

V CONGRESO CIER
DE LA ENERGÍA



ORGANIZAN



DEL 28 DE NOVIEMBRE AL
01 DICIEMBRE 2017
CENTRO DE CONVENCIONES
PLAZA MAYOR
MEDELLÍN / COLOMBIA

"ENERGÍA SOSTENIBLE PARA TODOS EN EL
ENTORNO DE UNA SOCIEDAD INTELIGENTE"



Facultad de Ingeniería - Fundación Ricaldoni- Agencia Nacional de
Investigación e Innovación- en el marco del proyecto FJR-ANII FSE
120151110656 financiado por el Fondo Sectorial de Energía.
Montevideo, Uruguay. Setiembre 2017

“DESAFÍOS PARA EL DESARROLLO DE LA MICROGENERACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL”

Autor/es: VIGNOLO, J. Mario; OROÑO, Diego; HERMIDA, Gonzalo; REY, Marcelo; DI LAVELLO,
Tomás; CARRIQUIRY, Juan (Ingenieros), RODRIGUEZ, Ana Laura (Abogada)

Empresa o entidad: Facultad de Ingeniería/

PALABRAS-CLAVE: Micro generación,
FODA, consumidor residencial,
fotovoltaica, incentivos, energías limpias,
barreras

Indicar **código de subtema:** T1-1 o
T6-1

DATOS DE LA EMPRESA

Dirección: Julio Herrera y Reissig 565
Teléfono: 27110974
mario.vignolo@gmail.com

Resumen

Este trabajo se enmarca dentro de un proyecto más amplio denominado, “Microgeneración fotovoltaica en Uruguay: Beneficios, marco normativo y producción de capacidades locales”.

El objetivo del trabajo que se presenta es realizar un estudio global del desarrollo de la micro generación de origen fotovoltaico en Uruguay por sector de actividad e identificar posibles barreras para su desarrollo en el sector residencial proponiendo mecanismos para revertir dicha realidad.

La metodología se compone de 3 fases o etapas. **Fase 1:** Análisis general de las fortalezas, debilidades amenazas y oportunidades que ofrece esta modalidad de generación con un abordaje multidisciplinario y utilizando la herramienta FODA. Se profundiza el análisis sobre la micro generación como alternativa de auto abastecimiento para el sector residencial.

Fase 2: Estudio del estado de desarrollo de

la micro generación fotovoltaica a nivel residencial. Se analizan los indicadores de desarrollo de esta modalidad de generación para dicho sector de consumo y se sopesan las debilidades y amenazas que eventualmente coadyuvaron a su magro desarrollo. **Fase 3:** Estudio de posibles mecanismos de transformación y mitigación de las debilidades y amenazas que fueron identificadas en la Fase 1.

Se observa que la micro generación de origen fotovoltaico en Uruguay se ha desarrollado principalmente en el sector industrial y comercial. Su magro desarrollo a nivel residencial es multi causal pudiendo identificarse barreras para su desarrollo tanto de tipo cultural o social, como económico y/o técnico que obstaculizan su aceptación colectiva como alternativa de abastecimiento eléctrico y por tanto frenan su implementación en hogares. No obstante, se pueden identificar paliativos y/o mecanismos tendientes a revertir dicha tendencia.

INTRODUCCIÓN

SOBRE EL FODA

El análisis FODA, también conocido como “Matriz de Análisis DAFO”, o bien “SWOT Matrix”¹ en inglés es una herramienta que aporta al análisis estratégico de un problema o situación. A través de una matriz correlaciona los aspectos internos (fortalezas y debilidades) con los aspectos externos (oportunidades y amenazas).

El objetivo del análisis FODA consiste en obtener conclusiones sobre la forma en que el objeto de estudio será capaz de afrontar los cambios y acontecimientos generados en su contexto, (oportunidades y amenazas) a partir de sus fortalezas y debilidades internas.

De allí que las fortalezas y debilidades atiendan a los aspectos intrínsecos del objeto de estudio mientras que las oportunidades y amenazas son factores extrínsecos, elementos que pueden manifestarse en el entorno sin que se pueda influir sobre su ocurrencia pero que posibilita aprovecharlos (oportunidades) o conocerlos para que, en caso de ocurrencia, se puedan mitigar sus efectos negativos (amenazas).

En el caso objeto de estudio podríamos decir que las fortalezas son los atributos o destrezas intrínsecas de la micro generación como opción de tecnología favorable para su desarrollo. Por su parte, las debilidades serían aquellas características intrínsecas que serían desfavorables para su desarrollo. Luego, las oportunidades serían aquellas condiciones externas en las que se inserta esta tecnología y que resultan favorables para su desarrollo, y finalmente las amenazas serían aquellas condiciones que de ocurrir podrían ser perjudiciales o tener consecuencias negativas para la implementación, desarrollo y/o crecimiento de esta tecnología.

A continuación, se realiza el análisis FODA de la micro generación solar fotovoltaica.

FASE 1: Análisis general de Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas

FORTALEZAS

1. LA FUENTE DE GENERACION

La generación de fuente solar fotovoltaica no tiene costos de combustible.

2. LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES CON EFECTO INVERNADERO

La sustitución de los mecanismos de generación convencionales de energía eléctrica por fuentes renovables no tradicionales como la energía solar fotovoltaica tiene por efecto la reducción de la emisión de estos gases y por tanto la mitigación de sus efectos contaminantes.

3. LAS CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS FAVORABLES

El recurso solar en el Uruguay apropiado y no varía significativamente, si bien se puede observar una mejora del recurso en zonas más hacia el noroeste del país.

4. EL TIEMPO DE INSTALACION

El tiempo de instalación de un micro generador es mucho menor que el tiempo de instalación de una central convencional de gran porte, lo cual favorece la ecuación económica financiera de la inversión.

5. LA PEQUEÑA ESCALA

A diferencia de la generación en escala convencional, la magnitud de las potencias a instalar en micro generación facilita la utilización de espacios relativamente pequeños, pudiendo colocarse en industrias o centros comerciales ya existentes, incluso en hogares y/o residencias, aprovechando techos o áreas ociosas, haciéndolo “a medida”.

6. LA MODULARIDAD DE LAS INVERSIONES

A diferencia de las centrales de generación convencionales como las térmicas, que requieren ser construidas en forma demasiado espaciada en el tiempo, la micro generación en un sistema pequeño como el de Uruguay otorga una mayor flexibilidad en

¹ García.T & Cano.M. (1999-2000) "El Foda. Una técnica para el análisis de problemas en el contexto de la planeación de las organizaciones".

cuanto a requerimientos de inversión y de tiempo de ejecución de los proyectos.

DEBILIDADES

1. ALTO COSTO DE INVERSIÓN UNITARIA

Actualmente, y a pesar de la fortaleza identificada en el numeral anterior los requerimientos de inversión para estas instalaciones en Uruguay siguen siendo muy elevados. Para una Pequeña o Mediana empresa la inversión es alta y particularmente para el sector residencial todavía resulta muy alta.

2. ESTRUCTURA POCO ADAPTABLE A DISEÑOS ARQUITECTÓNICOS DUROS

El diseño estructural de los paneles solares fotovoltaicos puede dificultar su inserción particularmente a nivel residencial en aquellas arquitecturas particularmente urbanas, que no fueron pensadas para su instalación. Se pueden presentar techos irregulares, tejas, chimeneas o edificios antiguos, y sombras por presencia de otras edificaciones, lo cual produce un sobre esfuerzo económico que se traduce en una debilidad intrínseca de esta fuente de generación.

OPORTUNIDADES

1. OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA ELÉCTRICO

La micro generación fotovoltaica se instala en la red de baja tensión cercana a los puntos de demanda energética. Al cumplir con esta característica, la micro generación fotovoltaica podría contribuir a reducir las pérdidas que se ocasionan en la red eléctrica respecto a una cantidad equivalente de generación convencional proveniente desde el sistema de transmisión, mejorando así la eficiencia del sistema.

2. EL APOORTE A LA SEGURIDAD DE SUMINISTRO

La presencia del micro generador en la red de distribución puede proporcionar seguridad adicional en el suministro de energía eléctrica dependiendo de la configuración y de las posibilidades de

almacenamiento de energía de los usuarios.

3. EL APOORTE AL CONTROL DE TENSIÓN

Cualquier fuente de generación que se conecta cercana a la demanda puede proporcionar una forma adicional de control de tensión en las redes de distribución. La conexión de varios generadores distribuidos en la red y un control de despacho inteligente podría proporcionar gran flexibilidad en el manejo de la energía reactiva y el control de tensión.

4. EL MARCO JURÍDICO QUE GARANTIZA LA LIBERTAD DE GENERACIÓN

La ley 16.832 desmonopolizó la actividad de generación de energía eléctrica por tanto, nos encontramos frente a una actividad que con independencia del porte de la central generadora puede ser desarrollada por cualquier particular mientras cumpla con los requisitos de orden técnico requeridos por la reglamentación.

5. UNA POLÍTICA ESTATAL DE LARGO PLAZO TENDIENTE A LA DIVERSIFICACIÓN DE LA MATRIZ Y DEL SUMINISTRADOR DE ENERGÍA

El Acuerdo Multipartidario en materia energética celebrado en el año 2008 selló una línea de acción que devino en una política estatal en el año 2010 con un horizonte temporal de 30 años; ésta política comenzó a materializarse en una serie de decretos a través de los cuales se logró la diversificación de las fuentes de generación de energía eléctrica.

La estabilidad de esta política energética que cabe señalar no ha tenido modificaciones hasta el momento y que no se espera los tenga en el corto plazo, favoreció y sigue favoreciendo la inversión con un horizonte a largo plazo.

6. INCENTIVOS FISCALES

A) PARA IMPORTACIÓN DE BIENES DESTINADOS A LA FABRICACIÓN NACIONAL DE PANELES SOLARES

La ley 19.406 otorga beneficios tributarios a la producción nacional de paneles solares para la generación de energía fotovoltaica. Esta ley promueve la fabricación nacional

de paneles solares al exonerarlos de tributos. Adicionalmente, la propia ley faculta al Poder Ejecutivo a otorgar exoneraciones sobre los *bienes destinados a integrar el costo de los paneles solares para la generación de energía fotovoltaica, siempre que hayan sido declarados no competitivos con la industria nacional.*

B) PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Por medio de la Ley N° 16.906 de Promoción y Protección de Inversiones y su Decreto reglamentario N° 2/011 las empresas que inviertan en fuentes de generación renovable no convencional podrán gozar de exoneraciones en el Impuesto a la Renta de las Actividades Económicas (IRAE) entre otros impuestos sobre la totalidad de las ganancias generadas en cada ejercicio.

El Decreto N° 354/009 específicamente promueve la inversión en energía no renovable siempre que el destino de dicha energía sea el Mercado de Contratos a Término del Mercado Mayorista.

7. DESARROLLO DE UN SECTOR POCO EXPANDIDO

En los últimos años, en Uruguay ha sido instalada cierta cantidad de generación solar fotovoltaica en centrales de generación y en emplazamientos industriales que han acoplado a proyectos propios la incorporación de esta fuente de energía renovable. Sin embargo, el sector residencial no ha visto aun la llegada de la generación micro solar fotovoltaica a pesar de existir las condiciones físicas y de superficie suficiente para la correcta implementación. A modo de ejemplo, la densidad de población en la ciudad de Montevideo es de las menores de la región con 4200 habitantes por kilómetro cuadrado², lo cual da la pauta de la cantidad de superficie disponible, por habitante, para pensar en la disponibilidad de área aprovechable para la instalación de paneles.

Esto es visto como una oportunidad ya que, comparativamente con otras ciudades de la región y del mundo, existe más superficie aprovechable para realizar el montaje de paneles solares en el sector residencial en Uruguay.

² Fuente: DEMOGRAPHIA WORLD URBAN AREAS 12th ANNUAL EDITION, April 2016

8. TARIFAS DEL DISTRIBUIDOR ELEVADAS Y COSTOS DE GENERACIÓN QUE SE REDUCEN

Uruguay posee tarifas de energía eléctrica a nivel residencial que varían entre 125 USD/MWh y 294 USD/MWh, dependiendo del tipo de categoría tarifaria (e.g. residencial simple, doble horario) y del tramo horario o escalón de consumo. (precios abril 2017).³ Por otro lado los costos de instalación fotovoltaica a nivel internacional vienen reduciéndose constantemente consiguiendo valores de LCOE⁴ para instalación fotovoltaica en techo a nivel residencial entre los 88 – 193 USD/MWh.⁵ El parámetro LCOE es utilizado para definir el coste de generar energía eléctrica, y toma en cuenta la inversión, el mantenimiento, las tasas de descuento, etc.

La relación entre el costo de generación y la tarifa determina el grado de factibilidad de un proyecto de micro generación.

9. POSIBILIDAD DE IMPRIMIR UN CAMBIO CULTURAL HACIA EL USO DE ENERGÍAS LIMPIAS

El Premio Nacional a la Eficiencia Energética, las Líneas de Asistencia para realización de auditorías energéticas, el Programa Concurso de Eficiencia Energética en la Educación Media, Programa de Apoyo a la Eficiencia Energética: Préstamos para la mejora de vivienda, el plan “A todas luces” y el proyecto “la escuela sustentable” son sólo ejemplos de acciones tendientes a crear una conciencia social que redunde en un cambio cultural.

10. COMPLEMENTARIEDAD CON EL RESTO DE LOS RECURSOS⁶

El recurso solar y el recurso hidráulico en nuestro país muestran una cierta complementariedad a lo largo del año. En verano la generación fotovoltaica es mayor que en el invierno, en el caso de la

³ Fuente: Pliego tarifario de UTE, www.ute.com.uy.

⁴ Levelized Cost of Energy (LCOE)

⁵ Fuente: Lazard’s Levelized Cost of Energy Analysis - Versión 10.0 Diciembre

⁶ Fuente: Complementariedad de las Energías Renovables en Uruguay y valorización de proyectos para el filtrado de su variabilidad. Ruben Chaer, Milena Gurin, Eliana Cornalino, Martín Draper, Rafael Terra, Gonzalo Abal y Rodrigo Alonso. REF: INE /ENE/RG-T1886-SN5

generación hidroeléctrica pasa lo opuesto debido a las ocurrencias de lluvias.

Comparando el recurso solar con el recurso eólico pasa algo similar a lo anterior pero en escala diaria. Se puede observar una reducción de la velocidad del viento en las horas de mayor irradiación solar recibida a nivel del suelo, por lo tanto se reduce la generación eólica en las horas que se tiene mayor generación solar fotovoltaica.

Esta complementariedad entre la fotovoltaica y el recurso eólico a escala diaria, y la fotovoltaica y el recurso hidráulico a escala estacional, fomentan el desarrollo de instalaciones fotovoltaicas.

11. CORRELACIÓN DIRECTA CON LA DEMANDA EN EL VERANO

Debido a la incorporación masiva de los equipos de aire acondicionado en los últimos años se ha observado un notorio acenso de la energía demandada en la época de verano. Como se mencionó anteriormente, la energía fotovoltaica es mayor en verano y acompañaría a este aumento de demanda.

Por otro lado, debido a los aires acondicionados se está modificando la curva de demanda en los días de verano. Cada vez más los picos de demanda se están ubicando en las horas cercanas al mediodía, al igual que las horas de mayor generación fotovoltaica, por lo que la generación acompañaría a la demanda.

12. DESARROLLO DE TECNOLOGÍA LOCAL

La posibilidad de incorporar tecnología local representa una oportunidad que brinda la generación fotovoltaica en el país, respecto de la generación convencional. La incorporación de tecnología nacional es más factible en la generación fotovoltaica como resultado de dos fenómenos: la menor escala y el tipo de tecnologías empleadas. El menor tamaño de los proyectos y de sus componentes permite con mayor facilidad la integración de componentes por empresas locales, que operan en pequeña escala.

13. MEJORA EN LA PRODUCTIVIDAD DE RRHH EN LAS EMPRESAS

Dada la simplicidad y automatización de los nuevos equipos generadores, seguramente no será necesario para aquellas empresas que decidan generar contratar un equipo de

especialistas en aspectos de instalaciones eléctricas y funcionamiento de máquinas, sino que alcanzara con capacitar operarios cuyas capacidades no hayan sido potenciadas en la medida de sus reales posibilidades dentro de la organización.

14. CAPACITACIÓN DE MANO DE OBRA LOCAL

Es posible realizar la instalación completa de una planta fotovoltaica con mano de obra local previamente capacitada. Al día de hoy existen varios cursos que capacitan a las personas para participar en las distintas etapas de la instalación.

15. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La instalación masiva de este tipo de emprendimientos abre la oportunidad a empresas para realizar la operación y mantenimiento de las instalaciones. De esta forma se estarían creando nuevas fuentes de trabajo vinculadas a este tipo de generación.

16. DESCENTRALIZACIÓN DE LOS PROYECTOS

Debido a las características que presenta la tecnología fotovoltaica se pueden encontrar proyectos en todo el territorio del país. El recurso solar se encuentra disponible en todo el territorio nacional y para la instalación de estos proyectos no es necesario ningún requerimiento en especial salvo que exista conexión a la Red eléctrica y poseer una superficie disponible donde incida la irradiación solar. Por esta razón la micro generación fotovoltaica ayuda a la descentralización de proyectos de inversión existiendo la posibilidad de desarrollar proyectos en zonas no tan desarrolladas.

17. UN SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL DE DISTRIBUCIÓN ROBUSTO

El sistema eléctrico actual resulta apto para la incorporación de generación de tipo intermitente. Si el sistema fuera débil, representaría una amenaza. Además la cobertura es mayor a 99 %⁷ lo que permite

⁷ Dirección Nacional de Energía. Publicaciones y estadísticas

instalar FV prácticamente en cualquier punto de la red.

AMENAZAS

1. EXPANSIÓN DEL PARQUE GENERADOR EN EL URUGUAY

Toda forma de generación eléctrica compite directamente con la generación a nivel país por la expansión del parque generador nacional. La instalación de centrales de ciclo combinado y la instalación de generadores de energía eólica y fotovoltaica de gran escala pueden llegar a ser un freno a los posibles intentos de instalación de pequeños generadores. Esto se debe a que con mayor frecuencia se comienzan a producir escenarios de excedentes de generación, sin una demanda para su colocación, lo cual no sería deseable.

De lo anterior se desprende que puede representar una amenaza para la expansión de la generación solar fotovoltaica en el sector residencial, el hecho de que existan otros proyectos para aumentar el parque generador de mediana o gran escala.

2. EXISTENCIA DE PERIODOS LARGOS DE PRECIOS BAJOS

Uruguay cuenta con una potencia instalada de generación de más de 4000 MW teniendo una demanda máxima cercana a los 2000 MW. La gran incorporación de generación a precios menores a las fuentes de generación tradicional alimentadas a combustibles fósiles, conjugado con el tímido aumento de demanda energética en el país, resulta en que los costos de abastecimiento energético se encuentren en los más bajos de los últimos años. Por estas razones se prevé la posibilidad de que se reduzcan las tarifas teniendo un impacto directo en la rentabilidad de los proyectos de micro generación.

3. ESTRUCTURA TARIFARIA INADECUADA

Ligado con el punto anterior, el hecho que la estructura tarifaria actual sea inadecuada por no reflejar los costos de la red a través de los cargos por potencia (i.e. cargos

energizados), produce el riesgo que cuando esta estructura tarifaria se adecúe, disminuya el incentivo para la instalación de microgeneración solar fotovoltaica.

4. RIESGO POR BAJA CONFIABILIDAD DE LA RED EN EL PUNTO DE CONEXIÓN

La red de distribución eléctrica en el lugar de emplazamiento del microgenerador no necesariamente está diseñada para la conexión adecuada de generación. Muchas veces se trata de redes rurales con baja confiabilidad. En estos casos, el refuerzo de la red para la conexión de micro generación puede ser demasiado alto y hacer el proyecto de generación inviable.

Sin embargo, para instalaciones de poca envergadura, como podrían llegar a ser las necesarias para el sector residencial no habrían de ser costosas las adecuaciones de la red en el punto de conexión, por lo que esta posible debilidad del sistema representaría una amenaza de escasa dimensión a la introducción de la micro solar en el sector residencial.

5. DIFUSION INSUFICIENTE DE ESTA ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO A POTENCIALES USUARIOS

Estudios⁸ realizados en relación al Plan Solar implementado por UTE, en el cual fue promovida la incorporación de calefones solares a nivel residencial, indican que el Plan tuvo aspectos deficitarios. Dentro de estos, ha sido detectado que las mayores barreras para afianzar el proceso de incorporación al plan, se ubican en la comunicación. En particular se entendió que la comunicación con los clientes pudo haber sido mejorada para que fueran se obtuvieran mejores resultados en la incorporación al plan.

En tal sentido, la comunicación con los posibles clientes puede ser una debilidad que puede amenazar la expansión de un plan análogo para introducción de la generación solar fotovoltaica a nivel residencial.

Si bien desde el año 2010 se cuenta con un Decreto que promociona la instalación de micro generación con venta de excedentes

⁸ Fuente: FACTUM Dirección Nacional de Energía Estudio Cualitativo de Evaluación del PLAN SOLAR Marzo/Mayo 2014

a UTE y dicho decreto es público e incluso la página web de UTE tiene una sección destinada a la micro generación, la difusión de esta modalidad de generación y de negocio energético con UTE no ha sido difundida lo suficiente como para captar un sector del Mercado, particularmente el residencial y que opte por esta modalidad de abastecimiento. El hecho que UTE compita con el sector privado en la actividad de generación, que pague la energía excedentaria del micro generador a una tarifa alta como la que plantea el Decreto 173/0010 y la existencia de un contexto nacional de excedentes energéticos, ha coadyuvado a que esta alternativa no haya sido difundida en forma suficiente.

6. LOS ANTECEDENTES DE UN PLAN SOLAR INSATISFACTORIO

Es de esperar que usuarios o consumidores residenciales de energía eléctrica prioricen sobre cualquier otro factor el aspecto económico a la hora de adquirir energía. No se espera que exista una ponderación del origen de la energía (renovable / no renovable) lo cual representa una barrera para el acceso de la generación solar fotovoltaica a este sector.

En comparación con el Plan Solar de UTE, el estudio referenciado en el numeral 5) precedente arrojó que el grupo de población más proclive al Plan, por su perfil pro-ecológico, fue el que avanzó primero en la incorporación de energía solar térmica, y es probablemente un segmento casi saturado. Se observó que las mayores oportunidades de expansión en el corto plazo se visualizan sobre un conjunto de población motivada por el ahorro económico, con poca experiencia en fuentes de energía solar y una débil cultura energética.

Por lo anterior, y visto especialmente que una lenta incorporación de usuarios genera efectos negativos a nivel de la motivación, tanto de los potenciales clientes como de quienes comercializan el producto, se entiende que puede ser una amenaza importante el hecho de no implementar un plan que tenga rápidos efectos en la población.

7. LA CONCIENCIA SOCIAL INSUFICIENTE PARA PAGAR MAS POR ENERGIAS RENOVABLES

Si bien se está realizando un gran esfuerzo por generar conciencia social particularmente sobre las ventajas de las energías renovables y su aporte para la mitigación de los efectos del cambio climático y el uso eficiente de la energía (Premio a la eficiencia, financiación de auditorías energéticas, Concurso de Eficiencia en la Educación Media, Sistema de Etiquetados, Ofertas de oportunidad, entre otros planes) es de esperar que usuarios o consumidores residenciales de energía eléctrica prioricen sobre cualquier otro factor el aspecto económico al momento de adquirir energía eléctrica.

8. MODIFICACIONES AL MARCO JURIDICO DE LA MICRO GENERACION

A) MODIFICACIÓN O DEROGACIÓN DEL DECRETO 173/010

La derogación del Decreto N° 173/010 o la modificación de condiciones técnicas y/o económicas que limiten o reduzcan el alcance subjetivo o que altere la ecuación económica puede derivar en un desincentivo a este tipo de fuente de generación.

Si bien es cierto que la micro generación teóricamente podría desarrollarse fuera del Decreto N° 173/010 la realidad indica que el 100% de los proyectos de micro generación vigentes se han desarrollado bajo dicho paraguas normativo que preveía entre otros aspectos, la compra por parte de UTE y durante 10 años de todos los excedentes energéticos vertidos al SIN. En particular, por Resolución del MIEM del 12 de mayo de 2017 produjo recientemente una limitación que restringe la cantidad anual de energía que el micro generador puede inyectar a la demanda anual del usuario.

B) ELIMINACIÓN DE LOS BENEFICIOS FISCALES PARA INSTALACIONES DE MICRO GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

Los beneficios fiscales que aplican en inversiones con las características de una instalación de micro generación fotovoltaica inciden directamente en la viabilidad de estos proyectos. En el supuesto caso que se retiren estos beneficios el período del retorno de la inversión de estos proyectos aumentaría.

C) FINALIZACIÓN DE LOS CONTRATOS CELEBRADOS CON UTE AMPARADOS EN EL DECRETO N° 173/010

Una vez finalizado el plazo por el cual UTE se obligó a comprar los excedentes energéticos de los micro generadores y frente a un panorama de excedentes energéticos a nivel nacional, puede que esos contratos no se prorroguen. Por tanto, al respecto se abre una nueva interrogante que puede ser vista como una amenaza.

9. NORMATIVA ESCASA, AUSENCIA DE ETIQUETADO Y FALTA DE INCENTIVOS PARA EL SECTOR RESIDENCIAL.

La ausencia de una definición de micro generación en sentido amplio, sumado a la falta de normativa que establezca las bases para el tratamiento de la micro generación fuera del Decreto N° 173/010, conspira contra la posibilidad de encontrar una modalidad de micro generación diversa que pueda, frente a la posible derogación y/o modificación del Decreto N° 173/010 seguir desarrollándose paralelamente encontrando incluso opciones de Mercado para la venta de excedentes. Adicionalmente, la ausencia de homologación y etiquetado de productos crea dificultades adicionales. La ausencia de etiquetado repercute negativamente frente a dos perfiles de consumidor antagónicos. El consumidor que busca calidad, confianza y seguridad por un lado, y el consumidor que busca precio por encima de cualquier otra cualidad.

En definitiva, los precios elevados, sumados a la ausencia de certificación de calidad y seguridad alejarán aún más a los consumidores residenciales de ejercer una opción por este tipo de tecnología.

FASE 2: ESTADO DE DESARROLLO DE LA MICRO GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

En esta fase nos proponemos estudiar el estado de desarrollo de la micro generación fotovoltaica a nivel residencial en Uruguay. Para ello, analizaremos los indicadores de desarrollo de esta modalidad de generación utilizando los datos proporcionados por el ente estatal UTE.

Para Mayo de 2017 las instalaciones de micro generación de origen fotovoltaico ascienden a 329 distribuidas en todo el territorio nacional con una Potencia Total Acumulada de 10303 kW.

A continuación, se presenta un análisis de las características de estas instalaciones clasificadas según:

1. Ubicación; 2. Nivel tarifario; 3. Sujeto generador; 4. Por Área de Distribución;

1. Por Ubicación

Como se puede observar en la Tabla 1, el 29 % de los micro generadores de origen fotovoltaico se encuentran instalados en la capital del país mientras que el resto se encuentran dispersos en los dieciocho restantes Departamentos de la República.

Ubicación	Cantidad	Porcentaje
Montevideo	95	29%
Interior	234	71%
Total	329	100%

Tabla 1 - Distribución por ubicación

2. Por Tarifa

Según el Pliego Tarifario de UTE correspondiente al año 2017³, las tarifas se dividen en las siguientes categorías: tarifa residencial simple; tarifa residencial doble horario; tarifa de consumo básico residencial; tarifa general simple, tarifa MC de medianos consumidores, tarifa GC de grandes consumidores. Esta división en categorías responde a las características del consumo.

Los consumos de los micro generadores instalados en el país se rigen por la categoría tarifaria a la que pertenece el Suscriptor que devino en micro generador. Como se observa en la siguiente tabla, existen micro generadores en todas las categorías tarifarias, esto es, existen Suscriptores de todas las categorías tarifarias que devinieron en micro generadores.

Consumo Básico	Interior	Montevideo	Total
Consumo Básico	2	3	5
General Simple	89	28	117
Gran Consumidor 230 - 400 V	2	0	2
Mediano Consumidor 230 - 400 V	74	44	118
Residencial Doble Horario	6	2	8
Residencial Simple	60	18	78
TOTAL	233	95	328

Tabla 2 – Micro generación por tarifas

Sin embargo, la presencia de micro generadores conectados en 230-400 V (Grandes Consumidores)⁹ o aquellos con consumo básico y de tipo residencial doble horario es muy magra.

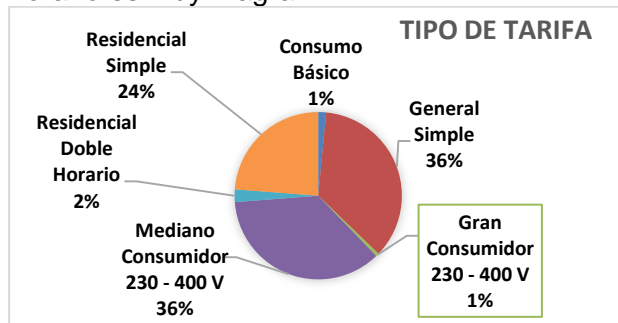


Figura 1 - Micro generación por tarifas

En la figura 1 se observa que solamente el 26 % de los micro generadores cuentan con Tarifa Residencial. La **tarifa residencial simple** corresponde a aquellos servicios de consumo residencial cuya Potencia Contratada sea menor o igual a 40 kW. Y la **tarifa residencial doble horario** es una tarifa opcional para los servicios con modalidad de consumo residencial cuya Potencia Contratada sea mayor o igual a 3,3 kW y menor o igual a 40 kW. La característica principal de esta categoría tarifaria es que el cargo por energía consumida fuera de punta es significativamente menor al de la tarifa Residencial Simple.

Se observa que la mayor cantidad de las instalaciones poseen Tarifa General Simple que es una categoría tarifaria generalmente utilizada en el sector comercial¹⁰ y la de Mediano Consumidor¹¹ con un 36% de instalaciones cada una.

Según datos proporcionados por UTE, el 69,8% de los micro generadores con una Tarifa General Simple asociada a sus consumos tiene una Potencia instalada mayor al 90% de la Potencia Contratada.

A nivel residencial, el 75% de los 8 micro generadores con consumos regulados por la tarifa doble horario tiene una Potencia

⁹ Servicios con consumo medio igual o mayor a 90.000 kWh/mes y potencia contratada en el tramo horario Punta-Llano igual o mayor que 200 kW.

¹⁰ Para los servicios no comprendidos en las tarifas Residencial Simple y Alumbrado Público cuya potencia contratada sea inferior o igual a los 40 kW.

¹¹ Servicios con potencia contratada en el horario Punta-Llano igual o mayor a 10 kW y menor o igual a 40 kW en todo horario y también aquellos servicios con potencia contratada mayor que 40 kW en todo horario.

Instalada inferior a la mitad de su Potencia Contratada, y los micro generadores con tarifa residencial simple tienen un comportamiento parejo registrándose sólo un 23,2% de micro generadores con una Potencia Instalada inferior a la Potencia Contratada.

3. Por Sujeto generador

Otra categorización es la calidad del sujeto jurídico detrás del micro generador. En la Tabla 3 se observa que solo 80 de las 329 instalaciones corresponden a particulares.

Propietario	Interior	Montevideo	Total
Empresas	178	71	249
Particulares	56	24	80
TOTAL	234	95	329

Tabla 3 - Micro generación por Propiedad

Prácticamente sin distinción entre Montevideo y el interior del país, el 76 % de los emprendimientos de micro generación, son realizados en predios empresariales, y solamente el 24% en viviendas particulares. Esta diferencia de desarrollo puede tener su explicación en los incentivos fiscales que tiene el sector empresarial para la realización de estas instalaciones a diferencia del sector residencial respecto del cual no existen beneficios concretos para su inserción.

4. Por Área de Distribución Tipo (ADT)

Esta cuarta categorización responde al área de emplazamiento de la central micro generadora.

ADT	Cantidad	Potencia (kW)	P_media (kW)
Rural media densidad	33	1729	52
Rural baja densidad	119	4955	42
Urbano alta densidad	52	997	19
Urbano media densidad	113	2413	21
Urbano baja densidad	12	209	17
TOTAL	329	10303	31

Tabla 4 - Micro generación por ADT

De la Tabla 4 se extrae que el mayor número de instalaciones de micro generación, así como la mayor cantidad de Potencia se instaló en zonas rurales de baja densidad, totalizando 119 instalaciones, con una Potencia Instalada próxima a los 5 MW

y con una Potencia Media de instalación de 42 kW.

En el resto de la zona rural, (media densidad), el promedio de Potencia Instalada por instalación supera los 52 kW

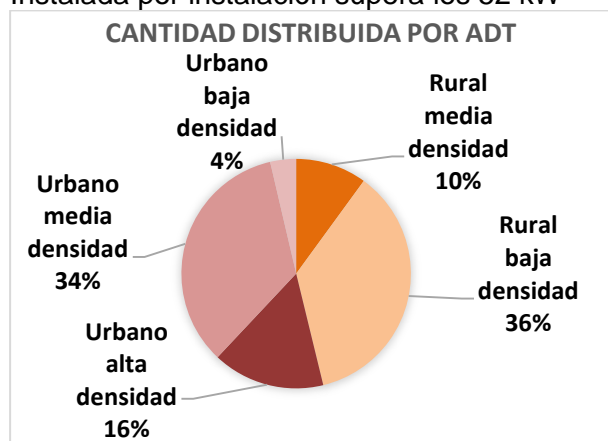


Figura 2 - Micro generación por ADT

La distribución de las instalaciones entre la zona rural y la zona urbana fue equilibrada. Las instalaciones en zona rural totalizan el 46 % de todas las instalaciones y en zona urbana el 54 %.

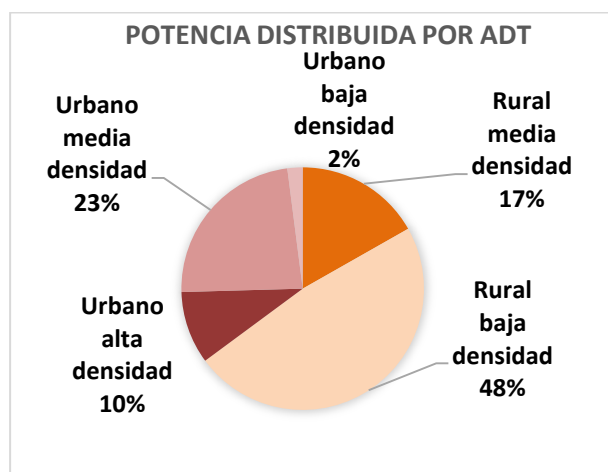


Figura 3 - Micro generación por ADT

Si se observa la distribución en potencia, las instalaciones en zona rural aumentan a un 65 % del total. En la tabla 5 se observa la diferencia en Potencia Instalada media en cada tipo de instalación.

La Potencia media en las instalaciones rurales (44 kW) es mayor al doble de la potencia media en las instalaciones urbanas (20 kW).

ADT	Cantidad	Potencia (kW)	P_media (kW)
Rural	152	6684	44
Urbano	177	3619	20
TOTAL	329	10303	31

Tabla 5 - Micro generación por ADT

En definitiva, el mayor número de instalaciones de micro generación, así como de potencia tuvo lugar en zonas rurales de baja densidad, esto es, 119 instalaciones, con una potencia instalada próxima a los 5 MW y con una potencia media de instalación de 41,6 kW.

En el resto de la zona rural, (media densidad), el promedio de potencia instalada por instalación supera los 52 kW.

En síntesis, sólo el 24,3% de los micro generadores fotovoltaicos son propiedad de personas físicas y sólo el 26% de los micro generadores tienen una tarifa residencial.

De los datos compulsados resulta que la micro generación a nivel residencial ha tenido un magro desarrollo dentro de la evolución exponencial que ha tenido el fenómeno de la micro generación a nivel general en Uruguay. De allí que resulte imperativo dar con las causas de este fenómeno.

Estudio del FODA. Explicación de la metodología

1. Mapa FODA

En esta sección del presente trabajo se utiliza una metodología de estudio muy similar a la realizada en el documento "Generación Distribuida en el Uruguay: evaluación de Fortalezas, Oportunidades y tratamiento regulatorio"¹². Esta metodología consiste en que una vez que estén formuladas las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas se ubica dentro de un plano cartesiano las parejas FO, FA, DO y DA asignando coordenadas. Una vez que se realiza lo anterior se le asigna un peso a cada pareja que incide sobre el resultado total y se ubica el punto que corresponde a esa parejas con las coordenadas calculadas en el en el mapa. El resultado final de este estudio arroja la ubicación del baricentro dentro de algún cuadrante del mapa FODA y a partir de la ubicación se puede concluir que tan favorable o no puede resultar ser el desarrollo del proyecto o tema en análisis.

2. Valorización de los atributos

¹² Generación Distribuida en el Uruguay: evaluación de Fortalezas, Oportunidades y tratamiento regulatorio. - PROYECTO PDT S/C/OP/16/04 - Junio de 2006

A cada característica se le asigna un puntaje de valor absoluto entre 1 y 10. En el caso de las características positivas para el desarrollo de la instalación (Fortalezas y Oportunidades) los valores asignados describen la importancia del beneficio y su valor numérico es positivo.

Para los casos de las características negativas (Debilidades y Amenazas) el valor asignado describe el impacto negativo que podría llegar a tener sobre el proyecto, estos valores son negativos. Por otro lado, a los atributos que no son intrínsecos a la micro generación también se le asigna un porcentaje de probabilidad que describe que tan probable es que afecte al desarrollo del proyecto.

Los autores del presente trabajo consensuaron los valores a imputar a cada atributo (6 Fortalezas, 2 Debilidades, 17 Oportunidades y 9 Amenazas).

Luego, a las Oportunidades y Amenazas le asignaron una probabilidad de ocurrencia entre 0 y 1, que pondera el Beneficio o Costo de la Oportunidad o Amenaza, respectivamente. Se obtuvieron las tablas que figuran en el **Apéndice** a cuya lectura remitimos.

3. Vinculación y peso de los atributos

Una vez que se valorizan las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, se procedió a combinar estos atributos formando todas las parejas posibles entre los atributos intrínsecos (Fortalezas y Debilidades) y los del entorno (Oportunidades y Amenazas) formando FO, FA, DO y DA.

En el caso de estudio se obtuvieron las siguientes cantidades de parejas:

Parejas	Cantidad
FO	102
FA	54
DO	34
DA	18

Tabla 6 - Parejas del FODA

Teniendo todas las parejas cruzadas identificadas se definió el grado de vinculación entre los atributos que forman la pareja. Los valores numéricos consensuados que definen el grado de vinculación son los que se encuentran en la siguiente tabla:

Grado de vinculación Valor

Totalmente vinculado	1.00
Muy vinculado	0.75
Medianamente vinculado	0.50
Poco vinculado	0.25
Sin vinculación	0.00

Tabla 7 - Valorización del grado de vinculación

Para definir los valores de vinculación el razonamiento que se realizó fue el siguiente:

Parejas FO: existe vinculación cuando la Oportunidad potencia la Fortaleza.

Parejas FA: existe vinculación si la Fortaleza disminuye por la Amenaza.

Parejas DO: existe vinculación si la Debilidad disminuye por la Oportunidad.

Parejas DA: existe vinculación cuando la Amenaza potencia la Debilidad.

Con este criterio, se completó la Tabla 12 (**ver Apéndice**) donde se definieron las vinculaciones entre las parejas de atributos y se pintaron con el criterio de más oscuro cuanto mayor es la vinculación.

4. Ubicación del baricentro en el Mapa FODA

A partir de lo anterior se posee valores de Costo y Beneficio para los atributos, y el grado de vinculación ("masa") que existen entre ellos. Utilizando estos datos se calculan las coordenadas donde se ubican en el Mapa FODA de cada pareja de atributos.

Por ejemplo, para calcular dónde estará ubicada la pareja F_iO_j se utiliza la siguiente fórmula:

$$(X_{F_iO_j}, Y_{F_iO_j}) = (m_{F_iO_j} \cdot X_{F_i}, m_{F_iO_j} \cdot Y_{O_j})$$

donde:

- $X_{F_iO_j}$: Es la coordenada en el eje de las X de la pareja F_iO_j
- $Y_{F_iO_j}$: Es la coordenada en el eje de las Y de la pareja F_iO_j
- $m_{F_iO_j}$: Es el grado de vinculación de la pareja F_iO_j
- X_{F_i} : Es el valor de la Fortaleza
- Y_{O_j} : Es el valor de la Oportunidad

Se realiza este cálculo y se obtiene un punto asignado en el mapa FODA para

todas las parejas FO, FA, DO y DA considerando el grado de vinculación. Luego se calcula la ubicación del Baricentro total del proyecto:

$$X_{Baricentro} = \frac{\sum_{i,j} X_{F_i O_j} + \sum_{i,k} X_{F_i A_k} + \sum_{l,j} X_{D_l O_j} + \sum_{l,k} X_{D_l A_k}}{\sum_n m}$$

$$Y_{Baricentro} = \frac{\sum_{i,j} Y_{F_i O_j} + \sum_{i,k} Y_{F_i A_k} + \sum_{l,j} Y_{D_l O_j} + \sum_{l,k} Y_{D_l A_k}}{\sum_n m}$$

El mapa FODA está compuesto de dos ejes, el de las ordenadas Debilidades y Fortalezas, y el de las abscisas Amenazas y Oportunidades. A su vez se encuentra dividido por cuatro cuadrantes y limitado por el cuadrado con vértices (10,10), (10,-10), (-10,10) y (-10,-10). Dependiendo del cuadrante donde se ubique el baricentro se pueden sacar distintas conclusiones. Como resultado del análisis realizado encontramos que el objeto de estudio: la micro generación de origen fotovoltaico para el sector residencial se ubica en el cuadrante superior derecho, o sea, en la zona de las fortalezas y de oportunidades.

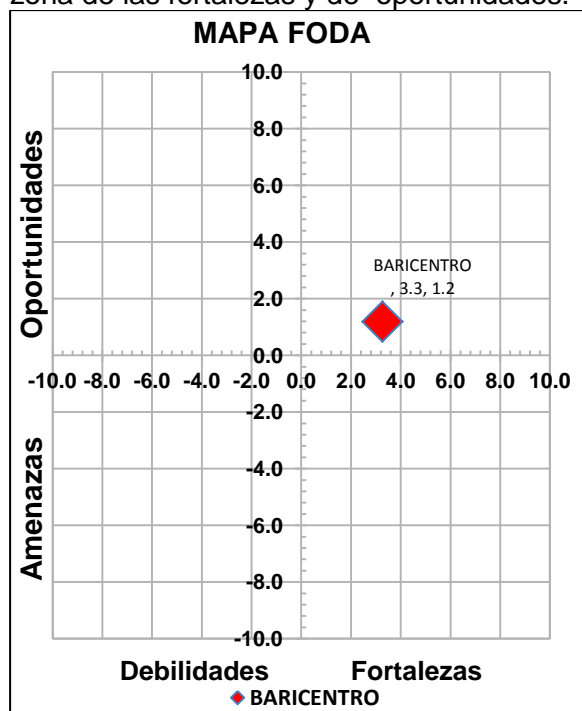


Figura 4: El baricentro en el FODA

Si bien el baricentro no se encuentra en el extremo superior derecho que correspondería a una perspectiva óptima de desarrollo, el hecho que no ocupe cuadrantes de debilidades y amenazas determina que su desarrollo es viable.

De hecho, el resultado es coherente con el bajo desarrollo de la microgeneración solar a nivel residencial, que se observa en la realidad. El desafío será entonces, alejar al baricentro de los cuadrantes del sector izquierdo descendentes, o sea, generar más oportunidades, potenciarlas o bien transformarlas de forma tal de mitigar las debilidades y amenazas.

FASE 3: MECANISMOS DE TRANSFORMACIÓN Y CONCLUSIONES

Se observa un tratamiento normativo desigual para la microgeneración solar fotovoltaica a nivel residencial en relación a las empresas, que entendemos ha limitado el desarrollo en el primer caso.

Si bien las externalidades positivas que han sido expuestas anteriormente como fortalezas, son en general recogidas y valorizadas para el caso de las empresas, a través de los beneficios fiscales, en particular a través de descuentos en el Impuesto a la Renta de las Actividades Económicas (IRAE), esto no ocurre a nivel residencial, lo que aumenta el período de repago, disminuyendo el atractivo económico de los proyectos fotovoltaicos.

Si a esto le sumamos un escaso grado de comunicación y promoción, el resultado es el observado anteriormente con un 24 % en instalaciones de viviendas particulares, a diferencia de un 76 % a nivel de empresas.

Dado que la cultura de la eficiencia y el desarrollo sostenible ha ido penetrando en la sociedad y se han desarrollado las empresas de servicios energéticos (ESCOS), de existir el incentivo económico adecuado, serían éstas las que podrían promover y desarrollar la microgeneración a nivel residencial, ya que pueden ayudar a resolver técnicamente en forma adecuada los obstáculos técnicos de la instalación (geometría de techos, sombras, confianza en la tecnología, mantenimiento, etc.).

Se entiende que reducciones similares a las fijadas para el IRAE de las empresas, podrían proponerse a nivel de las viviendas particulares con otros impuestos como el IRPF o los impuestos municipales.

BIBLIOGRAFÍA

Corresponde remitirnos a la bibliografía citada en el cuerpo del artículo.

APÉNDICE

FORTALEZAS	Beneficio
F1. Fuente de generación	9
F2 Reducción de gases	8
F3 Características geográficas favorables	7
F4 Tiempo de instalación	8
F5 Pequeña escala	9
F6 Modularidad de la inversión	9

Tabla 8 - Valorización de las Fortalezas

DEBILIDADES	Costo
D1 Fuerte requerimiento de inversión	-10
D2 Estructura poco adaptable	-7

Tabla 9 - Valorización de las Debilidades

OPORTUNIDADES	Beneficio	Probabilidad	Resultado
O1. Optimización de la eficiencia del SIN	6	0.8	4.8
O.2. Aporte a la seguridad de suministro	8	0.2	1.6
O.3 Aporte al control de tensión	4	0.7	2.8
O.4 Marco jurídico	9	1.0	9.0
O.5 Política favorable	7	1.0	7.0
O6. Incentivos fiscales	4	1.0	4.0
O.7 Desarrollo de un sector poco expandido	5	1.0	5.0
O.8 Tarifas elevadas y costos bajos	4	1.0	4.0
O.9 Cambio cultural	6	0.5	3.0
O.10 Complementariedad de fuentes	7	0.7	4.9
O.11 Correlación con la demanda	6	0.5	3.0
O.12 Desarrollo de la tecnología local	8	0.6	4.8
O.13 Mejora de productividad RRHH	6	0.5	3.0
O.14. Capacitación de mano de obra local	7	0.9	6.3
O.15 Operación y mantenimiento	6	0.6	3.6
O.16 Descentralización de proyectos	8	0.6	4.8
O.17 Sistema eléctrico robusto	10	1.0	10.0

Tabla 10 - Valorización de las Oportunidades

AMENAZAS	Costo	Probabilidad	Resultado
A.1. Expansión del parque generador	-9	0.9	-8.1
A.2 Existencia de períodos largos de precios bajos	-9	0.7	-6.3
A.3 Estructura tarifaria inadecuada	-9	0.4	-3.6
A.4 Riesgo por baja confiabilidad	-7	0.1	-0.7
A.5 Difusión insuficiente	-6	0.5	-3.0
A.6 Antecedentes de un plan solar insatisfactorio	-4	0.5	-2.0
A.7 Conciencia social insuficiente	-6	0.5	-3.0
A.8 Modificaciones al marco jurídico	-9	0.7	-6.0
A.9 Normativa escasa, falta de etiquetado	-9	0.8	-7.2

Tabla 11 - Valorización de las Amenazas

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	D1	D2
O1	0.50	0.00	0.75	0.00	0.25	0.25	0.00	0.50
O2	0.50	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25	0.00	0.50
O3	0.25	0.00	0.25	0.00	0.25	0.25	0.00	0.50
O4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O5	1.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.50	0.75	0.00
O6	1.00	0.50	0.50	0.00	0.25	0.25	1.00	0.50
O7	0.50	0.00	0.50	0.25	0.75	0.75	0.75	0.75
O8	0.75	0.00	0.00	0.50	0.25	0.25	0.75	0.50
O9	1.00	0.75	0.00	0.25	0.25	0.25	0.50	0.75
O10	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O11	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O12	0.75	0.00	0.00	0.25	0.50	0.50	0.75	0.50
O13	0.75	0.00	0.00	0.50	0.50	0.50	0.75	0.50
O14	0.75	0.00	0.00	0.75	0.50	0.50	0.75	0.50
O15	0.75	0.00	0.00	0.75	0.50	0.50	0.75	0.50
O16	1.00	0.00	1.00	0.75	0.50	0.50	0.75	0.50
O17	0.50	0.00	0.75	0.25	0.75	0.75	0.75	0.50
A1	0.75	0.25	1.00	0.25	0.75	0.75	0.75	0.25
A2	0.75	0.00	0.75	0.00	0.75	0.75	0.75	0.50
A3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.75	0.00
A4	1.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.75	0.75
A5	0.00	0.25	0.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.50
A6	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25
A7	0.50	0.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.50	0.00
A8	1.00	0.50	0.00	0.25	1.00	1.00	1.00	0.50
A9	0.75	0.25	0.00	0.00	0.75	0.75	1.00	0.50

Tabla 12 - Vinculación de atributos