



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**EFFECTO DE LA DESIGUALDAD EN EL MEDIO AMBIENTE: ANÁLISIS
DE UNA RELACIÓN CONDICIONADA POR EL NIVEL DE INGRESO**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN ECONOMÍA APLICADA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

GONZALO EDUARDO CEA HERRERA

PROFESOR GUÍA:
RONALD FISCHER BARKAN

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
ALEJANDRO CORVALÁN AGUILAR
JACQUES CLERC PARADA

SANTIAGO DE CHILE
2023

Resumen

Esta tesis analiza el impacto del ingreso y la desigualdad en el desempeño ambiental. Si bien el efecto de la desigualdad sobre el medio ambiente ha sido ampliamente estudiado, los resultados de distintos autores llegan a resultados contradictorios. Algunos investigadores encuentran que la desigualdad tiene un impacto negativo sobre el medio ambiente, mientras otros encuentran una relación positiva. La hipótesis principal de esta tesis es que la discrepancia en los resultados de estos autores puede explicarse por una variable omitida en la mayor parte de los análisis: el nivel de ingreso per cápita de los países. Esta tesis prueba esta hipótesis con un panel de 180 países entre los años 2000 y 2020.

Otro aspecto en que la tesis innova es el instrumento para medir los efectos sobre el medio ambiente. La mayor parte de los estudios utilizan las emisiones de CO₂ para medir el deterioro ambiental. En esta tesis como medida de estado del medio ambiente se utiliza el Environmental Performance Index. El EPI, es un índice que incorpora distintos indicadores de contaminación y de protección ambiental, lo que permite capturar de manera más global el efecto de la desigualdad sobre el medio ambiente.

Los resultados encontrados respaldan la idea de que el efecto de la desigualdad sobre el medio ambiente depende del nivel de ingreso del país. Usando un modelo de panel con efectos fijos se encuentra que el efecto de la interacción entre el ingreso y la desigualdad sobre el medio ambiente es significativo. A partir de un umbral de ingresos, el efecto de la variable desigualdad sobre el medio ambiente se revierte. Como resultado de esto, el efecto marginal de la desigualdad es negativo en países ricos y positivo en países pobres. La tesis estudia además si existe un efecto asociado a la visibilidad de los contaminantes, sin encontrar resultados significativos.

A mi mamá, porque sin ella esto no sería posible.

Agradecimientos

En el final de este camino que empecé hace más de 10 años cuando estaba en segundo medio y soñaba con entrar a la universidad, quiero agradecer a todos los que me acompañaron.

En primer lugar quiero agradecer a mi mamá, que siempre creyó y confió en mi, pero que lamentablemente no pudo ver el final de esta etapa, esto es por y para ella.

Agradezco también a Paloma, la persona más importante en mi vida, quien me ha acompañado (y soportado) desde mi primer año de universidad y que me ha levantado en uno de los momentos más difíciles de mi vida, espero que sigamos caminando juntos por mucho más. Agradezco a mi papá y a mis hermanas por su apoyo incondicional.

Agradezco a todos los amigos que hice en la universidad. A los Bachiamigos: la Caro, el Salva, la Ale, el Diego y el Seba, por las juntas de estudio y por todo el apañe en los primeros años de la carrera. A los chicos Quilpue: Nico, Pablito, Caro (otra vez), Tomi, Yordano, Androli y Mariano, decirles que estoy muy feliz de que nos hayamos conocido y aprovecho de darles las gracias a todos por ayudarme a sobrevivir la pandemia.

Agradezco a mi profesor guía Ronald Fischer, por su apoyo permanente, por su dedicación, sus críticas constructivas y por todo el tiempo que le dedicó a esta tesis. También quiero agradecer a los miembros de la comisión, Alejandro Corvalán y Jacques Clerc, por su valiosa retroalimentación y por dedicar su tiempo a la revisión y mejora de este trabajo.

A todos los mencionados anteriormente y a aquellos que puedan haber quedado sin mencionar, les agradezco de todo corazón por haber sido parte de este camino.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	2
1.2. Revisión de literatura	3
2. Datos	7
2.1. Datos	7
2.2. Construcción del panel	11
3. Análisis exploratorio de datos	12
3.1. Efectos de la desigualdad de ingresos	12
3.2. Efectos del ingreso	13
3.3. Efecto cruzado	13
3.4. Variables de control	15
4. Metodología	19
4.1. Estrategia empírica	19
4.2. Especificaciones del modelo	21
4.2.1. Errores estándar	21
4.2.2. Nivel de ingreso inicial	21
4.2.3. Cambios en la variable dependiente	21
5. Resultados y discusión	23
5.1. Modelo Principal	23

5.2. Nivel de ingreso inicial	25
5.3. Percepción de la contaminación	27
6. Conclusión	30
7. Bibliografía	32
8. Anexos	34

Capítulo 1

Introducción

El aumento de la contaminación del aire y del agua, la excesiva generación de desechos por la actividad humana y la pérdida de biodiversidad representan problemas cada vez mayores para la humanidad. Es por esto que gran parte de los gobiernos en el mundo han puesto el cuidado del medio ambiente al frente de su política nacional e internacional. Esto se ha visto reflejado en numerosas iniciativas como el acuerdo de París, los objetivos de desarrollo sostenible y el acuerdo de Escazú. En ellas los gobiernos del mundo se han comprometido a transitar hacia un modelo de desarrollo sostenible, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigando los impactos ambientales de la actividad económica.

Dada la importancia que ha adquirido la protección del medio ambiente, se han desarrollado muchas investigaciones con el fin de determinar la relevancia de distintas variables económicas sobre el deterioro ambiental. Una de las variables económicas que ha sido objeto de estudio es la desigualdad, de la cual se pueden encontrar numerosas investigaciones que desarrollan su nexo con el medio ambiente, pero no se han logrado obtener resultados concluyentes. Por ejemplo, Ravallion et. al (2000) y Heerink et al. (2001) en sus estudios empíricos encuentran una relación inversa entre desigualdad y medio ambiente, es decir a mayor desigualdad se tiene menor contaminación. Pero algunos estudios encuentran efectos contrarios, como el de Chen et al. (2020), quienes encuentran que en países en desarrollo una mejor distribución de la riqueza, conduce a una reducción en las emisiones de CO₂. Estas investigaciones al igual que muchas en la literatura sobre desigualdad y medio ambiente, evalúan en general el desempeño ambiental a partir de las emisiones de CO₂, pero pese a tener eso en común los resultados son diferentes entre sí.

Estas investigaciones tienen algunas limitaciones. Como se mencionó, la mayor parte de los estudios tienen una perspectiva unidimensional del desempeño medio ambiental, ya que ven la contaminación atmosférica como la única fuente de deterioro ambiental. También vemos que dada la limitada disponibilidad de datos, las investigaciones en general consideran una muestra pequeña de países, por lo que se podrían estar ignorando efectos del nivel de desarrollo. Por otro lado, si bien muchos de los estudios desarrollan modelos econométricos en los que incluyen las variables de ingreso y desigualdad dentro de una misma regresión, muy pocos estudian la interacción entre estas dos variables y como el efecto de la desigualdad actúa según los distintos niveles de ingreso.

En esta tesis se examina la siguiente hipótesis: una explicación para la variedad de resultados en estudios anteriores entre desigualdad y medio ambiente se debe a que no consideran el efecto del ingreso sobre la relación anterior. Otra innovación de la tesis es utilizar un indicador que evalúa el desempeño ambiental desde una perspectiva integral, el Environmental Performance Index desarrollado por la Universidad de Yale que establece una puntuación en base a múltiples indicadores de medio ambiente.

1.1. Motivación

Una de las preocupaciones actuales de los países es como mejorar el desempeño económico sin dañar el medio ambiente. Como se mencionó anteriormente, durante las últimas décadas se han estudiado los efectos que tienen distintos indicadores económicos sobre el deterioro ambiental, en particular, uno que ha sido muy estudiado es la desigualdad de ingresos. En cuanto al efecto de la desigualdad de ingresos en el medio ambiente, la literatura teórica plantea dos hipótesis que se contraponen: la hipótesis de la economía política y la hipótesis de la propensión marginal a emitir (MPE). La hipótesis de la economía política, introducida por primera vez por Boyce (1994), señala que la desigualdad de ingresos aumenta las emisiones de contaminantes. Lo anterior, se debería a que el costo del deterioro ambiental recae principalmente sobre los sectores más pobres de la población, mientras que los beneficios los obtendrían los más ricos, por lo tanto este grupo que posee además un mayor poder político, obstaculizará la formulación e implementación de políticas de protección ambiental, lo que deteriorará la calidad ambiental.

Por otro lado, la hipótesis de la propensión marginal a emitir plantea que la desigualdad de ingresos ayuda a reducir la degradación ambiental, esto se debería a que cuando los ingresos se distribuyen de una manera más equitativa, una proporción de la población (los pobres) aumentará su nivel de ingreso, demandando un mayor consumo de energía y otros productos que generan contaminación. Por lo tanto, políticas de redistribución del ingreso tendrán efectos negativos sobre el medio ambiente, debido al aumento de la demanda de productos intensivos en energía que generan más emisiones de carbono. Como se ha mencionado anteriormente, los estudios empíricos en esta materia no han logrado concluir sobre la validez de ambas teorías, pues algunas investigaciones han concluido que la desigualdad mejora el desempeño ambiental, mientras que otras han encontrado que reducir la desigualdad es beneficioso para el medio ambiente.

Ambas hipótesis poseen debilidades. En el caso de la hipótesis de la economía política, aunque parece razonable pensar que si el costo del deterioro medio ambiente recae sobre el grupo de menor ingreso, estos intentarán mejorar su condición cuando adquieran mayor poder político, su efecto no es tan directo, puesto que proteger el medio ambiente aumenta los costos de las empresas. Como la protección ambiental es costosa, cuando se implementen nuevas leyes a favor del medio ambiente la demanda por trabajo se contraerá, debido a que las empresas tratarán de disminuir sus costos y también porque algunos proyectos ya no serán viables (se podrían producir el cierre de empresas). Al estar conscientes de que la demanda por trabajo disminuirá con una mayor protección ambiental, los pobres resignarán sus demandas medioambientales a cambio de un mayor ingreso. En dicho caso los intereses

tanto de los ricos como de los pobres estarán más alineados y existirá un mayor deterioro del medio ambiente. Sin embargo, el hecho de que los grupos de menor ingreso no estén siempre interesados en disminuir el deterioro ambiental, no significa necesariamente que una disminución de la desigualdad traiga consigo un mayor deterioro ambiental como plantea la hipótesis de la MPE (es más esta no toma en cuenta la existencia de una demanda por calidad ambiental) si no que su efecto es incierto y depende de otros factores. Al respecto, esta tesis plantea que el nivel de ingresos es un factor que determina la dirección en que la desigualdad de ingresos afecta al medio ambiente, lo que explicaría las diferencias de los resultados de la literatura. Se espera que en países de ingresos bajos a medida que disminuya la desigualdad los grupos de menor ingreso intenten suplir otras necesidades antes que proteger el medio ambiente, por lo que menor desigualdad no traerá consigo mejor desempeño ambiental. Por otro lado, en los países de ingresos altos, donde los habitantes ya poseen una mejor calidad de vida y las necesidades (sobre todo las básicas) están relativamente cubiertas, los grupos “pobres” estarán dispuestos a sacrificar parte de su ingreso para cuidar el medio ambiente, por lo que se espera que en este tipo de países la disminución de la desigualdad sea positiva para el medio ambiente.

Otro aspecto a considerar es que el efecto de la contaminación no recae siempre sobre los grupos de menor ingreso. De hecho estos podrían no percibir los efectos de la contaminación, pues existen contaminantes cuyos efectos pasan inadvertidos como los gases de efecto invernadero, que si bien son responsables del cambio climático no son perceptibles directamente, debido a que son en su mayoría no son visibles y no tienen efectos sobre la salud de las personas. Además, los efectos de estos contaminantes son globales por lo que su disminución no depende exclusivamente de lo que haga un país, pues al ser una contaminación global darse un efecto de “free rider”. Esto se debe a que cuando un país disminuye sus emisiones todo el mundo se beneficia, pero seguirá siendo afectado por la contaminación del resto. Por tanto, si no existen acuerdos transversales para disminuir este tipo de contaminación, el impacto que pueda generar un país no será relevante. Las personas son conscientes de este efecto y ante una disminución en la desigualdad no tratarán de inmediato de disminuir la contaminación global, si no que tratarán de disminuir los efectos que tienen contaminantes que son perceptibles para ellos y que tienen efectos sobre su salud o calidad de vida. En síntesis, podemos agregar como una hipótesis secundaria a testear que la disminución de la desigualdad tendrá un efecto más notorio en disminuir la contaminación que es local y perceptible, que en la contaminación global cuyos efectos pasan hasta en cierto punto inadvertidos.

1.2. Revisión de literatura

La relación entre la economía y el medio ambiente ha sido ampliamente estudiada, tanto desde perspectivas teóricas como empíricas. Los primeros intentos por descubrir esta relación comenzaron en la década de 1960. La atención pública y científica se centró entonces en los orígenes del deterioro ambiental, siendo el crecimiento económico uno de los primeros sospechosos. La relación entre crecimiento económico y deterioro ambiental parecía ser obvia, a mayor crecimiento económico las empresas se hacen más intensivas en contaminación producto del aumento en la producción de bienes y servicios. Sin embargo, pronto hubieron quienes señalaron que esto podría no ser así, particularmente, por que un mayor crecimiento

económico conduciría a más innovación y a cambios en las preferencia de consumo de la sociedad. Lo anterior, dio lugar a varias contribuciones que estudiaron la relación del crecimiento económico y el medio ambiente. Al respecto, los estudios de Grossman y Krueger (1991, 1995), Shafik y Bandyopadhyay (1992), Panayotou (1993) y Selden y Song (1994) mostraron que hay una relación en forma de U invertida entre diversos tipos de contaminantes y niveles de ingreso (Correa, 2004). Este planteamiento sugiere que la calidad ambiental inicialmente se deteriora pero, una vez que los países han alcanzado un nivel suficiente de riqueza, la contaminación empieza a disminuir, a esto se le denominó la curva ambiental de Kuznets (EKC por sus siglas en inglés).

La investigación relacionada con la curva ambiental de Kuznets podría señalarse como la base del estudio de la relación entre la riqueza y el medio ambiente, siendo motivación para diversos autores por cerca de tres décadas. Siguiendo esa línea, algunos investigadores incorporaron otras variables económicas en sus estudios, siendo muy estudiada la desigualdad. En general, en la literatura se pueden encontrar dos mecanismos a través de los cuales la desigualdad actuaría en la degradación ambiental. En primer lugar, la teoría de la economía política, desarrollada por Torras y Boyce (1998), la cual postula que la desigualdad de ingresos afecta la contaminación indirectamente a través de la distribución del poder político. El argumento de Boyce se basa en que la clase rica de la sociedad tiene una tendencia a una mayor contaminación ambiental, puesto que poseen empresas contaminantes que tienen un mayor consumo de bienes y servicios industriales intensivos en carbono. Razón por la cual utilizan el poder de negociación que tienen para evitar una protección ambiental más costosa, por lo que si las clases más pobres adquieren un mayor poder político gracias a una distribución del ingreso más equitativa, esto les permitirá expresar sus demandas por calidad ambiental.

Alternativamente está la teoría de la propensión marginal a emitir (Ravallion et al, 2000), la cual postula que la desigualdad de ingresos afecta los niveles de contaminación directamente a través de cambios en el consumo, esto basado en el concepto keynesiano de propensión marginal al consumo. La propensión marginal al consumo para hogares de ingresos bajos es más alta que la de los hogares de ingresos altos, por lo que si la desigualdad de ingresos disminuye habrá una mayor propensión a consumir bienes y servicios y, por lo tanto, una mayor propensión marginal a emitir. Entonces, bajo esta teoría un aumento de la igualdad en una sociedad tiende a dañar el medio ambiente, lo que sugiere un mecanismo que explica una relación negativa entre la desigualdad de ingresos y las emisiones de carbono.

Dentro de los primeros estudios sobre la relación entre la desigualdad y el medioambiente encontramos a Boyce (1994), que estudió teóricamente el vínculo entre la desigualdad y el desempeño ambiental, modelándola como un juego de ganadores y perdedores, concluyendo que mayores desigualdades de ingreso conducen, en igualdad de condiciones, a una mayor degradación por tres razones: primero la degradación ambiental excesiva impulsada por poderosos ganadores no se compensa con la degradación ambiental evitada por los perdedores; segundo, la desigualdad aumenta la valoración de los beneficios cosechados por los ganadores ricos y poderosos en relación con los costos impuestos a los perdedores pobres y menos poderosos; y tercero la desigualdad aumenta la tasa de preferencia temporal aplicada a los recursos ambientales tanto por los pobres como por los ricos, al aumentar su pobreza e inseguridad política, respectivamente. Posteriormente Scruggs (1998), siguiendo el argumento de Boyce, separa la igualdad política de la económica y establece diversas combinaciones de igualdad, concluyendo que dependiendo de la combinación entre poder político y económico,

la igualdad de ingresos puede o no ser necesaria para minimizar la degradación. Sus resultados señalan que bajo ciertas condiciones una mayor desigualdad puede conducir incluso a una menor degradación ambiental. Scruggs realizó también dos pruebas empíricas, regresionando indicadores de calidad del aire y del agua con la desigualdad de ingresos y la libertad política. Sus resultados no logran confirmar la hipótesis de que mayor igualdad conduce a un mejor desempeño ambiental, es más, en algunos casos encuentra que la igualdad está inversamente relacionada con el desempeño ambiental.

Más tarde, Magnani (2000) utilizando datos de la OCDE sobre el gasto público en I+D para la protección del medio ambiente, intenta probar de forma empírica la hipótesis de la EKC. Sus resultados le permiten concluir que el segmento de pendiente negativa de la EKC, surge en los países con ingresos altos solamente cuando su desigualdad es baja. La explicación teórica que brinda la autora para sus resultados, es que si en un país rico hay mayor igualdad las preferencias de los consumidores se alejan de los bienes privados a los bienes públicos como el medio ambiente.

Existe también una gran cantidad de estudios empíricos que examinan la relación entre la desigualdad de ingreso y las emisiones de carbono, sin embargo la literatura empírica proporciona resultados contradictorios al respecto. Ravallion et al (2000) son de los primeros en estudiar este fenómeno, usando estimadores OLS agrupados y datos de panel para 42 países durante el período 1975– 1992, obtienen que una mayor desigualdad, se asocia con menores emisiones de carbono, tanto entre los países como dentro de ellos. También, encuentran evidencias de aplanamiento en la relación entre emisiones e ingresos promedios, concluyendo que las emisiones disminuirá con el crecimiento. En esa misma línea Heerink et al. (2001), estudia la relación de diferentes indicadores ambientales (entre ellos las emisiones de CO₂), con el ingreso y el índice de GINI. Sus resultados son similares a los de Ravallion, una mayor desigualdad conlleva una disminución en los indicadores de contaminación y por consiguiente una mejora en el desempeño ambiental. Sin embargo, más adelante nos encontramos con estudios cuyos resultados son opuestos. Borghesi (2006), Qu y Zhang (2011) y Guo (2014), muestran que un aumento en la equidad en la distribución del ingreso mejora la calidad ambiental, medida a partir de las emisiones de carbono, lo que sugiere la existencia de un equilibrio entre promover la igualdad y mejorar la calidad ambiental.

Borghesi señala que la diferencia entre los resultados empíricos de los distintos autores puede deberse al modelo que utilizan, debido a que la existencia de heterogeneidad en los países no permite ver el verdadero efecto en modelos OLS agrupados. Para solucionar el problema, el autor incluye regresiones con efectos fijos y las compara con modelos simples, sus resultados indican una relación negativa del GINI con las emisiones para los modelos simples y una positiva con efectos fijos, sin embargo, ninguno de estos resultados es estadísticamente significativo.

En los estudios más recientes, encontramos a Baek y Gweisah (2013), quienes examinan el nexo desigualdad-medio ambiente en los EE.UU. mediante el uso del modelo ARDL¹ y encontraron que una distribución más equitativa del ingreso en los estados de EE.UU. mejoró la calidad ambiental, puesto que su modelo arrojó que para ginis más bajos las emisiones de CO₂ disminuyen. En esa misma línea, Hailemariam et al (2020), utilizando datos de 17 países

¹Metodología de series de tiempo que permite conocer la elasticidad o variaciones de variables en el corto y largo plazo.

de la OCDE obtienen que un aumento en la concentración de la riqueza conduce a un aumento de las emisiones de CO₂, aunque en ese mismo estudio encuentran que un incremento en el GINI disminuye la concentración de CO₂, concluyendo que los resultados dependen en gran parte de la medida de desigualdad que se esté utilizando.

¿Por qué los resultados difieren para diferentes medidas de desigualdad? De acuerdo con los autores, las dos medidas de desigualdad capturan diferentes características de las distribuciones de ingresos, las que son útiles para evaluar los argumentos de diferentes enfoques analíticos para el nexo emisiones-desigualdad. Específicamente, la concentración de la riqueza captura mejor la economía política y los efectos que explican una asociación positiva entre la desigualdad de ingresos más alta y las emisiones de carbono. Por otro lado, el índice de Gini captura mejor las variaciones en la desigualdad de ingresos que surgen de las diferencias entre los hogares de ingresos bajos y medios, lo que explica el efecto negativo de la desigualdad en las emisiones de carbono en línea con el enfoque de propensión marginal a emitir. Es decir, un aumento de la desigualdad medido por el índice de Gini implica que una caída en la demanda de bienes intensivos en energía por parte de los pobres debido a ingresos más bajos domina el aumento en la demanda proveniente del grupo de ingresos más altos.

Los resultados de la investigación sobre la desigualdad de ingresos y las emisiones de carbono pueden variar también según la dimensión temporal, el ingreso de los países o el nivel de desarrollo. Liu C. et al. (2019) argumentaron que la desigualdad de ingresos en las emisiones de CO₂ de los EE. UU. es significativamente positiva a corto plazo, mientras que negativa a largo plazo utilizando un modelo ARDL de panel. Por su parte, Rojas-Vallejos y Lastuka (2020) utilizan un panel de datos de 68 países durante un período de 50 años desde 1961 hasta 2010, para verificar empíricamente si reducir la desigualdad aumenta las emisiones de CO₂ como lo sugieren las teorías sobre el efecto del consumo agregado, o si en cambio las disminuyen como señalan las teorías de economía política. Para ello, realizan regresiones de panel separando por los niveles de desarrollo de los países (medidos por el ingreso per capita) y encuentran que la desigualdad de ingresos tiene un impacto negativo en las emisiones de CO₂ en los países de ingresos bajos y medianos, pero es levemente positivo después de pasar un umbral ubicado alrededor de los quince mil dólares estadounidenses de 2011. Esta es una de las investigaciones más similares encontradas, por lo que en el cuarto capítulo se ahondará un poco más sobre las diferencias con este trabajo. Por último, Chen et al. (2020) examinan el nexo entre crecimiento, desigualdad y emisiones en 17 de los países del G20 desde 1988 hasta 2015, utilizando una regresión por cuantiles. Los resultados de su modelo muestran que el papel de la desigualdad de ingresos en los países en desarrollo con respecto a sus emisiones de carbono es significativamente diferente al de los países desarrollados, para los países en desarrollo reducir la brecha de ingresos juega un papel muy importante en la reducción de las emisiones de CO₂, mientras que, en la mayoría de los países desarrollados, la desigualdad de ingresos no tiene un impacto significativo.

Capítulo 2

Datos

En esta sección, se describen los datos que se utilizarán para estimar el efecto del ingreso y la desigualdad en el medio ambiente. Para medir el desempeño ambiental se utiliza el índice EPI, que proporciona una medición integral del desempeño ambiental, aunque también se utilizan otros indicadores ambientales que permiten probar hipótesis complementarias. Por otro lado, el ingreso es medido a partir del PIB per capita y la desigualdad se mide a partir de la concentración del ingreso en el 10% de la población y el índice de GINI.

2.1. Datos

Se estima el efecto del ingreso y la desigualdad en el medio ambiente, utilizando un panel de datos que cubre 20 años desde 2000 a 2020 para 180 países de todos los continentes. La variable dependiente de este modelo es el desempeño ambiental, el cual, como se abordó en el capítulo anterior en la mayor parte de las investigaciones relacionadas con el medio ambiente y la distribución de la riqueza se mide a partir de las emisiones de CO₂. El problema con eso, es que las emisiones de CO₂ proporcionan solo una de las dimensiones en las que se puede evaluar la calidad ambiental, puesto que existen diferentes tipos de contaminación. Dado lo anterior, para medir la calidad ambiental se utiliza como variable principal el Environmental Performance Index (EPI), creado por el Centro de Derecho y Política Ambiental de la Universidad de Yale en colaboración con el Centro para la Red Internacional de Información sobre Ciencias de la Tierra (CIESIN) de la Universidad de Columbia.

El EPI fue publicado por primera vez en 2006 y se publica cada dos años. Antes del 2006, los creadores del EPI desarrollaban el índice ESI (Environmental Sustainability Index), el que al igual que el EPI, tiene la particularidad de entregar un único valor que indica la calidad ambiental del país construido a partir de varios indicadores de contaminación y del desempeño de los países en el cuidado del medio ambiente, por lo que es posible utilizarlo para cubrir el periodo en que no hay información disponible del EPI. El EPI utiliza una metodología basada en datos y estadísticas¹ para evaluar el desempeño ambiental de cada país en relación con otros países, en ella cada país recibe una puntuación en una escala del 0

¹En el anexo 2 se puede encontrar el detalle de los componentes del EPI 2020

al 100, donde una puntuación más alta indica un mejor desempeño ambiental.

El EPI como cualquier indicador, posee algunas limitaciones que se deben tomar en cuenta al momento de utilizarlo para comparar países, puesto que, aunque la metodología del EPI se mantiene constante a lo largo del tiempo, pueden haber cambios en las fuentes de datos, en los indicadores utilizados para evaluar el desempeño ambiental de los países, o en la forma en que se calcula la puntuación del EPI. Estos cambios pueden tener un impacto en los resultados del EPI y pueden dificultar la comparación de los resultados de un año a otro. La figura 2.1 muestra el EPI en el año 2000 y 2020 para un total de 12 países, si bien, no es posible establecer una tendencia del indicador para los distintos países, se observa que países con ingresos per capita alto como Francia, Finlandia o Japón presentan una mejora en su indicador, mientras que países pobres como Angola o Zimbabwe han empeorado.

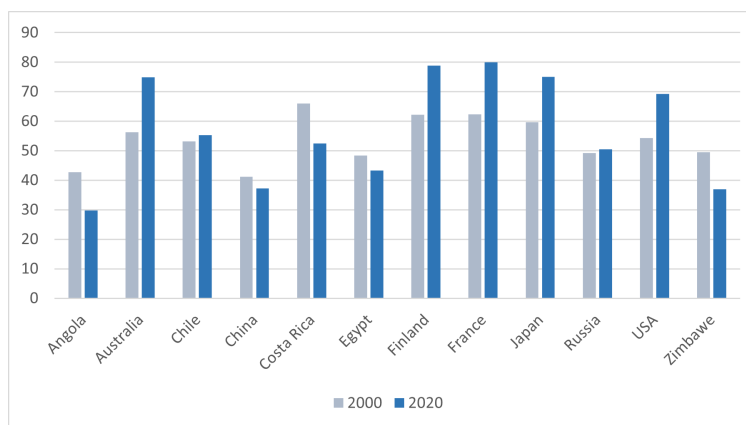


Figura 2.1: Evolución promedio del EPI

Como se mencionó anteriormente, una de las ventajas del EPI es que permite dar una visión global del desempeño ambiental de los países, sin embargo, uno de los objetivos de esta tesis es también estudiar el efecto de la desigualdad distinguiendo entre contaminantes con efectos visibles y localizados, de contaminantes con efectos dispersos. Por esta razón, se incluyen dos indicadores ambientales adicionales, el CO₂ y el PM₁₀.

Los datos de CO₂ son extraídos de la base de datos del Banco Mundial y corresponden a las emisiones de CO₂ expresadas en toneladas métricas per capita. El dióxido de carbono (CO₂) es un gas de efecto invernadero que se emite principalmente como resultado de la quema de combustibles fósiles y la deforestación. El aumento de las emisiones de este gas ha sido identificado como uno de los principales factores que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático, sin embargo el CO₂ no es visible, ni tiene efectos directos en la salud de las personas. La figura 2.2 muestra la evolución promedio del CO₂ per capita, los datos disponibles para los 180 países en estudio muestran que los países más ricos tienen las emisiones per cápita más altas de CO₂, aunque estas han ido disminuyendo, mientras que los países pobres tienen emisiones por debajo del promedio, presentando un aumento leve.

El PM₁₀ son partículas de 10 micrómetros o menos en diámetro que están suspendidas en el aire, las que pueden ser inhaladas y alojarse en la nariz, la garganta o los pulmones. El PM₁₀ es considerado un contaminante atmosférico y su concentración se utiliza para evaluar la calidad del aire. La exposición a altas concentraciones de partículas puede tener efectos negativos en la salud, incluyendo irritación de los ojos y la garganta, dificultad para respirar

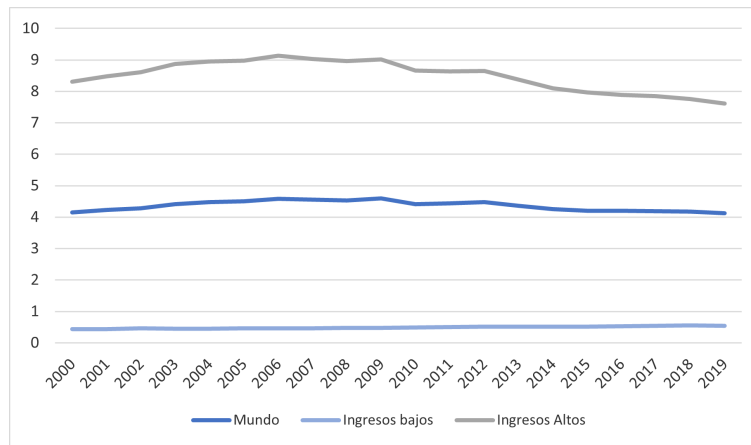


Figura 2.2: Evolución promedio del CO2

y problemas cardiovasculares. Estos efectos, a diferencia de los provocados por el CO2 son localizados, visibles y perceptibles por la población, lo que implica que las presiones políticas por disminuirlos son distintas.

La disponibilidad de datos para este contaminante es mucho más reducida. Los valores de PM10 son extraídos de las bases de datos del EMEP ² que cuenta con las emisiones de PM10 de Europa para todo el periodo de estudio. La evolución promedio del PM10 en el periodo estudiado se muestra en la figura 2.3, en la que se puede ver que el PM10 ha incrementado sus niveles de concentración.

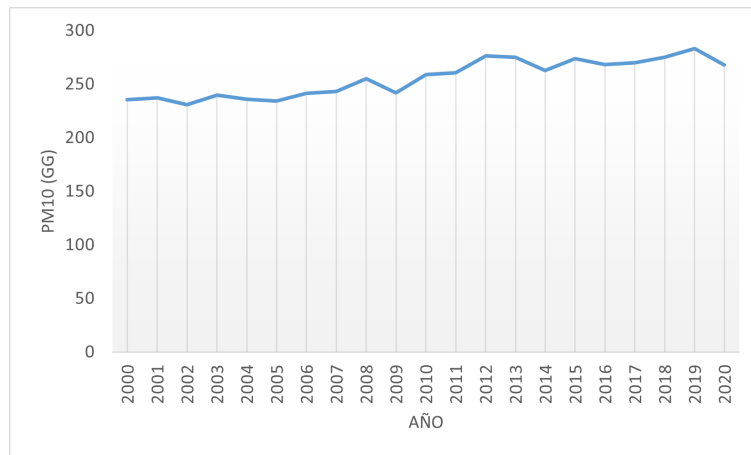


Figura 2.3: Evolución promedio PM10

La desigualdad es la variable de estudio más relevante. Incluirla representa un desafío importante, debido a la baja disponibilidad de datos para este indicador que no permite cubrir una muestra amplia de países. Para medir la desigualdad, se utilizará la data proporcionada por la World Inequality Database de la concentración del ingreso en el 10% de la población, la cual mide cuanto porcentaje del ingreso del país está concentrado en el 10% más rico de la población. Esta base de datos, tiene la ventaja de utilizar múltiples fuentes de información,

²El programa cooperativo para el seguimiento y la evaluación de la transmisión a larga distancia de contaminantes atmosféricos en Europa

lo que permite estimar y monitorear con mayor precisión los niveles de ingreso en todo el soporte de la distribución, desde los más ricos a los más pobres. Sin embargo, investigaciones como Hailemariam et al (2020), encuentran resultados diferentes cuando utilizan distintas medidas de desigualdad, lo que sugiere que es interesante observar también la desigualdad medida por otros indicadores, por lo que se utiliza también el índice de Gini proporcionado por Solt (2020).

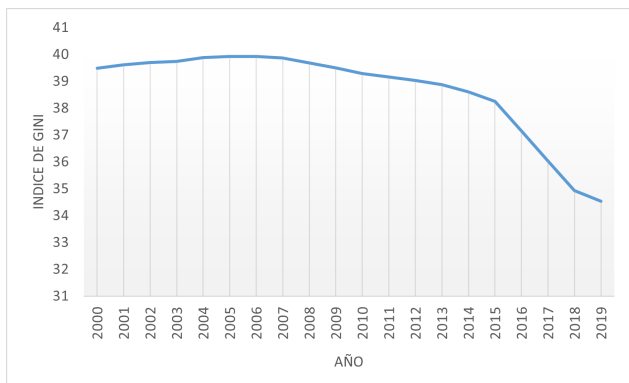


Figura 2.4: Índice de GINI

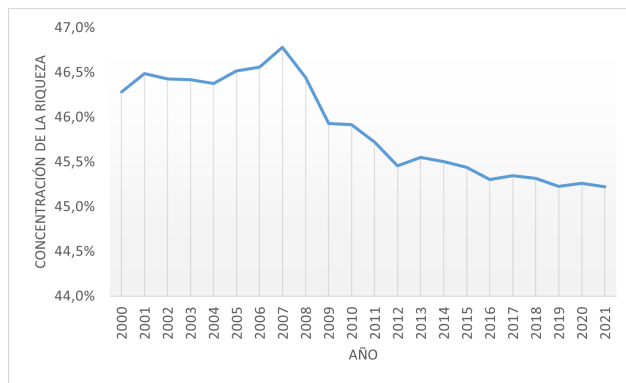


Figura 2.5: Concentración de la riqueza

Las figuras 2.4 y 2.5 muestran la evolución promedio del índice de GINI y la concentración de la riqueza para los países de la muestra, en ambos gráficos se observa que la tendencia en los últimos años ha sido la disminución de la desigualdad.

Una variable importante a considerar a la hora de estudiar la relación entre la desigualdad de ingresos y el medio ambiente es el ingreso. Para medirlo se utiliza el PIB per capita, cuyos datos se obtienen del Banco Mundial. La ventaja de utilizar el PIB per capita es que permite que los ingresos sean comparables entre los distintos países. En la figura 2.6, se muestra la evolución promedio del PIB para los países del panel, en ella se puede observar que con algunas fluctuaciones, el ingreso per capita promedio se ha incrementado considerablemente desde el año 2000, aunque ha experimentado un descenso en el año 2020 a consecuencia de la pandemia de COVID 19.

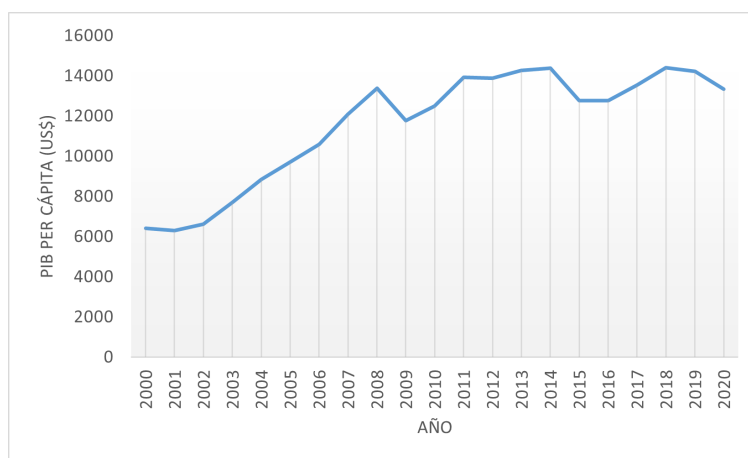


Figura 2.6: Evolución promedio PIB

Además de las variables que fueron mencionadas anteriormente, se incluyen variables para

utilizarse como controles en el modelo. La mayor parte de estas variables son extraídas de la base de datos del Banco Mundial. Algunas de estas son el porcentaje de población urbana, la densidad poblacional, el porcentaje de PIB obtenido a través de la explotación de recursos naturales, entre otras. En general estas variables son utilizadas para caracterizar a los países en estudio, de manera de otorgarle una mayor precisión al modelo empírico, aunque existen otras que son utilizadas para probar algunas hipótesis como el efecto de la democracia, medido a partir del índice Polity 2. El total de las variables utilizadas en la tesis, junto con las fuentes de información³ y la estadística descriptiva⁴ se puede encontrar en el anexo.

2.2. Construcción del panel

Para tener un modelo robusto, la base de datos utilizada debe cumplir ciertas características que permitan disminuir el sesgo y aumentar la validez externa. Para esto, los países utilizados deben tener distintos niveles de ingreso y distribución del ingreso. La razón es que la principal hipótesis de la investigación es que los países podrían mejorar o empeorar su desempeño ambiental dependiendo de su nivel de riqueza y como esta se distribuya. También, se debe cubrir un periodo lo suficientemente amplio para que existan cambios en la distribución de la riqueza, pues la desigualdad es una variable cuyas variaciones anuales son pequeñas y no se pueden apreciar cambio significativos en periodos cortos de tiempo.

La muestra seleccionada, corresponde a los 180 países que componen el índice EPI en 2020. Al ser un panel que incluye varios países, se cumple con que estos cubran diferentes zonas geográficas y tengan distintos niveles de ingreso y desigualdad. El periodo de tiempo seleccionado corresponde a toda la data disponible para el índice EPI, es decir a partir del año 2000. Cabe destacar que no existen datos para todas las variables en los 20 años de muestra, es más, a partir del 2010 la variable principal del modelo se registra cada dos años, pese a esto, se tiene una base con una cantidad considerable de observaciones.

³Anexo 1: Variables utilizadas

⁴Anexo 3: Estadística descriptiva

Capítulo 3

Análisis exploratorio de datos

Previo a la aplicación de la metodología, se realiza un análisis de las variables incluidas en el panel, que permite evaluar de manera gráfica la capacidad que tienen distintas variables (económicas y demográficas) de explicar la variable de interés. De este análisis se descartan aquellas variables que no muestran efectos sobre el EPI, por lo tanto, no todas las variables señaladas en la sección de datos ingresan al modelo.

3.1. Efectos de la desigualdad de ingresos

Tal y como se mencionó en el capítulo anterior, la concentración del ingreso se medirá a partir de dos variables, el índice de GINI y la concentración del ingreso en el 10% de la población.

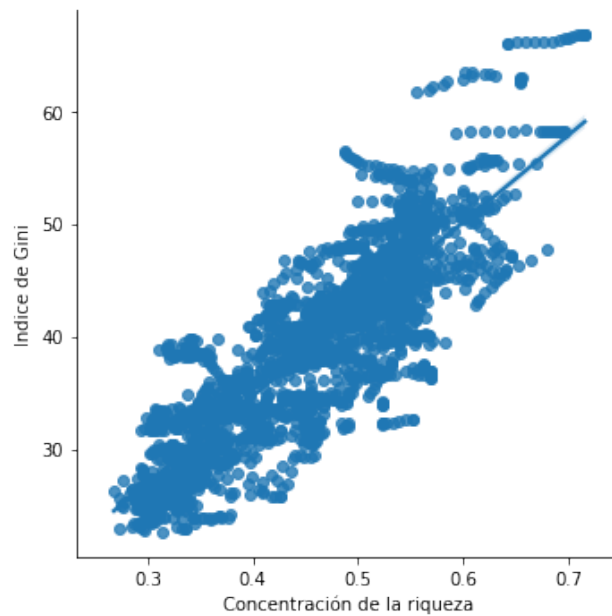


Figura 3.1: Concentración del ingreso vs Índice de Gini

La figura 3.1 muestra que existe una fuerte relación entre ambas variables, por lo que ambas mediciones son hasta cierto punto comparables y debieran mostrar efectos similares en nuestra variable de interés. Para observar este efecto, las figuras 3.2 y 3.3 muestran la interacción de estas dos variables con el indicador ambiental, en ambas se observa una correlación negativa, es decir a más desigualdad menor desempeño ambiental. La cantidad de observaciones de la variable de concentración del ingreso es mayor que la del Índice de Gini, por lo tanto, se utilizará la primera como medida principal de desigualdad.

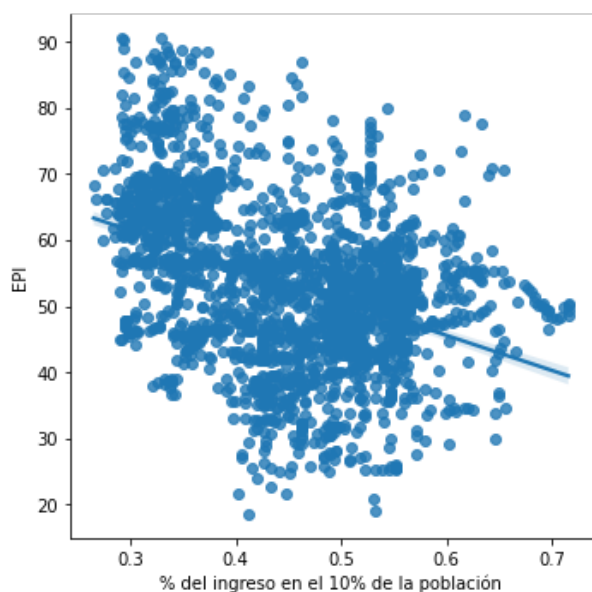


Figura 3.2: EPI vs Concentración del Ingreso

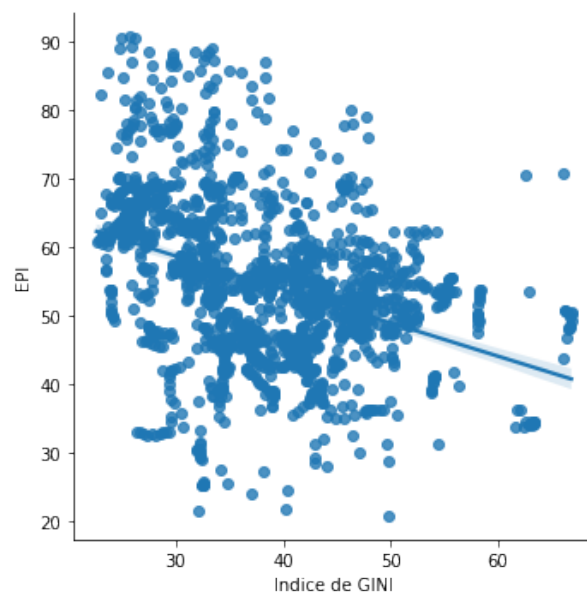


Figura 3.3: EPI vs Índice de GINI

3.2. Efectos del ingreso

El ingreso se mide a partir del PIB per capita. Estos valores son considerablemente mayores en escala que los del índice EPI, lo que puede representar un problema en el análisis, es por esto que se aplica una transformación a la variable a través del logaritmo natural. El logaritmo natural es creciente y continuo en todo su dominio, por lo que su transformación no altera el comportamiento de la variable, permitiendo comprimir los valores altos y expandir los pequeños para ajustar la escala de la variable.

La figura 3.4 muestra la interacción del \ln PIB con el índice EPI, en ella se observa que a mayor ingreso el desempeño ambiental mejora, teniendo un efecto contrario al de la concentración del ingreso.

3.3. Efecto cruzado

Otro interés de esta tesis es observar como las variables de ingreso y concentración del ingreso interactúan entre sí, para esto se grafica el índice EPI para países de ingresos bajos,

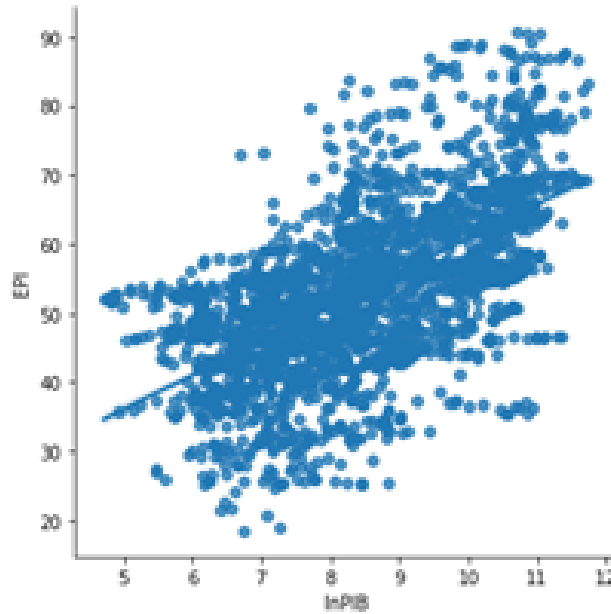


Figura 3.4: EPI vs Ingreso

medios y altos.

En la figura 3.5 se observa la interacción de la concentración del ingreso con el desempeño ambiental para los países con ingresos altos, en ella se observa una correlación negativa, donde más concentración del ingreso significa un peor desempeño ambiental. En la figura 3.6 que muestra a los países con ingresos medios, se observa un efecto más atenuado, donde países con una mayor concentración del ingreso muestran un desempeño ambiental levemente más bajo que aquellos con una baja concentración.

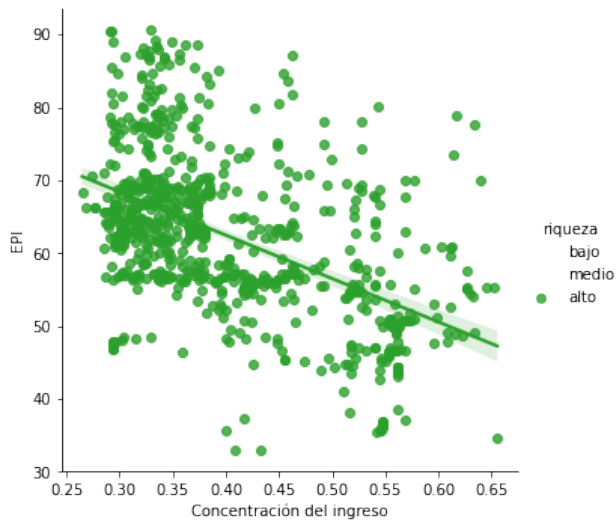


Figura 3.5: EPI vs Concentración del Ingreso en países de ingresos altos

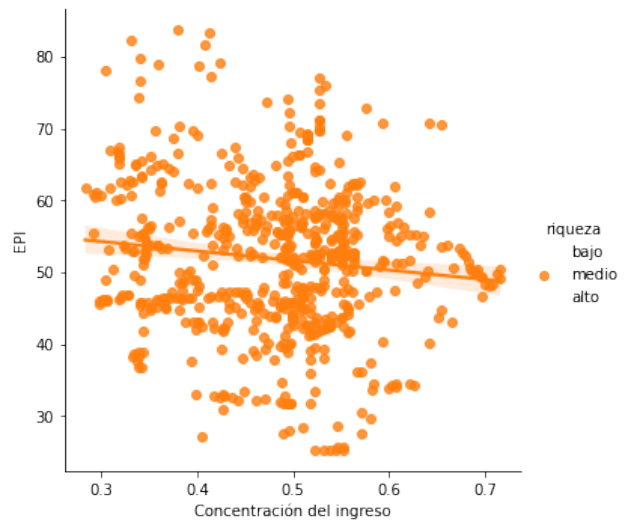


Figura 3.6: EPI vs Concentración del Ingreso en países de ingresos medios

Finalmente, en la figura 3.7 muestra que en países de ingresos bajos, existe un efecto contrario al observado en los países de ingresos altos, en donde una mayor concentración del

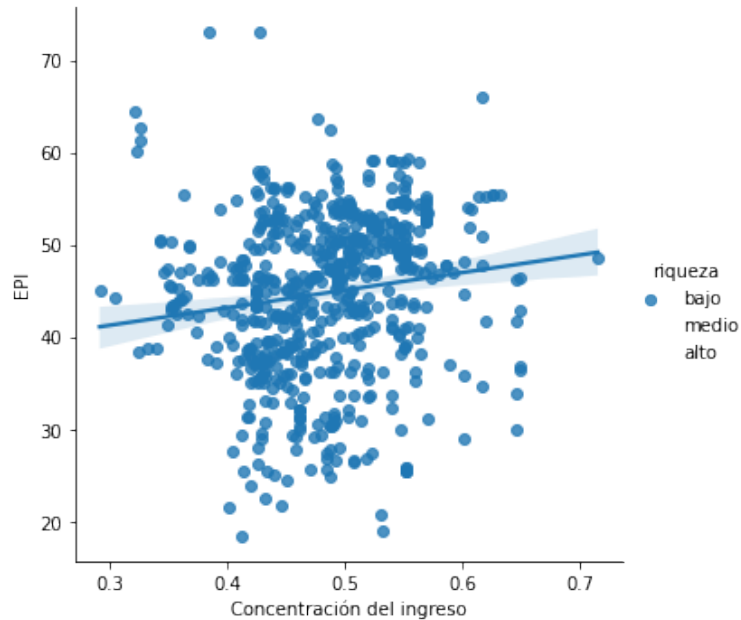


Figura 3.7: EPI vs Concentración del Ingreso en países de ingresos bajos

ingreso parece estar correlacionada con un menor desempeño ambiental. Esto es bastante llamativo, pues significa que el efecto visto en la figura 3.2 está dominado por los países de altos ingresos.

3.4. Variables de control

Es interesante saber como algunos componentes del ingreso inciden en el desempeño ambiental, es por eso que se evalúa el porcentaje del PIB que viene de la industria, el porcentaje que viene de los recursos naturales y el porcentaje que viene del comercio. En la figura 3.8 se observa que el porcentaje del PIB que viene de la industria no sería un factor que incide en el desempeño ambiental, lo mismo se observa en la figura 3.9 con el comercio como porcentaje del PIB. Distinto es el caso observado en la figura 3.10, donde el porcentaje del PIB que proviene de los recursos naturales sí parece tener una correlación negativa con el desempeño ambiental.

Siguiendo con el análisis, se estudia el efecto de condiciones financieras de los países, en particular la figura 3.11 muestra la relación del EPI con la inversión extranjera directa, en ella se observa que la inversión parece no tener efectos en el desempeño ambiental. Por otro lado, como muestra la figura 3.12, la apertura financiera se correlaciona positivamente con el desempeño ambiental, aunque con una alta dispersión en los datos.

En relación a las variables demográficas, la figura 3.13 muestra la interacción del EPI con el porcentaje de población urbana, en el gráfico se muestra una fuerte correlación entre ambas variables. En cambio, la densidad poblacional parece no tener relación con el desempeño ambiental, tal y como se muestra en la figura 3.14.

Finalmente, se estudia la interacción de la democracia con el desempeño ambiental. En la figura 3.15 se observa una correlación positiva, que indica que a mayor democracia hay mejor desempeño ambiental, sin embargo el efecto no es claro por la alta dispersión de los datos.

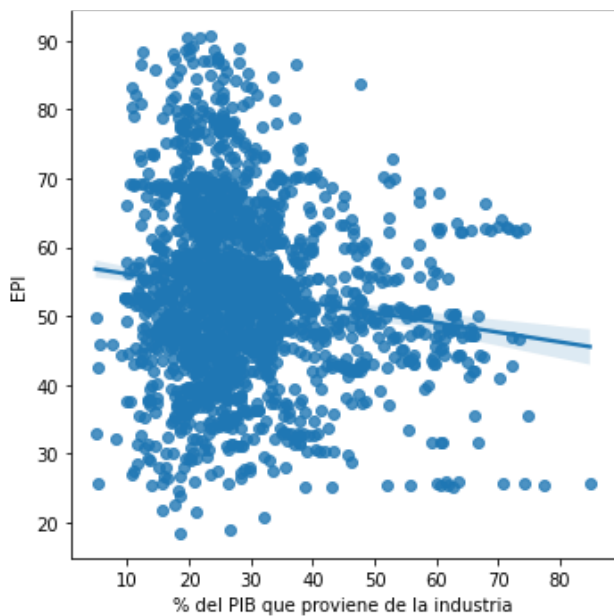


Figura 3.8: EPI vs % del PIB de la Industria

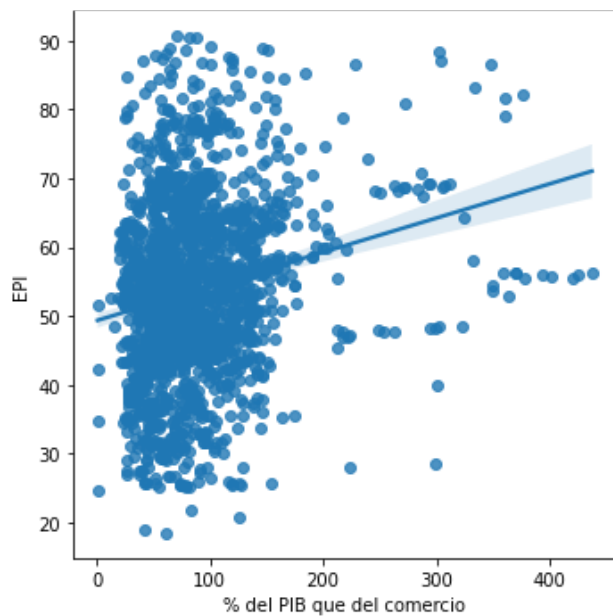


Figura 3.9: EPI vs % del PIB del comercio

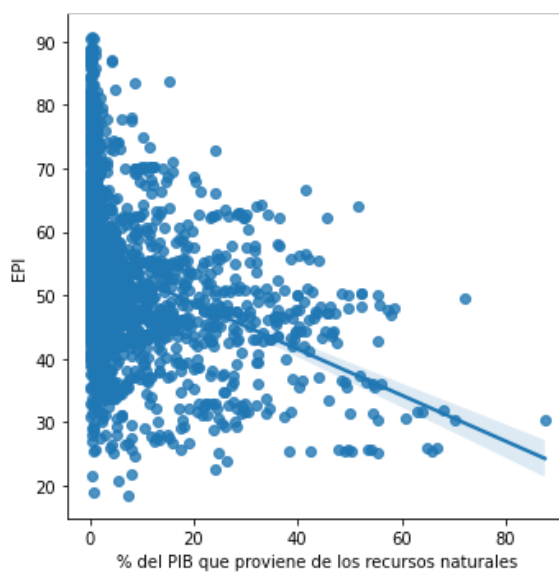


Figura 3.10: EPI vs % del PIB de los recursos naturales

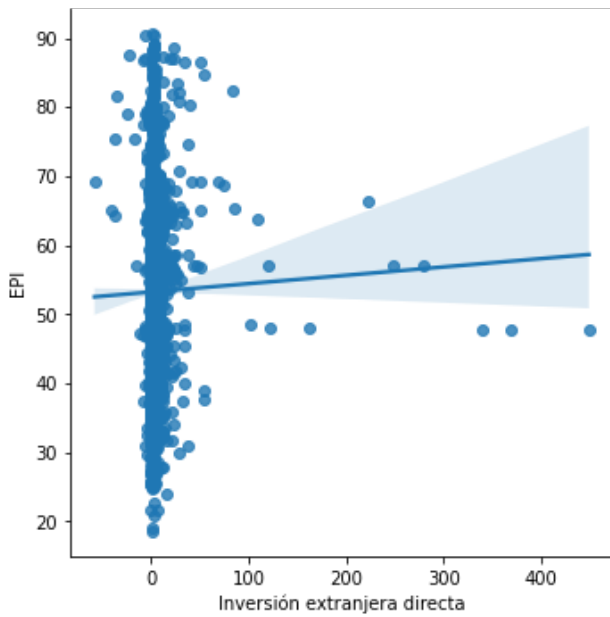


Figura 3.11: EPI vs Inversión extranjera directa

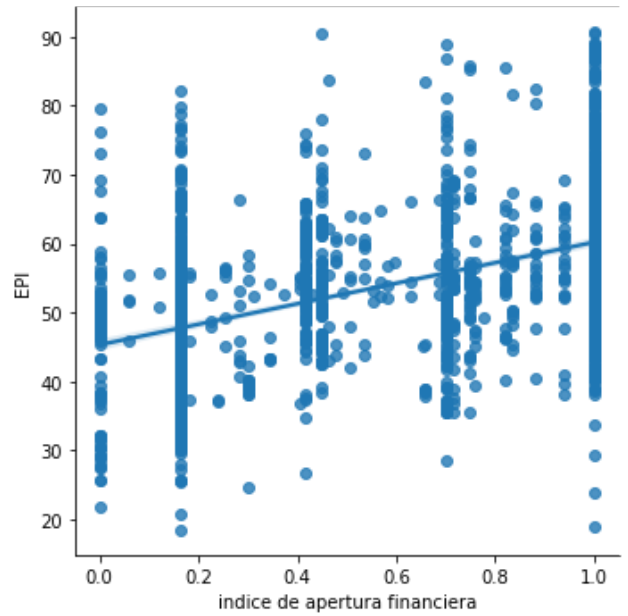


Figura 3.12: EPI vs Apertura financiera

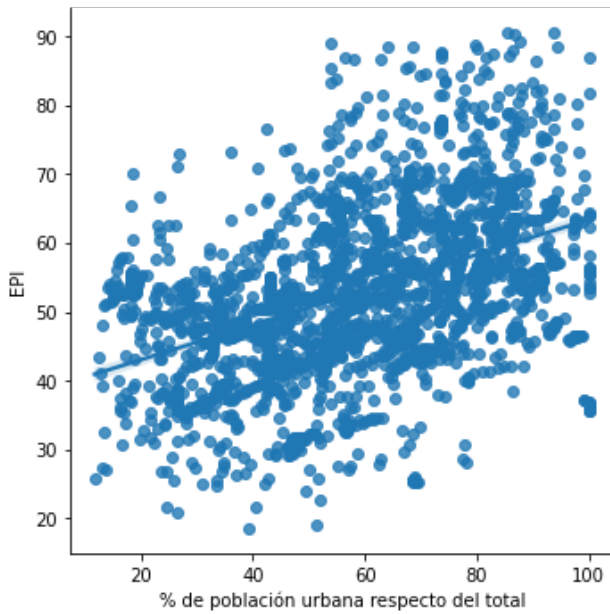


Figura 3.13: EPI vs Población Urbana

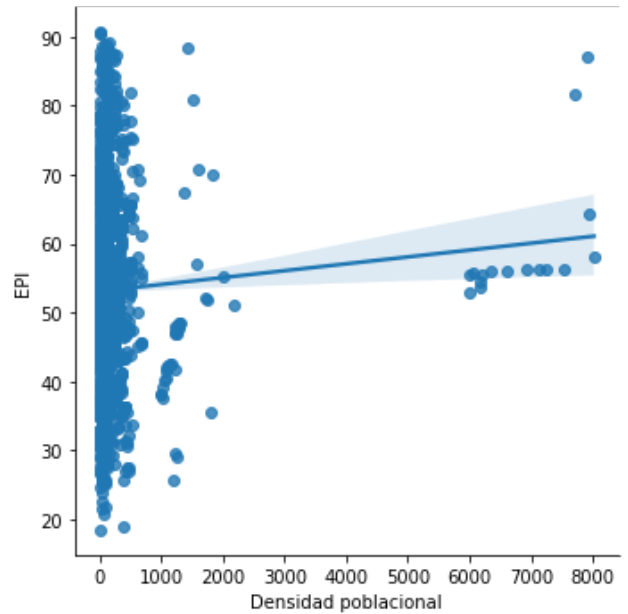


Figura 3.14: EPI vs densidad poblacional

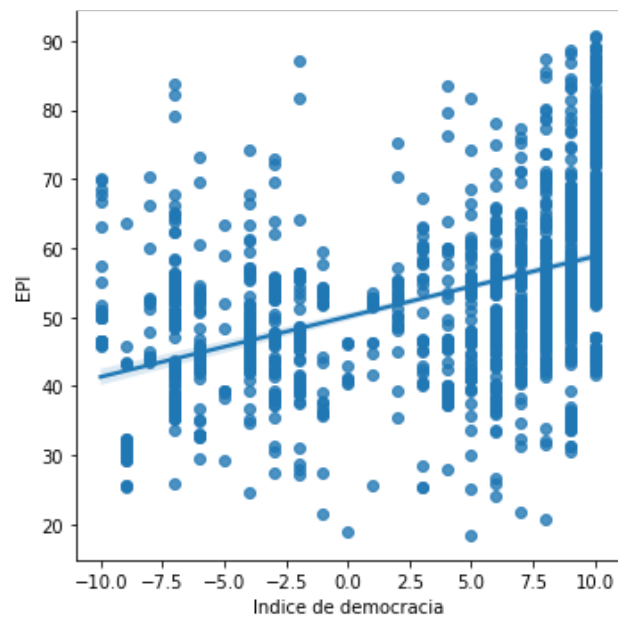


Figura 3.15: EPI vs Índice Polity

Capítulo 4

Metodología

4.1. Estrategia empírica

Se busca estimar el efecto que tiene la concentración del ingreso en el desempeño ambiental según el nivel de ingreso de los países. Rojas-Vallejos y Lastuka (2020) encuentran resultados distintos al separar por quintiles de ingreso de los países (similar a lo encontrado en el capítulo 3), en esta tesis en cambio, el efecto del nivel de ingreso se medirá a partir de una relación no lineal con la variable de desigualdad, por lo que no se separarán los países y se medirá directamente en la regresión. La estructura econométrica del modelo es la siguiente:

$$EPI_{it} = CR_{it-1} + PIB_{it-1} + CR_{it-1} * PIB_{it-1} + X_{it} + U_{it} \quad (4.1)$$

donde U_{it} es el término de error para el país i en el periodo de tiempo t y X_{it} es un vector de variables de control.

Uno de los principales problemas que tiene estimar un modelo como el de la ecuación 4.1 utilizando datos de panel, es el sesgo por variables omitidas. Alguna de las variables de interés podría estar capturando un efecto no observado intrínseco de cada país, como factores históricos o institucionales, lo que podría conducir a conclusiones erróneas. Además, la variable que se busca estimar es un índice, el cual puede estar sujeto a cambios en su construcción en los años de la muestra, así como también a cambios en sus fuentes de información, por lo que es no es posible garantizar su total comparabilidad en todo el periodo. Para abordar estas problemáticas, se utiliza un modelo de efectos fijos que controla efectos fijos por país y año. En un modelo de efectos fijos, se asume que cada individuo tiene su propio intercepto (constante) en el modelo y que este no cambia en el tiempo. Por lo tanto, se considera que cualquier cambio en la variable de respuesta a lo largo del tiempo o entre los individuos, es debido a factores que sí cambian en el tiempo, en este caso, cambios en el desempeño ambiental.

Para explicar el funcionamiento de la especificación de efectos fijos que se está utilizando, consideremos en primer lugar un modelo lineal de efectos no observados para N observaciones y T periodos de tiempo.

$$y_{it} = X_{it}\beta + \alpha_i + \gamma_t + U_{it} \quad (4.2)$$

donde y_{it} es la variable dependiente observada para el individuo i en el tiempo t , X_{it} es la matriz de regresores variable en el tiempo de tamaño $m \times K$, α_i es el efecto no observado de cada individuo, γ_t es el efecto particular de cada año y u_{it} es el término de error. El modelo de la ecuación 4.2 se puede transformar restando a cada variable su media individual, a esto se le denomina transformación "within".

$$y_{it} - \bar{y}_i = (X_{it} - \bar{X}_i)\beta + (\alpha_i - \bar{\alpha}_i) + (\gamma_t - \bar{\gamma}_i) + (U_{it} - \bar{U}_i) \quad (4.3)$$

Dado que α_i es constante, $\bar{\alpha}_i = \alpha_i$, por lo tanto ese efecto se elimina de la ecuación, pasa lo mismo con γ_i quedando la ecuación:

$$y_{it} - \bar{y}_i = (X_{it} - \bar{X}_i)\beta + (U_{it} - \bar{U}_i) \quad (4.4)$$

La ecuación 4.4 puede ser estimada consistentemente por MCO.

Existe una manera simplificada de obtener el estimador de efectos fijos, esta consiste en generar variables dummy para los factores i que agrupan a distintas observaciones. Si se agrega al modelo original una dummy por cada país, el efecto de la variable no observada será absorbido por estas variables dado que será colineal con ellas, lo mismo pasará con el efecto no observado de cada año si se agrega una dummy de tiempo. De esta forma el modelo de la ecuación 4.1 queda como:

$$EPI_{it} = \alpha_i + \gamma_t + CR_{it-1} + PIB_{it-1} + CR_{it-1} * PIB_{it-1} + X_{it} + U_{it} \quad (4.5)$$

donde α_i y γ_t son los parámetros asociados a las variables dummies de efectos de país y año.

Por ultimo, es importante destacar que las derivaciones en los modelos anteriores asumen una base de datos de panel balanceada. Esto quiere decir que para todo i , existen T observaciones. Sin embargo, es posible que este supuesto no se cumpla por diversas razones dependiendo de la estructura de la base de datos. El hecho de que cada grupo tenga diferente número de observaciones t no impide aplicar el modelo de efectos fijos. Lo único que es importante señalar es que aquellos i que únicamente cuenten con una observación serán eliminados del modelo ya que la variable dummy predeciría perfectamente su variable dependiente.

4.2. Especificaciones del modelo

4.2.1. Errores estándar

Para tener una estimación válida del modelo utilizando MCO es importante que se cumplan los supuestos establecidos. Un supuesto de particular importancia es el de i.i.d., puesto que permite asumir que la matriz de varianza-covarianza de los errores únicamente tiene valores sobre la diagonal. En el caso de los datos de panel este supuesto es particularmente restrictivo, pues esto significaría que los errores para observaciones de un mismo país en distintos años deben ser independientes, lo que probablemente no es válido.

Dado lo anterior, debemos asumir que los errores pueden estar correlacionados dentro de un cluster o grupo, que estará definido por i , lo que quiere decir que nuestra matriz de varianza-covarianza de los errores tendrá algunos elementos fuera de la diagonal distintos a cero. Para considerar esto en el modelo, se calcularán errores estándar agrupados por país y año en cada una de las regresiones.

4.2.2. Nivel de ingreso inicial

La desigualdad es una variable cuya variación en el tiempo es lenta, en general para ver cambios significativos en ella se necesitan de varios años o incluso décadas. Con el ingreso pasa algo similar, si bien se pueden ver cambios significativos en el ingreso de un año a otro, se necesitan de varios años para que un país se transforme de pobre a rico. Para intentar capturar esto en el modelo se realiza un corte en la base de datos de acuerdo con el nivel de ingreso inicial de los países. El objetivo es observar si el hecho de que los países que estamos estudiando hayan sido ricos o pobres inicialmente, tiene algún impacto en las estimaciones del efecto de la desigualdad en el medio ambiente.

La metodología para este caso consiste en dividir a los países de acuerdo con su ingreso en el año 2000 (primer año de la muestra), considerando tres categorías, ingresos bajos, medios y altos. Luego, se ejecuta el mismo modelo descrito en la sección anterior para los países de ingreso inicial bajo e ingreso inicial alto.

4.2.3. Cambios en la variable dependiente

Si bien la variable principal del modelo es el índice EPI, para determinar si el efecto estimado cambia cuando la contaminación es perceptible y no perceptible, el EPI es reemplazado por el CO₂ y el PM₁₀. El CO₂ representará a aquellos contaminantes no perceptibles y que no tienen efectos directos sobre la población, mientras que el PM₁₀ será utilizado para medir una contaminación más localizada que tiene efectos sobre el bienestar de la población. Además, esta modificación sirve también para comparar los resultados obtenidos con el índice EPI.

A diferencia del índice EPI que está en escala de 1 a 100, el CO₂ y el PM₁₀ son va-

riables que están en escalas distintas y se requiere que sean comparables. Para facilitar la interpretación de los resultados se modificará la estructura del modelo, aplicando logaritmo natural tanto a las variables independientes como a las dependientes, esto permitirá que los resultados puedan ser interpretados en términos porcentuales, siendo sencillo comparar los resultados entre ambos indicadores.

Capítulo 5

Resultados y discusión

5.1. Modelo Principal

En esta sección se muestran los resultados de la ejecución del modelo descrito en el Capítulo 2, usando como variable dependiente el índice EPI con todos los países del panel.

Variabales	EPI	EPI	EPI	EPI	EPI
CR	17.97** (7.913)	14.84* (7.684)	176.3*** (23.44)	135.3*** (24.30)	136.7*** (24.08)
PIB		-4.138*** (0.668)	5.120*** (1.318)	3.065** (1.336)	2.904** (1.331)
CR x PIB			-20.02*** (2.644)	-15.38*** (2.728)	-15.50*** (2.710)
Urb				-0.681*** (0.0732)	-0.681*** (0.0734)
RecNat					-0.0999** (0.0455)
Constante	37.55*** (5.398)	37.55*** (5.398)	-34.81*** (10.90)	-3.478*** (11.58)	-2.797*** (11.53)
Observations	2,033	2,033	2,033	2,033	2,033
R-squared	0.839	0.839	0.844	0.853	0.854
Country FE	YES	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES	YES

Robust Standard Errors Clustered at the Country-Year Level
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 5.1: Efecto del ingreso y la concentración del ingreso en el desempeño ambiental

La primera regresión, muestra la relación entre la concentración del ingreso en el 10% de la población y el índice de desempeño ambiental (EPI), controlando los efectos fijos de país y año. El coeficiente de la regresión es positivo y estadísticamente significativo, por lo que según esa regresión existe una relación positiva entre la desigualdad de ingresos y el desempeño ambiental. Esta relación sugiere que, en países con una mayor desigualdad de ingresos, es más probable que se observe un mejor desempeño ambiental, en particular un

aumento de un 1 % de la concentración del ingreso aumentaría en aproximadamente 0,2 % el EPI.

En la segunda regresión se incluye el ingreso medido a través del logaritmo del PIB per capita. Se observa que al añadir el PIB, la concentración del ingreso mantiene su efecto positivo, pero disminuye levemente su valor. Respecto del ingreso, el coeficiente negativo y estadísticamente significativo en la regresión indica que a medida que aumenta el PIB el desempeño ambiental disminuye. De acuerdo con los coeficientes, un aumento de un 1 % del PIB per cápita disminuiría en alrededor de un 0,04 % el índice EPI.

En la tercera regresión se agrega la interacción entre la concentración del ingreso y el PIB. El coeficiente asociado a la variable de concentración del ingreso se incrementa de manera considerable en comparación con las dos primeras regresiones. Por otro lado, el coeficiente asociado al ingreso mantiene una magnitud similar a la vista en las regresiones 1 y 2, pero cambia su dirección. El resultado más relevante de esta regresión es que la interacción entre la concentración del ingreso y el PIB es negativa y estadísticamente significativa, por lo tanto para determinar el efecto total de un cambio en la concentración del ingreso, se debe interpretar estas variable en conjunto con el PIB. La figura 5.1 muestra el impacto marginal de la concentración del ingreso para distintos niveles de PIB. El gráfico muestra que ha medida que el ingreso aumenta, el efecto marginal de la desigualdad disminuye. Esto nos muestra un comportamiento muy interesante, pues se tendrán efectos de la desigualdad en distintas direcciones de dependiendo del nivel de ingreso. En particular, observamos que para países bajo el percentil 25 de ingresos la concentración del ingreso tendrá un efecto positivo en el desempeño ambiental, mientras que en países cuyo ingreso es superior al percentil 75 la concentración del ingreso disminuye el desempeño ambiental.

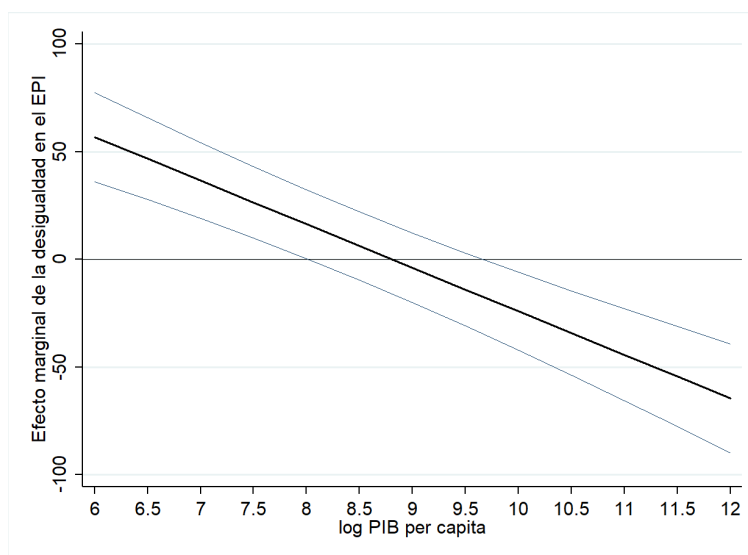


Figura 5.1: Efecto marginal de la desigualdad en el medio ambiente

Adicionalmente, se puede realizar un análisis similar al anterior para obtener el efecto del ingreso sobre el desempeño ambiental en la tercera regresión. Al hacerlo, se observa que el efecto del ingreso casi siempre será negativo para el medio ambiente, pues se requiere que el decil más rico concentre solo el 25 % de los ingresos para que un aumento en el ingreso sea positivo para el medio ambiente.

Las últimas columnas de la tabla 5.1 agregan al modelo una serie de variables de control. Cabe destacar que se probaron distintas variables en el modelo como la apertura financiera y el índice polity, pero ninguna de ellas resultó ser estadísticamente significativa. En cuanto a la población urbana y los recursos naturales, ambas variables muestran un efecto significativo e indican la presencia de un efecto negativo, es decir, el incremento de estas variables se asocia con un menor desempeño ambiental medido por el índice EPI. Además, se debe destacar que la presencia de las variables de control no altera los parámetros asociados a las variables principales.

Los resultados de todos los modelos muestran que el efecto de la concentración del ingreso sobre el medio ambiente depende del nivel de ingreso, pues cada vez que se incluyó la interacción entre PIB y desigualdad esta era negativa y estadísticamente significativa. Es más, este efecto se mantiene incluso cuando se cambia la variable de concentración del ingreso por el índice de Gini para medir la desigualdad (ver anexo 4), a diferencia de lo encontrado por Hailemariam et al (2020), quienes observaban un efecto distinto para el GINI y la concentración del ingreso. En general, se encuentra que en países ricos la interacción entre desigualdad e ingreso compensa los efectos positivos que tiene variable de desigualdad sobre el medio ambiente, caso contrario se observó en países pobres en donde la desigualdad sería positiva para el medio ambiente. Estos resultados de cierta forma respaldan la hipótesis planteada al principio de que en países ricos la desigualdad tiende a ser más relevante que en los países pobres.

El efecto diferenciado de la desigualdad según el nivel de ingreso de los países, podría ser la razón de la divergencia en los resultados vistos en la literatura empírica, puesto que en general no controlan el efecto cruzado de las variables de ingreso y desigualdad. Una posible explicación para este efecto contrario en países ricos y pobres, es que el cuidado del medio ambiente estaría actuando como una especie de bien superior, por el cual los individuos están dispuestos a demandar más cuando sus ingresos aumentan. Dicho efecto podría darse, porque en países pobres los individuos tienen otras necesidades no cubiertas que prefieren por sobre el cuidado del medio ambiente, mientras que en países ricos dichas necesidades estarían satisfechas y los individuos estarán interesados en suplir sus necesidades ambientales cuando su ingreso se incrementa.

5.2. Nivel de ingreso inicial

En la sección anterior se probaron distintas regresiones para estimar el efecto de la desigualdad en el medio ambiente. En esta sección se probaron algunos de estas regresiones con muestras diferentes de países. Se estimaron las regresiones (2), (3) y (5) vistas en la tabla 5.1 con países de ingreso bajo y alto en el año 2000. El objetivo es determinar si el nivel de ingreso es un factor determinante en el largo plazo, pues como es sabido, el nivel de ingreso de un país no cambia de manera significativa en periodos cortos de tiempo.

En general, los resultados para ambas muestras de países son los mismos que los encontrados en la sección anterior y las variaciones observadas son principalmente de magnitud. Esto es un resultado positivo en cuanto a la robustez del modelo, pues para las regresiones que incluyen la interacción entre ingreso y desigualdad los coeficientes asociados a las variables

VARIABLES	EPI ingresos altos	EPI ingresos altos	EPI ingresos altos	EPI ingresos bajos	EPI ingresos bajos	EPI ingresos bajos
CR	27.51** (10.75)	198.9*** (41.88)	166.8*** (39.85)	-2.660 (11.55)	271.9*** (49.46)	220.0*** (52.07)
PIB	-2.002** (0.975)	6.202*** (2.013)	4.463** (1.927)	2.095* (1.158)	19.80*** (3.395)	15.05*** (3.558)
CR x PIB		-17.56*** (3.796)	-14.82*** (3.654)		-39.46*** (7.180)	-31.85*** (7.463)
Urb			-0.237** (0.119)			-0.691*** (0.171)
RecNat			0.211*** (0.0631)			-0.189*** (0.0708)
Constante	56.06*** (10.17)	-22.88 (21.08)	16.01 (23.75)	29.77*** (10.46)	-91.60*** (23.46)	-14.81 (29.28)
Observations	774	774	774	606	606	606
R-squared	0.894	0.897	0.902	0.682	0.703	0.724
Country FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES

Robust Standard Errors Clustered at the Country-Year Level

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 5.2: Efecto del ingreso y la concentración del ingreso en el desempeño ambiental según el ingreso inicial

apuntan en las mismas direcciones.

En países cuyos ingresos eran altos en el año 2000, se observan magnitudes similares en los coeficientes de la desigualdad y el ingreso, sin embargo el efecto de la interacción de estas variables es más débil que en el modelo original, lo que era esperable, puesto que la brecha de ingreso en esta muestra de países es baja. Esto se traduce en que en comparación a lo visto en el modelo principal, en este modelo se necesita de un PIB más alto para que el efecto marginal de la desigualdad sea positivo, lo que se puede observar en la figura 5.2.

Por otro lado, en países cuyos ingresos eran bajos en el año 2000, se observan efectos de mayor magnitud que en el modelo original, es más el efecto de la interacción del ingreso es casi el doble que en los países de ingresos altos en el año 2000 provocando cambios significativos en el efecto marginal de la desigualdad observado en la figura 5.3, a diferencia del modelo original, se requiere de un PIB mucho más bajo para que el efecto marginal de la desigualdad se vuelva negativo.

Finalmente, para las dos muestras de países analizadas en esta sección, se observa que al igual que en el modelo principal existe un efecto no lineal dado por la interacción entre el ingreso y la desigualdad, que determina la dirección en que la desigualdad afecta al medio ambiente. Además, vemos que este efecto es mucho más relevante en los países cuyo ingreso era bajo en el año 2000, lo que da señales de que a largo plazo el ingreso es capaz de incidir en el efecto de la desigualdad de ingresos.

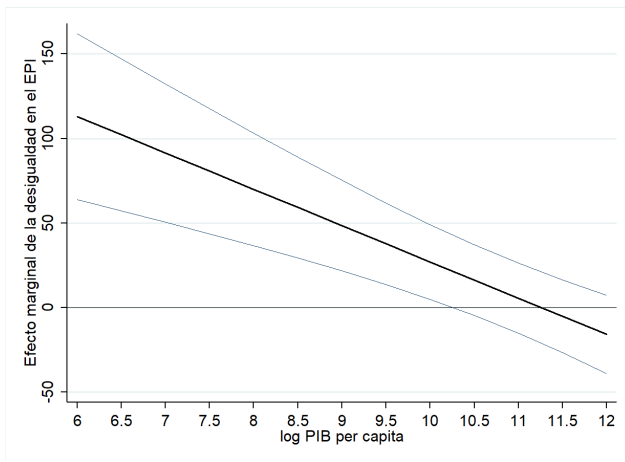


Figura 5.2: Efecto marginal de la desigualdad en el EPI países ricos

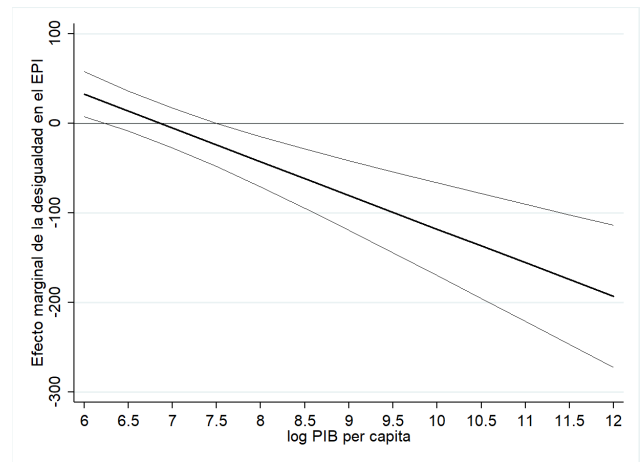


Figura 5.3: Efecto marginal de la desigualdad en el EPI países pobres

5.3. Percepción de la contaminación

En esta sección se analiza el efecto de las variables de ingreso y concentración del ingreso cuando se cambia la variable utilizada para medir el desempeño ambiental, la idea es observar si la respuesta es distinta para contaminantes perceptibles y no perceptibles. Es importante destacar que en este caso se utiliza una muestra solo con países de Europa, debido a la limitada disponibilidad de datos sobre el PM10.

La tabla 4.3 muestra dos modelos: un modelo utilizando como variable dependiente las emisiones de CO2 per cápita, un tipo de contaminación no perceptible directamente por las personas y un modelo utilizando como variable dependiente el PM10, una contaminación más localizada y perceptible. Los resultados no difieren con los estimados para el índice EPI, puesto que en casi todos los modelos se muestra que un aumento en la concentración de la riqueza (manteniendo todo lo demás constante) sería positivo en el medio ambiente, pues tendería a disminuir la contaminación.

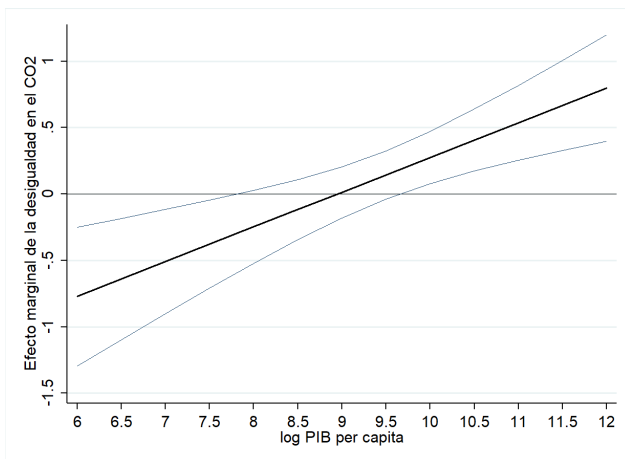


Figura 5.4: Efecto marginal de la desigualdad en el CO2

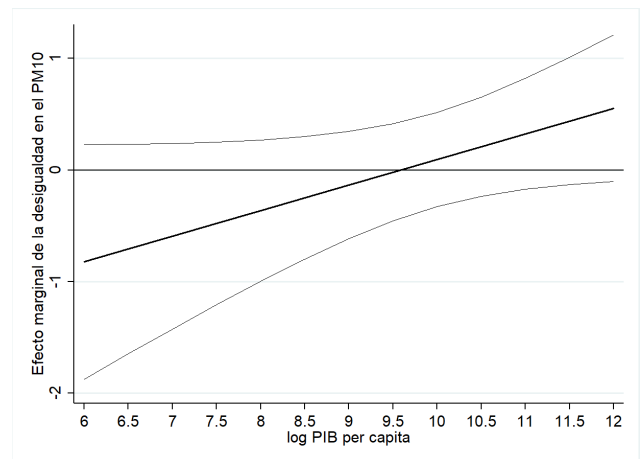


Figura 5.5: Efecto marginal de la desigualdad en el PM10

Variables	lnCO2	lnCO2	lnCO2	lnPM10	lnPM10	lnPM10
	Europa	Europa	Europa	Europa	Europa	Europa
lnCR	0.0742 (0.0938)	-2.336*** (0.691)	-2.304*** (0.647)	-0.0506 (0.226)	-2.201* (1.266)	-2.073* (1.255)
lnPIB	0.360*** (0.0275)	0.596*** (0.0746)	0.599*** (0.0722)	0.574*** (0.0505)	0.764*** (0.125)	0.763*** (0.124)
lnCR x lnPIB		0.275*** (0.0729)	0.269*** (0.0683)		0.230* (0.125)	0.218* (0.127)
lnUrb			1.313*** (0.175)			-1.097** (0.539)
lnRecNat			0.0237*** (0.00891)			0.0344 (0.0262)
Constante	-2.035*** (0.223)	-4.279*** (0.712)	-9.460*** (1.137)	-2.284*** (0.534)	-4.160*** (1.314)	0.141 (2.276)
Observations	824	824	824	845	845	845
R-squared	0.966	0.967	0.970	0.975	0.976	0.976
Country FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES

Robust Standard Errors Clustered at the Country Year Level

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 5.3: Efecto del ingreso y la concentración del ingreso en las emisiones de CO2 y PM10

En cuanto al PIB, vemos que su efecto es positivo y estadísticamente significativo en todas las regresiones, lo que quiere decir que con todo lo demás constante, un aumento del PIB genera un aumento en ambos contaminantes. En particular, un aumento de 1 % en el PIB genera un aumento cercano al 0,5 %. Este resultado no coincide con lo visto en el índice EPI en donde se observaba que el coeficiente del PIB era positivo, por lo que su habría esperado encontrar un coeficiente negativo para el CO2 y el PM10.

No se observan grandes diferencias entre los resultados para el CO2 y el PM10 en las variables principales del modelo, las figuras 5.4 y 5.5 muestran que tanto para el CO2 como para el PM10 el efecto marginal de la desigualdad depende del nivel de ingreso. En ambos casos se observa que en países pobres la desigualdad disminuye las emisiones, mientras que en los países ricos las aumenta. En cuanto al efecto de las variables de control, vemos que el porcentaje de población urbana se comporta de manera diferente en los dos indicadores, en el CO2 un mayor porcentaje de población urbana aumenta las emisiones, mientras que en el PM10 las disminuye.

En termino generales los resultados del modelo para el CO2 y el PM10 son similares, lo que si bien refuerza la hipótesis principal del modelo, no permite probar que la desigualdad actué diferente cuando hablamos de contaminación perceptible y no perceptible. Este resultado es relevante, pues señala que aunque el efecto de la contaminación sea percibido más fácilmente por la población, la desigualdad actuará de la misma forma y la protección del medio ambiente seguirá actuando como un bien superior en la población, tal y como se vio en los resultados con el índice EPI.

De todas formas no se descarta la posibilidad de que este efecto exista, puesto que el PM10 podría no estar capturando este efecto de percepción, particularmente porque este contaminante está medido a nivel de país y no es posible determinar si está lo suficientemente

concentrado (por ejemplo en una región o ciudad) como para que la población lo detecte como un problema. Además dicho efecto podría estar siendo capturado por otras variables como la población urbana, la cual tiene efectos distintos en los indicadores estudiados.

Capítulo 6

Conclusión

Esta tesis analizó el impacto del ingreso y la desigualdad en el desempeño ambiental en un panel de 180 países entre los años 2000 y 2020, a partir de un modelo de efectos fijos por país y año. El efecto fijo por país permite capturar la heterogeneidad de los países y disminuir el sesgo por variables omitidas, mientras que el efecto fijo por año ayuda a capturar eventos específicos de cada año y eventuales cambios en la medición del desempeño ambiental, medido a partir del índice EPI. El objetivo principal era determinar si el efecto de la desigualdad de ingresos es diferente en los países de acuerdo con su nivel de ingreso.

El resultado más interesante de la investigación tiene que ver con el hallazgo de resultados significativos para la interacción entre el ingreso y la desigualdad, lo que indica que el efecto de la desigualdad sobre el medio ambiente depende del nivel de ingreso del país. Para todos los indicadores evaluados, se identificó que en países ricos una mayor desigualdad es perjudicial para el medio ambiente, lo que da luces de que para los países ricos sería más relevante controlar la desigualdad para mejorar el desempeño ambiental. En cambio, para los países pobres el efecto parece ser contrario, pues la desigualdad pareciera siempre ser positiva para el medio ambiente.

Los resultados mantienen una misma dirección aún cuando se cambia la medida de desigualdad, se utilizan muestras distintas de países y se cambian los indicadores ambientales. Esto permite inferir que las discrepancias vistas en la literatura empírica sobre el efecto de la desigualdad en el medio ambiente, pueden deberse a la ausencia del control de su interacción con el ingreso, aunque pueden haber otros factores que inciden en estas discrepancias como la temporalidad de los datos. Pese a eso, encontrar el mismo efecto en todas las estimaciones da indicios de que el efecto encontrado va en la dirección correcta.

Por otro lado, el modelo no logra probar que exista una relación entre la percepción del contaminante y el efecto de la desigualdad, pues al compararse los resultados del PM10 y el CO2, sus resultados no poseían grandes diferencias. El no haber encontrado resultados distintos, no implica necesariamente que la percepción del contaminante no tenga relación con el efecto de la desigualdad de ingresos, pues como se discutió anteriormente el PM10 podría no estar capturando correctamente este efecto.

Finalmente, se puede decir que se encontraron resultados interesantes que permiten dedu-

cir que existe una relación clara entre el nivel de ingresos y el efecto que tiene la desigualdad en el medio ambiente. Además, los resultados permiten dar una explicación a las discrepancias de la literatura empírica, pues no cambian a pesar de modificar la muestra de países y el indicador ambiental. Por otra parte, sería interesante estudiar si este efecto se mantiene para contaminaciones localizadas como ciudades o regiones donde existen altos niveles de contaminación. Esto ayudaría a probar la hipótesis de la percepción de la contaminación con un mayor grado de exactitud. También, sería interesante estudiar otros efectos como la ubicación de los países, pues la desigualdad podría actuar distinto en lugares donde la presión ambiental sea mayor producto del clima, por ejemplo en zonas muy frías donde existe un mayor uso de combustible y energía para la calefacción.

Capítulo 7

Bibliografía

1. Baek, J.; Gweisah, G. Does income inequality harm the environment? Empirical evidence from the United States. *Energy Policy* 2013, 62, 1434–1437. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.097>
2. Borghesi, S., 2006. Income inequality and the environmental Kuznets curve. *Envir. Inequal. collect. Action* 33. Disponible en: https://scholar.google.com/scholar_lookup?
3. Boyce, J.K. Inequality as a cause of environmental degradation. *Ecol. Econ.* 1994, 11, 169–178. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/>
4. Chen, J., Xian, Q., Zhou, J., and Li, D. Impact of Income Inequality on CO2 Emissions in G20 Countries. *J. Environ. Manage.* 2020, 271, 110987. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110987>
5. Correa Restrepo, Francisco & Grupo de Economía Ambiental (GEA). Crecimiento Económico y medio ambiente: Una revisión analítica de la curva ambiental de kuznets. *Semestre Económico*. 2004, 7(14),73-104. ISSN: 0120-6346. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=165013658003>
6. Guo, L., 2014. CO2 Emissions and regional income disparity: evidence from China. *Singapore Econ. Rev.* 59, 1450007. Disponible en: <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0217590814500076>
7. Hailemariam, A., Dzhumashev, R. & Shahbaz, M. Carbon emissions, income inequality and economic development. *Empir Econ.* 2020, 59, 1139–1159. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00181-019-01664-x>
8. Heerink, N.; Mulatu, A.; Bulte, E.H. Income inequality and the environment: Aggregation bias in environmental Kuznets curves. *Ecol. Econ.* 2001, 38, 359–367. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00171-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00171-9)
9. Liu, Q., Wang, S., Zhang, W., and Li, J. Income Distribution and Environmental Quality in China: A Spatial Econometric Perspective. *J. Clean. Prod.* 2018, 205, 14–26. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.242>

10. Magnani, E. The Environmental Kuznets Curve, environmental protection policy and income distribution. *Ecol. Econ.* 2000, 32, 431–443. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00115-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00115-9)
11. Qu, B., Zhang, Y., 2011. Effect of income distribution on the environmental Kuznets curve. *Pac. Econ. Rev.* 16, 349–370. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1468-0106.2011.00552.x>
12. Ravallion, M.; Heil, M.; Jalan, J. Carbon emissions and income inequality. *Oxf. Econ. Pap.* 2000, 52, 651–669. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/oep/52.4.651>
13. Rojas-Vallejos, J., and Lastuka, A. The Income Inequality and Carbon Emissions Trade-Off Revisited. *Energy Policy.* 2020, 139, 111302. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111302>
14. Scruggs, L.A. Political and economic inequality and the environment. *Ecol. Econ.* 1998, 26, 259–275. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00118-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00118-3)
15. Torras, M., Boyce, J., 1998. Income, inequality, and pollution: a reassessment of the environmental Kuznets curve. *Ecol. Econ.* 25, 147–160. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800997001778>
16. Wolf, MJ, Emerson, JW, Esty, DC, de Sherbinin, A., Wendling, ZA, et al. Índice de Desempeño Ambiental 2022. New Haven, CT: Centro de Derecho y Política Ambiental de Yale. Disponible en: <https://epi.yale.edu/>

Capítulo 8

Anexos

Anexo A: Variables utilizadas

Variable	Descripción	Fuente
EPI	Environmental Performance Index (EPI)	Univesidad de Yale https://epi.yale.edu/
CO2	Emisiones de dióxido de carbono (toneladas métricas per cápita)	WDI http://data.worldbank.org/indicator
PM10	Partículas de menos de 10 micrómetros en gigagramos	EMEP https://www.emep.int/
PIB	Logaritmo natural del producto interno bruto (PIB) per cápita en USD	WDI http://data.worldbank.org/indicator
CR	Porcentaje del ingreso en poder del 10 % de la población	WID https://wid.world/es/pagina-de-inicio/
GINI	Índice de GINI	Base de datos estandarizada sobre desigualdad de ingresos en el mundo (SWIID), versión 9.1 (Solt, 2020)
Chin_ito_index	Índice de apertura financiera	Portland State University
Polity	Índice Polity 2	SCO https://competitivite.ferdi.fr
DenPob	Densidad Poblacional	WDI http://data.worldbank.org/indicator
Urb	Población Urbana como porcentaje del total	WDI http://data.worldbank.org/indicator
Ind	Valor agregado de la industria (% del PIB)	WDI http://data.worldbank.org/indicator
RecNat	Valor agregado de los recursos naturales (% del PIB)	WDI http://data.worldbank.org/indicator
IED	Inversión extranjera directa	WDI http://data.worldbank.org/indicator

Anexo B: Componentes del EPI

Dimensión	Categoría	Indicadores
Vitalidad del ecosistema	Habitat y Biodiversidad	Protección del bioma terrestre
		Áreas marinas protegidas
		Índice de Rep. de las Áreas Protegidas
		Índice de Protección de Especies
		Índice de Biodiversidad del Hábitat
	Servicios de ecosistema	Pérdida de cobertura arbórea
		pérdida de pastizales
	Pesca	Pérdida de humedales
		Estado de la población de peces
	Recursos Hidricos	Pescado capturado por arrastre
Tratamiento de aguas residuales		
Cambio climatico	Emisiones Contaminantes	crec. de las emisiones de CO_2
		T.C. emisiones de CH_4
		T.C. de las emisiones de gases fluorados
		T.C. de las emisiones de N_2O
		T.C. de las emisiones de carbono negro
Agricultura	Emisiones Contaminantes	CO_2 de la T.C. de la cob. terrestre
		Tendencia de intensidad de GEI
		GEI per cápita
Salud ambiental	Calidad del aire	T.C. emisiones de SO_2
		T.C. de NO
	Agua y Saneamiento	Índice de gestión sostenible del nitrógeno
		Exposición a PM
	Metales pesados	Combustibles sólidos domésticos
		Exposición al ozono
	Manejo de desechos	Agua potable insegura
Saneamiento inseguro		

Anexo C: Estadística descriptiva

Variables principales

	EPI	PIB	CR	Gini	CO2	PM10
count	2256	3740	3423	2669	3578	919
mean	53,28	11590,2	0,46	39,13	4,36	255,76
std	12,36	17449,8	0,09	8,34	5,56	1103,95
min	18,43	111,9	0,27	22,60	0,02	0,11
25 %	45,50	1268,1	0,38	32,90	0,61	18,09
50 %	52,70	4094,6	0,47	39,40	2,41	40,90
75 %	61,43	13354,6	0,53	44,60	6,15	126,87
max	90,68	123678,7	0,72	66,90	47,65	8586,42

Variables de control

	Chin_ito_index	Ind	RecNat	IED	DenPob	Urb	Polity
count	3339	3600	3726	3682	3759	3750	2876
mean	0,53	26,49	7,26	5,52	179,17	55,83	4,10
std	0,37	11,96	11,16	16,49	565,56	22,77	6,14
min	0,00	3,15	0,00	-57,53	1,54	8,25	-10
25 %	0,16	18,87	0,39	1,22	30,68	36,31	-1
50 %	0,45	24,56	2,21	2,93	74,48	56,31	6
75 %	1,00	30,98	9,38	5,79	145,73	74,24	9
max	1,00	84,80	87,58	449,08	8044,53	100,00	10

Anexo D: Modelo con Índice de GINI

Variables	EPI	EPI	EPI	EPI	EPI
GINI	0.136 (0.102)	0.0957 (0.109)	1.995*** (0.272)	1.562*** (0.288)	1.593*** (0.288)
lnPIB		-3.350*** (0.591)	5.919*** (1.403)	3.900*** (1.470)	4.168*** (1.474)
GINI x lnPIB			-0.245*** (0.0342)	-0.188*** (0.0362)	-0.193*** (0.0361)
Urb				-0.382*** (0.0918)	-0.381*** (0.0915)
RecNat					0.0892** (0.0425)
Constante	10.90*** (3.676)	45.05*** (5.467)	-25.13** (10.64)	-0.122 (12.11)	9.855 (12.06)
Observations	1,671	1,559	1,559	1,559	1,558
R-squared	0.900	0.900	0.905	0.908	0.908
Country FE	YES	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES	YES

Robust Standard Errors Clustered at the Country-Year Level

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Anexo E: Efecto de la democracia en el medio ambiente

Modelo inicial controlado por democracia

Variables	EPI	EPI	EPI
CR	5.570 (8.246)	1.066 (11.54)	131.3*** (25.34)
lnPIB	-3.350*** (0.733)	-3.356*** (0.732)	3.815*** (1.424)
Polity	-0.121 (0.0974)	-0.510 (0.573)	-0.126 (0.0944)
CR x Polity		0.796 (1.139)	
CR lnPIB			-15.66*** (2.853)
Constante	41.78*** (6.610)	43.59*** (7.146)	-14.48 (12.13)
Observations	1,750	1,750	1,750
R-squared	0.854	0.854	0.857
Country FE	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES

Robust Standard Errors Clustered at the Country-Year Level

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Contraste democracia-autocracia

Variables	EPI	EPI	EPI	EPI	EPI	EPI
CR	5.533 (8.259)	-2.527 (13.28)	-2.592 (13.29)	5.533 (8.259)	7.005 (8.478)	7.010 (8.425)
lnPIB	-3.400*** (0.735)	-3.409*** (0.734)	-3.688*** (0.703)	-3.400*** (0.735)	-3.409*** (0.734)	-3.688*** (0.703)
Democracia	-0.890 (0.947)	-5.548 (6.093)	-5.532 (6.094)			
CR x Democracia		9.533 (12.34)	9.602 (12.30)			
RecNat			-0.119** (0.0545)			-0.119** (0.0545)
Autocracia				0.890 (0.947)	5.548 (6.093)	5.532 (6.094)
CR x Autocracia					-9.533 (12.34)	-9.602 (12.30)
Constant	36.53*** (6.142)	39.85*** (7.206)	41.57*** (7.131)	35.64*** (6.185)	34.30*** (6.587)	36.04*** (6.490)
Observations	1,749	1,749	1,749	1,749	1,749	1,749
R-squared	0.854	0.854	0.855	0.854	0.854	0.855
Country FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES

Robust Standard Errors Clustered at the Country-Year Level

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Anexo F: Efecto de la desigualdad en el CO2

Variables	lnCO2	lnCO2	lnCO2	lnCO2	lnCO2
	Todos los países	Todos los países	Todos los países	Todos los países	Todos los países
lnCR	-0.519*** (0.0905)	-0.463*** (0.0834)	-3.312*** (0.275)	-2.526*** (0.244)	-2.426*** (0.240)
lnPIB		0.329*** (0.0184)	-0.0437 (0.0366)	0.0109 (0.0314)	0.0267 (0.0311)
lnCR x lnPIB			0.805*** (0.0710)	0.623*** (0.0632)	0.602*** (0.0625)
lnUrb				1.627*** (0.0862)	1.612*** (0.0860)
lnRecNat					0.0413*** (0.00762)
Constante	-2.739*** (0.161)	-4.292*** (0.180)	-6.574*** (0.282)	-10.82*** (0.369)	-10.98*** (0.375)
Observations	3,017	3,017	3,017	3,017	3,017
R-squared	0.986	0.988	0.988	0.990	0.991
Country FE	YES	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES	YES

Robust Standard Errors Clustered at the Country-Year Level

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Anexo G: Efecto de la desigualdad en el PM2.5

Variables	lnPM2.5 Todos los países	lnPM2.5 Todos los países	lnPM2.5 Todos los países	lnPM2.5 Todos los países	lnPM2.5 Todos los países
lnCR	-0.0937* (0.0539)	-0.108** (0.0540)	-0.737*** (0.195)	-0.617*** (0.203)	-0.611*** (0.207)
lnPIB		-0.0251* (0.0133)	-0.109*** (0.0282)	-0.109*** (0.0289)	-0.106*** (0.0294)
lnCR x lnPIB			0.172*** (0.0518)	0.152*** (0.0541)	0.151*** (0.0549)
lnUrb				0.614*** (0.0795)	0.609*** (0.0801)
lnRecNat					0.00497 (0.00384)
Constante	3.982*** (0.0501)	4.127*** (0.0896)	3.646*** (0.171)	1.962*** (0.264)	1.972*** (0.269)
Observations	1,458	1,451	1,451	1,450	1,432
R-squared	0.986	0.987	0.987	0.987	0.987
Country FE	YES	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES	YES

Robust Standard Errors Clustered at the Country-Year Level

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Anexo H: Modelo principal con PIB PPP

VariablesS	EPI	EPI	EPI	EPI	EPI
CR	15.45* (8.353)	19.57** (8.470)	378.7*** (41.33)	318.2*** (41.88)	320.5*** (41.77)
lnPIB_PPP		-3.874*** (1.217)	14.41*** (2.294)	11.34*** (2.265)	11.50*** (2.275)
CR x lnPIB_PPP			-40.14*** (4.438)	-33.70*** (4.468)	-33.97*** (4.467)
Urb				-0.665*** (0.0773)	-0.665*** (0.0773)
RecNat					-0.0666 (0.0478)
Constante	18.30*** (4.319)	45.54*** (9.639)	-115.4*** (20.14)	-71.59*** (20.43)	-79.90*** (20.12)
Observations	1,855	1,825	1,825	1,825	1,823
R-squared	0.835	0.836	0.845	0.853	0.854
Country FE	YES	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES	YES

Robust Standard Errors Clustered at the Country-Year Level

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Anexo I: Modelo en países ingresos medios año 2000

Variables	EPI ingresos medios	EPI ingresos medios	EPI ingresos medios
CR	15.00* (8.148)	178.2*** (25.00)	143.6*** (25.51)
lnPIB	-3.907*** (0.708)	5.450*** (1.397)	3.402** (1.406)
CR x lnPIB		-20.23*** (2.814)	-16.24*** (2.871)
Urb			-0.681*** (0.0766)
RecNat			-0.109** (0.0478)
Constante	36.27*** (5.596)	-36.89*** (11.54)	-6.068 (12.10)
Observations	1,851	1,851	1,848
R-squared	0.840	0.845	0.855
Country FE	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES

Robust Standard Errors Clustered at the Country-Year Levels

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Anexo J: Control de correlación entre CO2 y PM10

Variables	lnCO2	lnPM10
lnCR	-2.125*** (0.791)	-1.941 (1.246)
lnPIB	0.558*** (0.0896)	0.740*** (0.137)
lnCR x lnPIB	0.239*** (0.0820)	0.201* (0.121)
lnPM10	-0.0152 (0.0228)	
lnCO2		-0.0713 (0.116)
Constante	-4.043*** (0.840)	-3.914*** (1.405)
Observations	833	833
R-squared	0.960	0.980
Country FE	YES	YES
Year FE	YES	YES

Robust Standard Errors Clustered at the Country-Year Level

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1