

# Análisis de la distribución territorial de proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio

## El caso de los estados de la república mexicana

Ariel Cruz Ramos, Alfredo Flores Delgado, Alejandro Ibarra-Yúnez y Homar Zamorano Cervantes\*

Fecha de recepción: 31 de julio de 2009; fecha de aceptación: 5 de noviembre de 2011.

*Resumen:* La presente investigación clasifica los estados de la república mexicana de acuerdo con su nivel de atracción de proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) como herramienta de desarrollo económico, mediante la generación de esquemas de implementación de los países del llamado Anexo I del Protocolo de Kyoto (países donantes). Se calcula que 46.5 por ciento de los proyectos del MDL está concentrado en los estados de Jalisco, Coahuila, Puebla, Durango y Veracruz. El estudio clasifica las 32 entidades federativas mediante análisis de aglomerados basado en tres dimensiones de variables: potencial de mitigación de gases, capacidad institucional relacionada con el medio ambiente y el clima general de inversión. La técnica utilizada clasifica cinco grupos de entidades (*clusters*) donde la variable más influyente responde a los proyectos de reducción de gases efecto invernadero (GEI). Los resultados encontrados tienen implicaciones tanto para las políticas MDL respecto al estado, su coordinación estatal y federal, así como el potencial de inversión en ciertas entidades que presentan capacidad institucional; también las restricciones que presentan empresas paraestatales, como Pemex y CFE, con baja atracción de proyectos y reducido compromiso institucional con el MDL. El trabajo contribuye a realizar análisis a nivel subnacional de la distribución de este tipo de proyectos, sus atractivos y sus limitaciones.

*Palabras clave:* inversión internacional, medio ambiente y desarrollo, MDL, análisis de aglomerados con k-medias.

---

\* Ariel Cruz Ramos, ariel.cruz.ramos@gmail.com, asistente de investigación, Alfredo Flores Delgado, alfredo.flores@gmail.com, asistente de investigación, Homar Zamorano Cervantes, Homar.ZamoranoC@gmail.com, asistente de investigación, Departamento de Economía, Tecnológico de Monterrey (ITESM), Campus Monterrey; Alejandro Ibarra-Yúnez, aibarra@itesm.mx, profesor titular de Economía y Política Pública, EGADE Business School, y Departamento de Economía, Tecnológico de Monterrey. San Pedro Garza García, N.L. México. Los autores desean agradecer al profesor José Polendo (Departamento de Economía del Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey) su revisión y apoyo en la validación de los componentes del modelo de aglomerados, así como a un dictaminador anónimo en la primera versión del estudio y tres revisores anónimos más. También a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales por información de proyectos hasta 2011. Los errores son sólo atribuibles a los autores.

### ***Territorial Distribution Analysis of Projects of the Clean Development Mechanism: The Case of the Mexican States***

**Abstract:** This investigation classifies Mexican states according to their strength for attracting clean development mechanism (CDM) projects, as a means to promote economic development from donating Annex I countries of the Kyoto Protocol. We calculated that 46.5 per cent of all CDM projects are concentrated in the states of Jalisco, Coahuila, Puebla, Durango and Veracruz. The study classifies the 32 Mexican states using cluster analysis, based on three dimensions: potential to achieve gas reductions, institutional capacities to tackle the environment; and the general investment climate. The technique creates five clusters where the key variable responds to greenhouse gas reduction projects. Findings have implications both for CDM policies, their federal and state coordination, and also for investment readiness by some states that demonstrate institutional capabilities, but where State-owned Pemex and CFE have shown low attraction of projects and shallow institutional commitment. The paper contributes to analyze the distribution of this type of projects at sub-national level, and their pulling and limiting forces.

**Keywords:** foreign investment, environment and development, CDM, cluster analysis with k-means.

**Clasificación JEL:** F21, Q56, C81.

## **Introducción**

El mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, o UNFCCC en inglés) permite a las economías industrializadas utilizar reducciones certificadas de emisiones (RCE) en proyectos para la mitigación de gases efecto invernadero (GEI) en países menos desarrollados. Asimismo, el MDL cumple un objetivo doble, pues permite a los países industrializados (identificados en el llamado Anexo I del Protocolo de Kyoto<sup>1</sup>) cumplir con sus requerimientos de reducción de emisiones a un menor costo marginal, mientras que los países en desarrollo se benefician de la asistencia financiera y tecnológica de los esquemas de implementación de tecnología limpia (Dechezleprêtre, Glachant, Ménière, 2007; Hansen, 2008). México se encuentra listado como parte de los países sin obligaciones cuantitativas de reducción de GEI (algunas referencias lo denominan economías no Anexo I). Los países del llamado Anexo II son los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicas (OCDE) antes del ingreso de México, y que son donantes de financiamiento y tecnología. Por su parte, el

---

<sup>1</sup> Para 2009 más de 180 países han ratificado el Protocolo de Kyoto, y representan 36 por ciento de las emisiones medidas de los países desarrollados del Anexo I (UNDP, 2003).

Protocolo de Kyoto establece países del Anexo B, que son los mismos del Anexo I menos Turquía, con el compromiso de abatimiento de CO<sub>2</sub> en 5.3 por ciento para 2012 respecto de los niveles de 1990. México entonces es un país sujeto y en principio atractivo para la aplicación de inversiones en proyectos de desarrollo limpio, sin metas cuantitativas obligatorias.

Una cuestión relevante es si la atracción de este tipo de proyectos de inversión extranjera directa (IED) atiende a variables determinantes similares a otro tipo de IED, o bien si sus determinantes son diferentes. Esta investigación propone como hipótesis que son diferentes. Con ello, los registros y papeles de la Secretaría de Economía de México frente a otras instancias como la de Medio Ambiente (Semarnat) serían especializados y requerirían de coordinación particular. Otra pregunta es si con este nuevo mercado el financiamiento del MDL será complementario o independiente de la IED en la política de atracción y fomento.

México, según datos de la CMNUCC para 2011, es el cuarto país con más proyectos registrados de MDL (5.04%), por debajo de China (40.70%), la India (22.07%) y Brasil (7.33%). El país contaba con 123 designaciones de desarrollo limpio hasta la mitad de 2010, y representa 10.66 por ciento del total de la región latinoamericana (UNFCCC, 2011). No obstante, la implantación de proyectos MDL se encuentra subutilizado. Por tipo de proyectos, en 2011 la mayoría se concentraba mundialmente, de acuerdo con los llamados 15 enfoques sectoriales del MDL (UNFCCC, 2011), en industrias de energía (renovable y no renovable), con 63.31 por ciento del total por sector en el mundo. En este rubro México tiene poca participación o atracción, dada la naturaleza de sus empresas paraestatales CFE y Pemex, que se sujetan a reglas institucionales *sui generis* incluso comparadas con empresas paraestatales en otros países en cuanto a sus obligaciones frente al medio ambiente e inversión extranjera. En segundo término, están los proyectos de manejo y disposición de desechos, con 16.53 por ciento del total; luego los procesos industriales (manufacturas e industria química), con 7.02 por ciento; y tratamiento de emisiones *fugitivas* de sólidos, petróleo y de gas, con 4.89 por ciento.

El MDL ha definido 15 sectores o enfoques para la aplicación de proyectos para la reducción de GEI, donde los sectores de producción de energía son los más contaminantes, así como procesos industriales químicos, industria de transformación, y manejo y tratamiento de desechos (UNFCCC, 2011). Para el caso mexicano, las implementaciones en agricultura son las más utilizadas y representan 61 por ciento del total registrado. Después le siguen los proyectos de manejo y disposición de desechos (biogás), con 14

por ciento, donde México cuenta con el mayor número de casos documentados en América Latina, con un total de 34 y para los cuales no existen proyectos de IED tradicional, que generalmente se dirige hacia manufactura y servicios en México. Podría decirse que el país es un destino potencial de la mayor importancia en estos proyectos, como se muestra a continuación, pero parecería que el destino de los proyectos de inversión es diferente y complementario a las actividades industriales o de servicios financieros de la IED tradicional.

La atracción del MDL hacia México ha variado desde su implementación, pues año con año los proyectos varían en cantidad, clasificación y distribución.<sup>2</sup> A pesar de los 128 proyectos registrados por Semarnat (de designación), según UNEP Risoe (2011), hay 207 proyectos en México en marzo de 2011, pero una amplia mayoría todavía se encuentra en la etapa de validación, por lo cual no se tiene una fecha establecida de inicio para los mismos. De acuerdo con Semarnat en su página sobre cambio climático, México se encuentra por debajo de su producción potencial, aunque ha realizado esfuerzos exitosos en recuperación de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>, con alrededor de 8.3 millones, frente a una meta de poco más de 10 millones de toneladas esperadas por año con base en proyectos registrados de reducciones certificadas de emisiones o RCE. Este escenario lo sitúa en el sexto lugar de las mismas otorgadas a nivel mundial. Esta situación es crítica, ya que el MDL es un mercado global valuado en 12,877 millones de dólares, de acuerdo con el Banco Mundial en 2008 (que cayó a unos 2.7 miles de millones de dólares en 2009), razón suficiente para llamar la atención de las autoridades involucradas en el objetivo de que México obtenga una mayor participación en el mercado de venta de RCE como país destino, ya que podría representar una fracción importante de la IED tradicional y que ha venido cayendo en años pasados.

Otra hipótesis de trabajo es que el marco institucional es un importante mecanismo de incentivos para la atracción de inversiones, aunque debe estudiarse a profundidad por ser diferentes las motivaciones y necesidades de adherirse al MDL institucionalmente hablando, pero donde una desviación de políticas de atracción entre IED y MDL crearía importantes costos

---

<sup>2</sup> Los proyectos atraídos se clasifican en tres rubros: como registrados, en validación y en petición de validación, por lo que las instituciones y análisis que los cuantifican varían. Por lo tanto, se debe tener cuidado en medir la consistencia de series de datos. La Semarnat proporcionó para este estudio una base de datos para 2011 de proyectos por clasificación, por entidad federativa y por tipo de proyecto. Dicho cuadro validó la generada para en análisis cuantitativo, pero presentó observaciones muy dispersas y poco útiles para el presente estudio.

de oportunidad en el contexto global actual, como lo plantean Hsiao y Hsiao (2004) para China, o Lederman *et al.* (2004) para economías en proceso de apertura como México, o incluso Bolström y Kokko (1997) en su proposición de profundizar procesos de integración regional con énfasis en el papel de madurez sectorial.

En general, la literatura acerca de este tema es muy reciente, y típicamente se enfoca en la atracción del mecanismo a nivel país. Por ejemplo, Jung (2005) y Huang y Barker (2009) analizan la concentración de proyectos y variables de regiones mundiales, respectivamente, para el estudio de los flujos y determinantes del MDL. Sin embargo, los métodos de mitigación son diferentes para cada una de las regiones de los países anfitriones, por lo cual se pueden aprovechar estas discrepancias para alinearlas con proyectos específicos y *ad hoc* a las características de cada una. A nivel interno de un país, esto implicaría una desigualdad en la distribución geográfica nacional (intrapais) debido a la falta de capacidad por parte de los gobiernos anfitriones de coordinar y planear este tipo de oportunidades entre federación y estados, así como determinar orígenes geográficos específicos de contaminación de alguno de los GEI clasificados por la CMNUCC, sobre todo CO<sub>2</sub>. Tal parece ser el caso de México.

Asimismo, otros estudios, nuevamente con orientación a nivel internacional, se concentran en el impacto tecnológico que ocurre a través de la aplicación del MDL. De esta manera Fei, Chen y He (2008) profundizan acerca de la influencia que tiene el acervo de técnicas existentes en los países desarrollados, en las decisiones de inversión bajo el MDL. Adicionalmente, la transferencia de conocimientos entre subsidiaria y matriz corporativa tiene efecto en los flujos de inversión entre países (Dechezleprêtre *et al.*, 2007). Hansen (2008) resalta las complejidades para encontrar evidencia de una transferencia de tecnología en proyectos MDL. Por su parte, Goldemberg (1998) sugiere que ésta tiene un impacto de mitigación a nivel de cada proyecto, con lo que en el contexto del MDL el *know-how* ve sus impactos en los costos de mitigación, así como mediante los resultados al capturar y tratar un mayor número de gases de efecto invernadero. Es decir, la justificación de inversiones complementarias tradicionales y del MDL ubicaría al país y sus regiones como de desarrollo sustentable y donde existen oportunidades de mitigación en niveles estatales.

Aunadas a las implicaciones tecnológicas del MDL, las rigideces del mecanismo, así como el proceso seguido para la aprobación de proyectos, influyen en la atracción de los mismos. Michaelowa *et al.* (2003) argumentan que el MDL presenta altos costos de transacción. Significativos son la

regulación, la presencia de la junta ejecutiva y las reglas dentro de los países, así como otros costos administrativos. De la misma manera, ni la metodología de aprobación ni las idiosincrasias son únicas de cada país, pero su aplicación administrativa es variable de acuerdo con los activos institucionales de cada economía. Así, estos factores también afectan la creación de esquemas de implementación, que son mucho más exigentes con la base institucional, la cual debe ir más allá del ofrecimiento de estabilidad macroeconómica y de calificaciones de riesgo país, por ejemplo. Este hecho evidencia que tanto las diferencias entre países como la situación de no contar con una implementación estándar del MDL en cuestión administrativa sí importan en el marco del mecanismo, así como algunos sectores que se sujetan a reglas jurídicas y administrativas especiales. Tal es el caso, en México, de las paraestatales Pemex y CFE, que, aunque mantienen proyectos de reducción de emisiones, adaptación tecnológica y mitigación de GEI o de gases precursores o partículas emitidas al ambiente, no se sujetan a controles administrativos de otros actores y proyectos.

Para el caso particular de México, la literatura es solamente descriptiva. Por ejemplo, Corbera y Brown (2008) analizan el diseño institucional y la capacidad de organización de los servicios para ecosistemas, sin realizar estimación alguna. Por su lado, Lokey (2008a, 2008b) argumenta en contra de las barreras hacia los proyectos de energía renovable sin utilizar algún método inferencial. Además, Lokey (2008a) detalla la situación actual así como el futuro de la destrucción de metano en el país, nuevamente sin ir más allá de una descripción. Sin embargo, los diversos autores coinciden en el alto potencial de México para atraer inversión en MDL. Una de las incógnitas es si el mecanismo contribuye al desarrollo económico del país, ya que es difícil estimar la representación de este tipo de inversiones como porcentaje del producto interno bruto (PIB). En un estudio realizado por Montgomery y Bernstein (2000), se estima que para 2010 México tendría una ganancia en su PIB menor a 0.3 por ciento debido al MDL.

Un hallazgo relevante encontrado en los datos es el hecho de que la demanda relativa por MDL para el caso mexicano se ha concentrado en algunos estados, pues cinco de ellos acaparan 46.5 por ciento de los proyectos. Por su parte, en términos sectoriales, el MDL definió 15 “enfoques sectoriales” para registrar proyectos. En el caso de México, los proyectos de reducción de metano generado por excretas porcícolas y bovinas son los más frecuentes, aunque en monto equivalente de toneladas de reducción de CO<sub>2</sub> los proyectos de energía eólica y los procesos industriales son de mayor importancia. Sin embargo, destaca que son nulos los proyectos en

sectores como la construcción, y casi nulos en sectores como el transporte o la metalurgia (UNEP Risoe, 2011; Semarnat, 2009b).

El fenómeno de concentración regional no sólo ocurre en México. De la misma manera, en Brasil cinco provincias acaparan 60 por ciento del total actual. Esto da pauta para especular acerca de una desigualdad intranacional (no solamente internacional) de proyectos. Igualmente, resalta la importancia de las características específicas dentro de los países, las cuales pudieran determinar el nivel de atracción para la implementación del mecanismo. Por ende, se genera la pregunta de investigación de por qué algunos estados de la república mexicana atraen más proyectos de MDL que otros. Dado el creciente interés en el tema de estudio, la presente investigación busca aportar un análisis intranacional en lugar de entre países.

La organización del trabajo es la siguiente: en la primera sección se establece el marco teórico. Después se discuten la metodología y el origen de los datos utilizados en la investigación. La tercera sección presenta los resultados del análisis cuantitativo multivariante de regiones y *clusters*. Para concluir se hace un recuento de los puntos fuertes y de las restricciones de esta investigación para una implantación más distribuida del MDL, así como recomendaciones para futuras líneas de investigación.

## I. Marco teórico

El MDL como sistema puede enmarcarse en las implicaciones de las externalidades y los derechos de propiedad, donde al establecer un derecho comerciable para emitir GEI se realiza una internalización del costo social de las mismas. Con ello el sistema se considera efectivo en costos (Field y Field, 2002). Adicionalmente, el MDL es una herramienta de desarrollo económico (UNFCCC, 2001, 2006) pues tiene un objetivo político: promover el progreso de los países del no Anexo I mediante transferencias de recursos a través de proyectos específicos contra créditos para la reducción de emisiones. Dichos créditos se otorgan a inversionistas de países desarrollados que inician proyectos en países en desarrollo receptores, y se utilizan contra compromisos de reducción de GEI firmados en el Protocolo de Kyoto. Más aún, se espera que el MDL desarrolle transferencia de conocimientos entre los países participantes (IPCC, 2000), ya que esto permitirá a países en desarrollo recibir y tener acceso a tecnologías para realizar procesos más limpios y con menos emisiones. No obstante los posibles beneficios ofrecidos, Schneider (2007) argumenta que el objetivo de contribuir al desarrollo sustentable no se cumple en suficiente medida, por lo cual se requieren disposiciones adicionales.

### 1.1. *El ciclo administrativo e institucional*

Para que una reducción certificada de emisiones (RCE) pueda otorgarse, cada una de las propuestas de proyectos tiene que pasar por un ciclo de aprobación relativamente complejo, debido principalmente a los trámites administrativos. Los prerrequisitos necesarios son haber ratificado el Protocolo de Kyoto y contar con una autoridad nacional designada (AND), encargada de verificar los requisitos básicos establecidos por el mecanismo, para poder implementar un proyecto en ese país. Una vez que se obtiene la aprobación de la AND para cada uno de los proyectos, esta debe enviarse a una entidad operacional designada (EOD) para que se valide el proyecto. De allí este se envía a la junta ejecutiva de la CMNUCC para que se registre. Una vez cumplido con el registro, la EOD se encarga de verificar la implementación del mismo. Así, los pasos para la venta de RCE son los siguientes: *a)* enviar la respectiva propuesta a la AND para su aprobación; *b)* esta se encarga de revisarla para que, al aprobarse, el promovente la envíe a la EOD para su validación; *c)* se registra el proyecto dentro del MDL. Con ello, el país anfitrión, *d)* realiza su implementación, la cual verifica la EOD, y *e)* se aprueba y se comercializa. Por su parte, el inversionista del Anexo I utiliza los créditos para la reducción de alguno de los seis GEI registrados ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , así como los gases HFCs, PFCs y  $\text{SF}_6$ ).<sup>3</sup>

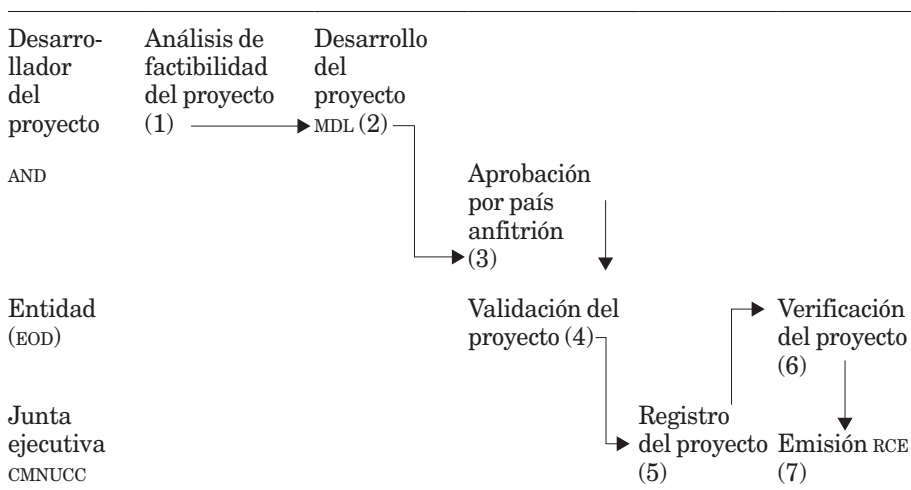
Teóricamente, el mecanismo parece depender de la demanda de proyectos. En caso de que la RCE no pueda venderse a países del Anexo I, esta ingresa al mercado de venta de bonos de carbono como mercado secundario. Bajo este esquema la única relación existente entre estado, provincia o semejante, y el país o empresas inversionistas, es que para la generación de un proyecto este debe ser aprobado por las AND, independientemente de si estas cuantifican con claridad el costo y los derechos de propiedad, o calculan el impacto en desarrollo económico, antes del envío de la solicitud de proyecto a la junta ejecutiva. Para el buen funcionamiento del MDL es

---

<sup>3</sup> En el presente estudio se encontró que si bien se está realizando un esfuerzo nacional para crear un inventario de GEI por entidad federativa, los registros del Instituto Nacional de Ecología de la Semarnat en el nivel estatal existen para los gases precursores o indirectos  $\text{CO}$ , óxido de nitrógeno o  $\text{NO}_x$ , óxidos de azufre  $\text{SO}_x$ , amoníaco o  $\text{NH}_3$  y partículas orgánicas volátiles o COV, y partículas llamadas  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2.5}$ , que afectan la capa de ozono. Es válido utilizarlos como variables *proxy* de los GEI, ya que existen fórmulas para traducirlos en equivalentes de  $\text{CO}_2$ . Al no contarse con una base de datos completa para cada una de las 32 entidades federativas y donde los datos por categoría, y aprobación y registro son dispersos, el análisis utilizará los precursores referidos.



**Esquema 1.** Ciclo de certificados de reducción de emisiones y funcionamiento del MDL (flujos de implantación de proyectos MDL)



Fuente: Elaboración propia con base en UNFCCC (2008).

necesaria, por lo tanto, la participación de expertos en el área. El esquema 1 ilustra el ciclo para la obtención de RCE.

A partir de la implementación del MDL se observa que este sigue ciertos patrones de despliegue. La evidencia encontrada en la literatura muestra que la distribución de proyectos es desigual entre los países participantes, a pesar de que los acuerdos de Marrakesh en 2001 comprometen a los mismos a promover la equidad en el repartimiento. Keller (2009), Jung (2005) y Huang y Barker (2009) observan y analizan la distribución a nivel internacional sin ahondar en las causas de este fenómeno. Con ello resulta de interés preguntarse cuáles son los determinantes directos o mecanismos de transmisión que impactan la distribución de proyectos MDL de manera diferenciada a posiciones de atracción de otra IED.

En este punto no se ha llegado a un consenso acerca de un modelo sustentado teóricamente que intente explicar en específico el fenómeno de los determinantes de atracción del MDL. Empero, la implementación del mecanismo que se inició en 2005 terminó su primera fase (2005-2008) y se encuentra a la mitad de la segunda etapa (2009-2012), por lo cual sus efectos no se han completado. No obstante, algunos autores han sugerido posibles determinantes de la atracción. Por ejemplo, Keller (2009) explora tres fac-

tores influyentes a nivel internacional: potencial de abatimiento, marco institucional del país anfitrión y capacidades en el MDL. Niederberger y Sanner (2005) examinan, por su parte, la relación entre la inversión extranjera directa y el MDL, de la misma manera que lo hacen Dechezleprêtre, Glachant y Ménière (2009) y Jung (2005). La conclusión principal es que el mecanismo no se comporta igual que la IED ni tiene los mismos causantes, por lo cual un análisis que asume lo anterior no es correcto del todo. En el caso de Jung, se separan aquellos proyectos de reducción de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) (llamados “no sumideros” en el protocolo de Kyoto) de los de captura forestales (llamados “sumidero”), donde países como México, Argentina, Brasil, China y la India tendrían gran potencial en proyectos “sumideros” de reducción de  $\text{CO}_2$ , cuya dinámica es de poca correlación con los determinantes de la IED en general.

Más aún, en las reglas de la CMNUCC se incluye el concepto de “adicionalidad”, que significa que un proyecto se valida y acepta si los flujos de inversión no se dan sin el mecanismo de atracción específico, lo cual desvía algunos de los incentivos de los proyectos de IED tradicionales. Sin embargo, como lo apuntan Dinar *et al.* (2008), ciertas características que atraen la IED también pueden desempeñar un papel dentro del MDL, pues lo que buscan los generadores de proyectos son los lugares más favorables para llevar a cabo este tipo de negociaciones e inversiones. La variable latente más compleja parece ser el potencial de abatimiento de los GEI, ya que por la expectativa de reducción de  $\text{CO}_2$ , medido en toneladas equivalentes de mitigación, el potencial de reducción podría también medirse en el precio del carbón y otros fósiles.

## *I.2. Riesgos de costos y fallas de mercado*

A pesar de que los costos y barreras de entrada son elementos relevantes en el impacto de la atracción de proyectos, es importante establecer sus características y efectos sobre el MDL. Por ejemplo, Michaelowa *et al.* (2003) argumentan que el funcionamiento mismo del MDL en general conlleva costos administrativos, pues cada uno de los puntos del proceso involucra una serie de actores diferentes que cobran por sus servicios. Por lo tanto, el número de proyectos podría verse afectado por una fuerte burocracia involucrada. Green (2008) apunta que surgen distintos riesgos al implementar el MDL. Entre ellos está el riesgo de inversión, ya que no se sabe con certeza si la cantidad estimada de gases que se busca reducir para los diferentes años es consistente con lo observado realmente. Un costo adicional está

relacionado con fallas de mercado. Dado que las empresas globales o multinacionales buscan el abatimiento de GEI mediante el mercado de las RCES, de menor costo potencial que el carbón en el mercado secundario, las empresas sobreinvierten en RCES pero a costa de mantener un compromiso bajo de reducción de GEI, y por lo tanto del uso del MDL en sus contrapartes en desarrollo (Pearson, 2007).

Lokey (2008a) argumenta que para el caso de México una de las barreras de entrada más significativas es el vigente marco legal, que concierne especialmente a la regulación restrictiva hacia la inversión en energía (CFE y Pemex en específico), y el caso de la llamada adicionalidad, donde la junta ejecutiva del MDL obliga a los demandantes del MDL a justificar que sin el mecanismo perderían la inversión externa o el proyecto. Tal ha sido el caso de proyectos de energía eólica. Una consideración adicional es el impacto que tiene el tamaño del proyecto. Michaelowa y Jotzo (2005) argumentan que cuanto menor es el tamaño, tanto mayor es el costo de transacción. Su análisis sugiere que los costos hundidos para microproyectos que eviten menos de 50 000 toneladas de CO<sub>2</sub> anuales no son viables. Por su parte, Grossman y Helpman (2005) modelan las condicionantes y los patrones de decisión en la forma de subcontratación internacional, dependiendo de la localización, el costo de búsqueda de socios y la naturaleza de contratos imperfectos (la dimensión institucional). Para México, Dussel-Peters (2007) realiza un estudio de determinantes macro, meso, micro y territoriales de atracción de IED. Aunque es difícil utilizar, en un modelo causal, variables y características cualitativas y condiciones para la IED, el autor hace un análisis de atractores estatales para empresas de países específicos como China o Japón en México, donde destaca condiciones como infraestructura o capital humano.

Más específico para el fenómeno de interés en esta investigación: no se encontró en la literatura ningún análisis a nivel subnacional que se enfoque en el tema de la distribución. No obstante, a nivel de países algunos autores han realizado investigaciones empíricas acerca de la repartición. Por ejemplo, Jung (2005) realiza un análisis exploratorio basado en tres dimensiones de determinantes. Encuentra que países como China, la India, México, Tailandia, Brasil y Argentina son los que más atraen en el mundo, ya que tienen entornos similares. En el mismo estudio se menciona la existencia de otros países con menor grado de atracción, mientras que la región africana tiene el nivel más bajo de todas. Así también, Keller (2009) realiza un análisis econométrico respecto a estos factores y concluye que las variables de potencial, tales como cantidad de

emisiones CO<sub>2</sub> por país e intensidad de energía y carbono utilizadas, son no significativas, mientras que las variables de protección a la inversión y capacidad institucional, representadas por indicadores de *Doing Business* (2009), recepción de fondos por capacidades dentro del MDL, así como por la presencia de autoridades designadas al MDL en cada país, son positivas y significativas. Es decir, el criterio de jalón de demanda del mecanismo se restringe y se afecta indirectamente por capacidades institucionales insuficientes, como variables moderadoras de la demanda de atracción. Finalmente, Huang y Barker (2009) realizan un análisis regional a nivel de países y encuentran factores explicativos geográficos, como la cercanía con otros países receptores del MDL, así como la altitud. Concluyen que estas variables tienen efectos positivos sobre los flujos de proyectos.

A pesar de una base teórica incipiente se puede relacionar el fenómeno con ciertos modelos teóricos. A partir del modelo de Heckscher-Ohlin de ventaja comparativa y el teorema de Stolper-Samuelson se esperaría que aquellos estados con mayor índice de GEI (y actividad económica) atrajeran un mayor número de proyectos MDL. Es decir, aquellos estados con ventaja comparativa en generación de GEI venderán más RCE e importarán más proyectos de tecnología limpia si los gobiernos muestran compromisos claros de reducción de GEI mediante auditorías, cambios significativos del carbón o insumos fósiles y garantías a la inversión. Por su parte, las empresas de los países del Anexo I son multinacionales sofisticadas en sus análisis de proyectos, en contraste con empresas medianas y pequeñas de los países receptores (UNDP, 2003).

Por su parte, y con base en el modelo Norte-Sur de Feenstra y Hanson (1997), los estados más industrializados de México tendrían una ventaja comparativa en generación de GEI, una vez más, por el lado de jalón de la demanda, sobre todo en procesos industriales, emisiones *fugitivas* de gases, sólidos y petróleo, o en generación eléctrica. Sin embargo, un primer recuento de los proyectos del MDL por enfoque sectorial y entidad federativa muestra muy pocos proyectos en minería, metalurgia, construcción y, desde luego, industrias de energía representadas por CFE y Pemex. Por otra parte, el modelo implica que la IED, mediante el MDL en el norte, incrementa la prima no sólo en el norte, sino también en el sur, ya que los estados del norte ahora estarían menos contaminados y, por ende, se tendería a invertir más en los estados del sur, en principio. Sin embargo, la relación del MDL con estos modelos es una pregunta empírica más allá del objetivo del presente estudio.

Para conocer a fondo el MDL en México es inevitable entender la interdependencia existente entre las entidades federativas, ya que en un estado depende en parte de las políticas públicas y de las características de sus estados vecinos. No obstante, dadas las características propias de las designaciones del MDL, en ocasiones estados no vecinos llevan a cabo proyectos en conjunto, por lo cual un análisis a nivel regional es central en la presente investigación. A pesar de situaciones similares entre entidades federativas, la promoción de proyectos MDL se centraliza como política nacional en la secretaría del ramo (Semarnat), designada por la autoridad y registrada en la CMNUCC.

## II. Metodología

Podrían resumirse los estudios empíricos sobre abatimiento de GEI y el uso de créditos y bonos, sobre todo en países europeos del Anexo I. Por una parte, algunos como Van der Werf (2007) han estimado funciones de costos (o producción) en cortes transversales entre países, así como el cálculo de elasticidades de sustitución con insumos energéticos, donde encuentra que los cambios tecnológicos de abatimiento son más importantes que los recursos financieros. Otros análisis se concentran en la demanda de RCES y las tendencias mundiales de precios del carbón y otros insumos energéticos, básicamente entre países o en estudios en panel, ya que no está claro que el costo marginal de abatimiento se refleje en precios del mercado secundario (Haites, 2004; Pearson, 2007).

Para el caso de estudios sobre atracción de inversiones en países no del Anexo I, la literatura está orientada en general a sugerir políticas de promoción. Tal es el caso de Dinar *et al.* (2008). Sobre el despliegue de inversión transfronteriza de MDL, Huang y Barker (2009) hacen énfasis en los flujos de tecnología y capital a países en desarrollo, donde los países vecinos y de mayor altitud atraen más inversiones frente a los que tienen abundancia de recursos naturales, *ceteris paribus*. Su metodología usa medidas sociodemográficas y físicas entre países receptores con una base subyacente de geografía económica, donde la variable dependiente es el promedio anual de reducción de emisiones en RCES.

Por su parte, Jung (2005) también se concentra en los países anfitriones en un análisis de *cluster* a nivel internacional. El presente estudio parte de esta metodología, pero aplicada a los estados mexicanos para ser más puntuales en las implicaciones. Adicionalmente, un análisis como el propuesto se justifica porque la dirección de los proyectos de RCES y MDL

hacen que los destinos no sean independientes entre sí, de modo que un estado no es independiente para promover proyectos de la misma manera en que se tratan externalidades en la literatura. Con lo anterior, o bien se corren modelos máximo-verosímiles de autorregresión espacial cuando las variables explicativas son cuantitativas, o bien modelos exploratorios multivariantes de *clusters* como el propuesto aquí, dada la naturaleza de las variables categóricas y cualitativas en el presente caso (Kelejian y Prucha, 1999). El análisis en el ámbito estatal utiliza variables en tres dimensiones: capacidad de reducción de emisiones (implícitamente está la orientación sectorial de cada estado), capacidad institucional estatal y clima general de inversión (implícitamente contiene características de infraestructura y de mercado para la atracción). En general, esta técnica permite ubicar grupos basados en características propias de los objetos de estudio. Además, un análisis de este tipo tiene como finalidad que “los objetos dentro de un grupo sean similares (o relacionados) unos a otros y diferentes de (o no relacionados a) los objetos de otros grupos” (Tan *et al.*, 2006, p. 490). En el presente trabajo los “objetos” están representados por los 31 estados de la república mexicana y el Distrito Federal, con 15 variables distribuidas en las tres dimensiones arriba planteadas respecto al MDL en todo tipo de proyectos no forestales.

Dentro de esta técnica existen distintos métodos y algoritmos para realizar la agrupación de datos. La elección del método y algoritmo está en función del objetivo de estudio, así como las características de los datos. La finalidad de esta investigación es la segmentación, pues se busca dividir las entidades federativas de la república mexicana en grupos con características relativamente homogéneas, como precondition para analizar el grado de atracción y las características de los proyectos del MDL. Posteriormente, encontrar una tendencia de correspondencia de los objetos hacia cada grupo pasa a segundo plano, lo que da paso a análisis de varianza. Así, como lo plantea Jung (2005) para este tipo de estudios, en este trabajo se utiliza el algoritmo de Ward combinado con el método de aglomeración de k-medias.

La finalidad de la técnica es agrupar objetos (entidades federativas) similares, por lo cual es necesario considerar la escala estándar de medición de todas las variables relevantes de atracción de proyectos del MDL con instrumentos de las RCES. Por ende, es importante que las dimensiones seleccionadas puedan ser comparables, pues de otra manera la variable con mayor varianza será la más prominente en la solución. Por lo tanto, es necesario estandarizar la base de datos utilizada. Las variables se presentan estandarizadas en el anexo.

Debido a la complejidad de encontrar la mejor asignación de  $n$  objetos en  $m$  grupos de cualquier tamaño, el análisis de *clusters* toma un acercamiento heurístico basado en algoritmos de fácil implementación, extremadamente eficientes y proveedores de soluciones coherentes con los objetivos de la investigación (Carroll, Lattin y Green, 2003). El objetivo principal de este tipo de análisis es conocer la heterogeneidad de la información, por lo cual existen diferentes opciones para calcular las medidas de similitud o proximidad.

La distancia utilizada en este trabajo es la de Mahalanobis, ya que ajusta los patrones de covarianza existentes en el grupo de datos, mientras que otras distancias como la Euclidiana y Minkowski no lo hacen, al asumir la distribución de probabilidad que captura el elemento de un objeto como esférica y no elipsoide, que permite extraer más información de las variables-elementos de la distancia del *cluster*, como la dirección de similitud. El ajuste se logra mediante una rotación y el reordenamiento de las coordenadas, con el propósito de que la distribución resultante tenga una matriz de covarianza semejante a la matriz identidad  $I$ . La distancia Mahalanobis, que es generalmente la aceptada para estos análisis, tiene otra ventaja, pues es la única que toma en cuenta el contexto (Carroll, Lattin y Green, 2003). Esto evita que los grupos estén formados solamente en relación con las distancias aplicadas al grupo generado en la iteración anterior, ya que toma en cuenta su distancia con otros grupos así como la dirección. Por lo anterior, las posiciones del objeto  $i$  y  $j$  son afectadas por la estructura de covarianza de los datos. La ecuación (1) muestra la fórmula utilizada para estimar la distancia Mahalanobis. Además, esta distancia prevé datos atípicos o *outliers*. Sin embargo, para la presente investigación no existieron casos que pudieran considerarse como tales.

$$d(i, j) = \sqrt{(i - j)'S^{-1}(i - j)} \quad (1)$$

Donde  $d$  es la distancia Mahalanobis,  $i$  y  $j$  son los objetos, y  $S^{-1}$  es la matriz inversa de covarianza.

Para determinar el número de grupos se llevó a cabo un análisis de tipo jerárquico mediante el algoritmo de Ward. Este fue seleccionado pues, en contraste con otros, cumple con el propósito de la investigación: minimizar la varianza dentro de cada grupo y maximizar las diferencias entre grupos. Sin embargo, una limitante del algoritmo de Ward es que no permite identificar la separación natural de los *clusters*, aunque por otro lado tien-

de a producir grupos del mismo tamaño. La ecuación (2) ilustra el procedimiento del algoritmo de Ward.

$$\Delta(A, B) = \sum_{i \in A \cup B} |X_i - m_{A \cup B}|^2 - \sum_{i \in A} |X_i - m_A|^2 - \sum_{i \in B} |X_i - m_B|^2 = \frac{n_A n_B}{n_A + n_B} |m_A - m_B|^2 \quad (2)$$

Después de determinar el número de grupos que se utilizarían se realizó un análisis de los *clusters* mediante el método de k-medias. Se seleccionó este método ya que tiene la tendencia a encontrar soluciones locales óptimas mediante una iteración reiterada alrededor de los componentes-variables que conforman la variable de similitud o diferencia, como se describe adelante en la ecuación (3).

$$C = \sum_{j=1}^k \sum_{n \in C_j} |X_n - M_j|^2 \quad (3)$$

Donde:

$C$  = *cluster*,  $k$  = número de grupos,  $n$  = número de datos y  $M$  = centroide geométrico de  $C_j$ .

El proceso de optimización realiza una partición inicial para calcular los centroides de cada grupo. Después se reasignan los objetos al *cluster* con el centroide más cercano. Para encontrar la mejor solución las iteraciones continúan hasta que la partición permanece sin cambios. El método k-medias garantiza la asignación de todos los objetos hacia un grupo, siendo este, en la mayoría de los casos, el más cercano. Sin embargo, en ocasiones algunos objetos se sitúan a una distancia del centro de su grupo mayor que la del centro de otro grupo al cual no pertenecen. Por lo mismo, debe tenerse precaución para tomar en cuenta dicha posible superposición. Los centros son determinados por los objetos más cercanos a ese *cluster*, y cada uno de ellos contiene un promedio de todas las variables utilizadas.

### II.1. Datos

Para aplicar el análisis es necesario identificar las características de los estados, con la finalidad de establecer los indicadores apropiados. Las dimensiones utilizadas en el estudio realizado por Niederberger y Saner (2005), por ejemplo, sirvieron de base para esta investigación pues consideran variables de viabilidad del proyecto como reducción potencial de emisiones, de capacidad institucional relacionada con el medio ambiente,



### Cuadro 1. Identificación de objetos con distancia mayor hacia adentro que hacia afuera de cada aglomerado

<i>Dimensión (variable latente)</i>	<i>Variable</i>
Reducción potencial de emisiones GEI	Reducción estimada de ktons de CO <sub>2</sub> equivalente por año. Eficiencia productiva limpia.
Capacidad institucional relacionada con el medio ambiente	cc de servicios de consultoría del MA. cc de manejo de desechos y servicios de remediación. Razón de aceptación.
Clima general de inversión	Base de datos "Haciendo negocios en México", obtenida de Doing Business Organization.

*Fuente:* Elaboración propia con varios datos.

y el clima general de inversión, medido por diversas variables. El cuadro 1 resume los indicadores de atracción utilizados.

#### II.1.1. Dimensión uno: Reducción potencial de emisiones

Dentro de esta dimensión se encuentran ocho variables relacionadas con GEI y contaminantes basados en partículas (gases precursores de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O): CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, partículas volátiles COV, además de partículas PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y NH<sub>3</sub>, así como la eficiencia productiva limpia.<sup>4</sup> Los datos acerca de los gases precursores como *proxy* se obtuvieron del Inventario Nacional de Emisiones (INE) de GEI, publicado por la Semarnat (s.f.), y donde se utilizaron los datos de 2006 actualizados de su base 1999. Sin embargo, el año 1999 se seleccionó debido a que es el último disponible para estas variables a nivel de entidad federativa previo a la implantación de los proyectos del Protocolo de Kyoto en 2005; el indicador del Inventario Nacional INEGEI no está al momento de este análisis desglosado completamente. Para contrastar el impacto de estos gases a nivel estatal cada uno de ellos se calculó en

<sup>4</sup> El Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (Semarnat, 2009c) hace un inventario nacional de los GEI tutelados por la CMNUCC: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y los PFC, HFC y SF<sub>6</sub>, pero incluye también CO, NO<sub>x</sub> y COV como gases indirectos o precursores, aplicados a sectores o actividades registradas fijas y móviles que generan contaminantes. Al no desglosarse por entidad federativa, ya que esta actividad no ha terminado de realizarse al inicio de 2011, se reiteran para esta investigación por entidad federativa los gases del INE.

términos de producto interno bruto en pesos corrientes para el mismo año 1999 (PIB). Este dato se consultó en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2009). En teoría, aquellos estados con mayor generación de GEI/producción serán los que tengan mayor atracción de proyectos (la dimensión de la demanda, como se argumenta en una sección previa).

Por otro lado, la variable eficiencia productiva limpia es el resultado del cociente entre el potencial de gases GEI a capturar por entidad federativa y su respectiva generación de gases precursores. La base de datos del UNFCCC (2008) se utilizó para obtener el total de posibles GEI a recuperar en el periodo amplio de datos con base 1999 a 2008. La importancia de esta variable radica en explorar la relación entre el potencial de mitigación de GEI y la producción misma, para observar si esta es positiva o negativa, pues en caso de ser positiva se estarían asignando eficientemente los proyectos. La distribución desagregada de esta variable se describe como sigue:

- a) Monóxido de carbono (CO): Aproximadamente 70 por ciento de las emisiones de CO provienen de cualquier objeto con motor (automóviles, motocicletas, camiones, etc.). El porcentaje restante proviene de plantas eléctricas que utilizan carbón, gas o petróleo, e incineradores de basura.
- b) Nitritos ( $\text{NO}_x$ ): Las actividades que lo producen principalmente son aquellas realizadas a altas temperaturas y el transporte.
- c) Óxido de azufre ( $\text{SO}_x$ ): Es liberado en muchos procesos de combustión, sobre todo aquellos en donde los combustibles como el carbón, el petróleo, el diesel o el gas natural están presentes.
- d) Compuestos orgánicos volátiles (COV): Están presentes especialmente en las siguientes industrias: siderúrgica, plásticos y caucho del calzado, pinturas, alimentaria, maderera, farmacéutica, cosmética y lavado en seco.
- e) Partículas ásperas ( $\text{PM}_{10}$ ): Pueden ser humo, tierra que el viento levanta, polvo tóxico de las fábricas o la agricultura, y piedras molidas.
- f) Partículas finas ( $\text{PM}_{2.5}$ ): Estas se producen a partir de plantas de generación eléctrica y quema de madera, y en la fundición de metales diversos.
- g) Amoniaco: La mayor parte se produce en plantas químicas fabricantes de abonos. El resto se usa en textiles, plásticos, explosivos, en la producción de pulpa y papel, alimentos y bebidas, productos de limpieza domésticos, y refrigerantes.
- h) Eficiencia MDL: Esta variable es el cociente del total de gases recuperados mediante la aplicación del MDL entre el total de emisiones estatales.

Tiene la finalidad de diferenciar aquellos estados con proyectos más eficientes.

### II.1.2. Dimensión dos: Capacidad institucional relacionada con el medio ambiente (MA)

Dentro de la teoría se establece que la atracción de MDL necesita una capacidad institucional sólida, la cual se enfatiza como argumento clave para la eficiente asignación de proyectos limpios en el país. Las variables utilizadas en esta dimensión por otras investigaciones no se usaran en la presente debido a la naturaleza propia de los datos estatales. Por eso se recurrió a variables *proxy* para estimar la capacidad estatal relativa al medio ambiente en general.

- a) Concentración de servicios de consultoría del MA: Con los datos del Censo Económico 2004 del INEGI se realizó un cociente de concentración para determinar la distribución de los servicios de consultoría del MA en cada estado. Con ello se esperaría que los estados en donde la consultoría está más concentrada atrajeran un mayor número de proyectos. El año seleccionado es el último disponible.
- b) Concentración de manejo de desechos y servicios de remediación: Nuevamente con los datos del Censo Económico 2004 se estimó qué tan concentrados están los servicios de remediación de la basura. Mientras más concentrado esté, mayor conciencia ecológica por parte de las autoridades, y por ende mayor factibilidad de implementar proyectos. Nótese que a pesar de plantear un mapa de emisiones de plantas de Pemex y de CFE estas empresas paraestatales no atraen proyectos internacionales de MDL por su estructura legal y administrativa.
- c) Razón de aceptación: Aunadas a las que se pudieran atraer a nivel estatal mediante el MDL, cada entidad tiene por su propia cuenta un número de indagaciones de proyectos con la Semarnat. Sin embargo, no todos los proyectos son aceptados, ya que no cumplen con los requisitos establecidos por la secretaría. A mayor cociente de proyectos mandados/aceptados el marco institucional es más sólido. El resultado es el promedio de una serie de tiempo de 1998 a 2008 obtenida de la Semarnat y donde datos obtenidos de la misma secretaría para 2011 permitieron validar esta razón de aceptación, pero resultaron insuficientes para actualizar toda la base de datos del estudio. Esta variable, sobre todo en conjunto con las dos previas, representa la suficiencia y la soli-

cidad sustentada de atracción de proyectos MDL por estado o localidad, de acuerdo con los lineamientos tanto internacionales del Protocolo de Kyoto, como nacionales o unilaterales.

### II.1.3. Dimensión tres: Clima general de inversión

No hay que olvidar que la finalidad última del MDL es la disminución de GEI; sin embargo, este mecanismo también puede verse como un negocio en el cual se invierte. Para medir el nivel general del clima de inversión en los estados se utilizó la base de datos proporcionada por la organización Doing Business del Banco Mundial para su capítulo México, para el año 2007. Aunque bajo el MDL los proyectos no siguen estrictamente la naturaleza de la IED, como se argumenta en la sección de revisiones teóricas, las variables representativas del ambiente de negocios en los estados mexicanos fueron utilizadas con la finalidad de identificar aquellas regiones más atractivas en términos generales y probar si son significativas estadísticamente. Se utilizan cuatro variables de este constructo o variable latente.

- a) Apertura de una empresa: Toma en cuenta el número de trámites y días para operar formalmente una empresa, así como el gasto per cápita pagado por esos trámites.
- b) Obtención de permisos de construcción: Mide el número de trámites, tiempo y costos requeridos para la obtención de permisos de construcción, instalación de servicios básicos y registro formal de una bodega.
- c) Registro de propiedad: Es un promedio del número de trámites, tiempo y costo que se requiere para reconocer una propiedad.
- d) Cumplimiento de contratos: Mide el tiempo necesario para concluir todo el proceso de resolución de un litigio mercantil.

### II.2. Validación de las variables

Las tres dimensiones (o constructos) analizadas, con un total de 15 variables luego estandarizadas, contienen de origen variables de diferente naturaleza y año, por lo cual un análisis causal *per se* es irrealizable. Las discrepancias en años de la base de datos es otra de las limitantes de la investigación. No obstante, debido a la flexibilidad otorgada por los métodos multivariantes, en especial el utilizado en la metodología, una investigación de este tipo es posible. Sin embargo, lo óptimo sería contar con datos para el mismo año y de naturaleza semejante para tener mayor coherencia

en el análisis econométrico de resultados. Las variables estandarizadas se presentan en el anexo del presente trabajo, replicables en el análisis de *clusters*, análisis factorial y de componentes principales, y en caso posible avanzar al correspondiente de ecuaciones estructurales que se utiliza tanto en áreas de geografía económica como en análisis de decisiones.

### III. Resultados

De acuerdo con el análisis resultan cinco conglomerados de entidades federativas o *clusters*, donde la distancia final entre los centros muestra que los grupos 3 y 4 están más cerca entre sí que cualquiera de los restan-

**Cuadro 2.** Identificación de objetos con una distancia mayor hacia adentro que hacia afuera del grupo (medidas de k-medias estándar)

<i>Cluster</i>	<i>Estados</i>	<i>Distancia del centro</i>	<i>Distancia del grupo más cercano en unidades estandarizadas</i>
1	Baja California Sur	3.679	3.628 ( <i>cluster 3</i> )
	Tabasco	3.765	
2	Aguascalientes	3.599	3.175 ( <i>cluster 3</i> )
	Baja California	3.688	
	Distrito Federal	3.439	
	Estado de México	4.180	
	Nuevo León	3.830	
3	Chiapas	3.204	2.743 ( <i>cluster 4</i> )
	Durango	3.051	
	Morelos	3.679	
	Nayarit	4.106	
4	Chihuahua	4.472	2.743 ( <i>cluster 3</i> )
	Sinaloa	4.458	
	Zacatecas	2.804	
5	Oaxaca	3.877	3.567 ( <i>cluster 4</i> )

*Fuente:* Elaboración propia con la base de datos generada.

**Cuadro 3.** Agrupación en el *cluster* por entidad federativa en México

<i>Cluster</i>	<i>Estados dentro del cluster</i>	<i>Núm. objetos (variables)</i>
1	Baja California Sur, Tabasco y Tlaxcala.	3
2	Aguascalientes, Baja California, Distrito Federal, Guanajuato, Jalisco, Estado de México, Nuevo León, Puebla y Querétaro.	9
3	Chiapas, Colima, Durango, Morelos, Nayarit, Quintana Roo, Sonora, Tamaulipas y Yucatán.	9
4	Campeche, Chihuahua, Michoacán, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas.	6
5	Coahuila, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca y Veracruz.	5

*Fuente:* Elaboración propia con la base de datos generada.

tes. Esto significa que estos son más homogéneos entre ellos que en relación con el resto. Los grupos más heterogéneos entre ellos son el conglomerado 2 y 5, lo cual significa que las características que definen los objetos dentro de ellos son relativamente más diferentes que las de los otros *clusters*. De acuerdo con la teoría, la distancia hacia adentro de cada grupo debe ser menor que hacia afuera del mismo para caracterizar las variables que afectan la distribución de proyectos MDL. No obstante, los resultados exhiben objetos con una distancia del centro de su grupo mayor que la presentada hacia el *cluster* más cercano. El cuadro 2 presenta los casos con esta irregularidad por grupo.

Aunque la iteración mediante k-medias presenta algunas ventajas sobre las otras técnicas, también tiene algunas limitantes. Dentro de estas se encuentra la inclusión de objetos dentro de un grupo en el cual parecería que son poco homogéneos. Esto significa que algunos estados mexicanos forman parte de un *cluster* en donde no comparten del todo las mismas características que los otros integrantes de ese grupo. Por lo tanto, debido a la cercanía con otro grupo, esos estados podrían encajar mejor en él, y darían cabida a una mejor interpretación de los resultados. Por ejemplo, Baja California Sur y Tabasco se encuentran a 3.679 y 3.765 unidades estándar, respectivamente de Tlaxcala (centroide del grupo 1), pero este último estado se encuentra a 3.628 del centro del grupo 3. Por su parte Tabasco, como estado petrolero, parece no reflejar en la práctica la distan-

cia calculada, pero el análisis de datos enfatiza la aplicación de proyectos MDL no petroleros. Una solución es utilizar otro método de análisis de aglomerados para comparar los resultados, pero de acuerdo con el objetivo de la investigación no se encontró ninguno que cumpliera con el mismo en igual forma que las *k*-medias. Por lo tanto, esta situación es una limitante menor para establecer los determinantes de la atracción de MDL por estado. El cuadro 3 muestra los agrupamientos resultantes del análisis, y también presenta los elementos de similitud y diferencia en cada caso.

*Cluster 1:* Los estados de este *cluster* no tienen proyectos, ya que están por debajo de la media nacional en cuanto a las dimensiones de los componentes del objetivo de desarrollar proyectos del MDL. Por otro lado, tampoco tienen potencial de gases, ya que contaminan considerablemente menos que el promedio nacional (Tabasco como estado petrolero podría subrepresentar proyectos en manos de la paraestatal). Sin embargo, tienen un buen marco institucional concerniente al medio ambiente, lo cual puede ser una razón por la que su potencial de gases sea más bajo que el del resto del país. Aunado a esto, Tlaxcala y Baja California Sur, en 1999, fueron los dos estados que menos aportaron al PIB nacional. Otra posible razón por la cual no tienen proyectos MDL es porque es más costoso (respecto a otros estados) registrar la propiedad y hacer cumplir los contratos, por lo cual los costos son mayores.

*Cluster 2:* Los objetos de este grupo sí cuentan con proyectos, aunque su potencial de mitigación de gases está por debajo de los otros *clusters* que también cuentan con proyectos (*clusters* 3 y 5). En lo referente al marco institucional, este se muestra sólido, pues sus coeficientes de concentración están por encima de la media. Como referencia se encontró que en 1999 los estados incluidos en este conglomerado, a excepción de Aguascalientes y Querétaro, están entre los primeros 10 lugares en aportación al PIB nacional. Adicionalmente, las actividades agrícolas son de mucho potencial para proyectos MDL. En lo referente a los negocios, el registro de propiedad y hacer negocios *per se* es más barato que en otros estados, no obstante que los permisos de construcción y el cumplimiento de contratos son más caros, de acuerdo con el análisis de los componentes del *cluster*. Así, este aglomerado podría ser de gran atractivo para proyectos. Por su parte, en varios de los estados de este *cluster* se encuentran concentradas actividades paraestatales de petróleo, gas, refinación y generación-consumo eléctrico, mientras que el Distrito Federal, como capital, tiene potencial en múltiples proyectos.

Mapa 1. Distribución regional de proyectos MDL en México



*Fuente:* Elaboración propia con la base de datos generada.

*Cluster 3:* Este agrupamiento en conjunto está por debajo de la media de proyectos, así como también por debajo del promedio de potencial de mitigación de gases. Cae en la categoría de no proyectos porque no tiene potencial actual. Además, para hacer negocios los estados miembros están por arriba de la media nacional en todas las variables, menos en la de permisos de construcción. Tamaulipas, por ejemplo, tiene operaciones para esta-



tales con potencial de atracción de proyectos MDL si se contara con actualizaciones regulatorias y jurídicas.

*Cluster 4:* Este conglomerado tiene potencial de mitigación de gases (proyectos); sin embargo, el número de proyectos está por debajo del promedio. En específico, los procesos productivos seguidos por estos estados son altamente contaminantes (GEI/PIB), por lo que serían muy atractivos para proyectos MDL. Una de las posibles causas por las cuales no tienen proyectos abundantes es que el marco legal no es del todo sólido. Por lo tanto, una solución para atraer más proyectos sería fortalecerlo, así como promover los sectores más propensos a solicitar y recibir proyectos.

*Cluster 5:* Los estados miembros de este *cluster* son los que más contaminan en promedio. Esto puede deberse a que su proceso de producción es altamente ineficiente, inclusive más que México como país. La variable de servicios de consultoría para el MA no está concentrada en estos estados comparada con los restantes, por lo cual los costos de transacción incurridos para los *compradores* son, en principio, mayores que en otros *clusters*. Además, varias entidades de este *cluster* tienen fuerte actividad tanto de regiones de Pemex como de la CFE. Todas las variables para realizar negocios, menos la de iniciar un negocio, son menos costosas (menor costo de transacción) que el promedio nacional. Es necesaria una revisión del tipo de proyectos realizados en estos estados, ya que pudiera ser el caso de que estos proyectos no necesitaran empezar un negocio *per se*. De manera visual puede observarse la distribución de proyectos, por entidad federativa, en el mapa 1.

El mapa 1 muestra que aunque algunos estados dentro del mismo grupo son limítrofes geográficamente, esto no se cumple para todos los casos. En el *cluster* 1 los estados están relativamente más alejados geográficamente que los objetos de los demás *clusters*. Los grupos con mayor número de estados cercanos son el 2 y el 5, pues a excepción de uno o dos, los objetos restantes colindan entre sí. Una explicación viable de este suceso son las economías de aglomeración, tanto internas como externas, presentadas en este tipo de proyectos. Sin embargo, no se puede asegurar que la distribución de proyectos MDL sea discriminante en el nivel regional.

Los resultados infieren que la dimensión con más peso en la atracción de proyectos es aquella de potencial de mitigación de GEI, dadas las características sectoriales. Además, se identificó una posible relación entre el nivel de actividad económica (PIB) y la producción de gases precursores,

**Cuadro 4.** Proyectos MDL por categoría en 2011 con anteproyectos con carta de no objeción que no tienen carta de aprobación

<i>Proyecto</i>	<i>RCES obtenidas No.</i>	<i>RCES obtenidas miles tCO<sub>2</sub>e</i>	<i>Proyectos registrados en junta ejecutiva MDL (promedio en No)</i>	<i>Proyectos registrados MDL (promedio anual en miles tCO<sub>2</sub>e)</i>	<i>Proyectos con carta de aprobación que no han sido registrados (No)</i>	<i>Proyectos con carta de aprobación que no han sido registrados en miles tCO<sub>2</sub>e/año</i>	<i>Anteproyectos que no tienen carta aprobación (No.)</i>	<i>Anteproyectos que no tienen carta (miles tCO<sub>2</sub>e/año)</i>
Cogeneración	0	0	0	0	0	0	15	2 980.9
Distribución eléctrica	0	0	0	0	0	0	1	266.5
Eficiencia energética	1	120.9	3	265.7	8	420.1	39	14 839.5
Emisión de gases industriales	1	5 343.8	2	2 540.3	1	102.6	4	800.8
Emisiones fugitivas de metano	0	0	1	82.7	1	89.8	3	768.3
Eólica	3	660	9	2 603.2	13	2 744.4	5	1 133.2
Geotérmica	0	0	0	0	1	75.8	2	174.7
Hidroeléctrica	3	371.6	3	118.8	8	761.8	25	3 259.5
Manejo de residuos establos ganado vacuno	2	15.3	17	160.4	7	279.9	4	208.9
Manejo residuos g. porcícolas	25	1 514.2	74	2 253.4	23	874.6	3	255.4
Mareomotriz	0	0	0	0	0	0	3	47.5
Reforestación y forestación	0	0	0	0	0	0	5	971.5
Reinyección de gas amargo de pozos petroleros	0	0	0	0	0	0	1	22 549.8

**Cuadro 4.** Proyectos MDL por categoría en 2011 con anteproyectos con carta de no objeción que no tienen carta de aprobación (continuación)

Proyecto	RCES obtenidas No.	RCES obtenidas miles tCO <sub>2</sub> e	Proyectos registrados en junta ejecutiva MDL (promedio en No)	Proyectos registrados MDL (promedio anual en miles tCO <sub>2</sub> e)	Proyectos con carta de aprobación que no han sido registrados (No)	Proyectos con carta de aprobación que no han sido registrados en miles tCO <sub>2</sub> e/año	Anteproyectos que no tienen carta aprobación (No.)	Anteproyectos que no tienen carta (miles tCO <sub>2</sub> e/año)
Relleno sanitario	3	314.3	16	1 942.4	14	1 569.6	20	3 293.6
Solar	0	0	0	0	0	0	3	155.2
Sustitución de combustible	0	0	1	47.0	6	377.2	4	250.4
Transporte	0	0	0	0	6	480.6	1	55.1
Tratamiento de aguas residuales	0	0	1	15.2	4	109.9	3	916.9
Subtotal de proyectos	38	8 340	127	10 029.1	92	7 886.2	141	52 927.5

Fuente: Semarnat (2011), Dirección General de Políticas para el Cambio Climático.

partículas y su nexa con los GEI y el MDL. Esto condujo a la siguiente hipótesis: a mayor PIB más GEI se generan, y por lo tanto se obtiene mayor atracción de proyectos. No obstante, se requiere investigar de manera más profunda la relación entre el nivel de actividad económica con los GEI, así como las vocaciones sectoriales de cada entidad, ya que la transformación de datos implicó una pérdida de información acerca de la eficiencia de los estados en mitigar los gases. El cuadro 4 da cuenta reciente de la distribución de proyectos MDL por categoría, aunque su distribución estatal desglosada no está disponible como publicación actualizada. Resalta que todas las categorías tienen anteproyectos (últimas columnas), pero la mayoría no cuenta aún con cartas de aprobación.

Por el contrario, de acuerdo con lo observado las variables con menor peso en la distribución de MDL son aquellas relacionadas con el ambiente de negocios. Esto se prueba con el análisis, presentado más abajo, de cova-

rianzas y pruebas F, así como con una exploración de varimax hacia el uso de ecuaciones estructurales.

En términos específicos a nivel de proyectos y de acuerdo con Jung (2005), algunas actividades tienen alta capacidad de atracción de proyectos del MDL y potencial de alto nivel de mitigación de desechos de GEI, y cuentan con un buen ambiente para la inversión. En ellos están las actividades industriales, de generación de energía y de recuperación de gases (biogás). Aunque la distribución sectorial requiere más datos, la información general muestra una distribución asimétrica entre proyectos de recuperación de gases (agrícolas, ganadería, y en menor medida actividades industriales) y los industriales y de energía. Estos últimos están más diseminados en el territorio nacional, pero concentrados en estados de relativo mayor nivel de ingreso (*cluster* 2), mientras que los primeros están concentrados en recuperación de biogases de ganadería (pocos proyectos grandes) y agricultura en estados del *cluster* 5 (véanse UNFCCC, 2011 y Semarnat, 2009a, 2009b, 2011). Pemex y CFE, dentro de sus marcos regulatorios, al estar impedidos para realizar contratos de inversión sin pasar por esquemas complejos de liberación de proyectos, hacen que subutilicen los proyectos de MDL, sobre todo en actividades primordiales de los enfoques o sectores del MDL: industrias de energía (renovable y no renovable), distribución de energía, demanda de energía, emisiones *fugitivas* de energéticos (en tierra, gas y sólidos) (UNFCCC, 2011).

Para continuar la interpretación de los *clusters*, además de las *k*-medias, se analizan las varianzas y pruebas F ( $F = \text{VAR}(i, j) / \text{VAR}(j)$ ). La realización de estas es solamente con propósito descriptivo, debido a que los *clusters* han sido seleccionados para maximizar la diferencia entre los casos en cada uno de ellos. Por ende, la significancia observada no está en función de aceptar la hipótesis nula, es decir, que las medias de los cinco grupos son iguales. Así pues, de acuerdo con el análisis de varianza, las variables seleccionadas en cada una de las tres dimensiones sí influyen en la elección geográfica de los proyectos MDL.

El planteamiento formal de la hipótesis es:

$H_0$ : Las cinco  $\mu$  son iguales (no hay diferencias entre *clusters*).

$H_1$ : Las cinco  $\mu$  no son iguales (los *clusters* difieren de manera significativa).

El cuadro 5 contiene los resultados de este análisis. En este cuadro está calculado el estadístico F para cada una de las variables utilizadas en el análisis de aglomerados, así como la probabilidad de aceptar o rechazar la

**Cuadro 5.** Análisis de varianza

	<i>Cluster</i>		<i>Error</i>		<i>F</i>	<i>Sig.</i>
	<i>Mean Square</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>df</i>		
CC	2.135	4	0.832	27	2.566	0.061
CCD	2.159	4	0.828	27	2.607	0.058
RA	2.892	4	0.720	27	4.018	0.011
Rlimpia	2.101	4	0.837	27	2.510	0.065
Eficit	3.259	4	0.665	27	4.897	0.004
Enegocio	0.093	4	1.134	27	0.082	0.987
PerConst	1.512	4	0.924	27	1.635	0.194
ResProp	0.745	4	1.038	27	0.718	0.587
EndCont	4.030	4	0.551	27	7.313	0.000
Población	2.734	4	0.743	27	3.678	0.016
CO	4.587	4	0.469	27	9.790	0.000
NO <sub>x</sub>	4.189	4	0.528	27	7.940	0.000
SO <sub>x</sub>	2.306	4	0.807	27	2.859	0.043
COV	2.741	4	0.742	27	3.693	0.016
PM <sub>10</sub>	5.910	4	0.273	27	21.685	0.000
PM <sub>2.5</sub>	6.267	4	0.220	27	28.519	0.000
NH <sub>3</sub>	2.692	4	0.749	27	3.592	0.018

*Fuente:* Elaboración propia con la base de datos generada.

hipótesis nula. A un nivel de significancia de  $\alpha = 0.1$ , todas las variables de la dimensión uno y dos, así como la de cumplimiento de contratos de la dimensión 3, son no significativas, por lo que se rechaza  $H_0$ . Por lo tanto, los valores medios de los *clusters* difieren de manera significativa uno del otro. Cabe mencionar que de las cuatro variables de la dimensión “clima general de inversión”, tres aceptan  $H_0$ . Por lo tanto, de acuerdo con el método estadístico utilizado, estas tres no influyen en la diferencia entre

*clusters*. En conclusión, la apertura de un negocio, los permisos de construcción y el registro de propiedad no influyen en la selección de un estado para desarrollar un proyecto MDL, como otras variables latentes de desarrollo institucional y, desde luego, el abatimiento de GEI, que muestra la significancia más alta. Lo anterior comprueba la hipótesis del trabajo de que la IED tradicional y la del MDL son diferentes, pero complementarias.

#### IV. Conclusiones

El presente trabajo contribuye a la investigación acerca de la distribución intranacional de proyectos MDL para el caso de México. Mientras que la mayor parte de la literatura se enfoca en el análisis a nivel nacional, la presente investigación se concentra en el fenómeno a escala subnacional. A partir de la observación de la concentración de proyectos en ciertas entidades mexicanas, se procede a investigar sus causas. Un análisis teórico sugiere distintos determinantes de la distribución del MDL en los países, tales como capacidad institucional, ambiente de negocios y potencial de mitigación de los GEI en relación con la actividad económica (Niederberger y Saner, 2005).

En este estudio se utiliza el método exploratorio con la metodología de Jung (2005), que divide tres dimensiones o variables latentes mencionadas previamente y 15 variables medibles. El método seguido resultó en cinco agrupamientos o *clusters* de entidades federativas, donde las características que los diferencian son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y las partículas suspendidas  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2.5}$ . El análisis a nivel de entidad federativa utiliza como variables de aproximación los gases precursores  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$  (que son contaminantes que afectan la capa de ozono), las partículas suspendidas  $\text{COV}$  y las  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2.5}$ . Estas son *proxies* válidas para los GEI a nivel estatal. En contraste con el dióxido de carbono y las partículas suspendidas, las características que menos distinguen entre los grupos son las de ambiente de negocios en los estados, lo cual es consistente con el argumento de Niederberger y Saner. Adicionalmente, se realiza un ejercicio en el que se comparan los *clusters* por su potencial de mitigación y la magnitud de su participación actual en el MDL. Se encuentra que *clusters* tales como el 2, 3 y 5 tienen alto potencial y alto número de proyectos, mientras que el *cluster* 1 no tiene proyectos ni potencial. Finalmente, el grupo 4 presenta las mayores limitaciones y retos, pues tiene potencial de mitigación, pero cuenta con pocos esquemas de implementación MDL. El cuadro 6 presenta en forma resumida lo expuesto anteriormente.

**Cuadro 6.** Potencial de reducción de gases efecto invernadero en México por *cluster*

		<i>Potencial GEI</i>	
		<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>
<i>Proyectos</i>	<i>Alto</i>		<i>Clusters 2, 3, 5</i>
	<i>Bajo</i>	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 4</i>

*Fuente:* Elaboración propia con la base de datos generada.

Las posibles implicaciones de política pública giran en torno a cuatro líneas: políticas de atracción en las entidades, coordinación entre estado y federación, modificar y modernizar el marco regulatorio, sobre todo para las empresas paraestatales Pemex y CFE, y optimizar el potencial de mitigación de ciertos estados. El primer punto indica que no sólo a nivel país se debe tener una política del MDL, ya que los estados son los receptores últimos de los beneficios del mecanismo. En relación con lo anterior, resulta clave la coordinación entre las entidades federativas y las dependencias federales encargadas del proceso local del MDL. Su importancia radica en que, a nivel federal, no existe una política para atraer los flujos de MDL, a pesar de que estas son inyecciones monetarias sustanciales a actividades productivas. Asimismo, los resultados implican acciones concretas para estados con alto potencial de mitigación pero con bajo número de esquemas de implementación MDL. También se resalta la importancia de dar un enfoque regional hacia adentro de los países al MDL. El seguirlo tratando solamente a nivel nacional implica pasar por alto tanto los efectos de la geografía como los vínculos estatales o binacionales en diversas aéreas de índole económica y capacidad institucional de los estados. Finalmente, cada entidad tiene vocaciones sectoriales particulares que pueden explotarse como destinos de fondos y proyectos relacionados con los 15 sectores prioritarios del MDL, y donde parecen faltar proyectos de las paraestatales CFE y Pemex, pero también donde parecen existir proyectos insuficientes en la industria de la construcción, metalurgia o industria química, mientras que hay abundancia en agricultura, industrias energéticas y manufactura.

Las limitaciones del trabajo son varias y permiten sugerir futuras líneas de investigación. En primera instancia, como se subraya en el planteamiento teórico y la metodología, el enfoque es un primer acercamiento, por lo que sus resultados son válidos dentro del contexto utilizado sola-

mente, aunque es válido por lo novedoso del análisis. Adicionalmente, el MDL es un área con amplia oportunidad de exploración, incluidas las experiencias mundiales y de países en desarrollo para atraer proyectos del MDL hacia empresas paraestatales cuyo marco legal y regulatorio podría impedirles atraer proyectos de mitigación. Esto es serio para aquellos países como México, que no han modificado su marco jurídico correspondiente.

Por otra parte, de acuerdo con la base de datos, existe una disparidad entre el número de proyectos y los ingresos obtenidos de los mismos, así como de los proyectos en proceso de aceptación y aquellos en implantación. Esto debido a que los cinco principales estados con mayor número de proyectos no son los cinco principales estados con mayor ingreso obtenido mediante la venta de RCE. Este hecho implica que existe potencial desaprovechado por estado e industria. Por otra parte, conviene ahondar mediante modelación teórica en los determinantes de los flujos del MDL en su parte institucional, tanto de coordinación como de activos y recursos del estado para la eficaz dinámica de solicitud, revisión, recepción de ofertas, medición de costos e impactos en la reducción de GEI, desarrollo económico y flujos de inversión. Finalmente, con quince variables cuantitativas y tres constructos o variables latentes se requerirían unas 150-200 observaciones, de acuerdo con la teoría estadística, para producir un análisis de ecuaciones estructurales completo. El acercamiento posible fue el análisis de varianza y de pruebas F inferenciales que muestran como correctas las hipótesis de trabajo sobre complementariedad entre MDL y las IED tradicionales, pero darían pie a análisis con observaciones más microfundamentadas, a nivel de proyectos, que podrían abordarse en otros estudios.

## Referencias bibliográficas

- Bolström, M. y Ari Kokko (1997), "Regional Integration and Foreign Direct Investment", Working Paper Series in Economics and Finance 172, Stockholm School of Economics.
- Carroll, D. J., J. Lattin y P. E. Green (2003), *Analyzing Multivariate Data*, Pacific Grove, Thomson Brooks/Cole.
- Corbera, E. y K. Brown (2008), "Building Institutions to Trade Ecosystem Services: Marketing Forest Carbon in Mexico", *World Development*, 36, pp. 1956-1979.
- Dechezleprêtre, A., M. Glachant y Y. Ménière (2007), "The Clean Development Mechanism and the International Diffusion of Technologies: An Empirical Study", The Fondazione Eni Enrico Mattei Note di Lavoro



- Series, disponible en: <http://www.feem.it/Feem/Pub/Publications/WPapers/default.htm> [consultado el 17 de febrero de 2009].
- \_\_\_\_\_ (2009), "Technology Transfer by CDM Projects: A Comparison of Brazil, China, India, and Mexico", *Energy Policy*, 37, pp. 703-711.
- Dinar, A., S. M. Rahman, D. Larson y P. Ambrosi (2008), "Factors Affecting Levels of International Cooperation in Carbon Abatement Projects", Policy Research Working Paper 4786, Development Research Group, The World Bank (noviembre).
- Doing Business Capítulo México (2009), "Doing Business in Mexico Indicators", disponible en: <http://www.doingbusiness.org/Mexico> [consultado el 10 de marzo de 2009].
- Dussel-Peters, E. (ed.) (2007), *La inversión extranjera directa en México: Desempeño y potencial: Una perspectiva macro, meso, micro y territorial*, México, Siglo XXI Editores.
- Feenstra, R. C. y G. H. Hanson (1997), "Foreign Direct Investment and Relative Wages: Evidence from Mexico's Maquiladoras", *Journal of International Economics*, 42, pp. 371-393.
- Fei, T., W. Chen y J. He (2008), "Possible Development of a Technology Clean Development Mechanism in a Post-2012 Regime", Harvard Project on International Climate Agreements, Discussion Paper 08-24.
- Field, B. C. y M. K. Field (2002), *Environmental Economics: An Introduction*, 3a. ed., Nueva York, McGraw-Hill.
- Goldemberg, J. (1998), *Issues and Options: The Clean Development Mechanism*, Nueva York, UNEP.
- Green, G. A. (2008), "A Quantitative Analysis of the Cost-Effectiveness of Project Types in the CDM Pipeline", CD4CDM Working Paper Series, disponible en: [www.cd4cdm.org/Publications/CostEffectivenessProjects-CDMPipeline.pdf](http://www.cd4cdm.org/Publications/CostEffectivenessProjects-CDMPipeline.pdf) [consultado el 17 de febrero de 2009].
- Grossman, G. y E. Helpman (2005), "Outsourcing in a Global Economy", *Review of Economics Studies*, 72, pp. 135-159.
- Haites, E. (2004), "Estimating the Market Potential for the CDM: Review of Models and Lessons Learned", World Bank Carbon Finance Business Unit, junio.
- Hansen, U. E. (2008), "Technology and Knowledge Transfer from Annex 1 Countries to Non Annex 1 Countries under the Kyoto Protocol's Clean Development Mechanism: An Empirical Case Study of CDM Projects Implemented in Malaysia", CD4CDM Working Paper Series, disponible en: <http://www.cd4cdm.org/Publications/TechnologyKnowledgeTransferCDMMalaysia.pdf> [consultado el 17 de febrero de 2009].

- Hsiao, F., S.T. y M. W. Hsiao (2004), "The Chaotic Attractor of Foreign Direct Investment-why China? A Panel Data Analysis", *Journal of Asian Economics*, 15 (4), agosto, pp. 641-670.
- Huang, Y. y T. Barker (2009), "Does Geography Matter for the Clean Development Mechanism?", University of Cambridge Discussion Paper Series 131.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2009), "Censos Económicos 2004", disponible en: <http://www.inegi.org.mx> [consultado el 10 de marzo de 2009].
- IPCC (2000), "IPCC Special Report: Methodological and Technological Issues In Technology Transfer - Summary for Policy Makers", Intergovernmental Panel on Climate Change, UNEP, disponible en: <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/srtp-en.pdf> [consultado en abril de 2009].
- Jung, M. (2005), "Host Country Attractiveness for CDM Non-sink Projects", *Energy Policy* 34, pp. 2173-2184.
- Kelejian, H. H. e I. R. Prucha (1999), "A Generalized Moments Estimator for the Autoregressive Parameter in a Spatial Model", *International Economic Review*, 40, pp. 509-533.
- Keller, M. M. (2009), "UK: Attracting Clean Investment – Explaining the Distribution of CDM Projects Across Host Countries", ponencia presentada en la Conference on the International Dimensions of Climate Policies, Universidad de Berna, Suiza, 21 de enero.
- Lederman, D., W. Maloney y L. Servén (2004), *Lessons from NAFTA for Latin American and Caribbean Countries*, Washington, D.C., World Bank y Stanford University Press.
- Lokey, E. (2008a), "The Status and Future of Methane Destruction Projects in Mexico", *Renewable Energy*, 34, pp. 566-569.
- \_\_\_\_\_ (2008b), "Barriers to Clean Development Mechanism in Renewable Energy Projects in Mexico", *Renewable Energy*, 34, pp. 504-508.
- Michaelowa A. y F. Jotzo (2005), "Transaction Costs, Institutional Rigidities and the Size of the Clean Development Mechanisms", *Energy Policy*, 33, pp. 511-523.
- Michaelowa A., M. Stronzik, F. Eckermann y A. Hunt (2003), "Transaction Costs of the Kyoto Mechanisms", *Climate Policy*, 3, pp. 261-278.
- Montgomery, D. W. y P. Bernstein (2000), "Insights on the Kyoto Protocol: Impact on Trade Patterns and Economic Growth in 25 Countries", Charles Rivers Associates, disponible en: [www.crai.com](http://www.crai.com) [consultado el 20 de mayo de 2009].
- Niederberger, A. y R. Saner (2005), "Exploring the Relationship between FDI Flows and CDM Potential", *Transnational Corporations*, 4 (1), pp. 1-40.

- Pearson, Ben (2007), "Market Failure: Why the Clean Development Mechanism won't Promote Clean Development", *Journal of Cleaner Production*, 15, pp. 247-252.
- Schneider, L. (2007), "Is the CDM Fulfilling its Environmental and Sustainable Development Objectives? An Evaluation of the CDM and Options for Improvement", Gland Suiza, Wild World Foundation Reports.
- Semarnat (2009a), "Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales", disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx> [consultado el 12 de marzo de 2009].
- \_\_\_\_\_ (2009b), "Proyectos Mexicanos del MDL con Cartas de Aprobación", disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx> [consultado el 12 de marzo de 2009].
- \_\_\_\_\_ (2009c), "Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012," disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/cambioclimatico/Paginas/pecc.aspx> [consultado el 11 de marzo de 2011].
- \_\_\_\_\_ (2011), Base de datos de proyectos MDL por categoría y estado de registro, Dirección General de Políticas para el Cambio Climático, disponible en: <http://www.cambioclimatico.gob.mx/index.php/es/mecanismo-de-mercado.html> [consultado el 16 de agosto de 2011].
- \_\_\_\_\_ (s.f), "Inventario Nacional de Emisiones de Gases Efecto Invernadero 1990-2002".
- Tan, P., V. Kumar y M. Steinbach (2006), *Introduction to Data Mining*, Reading, MA, Addison-Wesley.
- UNDP (2003), "The Clean Development Mechanism: A User's Guide", Nueva York, disponible en: <http://www.energyandenvironment.undp.org/undp/indexation.cfm?module=Library&action=GetFile&DocumentAttachmentID=1032> [consultado en octubre de 2009].
- UNEP Risoe (2011), "CDM Pipeline", disponible en: <http://www.cdmpipeline.org> [consultado el 17 de febrero de 2009 y el 11 de marzo de 2011].
- UNFCCC (2001), "The Marrakesh Accords and the Marrakesh Declaration", disponible en: [http://www.unfccc.int/cop7/documents/accords\\_draft.pdf](http://www.unfccc.int/cop7/documents/accords_draft.pdf) [consultado el 20 de mayo].
- \_\_\_\_\_ (2006), "Equitable Distribution of Clean Development Mechanism Project Activities: Submission from the Parties", disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2006/cmp2/eng/misc01.pdf> [consultado el 17 de marzo de 2009].
- \_\_\_\_\_ (2008), "Clean Development Mechanism in Brief", disponible en: [unfccc.int/resource/docs/publications/08\\_cdm\\_in\\_brief.pdf](http://unfccc.int/resource/docs/publications/08_cdm_in_brief.pdf) [consultado en mayo de 2009].

- \_\_\_\_\_ (2011), “Distribution of Registered Project Activities by Scope”, disponible en: <http://cdm.unfccc.int/Statistics/Registration/RegisteredProjByScopePieChart.html> [consultado el 11 de marzo de 2011].
- Van der Werf, E. H. (2007), “Production Functions for Climate Policy Modeling: An Empirical Analysis”, Kiel Working Papers 1316, Kiel Institute for the World Economy.

**Anexo. Variables del análisis de clusters estandarizadas**

<i>Estado</i>	<i>CC</i>	<i>CCD</i>	<i>RA</i>	<i>Rlim- pta</i>	<i>Eficiencia</i>	<i>Ene- gocio</i>	<i>Per- Const</i>	<i>Res- Prop</i>	<i>End- Cont</i>	<i>Por- blación</i>	<i>CO</i>	<i>NOx</i>	<i>SOx</i>	<i>COV</i>	<i>PM<sub>10</sub></i>	<i>PM<sub>2.5</sub></i>	<i>NH<sub>3</sub></i>
Aguascalientes	0.54	1.32	-0.97	2.69	-1.04	-0.42	-0.87	-0.42	-1.48	-0.77	-0.87	-1.19	-0.61	-0.87	-1.01	-1.05	-0.07
Baja California	3.06	-0.35	-0.64	0.22	-1.10	1.55	-0.49	-0.08	0.22	-0.14	-0.88	-1.24	-0.52	-0.91	-1.01	-0.93	-1.19
Baja California Sur	0.65	-0.78	0.82	0.54	0.24	-0.07	-0.22	-0.32	1.71	-0.97	-1.18	2.50	-0.19	0.41	-0.91	-0.84	-0.69
Campeche	-0.59	-0.52	-0.25	-0.78	1.35	-1.21	0.30	-0.79	-0.92	-0.88	-0.50	1.11	1.05	1.40	-0.32	-0.26	-0.53
Chiapas	-0.57	-0.78	-0.89	-0.77	1.57	-0.46	-0.74	-1.07	-0.62	-0.26	-0.92	1.67	0.01	-0.62	-0.30	0.02	-0.84
Chihuahua	-0.61	-0.50	0.84	-0.53	0.00	2.07	0.54	0.02	-0.93	-0.95	-0.82	0.52	3.83	-0.52	1.09	1.02	-0.65
Coahuila	-0.49	0.38	-0.35	1.29	-0.60	0.97	-0.70	-1.32	0.35	0.38	3.04	0.23	0.08	1.21	2.07	2.28	2.49
Colima	-0.63	-0.53	-0.70	-0.78	0.18	0.55	-0.63	-1.15	-1.21	0.01	-0.78	-0.50	-0.41	0.28	-0.76	-0.73	-0.74
Distrito Federal	-0.23	-0.79	-0.97	-0.74	-1.24	-0.25	0.95	1.47	1.38	1.97	-1.13	-1.74	-0.69	-0.96	-1.31	-1.25	-1.36
Estado de México	1.99	0.28	-0.22	-0.26	-0.96	1.60	-0.14	-0.78	-0.67	-3.86	0.22	-1.20	-0.63	-0.87	-0.99	-0.92	-1.07
Durango	-0.60	-0.78	-0.53	-0.17	1.81	1.55	-0.43	0.53	0.56	-0.61	-0.13	0.19	-0.40	2.17	-0.23	-0.34	1.10
Guanajuato	-0.52	0.02	-0.39	0.32	-0.81	-1.06	-0.20	-1.44	-0.18	0.60	-0.21	-0.46	-0.17	-0.82	-0.58	-0.57	-0.36
Guerrero	-0.29	-0.78	0.43	-0.72	1.38	0.39	-0.52	-0.21	-1.15	-0.04	1.20	0.35	0.78	1.20	0.89	1.13	0.65
Hidalgo	1.06	0.43	0.25	-0.17	0.21	0.29	-0.22	-0.31	-0.62	-0.32	0.55	1.64	2.82	-0.55	1.54	1.59	-0.14
Jalisco	-0.62	0.36	0.60	0.11	-0.57	-1.08	1.76	-0.04	0.03	1.26	0.11	-0.66	-0.61	-0.49	-0.78	-0.81	0.04

**Anexo.** Variables del análisis de *clusters* estandarizadas (continuación)

<i>Estado</i>	<i>CC</i>	<i>CCD</i>	<i>RA</i>	<i>Rlim- pía</i>	<i>Eficit</i>	<i>Ene- gocio</i>	<i>Per- Const</i>	<i>Res- Prop</i>	<i>End- Cont</i>	<i>Po- blación</i>	<i>CO</i>	<i>NOx</i>	<i>SOx</i>	<i>COV</i>	<i>PM<sub>10</sub></i>	<i>PM<sub>2.5</sub></i>	<i>NH<sub>3</sub></i>
Michoacán	-0.20	-0.79	0.15	-0.57	-0.12	-1.01	0.00	-0.03	-1.76	0.26	0.37	0.31	-0.52	-0.12	0.05	0.09	0.73
Morelos	-0.63	-0.78	-1.14	0.43	-0.97	-0.67	0.29	2.87	0.38	-0.58	-0.49	-1.12	-0.56	-0.83	-0.68	-0.69	-0.80
Nayarit	-0.45	-0.78	0.74	-0.74	1.15	2.34	-0.87	2.64	0.69	-0.82	0.20	0.16	-0.62	1.37	0.14	-0.07	1.48
Nuevo León	-0.45	1.97	-0.62	3.64	-0.98	0.30	-0.72	0.09	1.72	0.35	-0.59	-1.02	-0.50	-0.82	-1.05	-0.95	-1.16
Oaxaca	-0.39	-0.78	0.59	0.75	3.00	-0.19	-0.47	0.84	0.30	0.10	2.82	0.86	-0.14	2.97	2.01	2.29	1.40
Puebla	-1.07	2.30	-0.45	-0.25	-0.79	-0.86	0.04	-0.52	0.92	0.77	0.10	-0.83	-0.63	-0.75	-0.28	-0.13	-0.33
Querétaro	-0.53	-0.73	0.84	0.79	-1.00	-0.52	1.39	0.59	-0.15	-0.58	-0.89	-1.07	-0.62	-0.80	-0.87	-0.81	-0.79
Quintana Roo	-0.53	-0.71	0.13	-0.72	0.43	-0.48	-0.22	0.63	0.41	-0.75	-0.83	-0.98	-0.66	0.88	-0.84	-0.77	-1.14
San Luis Potosí	-0.62	-0.29	0.10	-0.60	-0.35	-0.76	-0.40	-0.97	-1.33	-0.29	0.38	0.18	-0.02	-0.47	0.31	0.31	-0.03
Sinaloa	1.29	1.26	-0.40	-0.51	0.22	1.01	4.23	0.62	-1.32	-0.22	-0.27	0.95	0.05	0.21	0.03	-0.18	0.83
Sonora	-0.62	-0.75	-0.39	0.30	-0.15	-0.86	-0.10	-0.20	0.63	-0.30	-0.68	0.08	0.11	-0.11	0.39	0.02	-0.14
Tabasco	2.35	2.54	0.01	-0.72	-0.13	0.50	-0.74	1.07	0.30	-0.44	0.52	-0.27	0.93	-0.48	1.29	1.07	0.87
Tamaulipas	-0.60	0.34	-0.68	-0.21	-0.51	0.08	-0.46	0.18	1.07	-0.07	-0.65	0.51	-0.01	-0.48	-0.64	-0.69	-0.56
Tlaxcala	0.69	1.43	4.49	-0.56	-0.73	-0.61	-0.47	-0.18	1.38	-0.77	0.79	-0.12	-0.55	-0.81	-0.23	-0.20	-0.32
Veracruz	0.86	-0.70	-0.17	-0.22	-0.18	-0.77	0.84	-0.80	-0.18	1.39	0.96	0.22	0.42	-0.55	2.14	2.10	0.65
Yucatán	-0.62	0.27	0.26	-0.27	0.27	-1.04	-0.51	-0.54	0.68	-0.50	0.38	-0.41	-0.40	0.35	-0.11	0.14	0.43
Zacatecas	-0.63	-0.78	-0.47	-0.78	0.41	-0.86	-0.20	-0.37	-1.54	-0.67	0.18	1.33	-0.63	0.40	0.93	0.13	2.23

Fuente: Elaboración propia.