

Hogares mexicanos con panel solar

*Erwin Medina Josefa**

Resumen: En el presente documento desarrollamos la metodología econométrica teórica tradicional (Gujarati, 2010: 3), atendiendo los supuestos que deben cumplirse para un modelo estándar de regresión lineal simple¹ (Gujarati, 2010: 61, 85) que para el caso corresponde a la creación de un modelo que permite ya en su fase de interpretación conocer la relevancia de las variables explicativas en la implementación de paneles solares en los hogares mexicanos. Las observaciones para el ejercicio estadístico corresponden a los 32 Estados del país.

Palabras clave: energías renovables, energías limpias, política energética, panel solar, transición energética.

Mexican homes with solar panel

Abstract: In this paper we develop the traditional theoretical econometric methodology (Gujarati, 2010: 3), taking into account the assumptions that must be fulfilled for a standard simple linear regression model (Gujarati, 2010: 61, 85) that corresponds to the creation of a model that already allows in its interpretation phase to know the relevance of the explanatory variables in the implementation of solar panels in Mexican homes. The observations for the statistical exercise correspond to the 32 States of the country.

Keywords: renewable energy, clean energies, energy policy, solar panel, energy transition.

* Maestrante de Desarrollo Urbano Sustentable en El Colegio del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo. Correo electrónico: medina.erwin@gmail.com

¹ El software estadístico utilizado es EViews, al cual se referirá como “el software”

Panorama general del sector eléctrico en México y tópicos

A raíz de la aprobación completa en el año 2014 de la llamada Reforma Energética en México, se ha puesto en marcha una de las transformaciones en el sector, quizás más importantes desde el gobierno de Lázaro Cárdenas, que no sólo refiere a los hidrocarburos sino también a las fuentes renovables de energía, ampliando el concepto a energías limpias (que incluye la energía nuclear). Inclusive desde el año 2012, la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento a la Transición Energética (LAERFTE) planteó provechosos incentivos y ambientes para detonar el potencial económico a través de inversión extranjera produciendo más energía eficientemente, y lo más importante, proveniente de fuentes renovables. En el año 2015, la Ley de Transición Energética (LTE) entra en vigor y comienza así una nueva etapa con rumbo más definido con prospectivas 2015-2029 realizadas por la Secretaría de Energía (SENER)², entre otros informes, que contribuyen al fortalecimiento del sector en general y que no sólo es materia de hidrocarburos sino de fuentes de energía limpia.

Dentro de las fuentes de energía limpia encontramos la generada por aprovechamiento solar y eólico, etiquetadas con el mayor potencial de implementarse en México, al menos las que en términos de la “transición energética” serán las que en próximos años recibirán la mayor inversión para infraestructura que permita la generación, almacenamiento y transmisión de la energía, y así transitar de forma gradual de medios tradicionales de generación a medios modernos (más “amigables” con el ambiente).

El panorama se trata de transitar tecnológicamente, pero también de eficiencia energética³. El concepto eficiencia energética hace referencia a las “buenas prácticas” implementadas -por ejemplo a través de políticas públicas- para el aprovechamiento de la energía, independientemente del origen de la misma, sólo que sea bien utilizada. En

² Reporte “Prospectiva de energías renovables 2015-2029” de la SENER.

³ En temas de energía, “la nueva tecnología” propicia la eficiencia energética diferenciando: (-) *la generación* cuando “la nueva tecnología” aprovecha mejor su materia prima (flujos de agua, rayos solares, etc.) para generar energía eléctrica, y (-) *el consumo*, cuando “la nueva tecnología” aprovecha mejor la energía eléctrica para funcionar (p.e. electrodomésticos).

este tenor, los organismos de cooperación internacional que siguen el tema energético, esperarían una transición energética global hacia las modernas tecnologías de generación de energía limpia ergo políticas acertadas de eficiencia energética. En México, el FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica) fue el primer organismo (año 1990) de origen privado en constituirse al amparo de CFE inicialmente para el fomento de “buenas prácticas” para el uso y ahorro de energía de particulares. Más recientemente, la CONUEE (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía) es otro organismo, que dependiente de la SENER, trabaja también para el fomento al buen uso y ahorro de la energía eléctrica, cuenta con programas sectoriales que cubren a la APF (Administración Pública Federal), Estados y Municipios, así como programas transversales como la supervisión de los avances en materia de NOMS (Normas Oficiales Mexicanas) del sector, entre otros. La eficiencia energética como término técnico conceptual coadyuva a la construcción de indicadores como Pobreza Energética (en consumo) y al fomento de nuevas prácticas tecnológicas como la Generación Distribuida (en generación).

La ONU a través sus diferentes organismos avocados a los trabajos de energía, considera lo siguiente: (-) para el año 2050 se tiene proyectado que la población urbana se duplicará, lo anterior en el marco del Habitat III⁴, (-) para el 2030 los países firmantes del COP21⁵ debieran reducir sus emisiones de CO₂ en por lo menos un 25%. El reto es claro, a la par del crecimiento poblacional se requerirá de mayor energía, pero al mismo tiempo se requerirá que ésta sea menos contaminante, es decir, energía limpia, tangencialmente al tema del petróleo cercano al fin de su ciclo extractivo, “agotamiento de los recursos fósiles convencionales” (Honty & Gudynas, 2014).

La demanda de energía se estima que crezca a razón de 1.8% anual, hasta el año 2030, lo que supone un crecimiento del 55% sobre las necesidades energéticas globales que se tienen en la actualidad, y

⁴ Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible, evento llevado a cabo en Quito, Ecuador, los días 17 al 20 de octubre de 2016

⁵ Convención de Cambio Climático en París, celebrado el 12 de diciembre de 2015. También llamado “Acuerdo Paris”

en el caso de las energías renovables, éstas incrementarán de 7% en 2012 al 20% en 2020 (Roldán, 2012).

En competitividad global en materia de electricidad, México ocupa la posición 57, en cuanto al suministro de energía eléctrica ocupa el lugar 73, y en cuanto a obtención de electricidad ocupa el lugar 72, de 150 países.⁶

Desarrollo del planteamiento

Planteamiento de la teoría o de la hipótesis

A raíz de los conceptos Pobreza Energética (PE) y Generación Distribuida (GD), en el marco de la Eficiencia Energética, se hace el planteamiento del modelo econométrico para la variable explicada Hogares con Panel Solar.

Antes, conviene explicar brevemente los conceptos PE y GD.

- (PE) Pobreza Energética es una innovadora línea de investigación que parte de dos enfoques: el de subsistencia (o biológico) de Seebohm Rowntree, y el consensual de Jonathan Healy (una adecuación al modelo de privación relativa del sociólogo Peter Townsend), ambas propuestas teóricas abordadas por García & Graizbord (2016:289) en el artículo *Caracterización espacial de la pobreza energética en México a nivel subnacional*, el cual se concluye “que [al año 2012] 36.7% de los hogares mexicanos viven en pobreza energética, encontrando que los bienes económicos «confort térmico», «refrigerador eficiente» y «estufa de gas o eléctrica» son los que presentan mayores niveles de privación”, lo anterior como resultado de la aplicación del método “satisfacción de necesidades absolutas de energía” (del propio investigador Rigoberto García) para el cálculo del “índice pobreza energética en el hogar”. Brenda Boardman (1991:34 citada por García & Graizbord, 2016:291) refiere a que “la pobreza energética se debe principalmente a los bajos ingresos y

⁶ Tabla 1.3.5 del documento PRODESEN 2016-2030 de la SENER. pp. 185

el uso de equipos ineficientes”, es decir, la autora da relevancia al concepto de Eficiencia Energética en los electrodomésticos básicos del hogar.

- Es un hecho que, en el caso de los electrodomésticos, a mayor antigüedad mayor consumo de energía o bien menor ahorro de la misma, y por consiguiente una factura de pago por servicios más alta. En el caso de las empresas y la industria -generalizando- la maquinaria y equipo, a mayor antigüedad mayor consumo de energía, o bien, como se diría en el argot industrial, menos eficiencia, por consecuencia pago de factura por servicios más alta (la tecnología obsoleta aumenta los costos de operación al paso del tiempo).
- (GD) La SENER considera Generación Distribuida a la generación de energía eléctrica a pequeña escala (0.5 MW) cercana a la carga (lugar de consumo), mediante el empleo de tecnologías eficientes. La GD representó un cambio de paradigma en los países donde inicialmente se implementó, en México recién entrado el año 2017, la SENER así como la Comisión Reguladora de Energía (CRE) han impulsado fuertemente éste mecanismo no sólo de uso eficiente de energía, sino de ahorro. Ha obligado también al replanteamiento de proyectos para llevar estas tecnologías eficientes generadoras de electricidad a lugares habitados donde por alguna circunstancia el servicio de CFE no es suministrado, relacionado esto último al tema de Pobreza Energética.
- El 31 de mayo de 2017 la SENER y el FIDE publicaron la 1er. Convocatoria⁷ del Fondo de Servicio Universal Eléctrico (FSUE) cuyo objetivo es “beneficiar con energía fotovoltaica a 898 localidades rurales o urbanas marginadas de México que aún no cuentan con electrificación y a donde no es técnica ni económicamente factible extender la red de distribución de la CFE [...] mediante la modalidad de Sistemas Aislados [...]”⁸.

⁷ <http://fsueconvocatoriaaislados.fide.org.mx/>

⁸ <http://www.obrasweb.mx/soluciones/2017/05/23/llevaran-sistemas-fotovoltaicos-a-comunidades-marginadas-en-mexico>

Así explicados PE y GD, retomamos el planteamiento del modelo econométrico insistiendo en que partimos del marco conceptual de Eficiencia Energética (visión institucional de promoción de una cultura de ahorro y eficiencia energética en México) delineado por organismos como el FIDE, CFE, CRE, SENER y la CONUEE.

La Eficiencia Energética en el contexto de las “buenas prácticas” y de la energía limpia, corresponde a tres elementos mínimo: (1) tecnología nueva o tecnología que cumpla con los estándares más actuales de uso y ahorro de energía, (2) consumo que las personas hacen de la energía eléctrica y (3) marco regulatorio que fomente las “buenas prácticas” o bien la introducción de nuevas tecnologías. La descripción ampliada se expresa en la *Figura No. 1*. La estructura queda entonces:

- Tecnología eficiente (TE)
- Consumo de energía eléctrica (CEE)
- Política verde (PV)⁹

Inicialmente, se consideraron 20 variables que fueron tomadas de 4 fuentes (INEGI, INERE¹⁰, IMCO y ETHOS, ver el detalle en la Figura No. 2). De las 20 variables (con 32 observaciones cada una) se buscaron sus correlaciones y se fueron discriminando respecto al criterio de su significancia (<0.05), siendo de utilidad para el planteamiento inicial de este epígrafe, sólo 5 de las 20 variables, así:

- X₁: Hogares con energía eléctrica pública
- X₂: Hogares con energía eléctrica a través de planta particular
- X₃: Generación de energía eléctrica solar
- X₄: Ambiente propicio¹¹, como variable dicotómica

⁹ El concepto de PV para efectos del presente documento, hace referencia a la articulación de políticas públicas que se hayan emprendido -por parte de los Estados- para ser más (1) atractivos para inversión, así como la (2) incentivación al gasto en investigación y desarrollo, en ambos casos no exclusivo al sector energético.

¹⁰ Inventario Nacional de Energías Renovables

¹¹ Contexto de importancia (en materia de energía limpia y posición geográfica), y potencial para desarrollo de proyectos de eficiencia energética (garantizado esto por una fortalecida, bien estructurada y probada legislación local en materia de Asociaciones Público Privadas de acuerdo al estudio de Ethos).

- Y: Hogares con panel solar

La variable Y es explicada por X_1 , X_2 , X_3 y X_4 proporcionalmente.

Sin embargo, a las pruebas de homoscedasticidad, heteroscedasticidad y multicolinealidad ejecutadas, el modelo tuvo que ser replanteado a:

- X_1 : Hogares con energía eléctrica pública (observaciones expresadas en porcentaje)
- X_2 : Generación de energía eléctrica solar (observaciones expresadas en GWh/a)
- Y: Hogares con panel solar (observaciones expresadas en porcentaje)

La variable Y es explicada por X_1 y X_2 proporcionalmente.

La selección de las variables finales evito recurrir a otras opciones como variables dicotómicas, así como el uso de correctivos, tratando de mantener un modelo puro desde su construcción (ver pruebas finales de heteroscedasticidad y multicolinealidad en el Anexo No. 1).

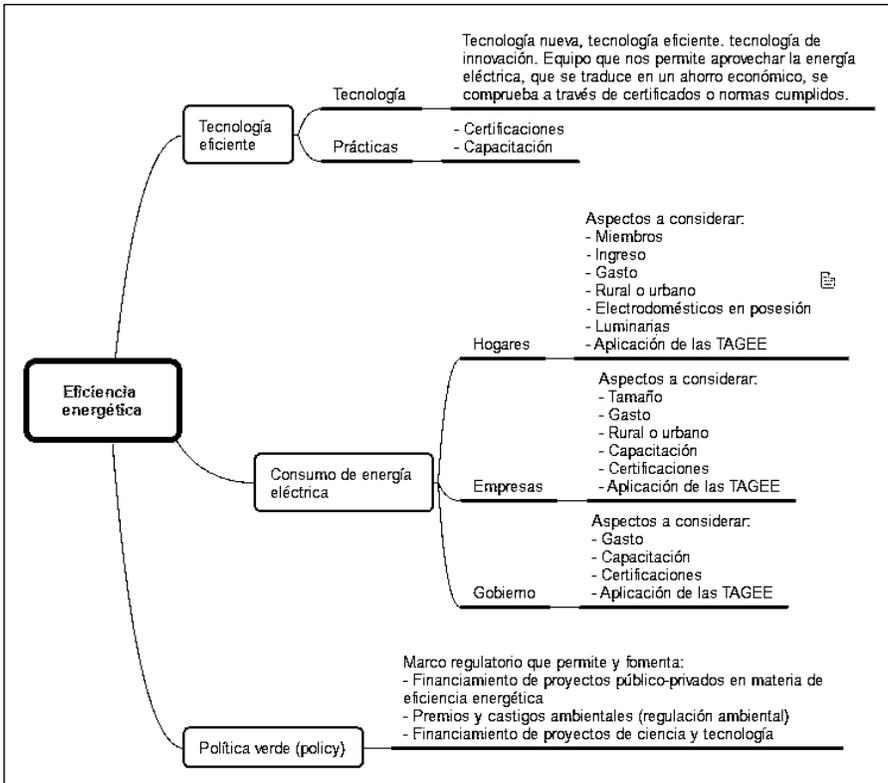
Hipótesis: El incremento de hogares con paneles solares es favorecido por un menor número de hogares con acceso a energía eléctrica pública, y por un incremento en la generación de energía eléctrica solar.

Asociado a lo anterior (aunque no es objeto del presente documento medirlo), la implementación de paneles solares en los hogares mexicanos tendría que contribuir de forma positiva a los indicadores de Eficiencia Energética existentes en México, y por ende de forma gradual en el tiempo, modificar también los resultados que a la fecha se tengan de PE y GD (figuras 1 y 2).

Especificación del modelo matemático de hogares con panel solar

Del modelo matemático se comenta que los datos (observaciones) a utilizar para las variables, comparten las siguientes características generales:

Figura No. 1. Eficiencia Energética desde el contexto de las “buenas prácticas” y las energías limpias



Fuente: Elaboración propia.

Son estatales

Son porcentajes (Y y X_1), son en GWh/a (X_2)

Son de superávit

Referentes al sector energético, categoría energías limpias

Son transversales

Donde: $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$

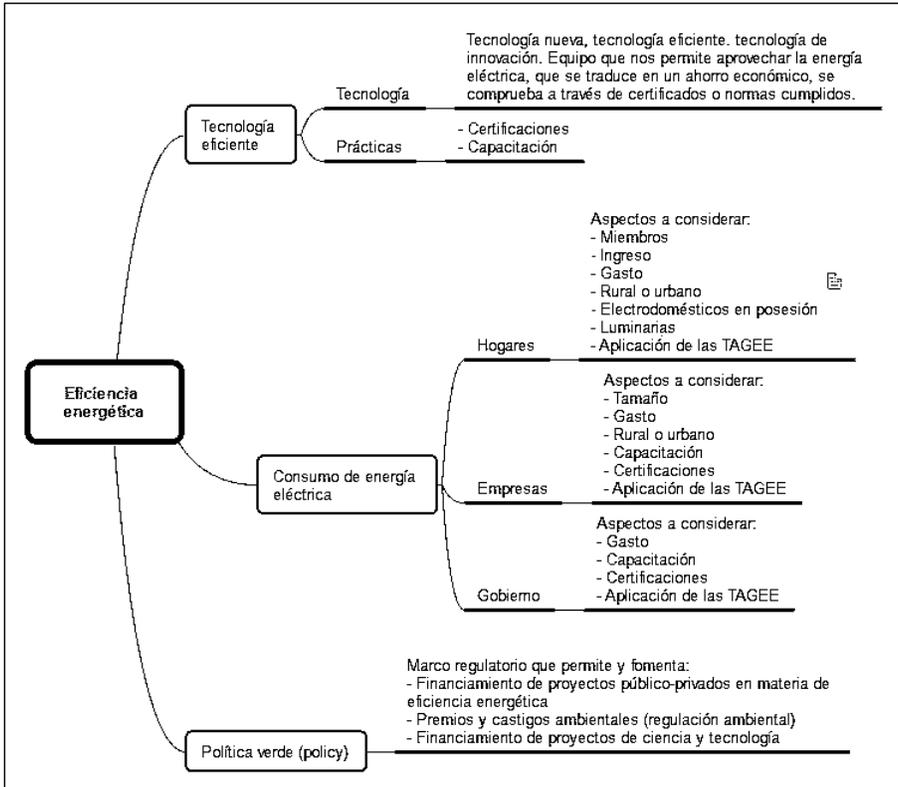
Y : Hogares con panel solar

X_1 : Hogares con energía eléctrica pública

X_2 : Generación de energía eléctrica solar

β : Parámetros

Figura No. 2. Eficiencia Energética y sus componentes



Fuente: Elaboración propia.

Especificación del modelo econométrico o estadístico de la teoría

Donde: $_01 = \beta_0 + \beta_1_{.05} + \beta_2_{.25} + u$

_01: Hogares con panel solar

_05: Hogares con energía eléctrica pública

_25: Generación de energía eléctrica solar

β : Parámetros

u: error

Obtención de datos

Finalmente, de un conjunto de 20 variables, sólo se quedaron 3, en la Figura No. 2 se detalla la fuente.

Estimación de los parámetros del modelo econométrico

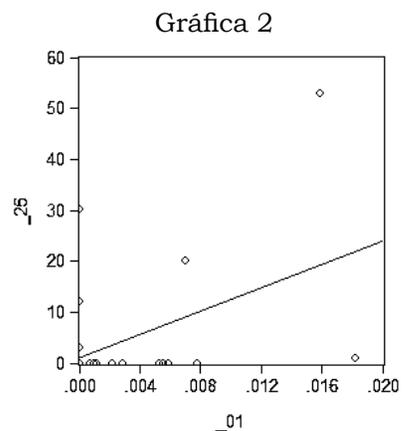
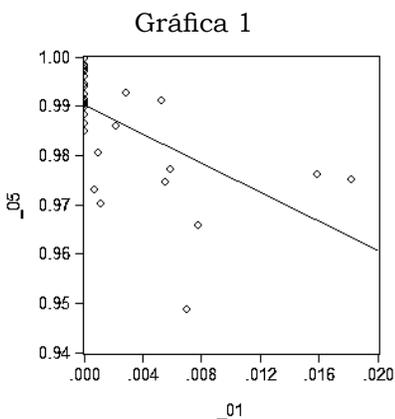
De acuerdo al análisis de regresión lineal arrojado por el software, la función hogares con panel solar es:

$$_01 = -0.194095404372 * _05 + 0.000142947356938 * _25 + 0.193300638714$$

De acuerdo con los datos de 2014, el promedio o media de hogares con energía eléctrica pública disminuyó alrededor de 0.194 por cada unidad de incremento de hogares con panel solar. Así como, el promedio o media de generación de energía eléctrica solar aumento alrededor de 0.00014 por cada unidad de incremento de hogares con panel solar (véanse gráficas 1 y 2).

Pruebas de hipótesis

El software para nuestro modelo arroja un éxito de nuestros valores en un 45%, es decir, el modelo explica en ese porcentaje el “fenómeno social” planteado (véase Tabla 1)



Fuente EViews.

Tabla 1. Tabla de significancias y comprobaciones

Dependent Variable: _01				
Method: Least Squares				
Sample: 1 32				
Included observations: 32				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
_05	-0.1941	0.0555	-3.4979	0.0015
_25	0.0001	0.0001	2.4759	0.0194
C	0.1933	0.0548	3.5267	0.0014
R-squared	0.4500	Mean dependent var	0.0023	
Adjusted R-squared	0.4120	S.D. dependent var	0.0045	
F-statistic	11.8617	Durbin-Watson stat	2.1727	
Prob(F-statistic)	0.0002			

Fuente EViews.

Se observa de las variables de la Tabla No. 1.

- _05, relación negativa muy baja, dato no sesgado.
- _25, relación positiva muy baja, dato sesgado.¹².

Pronóstico o predicción

De acuerdo al modelo de hogares con panel solar,

$$_01 = -0.194095404372 * _05 + 0.000142947356938 * _25 + 0.193300638714$$

Con un tabulado sencillo, obtenemos una simulación de escenarios que nos permitan apreciar gráficamente la preponderancia de las variables explicativas por sobre la explicada y determinar algunas deducciones (véanse Tabla 2 y Gráfica 3).

De la corrida del modelo econométrico se ha querido sustraer el comportamiento de tres escenarios distintos, quizás los más representativos por estar apegados a la realidad en cuanto a su ocurrencia:

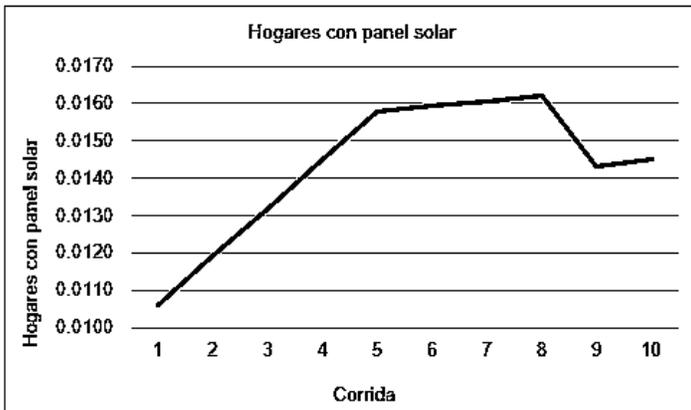
¹² De acuerdo a la regla de comprobación de sesgo (error estándar > coeficiente)

Tabla 2. Tabulado de escenarios

Escenario	Corrida (Año)	_05	_25	_01
		Hogares con EE pública (%)	Generación de EE solar (GWh/a)	Hogares con panel solar (%)
1. Crecimiento constante de las variables	1	0.9486	10	0.0106
	2	0.9493	20	0.0119
	3	0.9500	30	0.0132
	4	0.9507	40	0.0145
	5	0.9514	50	0.0158
2. Decrecimiento y estancamiento	6	0.9507	50	0.0159
	7	0.9500	50	0.0161
	8	0.9493	50	0.0162
3. Reactivación	9	0.9700	65	0.0143
	10	0.9800	80	0.0145

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 3. Comportamiento del modelo ante escenarios propuestos



Fuente: Elaboración propia.

- Escenario 1. Ante un panorama donde las variables _05 y _25 responden a un crecimiento constante, la variable explicada _01 registra también un crecimiento constante, bastante pronunciado gráficamente.
- Escenario 2. Ante un panorama donde la variable _05 se vuelve ante un decrecimiento y _25 se estanca sin decrecer, la variable explicada _01 registra un crecimiento constante, pero mucho menor al escenario 2.
- Escenario 3. Ante un panorama donde la variable _05 y _25 repuntan dada una reactivación (en el caso de la primera variable en cobertura de energía a la población y en la segunda en aumento de energía eléctrica generada), se registra para la variable explicada _01 una afectación en su crecimiento.

Consideraciones para el modelo en su ejecución (corrida):

- Crecimiento de la población mexicana que a 2050 se proyecta en 150,837,517 personas (de acuerdo al Conapo¹³).
- En 2014 la generación de energía eléctrica solar fue de 28 gwh/a, con prospectiva a 2030 de 3,434 gwh/a (de acuerdo a la SENER¹⁴).

En un ejercicio de predicción hacia 2030 (véanse Tabla 3 y Gráfica 4), suponiendo que los hogares con energía eléctrica pública se mantengan como en 2014 con un 0.9868 de cobertura y que de acuerdo a las prospectivas de la Sener, la generación de energía eléctrica solar llegue a los 3,434 gwh/a, tendríamos un escenario con bastante incentivo para casi alcanzar un 0.5 de hogares con panel solar.

¹³ <http://www.conapo.gob.mx/es/Conapo/Proyecciones>

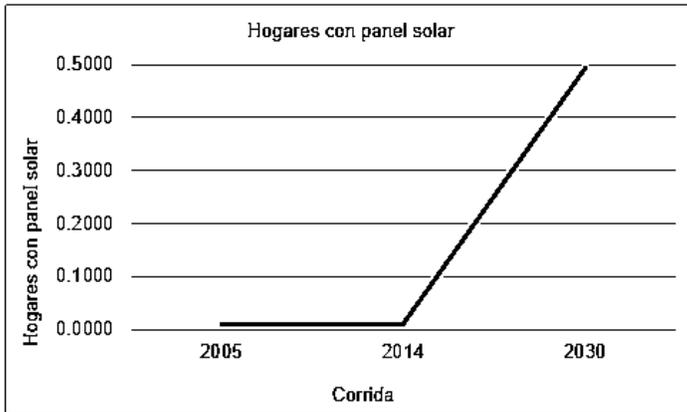
¹⁴ Pág. 66 del documento Prospectiva de Energías Renovables 2015-2029. Cabe aclarar que en el mismo documento en el gráfico 19 del mismo documento registra una generación de energía eléctrica solar de 103 gwh/a en 2014 (pág. 57). Mientras que el INERE para el mismo periodo registra el dato de 119 gwh/a. Lo anterior se puede deber a que es el año 2014 considerado como base del registro de los nuevos datos respecto de la generación de energías limpias y se registren inconsistencias metodológicas.

Tabla 3. Predicción a 2030

	_05	_25	_01
Corrida (Año)	Hogares con EE pública (%)	Generación de EE solar (GWh/a)	Hogares con panel solar (%)
2005	0.9645	19	0.0088
2014	0.9868	53	0.0093
2030	0.9868	3434	0.4926

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 4. Predicción a 2030



Fuente: Elaboración propia.

De estos sencillos ejercicios, podemos concluir en la aceptación de la hipótesis planteada para este trabajo, es decir, para que se registre un mayor porcentaje de hogares mexicanos con panel solar, parece que es necesario que se registre una disminución en el porcentaje de hogares con acceso a energía eléctrica pública, y se registre un crecimiento en la generación de energía eléctrica solar.

La ejecución del modelo econométrico corrobora la predominancia de la variable hogares con acceso a energía eléctrica pública.

Utilización del modelo para fines de control o de políticas

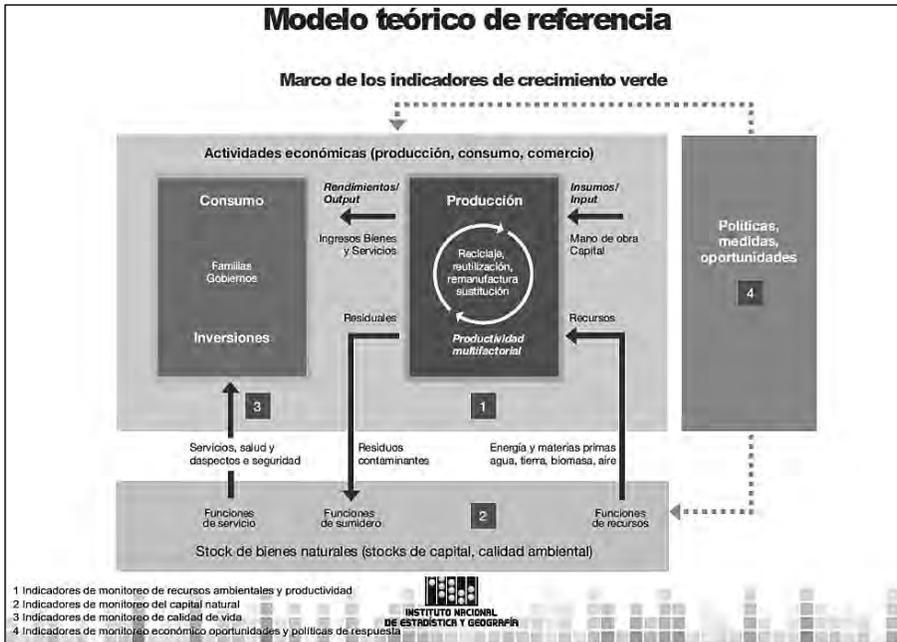
De la sencillez del modelo econométrico desarrollado, se pueden abstraer interpretaciones que pueden partir del modelo económico circular planteado en términos de desarrollo y sustentabilidad (véase Figura 3) y que permite relacionarlo con toda la terminología que fue planteada en el epígrafe de *Panorama general del sector eléctrico en México y tópicos*, esto lo trataremos en el apartado de reflexiones finales.

De forma práctica, el modelo puede ser utilizado para control de políticas públicas en cualquiera de sus tres fases, planeación o diseño, implementación y diagnóstico, de proyectos relacionados con el sector eléctrico en el ámbito de las energías limpias, al menos las variables utilizadas en el modelo es lo que podrían inferir de botepronto. Sin embargo, creemos que la utilidad puede extenderse para evaluaciones por ejemplo de gasto en el hogar por servicios, medio ambiente y hogar, generación distribuida, pobreza energética y desde luego indicadores de eficiencia energética. No se descarta que, por los resultados inmediatos obtenidos de la simulación del modelo, pueda ser también del interés del sector privado.

Es precisamente en la implementación de programas sociales como el derivado de la Primera Convocatoria del Fondo de Servicio Universal Eléctrico (FSUE) que es importante traer a la mesa temas de cobertura de energía eléctrica, porque ante el crecimiento de la población (dejando por un momento que en mayor proporción será población urbana) el gobierno bajo lineamientos de seguridad energética en cuanto a generación, almacenamiento y distribución de energía, tiene que atender las necesidades y demandas, el modelo econométrico plantea claridad en cuanto a:

- Es favorable mantener los actuales índices de usuarios de energía eléctrica a través de la red pública (_05).
- Cuando se trate de lugares inaccesibles o económicamente inviables de acceder con infraestructura, existe la alternativa económicamente (al parecer) más viable de fortalecer un concepto no nuevo en México, pero si renovado que sería hogares

Figura 3. Modelo de medio ambiente y energía en el hogar



Fuente: CONUEE (2015).

mexicanos con paneles solares (en la modalidad de sistemas aislados), en buena medida impulsado esto por el “boom” de las energías limpias en el América Latina.

- Aun cuando no se trate de lugares inaccesibles, la Generación Distribuida (ósea modalidad de sistemas no aislados) es una opción para los hogares mexicanos de pagar menos por un servicio.
- Puede encontrarse una solución viable a la problemática de la pobreza energética y aumento de los indicadores de eficiencia energética.
- Finalmente, y respecto al incremento de energía eléctrica solar generada (25), éste contribuye a que se repliquen modelos de generación de energías más sustentables (como el de nuestra variable explicada).

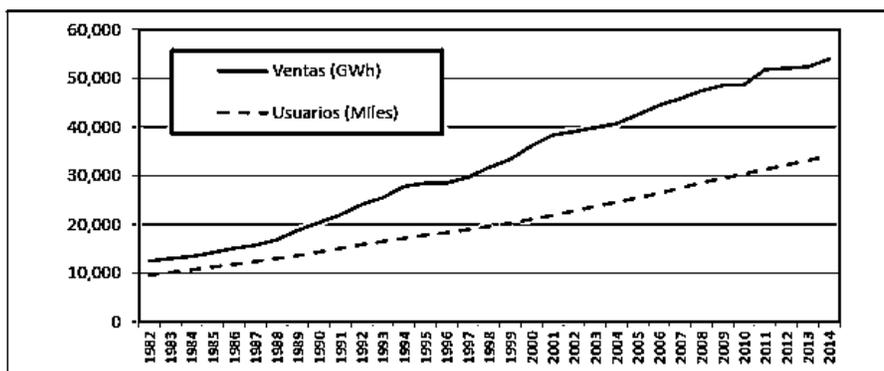
De forma complementaria y ejemplificando el uso de los modelos en temas de políticas públicas, la CONUEE en 2016 publicó el documento *Análisis de la evolución del consumo eléctrico del sector residencial entre 1982 y 2014 e impactos de ahorro de energía por políticas públicas*, en el cual concluye que “las NOM de eficiencia energética [han contribuido al] desfase, en el sector residencial, de las tasas de crecimiento del número de usuarios respecto al de su consumo [aún el aumento de equipamiento en los hogares, véase Gráfica 5]”.

Reflexiones finales

Retomando la propuesta de la Figura 1. Eficiencia Energética desde el contexto de las “buenas prácticas” y las energías limpias, a continuación algunos comentarios por constructo:

Política Verde (pv). De acuerdo al indicador de competitividad del IMCO (2014) y en relación a los Estados generadores de energía eléctrica solar¹⁵, los Estados con mayor índice también al mismo tiempo son las entidades que buscan desarrollar proyectos relacionados con innova-

Gráfica 5. Evolución del número de usuarios y del consumo de electricidad del sector residencial



Fuente: CONUEE (2016).

¹⁵ Índice de Competitividad (IMCO, 2014): Nuevo León (4), Sonora (8), Jalisco (9), Yucatán (11), Tabasco (25).

ción y desarrollo de tecnología (ya sea el gobierno directamente o las Unidades Económicas como iniciativa privada), no sólo porque quizás hay más recursos por repartir sino por el compromiso de mantener un crecimiento económico, así como por el aprendizaje positivo y los buenos resultados obtenidos. En materia de energía eléctrica, se observa que existe una directa relación entre la generación de ésta y el desarrollo (Ramos & Montenegro, 2012:197) y con el incremento favorable de los índices de desarrollo humano (Cozulj, 2009:13).

Tecnología Eficiente (TE). Habría que ahondar más al respecto de si las empresas y los hogares al tener más conocimiento de las novedosas alternativas tecnológicas para la generación de energía eléctrica, deciden gastar más energía. Un tema para discutir es que en la vida de consumo de la sociedad capitalista, las personas no ahorran energía porque lo quieran hacer (ya no digamos que lleven un rigor metodológico diario de conteo de Watts consumidos) sino que el ahorro en todo caso se debe a “la nueva tecnología”, el desarrollo tecnológico que permite la sofisticación en los microcircuitos que son los que finalmente hacen el trabajo del “ahorro”. En 2008, el consumo de energía eléctrica en México fue de 52.81% industria, 20.36% residencial y 9.09 % comercial y servicios públicos (Ramos & Montenegro, 2012:204).

Consumo de Energía Eléctrica (CEE). Amén de las energías limpias y Eficiencia Energética, surgen concepciones como los “sociotechnical systems” (Sorrell, 2015) que contribuyen a las explicaciones de las relaciones que se pensarían de alta derivación como “más energía más desarrollo”, o “eficiencia energética y menor demanda de energía”, poniendo sobre la mesa un análisis alternativo a la tradicional concepción de las teorías económicas clásicas (como el representado en la Figura 3). En el mismo tenor, Benjamin K. Sovacool (2015) y su propuesta multidisciplinar de considerar al ser humano por sobre las consideraciones técnicas.

Para los próximos años será interesante monitorear la forma en que la personas y las empresas convergen su funcionamiento como sociedad, hacia las nuevas tecnologías, es decir, hogares y empresas completamente energizados por fuentes -por ejemplo- fotovoltaicas y eólicas, así como hogares con electrodomésticos de última generación en ahorro y eficiencia energética. Así al mismo tiempo, registrar la

disminución en el uso de las fuentes tradicionales de generación de electricidad.

Para el monitoreo que se menciona, se aprecia necesario que se comiencen a recabar datos directos sobre el rubro o el sector de las energías renovables y limpias, de hogares, de empresas y de la industria, en generación, uso y almacenamiento. Las veinte variables detalladas en la Figura 2 corresponde a un mundo muy ínfimo de datos que actualmente existen, si bien se pueden aplicar técnicas de desagregación, no es lo que se esperaría como lo más conveniente. Es en el año 2016 y 2017 cuando más información de la industria energética se está generando como producto de las diversas transformaciones resultado de la ya materializada reforma energética, no sólo en su rubro de hidrocarburos (rondas) sino también en su rubro de las energías limpias (subastas), aunado a esto, se aprecia por ejemplo, que herramientas como el INERE y el SIE (Sistema de Información Energética) se encuentran en constante actualización.

Como políticas públicas es imperante el fortalecimiento de las figuras legales que permitan la participación del Estado y del capital privado en investigación, desarrollo de tecnología y desarrollo de proyectos energéticos que permitan cumplir con la máxima de la seguridad energética y con los compromisos ambientales internacionales que México ha pactado, en éste sentido es valiosa la aportación de la economía ambiental frente al reto de “mercado y equidad” planteado por autores como Azqueta (2007: 91) que promueven modelos como el de la Figura 3. La visión global de las políticas establece que se debe de trabajar en los próximos 30 años con las llamadas políticas para la transición energética: (1) políticas sobre la oferta de la energía, (2) políticas sobre la demanda energética, (3) políticas del sector agropecuario, y (4) políticas internacionales (Honty & Gudynas, 2014). Sin embargo, el tema de Eficiencia Energética debiera ser una oportunidad para contribuir al ataque frontal de la pobreza en los países de la región de ALyC, partiendo de la adecuada planeación, instrumentación y evaluación (reconociendo claramente entre zonas urbanas y rurales (Kozulj, 2009:6, 14, 15)) de políticas públicas respecto de la Pobreza Energética.

Se habla de participación Estado y capital privado (Kozulj, 2009:21), puesto que el modelo imperante es el del libre mercado, siendo por

ejemplo, el modelo de las APP (Asociaciones Público Privadas) (ETHOS, 2017) el que se ha replicado en México en amplios sectores de la industria y la economía, a niveles inclusive de municipio en más recientes fechas, históricamente en el sector eléctrico de México siempre ha tenido un papel importante la inversión extranjera.

La Eficiencia Energética para empresas y hogares no es cuestión de decreto, es un cambio gradual en los hábitos y consumo de las personas, investigaciones sociológicas del consumo energético ponen de manifiesto que las acciones que los individuos ponen en marcha en base al uso de la energía, está influenciadas por convenciones meramente culturales (García & Graizbord, 2016:299) que van más allá de las necesidades vitales. Autores como Foladori ponen de manifiesto que “la relación de la especie humana con su entorno, y consigo misma, es siempre una relación [...] mediada por cosas producidas” (Foladori, 2001:216), en éste sentido el tema de eficiencia energética no sólo se trata de generar electricidad sino de cómo se utiliza, y en el camino tener una alta comprensión de qué se absorbe como externalidades. Finalizando, la transición energética se puede decir que requiere de una amplia gama de políticas públicas -a la medida del sector-, de uso e implementación de mejor tecnología pero también de un consumo razonado.

Bibliografía

- Azqueta, Diego et al (2007). *Introducción a la economía ambiental*. España. Mc Graw Hill.
- Foladori, Guillermo (2001). *Controversias de la sustentabilidad*. México. Miguel Ángel Porrúa.
- García Ochoa, Rigoberto et al. “Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional”. *Economía, sociedad y territorio*, vol. xvi, núm. 51, mayo-agosto, 2016. pp. 289-337.
- Gujarati, Damodar N. (2010). *Econometría*. México. Mc Graw Hill.
- Honty, Gerardo et al. (2014). *Cambio climático y transiciones al buen vivir, alternativas al desarrollo para un clima seguro*. CLAES-RedGE. Perú.

- Kozulj, Roberto (2009). *Contribución de los servicios energéticos a los ODM y a la mitigación de la pobreza en ALYC (Síntesis ejecutiva)*. Chile. CEPAL.
- Ramos Gutiérrez, Leonardo de Jesús et al. “La generación de energía eléctrica en México”. *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. III, núm. 4, octubre-diciembre de 2012. pp 197-211
- Roldán Viloría, José et al. (2012). *Energías renovables, lo que hay que saber*. España. Ediciones paraninfo
- Sorrell, Steve. “Reducing energy demand, a review of issues, challenges and approaches”. *Renewable and sustainable energy reviews*, num. 47, age 2015. pp 74-82
- Sovacool, Benjamin K. “El lado humano del problema energético”. *Investigación y ciencia*. núm. 461, febrero, 2015. pp. 11-13.

Fuentes de información:

- INEGI. Censo Económico 2014
- INEGI. ENAPROCE 2013-2014
- INEGI. ENGASTO 2013
- INERE. Generación de energía eléctrica solar por Estado 2014

Documentos consultados:

- CONUEE (2015). *Las estadísticas de medio ambiente y el estudio de la energía en el hogar*. México
- CONUEE (2016). *Análisis de la evolución del consumo eléctrico del sector residencial entre 1982 y 2014 e impactos de ahorro de energía por políticas públicas*. México
- ETHOS (2017). *Hacia un México Sostenible: asociaciones público privadas en eficiencia energética*. México
- IMCO (2014). *Índice de Competitividad Estatal 2014*. México
- LAERFTE (2012). *Ley de aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética*. Senado de la República. México
- LIE (2014). *Ley de la Industria Eléctrica*. México
- LTE (2015). *Ley de la Transición Eléctrica*. México
- PETE (2016). *Programa Especial de la Transición Energética*. Sener. México.

- PRODESEN (2016). Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2016-2030. Sener. México
- REN21. Energías renovables 2016, reporte de la situación mundial
- Sener (2015). Prospectivas de Energías Renovables 2015-2029. México.
- Sener Bases del concurso público nacional CPN/FSUE/FIDE/02/2017. México.

Anexos

Anexo 1. Tablas de heteroscedasticidad, multicolinealidad, correlaciones y gráficos

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	0.762685	Prob. F(5,26)	0.5849
Obs*R-squared	4.093016	Prob. Chi-Square(5)	0.5361
Scaled explained SS	16.26555	Prob. Chi-Square(5)	0.0061

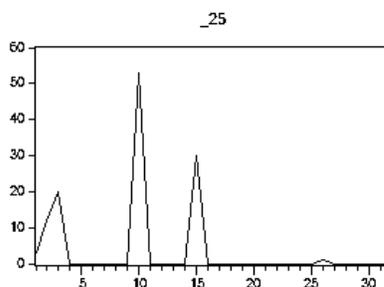
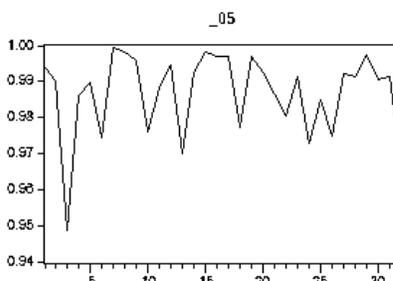
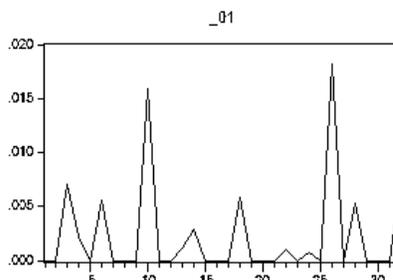
Test Equation:
 Dependent Variable: RESID^2
 Method: Least Squares
 Date: 06/02/17 Time: 21:11
 Sample: 1 32
 Included observations: 32

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.037204	0.061152	-0.608389	0.5482
_05	0.076931	0.124357	0.618627	0.5415
_05^2	-0.039739	0.063218	-0.628597	0.5351
_05*_25	5.16E-06	7.75E-05	0.066674	0.9474
_25	-3.59E-06	7.81E-05	-0.045982	0.9637
_25^2	-2.95E-08	6.59E-08	-0.448438	0.6576

R-squared	0.127907	Mean dependent var	1.09E-05
Adjusted R-squared	-0.039803	S.D. dependent var	3.45E-05
S.E. of regression	3.52E-05	Akaike info criterion	-17.50625
Sum squared resid	3.21E-08	Schwarz criterion	-17.23143
Log likelihood	286.1000	Hannan-Quinn criter.	-17.41515
F-statistic	0.762685	Durbin-Watson stat	2.099886
Prob(F-statistic)	0.584916		

Value
DETMOC... 0.945145

	Correlation		
	_01	_05	_25
_01	1.000000	-0.577657	0.466796
_05	-0.577657	1.000000	-0.234210
_25	0.466796	-0.234210	1.000000



Fuente: EViews.

Cve_SPSS	1	2	3	4	5	
	1	2	3	4	5	
x1	ENGASTO 2013	ENAPROCE 2013-2014	CE 2014	INERE 2014		
Entidad	% de hogares con EE por panel solar	% de PyMEs con Certificación en Medio Ambiente *1	% de PyMEs que ofrecieron capacitación a su personal	% de UE encuestadas que aplicaron innovación	Generación de energía eléctrica solar (GWh/a)	
1	AGS	0.0000	0.1934	0.0665	0.1522	3
2	BC	0.0000	0.2158	0.0679	0.1830	12
3	BCS	0.0070	0.1661	0.0560	0.1360	20
4	CAM	0.0022	0.1510	0.0743	0.0748	0
5	CHIS	0.0000	0.8083	0.0789	0.0666	0
6	CHIH	0.0056	0.1531	0.0596	0.1525	0
7	COAH	0.0000	0.1843	0.0806	0.1799	0
8	COL	0.0000	0.1508	0.1130	0.1139	0
9	CDMX	0.0000	0.1619	0.0809	0.1389	0
10	DGO	0.0159	0.1770	0.0718	0.1305	53
11	GTO	0.0000	0.1950	0.0500	0.1671	0
12	GRO	0.0000	0.1728	0.1023	0.1012	0
13	HGO	0.0012	0.1621	0.0717	0.1642	0
14	JAL	0.0029	0.1922	0.0571	0.1479	0
15	MEX	0.0000	0.2042	0.0414	0.1509	30
16	MICH	0.0000	0.1569	0.0758	0.1280	0
17	MOR	0.0000	0.1172	0.1093	0.1548	0
18	NAY	0.0059	0.0729	0.0825	0.1064	0
19	NL	0.0000	0.1626	0.0596	0.1588	0
20	OAX	0.0000	0.1596	0.0964	0.0529	0
21	PUE	0.0000	0.1637	0.1064	0.1226	0
22	QRO	0.0010	0.1490	0.0736	0.1711	0
23	QROO	0.0000	0.1681	0.0695	0.1191	0
24	SLP	0.0007	0.1710	0.0594	0.1290	0
25	SIN	0.0000	0.1544	0.0599	0.1450	0
26	SON	0.0182	0.1496	0.0568	0.1607	1
27	TAB	0.0000	0.1662	0.0993	0.1138	0
28	TMAPS	0.0053	0.1545	0.0365	0.1709	0
29	TLAX	0.0000	0.1728	0.0576	0.1441	0
30	VER	0.0000	0.1538	0.0997	0.1466	0
31	YUC	0.0000	0.1357	0.0978	0.0858	0
32	ZAC	0.0078	0.1334	0.0809	0.1248	0

Fuente: Eviews.

Anexo 2. Universo de variables

Cve_SPSS	17	18		
	1	2	3	
x3	IMCO 2014	CE 2014	ETHOS 2017	
Entidad	IC	UE encuestadas con gasto o inversión en Investigación y desarrollo	APP	
1	AGS	53.3250	442	0
2	BC	46.6588	1,047	0
3	BCS	55.2175	276	0
4	CAM	46.6446	349	0
5	CHIS	33.6737	1,438	0
6	CHIH	43.3910	1,135	0
7	COAH	48.0363	964	0
8	COL	49.7676	276	0
9	CDMX	62.5989	4,541	0
10	DGO	38.3495	431	0
11	GTO	45.5523	1,646	0
12	GRO	29.6926	433	0
13	HGO	41.1010	426	0
14	JAL	48.2010	2,370	1
15	MEX	43.9634	2,992	0
16	MICH	38.5634	823	0
17	MOR	42.9752	483	0
18	NAY	41.7453	201	0
19	NL	52.4582	2,726	1
20	OAX	33.1206	417	0
21	PUE	43.2606	1,012	0
22	QRO	51.1584	797	0
23	QROO	50.3587	829	0
24	SLP	43.7292	668	0
25	SIN	46.6337	677	0
26	SON	49.5921	779	1
27	TAB	39.8687	925	1
28	TMAPS	43.6694	1,017	0
29	TLAX	35.6897	159	0
30	VER	39.1374	1,668	0
31	YUC	47.8445	819	1
32	ZAC	41.7998	240	0

Cve_SPSS	19	20	21	22	23	24	25	26	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Extras			CE 2014	CE 2014	ETHOS 2017	CE 2014	INERE 2014	PEMEX 2014	
Entidad	Vivienda propia	Proporción de hogares con 3 servicios fijos contratados	Densidad poblacional	Proporción poblacional con nivel educativo igual o superior a bachillerato	APP	Aportación al PIB nacional	Generación de energía eléctrica solar (GWh/a)	Petróleo crudo (Mbd)	
1	AGS	0.5738	0.2191	231	0.2988	0	163.67	3	0.00
2	BC	0.5463	0.2793	49	0.3283	0	383.15	12	0.00
3	BCS	0.5266	0.2748	10	0.3552	0	97.99	20	0.00
4	CAM	0.7808	0.1669	16	0.2952	0	610.92	0	0.00
5	CHIS	0.7697	0.0550	72	0.1870	0	234.97	0	46.67
6	CHIH	0.6228	0.1826	15	0.2893	0	384.10	0	0.00
7	COAH	0.5983	0.2242	20	0.3091	0	453.74	0	43.14
8	COL	0.5473	0.2376	130	0.3220	0	79.81	0	0.00
9	CDMX	0.5018	0.3400	5,915	0.4700	0	2,255.60	0	0.00
10	DGO	0.6506	0.1278	14	0.2602	0	158.86	53	0.00
11	GTO	0.6510	0.1678	191	0.2241	0	556.45	0	0.00
12	GRO	0.7300	0.0892	56	0.2247	0	196.76	0	0.00
13	HGO	0.7253	0.1455	139	0.2525	0	215.66	0	0.00
14	JAL	0.5056	0.2298	101	0.2869	1	849.80	0	0.00
15	MEX	0.5978	0.1725	760	0.3146	0	1,206.55	30	0.00
16	MICH	0.6836	0.1292	79	0.2151	0	317.96	0	0.00
17	MOR	0.7088	0.2039	396	0.3035	0	157.25	0	0.00
18	NAY	0.6482	0.1604	44	0.2921	0	87.78	0	0.00
19	NL	0.6153	0.3085	80	0.3479	1	999.94	0	387.24
20	OAX	0.7522	0.0753	43	0.1952	0	208.85	0	0.00
21	PUE	0.6390	0.1294	181	0.2502	0	424.71	0	17.80
22	QRO	0.7048	0.2312	173	0.3036	0	292.10	0	0.00
23	QROO	0.5078	0.1590	36	0.3228	0	214.31	0	0.00
24	SLP	0.6525	0.1693	45	0.2600	0	257.91	0	0.29
25	SIN	0.7139	0.1808	52	0.3435	0	276.88	0	0.00
26	SON	0.5281	0.2345	16	0.3394	1	394.62	1	0.00
27	TAB	0.7521	0.1208	97	0.3026	1	435.28	0	376.34
28	TMAPS	0.5821	0.2208	44	0.3091	0	413.83	0	16.55
29	TLAX	0.7319	0.1063	322	0.2780	0	73.19	0	0.00
30	VER	0.6972	0.1429	112	0.2589	0	676.26	0	111.04
31	YUC	0.6589	0.1528	54	0.2823	1	195.70	0	0.00
32	ZAC	0.7231	0.1523	21	0.2213	0	126.43	0	0.00