



El trimestre económico

ISSN: 0041-3011

ISSN: 2448-718X

Fondo de Cultura Económica

Hancevic, Pedro; Margulis, Diego

Horario de verano y consumo de electricidad: el caso de Argentina*

El trimestre económico, vol. LXXXV (3), núm. 339, 2018, Julio-Septiembre, pp. 515-542

Fondo de Cultura Económica

DOI: 10.20430/ete.v85i339.311

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31358146003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UDEM  redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Horario de verano y consumo de electricidad: el caso de Argentina*

Daylight Saving Time and Energy Consumption:
The Case of Argentina

*Pedro Hancevic y Diego Margulis***

ABSTRACT

Background: Daylight saving time (DST) has been actively used as a mechanism for energy conservation and reduction of greenhouse gas emissions. In the case of Argentina, the most recent experiences with DST occurred during the austral summer periods of 2007-2008 and 2008-2009, when the policy was finally abandoned. However, the benefits of DST and the size of the (potential) energy savings are still part of an ongoing discussion in a country where energy subsidies imply a heavy fiscal burden.

Methodology: Using a difference-in-differences framework that exploits the quasi-experimental nature of the program implementation, we use hourly data for the 2005-2010 period at the province level and estimate the impact of DST on electricity consumption and on peak demand.

Results: The application of DST increased total electricity consumption between 0.4% and 0.6%, but decreased aggregate national peak demand between 2.4% and 2.9%. In monetary terms, DST represented extra generation costs of 10.9 and 18 million USD during summers 2007-2008 and 2008-2009, respectively. Finally, the application of DST increased the emissions of air pollutants during those periods.

* Artículo recibido el 11 de abril de 2017 y aceptado el 22 de noviembre de 2017. Los autores agradecen a Hugo Salas-Rodríguez y a Javier López-Aguilar por la excelencia de su trabajo de apoyo a la investigación, así como a un revisor anónimo de *El Trimestre Económico* por sus valiosos comentarios y sugerencias. Los errores remanentes son responsabilidad única de los autores. [Traducción del inglés de Fausto José Trejo].

** Pedro Hancevic, Departamento de Economía, Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE) (correo electrónico: pedro.hancevic@cide.edu). Diego Margulis, Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (Cammesa) y Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina (correo electrónico: diegomargulis@cammesa.com.ar).

Conclusion: The rationale for DST is questionable. The policy outcomes in terms of energy consumption and energy peak demand seem to go in opposite directions, at least in the latest experience in Argentina. A case-by-case study is the safest way of proceeding, and this paper is a piece of evidence that contributes to an open debate.

Keywords: daylight saving time; electricity consumption; peak demand; energy conservation; air pollution. *JEL classification:* Q4, Q54.

RESUMEN

Antecedentes: como estrategia encaminada a conservar la energía y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), se ha utilizado de manera intensiva la política de cambio de horario de verano (DST por sus siglas en inglés). En lo que respecta a Argentina, las experiencias más recientes con el horario de verano tuvieron lugar durante el periodo de verano austral de 2007-2008 y de 2008-2009, al término del cual se optó finalmente por desechar la política. Sin embargo, los beneficios que trajo el horario de verano y la proporción de los ahorros energéticos (potenciales) aún constituyen factores por considerar en el marco de la discusión en curso que se sostiene en un país donde los subsidios al consumo de energía implican una pesada carga fiscal.

Metodología: por medio de la técnica de diferencia en diferencias (DID), la cual aprovecha a fondo los elementos inherentes a la naturaleza cuasiexperimental del programa implementado, empleamos datos obtenidos en intervalos de una hora para el periodo 2005-2010, ubicándonos a nivel provincial, y estimamos el impacto del DST sobre el consumo de electricidad y la demanda pico.

Resultados: la aplicación del cambio de horario de verano significó un incremento del consumo total de electricidad de 0.4 a 0.6%, aunque a la vez trajo consigo un descenso a escala nacional de la demanda pico de 2.4 a 2.9%. En términos monetarios, representó costos de generación extra que ascendieron a 10.9 millones USD y 18 millones USD durante los veranos de 2007-2008 y 2008-2009, respectivamente. Por último, la aplicación del cambio de horario de verano provocó en dichos periodos un aumento en las emisiones de agentes contaminantes del aire.

Conclusión: no deja de ser cuestionable el fundamento para la aplicación del DST. Considerados en términos del consumo energético y la demanda pico, los frutos obtenidos por esta política parecen ser de lo más dispares, al menos a juzgar por las últimas experiencias registradas en Argentina. En ese sentido, lo más razo-

nable parece ser un estudio caso por caso, y este trabajo representa una pieza más de evidencia empírica que contribuye al debate aún abierto sobre este tema. *Palabras clave:* horario de verano; consumo de energía eléctrica; demanda pico; conservación energética; contaminación atmosférica. *Clasificación JEL:* Q4, Q54.

INTRODUCCIÓN

El cambio de horario de verano (DST por sus siglas en inglés, *daylight saving time*) es una de las medidas más generalizadas para disminuir el consumo de electricidad, y son varios los países alrededor del mundo que la han adoptado. En la actualidad las naciones que emplean esta política suman más de 60, lo que equivale aproximadamente a 1 800 millones personas que año con año adelantan su reloj una hora en primavera y lo atrasan una hora en otoño.¹ El propósito principal del DST es hacer un mejor uso de la luz diurna al ajustar las actividades diarias habituales a las horas provistas de luz solar para, de ese modo, ahorrar energía. Entre los países que ya han fijado esa política se encuentran algunos que sopesan la conveniencia de extender su aplicación al agregar una hora de adelanto al cambio de horario de verano (esto es, un cambio por doble partida) o al aumentar el número de días en que se mantiene vigente. Otras naciones que hasta la fecha no lo siguen están evaluando si conviene implementarlo. Por otro lado, algunas economías están (re)considerando la posibilidad de abandonar su práctica. En cualquier caso, aún continúa el debate sobre cuán efectivo resulta este cambio de horario.

En particular, Argentina ha alternado a lo largo de su historia diversos episodios de aplicación (desigual) y falta de aplicación del DST. El país está localizado a una longitud en la que, de acuerdo con el tiempo universal coordinado (UTC, según las siglas convenidas por la comunidad anglófona y la francófona), le son asignados naturalmente los husos horarios UTC-4 y UTC-5. La primera estandarización oficial del tiempo tuvo lugar el 25 de septiembre de 1894, cuando se adoptó el UTC-4. Argentina experimentó por primera vez el DST el 1° de diciembre de 1930 y mantuvo cierta regularidad

¹ La idea original de efectuar cambios en el horario se atribuye a Benjamin Franklin, quien la propuso a finales del siglo XVIII no para ahorrar electricidad sino para reducir el consumo de velas mediante el uso eficiente de la luz solar. El proyecto lo plasmó finalmente Alemania durante la primera Guerra Mundial, con el objetivo de disminuir el consumo de energía y guardar recursos (en particular el carbón) para la guerra armada. En ese contexto, más de 30 países adoptaron el DST, si bien casi todos ellos dejaron de observarlo concluida la guerra.

en la observancia de esa política hasta el 1° de octubre de 1946, fecha desde la cual el horario de verano (es decir, el UTC-3) siguió siendo efectivo a lo largo de todo el año hasta 1963. Tiempo después se decidió reintroducir el DST, pero en 1970 sobrevino una nueva interrupción. En aquel momento su aplicación conllevaba el rasgo novedoso de que en otoño Argentina no atrasaba los relojes, y, como resultado de ello, el país adoptó el UTC-3.² De ahí que todas las aplicaciones subsecuentes del DST (a saber, las de 1974, 1988-1993 y 2007-2009) hayan involucrado en realidad una política de cambio “doble” del horario de verano (esto es, UTC-2).

La última ocasión en que se verificó el doble DST fue durante el verano de 2008-2009. Sin embargo, el debate en torno de los beneficios que trae consigo el uso del DST, en especial los asociados al ahorro de energía, es parte consustancial de una discusión más general sobre las políticas por implementar en la era contemporánea. La cuestión no resulta trivial en un país que durante la década pasada ha experimentado de forma recurrente situaciones de “estrés energético”. Cuando el peso argentino (ARS) se devaluó en 2002, el gobierno mantuvo deliberadamente castigados los precios de los energéticos, lo que causó un desequilibrio acumulativo en los dos sectores principales de energía: el gas natural y la electricidad. El gobierno intervino los mercados energéticos y las políticas de fijación de precios se apartaron visiblemente de las relativas a los costos de oportunidad sostenibles de largo plazo, lo que se evidenció sobre todo en los segmentos superiores, pero no dejó de manifestarse en el resto de la cadena de valor. Dicha política intervencionista condujo a una de las congelaciones de precios y tarifas de mayores proporciones en la historia, especialmente en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), la cual representa aproximadamente un tercio tanto de la población del país como de su producto interno bruto (PIB). La inflación arreció a partir de 2007, y, pese al carácter negativo de los resultados fiscales,³ así como a la serie de desequilibrios patentes que se derivaron de tales medidas, no fue sino hasta 2008 que se articuló una respuesta (por lo demás débil) bajo la forma de una adopción de políticas. Se introdujo un esquema de tarifas de múltiples bloques con precios marginales crecientes y algunos usuarios (especialmente los del sector residencial) comenzaron a

² De hecho, el huso horario UTC-3 se adoptó oficialmente el 7 de marzo de 1993 (tiempo de Argentina, ART). No obstante, su utilización como punto de referencia temporal prevaleció desde el 6 de marzo de 1969.

³ Los subsidios gubernamentales otorgados al sector eléctrico representaron, en promedio, entre 1 y 2% del PIB durante el periodo 2010-2015. Véase, por ejemplo, Navajas (2015).

recibir ajustes de precios basados en el consumo excedente respecto del año inmediato anterior (véase Hancevic *et al.*, 2016). Tras el cambio de gobierno acontecido en diciembre de 2015, el nuevo presidente se encontraba en aprietos y decidió realizar ajustes abruptos en el precio de los energéticos durante el primer trimestre de 2016. A los usuarios de áreas residenciales, en particular, llegaron cobros del suministro eléctrico con un aumento hasta de 400%. A pesar de los cambios registrados en las tarifas y los precios de la energía, las facturas de electricidad aún no reflejan los costos de largo plazo en su totalidad, por lo que muy probablemente se producirán ajustes adicionales en el futuro.⁴

Por añadidura, durante la última década la demanda de electricidad ha aumentado más rápido que su oferta (capacidad en generación y transporte, fundamentalmente), lo que ha ocasionado ciertos episodios de cortes de energía (apagones) y un abastecimiento por debajo del nivel exigido. A la luz de esta compleja situación, en la que se hace tan necesario tomar medidas de eficiencia energética y someter a revisión las normas para la fijación de precios en relación con los costos de oportunidad, cualquier esfuerzo adicional por reducir el consumo de electricidad sería más que bienvenido. En el presente trabajo nos proponemos evaluar cuán efectiva es la aplicación del DST (pasar de UTC-3 a UTC-2) sobre el consumo de electricidad por hora y sobre la demanda pico. Esta última encierra una notable importancia, puesto que la oferta debe igualarse con la demanda en todo momento a lo largo del día. Bajo tales circunstancias, una vez que los recursos renovables menos onerosos han sido utilizados a plenitud (en especial los hidroeléctricos), el sistema comienza a quemar los combustibles fósiles —sobre todo el gas natural, el fueloil y el gasoil, los cuales implican costos marginales de generación cada vez más crecientes. Por lo tanto, debe concluirse que una reducción de la demanda pico podría significar un ahorro sustancial de costos. Finalmente, contemplando el asunto desde una perspectiva ambiental, una reducción potencial del consumo de energía y de la demanda pico podría traer por resultado una disminución de la contaminación atmosférica. La idea es bastante sencilla: considérese la acostumbrada curva de oferta escalonada en la que la fuente hidroeléctrica y otros recursos renovables suelen

⁴ En su prisa por hacer ajustes y cubrir la creciente brecha fiscal, el gobierno se ha olvidado de tomar algunas medidas graduales que resultan obligadas si se pretende modificar las tarifas de electricidad. En consecuencia, existen algunas disputas legales y sigue siendo incierto cómo se ha de implementar el aumento en las tarifas.

tener los costos marginales más bajos, seguidos por la energía nuclear; luego se añaden los diferentes combustibles fósiles de acuerdo con sus costos incrementales. Por lo general, el segmento correspondiente a la curva de oferta asociada con los combustibles fósiles da inicio con el carbón (el cual no tiene verdadera relevancia en el caso de Argentina) y, a continuación, procede con el gas natural, el fueloil y el gasoil, entre otros. Dado ese escenario, resulta claro que, al reducir el consumo de electricidad (en particular durante las horas pico en que se queman los combustibles más contaminantes), se hace posible recortar de manera notable las emisiones contaminantes.

Lo que resta de este artículo está organizado de la siguiente manera: la sección I ofrece un repaso de la literatura que ha surgido en torno al DST; la sección II describe los datos empleados, en tanto que la sección III da cuenta del enfoque empírico aplicado en la investigación; la sección IV consigna los resultados que ha arrojado nuestra estimación y la sección V evalúa el impacto ambiental que tiene la política en cuestión. Por último, se aportan algunas conclusiones.

I. LA EVIDENCIA EXISTENTE

La aspiración a utilizar la luz diurna con mayor eficiencia se remonta a Benjamin Franklin (1784), quien propuso que la gente debía levantarse (y, consecuentemente, irse a dormir) más temprano, de modo que se redujera el uso de las velas gracias a la iluminación solar. A lo largo de los años, ésta ha seguido siendo la motivación esencial de adoptar el DST: si adelantamos el reloj podemos disponer de la luz del sol durante un lapso de tiempo más prolongado hacia las últimas horas de la tarde, y, en consecuencia, tendremos la oportunidad de disminuir el consumo de energía en términos de luz artificial. Sin embargo, una creciente toma de conciencia sobre las repercusiones de esta política en el consumo de energía ha empujado a los académicos a preguntarse si es confiable dicha motivación. Uno de los primeros trabajos —y a la vez uno de los estudios más citados— es el del United States Department of Transportation (1975). En esencia, el trabajo consiste en la aplicación del enfoque conocido como técnica de diferencia en diferencias (DID), el cual responde al objetivo de medir el efecto del DST sobre el consumo de electricidad. El principal hallazgo del estudio apunta hacia la reducción de carga de 1% durante las transiciones de primavera y otoño. No obstante, dichos resultados fueron cuestionados en el trabajo de Filliben (1976) por carecer de significatividad estadística.

Se ha echado mano de distintos métodos para estimar el efecto del DST sobre el consumo de electricidad. La investigación de Aries y Newsham (2008), al examinar de modo sumario la literatura sobre el tema, descubre que los resultados varían según el estudio de que se trate y dependen estrechamente de las condiciones locales. Entre los trabajos más citados y celebrados se encuentra el de Kotchen y Grant (2011), quienes recogen los frutos de un experimento natural en Indiana y estiman el efecto del DST sobre el consumo de energía eléctrica mediante el enfoque de DID. Los autores encuentran evidencias de que el DST acarreó un incremento del consumo, lo que se tradujo en un aumento de los costos de 9 millones USD al año en los recibos de electricidad y un incremento de los costos de reducción de contaminación de aproximadamente 1.7 millones USD. El trabajo de Kellogg y Wolff (2008), que también recurre a la técnica del DID, examina otro experimento natural que se llevó a cabo en Australia; los autores comparan lo ocurrido en dos estados del país utilizando datos sobre la carga eléctrica y sopesan el hecho de que solamente en uno de ellos se aplicó la extensión del DST debido a la celebración de los Juegos Olímpicos de Verano en el año 2000. Por cierto, encontraron que no había un solo momento a lo largo del día en que el DST tuviera un efecto significativo sobre el consumo de electricidad en las zonas residenciales. En términos concretos, el aumento de la demanda por la mañana virtualmente contrarrestaba el descenso de la demanda por la tarde o durante la noche. Asimismo, los autores ponen en duda el valor de la metodología empleada por la California Energy Commission (CEC) (2001) y, por extensión, los resultados obtenidos por ella. Al aplicar la técnica usada por la CEC a los datos referentes a Australia, Kellogg y Wolff (2008) descubren que el método de simulación se revela incapaz de predecir los resultados observados en este país y, por ende, cuestionan las deducciones que hace dicha comisión a propósito de lo sucedido en ese estado de la Unión Americana.

Para realizar sus estimaciones sobre el efecto promedio del DST en Suecia y Noruega, Mirza y Bergland (2011) utilizan una técnica de normalización de días equivalentes y adoptan la perspectiva ofrecida por la DID. De acuerdo con sus hallazgos, existe una reducción de 1.3% en el consumo de electricidad en el caso de ambos países, así como un ahorro anual de 16.1 millones de euros para Noruega y de 30.1 millones de euros para Suecia. Por su parte, Hill *et al.* (2010) emplean una técnica de vectores de soporte para la regresión y exploran la posibilidad de mantener el DST a lo largo

del invierno en el Reino Unido, en lugar de regresar al horario estándar en apego al tiempo medio de Greenwich (GMT, por sus siglas en inglés). Encuentran que la decisión de adelantar el reloj una hora en invierno permite tener diariamente un ahorro de energía de 0.3% y uno de costos de 0.6%. En cuanto a las emisiones de carbono (CO₂), la reducción anual asociada es de aproximadamente 450 000 toneladas.

Desde una perspectiva diferente, Rock (1997) se acoge a un modelo de simulación para predecir el uso de energía en una residencia representativa de los Estados Unidos y descubre que el consumo de electricidad aumenta ligeramente cuando se emplea el DST. De modo similar, Fong *et al.* (2007) simulan una variedad de escenarios de tiempo de ahorro de luz diurna para distintas regiones en Japón y concluyen que un DST por doble partida (es decir, + 2 horas.) constituiría el marco óptimo para el consumo energético en los hogares. Al llevar a cabo un ejercicio similar, Shimoda *et al.* (2007) extienden la idea de la simulación para explicar asimismo el sistema de enfriamiento en la zona residencial y encuentran que el uso de la electricidad se incrementa 0.13 por ciento.

La literatura recabada hasta ahora también indica que, además de los efectos sobre el consumo de energía, la aplicación del DST conlleva otros efectos colaterales. Por ejemplo, Lahti *et al.* (2006) han reportado que, una vez ocurrida la transición al horario de verano, la duración del sueño disminuye 60.14 minutos y el nivel de eficiencia con que éste cumple su función de restaurar el equilibrio físico y psíquico se reduce 10%. Por otro lado, Ferguson *et al.* (1995) y Coate y Markowitz (2004) analizan las consecuencias que tendría hipotéticamente implementar el DST durante un año entero sobre las víctimas de accidentes de tránsito (ya sea ocupantes de vehículos automotores o peatones) en los Estados Unidos. Según infieren, al cabo de ese plazo conjetural habría una drástica disminución del número de víctimas de ambos tipos. Asimismo, Doleac y Sanders (2015), enfocándose en el cambio exógeno a la luz diurna promovido por el DST, evalúan el impacto de la iluminación solar sobre la actividad de los criminales. Utilizando un diseño de regresión discontinua (RDD por sus siglas en inglés), hallan pruebas de que en 2007 se registró un descenso de 7% en los asaltos tras la extensión del DST en los Estados Unidos.

Ahora bien, hasta donde sabemos, no existe un solo trabajo que se ocupe de investigar las repercusiones que tiene el DST sobre la demanda de suministro de electricidad en Argentina, y, más aún, apenas si se han hecho unos

cuantos estudios de caso respecto a las economías emergentes. Por ejemplo, Momani *et al.* (2009) se ocupan de la forma de aplicar el horario de verano en Jordania mediante el examen de las curvas de carga diaria y encuentran que, si bien se verificó una ligera disminución en el empleo de la fuente energética para fines de iluminación, en términos generales se incrementó el consumo anual de electricidad. Karasu (2010) estudia el caso de Turquía antes y después de la transición al DST; el autor propone lo que considera la mejor solución para el ahorro de electricidad; a saber, un escenario caracterizado por el adelanto de 30 minutos del reloj y por una única aplicación del DST de abril a octubre. Tal como se ha afirmado antes, el caso de Argentina guarda relevancia por varias razones, tanto intrínsecas como extrínsecas. En cuanto a las primeras: esta nación enfrenta una situación bastante intrincada en lo referente a la organización y la puesta en marcha del mercado eléctrico (el consumo energético y la demanda pico constituyen factores muy importantes en la hora presente). En cuanto a las segundas: por lo que respecta a otros países (lo mismo desarrollados que en desarrollo), las evidencias reunidas no ofrecen resultados claramente discernibles acerca del efecto del DST sobre el consumo de electricidad y, de manera concomitante, sobre la contaminación atmosférica. El carácter no concluyente de esos análisis se hace patente incluso en los estudios basados en simulaciones. En resumen, existe una necesidad inocultable de juntar más pruebas empíricas sobre el impacto que provoca el DST en el consumo energético y en la demanda pico diaria en ambas clases de economías, y el caso de Argentina de que se ocupa este trabajo puede contribuir a dilucidar estas cuestiones de carácter general.

II. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS Y ESTRATEGIA DE LA INVESTIGACIÓN

Nuestro estudio se beneficia de la forma peculiar en que fue implementada la política del DST. El primer asunto por considerar es que Argentina se ubica en correspondencia con los husos horarios UTC-4 y UTC-5, de acuerdo con su latitud, pero en realidad emplea el UTC-3 como horario estándar, lo cual significa que la nación rioplatense ha adoptado el horario de verano para que rijan todo el año, de manera que la acción de adelantar los relojes en el verano conlleva el “doble DST” o doble horario de verano (esto es, el UTC-2). Las últimas dos ocasiones en que Argentina usó el doble DST fueron del 30 de diciembre de 2007 al 15 de marzo de 2008 y del 19 de octubre de 2008 al 14 de marzo de 2009. En lo que resta del presente trabajo nos ocuparemos del

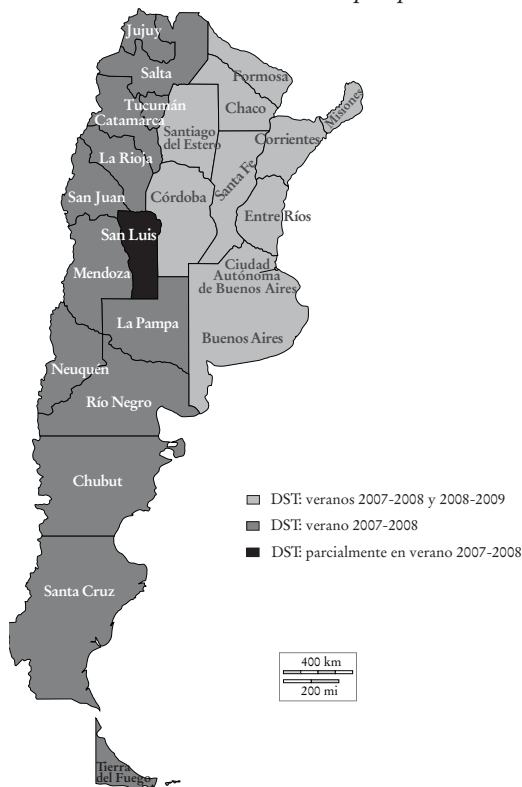
efecto que tiene el doble DST sobre el consumo de energía, si bien designaremos a este último simplemente como “DST”.

El gobierno federal posee la autoridad para implementar el DST a través de todo el territorio argentino. Asimismo, tiene la capacidad de decidir cuándo comienza y cuándo termina este programa. Debe señalarse que en 2007-2008 la aplicación del horario de verano fue objeto de severas críticas; las impugnaciones se hicieron oír especialmente en las provincias occidentales, donde se sufrieron las consecuencias derivadas de fijar el inicio del atardecer en horas tardías (por ejemplo, el declive de actividades turísticas como la visita a restaurantes, festivales de música y salas de cine). Como resultado de las quejas, en el verano siguiente esas regiones quedaron exentas de cumplir con el DST. (El mapa 1 da pormenores de la aplicación del DST por provincias.) Finalmente, al término del verano de 2008-2009 se optó por no seguir aplicando el horario de verano en ninguna parte del país.

En virtud de las complicaciones inherentes a un contexto marcado por el estrés energético, una serie de políticos y funcionarios responsables de la determinación de políticas, pertenecientes a diversos partidos y colocados en diferentes niveles de la administración gubernamental (municipal, provincial y federal), han sostenido debates acerca de la conveniencia de aplicar el DST. Los principales puntos de la discusión atañen a dos áreas relacionadas entre sí: ¿en verdad contribuye el DST a ahorrar energía? ¿Logra reducir la demanda pico?

La estrategia empírica adoptada aquí se sustenta en la recopilación de datos sobre el consumo por hora para cada provincia antes y después de los cambios de política mencionados previamente. En ese sentido, la diferente duración en la aplicación del DST proporciona una fuente adicional de heterogeneidad. Contamos, pues, con grupos de tratamiento —o experimentales— y grupos de control (véase el mapa 1). El supuesto esencial para poder identificar los efectos deseados es el siguiente: una vez que controlamos por las variables observables —por ejemplo, el clima y el acatamiento del DST—, el consumo de energía seguirá por lo demás la misma evolución en el grupo de control y en el de tratamiento. Con base en este supuesto, se hace posible realizar la tarea de identificar el impacto del horario de verano sobre el consumo energético recurriendo a la técnica de diferencia en diferencias.

Los datos sobre el consumo de electricidad por hora a escala provincial (medido en MWh) proceden de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (Cammesa) que, como lo dice su nombre, tiene en sus

MAPA 1. *Observancia del DST por provincia*

manos el mercado de electricidad al mayoreo.⁵ Los datos sobre el clima proceden del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (Indec) proporcionó datos sobre la actividad económica mensual de cada provincia. Por último, el Servicio de Hidrografía Naval (SHN) se encargó de darnos los horarios del amanecer y el atardecer.

Para efectos de consistencia en la exposición, hemos construido dos conjuntos de provincias. Las provincias orientales son tratadas en los dos periodos de verano en que se puso en práctica el DST. Las provincias occidentales son tratadas exclusivamente en el verano de 2007-2008.⁶ El cuadro 1 presenta el resumen de las estadísticas acerca de las provincias orientales, mientras que el cuadro 2 muestra el correspondiente a las provincias occidentales.

⁵ Entre las principales actividades de la Cammesa se incluyen: la operación y el envío de la generación energética; la fijación de precios del mercado al contado; la puesta en marcha del sistema en tiempo real, y la administración de las transacciones comerciales realizadas en este mercado.

⁶ San Luis (véase el mapa 1) fue la única provincia que abandonó en fecha temprana la aplicación del DST: el 20 de enero de 2008.

CUADRO 1. Resumen estadístico. Provincias orientales

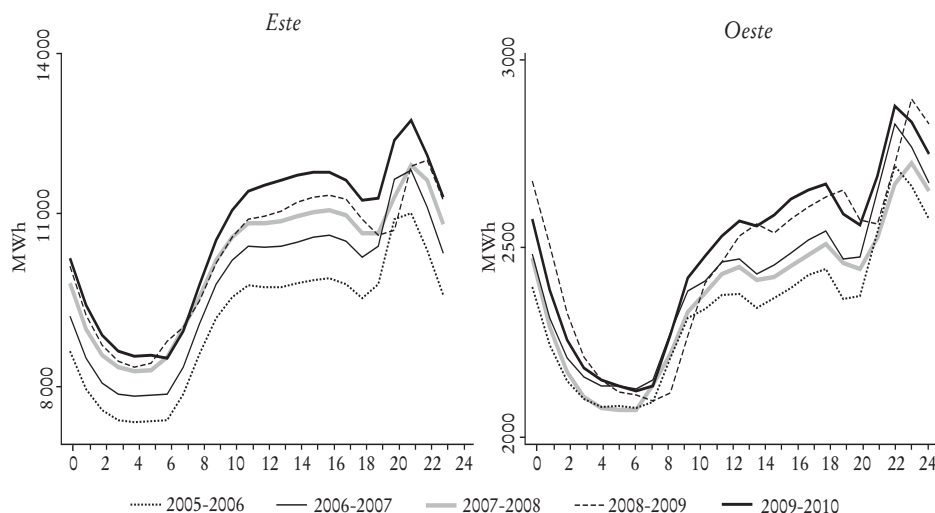
	Consumo (MWh)		Temperatura (celsius)		Humedad (porcentaje)		Presión (hectopascal [hPa])		Viento (km/h)		Luz solar (h/día)	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
<i>Del 19 de octubre de 2006 al 15 de marzo de 2007</i>												
AMBA	4519.26	(901.16)	22.79	(3.81)	70.01	(13.49)	1011.96	(4.82)	17.13	(9.15)	13.78	(0.61)
Buenos Aires	1486.67	(177.45)	18.32	(5.24)	73.85	(18.45)	1011.06	(5.45)	14.73	(8.76)	14.06	(0.71)
Chaco	196.47	(43.32)	26.11	(4.85)	72.67	(17.66)	1003.38	(3.74)	11.34	(6.06)	13.36	(0.46)
Córdoba	828.12	(148.13)	21.97	(4.86)	67.55	(20.06)	956.91	(4.23)	13.89	(8.83)	13.59	(0.54)
Corrientes	227.06	(41.56)	26.04	(4.60)	70.20	(16.66)	1002.86	(3.67)	12.38	(6.78)	13.36	(0.45)
Entre Ríos	289.36	(50.87)	23.10	(4.80)	70.00	(18.73)	1002.46	(4.35)	12.53	(9.86)	13.61	(0.54)
Misiones	148.98	(15.00)	26.52	(4.42)	68.16	(17.28)	995.79	(3.19)	9.05	(4.92)	13.36	(0.45)
Santa Fe	1171.05	(163.44)	22.88	(4.89)	70.38	(19.01)	1008.23	(4.50)	11.48	(7.99)	13.68	(0.57)
Santiago Estero	101.43	(22.47)	25.80	(5.34)	67.22	(20.68)	984.74	(40.76)	9.17	(6.63)	13.38	(0.46)
Tucumán	245.46	(46.16)	24.22	(4.58)	74.15	(16.62)	958.11	(4.52)	11.25	(6.80)	13.33	(0.44)
<i>Del 19 de octubre de 2007 al 15 de marzo de 2008</i>												
AMBA	4623.31	(899.65)	22.38	(4.08)	68.15	(14.52)	1011.91	(4.88)	16.75	(9.22)	13.78	(0.61)
Buenos Aires	1547.22	(170.58)	18.02	(5.60)	72.78	(19.87)	1011.06	(5.62)	15.78	(9.04)	14.06	(0.71)
Chaco	201.79	(43.30)	25.16	(5.33)	69.59	(20.33)	1003.79	(3.80)	10.29	(5.89)	13.36	(0.46)
Córdoba	891.87	(151.80)	22.45	(5.21)	59.78	(21.13)	957.17	(4.06)	13.68	(8.83)	13.58	(0.54)
Corrientes	235.80	(41.79)	25.30	(5.05)	65.83	(18.56)	1003.20	(3.74)	12.41	(6.88)	13.36	(0.46)
Entre Ríos	308.44	(55.91)	23.04	(5.32)	65.64	(19.01)	1002.68	(4.22)	11.36	(8.24)	13.60	(0.55)
Misiones	157.38	(18.90)	25.64	(4.59)	65.40	(17.75)	995.84	(3.39)	10.06	(5.75)	13.35	(0.46)
Santa Fe	1253.88	(176.40)	22.60	(5.43)	66.40	(19.44)	1008.51	(4.42)	12.38	(9.85)	13.67	(0.57)
Santiago Estero	108.96	(23.06)	25.70	(5.71)	62.77	(21.64)	983.17	(61.79)	9.30	(6.47)	13.37	(0.46)
Tucumán	261.41	(48.54)	24.20	(4.88)	69.53	(17.45)	958.74	(4.50)	12.10	(6.56)	13.32	(0.44)

CUADRO 2. Resumen estadístico. Provincias occidentales

	Consumo (MWh)		Temperatura (celsius)		Humedad (porcentaje)		Presión (hectopascal [hPa])		Viento (km/h)		Luz solar (h/día)	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
<i>Del 19 de octubre de 2006 al 15 de marzo de 2007</i>												
Catamarca	194.84	(15.83)	26.90	(5.18)	54.61	(19.17)	954.93	(4.52)	19.78	(13.04)	13.42	(0.48)
Jujuy	81.29	(15.23)	22.98	(4.22)	75.14	(17.61)	908.45	(3.76)	8.03	(6.83)	13.19	(0.39)
La Pampa	72.69	(15.80)	21.87	(6.18)	55.53	(23.66)	988.95	(4.67)	14.21	(10.81)	13.92	(0.66)
La Rioja	117.64	(16.66)	26.75	(5.58)	55.69	(20.47)	959.09	(4.67)	11.12	(6.74)	13.47	(0.49)
Mendoza	532.61	(65.29)	23.86	(5.22)	48.41	(17.39)	930.42	(4.08)	8.49	(6.58)	13.67	(0.57)
Neuquén	224.78	(24.21)	21.04	(6.12)	41.33	(19.63)	980.19	(4.50)	11.97	(8.98)	14.08	(0.73)
Salta	140.72	(27.11)	21.21	(4.26)	75.90	(18.11)	877.32	(3.42)	7.85	(6.82)	13.22	(0.40)
San Juan	196.80	(26.70)	25.48	(5.98)	41.25	(17.30)	941.66	(4.45)	15.87	(9.53)	13.59	(0.54)
San Luis	137.17	(24.15)	22.94	(5.13)	54.95	(19.18)	929.75	(3.75)	19.71	(11.26)	13.70	(0.58)
Santa Cruz	48.09	(5.62)	11.49	(4.49)	54.85	(21.00)	998.46	(9.14)	26.71	(16.03)	15.29	(1.18)
<i>Del 19 de octubre de 2007 al 15 de marzo de 2008</i>												
Catamarca	194.55	(16.22)	26.41	(5.37)	53.42	(20.39)	955.76	(4.52)	18.52	(13.22)	13.41	(0.48)
Jujuy	89.77	(15.12)	22.57	(4.63)	71.54	(18.88)	909.06	(3.80)	9.03	(7.26)	13.19	(0.40)
La Pampa	77.56	(17.79)	21.37	(6.20)	55.86	(22.76)	989.26	(4.55)	15.18	(8.97)	13.91	(0.66)
La Rioja	124.97	(18.93)	27.10	(5.78)	49.41	(20.89)	959.54	(4.71)	11.67	(7.07)	13.50	(0.48)
Mendoza	541.48	(69.49)	23.77	(5.36)	49.70	(18.95)	931.17	(4.17)	8.02	(6.48)	13.67	(0.57)
Neuquén	262.73	(27.12)	22.08	(6.38)	38.89	(18.61)	980.43	(4.52)	12.91	(9.57)	14.07	(0.73)
Salta	151.82	(28.40)	20.49	(4.56)	74.94	(19.14)	877.91	(3.46)	7.62	(6.42)	13.22	(0.40)
San Juan	183.62	(29.73)	25.18	(6.13)	40.16	(19.57)	942.49	(4.49)	16.27	(10.58)	13.59	(0.54)
San Luis	146.78	(24.72)	22.89	(5.47)	53.27	(19.34)	930.48	(3.83)	17.65	(10.14)	13.70	(0.58)
Santa Cruz	46.51	(6.24)	12.53	(5.26)	55.18	(20.20)	1001.02	(9.11)	25.75	(16.50)	15.27	(1.18)

GRÁFICA 1. *Curvas de carga energética: consumo en MWh*

(Periodos tratados y no tratados para los grupos oriental y occidental)



Resulta patente que el grupo oriental consume sustancialmente más que el grupo occidental. El Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA de aquí en adelante) es, por mucho, la región que constituye el mayor consumidor de electricidad, con más de 4500 MWh en promedio. El segundo lugar lo ocupa el resto de la provincia de Buenos Aires (con aproximadamente 1500 MWh), seguido de Santa Fe (con alrededor de 1200 MWh) y Córdoba (con alrededor de 800 MWh). Todas las provincias en el conjunto occidental tienen un consumo de menos de 300 MWh; la única excepción es Mendoza (con más de 500 MWh). Es necesario agregar que, en términos de variables climáticas, existe en ambos grupos una considerable dosis de heterogeneidad.

Nuestro análisis se funda en las observaciones realizadas del 19 de octubre al 15 de marzo durante el periodo que va de 2005 a 2010. La gráfica 1 muestra el consumo de electricidad por hora en los periodos de verano tratados y no tratados para las provincias seleccionadas. Sólo se consideran los días hábiles (en otras palabras, se excluyen los sábados, los domingos y los días de asueto). Se hace patente que las formas presentadas por la curva de carga son relativamente estables durante los periodos no tratados (líneas continuas) para ambos grupos. Durante los veranos tratados (líneas punteadas), las curvas de carga presentan un viraje a la derecha hacia las últimas horas de

la tarde y durante la noche. Un efecto similar pero secundario (en términos de su magnitud) ocurre por la mañana.

III. ESTRATEGIA EMPÍRICA

En lo tocante a este aspecto de la investigación, nuestra principal preocupación es la índole exógena que debe poseer un experimento natural. Es cierto que el cambio de horario se implementó en el contexto de una crisis de energía en ciernes, y, por ende, resulta probable que el tratamiento no sea cabalmente exógeno. Sin embargo, deben considerarse dos hechos que son muy relevantes. El primero: durante el periodo que se halla bajo estudio (las estaciones de verano de 2005 a 2010), la demanda de electricidad prácticamente no encaraba restricciones, puesto que no había problemas en materia de distribución, transmisión o capacidad de generación.⁷ El segundo: tal como se mencionó anteriormente, el cambio de horario de verano de 2007-2008 constituye un experimento natural, pues muchas provincias se vieron forzadas por el gobierno federal a acatar la disposición. No ocurrió lo mismo al año siguiente, cuando 12 provincias optaron por dar marcha atrás y el gobierno federal las autorizó a dejar de adoptar el DST. A este respecto, no hubo nada de azaroso en la medida de asignar a una serie de provincias la implementación del DST en 2008-2009: según se observa en el mapa 1, fueron claramente las provincias occidentales las que decidieron no adherirse a la política. Con el fin de zanjar esta última cuestión, resolvimos que en nuestra aproximación empírica lo idóneo era controlar por muchas variables observables que con toda probabilidad están ligadas a la determinación de participar. Tal vez existan, empero, factores no observables que afecten de manera diferencial el consumo energético de las provincias que aplican el DST y el de las que se abstienen de ello. De ser así, bien puede subsistir un sesgo que acaso contamine nuestros resultados. En apoyo a nuestro ejercicio empírico, varias de las variables observables permanecen invariantes a lo largo del tiempo. Por lo tanto, para minimizar el sesgo de selección, estimamos un modelo DID en el cual las variables ficticias por provincia, fecha, hora, día de la semana y tipo de día (laboral y no laboral) se utilizan para controlar por dichos efectos fijos.

⁷ Entre 2005 y 2010 durante el invierno hubo algunos episodios de breve duración en los que se manifestaron restricciones de capacidad. No obstante, como ya se ha señalado, en el presente trabajo se analizan únicamente los periodos de verano.

El modelo de regresión resultante obedece a la siguiente especificación general:

$$\ln(Q_{itb}) = \gamma_b DST_{itb} + F(W_{itb}) + \eta_t + \zeta_b + \omega_i + \varepsilon_{itb} \quad (1)$$

donde el subíndice t denota la fecha, el b denota la hora y el i denota la provincia.⁸ La variable dependiente Q_{itb} es el consumo de electricidad medido en MWh. La variable DST_{itb} es una variable *dummy* que cobra el valor de 1 si la provincia i en la fecha t y en la hora b está aplicando la política del DST, mientras que equivale a 0 si ocurre algo distinto. Por añadidura, η_t es una ordenada al origen intrínsecamente vinculada a la fecha, ζ_b es una ordenada al origen intrínsecamente vinculada a la hora, ω_i es una ordenada al origen intrínsecamente vinculada a la provincia y ε_{itb} es el término de perturbación. Los argumentos en que se basa la función $F(\cdot)$ son las variables del clima, W_{itb} , y permitimos que hayan no linealidades e interacciones con las variables ficticias del grupo de provincias.⁹ Nuestro interés esencial yace en la estimación de γ_b , que capta el efecto del tratamiento debido a la aplicación de la política de DST. Más concretamente, estimamos el efecto promedio por hora y los efectos específicos de cada hora en la cual se aplica DST sobre el consumo eléctrico.

La segunda cuestión que investigamos en nuestro estudio es el efecto del DST sobre la demanda pico. Dado que la demanda total se encuentra integrada a escala nacional a través del Sistema Argentino de Interconexión (Sadi), surge naturalmente la pregunta de si el DST incide en la demanda pico nacional agregada.¹⁰ El dato sobre la demanda pico planteada por cada provincia individualizada quizá guarda relevancia por varias otras razones, pero no es pertinente si se le juzga desde el ángulo de la política analizada aquí; desde la perspectiva de este trabajo, lo verdaderamente importante es la demanda pico nacional agregada, y ello se debe a que nos entrega las claves sobre las restricciones de capacidad y la determinación del costo marginal. La ecuación de la demanda pico que estimamos es como sigue:

⁸ Dentro del AMBA están incluidas la capital federal y una parte de la provincia de Buenos Aires. El resto de dicha provincia recibe sencillamente el nombre de Buenos Aires.

⁹ En particular, la variable de temperatura ingresa de forma no lineal. Véase por ejemplo el trabajo de Henley y Peirson (1997) para una discusión sobre las especificaciones paramétricas de la demanda, en contraste con las no paramétricas.

¹⁰ En 1992 se creó el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), que en la actualidad cubre aproximadamente 93% de la demanda nacional; lo que resta, 7%, corresponde al Mercado Eléctrico Mayorista del Sistema Patagónico (MEMSP), el cual a su vez está interconectado y cubre la región de la Patagonia al sur del país. Desde 2006 ambos mercados, el MEM y el MEMSP, se encuentran vinculados.

$$\ln(PEAK_t) = \gamma_1 DST - 1_t + \gamma_2 DST - 2_t + F(W_t) + \beta X_t + \tau_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

donde $PEAK_t$ es el pico de la demanda en la fecha t para el país entero (a través del SADI). La variable *dummy* $DST - 1_t$ adquiere el valor de 1 a lo largo de la primera aplicación de la política del DST y el valor de 0 fuera de dicho periodo, mientras que la variable *dummy* $DST - 2_t$ opera de modo similar para la segunda aplicación del DST. X_t es un vector de controles que incluye la estimación mensual nacional de la actividad económica (EMAE) y las variables *dummy* para el día de la semana y el tipo de día (hábil o inhábil), entre otras variables de control. También hemos incluido una tendencia lineal, τ_t , en tanto que ε_t es el término de perturbación.

Finalmente, quisiéramos discernir la manera en que la política de cambio de horario de verano afecta la hora en que se alcanza el pico de demanda a nivel nacional. Con ese objetivo en mente, consideramos un modelo que es similar a la ecuación (2) pero en el que se utiliza el tiempo (medido en minutos) como la variable dependiente.

IV. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN

En el cuadro 3 se reportan las estimaciones de la ecuación (1) a través de efectos fijos. Las cuatro especificaciones incluyen efectos fijos en los niveles de fecha, hora y provincia. Los errores estándar se hallan agrupados por doble partida (*double clustered*) al nivel de las provincias y los días. La primera especificación presentada en la columna A, que es el modelo estándar, da cuenta de un solo efecto promedio del DST. El modelo de la columna B incorpora las interacciones entre el DST y cada una de las 24 horas del día. El modelo de la columna C repasa las interacciones entre las variables climáticas y una variable *dummy* para las provincias orientales (es decir, para aquellas provincias que han aplicado el DST en ambas estaciones de verano). La columna D incluye los dos tipos de interacciones antes mencionados.

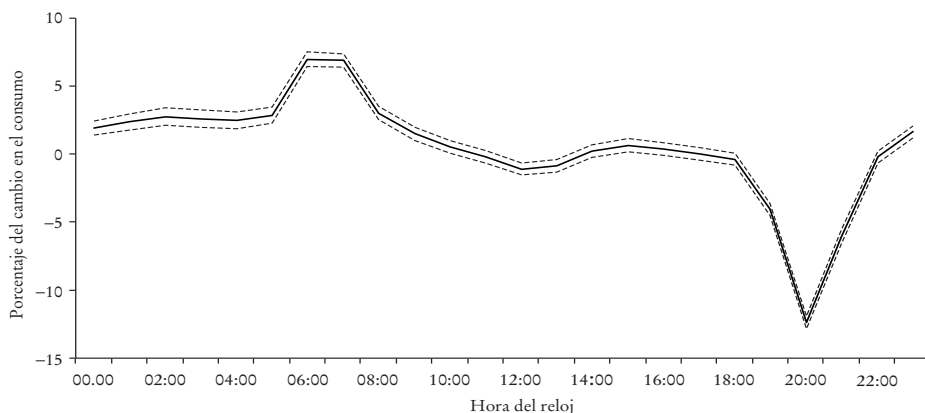
El efecto promedio por hora que tiene el DST sobre el consumo de electricidad es de signo positivo y posee una elevada significación estadística, como se aprecia en las columnas A y C. En promedio, el DST afecta el consumo por hora en 0.49% en el modelo C y en 0.63% en el A. En lo que respecta a los modelos que aceptan recibir de parte del DST un impacto diferencial por hora (columnas B y D), nuestras estimaciones indican que existen ciertos patrones durante el transcurso del día. La aplicación de la política del

CUADRO 3. Modelos de efectos fijos para el experimento natural del DST^a

Variable	(A)	(B)	(C)	(D)
DST	0.00634*** (0.00101)		0.00490*** (0.00102)	
Temperatura	-0.02387*** (0.00083)	-0.02499*** (0.00083)	-0.01896*** (0.00098)	-0.01939*** (0.00098)
Temp. ²	0.00148*** (0.00004)	0.00152*** (0.00004)	0.00117*** (0.00004)	0.00116*** (0.00004)
Temp. ³	-0.00002*** (0.00000)	-0.00002*** (0.00000)	-0.00002*** (0.00000)	-0.00002*** (0.00000)
Humedad	0.00019*** (0.00002)	0.00017*** (0.00002)	-0.00019*** (0.00003)	-0.00019*** (0.00003)
Presión	0.00004* (0.00002)	0.00005* (0.00002)	-0.00125*** (0.00009)	-0.00126*** (0.00009)
Viento	-0.00040*** (0.00003)	-0.00038*** (0.00003)	-0.00018*** (0.00003)	-0.00018*** (0.00003)
Luz solar	-0.00845*** (0.00126)	-0.00823*** (0.00125)	-0.01024*** (0.00125)	-0.00998*** (0.00125)
DST 00:00		0.01755*** (0.00270)		0.01940*** (0.00268)
DST 01:00		0.02042*** (0.00303)		0.02373*** (0.00301)
DST 02:00		0.02305*** (0.00327)		0.02769*** (0.00326)
DST 03:00		0.02029*** (0.00324)		0.02614*** (0.00325)
DST 04:00		0.01794*** (0.00314)		0.02471*** (0.00316)
DST 05:00		0.02134*** (0.00299)		0.02877*** (0.00302)
DST 06:00		0.06123*** (0.00267)		0.06989*** (0.00269)
DST 07:00		0.06021*** (0.00247)		0.06909*** (0.00245)
DST 08:00		0.02218*** (0.00251)		0.03034*** (0.00250)
DST 09:00		0.00970*** (0.00247)		0.01495*** (0.00245)
DST 10:00		0.00340 (0.00245)		0.00539* (0.00243)
DST 11:00		0.00006 (0.00237)		-0.00188 (0.00237)
DST 12:00		-0.00535* (0.00231)		-0.01094*** (0.00231)

DST 13:00	-0.00008	(0.00232)	-0.00861***	(0.00229)
DST 14:00	0.01325***	(0.00251)	0.00241	(0.00241)
DST 15:00	0.01925***	(0.00261)	0.00656**	(0.00249)
DST 16:00	0.01763***	(0.00249)	0.00403	(0.00238)
DST 17:00	0.01371***	(0.00238)	0.00024	(0.00233)
DST 18:00	0.00880***	(0.00219)	-0.00372	(0.00219)
DST 19:00	-0.02950***	(0.00218)	-0.04053***	(0.00221)
DST 20:00	-0.11558***	(0.00245)	-0.12394***	(0.00247)
DST 21:00	-0.05644***	(0.00259)	-0.06050***	(0.00259)
DST 22:00	-0.00087	(0.00229)	-0.00205	(0.00228)
DST 23:00	0.01597***	(0.00230)	0.01646***	(0.00229)
Temp. × este			-0.01377***	(0.00144)
Temp. ² × este			0.00067***	(0.00007)
Temp. ³ × este			-0.00001***	(0.00000)
Humedad × este			0.00104***	(0.00003)
Presión × este			0.00129***	(0.00009)
Viento × este			-0.00075***	(0.00006)
Sol × este			-0.00528***	(0.00073)
Intercepto	7.33928***	(0.02915)	7.34180***	(0.02888)
Observaciones	346 890		346 890	
Coficiente de determinación R^2	0.987		0.987	

^a Todos los modelos incluyen los efectos fijos relativos a la fecha, la hora y la provincia.
 Errores estándar entre paréntesis; significación: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

GRÁFICA 2. *El DST: estimación de sus efectos por hora sobre el consumo de electricidad*

FUENTE: las líneas punteadas representan los intervalos superiores e inferiores de confianza (95%).

DST conduce a un incremento del consumo por la mañana, en especial a las 6:00 y 7:00 horas; después, el consumo decrece ligeramente entre las 11:00 y las 13:00 horas, y, finalmente, aminora entre las 18:00 y las 22:00 horas. De manera particular, la caída del consumo promedio entre las 20:00 y las 21:00 horas es sustancial. La gráfica 2 ilustra las pautas de cambio en el consumo antes descritas. Todas las variables climáticas (así como sus interacciones con el *dummy* de la zona oriental) tienen los signos esperados y son estadísticamente significativas.

El cuadro 4 informa sobre las estimaciones de la ecuación (2). La primera columna presenta el efecto que tiene el horario de verano sobre la demanda pico nacional agregada. Los coeficientes de regresión para DST-1 y DST-2 son a la vez negativos y altamente significativos. Resulta claro que, al aplicarse el horario de verano exclusivamente en las provincias orientales (esto es, el DST-2), el objetivo de reducir la demanda pico agregada se cumple de manera más efectiva que cuando se aplica de lleno el programa del DST a escala nacional (es decir, el DST-1). La segunda columna del cuadro 4 muestra el efecto que tiene la política del cambio de horario de verano sobre la hora de mayor demanda, el cual se mide en minutos y de acuerdo con el tiempo del reloj aplicable al DST. En el primer periodo tratado, el pico de demanda (máximo del día a nivel nacional) se adelantó en 72 minutos, mientras que en el segundo periodo se adelantó en 61 minutos. El cuadro 5 ilustra el promedio de las horas de mayor demanda para distintos meses

CUADRO 4. *Estimaciones del efecto del horario de verano en la demanda máxima de potencia*^a

<i>Variable</i>	<i>log(demanda pico)</i>		<i>Horario pico (en minutos)</i>	
DST-1	-0.02451***	(0.00418)	71.84016***	(3.91819)
DST-2	-0.02897***	(0.00360)	61.40703***	(2.60333)
Temperatura	-0.14064***	(0.02297)	-3.4e+02***	(55.05281)
Temp. ²	0.00611***	(0.00100)	16.25628***	(2.51550)
Temp. ³	-0.00008***	(0.00001)	-0.25477***	(0.03826)
Humedad	0.00068***	(0.00012)	0.38187***	(0.08434)
Presión	0.00125***	(0.00029)	-0.30854	(0.38581)
Viento	-0.00014	(0.00026)	-0.95291**	(0.30116)
Luz solar	-0.01329***	(0.00213)	27.58840***	(2.08221)
Tendencia	0.00002***	(0.00000)		
EMAE	0.00118***	(0.00015)		
Intercepto	9.21752***	(0.34824)	3.5e+03***	(6.3e+02)
Observaciones	588		577	
Coeficiente de determinación R^2	0.847		0.741	

^a Todos los modelos incluyen los efectos fijos relativos al tipo de día. Errores estándar entre paréntesis. DST-1: 30 de diciembre de 2007-15 de marzo de 2008. DST-2: 19 de octubre de 2008-14 de marzo de 2009. Niveles de significación: *p < 0:05, **p < 0:01, ***p < 0:001.

tanto antes como después de que fuera aplicada la política del DST. Tomados en conjunto, estos hallazgos sugieren que, por lo común, las personas que viven en Argentina tienden a realizar sus actividades diarias sobre todo guiándose por la iluminación que les aporta la luz diurna en lugar de ceñirse a la hora marcada por el reloj. Por ejemplo, es bien sabido que la mayoría de los habitantes de Argentina prefieren cenar durante la noche cuando ya

CUADRO 5. *Horas de la demanda pico*^a

	<i>Ningún DST</i>		<i>DST-1</i>		<i>DST-2</i>	
	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>
Octubre	20:36	(00:15)			21:38	(00:15)
Noviembre	20:53	(00:15)			21:51	(00:17)
Diciembre	21:18	(00:15)	22:38	(00:28)	22:17	(00:17)
Enero	21:02	(01:39)	22:23	(00:16)	22:19	(00:11)
Febrero	21:00	(00:50)	22:00	(00:20)	21:59	(00:14)
Marzo	20:43	(00:13)	21:33	(00:13)	21:35	(00:14)

^a DST-1: 30 de diciembre de 2007-15 de marzo de 2008. DST-2: 19 de octubre de 2008-14 de marzo de 2009.

ha sobrevenido la puesta de sol. Si la aplicación del DST implica que muchas de esas personas han de aguardar una hora adicional antes de cenar sin la compañía de la luz solar, es muy probable que, en consonancia con esta decisión, se pospongan muchas otras actividades ligadas directamente al consumo energético y llevadas a cabo regularmente durante y después de la cena. Es evidente que tales hábitos determinan las pautas de consumo de electricidad en el caso en que entra en vigor el cambio de horario de verano.

Los resultados de la estimación consignados arriba encierran una gran importancia a la luz de la situación que confronta actualmente el gobierno. Representan a las claras un potencial compromiso entre posibles efectos beneficiosos y efectos perjudiciales, y por tanto requieren una decisión política al respecto. Por un lado, la aplicación del DST conlleva un ligero aumento en el consumo energético; de acuerdo con nuestros cálculos, el incremento oscila entre 0.4 y 0.6%. Por otro lado, la demanda pico se reduce de 2.4 a 2.9%. En otros términos, los responsables de la elección de políticas deben contrastar: *i*) la carga fiscal constituida por los subsidios adicionales a la energía eléctrica debidos a un mayor consumo de electricidad, con *ii*) los costos de generación más bajos en las horas pico (si es que los costos marginales son crecientes en el segmento relevante que es afectado por la política de DST), y con *iii*) la reducción de la capacidad instalada necesaria. Los ítems *i*) y *ii*) guardan relevancia para las decisiones a corto plazo, en tanto que el ítem *iii*) debe cobrar una mayor influencia sobre las decisiones a mediano y largo plazos.

También es digno de interés indagar el costo monetario adicional que va asociado a la aplicación de la política del DST, la cual, como hemos visto anteriormente, tiene un impacto positivo en el consumo de electricidad. No es una tarea fácil la de hacer el cálculo de dicho costo en Argentina, en virtud del carácter desigual de los subsidios prevalecientes en el sector eléctrico. Se han dado y aún se dan distorsiones en la generación, transmisión y distribución de la electricidad. Con base en las estimaciones de Hancevic *et al.* (2016), hemos optado por computar solamente el efecto del DST sobre los costos de generación. De acuerdo con nuestros datos, los costos adicionales de generación provocados por la política analizada fueron de 10.9 y 18 millones USD durante los periodos de verano austral de 2007-2008 y de 2008-2009, respectivamente.¹¹

¹¹ Estas estimaciones están basadas en el promedio del costo de generación diaria correspondiente al periodo examinado. No toman en consideración el ahorro potencial de los costos que probablemente

V. EL IMPACTO AMBIENTAL DEL DST

En esta sección nos ocupamos de calcular la forma en que incide en el medio ambiente la política estudiada. La Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (Cammesa) nos proporcionó datos pormenorizados acerca de la mezcla de combustible empleada para la generación de electricidad cada hora durante el periodo bajo escrutinio. Las tasas de emisión, medidas en toneladas de emisiones por MWh de generación eléctrica a partir del gas natural, el fueloil y el gasoil, proceden de la Secretaría de Energía (Sener). El cuadro 6 presenta cuatro conjuntos diferentes de estimaciones sobre el impacto que tiene en el ambiente la aplicación del DST durante el periodo examinado; nos centramos en los siguientes contaminantes de la atmósfera: el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido de nitrógeno I (N_2O , también llamado monóxido de dinitrógeno), el dióxido de azufre (SO_2), el material particulado (PM), el óxido de nitrógeno II (NO_x , también llamado monóxido de nitrógeno u óxido nítrico) y el mercurio (Hg).

En la primera columna del cuadro se reporta la estimación que designamos “factual” en cuanto que emplea el método de despacho marginal. En específico, para cada hora en nuestra muestra consideramos la mezcla de combustible empleada para generar electricidad al 10% de margen, considerando todas las características relevantes de los combustibles usados. Esas cifras se utilizan luego para calcular el factor de emisión específico por hora, el cual, a su vez, se multiplica por el consumo de electricidad por hora y por el coeficiente de regresión correspondiente. La ecuación utilizada en nuestros cálculos es la siguiente:

$$\left(\sum_f EF^f \times Z_{th}^f \right) \times \gamma_b \quad (3)$$

donde EF^f es el factor de emisión del combustible f = gas natural, gasoil y fueloil. La variable Z_{th}^f es la cantidad de combustible quemado en la fecha t durante la hora b , y γ_b es el coeficiente de regresión asociado a la hora b y abstraído de la especificación (D) en el cuadro 3.

tenga lugar durante las horas de mayor demanda dentro del marco de aplicación del DST. De manera adicional, existen otros impactos potenciales que están relacionados con los costos o tarifas de congestión y que, por desgracia, no pueden ser contemplados formalmente en nuestro ejercicio empírico en virtud de la falta de datos al respecto.

CUADRO 6. *El impacto del DST en las emisiones de gases contaminantes (en toneladas métricas): cambio en las emisiones durante los periodos tratados*

<i>DST</i>	<i>Despacho marginal (10%)</i>	<i>Gas natural</i>	<i>Fueloil</i>	<i>Gasoil</i>
<i>2007-2008</i>				
CO ₂	5.992E+04	7.600E+04	1.357E+05	1.301E+05
CH ₄	3.965E-01	1.438E+00	5.450E+00	5.163E+00
N ₂ O	1.956E+00	1.396E-01	1.115E+00	1.056E+00
SO ₂	2.802E+02	3.795E-01	7.948E+02	7.937E+02
PM	2.296E+01	4.807E+00	6.368E+01	6.368E+01
NO _x	4.167E+03	1.773E+05	2.501E+02	2.501E+02
Hg	5.926E-02	1.648E-01	5.996E-03	5.996E-03
<i>2008-2009</i>				
CO ₂	6.884E+04	1.435E+05	2.563E+05	2.457E+05
CH ₄	1.412E+00	2.636E-01	2.105E+00	1.994E+00
N ₂ O	2.185E-01	2.715E+00	1.029E+01	9.749E+00
SO ₂	1.096E+02	7.166E-01	1.501E+03	1.499E+03
PM	1.262E+01	9.077E+00	1.202E+02	1.202E+02
NO _x	8.077E+04	3.349E+05	4.722E+02	4.722E+02
Hg	2.959E-02	3.113E-01	1.132E-02	1.132E-02

FUENTE: elaboración propia con los datos procedentes de la Cammesa y la Sener.

Las tres columnas restantes en el cuadro 6 dan por supuesto que solamente se empleó un tipo de combustible: gas natural, fueloil o gasoil. Aun cuando Argentina no se encuentra entre las naciones con los niveles más altos de contaminación, la polución que se genera adicionalmente debido a la observancia del DST da pie a esgrimir otro argumento a favor de que se rechace su aplicación. Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), en particular las de CO₂ y las de CH₄, cobran así una relevancia de mayor envergadura, en virtud de que el principal combustible utilizado para generar electricidad en Argentina es el gas natural. Otros contaminantes, como el SO₂ y el NO_x, que regularmente han sido asociados a daños producidos a nivel local (siendo estos últimos considerados en contraposición a los “efectos globales” de los GEI), tienen mayor predominancia cuando se recurre a combustibles alternos (por ejemplo, el carbón y el petróleo).¹²

¹² El dióxido de azufre (SO₂) y el óxido de nitrógeno II (NO_x) son los principales causantes de la precipitación de la lluvia ácida.

CONCLUSIONES

Fue en tiempos de la primera Guerra Mundial cuando en varios países se introdujo la práctica del DST, pero al término de la segunda Guerra Mundial muchos de ellos suspendieron su práctica. No obstante, esa política reconquistó el apoyo general, por lo que fue reimplantada durante la crisis del petróleo en los años setenta y, a partir de entonces, se ha ido abriendo paso firmemente hasta conquistar la popularidad de que goza hoy en día. Asimismo, cabe poner de relieve que en fecha reciente algunas naciones han decidido aplicar extensiones del horario de verano (o al menos sopesan la conveniencia de hacerlo). El principal objetivo de esta política ha sido siempre el de conservar la energía. A pesar de ello, las evidencias empíricas de que la implantación del DST se traduzca en ahorro de energía en verdad son relativamente escasas.

En el presente estudio nos hemos basado en un experimento natural acontecido en Argentina a fin de aportar estimaciones empíricas sobre el efecto que provoca el DST en el consumo de electricidad por hora tanto a nivel de provincia como en lo que atañe a la demanda pico nacional agregada. Como hemos visto, el DST fue aplicado de modo diferencial a lo largo del país: algunas provincias optaron por abstenerse de adoptarlo y, a la vez, hubo una variación significativa en el tiempo de permanencia del programa durante las estaciones de verano austral de dos periodos consecutivos: el de 2007-2008 y el de 2008-2009. El principal resultado empírico que hemos obtenido se subdivide en dos. Primero, el DST determina un incremento en el consumo general de electricidad de 0.4 a 0.6%, en promedio. El patrón de cambios en el consumo diario de electricidad debido a esta política se puede discernir como sigue: hay un aumento del consumo durante la mañana, especialmente entre las 6:00 y las 7:00 horas; después se presenta un ligero decrecimiento entre las 11:00 y las 13:00 horas, y, finalmente, el consumo disminuye de manera sensible entre las 18:00 y las 22:00 horas. Segundo, el DST determina una reducción en la demanda pico nacional agregada de 2.4 a 2.9%, en promedio. Estos dos efectos traen aparejado el fenómeno de un triunfo obtenido por un lado a cambio de una derrota sufrida por otro a consecuencia de la medida aplicada: algo que, por su relevancia, merece una atención especial, dadas las circunstancias por las que atraviesa Argentina en la actualidad. En vista de este panorama, se insta a los responsables de la elección de políticas a evaluar detenidamente el impacto fiscal general

(los subsidios a la energía, las recaudaciones tributarias, etc.), así como los cambios en los costos de producción energética que afloran en el marco de una situación en la que, contraviniendo toda lógica de los hechos, se registra una elevación del consumo energético aunque a la vez surja un descenso en la demanda pico. Este último fenómeno se vuelve relativamente más importante si los costos marginales de la producción eléctrica son crecientes en el tramo afectado por la política y, asimismo, si se reduce la necesidad de inversión en capacidad para satisfacer la demanda futura.

En términos monetarios, la implementación del horario de verano representa unos costos de generación extra que se estiman en 10.9 y 18 millones USD para los periodos de 2007-2008 y de 2008-2009, respectivamente. Por desgracia, no nos resulta posible proporcionar valores similares para los cambios ocurridos en los costos de transmisión y distribución asociados con la decisión de aplicar el DST. Finalmente, el impacto ambiental de esta política consiste en un incremento de los contaminantes de la atmósfera. El volumen del incremento depende de la mezcla de combustibles que se quemen. Hemos utilizado datos detallados sobre el uso de combustible por hora y presentamos estimaciones confiables sobre los principales contaminantes involucrados en la generación de electricidad durante el periodo examinado.

En suma, es pertinente recalcar que no deja de ser cuestionable el fundamento para la aplicación del horario de verano. Los resultados de esa política en términos de consumo de energía y demanda pico de potencia parecen ser mutuamente inconciliables. La forma más segura de aproximarse a esta disparidad consiste en realizar un estudio caso por caso, y el presente trabajo aspira a reunir las evidencias requeridas para enriquecer un debate que aún se mantiene abierto.

En lo relativo a las áreas que se perfilan como dignas de ser sometidas a investigación en el futuro, sería interesante explorar en el caso argentino las diferentes maneras en que se hiciera posible fijar el horario a lo largo y a lo ancho del país, con la finalidad de hallar la mejor vía. Ahora bien, tal como se mencionó en la revisión de la literatura referente a este tema (sección I), un estudio que pretendiera abarcar todos los aspectos del asunto debería incluir probablemente no sólo las metas en lo relativo a la conservación de la energía, sino también las estrategias dirigidas a reducir los efectos colaterales indeseables, como las víctimas de accidentes de tránsito, la restauración insuficiente del balance físico y psíquico a través del sueño o el auge de la

criminalidad, entre otros objetivos potencialmente asignables a la política analizada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aries, M. B. C., y G. R. Newsham (2008), "Effect of Daylight Saving Time on Lighting Energy Use: A Literature Review", *Energy Policy*, 36 (6), 1858-1866.
- California Energy Commission (2001), "The Effects of Daylight Saving Time on California Electricity Use", reporte técnico, California Energy Commission, Sacramento.
- Coate, D., y S. Markowitz (2004), "The Effects of Daylight and Daylight Saving Time on U. S. Pedestrian Fatalities and Motor Vehicle Occupant Fatalities", *Accident Analysis and Prevention*, 36 (3), 351-357.
- Doleac, J. L., y N. J. Sanders (2015), "Under the Cover of Darkness: How Ambient Light Influences Criminal Activity", *Review of Economics and Statistics*, 97 (5), 1093-1103.
- Ferguson, S. A., D. F. Preusser, A. K. Lund, P. L. Zador y R. G. Ulmer (1995), "Daylight Saving Time and Motor Vehicle Crashes: The Reduction in Pedestrian and Vehicle Occupant Fatalities", *American Journal of Public Health*, 85 (1), 92-95.
- Filliben, J. J. (1976), "Review and Technical Evaluation of the DOT Daylight Saving Time Study", reporte técnico, U. S. National Bureau of Standards, NBS Internal Report Prepared for the Chairman Subcommittee on Transportation and Commerce, Committee on Interstate and Foreign Commerce, U. S. House of Representatives, KF27.I5589, Washington, D. C.
- Fong, W. K., H. Matsumoto, Y. F. Lun y R. Kimura (2007), "Energy Savings Potential of the Summer Time Concept in Different Regions of Japan from the Perspective of Household Lighting", *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 6 (2), 371-378.
- Franklin, B. (1784), "An Economical Project", *Journal de Paris*. Disponible en: <http://www.webexhibits.org/daylightsaving/franklin3.html>
- Hancevic, P., W. Cont y F. Navajas (2016), "Energy Populism and Household Welfare", *Energy Economics*, 56, 464-474.
- Henley, A., y J. Peirson (1997), "Non-Linearities in Electricity Demand and Temperature: Parametric versus Non-Parametric Methods", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 59 (1), 149-162.
- Hill, S. I., F. Desobry, E. W. Garnsey e Y. F. Chong (2010), "The Impact on Energy Consumption of Daylight Saving Clock Changes", *Energy Policy*, 38 (9), 4955-4965.
- Karasu, S. (2010), "The Effect of Daylight Saving Time Options on Electricity Consumption of Turkey", *Energy*, 35 (9), 3773-3782.
- Kellogg, R., y H. Wolff (2008), "Daylight Time and Energy: Evidence from an Australian Experiment", *Journal of Environmental Economics and Management*, 56 (3), 207-220.

- Kotchen, M. J., y L. E. Grant (2011), "Does Daylight Saving Time Save Energy? Evidence from a Natural Experiment in Indiana", *Review of Economics and Statistics*, 93 (4), 1172-1185.
- Lahti, T. A., S. Leppämäki, J. Lönnqvist y T. Partonen (2006), "Transition to Daylight Saving Time Reduces Sleep Duration Plus Sleep Efficiency of the Deprived Sleep", *Neuroscience Letters*, 406 (3), 174-177.
- Mirza, F. M., y O. Bergland (2011), "The Impact of Daylight Saving Time on Electricity Consumption: Evidence from Southern Norway and Sweden", *Energy Policy*, 39 (6), 3558-3571.
- Momani, M. A., B. Yatim y M. A. M. Ali (2009), "The Impact of the Daylight Saving Time on Electricity Consumption – A Case Study from Jordan", *Energy Policy*, 37 (5), 2042-2051.
- Navajas, F. (2015), "Subsidios a la energía, devaluación y precios", documento de trabajo núm. 122 de la Fundación de Investigaciones Económicas Latinoamericanas (FIEL). Disponible en: http://www.fiel.org/publicaciones/Documentos/DOC_TRAB_1431636145020.pdf
- Rock, B. (1997), "Impact of Daylight Saving Time on Residential Energy Consumption and Cost", *Energy and Buildings*, 25 (1), 63-68.
- Shimoda, Y., T. Asahi, A. Taniguchi y M. Mizuno (2007), "Evaluation of City-Scale Impact of Residential Energy Conservation Measures Using the Detailed End-Use Simulation Model", *Energy*, 32 (9), 1617-1633.
- United States Department of Transportation (1975), *The Daylight Saving Time Study: A Report to Congress from the Secretary of Transportation, July 1975*, reporte técnico, U. S. Department of Transportation, Office of the Assistant Secretary for Policy, Plans, and International Affairs, Washington, D. C.