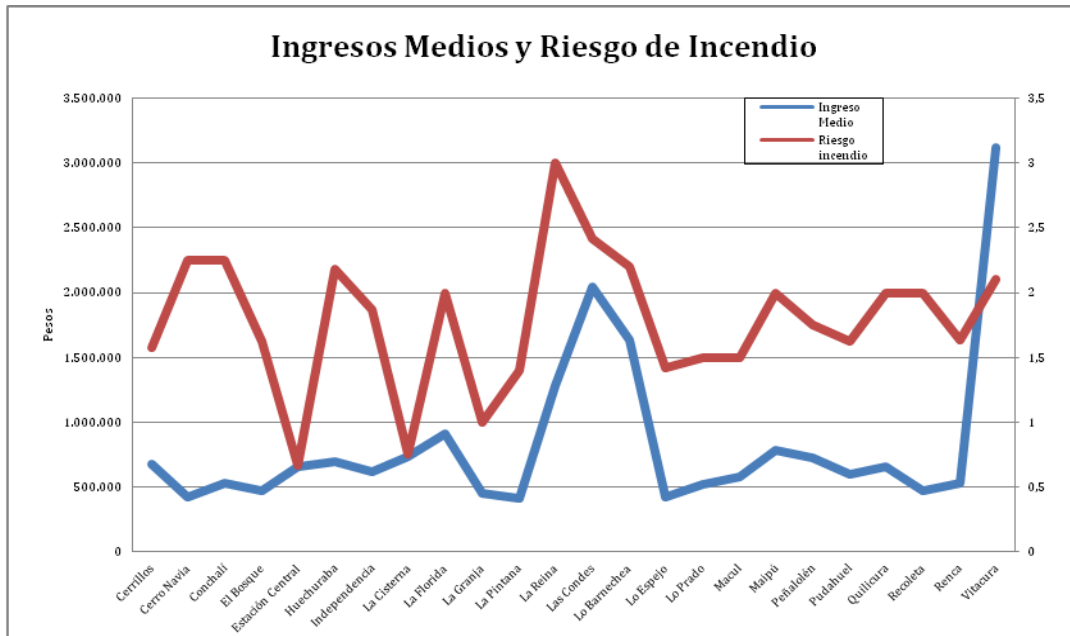
La regresión que tiene como variable dependiente o respuesta el riesgo de incendio de la vegetación, mientras la variable independiente es el ingreso medio por hogar para cada comuna. Esta regresión tiene un coeficiente de determinación es de 0.019, es decir, los ingresos solo explican el 1.9% de la variación del riesgo de incendio de la vegetación. Paralelamente, el p-value es de 0.44, por lo tanto, esta regresión al igual que la regresión de la vulnerabilidad sísmica, no tiene ninguna representatividad y los resultados no permiten realizar interpretaciones de ningún tipo (ver anexo 7).

Se calcularon dos correlaciones entre el riesgo de incendio y los ingresos medio por hogar para cada comuna. La primera considerando todas las comunas de la provincia de Santiago, obteniendo una correlación de 0.14, mientras la segunda corresponde solo a las comunas que presentan riesgo de incendio correspondiendo a un 0.40. Ambas correlaciones son bajas lo cual implica que no existe una estrecha relación entre los ingresos y el riesgo de incendio de la vegetación y además ambas son positivas, lo que implica que a mayor ingresos se incrementa el riesgo. Esta situación se explica debido a que las comunas con ingresos superiores tienen mayores áreas con vegetación, comparado con las comunas de la parte central que no tienen vegetación.

En el gráfico 2 se observa, en general, que las comunas con mayores ingresos presentan un riesgo mayor de incendio, no obstante, existen excepciones (que explican la baja correlación) como Cerro Navia que tiene un ingreso menor a Lo Prado y Macul pero presenta un mayor riesgo de incendio. La misma situación se aprecia comparando la comuna de Vitacura que tiene un ingreso casi 6 veces mayor que Conchalí, sin embargo, esta última tiene un mayor riesgo de incendio de la vegetación.

En este sentido no es posible correlacionar los riesgos de incendio con los ingresos promedio por hogar en las comunas de la provincia de Santiago, debido a los resultados estadísticos de la regresión y las correlaciones, como también del análisis del gráfico 2. (No se entiende) ver redacción

Gráfico N°

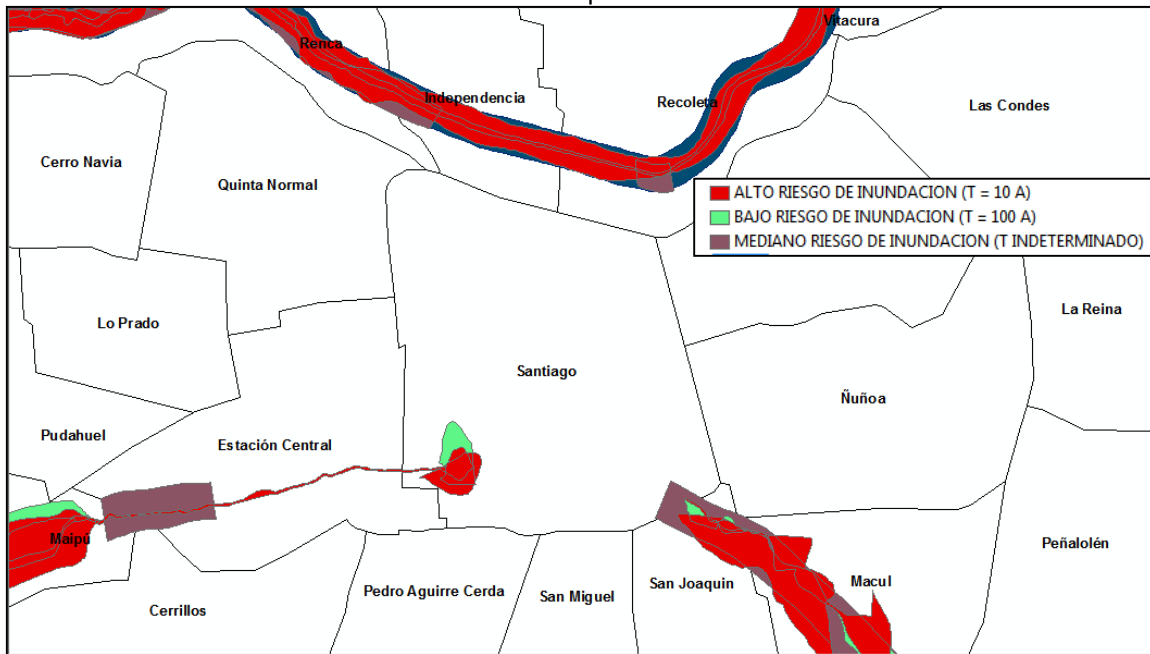


Fuente: Elaboración propia con información Otas y Casen 2006.

4.3 Riesgo inundación

En el mapa 4 se observa que existe un riesgo alto de inundación en el sector norte de la provincia de Santiago y que está presente en las comunas de Vitacura, Recoleta, Independencia y Renca y que corresponde a la riberas del río Mapocho. Por otra parte, en el sector sur-oriente de la provincia de Santiago se observa una zona de alto riesgo que corresponde a la quebrada de Macul. El mismo riesgo alto de inundación se aprecia en las comunas de Maipú y áreas de menor extensión se observan en las comunas de Estación Central y Santiago. redacción

Mapa 4



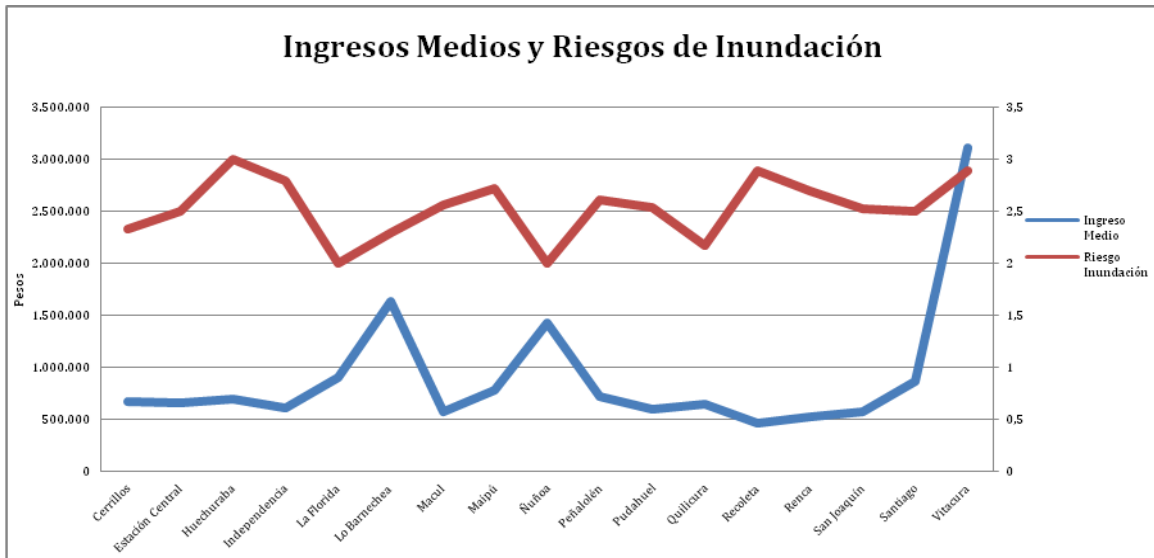
Fuente: Elaboración propia con información de OTAS.

La regresión que tiene como variable dependiente o respuesta el riesgo de inundación, mientras la variable independiente es el ingreso medio por hogar para cada comuna. Esta regresión, al igual que la regresión de la vulnerabilidad sísmica y riesgo de incendio, tiene un coeficiente de determinación bajo, que es 0.0003 lo cual implica que los ingresos solo explican el 0.03% de la variación del riesgo de inundación. Por otra parte, el p-value es de 0.94, por lo que los resultados de esta regresión no permiten realizar interpretaciones estadísticamente validas (ver anexo 8).

La correlación entre el riesgo de inundación y los ingresos medio por hogar de cada es de 0.02, lo cual se interpreta como una muy baja o inexistente relación entre estas dos variables.

En el gráfico 3 se observa el comportamiento del riesgo de inundación y los ingresos, comprobando los resultados obtenidos en la regresión y en la correlación antes descritas, en el sentido que no es posible relacionar los ingresos con el nivel de riesgos. Por ejemplo, Lo Barnechea tiene un ingreso por hogar casi 3 veces mayor que Cerrillos, sin embargo, ambos tienen el mismo nivel de riesgo de inundación. Esta misma situación se observa con la comuna de Vitacura y Recoleta donde la primera tiene un ingreso 7 veces mayor que Recoleta, pero ambas tienen el mismo nivel de riesgo de inundación, que es el más alto en la provincia de Santiago (2.9). Es importante recalcar que la información utilizada fue la encontrada en Otas pudiendo existir otras fuentes de información que podrían perfeccionar el análisis de el riesgo de inundación.

Gráfico 3



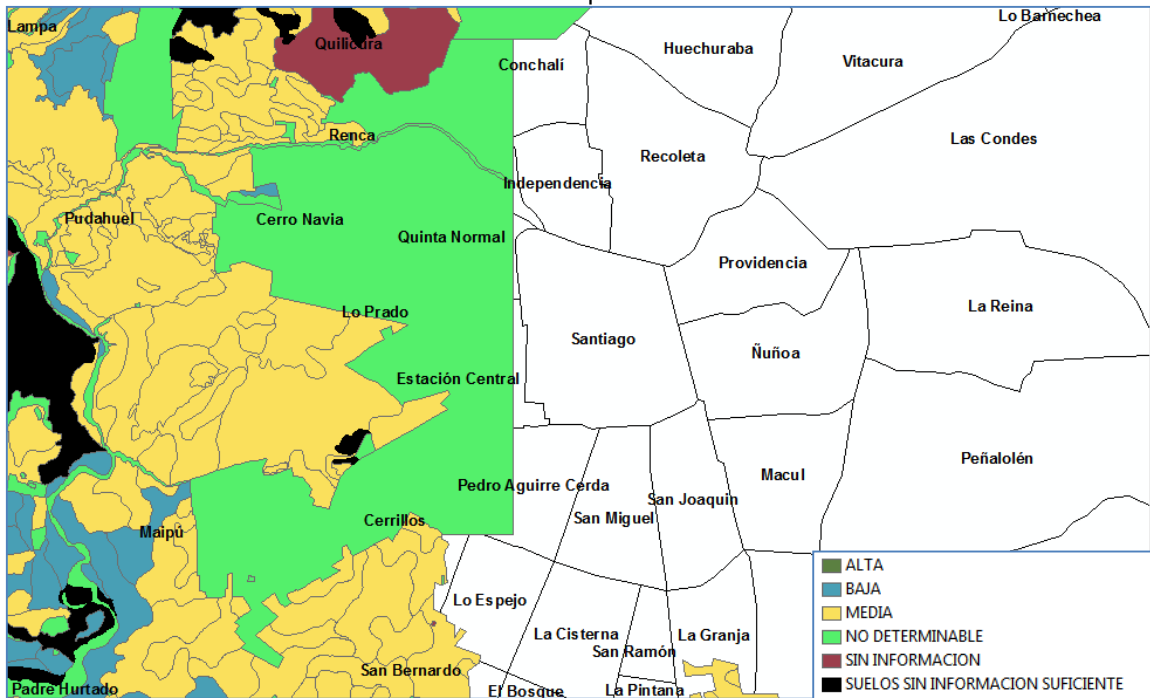
Fuente: Elaboración propia con información de OTAS.

4.4 Riesgo erosión(erodabilidad)

La primera observación que se puede realizar del mapa de riesgo de erosión es que no existe información para todas las comunas que comprenden la provincia de Santiago, especialmente el sector oriente de la provincia. Paralelamente en las comunas de Cerro Navia, Quinta Normal, Estación Central y Cerrillos, entre otras, no es posible determinar el riesgo de erosión. Con la escasa información existente se puede determinar que parte de las comunas de Pudahuel, Huechuraba, Cerrillos y Maipú presentan un riesgo medio de erosión. No se observa ni una comuna con riesgo alto de erosión. Lenguaje muy coloquial

Debido a la escasa información existente no es recomendable realizar análisis estadísticos relacionando el riesgo de erosión con el ingreso promedio por hogar.

Mapa 5



Fuente: Elaboración propia con información de OTAS.

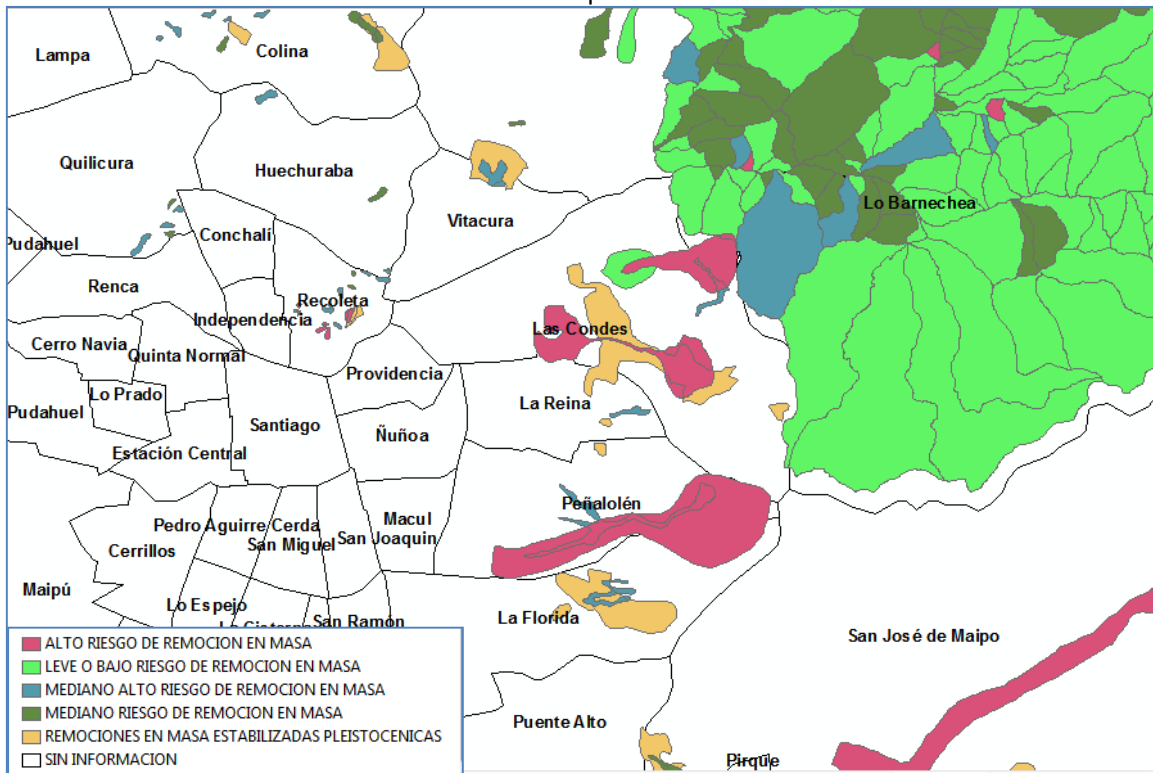
4.5 Riesgo remoción de masas

En el mapa 6, se observa que la comuna de Lo Barnechea es que la presenta una mayor extensión de riesgos de remoción de masas, aún cuando este riesgo es leve o bajo. Se observa un alto riesgo de remoción de masas en áreas de las comunas de Peñalolén, La Florida y Las Condes. Existen sectores denominados “Remociones en masa estabilizadas pleistocénicas²” los cuales no presentan un riesgo latente de remoción de masas. Estas áreas se pueden encontrar en las comunas de La Florida, Las Condes, Vitacura y Recoleta.

Al igual que la evaluación del riesgo de erosión, no es recomendable realizar análisis estadísticos relacionando el riesgo de remoción de masas con el ingreso promedio por hogar, debido a la escasa información existente y que no permite caracterizar el riesgo total de remoción de las diferentes comunas incluidas en este estudio.

²El Pleistoceno comprende el periodo de tiempo que va desde los 2.588 millones de años (este límite ha sido modificado recientemente al situarlo en la base del Gelasense, puesto que antes se situaba en la base del Calabriense, en 1.8 ma) hasta los 11.700 años (International Commission on Stratigraphy).

Mapa 6



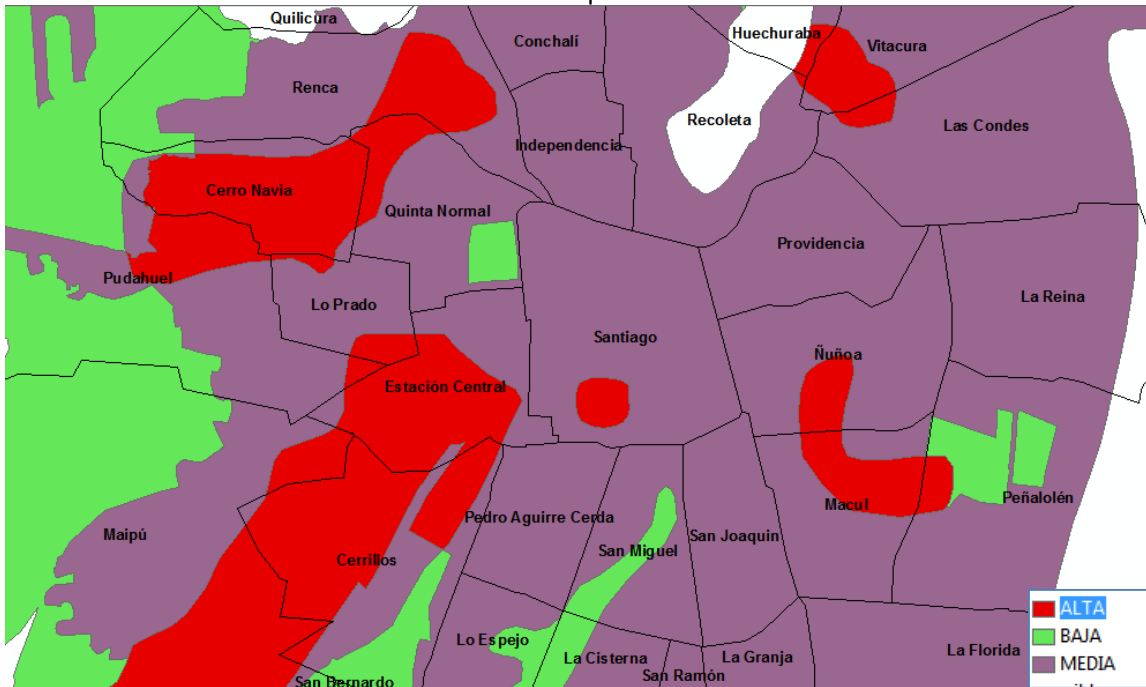
Fuente: Elaboración propia con información de OTAS.

4.6 Riesgo ecológico aguas subterráneas

En el mapa 7 se observa que la mayor parte de la provincia de Santiago presenta un riesgo ecológico medio representado con el color purpura. Paralelamente existe un riesgo ecológico alto en sectores de las comunas de Vitacura, Ñuñoa, Macul, Cerro Navia, Renca, Pudahuel, Estación Central, Santiago, Maipú y Cerrillos. Todos ellos corresponden a zonas en donde se ha detectado históricamente una alta contaminación (Espinoza ,2005).

Las comunas de Maipú, Pudahuel, Peñalolén, Lo Espejo, La Cisterna , San Miguel , Renca y Quinta Normal tienen áreas de riesgo ecológico bajo, que no necesariamente representan toda la comuna.

Mapa 7



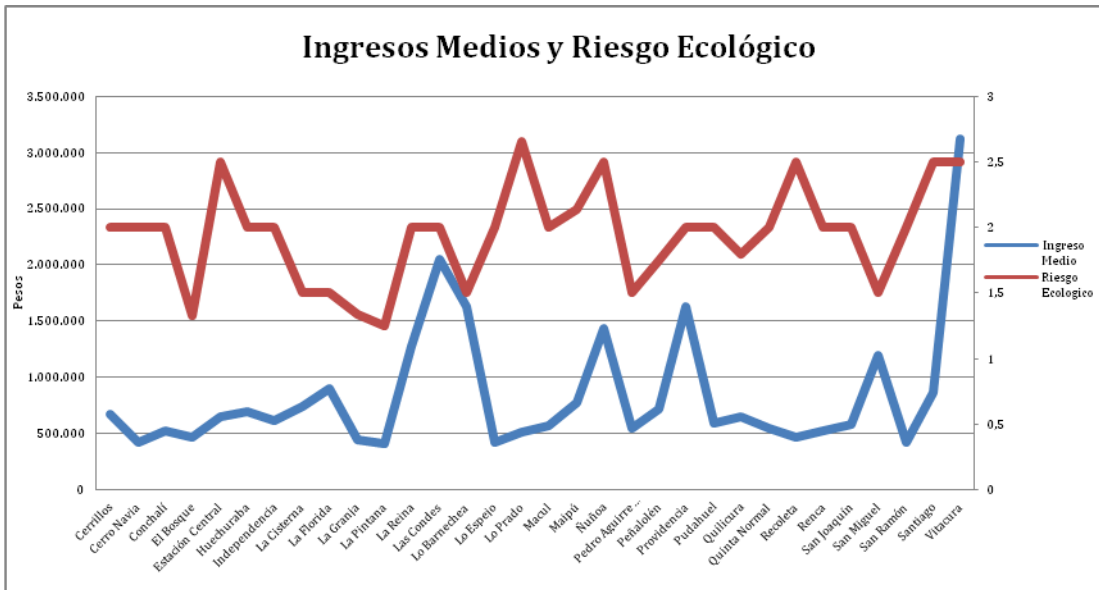
Fuente: Elaboración propia con información de OTAS.

La regresión que tiene como variable dependiente o respuesta el riesgo de ecológico, mientras la variable independiente es el ingreso medio por hogar para cada comuna. Esta regresión, al igual que las regresiones de la vulnerabilidad sísmica, riesgo de incendio y riesgo de inundación, tiene un coeficiente de determinación bajo, que es 0.044, lo cual implica que los ingresos solo explican el 4.4% de la variación del riesgo ecológico de aguas subterráneas. Asimismo, el p-value es de 0.2, por lo que los resultados de esta regresión no permiten realizar interpretaciones estadísticamente válidas (ver anexo 9).

La correlación entre los ingresos medios por comuna y el riesgo ecológico es de 0.21 lo cual se interpreta que al aumentar los ingresos aumenta el riesgo ecológico, paralelamente esta correlación es baja, por ende, se puede concluir que entre los ingresos y el riesgo ecológico hay una baja correlación y esta es positiva, por lo tanto, a mayores ingresos, aumenta el riesgo.

En el gráfico 4 se observa que, por una parte, existen comunas con altos ingresos como Ñuñoa y Vitacura que tiene un alto riesgo ecológico, pero también existen comunas de altos ingresos con bajo riesgo como Lo Barnechea y San Miguel. En las comunas con bajos ingresos ocurre la misma situación: existen algunas con bajo riesgo como La Granja, El Bosque y La Pintana y otras con alto riesgo como Lo Prado y Recoleta.

Gráfico 4



Fuente: Elaboración propia con información de OTAS

5. Conclusiones

La primera conclusión que se puede obtener de este estudio es que no es posible realizar ningún tipo de relación relevante entre el ingreso promedio por comuna en la provincia de Santiago y los diferentes riesgos analizados. En este sentido, las regresiones de riesgo de inundación, riesgo ecológico y riesgo de incendio de la vegetación presentan un indicador positivo, es decir, cuando se incrementan los ingresos, aumentan los riesgos, lo que se contradice con los ejemplos encontrados en la literatura. La única regresión que concuerda con la hipótesis es la del riesgo sísmico. No obstante lo anterior, ninguna de las regresiones obtienen resultados que permitan realizar conclusiones ya que éstas no cumplen con los criterios establecidos en la metodología para validar sus resultados. Por ende, en base a los resultados de las regresiones no es posible relacionar la exposición al riesgo con los ingresos medios de los hogares de las comunas de la provincia de Santiago.

Las correlaciones realizadas para los riesgos de inundación, de incendio de la vegetación, ecológico y vulnerabilidad sísmica corroboran los resultados obtenidos en las regresiones, en el sentido que existe una baja correlación (todas menores a los criterios establecidos en la metodología) entre los riesgos analizados y los ingresos. Por ejemplo, la única correlación negativa fue la de la vulnerabilidad sísmica (-0.19), es decir, al aumentar el ingreso disminuye la vulnerabilidad. Las correlaciones de ingreso con los riesgos ecológicos (0.21), de incendio (0.14) y de inundaciones (0.02) son todas positivas, es decir, el riesgo se incrementa con los ingresos. La correlación entre ingresos y riesgos de inundación es casi inexistente, por lo tanto, en la provincia de Santiago no existe relación entre estas dos variables.

Las relaciones entre riesgos y vulnerabilidades ambientales con los ingresos en la provincia de Santiago es baja o inexistente, por lo tanto, la exposición está relacionada más con factores geográficos que sociales y de ingresos.

Asimismo, existen riesgos que no fue posible analizar estadísticamente, debido a la escasa de la información, como por ejemplo, los riesgos de remoción de masas y los riesgos de erosión.

Finalmente, se sugiere actualizar la información existente respecto a los riesgos ambientales en la región Metropolitana, pues la última vez que se actualizó dicha información fue en el año 2005. No me parece esta conclusión

6. Referencias

Adger, W.N., (1996). "Approaches to Vulnerability to Climate Change", CSERGE Working Paper GEC 96-05. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, University of East Anglia, Norwich, and University College London.

Adger, N.W., (1999). "Social vulnerability to climate change and extremes in coastal Vietnam", World Development 27 (2), 249–269.

Barros, Lercy , (2007), "Plan de Trabajo 9- Año 2007", Curso Libre Asistido de Estadística II, Facultad de ciencias económicas y administrativas, Universidad de la República, Uruguay.

Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., Wisner, B., (1994). "Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters". Routledge, London.

Casanova, Jaime (2010), "Las faunas frías del pleistoceno", Universidad de Zaragoza.

Clark, G.E., Moser, S.C., Ratick, S.J., Dow, K., Meyer, W.B., Emani, S., Jin, W., Kasperson, J.X., Kasperson, R.E., Schwarz, H.E., (1998) "Assessing the vulnerability of coastal communities to extreme storms: the case of Revere", MA., USA. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 3 (1), 59–82.

Educarchile, (2011) Estadísticas demográficas y socioeconómicas , Citado Julio 2011, <http://www.educarchile.cl/Portal.Base/Web/verContenido.aspx?ID=130281>

Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN). <http://www.mideplan.gob.cl/casen/>

Espinoza, Carlos (2005), "Carta de riesgo ecológico y conveniencia de protección aguas superficiales y subterráneas", Universidad de Chile, Departamento de Investigación y Desarrollo, Proyecto Otas II Etapa.

Fernández, Pita ; Díaz Pértiga, (2001), "Relación entre variables cuantitativas", Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Juan Canalejo. A Coruña. Cad Aten Primaria 1997; 4: 141-144.

Ferrando, Francisco (2005), "Carta de riesgos naturales riesgo sísmico", Universidad de Chile, Departamento de Investigación y Desarrollo, Proyecto Otas II Etapa.

Ferrando, Francisco (2005), "Carta de riesgos naturales remoción en masa", Universidad de Chile, Departamento de Investigación y Desarrollo, Proyecto Otas II Etapa.

Ferrando, Francisco (2005), "Carta de riesgos naturales inundación", Universidad de Chile, Departamento de Investigación y Desarrollo, Proyecto Otas II Etapa.

Ferrando, Francisco (2001), "Componente riesgos naturales: incendios de vegetación", Universidad de Chile, Departamento de Investigación y Desarrollo, Proyecto Otas I Etapa.

Fothergill, A., Peek, L.A., (2004). "Poverty and disasters in the United States: a review of recent sociological findings". *Natural Hazards* 32, 89–110.

Guha-Sapir, D., Hargitt, D., Hoyois, P., (2004). *Thirty Years of Natural Disasters 1974–2003: The Numbers*. PUL, Lovain-la-Neuve.

Hewitt, K. (Ed.), (1983), "Interpretations of Calamity". Allen & Unwin, Boston.

Instituto Nacional de Estadística INE, (2007), "Enfoque estadístico: Nuevas Regiones de Chile".

Kelly, P.M., Adger, W.N., (2000). "Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation". *Climatic Change* 47, 325–352.

Lal, R. (1988), *Soil erosion research methods*. U.S.A.: Soil and Water Conservation Society. 244 p.

Masozeraa Michel, BaileybMelissa, KerchnerCharles (2006), "Distribution of impacts of natural disasters across income groups: A case study of New Orleans", *Ecological economics* 63 (2007) 299 – 306 p.

Medina F., Galván M. (2008) "Descomposición del coeficiente de Gini por fuentes de ingreso: Evidencia empírica para América Latina 1999-2005" CEPAL - Serie Estudios estadísticos y prospectivos No 63.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) Abril 2011, http://www.oecd.org/document/28/0,3746,es_36288966_36287974_38828060_1_1_1_1,00.html

Peralta, Mario (2001) "Componente Suelo", Universidad de Chile, Departamento de Investigación y Desarrollo, Proyecto Otas I Etapa.

Sociedad española de bioquímica y patología molecular (SEQC), (2011), "Regresiones", 7 p.

Watts, M.J., Bohle, H.G., (1993), "The space of vulnerability: the causal structure of hunger and famine", *Progress in Human Geography* 17, 43–67.