



XIII JORNADAS DE INVESTIGACIÓN
15 - 17 de setiembre, 2014

¿QUÉ DESARROLLO PARA URUGUAY?

**Restricciones de Oferta, como problema hacia el
desarrollo de una iluminación eficiente**

Andrés Coréz
Mauricio Zunino

Restricciones de Oferta, como problema hacia el desarrollo de una iluminación eficiente.¹

Andrés Coréz

andres.corez@dne.miem.gub.uy

Mauricio Zunino

mauricio.zunino@dne.miem.gub.uy

Dirección Nacional de Energía

Abstract.

En el marco de las políticas de Eficiencia Energética desarrolladas en el país, se ha trabajado en diferentes medidas apuntando a una iluminación eficiente, dentro de esta línea se ha generado un Etiquetado de Eficiencia Energética, tratando de sesgar el consumo de los hogares hacia productos más eficientes. En el 2013 la DNE realizó una encuesta de Consumo lumínico del Sector Residencial 2013 para ver el grado de penetración de tecnologías eficientes.

Vistas las disparidades en la proporción de lámparas fluorescentes compactas (bajo consumo) en el parque global de lámparas, que surgen de la encuesta, tratamos de profundizar las referentes al área geográfica. El objetivo de este trabajo es ver que parte de estas diferencias responden a temas de demanda y cuales a oferta. Tratando de ver si existen restricciones de oferta de este tipo de productos en algunas regiones del país.

Para esto trataremos de estimar una función utilidad de los hogares por productos de iluminación utilizando la formulación de Cobb-Douglas. A partir de esta función veremos cómo sería la composición del parque de lámparas en función de estos determinantes y contrastarlo con la proporción que tienen. En caso de que la proporción demandada sea mayor que la real estaría pautando la existencia de restricciones de oferta e implicaría que las políticas deberían encausarse hacia este tema.

Palabras Claves: iluminación eficiente, disparidad geográfica, restricciones de oferta.

¹ Trabajo presentado en las XIII Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Sociales, UdelaR, Montevideo, 15-17 de setiembre de 2014

Introducción

Desde la Dirección Nacional de Energía se vienen desarrollando una serie de acciones en materia de eficiencia energética en el marco de implementación de la Política Energética. Estas acciones están orientadas a condicionar el comportamiento de los sectores demandantes de energía: industria, transporte, residencial, comercial y servicios, y agro-pesca.

El sector residencial consume un poco más del 20% de la energía total, siendo el tercer sector en importancia de consumo. La iluminación representa en el entorno del 5% de la energía neta consumida por el sector residencial, pero si miramos en el consumo de energía eléctrica este porcentaje se eleva al 15%.

Si bien dentro del porcentaje de consumo la iluminación no es el principal rubro, adquiere mayor importancia por el hecho de que su consumo se ubica principalmente en los horarios de punta de consumo, donde los esfuerzos de generación eléctrica son mayores y los costos pagados por unidad marginal de consumo son muy altos.

Otro punto importante para desarrollar acciones en iluminación tiene que ver con el bajo costo de los equipamientos, que los hace accesibles a buena parte de la población; donde además los ahorros que se generan por sustitución de lámparas repagan el sobre costo del equipamiento en muy poco tiempo.

Durante el año 2013, se trabajó desde la DNE junto con DINAMA en la iniciativa En-ligthen iniciativa del PNUMA, que impulsaba la implementación de una estrategia para desarrollar una iluminación eficiente. En el marco de esta iniciativa es que se desarrolló una Encuesta de Consumo de iluminación del Sector Residencial, a los efectos de poder profundizar nuestro conocimiento del sector y poder utilizar estos datos para diagramar políticas para avanzar hacia una iluminación eficiente.

De esta encuesta se obtuvo una composición del parque de lámparas, discriminado por las características del hogar y área geográfica, el conocimiento que tenían los entrevistados sobre eficiencia energética y las diferentes acciones realizadas. Esencialmente se obtienen acciones de comportamiento de los hogares, por lo que

es posible construir una estimación de la curva de demanda de los hogares por equipamientos de iluminación eficiente.

A partir de estos datos es que nos propusimos realizar un estudio que nos permita explicar las disparidades en la composición del parque y ver si estas pueden ser explicadas por factores demanda o factores de oferta. Para luego ver como encauzar las políticas que permitan desarrollar esa transición hacia la iluminación eficiente.

Hasta este momento las políticas desarrolladas han estado orientadas a la demanda, apuntando a condicionar las preferencias del consumidor mediante varios instrumentos, como ser reducciones impositivas sobre las lámparas fluorescentes compactas, etiquetado de LFC, etc. Por lo que se han enfocado particularmente a que el consumidor elija este tipo de equipamiento. Nuestro trabajo trata de ver si en todo el país estas políticas impactan de la misma manera, y si existen zonas del país donde los consumidores pueden no tener todas las opciones disponibles para su elección generando restricciones de oferta.

A partir de los datos de la encuesta proponemos realizar la estimación de la demanda y ver como quedaría conformado el parque si el mercado se cerrara por el lado de la demanda y compararlo con el real a los efectos de ver si existen restricciones de oferta que condicionen el equilibrio.

Para estimar la función de demanda se partió de la conformación de una función de utilidad de los consumidores la que se asumió que representada por una función Cobb-Douglas y a partir de ella se consideró la demanda de equipos de iluminación eficiente. Donde se consideró como bien alternativo y sustituto el de productos de iluminación ineficientes.

Asumiendo los precios promedios de mercado actuales como precios de equilibrio, tratamos de modelar como se ajustaría el mercado de iluminación si todos los hogares siguieran el comportamiento del agente representativo promedio y viendo las diferencias con el parque real tratamos de determinar cuáles son los problemas de oferta.

Igualmente si bien pueden existir restricciones de oferta a nivel geográfico, no podremos detectar algunas con los datos existentes. Por ejemplo es de presumir que de existir estas restricciones se manifiesten principalmente en localidades pequeñas, pero la desagregación de nuestra encuesta no nos permite obtener conclusiones con este nivel de desagregación.

Lo manifestado en el párrafo anterior y otras consideraciones que se hacen a lo largo del texto, muestran que si bien podemos avanzar en algo nuestro conocimiento sobre las dispersiones geográficas con esta investigación quedan abiertos otros elementos para seguir trabajando en el tema.

Diferencias geográficas en la composición del parque

El cuadro siguiente resume la información del parque de lámparas, que hemos agrupado en lámparas eficientes (fluorescentes compactas, tubos fluorescentes y luminaria led) siendo la amplia mayoría de estas las LFC; y lámparas ineficientes (incandescentes, dicroicas y otras lámparas) siendo la enorme mayoría en este caso las incandescentes.

El cuadro siguiente contiene el parque relevado, que se corresponde con aquella parte del sector residencial vinculada a hogares. Quedaron fuera de este relevamiento todo el parque vinculado a los diversos sectores de actividad económica (industria, comercial, servicios, sector público, etc.) y también quedan fuera aquellas viviendas no vinculadas a hogares (viviendas desocupadas o de uso temporal).

El relevamiento realizado representa la parte del consumo residencial más estable ya que refiere a población permanente en esa ubicación. De esta podemos ver que los hogares uruguayos cuentan con más de once millones y medio de lámparas, lo que da más de diez por hogar. La mayoría de estas son eficientes (8.961.010 eficientes contra 2.676.004 ineficientes); lo que a nivel de hogares nos da un promedio de 7,91 lámparas eficientes contra 2,36 ineficientes.

Cuadro 1. Parque de lámparas residencial de los hogares.

REGION	Cantidad de lámparas	lamparas eficientes	lamparas ineficientes	Lámparas promedio por hogar	Lámparas eficientes prom por hog	Lámparas inefprom por hog
Total	11.637.014	8.961.010	2.676.004	10,27	7,91	2,36
Costa Este (Canelones, Maldonado, Rocha)	2.617.429	2.029.440	587.989	10,10	7,83	2,27
Centro Norte (Tacuarembó, Durazno)	448.444	352.625	95.819	9,13	7,18	1,95
Centro Sur (Flores, Florida, Lavalleja)	571.942	456.661	115.281	10,61	8,47	2,14
Interior Norte (Artigas, Rivera, Cerro Largo, Treinta y Tres)	930.097	722.993	207.104	9,05	7,03	2,01
Litoral Norte (Salto, Paysandú, Río Negro)	866.991	680.996	185.995	9,72	7,63	2,08
Litoral Sur (Soriano, Colonia, San José)	1.149.334	957.285	192.049	10,54	8,78	1,76
Montevideo	5.052.777	3.761.010	1.291.767	10,75	8,00	2,75

Desde el cuadro anterior se puede ver que los hogares presentan diferencias importantes en la cantidad de lámparas que tienen, siendo en Montevideo un promedio de 10,75 por hogar y en el Interior Norte 9,05. Esto representa una primera aproximación a las disparidades geográficas.

Si bien originariamente nosotros suponíamos que la diferencia fundamental se registraría en las proporciones de lámparas eficientes sobre el total, lo que ocurre a la inversa Montevideo presenta la menor proporción como se muestra más adelante; sino que la diferencia fundamental se encuentra en las magnitudes absolutas. Siendo Montevideo y el Sur y Este del país tienen una proporción de lámparas muy superior a las zonas del norte del país.

A los efectos de complementar el análisis anterior se diferencié las lámparas interiores de las lámparas exteriores ya que el comportamiento de uso debería ser diferente. Sin embargo no obtuvimos diferencias significativas con respecto a la diferenciación geográfica, las lámparas interiores son la mayoría del parque superando los nueve millones y medio. Dentro de este la mayoría siguen siendo eficientes y la distribución de lámparas por hogar presenta variaciones geográficas similares a las que se obtienen con el total del parque.

Cuadro 2. Parque de lámparas interiores de los hogares.

REGION	Cantidad de lámparas	lamparas eficientes	lamparas ineficientes	Lámparas promedio por hogar	Lámparas eficientes prom por hog	Lámparas inefprom por hog
Total	9.679.830	7.420.119	2.259.711	8,54	6,55	1,99
Costa Este (Canelones, Maldonado, Rocha)	2.111.737	1.616.649	495.088	8,15	6,24	1,91
Centro Norte (Tacuarembó, Durazno)	369.768	290.359	79.409	7,53	5,91	1,62
Centro Sur (Flores, Florida, Lavalleja)	468.422	373.640	94.782	8,69	6,93	1,76
Interior Norte (Artigas, Rivera, Cerro Largo, Treinta y Tres)	754.902	590.346	164.556	7,34	5,74	1,60
Litoral Norte (Salto, Paysandú, Río Negro)	689.484	542.616	146.868	7,73	6,08	1,65
Litoral Sur (Soriano, Colonia, San José)	928.795	781.348	147.447	8,52	7,16	1,35
Montevideo	4.356.722	3.225.161	1.131.561	9,27	6,86	2,41

Si bien la diferencia de lámparas por hogar en las diferentes regiones del país resultaba notoria lo que se puede apreciar de los cuadros anteriores, estas diferencias podrían estar asociadas al tipo de vivienda que tengan los hogares. Para este análisis se tomaron únicamente las lámparas interiores y calculamos la cantidad promedio de lámparas por dormitorios que tienen los hogares.

Cuadro 3. Promedio de lámparas interiores por dormitorio.

REGION	promedio de dormitorios por hogar	cantidad de hogares	lamp prom por dorm	lamp efic por dorm	lamp inec por dorm
Total	2,02	1.133.366	4,22	3,24	0,99
Costa Este (Canelones, Maldonado, Rocha)	2,11	259.159	3,85	2,95	0,90
Centro Norte (Tacuarembó, Durazno)	1,93	49.113	3,90	3,06	0,84
Centro Sur (Flores, Florida, Lavalleja)	2,04	53.904	4,27	3,40	0,86
Interior Norte (Artigas, Rivera, Cerro Largo, Treinta y Tres)	2,06	102.808	3,56	2,78	0,78
Litoral Norte (Salto, Paysandú, Río Negro)	2,10	89.241	3,67	2,89	0,78
Litoral Sur (Soriano, Colonia, San José)	2,04	109.076	4,18	3,51	0,66
Montevideo	1,95	470.065	4,74	3,51	1,23

Del cuadro anterior se puede ver que el promedio de dormitorios de las viviendas que ocupan los hogares en Montevideo es menor que en el resto del país, lo que implica que el promedio de lámparas por hogar sea muy superior al del resto de las

regiones de 4,74 contra 4,22 del promedio, y 3,56 del Norte. Por lo que esto mostraría una mayor dispersión de la cantidad de lámparas en las diferentes regiones por cantidad de dormitorios de las viviendas.

Si bien la cantidad de lámparas por promedio por dormitorio nos da una aproximación que vincula el tamaño de la vivienda, igualmente al tener el total de habitaciones de la vivienda también procedimos a considerar el promedio de lámparas por habitación. La consideración de habitaciones si bien a priori parece ser una mejor consideración que la de la cantidad de dormitorios para hacer una aproximación al tamaño de la vivienda, tiene mayores ambigüedades por parte de la gente que contesta, ya que en algunos casos se consideran corredores, pasillos, garajes y otras personas no los incluyen.

Estos problemas se resuelven incrementando la cantidad de casos evaluados ya que al aumentar la muestra los valores deberían converger y estabilizarse. Esto permite tener resultados robustos a nivel de regiones, pero no a un nivel de desagregación mayor.

Cuadro 4. Promedio de lámparas interiores por habitación.

REGION	promedio de hab por hogar	cantidad de hogares	lamp prom por hab	lamp efec por hab	lamp inec por hab
Total	3,50	1.133.366	2,44	1,87	0,57
Costa Este (Canelones, Maldonado, Rocha)	3,51	259.159	2,32	1,78	0,54
Centro Norte (Tacuarembó, Durazno)	3,75	49.113	2,01	1,58	0,43
Centro Sur (Flores, Florida, Lavalleja)	3,84	53.904	2,27	1,81	0,46
Interior Norte (Artigas, Rivera, Cerro Largo, Treinta y Tres)	3,72	102.808	1,98	1,55	0,43
Litoral Norte (Salto, Paysandú, Río Negro)	3,54	89.241	2,18	1,72	0,47
Litoral Sur (Soriano, Colonia, San José)	3,50	109.076	2,43	2,04	0,39
Montevideo	3,36	470.065	2,75	2,04	0,72

Los resultados no cambiaron significativamente en cuando a ver las posibilidades de iluminación en las diferentes regiones del país. Donde se pueden ver las diferencias existentes en la cantidad de lámparas por habitación que van desde 2,75 en Montevideo a 1,98 en el Norte del país. En cuanto a las lámparas eficientes promedios por habitación, van desde un máximo de 2,04 en Montevideo y Litoral

Sur, hasta 1,55 en el Norte. Aunque en la cantidad de lámparas ineficientes Montevideo es quien tiene más 0,72 hasta el Litoral Sur donde existen 0,39. De esta manera vemos que la diferenciación principal no se debe a que tipo de lámparas se adquieren sino a cuantas se adquieren, teniendo mucho más luminarias un hogar ubicado en Montevideo y el Sur y Este del país que en el Norte.

Finalmente para tener una aproximación al grado de iluminación relativa planteamos el grado de aproximación a la cantidad de luminarias por personas. Lo siguiente se detalla en el cuadro siguiente. Se puede ver cuál es el promedio de personas por hogar, vemos que en la zona sur los hogares tienen menor cantidad de personas por hogar lo que es coherente con la cantidad de habitaciones de las viviendas.

También en este caso se puede ver que la cantidad de lámparas por personas es más alto en Montevideo y el Sur del país, mientras que en el norte la cantidad de lámparas por personas es bastante menor, esto se da tanto para lámparas eficientes como ineficientes.

Cuadro 5. Promedio de lámparas interiores por persona.

REGION	promedio de personas por hogar	cantidad de personas	lamp prom por persona	lamp efic por persona	lamp inec por persona
Total	2,84	3.223.161	3,00	2,30	0,70
Costa Este (Canelones, Maldonado, Rocha)	3,05	791.221	2,67	2,04	0,63
Centro Norte (Tacuarembó, Durazno)	2,69	132.105	2,80	2,20	0,60
Centro Sur (Flores, Florida, Lavalleja)	2,75	148.354	3,16	2,52	0,64
Interior Norte (Artigas, Rivera, Cerro Largo, Treinta y Tres)	2,86	294.182	2,57	2,01	0,56
Litoral Norte (Salto, Paysandú, Río Negro)	3,05	272.568	2,53	1,99	0,54
Litoral Sur (Soriano, Colonia, San José)	2,64	288.273	3,22	2,71	0,51
Montevideo	2,76	1.296.458	3,36	2,49	0,87

A modo de conclusión de esta sección, cuando profundizamos en la caracterización descriptiva del parque de lámparas en función de diferentes características de los hogares particionándolos por área geográfica, que nuestras ideas originales no se cumplieron. Originalmente pensábamos encontrar una desproporción en la

composición de los diferentes tipos de lámparas entre las regiones del país y lo que pudimos detectar es que las diferencias principales se deben a la cantidad de luminarias que tienen los diferentes hogares, teniendo una desproporción importante en lo que respecta a la cantidad de lámparas por hogar, por persona, por dormitorio y por habitación.

Diferencias geográficas de las pautas de comportamiento

En esta sección se apunta a ver cuáles son las pautas de comportamiento de los diferentes consumidores ubicados en las diferentes regiones del país. Buena parte de las preguntas que refieren al comportamiento de los demandantes, refiere a lámparas LFC y no a todas las que hemos caracterizado como lámparas eficientes, por lo que hay que tener determinados cuidados que debemos tener a la hora de sacar conclusiones.

Estos elementos nos muestran cómo se comportan los individuos en relación a la adquisición de equipamiento de iluminación y en particular de equipamiento eficiente.

En primer lugar se intentó ver cuánto representaban en promedio el consumo de energía eléctrica. La factura promedio de energía eléctrica de los hogares es de \$U 1.615,35. Dicha tarifa promedio no tiene grandes variaciones respecto a las diferentes regiones del país, que presentan una variación menor al 12% del promedio global. Los valores más altos se encuentran en la costa este y los valores más bajos en el interior norte y en el centro norte. Si la iluminación pesa en el entorno del 15% de la energía eléctrica consumida, podemos pensar que el gasto en electricidad de los hogares referido a iluminación (prorrateando los costos fijos y cargos de potencia) es del entorno de \$U 240.

Luego también quisimos distinguir qué cantidad de hogares conoce lo que es eficiencia energética. Aunque es probable que este concepto sea confundido con el concepto de ahorro energético. Efectivamente de nuestro relevamiento entendemos que existe un número importante de personas que no diferencia ambos conceptos, ya que encontramos que el 51,14% de los hogares declara

conocer lo que es eficiencia energética, pero solo el 27,85 lo distingue del ahorro energético.

Cuadro 6. Gasto promedio en energía eléctrica de los hogares.

REGION	promedio de consumo por hogar	promedio de consumo per cápita	consumo menor a \$500	consumo entre \$500 y \$1000	consumo entre \$1000 y \$2000	consumo entre \$2000 y \$3000	consumo mayor a \$3000	sin dato de consumo
Total	1.615,35	568,01	100.642	209.879	456.643	281.370	64.957	19.875
Costa Este (Canelones, Maldonado, Rocha)	1.769,98	579,74	15.923	37.314	105.212	82.018	15.969	2.723
Centro Norte (Tacuarembó, Durazno)	1.450,59	539,29	4.081	14.071	19.421	8.668	2.217	655
Centro Sur (Flores, Florida, Lavalleja)	1.556,10	565,41	4.578	12.973	21.322	12.734	2.297	-
Interior Norte (Artigas, Rivera, Cerro Largo, Treinta y Tres)	1.434,04	501,15	12.334	22.423	48.785	12.269	5.920	1.077
Litoral Norte (Salto, Paysandú, Río Negro)	1.636,92	535,94	9.854	12.535	38.550	21.489	5.667	1.146
Litoral Sur (Soriano, Colonia, San José)	1.626,29	615,35	11.285	16.832	48.945	23.025	7.741	1.248
Montevideo	1.587,14	575,46	42.587	93.731	174.408	121.167	25.146	13.026

Cuadro 7. Cantidad de hogares que conocen y aplican medidas de Eficiencia Energética.

REGION	conoce eficiencia energ	prop conoc ef ener	diferencia ef energ de ahorro	prop dif ef energ y ahorro	aplica medidas	prop hog que aplic ef energ
Total	579.604	51,14%	315.600	27,85%	473.021	41,74%
Costa Este (Canelones, Maldonado, Rocha)	137.585	53,09%	70.397	27,16%	115.833	44,70%
Centro Norte (Tacuarembó, Durazno)	24.364	49,61%	10.656	21,70%	18.964	38,61%
Centro Sur (Flores, Florida, Lavalleja)	28.419	52,72%	17.409	32,30%	20.911	38,79%
Interior Norte (Artigas, Rivera, Cerro Largo, Treinta y Tres)	51.313	49,91%	32.132	31,25%	43.477	42,29%
Litoral Norte (Salto, Paysandú, Río Negro)	41.839	46,88%	24.356	27,29%	36.436	40,83%
Litoral Sur (Soriano, Colonia, San José)	45.588	41,79%	21.898	20,08%	36.912	33,84%
Montevideo	250.496	53,29%	138.752	29,52%	200.488	42,65%

Si bien los conceptos de eficiencia y ahorros son diferentes ya que en este último implica una renuncia a determinada satisfacción, las acciones que se tomen en ambos casos apuntan en una misma dirección en cuanto a la determinación de la demanda de luminaria eficiente, ya que las acciones que se tomen por eficiencia o ahorro tratan de disminuir el peso del consumo energético en el hogar. Del relevamiento de medidas de eficiencia energética que aplican los hogares (algunas de las cuales son de ahorro exclusivamente), más del 40% de los hogares declaran

realizar este tipo de acciones. En el cuadro siguiente enumeramos cuales fueron las medidas declaradas con mayor frecuencia.

Cuadro 8. Tipos de medidas de Eficiencia Energética aplicadas por los hogares.

REGION	aplican medidas de ef energ	apaga luces	desenchufa equipos	regula termostato	aislamiento térmico
Total	473.021	461.897	323.063	381.295	361.480
Costa Este (Canelones, Maldonado, Rocha)	115.833	111.912	78.903	96.490	83.056
Centro Norte (Tacuarembó, Durazno)	18.964	18.964	14.572	15.908	15.315
Centro Sur (Flores, Florida, Lavalleja)	20.911	20.279	15.421	16.968	15.626
Interior Norte (Artigas, Rivera, Cerro Largo, Treinta y Tres)	43.477	43.477	32.369	33.008	33.492
Litoral Norte (Salto, Paysandú, Río Negro)	36.436	35.735	26.658	29.419	29.402
Litoral Sur (Soriano, Colonia, San José)	36.912	36.912	26.410	30.297	29.303
Montevideo	200.488	194.618	128.730	160.709	155.286

Podemos ver que la mayoría de los casos las medidas aplicadas son cuatro, en primer lugar apagar las luces que declarada por casi todos los hogares que realizan medidas, seguido por regular el termostato con más de 380 mil hogares, realizar medidas de aislamiento térmico y luego desenchufar equipos.

El cuadro que sigue se relevó cuales eran las diferencias que los hogares notaban entre las lámparas LFC (componente mayoritario de las lámparas eficientes) y las lámparas incandescentes (componente mayoritario de las lámparas ineficientes). En este caso se relevó que cosas las personas veían como diferentes entre este tipo de luminarias, como precios, consumo energético, duración, calidad de la luz y tratamiento del casquillo como residuo una vez concluida la vida útil de la lámpara.

Dentro de estos hay factores que inciden positivamente y otros negativamente en la elección de luminarias eficientes. Dentro de los factores que inciden positivamente para la elección de una LFC está el menor consumo energético y la mayor vida útil; como elementos negativos podemos visualizar un mayor precio, una peor calidad de la luz y tener que realizar mayores acciones para el tratamiento de los residuos.

Con respecto al consumo de energía cerca de la mitad de los hogares reconocen este efecto ya que este aspecto es señalado por más de 500 mil hogares. En este caso existe empíricamente una diferencia significativa en el consumo de ambos tipos de lámparas que hace que el recambio se pague con los ahorros en pocos meses. Este aspecto parece estar bastante interiorizado en los hogares uruguayos, lo que se puede ver por el alto grado de penetración de esta tecnología.

El otro aspecto que señalamos como positivo es la mayor vida útil, lo que está señalado por más de 200 mil hogares es decir cerca de la quinta parte. En este caso si bien la durabilidad de una LFC comprobada por ensayos de laboratorio es ocho veces más larga que el de una incandescente. Aunque para notar esta diferencia es necesario un lapso de tiempo más grande.

Con respecto a los aspectos que pueden aparecer como efectos negativos el más generalizado es la calidad de la luz, que es citada por más de 560 mil hogares. Este efecto puede ser relativizado hoy en día con la existencia de diferentes tipos de LFC, tanto de luz fría como de luz cálida, que permiten obtener una buena calidad de luz por parte de las LFC, aunque este efecto es presumible que se arrastre en el imaginario colectivo en el corto plazo.

Con respecto al precio de venta de las LFC que es sustancialmente más alto que el de una incandescente, sería un problema para unos 150 mil hogares, lo que no representa un problema demasiado generalizado. Lo que es coherente con que muchas personas vean como positivo el menor consumo energético, por lo que es factible que muchos consumidores estén visualizando como costo de la lámpara el que tiene a lo largo de su vida útil. Este efecto de que el precio no parece ser un elemento demasiado relevante también se visualiza cuando vemos la disposición a pagar por parte de los individuos que está muy cercana a los precios que efectivamente se dan en el mercado.

Finalmente el otro aspecto relevado como diferencial entre ambos tipos de lámparas tiene que ver con los aspectos medioambientales y el tratamiento que debe hacerse cuando se desecha una LFC. Este aspecto es muy poco citado tan solo unos 13 mil hogares manifiestan este tema lo que representa en el entorno del 1%. Este tema es probablemente un aspecto poco conocido por la población lo que

implica que no se torne relevante en este momento, aunque se visualizarse como un problema podría llegar a desincentivar la compra de LFC.

Cuadro 9. Cantidad de hogares que identifican diferencias entre las LFC e incandescentes.

REGION	precio	consumo	duración	calidad	tratamiento
Total	153.294	509.334	201.221	567.025	13.468
Costa Este (Canelones, Maldonado, Rocha)	34.309	126.579	48.571	136.051	3.719
Centro Norte (Tacuarembó, Durazno)	7.919	18.630	4.433	22.923	-
Centro Sur (Flores, Florida, Lavalleja)	4.042	26.655	6.878	28.038	-
Interior Norte (Artigas, Rivera, Cerro Largo, Treinta y Tres)	16.228	52.326	17.977	50.529	688
Litoral Norte (Salto, Paysandú, Río Negro)	9.398	39.880	13.982	45.977	2.297
Litoral Sur (Soriano, Colonia, San José)	12.647	48.491	18.393	56.997	1.464
Montevideo	68.751	196.773	90.987	226.510	5.300

Vistas las consideraciones que se plantean a nivel de los hogares para diferenciar los tipos de lámparas. Nos preguntamos cuantos hogares no contaban con ninguna lámpara eficiente y ver cuáles son las causas que estos hogares manifiestan para no contar con ninguna lámpara eficiente. Esta pregunta se realizó solo para LFC por lo que algunas de las opciones que registran respuestas para LFC desaparecen si consideramos todas las opciones de lámparas eficientes. Por ejemplo los hogares que no compran por estética, refiere a LFC pero compran otro tipo de lámparas eficientes como tubos o LED.

Los hogares que no cuentan con ninguna lámpara eficiente son unos 38 mil lo que representa una pequeña proporción del universo de hogares del Uruguay, siendo un 3,38%. Dentro de estos hogares se preguntó por qué causa no compraban estas lámparas, a lo que el factor preponderante más repetido es el tipo de luz y en segundo lugar el precio el que solo es manifestado en algo más de 8000 hogares lo que implica poco más de la cuarta parte de los que no cuentan con lámparas eficientes, lo que vuelve a dejar en claro que el precio no es un factor relevante para la determinación de la compra de LFC u otra lámpara eficiente.

Cuadro 10. Motivo por el cual los hogares no compran lámparas eficientes.

REGION	cantidad de hogares sin lámparas eficiente	prop de hogares sin lámparas eficientes	no compran por precio	no compran por estética	no compran por tipo de luz
Total	38.336	3,38%	8.163	-	13175
Costa Este (Canelones, Maldonado, Rocha)	9.784	3,78%	1.839	-	1.964
Centro Norte (Tacuarembó, Durazno)	4.045	8,24%	1.911	-	671
Centro Sur (Flores, Florida, Lavalleja)	-	0,00%	-	-	-
Interior Norte (Artigas, Rivera, Cerro Largo, Treinta y Tres)	2.354	2,29%	689	-	-
Litoral Norte (Salto, Paysandú, Río Negro)	4.068	4,56%	947	-	1.520
Litoral Sur (Soriano, Colonia, San José)	1.196	1,10%	920	-	1.196
Montevideo	16.889	3,59%	1.857	-	7.824

Aquí también hay un tema de brecha geográfica, siendo casi nula la cantidad de hogares que no tienen lámparas eficientes en el Centro Sur y poco más del 1% en el Litoral Sur, mientras que en el Centro Norte es de un 8,24% y en el Litoral Norte un 4,56%.

También sobre los motivos por los cuales no se compran lámparas eficientes el factor precio se manifiesta en casi la mitad de los hogares de la región Centro Norte y la casi totalidad en el Litoral Sur, sin embargo es poco más del 10% en Montevideo de los hogares de Montevideo en esta situación.

Finalmente a los efectos de poder contemplar los elementos relevados que hacen al comportamiento de los consumidores, se preguntó sobre la disposición a pagar por una lámpara LFC. Si bien los precios reales varían en función de la potencia de la lámpara, marca, etc., de los relevamientos del etiquetado de eficiencia energética que se monitorean desde la DNE el precio promedio es de \$U 108 la de 18 W y de \$U 101 la de 15 W que son los modelos más vendidos. Si miramos los datos relevados por la encuesta la disposición a pagar promedio es de \$U 110,60. No se encuentran diferencias geográficas significativas entre las diferentes regiones del país, siendo en el Centro Sur (región que manifiesta la mayor disposición a pagar) de \$U 120,38; hasta el Centro Norte (región con menor disposición a pagar de \$U 101,93.

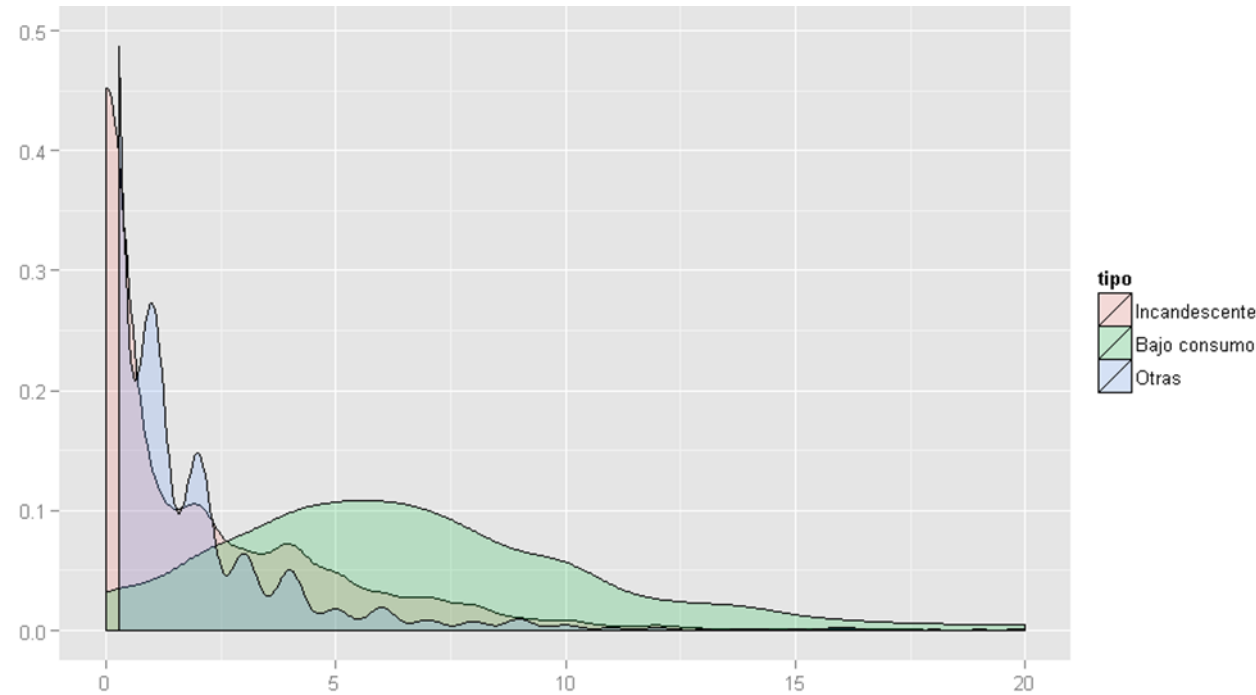
Cuadro 11. Disposición a pagar promedio de los hogares.

REGION	disposición a pagar por una LFC
Total	110,60
Costa Este (Canelones, Maldonado, Rocha)	111,29
Centro Norte (Tacuarembó, Durazno)	101,93
Centro Sur (Flores, Florida, Lavalleja)	120,38
Interior Norte (Artigas, Rivera, Cerro Largo, Treinta y Tres)	108,58
Litoral Norte (Salto, Paysandú, Río Negro)	113,37
Litoral Sur (Soriano, Colonia, San José)	115,21
Montevideo	109,71

Estimaciones sobre la composición del parque en función de los determinantes

En primer lugar realizamos algunas distribuciones del parque para terminar de caracterizar el parque de lámparas, el Gráfico 1 presenta las funciones de densidad de las lámparas LFC, incandescentes y otras lámparas.

Gráfico 1. Distribución del parque de lámparas de los hogares.



Del mismo podemos ver que la fuerte proporción de hogares con muy pocas lámparas incandescentes, mientras que las LFC se distribuyen mucho más estables, lo que implica que existen muchos hogares con una importante cantidad de este tipo de lámparas.

El cuadro que se presenta a continuación intenta elaborar una distribución de cuantas lámparas tienen los diferentes estratos socioeconómicos. El problema que presenta el cuadro siguiente es que se pudo observar cierta sub declaración de ingresos por parte de los hogares si la comparamos con los datos relevados de la ECH. Por lo que el cuadro siguiente representa la distribución por percentiles de ingresos declarados y debe ser considerado con esta limitante.

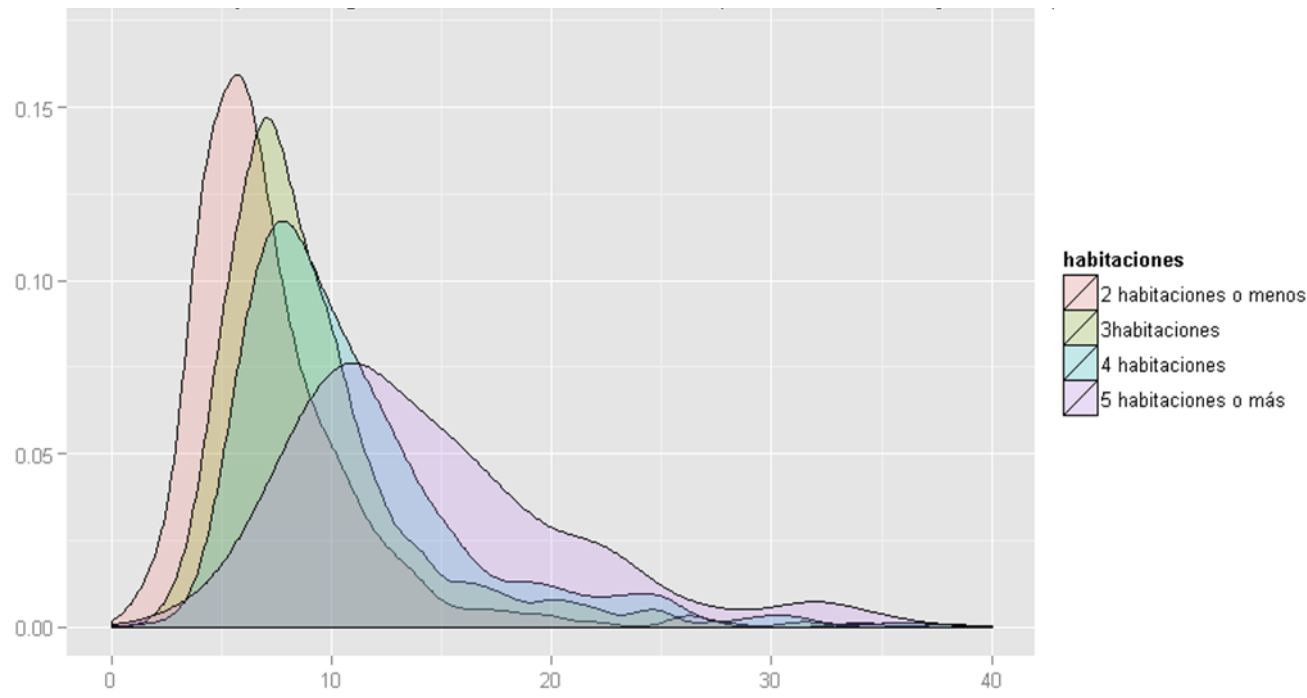
Cuadro 12. Distribución de lámparas para los diferentes percentiles de ingreso.

Percentil	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Cantidad de lámparas	5	6	7	8	9	10	11	13	17

Después se modeló la distribución de la cantidad de habitaciones de las viviendas, ya que es presumible que estén correlacionada con la cantidad de lámparas que se tengan.

Si miramos el Cuadro 13 vemos que también la cantidad de lámparas está correlacionada con la cantidad de integrantes del hogar, las que varían desde 8,1 para los hogares unipersonales a 11,6 en los de 4 personas. Aunque parezca algo contradictorio los hogares de 5 personas o más tienen un valor algo menor 11,5, si bien esta diferencia no es significativa en términos estadísticos y esta brecha cae dentro del margen de error. Este estancamiento puede deberse a que los hogares con mayor cantidad de integrantes suelen ser más pobres y por lo tanto tener viviendas más pequeñas.

Grafico 2. Distribución de la cantidad de habitaciones de las viviendas.



Cuadro 13. Cantidad de lámparas por cantidad de integrantes del Hogar.

Tamaño del hogar	Lámparas promedio por hogar
1	8,1
2	10,1
3	10,8
4	11,6
5 o más	11,5

Como ya señalamos la referencia al ingreso es una variable que tiene bastante poder explicativo a la hora de analizar el parque de lámparas. Marcando las limitaciones y posibles errores que podemos se pudieron tener cuando se relevó

esta variable, realizamos dos salidas donde planteamos la cantidad de hogares que presentan 3 o más lámparas incandescentes y luego 2 o más incandescentes.

Cuadro 14. Cantidad de Hogares con 3 lámparas incandescentes o más, por quintil de ingresos.

Quintil Ingreso del hogar	3 lámparas Incandescentes o más			Cantidad de lámparas
	Cantidad de hogares		Porcentaje Si	
	No	Si		
Total	796,845	336,474	29.7%	1,930,651
Primer	158,242	68,416	30.2%	319,958
Segundo	162,469	64,176	28.3%	325,351
Tercero	158,622	68,015	30.0%	375,165
Cuarto	165,624	61,078	26.9%	363,298
Quinto	151,888	74,789	33.0%	546,879

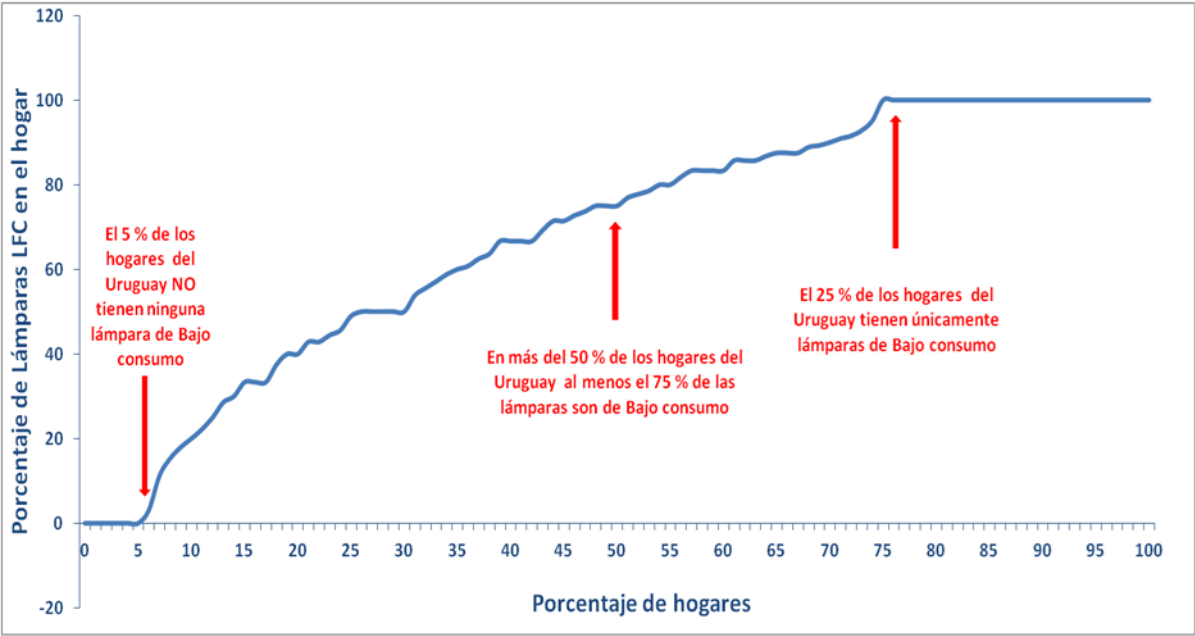
En el caso de hogares que tengan más de 3 lámparas incandescentes rondan el 30% en cada quintil de ingresos. En cuando a la cantidad de hogares que tienen 2 o más la proporción superan el 40% del total.

Finalmente realizó visualizó como de daba la proporción de lámparas entre los hogares, que se describe en el Gráfico 3, donde podemos ver que tan solo un 5% de los hogares no tienen lámparas LFC (que si le agregamos otras lámparas eficientes esta proporción es menor) y donde un 25% de los hogares tienen todas sus lámparas LFC.

Cuadro 15. Cantidad de Hogares con 2 lámparas incandescentes o más, por quintil de ingresos.

Quintil Ingreso del hogar	2 lámparas Incandescentes o más		Porcentaje	Cantidad de lámparas
	Cantidad de hogares			
	No	Si		
Total	664,296	469,023	41.4%	2,182,672
Primer	132,832	93,826	41.4%	368,272
Segundo	141,866	84,779	37.4%	364,524
Tercero	127,932	98,705	43.6%	433,518
Cuarto	128,772	97,930	43.2%	433,365
Quinto	132,894	93,783	41.4%	582,993

Gráfico 3. Distribución de la cantidad lámparas LFC de los hogares.



Modelo de estimación de la demanda de iluminación eficiente

Se asume la existencia de un consumidor representativo de los hogares uruguayos, para el que se utiliza una función de utilidad, la que se hace depender de la cantidad de lámparas eficientes e ineficientes:

$$U = Ae^{\alpha}i^{\beta}$$

Donde e representa la cantidad de lámparas eficientes e i la cantidad de lámparas ineficientes, donde A representa la utilidad exógena por contar con servicios de iluminación.

A partir de esta función podemos tratar de derivar la función de demanda de lámparas eficientes, e^d ; la que depende del precio del propio bien, p_e ; de un proxy del ingreso, y , que en este caso usaremos el gasto en energía eléctrica ya que está correlacionado con el ingreso de los hogares; el precio del bien sustituto, en este caso las lámparas ineficientes, p_i ; el precio de un bien complementario como es el precio de la energía eléctrica, p_{ee} ; el precio dispuesto a pagar por el propio bien, DP ; y se incorpora como variable descriptiva el nivel educativo alcanzado por el jefe de hogar, n .

$$e^d = a - bp_e + cp_i + dp_{ee} + fy + gDP + hn$$

Los parámetros de la ecuación, se determinarían por las características relevadas en la encuesta y que en buena medida se resume en los cuadros de la sección anterior.

Para realizar la estimación empírica se utilizará una regresión donde la variable independiente es la cantidad de lámparas eficientes (se considera para este caso solo las interiores). En vista de que algunas de las variables explicativas dependen de la variación en el tiempo, para un análisis en un momento dado pasan a ser constantes, por tanto el precio promedio de la LFC y el de la incandescente, y el precio de la energía eléctrica, se convierten a una constante en el modelo ($A = a - bp_e + cp_i + dp_{ee}$). Por otra parte, enmascararemos el costo de la energía eléctrica dentro del consumo de electricidad ($fy = Bce$). Renombrando los restantes coeficientes y variables ($gDP = Cdp$ y $hn = Dne$) la formulación pasa a tener esta expresión:

$$e^d = A + Bce + Cdp + Dne$$

Donde los coeficientes a estimar mediante la regresión son A, B, C, D ; y las variables son:

ce : el consumo eléctrico (discretizado a niveles como la media de clases de los consumos presentados en el Cuadro 6.

dp : precio dispuesto a pagar (valor numérico indicado por el usuario).

ne : nivel educativo (el cual se discretizó en 4 niveles: 1 Primario; 2 Ciclo Básico o UTU; 3 Bachillerato; 4 Terciario).

Como la formulación anterior es una formulación teórica adaptamos algunas de las expresiones a las variables relevadas en la encuesta y cargamos varios modelos para ver cómo se ajustan.

En la sección siguiente se desarrollarán las estimaciones correspondientes a los efectos de determinar la ecuación de demanda.

Resultados del modelo de regresión lineal

Con respecto al análisis de regresión lineal, para alcanzar el modelo señalado en la sección anterior, se realizaron 4 modelos en los que se fueron modificando las variables explicativas de forma de obtener la mejor aproximación.

El primer modelo desarrollado pretendía explicar la cantidad de lámparas LFC que tienen los hogares a raíz de su disposición a pagar y el gasto en energía eléctrica que tienen los hogares ($D = 0$). Este modelo es significativo para explicar el fenómeno pero explica muy poco aunque los dos variables son significativos.

El segundo modelo se le agregó a las variables anteriores la cantidad de habitaciones de las viviendas (h) y la cantidad de integrantes (i):

$$e^d = A + Bce + Cdp + Eh + Fi$$

pero ninguna de estas variables fueron significativas por lo que este modelo no explicaba mejor que el anterior la cantidad de lámparas LFC.

Como tercera aproximación se normalizó la cantidad de lámparas LFC y se estimó como variable dependiente la cantidad de LFC por habitación y se la regresó contra el gasto en energía eléctrica y la disposición a pagar, este modelo tampoco mejoraba el poder explicativo del primer modelo.

$$\frac{e^d}{h} = A + Bce + Cdp$$

Finalmente se planteó un modelo donde se incluyó el nivel educativo del jefe de hogar, además del gasto en energía eléctrica del hogar y la disposición a pagar.

$$e^d = A + Bce + Cdp + Dne$$

A continuación se describen los resultados de la salidos del modelo, donde podemos ver que el nivel explicativo del mismo es relativamente bajo, ya que el R^2 es de 0,16608499, por lo que el nivel explicativo del modelo está por debajo del 17%. El coeficiente de correlación múltiple es de 0,4 el que si bien muestra cierta correlación entre los regresores lo que implicaría que los estimadores hallados estarían subestimando las varianzas puntuales, pero se encuentra lejos del 1 por lo que no generan problemas para poder estimar los mismos.

La expresión con las constantes obtenidas, resulta

$$e^d = 1.2679 + 0.0017ce + 0.0133dp + 1.0778ne$$

La evaluación de la performance de los algoritmos se realizó mediante validación cruzada utilizando 10 subconjuntos.

Cuadro 16: Performance del algoritmo Regresión Lineal

Cantidad de Instancias	Coeficiente de correlación	Error medio absoluto	Error típico	Error relativo absoluto	R^2 ajustado
1229	0,4023	3,7652	5,4996	90,58%	0,1661

Con respecto a la varianza podemos ver que la suma de cuadrados de los residuos es muy importante. El principal resultado del cuadro siguiente es el valor del estadístico F que muestra la significación del modelo en su conjunto, que en este

caso los resultados muestran que el modelo es significativo en su conjunto para explicar el fenómeno.

Cuadro 17. Análisis de la varianza.

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	3	7365,597555	2455,199185	81,3248813	5,5629E-48
Residuos	1225	36982,76534	30,19001252		
Total	1228	44348,3629			

Con respecto a los coeficientes, en primer lugar lo que queremos señalar es que todos son significativos. El término independiente, nos dice que los hogares, independiente de su condición tendrían algo más de una lámpara LFC, lo cual es coherente con los resultados de que sólo el 5% de los hogares no tienen LFC. Con respecto al consumo de energía eléctrica encontramos que mientras más alto sea este mayor la cantidad de LFC que cuenta el hogar, lo que se asociaría a una práctica por parte de los hogares de tratar de contrarrestar sus gastos, si lo vemos por peso gastado la cantidad podría ser poco relevante pero si pensamos en un aumento del gasto en energía eléctrica de unos \$U 1.000 esto representaría casi dos lámparas LFC más (1, 733251). Con respecto a la disposición a pagar, también encontramos una relación positiva en el que los hogares que tienen mayor disposición a pagar tienen mayor cantidad de lámparas LFC, aumentando 0,13 por cada \$U 10 de incremento en la disposición a pagar. Finalmente el salto de nivel educativo (el nivel educativo se categorizó por nivel completo: primaria, secundaria, terciaria), implica que con cada nivel se tendría 1 lámpara LFC más.

Cuadro 18. Coeficientes y significación de los parámetros.

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
A	1,267865269	0,495527164	2,558619106	0,010628259	0,295689329	2,240041208	0,295689329	2,240041208
B	0,001733251	0,000175865	9,855556455	4,19677E-22	0,00138822	0,002078281	0,00138822	0,002078281
C	0,013308421	0,002470774	5,386337642	8,61463E-08	0,008461004	0,018155837	0,008461004	0,018155837
D	1,077827042	0,141149922	7,636044184	4,49131E-14	0,800904669	1,354749415	0,800904669	1,354749415

A continuación se presenta la distribución del parque de lámparas, tanto la empírica, como la que surge del modelo estimado. El modelo estimado predice una cantidad mayor en los tramos centrales y menor en los hogares con menor cantidad de lámparas, así como una sub estimación de los hogares con mayor cantidad de lámparas.

Gráfico 4. Distribución empírica de la cantidad de lámparas LFC.

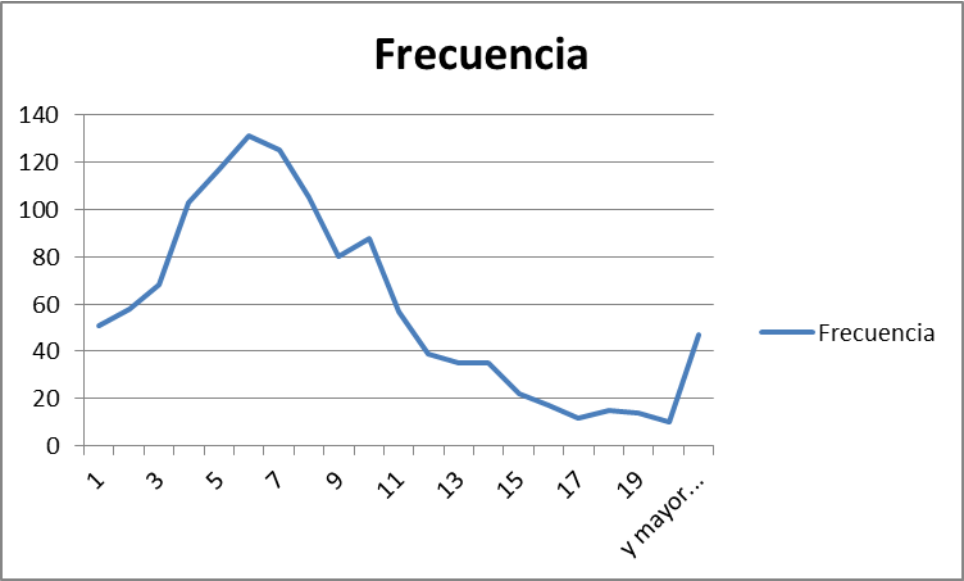
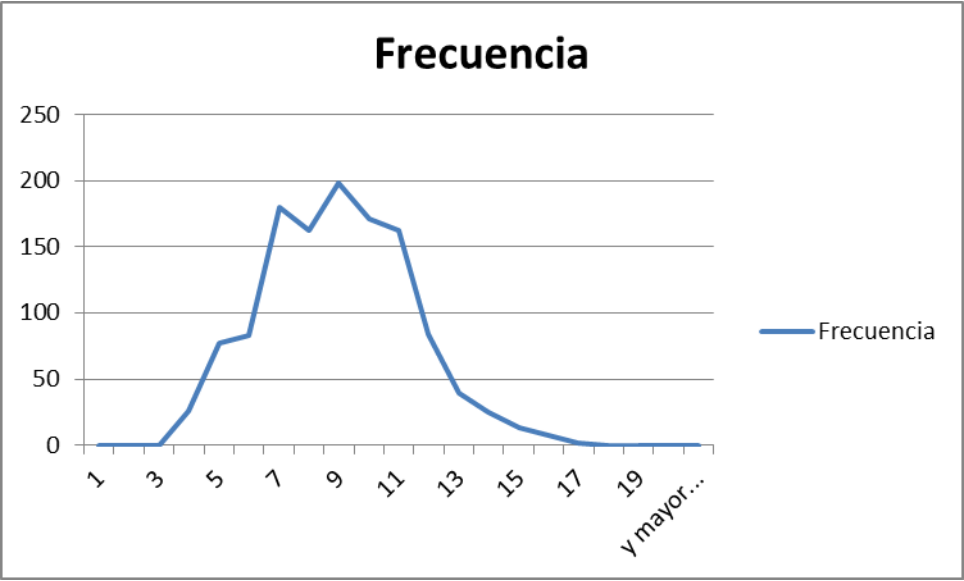


Gráfico 5. Distribución de la cantidad de lámparas LFC estimada por el modelo.



Otros modelos de estimación de la demanda de iluminación eficiente

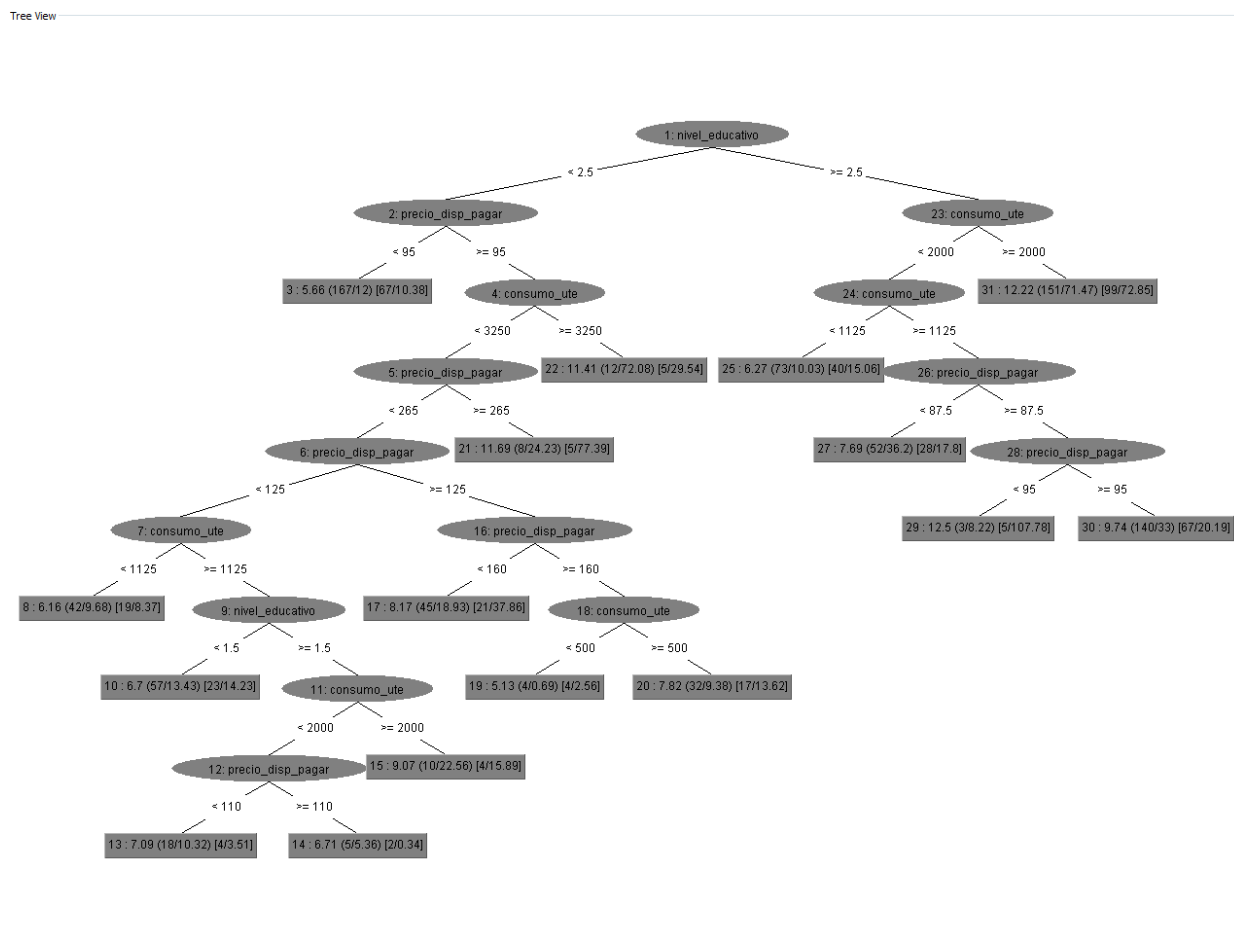
Por otra parte, se intentó explorar otros algoritmos de clasificación con el objetivo de mejorar la predicción que realiza la regresión lineal, en vista de que otras curvas geométricas distintas a un hiperplano en R^3 podría reducir errores, o incluso otros métodos que particionen los datos de distintas formas. En tal sentido, uno de los algoritmos con los que se experimentó fue utilizando árboles de decisión (en particular el algoritmo REPTree del paquete de software Weka).

En el Gráfico 6 se ilustra el árbol de decisión obtenido. Las elipses indican el parámetro de decisión, las líneas que separan los nodos en cada ramificación muestran el umbral de decisión para continuar descendiendo en el árbol para llegar al valor predicho por el algoritmo. Las cajas rectangulares indican el valor (es decir, la cantidad de lámparas eficientes estimadas por el método de acuerdo a las características que se utilizaron como representativas). Es interesante observar que el nodo principal, el que está en la base del árbol (en la parte superior), que es usualmente el que tiene mayor poder de significación y separación de los datos es nuevamente el nivel educativo alcanzado. A modo de ejemplo, el árbol indica que de aquellas muestras con nivel educativo menor a 2,5 (Primaria, Ciclo Básico o UTU), y están dispuestos a pagar menos de \$U 95, en promedio tienen 5,66 lámparas eficientes.

Cuadro 19: Performance del algoritmo REPTree

Cantidad de Instancias	Coeficiente de correlación	Error medio absoluto	Error típico	Error relativo absoluto
1229	0,3283	3,8928	5,7064	93,64%

Gráfico 6: Árbol de decisión generado por el algoritmo REPTree



Con el objetivo de reducir la varianza del árbol, se realiza bagging tomando como base REPTree. Bagging es un algoritmo diseñado para mejorar la estabilidad y precisión de distintos métodos de clasificación, y es generalmente aplicado a árboles de decisión. Este procedimiento genera varios subconjuntos de la muestra completa y aplica el método de clasificación subyacente a cada subgrupo, combinando los resultados, en este caso, mediante el método de votación. Esto permite en especial incrementar la performance de los algoritmos de clasificación, pero no es posible observar en forma gráfica o intuitiva el comportamiento de las subdivisiones en el espacio de parámetros. En el Cuadro 20 se observan las mejoras reflejadas en los parámetros de performance, casi alcanzando aquellos devueltos por la regresión lineal. De todos modos, finalmente observando los histogramas de las cantidades de lámparas eficientes real, y las predicciones de los distintos algoritmos, se acepta como más convincente el resultado de la regresión lineal.

Cuadro 20: Performance del algoritmo Bagging sobre REPTree

Cantidad de Instancias	Coeficiente de correlación	Error medio absoluto	Error típico	Error relativo absoluto
1229	0,3688	3,8217	5,5998	91,94%

En primera instancia se corrió la base con distintos tipos de clasificadores, tablas de decisión, árboles de decisión, redes, y regresión lineal, que fue la aproximación que da un menor error (aunque es muy alto).

Esto se debe a que los parámetros describen muy mal los datos, es decir, pueden haber muchos hogares con los mismos parámetros y cantidades de lámparas LFC totalmente distintas.

Análisis de las posibles restricciones de oferta a nivel territorial

En función de lo desarrollado en este trabajo, podemos plantear que nuestras ideas originales a la hora de plantear este trabajo no son pueden ser comprobadas y donde muchos son rechazados por los resultados encontrados.

En particular se pretendía estudiar si existían diferencias en las proporciones de lámparas eficientes sobre todo presuponiendo que en los departamentos del norte del país la proporción de lámparas eficientes sería menor que en los departamentos del sur; esta hipótesis es rechazada ya que Montevideo es la región que presenta menor proporción de lámparas eficientes y los departamentos del norte del país quedan en el entorno de la media.

Por esto quisimos profundizar el análisis en ver si existían algunas diferenciaciones importantes a nivel geográfico, encontrando que la principal diferencia se encuentra en la cantidad de lámparas por área geográfica. En este caso se puede ver claramente que la cantidad de lámparas de todo tipo son mayores en Montevideo y en los departamentos del Sur y Este; mientras que más al norte nos encontremos la cantidad de luminarias baja considerablemente.

En particular sobre posibles restricciones existentes en materia de oferta, consideramos que si bien puede existir lugares donde el fenómeno exista, no es de un nivel significativo para el país y no abarca a ninguna región en particular. Es posible que se den restricciones de oferta en poblaciones pequeñas donde no sea rentable para las empresas comercializadoras trasladar este tipo de productos, pero no contamos con datos a este nivel de desagregación como para poder estudiar este fenómeno.

Metodológicamente también tuvimos dificultades para realizar comparaciones para realizar una estimación teórica del parque de lámparas, ya que pudimos realizar estimaciones únicamente con LFC y no para todo el parque de lámparas eficientes (incluyendo tubos y LED). Además la poca capacidad predictiva del modelo también marca una limitante para poder hacer comparaciones con el parque actual de forma de ver si el mercado puede generar restricciones de oferta.

Conclusión.

A modo de cierre del documento queremos plantear algunas consideraciones y reflexiones sobre este proceso de estudio y cuáles son los principales elementos que pudimos abordar y que cosas quedaron descartadas y cuales otras podrían profundizarse en trabajos posteriores.

En primer lugar las percepciones iniciales de la posible existencia de restricciones de oferta en determinadas regiones geográficas fueron rechazadas por los datos relevados. Encontramos que las principales diferencias geográficas existentes se deben a la cantidad de lámparas y no a la proporción de lámparas eficientes e ineficientes.

Esto implicó que se abordara de manera más exhaustiva los temas por aproximaciones geográficas, los que desarrollamos en una sección de este trabajo para tratar de profundizar nuestro conocimiento sobre las disparidades geográficas.

Nos encontramos que los elementos relevados para poder estimar una función de demanda resultan claramente insuficientes, ya que nuestras estimaciones

presentan muy poco poder explicativo; aunque el modelo final con el que trabajamos tiene un nivel de significación importante y todas sus variables explicativas resultaron ser significativas para explicar la cantidad de lámparas LFC.

No pudimos realizar las comparaciones entre el parque estimado y el cierre real del mercado ya que el bajo poder predictivo del modelo, no representaba un resultado relevante para poder indagar en la existencia de posibles restricciones de oferta.

Por lo tanto, sería interesante continuar profundizando las condicionantes de oferta y demanda de equipamiento de iluminación eficiente. De esta manera se necesitarían mejorar las posibles causas que expliquen la demanda y por lo tanto ver que tanto podemos avanzar en el estudio de las causas y motivaciones que tienen los hogares cuando resuelven las compras de lámparas.

Bibliografía

- Dirección Nacional de Energía (2012): Balance energético nacional.
- DNE-PNUMA (2012): *Informe de Situación Nacional. Iluminación Eficiente en Uruguay.*
- DNE-PNUMA (2013): *Estrategia Nacional de iluminación eficiente y sostenible.*
- Hall M., Frank E., Holmes G., Pfahringer B., Reutemann P., Ian H. (2009); The WEKA Data Mining Software: An Update; SIGKDD Explorations, Volumen 11, Edición 1.
- Letscher, V.; McNeil, M.; Leiva, F.; Ruiz, A.; Pavón, M.; Hall, S. (2011): *Analysis of minimum efficiency performance standards of residential general service lighting in Chile.* Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory. Climateworks Foundation. US Department of Energy.
- Mattos, J.; Masoller, S.; Mena, C (2013): *La Economía de la Eficiencia Energética*, 4to Encuentro Latinoamericano de la Economía de la Energía. Montevideo Uruguay.

- Ministerio de Energía de Chile (2012): *Decreto 97 del 14 de mayo de 2012. Reglamento que establece el procedimiento para la fijación de estándares mínimos de eficiencia y normas para su aplicación.*
- Ministerio de Energía de Chile (2013): *Informe técnico preliminar. Estándar mínimo de Eficiencia Energética. Lámparas no direccionales para iluminación general.*
- Servicio Nacional del Consumidor, Gobierno de Chile (2005): *Análisis comparativo del desempeño energético de ampolletas residenciales incandescentes y fluorescentes compactas”.*
- UNEP (2012a): *Archieving the Global transition to Energy Efficient lighting toolkit.* United Nation Environment Programme.
- UNEP (2012b): *Informe sobre la transición hacia la iluminación eficiente en Latinoamérica y el Caribe.* Iniciativa PNUMA-GEF en.ligthien y REGATTA.



Universidad de la República. Facultad de Ciencias Sociales. Uruguay