

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ciencias Ambientales



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“La variación del consumo energético eléctrico producida por el cambio horario en España”

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autor/a:

Adrián García Mora

Tutor/a:

**Constantino Torregrosa
Cabanilles**

GANDIA, 2018

Resumen

Cada año se aplica el horario de verano con el objetivo de lograr una eficiencia energética, pero como muestran diversos documentos y escritos, el objetivo de reducir el consumo eléctrico a menudo se cuestiona y las evidencias son escasas. En este trabajo se han estudiado las variaciones producidas en el consumo de energía derivadas del cambio horario español. Para ello se ha trabajado sobre una selección de datos correspondientes a un periodo de once años (2007-2017) de la demanda eléctrica, en torno a los cambios de hora para cada año. Se realizaron promedios diarios y semanales para observar cambios significativos, sin encontrar una variación clara ni una tendencia decreciente de la demanda durante el horario de verano. Una estimación del ahorro de energía encontró una reducción del 0,7%. Se eliminó el ruido producido por los días festivos y se aplicó el test T de Student, obteniendo el cambio de marzo como único que produciría una variación apreciable en las demandas eléctricas. Por último se estudiaron las variaciones en los perfiles para los días laborables, resultando que el cambio horario no refleja una variación o ahorro energético significativo, pero sí un cambio la demanda a lo largo del día.

Palabras clave : demanda energética, horario de verano, cambio horario, ahorro energético.

Abstract

Every year the daylight saving time is applied in order to improve energy efficiency, but as literature shows, the goal of reducing electricity consumption is often questioned and evidences are scarce. Here the variations produced by the Spanish time change on energy consumption have been studied. To this end, we have worked on a selection of data corresponding to a period of eleven years (2007-2011) of electrical demand around the time changes for each year. Daily and weekly averages were carried out in order to observe significant changes, not finding a clear variation or a decreasing tendency of the demand during the daylight saving time. An estimate of the energy savings found a reduction of 0.7%. The interference caused by the holidays was eliminated and a Student's T test was applied, finding the March change as the only one that would produce an appreciable change in the electrical demand. Finally, the variations in the profiles for working days were studied, resulting that the hourly change does not reflect a significant change or energy saving, but it does produce a change in the moments of demand throughout the day.

Keywords: energy demand, daylight saving time, time change, energy saving.

Índice

1-Introducción	1
1.1- Antecedentes históricos	1
1.1.1- Primeros antecedentes en España	2
1.1.2-Determinación del primer meridiano (Congreso de Washington de 1884)	2
1.1.3-Fase de implantación en el Estado español	3
1.1.4-Introducción del horario de verano en España y en el mundo.....	3
1.1.5-Variaciones durante la Guerra Civil.....	5
1.1.6-Influencia de la Segunda Guerra Mundial	6
1.1.7-Retorno del horario de verano con la crisis del petróleo. Consolidación	7
1.1.8-Entrada en la UE	8
1.2-Problemática generada. Pros y contras de la adopción del horario de verano	9
1.2.1-Huso horario actual en el Estado español.....	10
1.2.2-Salud	12
1.2.3-Eficiencia y ahorro energético	13
2-Objetivos del estudio	16
3-Medidas del consumo eléctrico en España	16
3.1-Elección de la base de datos y periodo de estudio	16
3.2-Recopilación y organización de los datos disponibles.....	18
3.3- Análisis de los promedios.....	19
3.4-Ahorros y consumos derivados del cambio horario	23
3.5-Consumos en los días laborables	28
3.6- Perfiles generados a partir de los promedios para los días laborables	30
4-Conclusiones	35
Bibliografía.....	37

1-Introducción

La uniformidad y coherencia en cuanto al horario en un territorio o Estado en concreto, no solo por lo que se refiere a una zona en particular, sino también en el ámbito internacional, se observa actualmente como un concepto trivial y normalizado, pero el término hora legal se encuentra y regula por primera vez en un contexto histórico bastante reciente. Concretamente se produce a finales del siglo XIX, junto con una notoria intervención del Estado y de la Administración Pública en cuanto a la toma de medidas legales y reglamentarias, con el objetivo de establecer un tiempo horario en armonía internacional.

Previamente a las últimas décadas del siglo XIX [1], era la hora solar la encargada de regir el horario de cada zona. En base a la posición del sol a lo largo del día sobre dicha zona, se definía una hora local concreta para dicho lugar, en otras palabras, las horas de cada zona estaban fijadas a razón de la longitud geográfica del territorio, por lo que para conocer la diferencia horaria entre dos ciudades distintas, era preciso averiguar la diferencia de longitud geográfica entre los dos lugares. A parte de esto, cabe destacar que era complicado el cálculo de las longitudes para cada territorio, ya que en esa época tampoco se encontraba implantado el sistema de longitudes geográficas con el que contamos actualmente. Ahora bien, dichas dificultades, hasta mediados del siglo XIX, se definían como relativas, ya que los desplazamientos entre grandes distancias eran lentos y los viajeros podían adaptarse al tiempo local. Pero debido al gran desarrollo tecnológico presente en esta segunda mitad de siglo, y en concreto el desarrollo del ferrocarril como medio de transporte en grandes distancias, la administración se vio obligada a tomar la palabra y tratar de definir un horario común, que eclipsaría las horas locales definidas en cada territorio hasta entonces.

1.1- Antecedentes históricos

Como se ha comentado, la necesidad de adoptar una hora común (legal) es una tarea imprescindible desde mediados del siglo XIX. En una primera fase, se trató de definir un meridiano de origen común de longitudes para cada estado, para a continuación determinar una hora legal nacional en función a ese meridiano. Más tarde, en una segunda fase, se procedió a la implantación de un solo meridiano de origen para todo el mundo, definido como primer meridiano o meridiano de Greenwich. A partir de éste, se diseñaron los actuales husos horarios, basándose en dividir el globo terráqueo en veinticuatro porciones, denominadas husos, que corresponden a una longitud geográfica de 15 grados. Durante estas distintas fases de evolución en la asimilación e implantación del nuevo horario, se produjeron varias diferencias significativas en los distintos países, tanto de la actual Unión Europea, como en el continente Americano. En el presente apartado, se va a proceder a describir la transición de los hechos y los aspectos más relevantes en el estado Español.

1.1.1- Primeros antecedentes en España

De la primera fase de transición en España las referencias son escasas, ya que el desarrollo científico y tecnológico de la época era limitado. Sin embargo, durante la Revolución Gloriosa, se aprobó un Decreto de Presidencia del Gobierno, con fecha de 30 de abril de 1869 (publicado en la Gaceta de Madrid de 1 de mayo)¹ presentando que “en las publicaciones oficiales de trabajos astronómicos y geográficos hechos por diferentes establecimientos científicos de España se observa que no es el mismo para todos ellos el primer meridiano ú origen de las longitudes geográficas” y que el resto de naciones tienen definido un origen común de longitudes, lo cual otorga “la conveniente unidad á sus publicaciones”. Se pretende conformar una Comisión cuya tarea sería la definición de un meridiano único (entre los de Madrid y San Fernando) que serviría como origen de las longitudes en el estado Español. La justificación no es íntegramente científica, sino que se apela a la necesidad de normalizar los trabajos oficiales tanto en ámbitos como la geografía y la astronomía. Cabe destacar que este primer intento no tuvo influencia en la hora legal española, que sería definida tres décadas más tarde, únicamente tuvo como consecuencia la aplicación de la hora del meridiano de Madrid.

1.1.2-Determinación del primer meridiano (Congreso de Washington de 1884)

Con motivo de la necesidad de unificar el tiempo a nivel internacional, en 1883 hubo un primer intento en Roma de hacer realidad esta necesaria unificación. Sin embargo no se llegó a ningún acuerdo sobre el primer meridiano, únicamente se impuso la condición de que fuese, con motivo de obtener una precisión óptima, el perteneciente a un gran observatorio astronómico. Pero no fue hasta octubre de 1884 cuando se celebró en Estados Unidos la Conferencia Internacional del primer meridiano de Washington, donde se estableció como primer meridiano el meridiano de Greenwich, teniendo como objetivo principal extenderlo internacionalmente, porque ya era utilizado por el imperio británico y Estados Unidos. Pocos países, como Francia, Brasil o la República Dominicana se opusieron a esta iniciativa. Por otro lado, el apoyo del resto de estados fue bastante plural, obteniendo una gran cantidad de votos afirmativos, entre ellos el español.

Otra de las resoluciones tratadas en este congreso fue el sentido en el que se medirían las longitudes, determinando que se medirían hacia el este con un signo positivo (hasta los 180°) y hacia el oeste con signo negativo.

Algo que supuso mayor debate a la hora de implantar el resultado fue la definición de cuando comenzaría el día universal, cuya resolución fue que comenzase en la medianoche de Greenwich, alternativa que causó gran rechazo en la delegación española.

Por último se debatió la división de los husos horarios en los que se diseccionaría el planeta partiendo de Greenwich. No se obtuvo acuerdo alguno, pero

¹ Toda la legislación histórica y actual consultada se encuentra localizada en el anexo II.

posteriormente se acabó por adoptar este método debido a la adopción de esta alternativa anteriormente tomada por los ferrocarriles americanos el año anterior a la conferencia (1883).

Esta conferencia implantó los parámetros utilizados y en vigor en la actualidad, pero la adopción de éste método no fue inmediatamente instaurada, sino que su periodo de adaptación fue de una década aproximadamente. A continuación se comenta el periodo de adaptación sufrido en España de esta segunda fase de asimilación del nuevo horario.

1.1.3-Fase de implantación en el Estado español

A pesar que la delegación española se posicionaba a favor de la definición de Greenwich como meridiano primero, la implantación de la normativa consecuente de esta decisión no fue inmediata, al contrario, fue uno de los países cuya asimilación se antojó más tardía y la hora local del meridiano de Madrid rigió el horario de nuestro país hasta el 1 de enero del año 1901.

Con el comienzo del nuevo siglo, llegó la adopción de la nueva normativa mediante un Real Decreto del Gobierno, aprobado en fecha de 26 de julio de 1900, firmado por la reina regente María Cristina de Habsburgo-Lorena.

Esta norma establece la regulación de los servicios de ferrocarriles, telégrafos, teléfonos, correos y líneas de vapores, que se regirían desde el 1 de enero de 1901 en adecuación al meridiano de Greenwich (GMT²). Además, implanta la numeración de las horas de 0 a 24 iniciándose a media noche.

En conclusión, este Decreto trata la hora oficial administrativa, refiriéndose en concreto a la Administración y servicios públicos, por tanto la hora local queda relegada únicamente para uso privado y doméstico. Podemos afirmar que el objetivo del gobierno a esas alturas era suprimir las diversas horas locales presentes en las distintas zonas españolas, queriendo homogeneizar el tiempo en todo el territorio. Esta es la primera piedra sobre la que se iría implantando en España el nuevo sistema propuesto por el Congreso de Washington de 1884.

1.1.4-Introducción del horario de verano en España y en el mundo

Una vez comentados los primeros cambios importantes en cuanto a la medida del tiempo en nuestro país se expone a continuación en una nueva fase, las implantaciones y primeros pasos del comúnmente conocido como horario de verano, periodo del año en el que la hora se adelanta en sesenta minutos, siendo esta una

² Tiempo medio de Greenwich, el cual hace referencia al tiempo solar medio en el Real Observatorio de Greenwich. Esta definición es equivalente a las siglas UTC o Tiempo Universal Coordinado.

propuesta de medida para la maximización de los recursos laborales y energéticos fundamentalmente.

Se suele acudir a una publicación de Benjamín Franklin en un diario de París para hablar de la, por decirlo de alguna manera, idea pionera que contemplaba el adelantar un hora el reloj durante los meses estivales, con lo que se aprovecharía mejor la luz solar. Este artículo realmente se trataba de una comedia en la que se ponían en juicio las ventajas de la luz natural y la artificial producida por una lámpara de aceite, además de las consecuencias de que los habitantes de París viviesen más de noche que de día con el derivado gasto de combustible producido por dicha lámpara, aunque realmente la idea no sería tenida en cuenta hasta la primera década del siglo XX.

Es en 1907 cuando asistimos al primer vestigio de esta idea, cuando William Willett, constructor inglés, propulsa una campaña con la que pretende aprobar una Ley que adelantase los horarios en verano 80 minutos. Esta propuesta fue rechazada en una primera fase, aunque sí consiguió fidelizar el apoyo de mucha gente, hasta 1916, en fecha de 30 de abril, cuando los gobiernos alemanes y austriacos deciden adelantar 60 minutos la hora, con la finalidad de aumentar las horas de sol por las tardes, y ligado a ello, los horarios de las fábricas, con un descenso del consumo eléctrico. Esta decisión es inmediatamente adoptada por países como Gran Bretaña y Francia, todos ellos establecieron un horario de verano en 1917 y 1918, durante los meses de abril a septiembre. Durante los años posteriores, países como Estados Unidos implantan también esta medida.

Por lo que respecta a España, es en 1918 cuando por medio del Real Decreto de 3 de abril se adapta por primera vez en la historia el horario de verano, durante el periodo que comprende las 23 horas del 15 de abril hasta la misma hora del 6 de octubre debido a que “una de las más penosas repercusiones de la guerra mundial en España es la escasez de carbón, y exige medidas de gobierno encaminadas a disminuir el déficit que ha perturbado gravemente la vida económica de nuestro país” y se trata de una “medida que fácilmente se adapta a la vida normal sin causar trastorno” aparte de que “induce a abreviar el alumbrado” y de esta manera “lo han entendido casi todas las naciones”.

Como se observa, el objetivo principal de esta orden es muy concreto, en primer lugar, la disminución de consumo de combustibles fósiles, concretamente el carbón, y en segundo lugar, compartir horario con países vecinos como Francia y poder facilitar las comunicaciones con la República vecina.

Una vez finalizada la guerra, muchos países, entre ellos los pioneros de esta medida, como son Alemania y Austria, abandonan la idea del horario de verano. Sin embargo, España, siguiendo el ejemplo francés, lo mantiene en vigor en 1919, según el Real decreto de 28 de marzo.

Durante los siguientes años no hay constancia de ningún cambio horario hasta el comienzo de la dictadura de Primo de Rivera, con la que se vuelve a reestablecer el horario de verano mediante el Real Decreto de 7 de abril de 1924 sin ninguna motivación específica redactada en la norma, más que la concordancia con los países

vecinos. Esta medida no resulta del agrado de ciertos sectores de la sociedad, la Cámara de Comercio de Madrid, por ejemplo, solicita permiso para retrasar 60 minutos los horarios de apertura y cierre de los locales, proponen por tanto no adaptar el horario de verano, petición desestimada por la Real Orden del Ministerio de la Gobernación en 17 de abril. El año posterior, en 1925, por razones desconocidas, vuelve a no aplicarse el horario de verano en el Estado.

Durante los años siguientes se pretende estabilizar el horario de verano mediante el Real Decreto de 9 de abril de 1926, marcando la fecha de comienzo en abril y finalizando en octubre. Las razones aportadas son similares a decretos anteriores, adecuación al horario internacional y ahorro de consumo energético.

La vigencia de este decreto desaparece junto con el declive del Gobierno de Primo de Rivera en 1930, pero al año posterior el Gobierno aún monárquico apuesta por la reimplantación del horario de verano nuevamente, formulando una nueva Real Orden Circular de la Presidencia del Consejo de Ministros, en 9 de marzo, fijando unas fechas del 18 de abril al 4 de octubre en las que se debería aplicar el horario de verano. Sin embargo, esta Orden no llegó aplicarse, ya que el 14 de abril entra en gobierno la Segunda República Española, la cual deja sin efecto la Real Orden Circular de 9 de marzo mediante una Orden circular de 15 de abril del Gobierno Provisional “accediendo a numerosas peticiones formuladas por distintos sectores de la opinión pública”.

El horario de verano brilló por su ausencia durante toda la república, fijando su hora conforme al meridiano de Greenwich, suponiendo una diferencia horaria en verano con países como Francia y Gran Bretaña que si tenían implantada esta medida.

1.1.5-Variaciones durante la Guerra Civil

A continuación se analizarán los vaivenes horarios durante el periodo de la Guerra Civil en nuestro país, en la que los dos bandos presentes en el conflicto adoptaron horarios de verano, pero en distintos periodos. Comenzando en 1936, ninguno de los dos bandos presentes en la disputa decide instaurar un horario de verano, pero es en el año siguiente, 1937, cuando comienza el conflicto horario.

El primer bando en adoptar el horario de verano fue el constituyente franquista, que decide adelantar en 60 minutos el reloj durante el periodo que abarca los meses desde el 22 de mayo hasta el 2 de octubre, según consta en el BOE de 18 de mayo de 1937. La justificación es enfocada fundamentalmente a la sincronización con los países vecinos.

Por otro lado, la presidencia de la República, estipula mediante la Gaceta de la República en fecha 8 de junio de 1937 que “el día diez y seis de Junio corriente y a las veintitrés horas será adelantada la hora legal en sesenta minutos” y por consiguiente “el día seis de Octubre próximo se restablecerá la hora normal”. Los motivos causantes de esta decisión son inexistentes en el documento.

El desenlace de esta pugna desencadena un desfase horario de una hora en el territorio estatal. En primer lugar, el bando franquista adelanta el reloj el 22 de mayo (GMT+1), pero la proclama republicana no realiza dicha modificación hasta el 16 de junio, con lo que el periodo que abarca desde el 22 de mayo al 16 de junio, el constituyente franquista cuenta con una hora de adelanto respecto al republicano. Ahora, analizando la fecha de vuelta al horario normal, la parte sublevada tiene fijada la fecha en 2 de octubre, pero el grueso republicano la contempla para el día 6 de octubre, por tanto durante esos cuatro días vuelve a existir otro desfase horario, en este caso en sentido contrario, una hora menos en zona franquista.

Durante el año 1938, la situación se vuelve todavía más rocambolesca, en el bando franquista “considerando la conveniencia de que el horario nacional marche de acuerdo con los de otros países europeos y las ventajas de diversos órdenes que el adelanto temporal de la hora trae consigo” por medio de un Decreto de la Vicepresidencia del Gobierno, indica el adelanto del reloj entre el 26 de marzo y el 1 de octubre.

Pero en zona republicana, los cambios en el horario son casi continuos. En primer lugar, se presenta en 26 de marzo, un Decreto de la Presidencia del Consejo de ministros, que ordena un cambio horario que abarque del día 2 de abril al 2 de octubre y un mes más tarde, a fecha 28 de abril de 1938, se publica en la Gaceta de la República una nueva Orden de la Presidencia del Consejo de Ministros que pregona “acordado por Decreto de esta Presidencia de 26 de Marzo último el adelanto de la hora legal como complemento a lo en él establecido” dispone en su artículo primero que “el día 30 del corriente mes de Abril, a las 23 horas, será adelantada la hora legal en Sesenta minutos sobre la oficial actualmente establecida por el mencionado Decreto, quedando, un adelanto sobre el horario solar de ciento veinte minutos”. Las razones de esta proclama son inexistentes en el documento y por primera vez en la historia de nuestro país se da a conocer el llamado doble horario de verano. Desde el 30 de abril hasta que el conflicto civil llega a su fin, en el Estado coexisten dos horas distintas, estando siempre la zona republicana adelantada respecto al bando franquista.

No es hasta que finaliza la guerra, con la derrota de los republicanos, que la hora se unifica en todo el país, cuando por una Orden de la Vicepresidencia se establece el inicio de la hora de verano para el 15 de abril de 1939. Para cuando se ha restaurado la hora normal en España ha dado comienzo la Segunda Guerra Mundial, la cual marcará nuevas alteraciones en nuestra hora legal.

1.1.6-Influencia de la Segunda Guerra Mundial

Por lo que respecta al Estado Español, en abril de 1940, la Orden de la Presidencia del Gobierno de 7 de marzo, adopta el horario de verano (GMT+1), pero se toma la decisión de no retrasarla en octubre del mismo año, con lo que se adaptaría a su vez a la hora Alemana. No es hasta 1942, cuando por Orden de Presidencia del Gobierno de 1 de mayo de 1942 “considerando las ventajas que en los momentos actuales reporta desde el punto de vista de una economía conveniente, que la

duración de la jornada de trabajo se adapte lo más posible a la jornada solar” se añade una segunda hora, introduciendo una doble hora de verano (GMT+2). Lo curioso es que al final de la orden se menta que “oportunamente se señalará la fecha en que haya de restablecerse la hora normal” no dejando claro si se hace referencia a la hora definida en 1900 (GMT) o se refiere a la anteriormente citada en la Orden de 7 de marzo de ese mismo año (GMT+1). Como desenlace de estos acontecimientos, mediante una Orden de Presidencia del Gobierno de 28 de agosto de 1942 se vuelve a GMT+1. Llegado este punto, el cambio horario estatal se estabiliza durante los siguientes cuatro años, adoptando regularmente el horario de verano desde abril hasta octubre.

Una vez finalizada la guerra, el horario de verano, y particularmente, la doble hora de verano, van desapareciendo progresivamente del ámbito estatal y en prácticamente toda Europa, exceptuando Gran Bretaña. Numerosos países europeos como Francia, Holanda y la propia España implantan un horario basado en la CET³ (GMT+1), abandonando la norma del meridiano de Greenwich adoptada a principios de siglo XX, lo cual ya supondría tener implantado el ahorro de energía supuestamente provocado por la introducción de un horario de verano. Por lo que respecta a los años 50 y 60, el transcurso en cuanto al ámbito horario en España es homogéneo y regular, pero con la llegada de los 70 y la consiguiente crisis del petróleo, esta estabilidad se vería truncada afectando a numerosos países Europeos.

1.1.7-Retorno del horario de verano con la crisis del petróleo. Consolidación

No es hasta el año 1974 cuando se vuelve a implantar el horario de verano. En muchos países europeos, la crisis energética derivada de la gran inflación de los precios del petróleo provocada por el embargo por parte de los principales productores, provocan la urgencia en numerosos estados europeos de adoptar de nuevo una medida que supuestamente va ligada a una optimización energética. En el inicio de esta segunda fase de implantación de la norma, España lo vuelve a adoptar mediante una Orden de Presidencia de 5 de abril de 1974 que pronuncia un adelanto horario para el 13 de abril “teniendo en cuenta las repercusiones que se derivan para la economía nacional del encarecimiento de los productos energéticos” promulga que “se considera necesario aplicar todas aquellas medidas que puedan contribuir al ahorro de energía y entre ellas, la consistente en el adelantamiento de la hora legal en relación con la solar”.

A raíz de este cambio horario, la norma en España se consolida, adaptándose la hora de verano durante todos los años hasta la actualidad. Las razones de esta consolidación son nombradas en sucesivas Órdenes Presidenciales, como la referente a 22 de marzo de 1976 sobre la regulación de la hora oficial, siempre enfocadas a la necesidad de unificar fechas de cambio horario con otros países o la necesidad de un ahorro energético.

³ Hora central Europea, se encuentra una hora por detrás del tiempo universal coordinado (UTC)

Pocos años después, en pleno asentamiento y reintroducción del horario de verano en el Estado, la redacción de la Constitución española alude, en el artículo 149.1.12, que la determinación de una hora oficial en el país corresponde íntegra y exclusivamente al Estado. Esta imposición es realmente importante, ya que crea una normalización y estabilización en cuanto a lo que el cambio horario se refiere. La Constitución es clara, pretende unificar una hora oficial para todo el territorio nacional, e implica el poder cambiar la hora y, en caso de la introducción del horario de verano, escoger las fechas de inicio y fin de éste, aunque cabe mencionar que éste último ámbito es actualmente competencia comunitario-europea.

1.1.8-Entrada en la UE

La adhesión de España a la Unión Europea se produjo el 12 de junio de 1985, cuando ya llevaba varios años existiendo la preocupación de integrar internacionalmente los países miembros en esos momentos, viéndose necesaria la unificación en todo el territorio internacional de los horarios, y particularmente los cambios de verano.

Para contextualizar brevemente, la Primera Directiva (80/737/CEE, del Consejo, de 22 de julio, sobre las disposiciones en relación con el horario de verano), parte de la base de que los estados formadores en aquel momento tienen en adopción el horario de verano, pero las fechas de inicio y fin no concuerdan entre ellos, hecho que da lugar a conflictos y problemáticas de interacción. Debido a la urgencia de solventar dicha problemática, ésta Primera Directiva presenta como objetivo principal el unificar las fechas de cambio horario para todos los estados miembros, con la finalidad de coordinar las relaciones entre ellos en el ámbito de transporte, comercio y telecomunicaciones, pero únicamente logra establecer la fecha de inicio para los años 1981 y 1982.

La Segunda Directiva (82/399/CEE del Consejo de 10 de junio) sale a la luz dos años después de la primera, en junio de 1982, y proclama en armonía con la anterior, debido a los conflictos antes citados, pretende unificar las fechas de inicio y fin, pero se repiten los hechos y no existe acuerdo a la hora de fijar una fecha de finalización para el horario de verano.

La Tercera Directiva de 12 de diciembre de 1984 (84/634/CEE) retrata las mismas disposiciones que las anteriores para los años 1986, 1987 y 1988, pero debido a la adhesión de España y Portugal a la Unión Europea, esta proclama se modifica por la Directiva 85/582/CEE de 20 de diciembre.

Con la entrada de España en la Unión Europea, se obtiene al fin una estabilidad en cuanto a lo que el horario y sus cambios se refieren, las fechas de inicio y fin de los horarios de verano son responsabilidad de las Directivas Europeas que se publicarían cada cierto periodo de tiempo, oscilando desde los 3 a los 5 años.

El único cambio de tendencia relevante se produce en 2001, cuando la Directiva de 19 de enero de 2001 (2000/84/CE) establece dos incisos. El primero,

referido a las fechas de cambio horario, cito textualmente de su artículo 2 “A partir del año 2002, el período de la hora de verano comenzará en todos los Estados miembros a la 1 de la madrugada, hora universal, del último domingo de marzo” y en el artículo 3 “A partir del año 2002, el período de la hora de verano terminará en todos los Estados miembros a la 1 de la madrugada, hora universal, del último domingo de octubre”. Con esta disposición se pretende fijar a largo plazo e indefinidamente el momento de inicio y fin de los horarios de verano para todo el territorio europeo. Además se dispone que cada cinco años se publique el calendario para dichos cambios horarios y será competencia del cada estado miembro la publicación en su diario oficial. Desde la implantación de esta Directiva en 2001 hasta la actualidad, los cambios horarios en España han seguido el mismo rumbo, creando una estabilidad en el ámbito inexistente en el pasado.

Una vez analizada la variabilidad y complejidad a lo largo de los años en cuanto al cambio horario de verano se refiere, se observa claramente la inestabilidad que ha caracterizado al Estado Español en estos cambios, por lo menos hasta su adhesión a la Unión Europea, hito que crea una armonía y una normalización hasta la fecha.

Puestos ya en contexto, se procede a analizar las posibles ventajas y las problemáticas causadas por el horario de verano, exponiendo diversas opiniones y teorías con las que inmiscuirnos y entrar en materia en la verdadera cuestión de este estudio.

1.2-Problemática generada. Pros y contras de la adopción del horario de verano

Los países que han decidido implantar la hora de verano, han ido en aumento a lo largo del siglo XX. Por ejemplo, al finalizar la primera guerra mundial encontrábamos 30 países, finalizada la segunda guerra mundial, la cifra ascendía hasta los 50 y desde 1980 hasta la fecha la cifra se encuentra alrededor de unos 60 estados [2]. Hay que tener en cuenta que la gran mayoría de los países que adoptan esta medida son países desarrollados situados alrededor de latitudes medias, ya que zonas situadas cerca del ecuador no demandan este cambio horario debido a que no hay relevantes variaciones horarias que desencadenen en un aprovechamiento mayor de luz solar. En latitudes altas, tampoco es necesaria esta medida debido a que las noches son muy cortas en las épocas de primavera –verano y los países de estas zonas que lo han implantado, deben sus motivos meramente a necesidades de sincronización con países colindantes.

Como se ha expuesto en anteriores ocasiones y en varios decretos y órdenes, la principal justificación para implantar y conservar la hora de verano es causa de un supuesto ahorro energético, pero también existen otros motivos por los que se cree conveniente la adopción de esta medida. Sin ir más lejos, William Willet, presentado anteriormente como el pionero en cuanto a este horario de verano se refiere, expuso otra razón de peso por la que debería aceptarse esta doctrina, y es, aparte del previamente nombrado ahorro energético, la posibilidad de disponer de un mayor

tiempo de ocio al aire libre una vez finalizada la jornada laboral, debido obviamente, a la mayor cantidad de horas de luz disponibles. Otra de las necesidades que demandan este cambio horario es la coordinación y la mejora de las relaciones internacionales entre distintos estados, ya sea a nivel europeo o a nivel intercontinental. He aquí pronunciados los tres grandes argumentos en los que se sostienen los pilares de la adopción de la medida del horario de verano.

Ahora bien, respecto a la mayor disponibilidad de luz solar acabadas las jornadas laborales estamos de acuerdo, es innegable, pero sumergiéndonos en el verdadero motivo de esta actuación, el aprovechamiento y ahorro energético, y centrándonos en la cuestión que plantea este estudio ¿Realmente es consecuencia un ahorro y aprovechamiento energético este cambio horario, al que nos sometemos periódicamente cada año? ¿Qué efectos produce este cambio horario sobre nuestro comportamiento y salud? ¿Realmente en España es necesaria la adopción de esta medida? Se prevé necesario el análisis de estas cuestiones para entender qué efectos tendrá un adelantamiento de hora para poder valorar íntegramente la necesidad de su adopción ya que todos los términos se encuentran en relación.

1.2.1-Huso horario actual en el Estado español

Para intentar arrojar algo de luz sobre estas cuestiones se va a proceder a analizar en primer lugar el huso actual contemplado por nuestro Estado. Como ya se ha comentado en anteriores párrafos, España contempla actualmente el huso horario UTC+1 para establecer su hora oficial, no coincidiendo de esta manera con la hora solar correspondiente al territorio y en los meses que contemplan la medida del horario de verano el desfase respecto a la hora solar aumenta hasta las dos horas (UTC+2).

Actualmente existe una gran diversidad de opiniones acerca de si se debería realizar una modificación del hoy en día implantado UTC+1. Sin ir más lejos, en diciembre de 2016, la que era ministra de empleo Fátima Báñez, expuso el modificar el término de la jornada laboral en España para que finalizase a las 6 de la tarde, incluyéndose en la propuesta el modificar nuestro huso horario de acuerdo a las necesidades del país y de esta manera facilitar la introducción de la medida laboral mencionada. Esta medida también se encontraba presente en el pacto llevado a cabo por PSOE y Ciudadanos en su intento de gobierno donde se planteaba la adopción del huso horario GMT favoreciendo a “una campaña de concienciación sobre las ventajas económicas y sociales de racionalizar los horarios y flexibilizar la jornada laboral”. Como se puede observar, la temática es de interés actual y existen varias razones y contraposiciones a la adopción del huso horario correspondiente del Estado español.

Según Fernandez-Crehuet [3], “la conciliación de la vida profesional, familiar y personal se beneficiaría de este hecho”. Sus argumentos se basan en que esta diferencia en el huso adoptado no sería un problema si fuéramos coherentes con nuestro horario. Por ejemplo, en España la hora de comer habitual es entre las dos y las tres y la de cenar entre las nueve y las diez. Teniendo en cuenta la adopción de este hábito, lo lógico sería comenzar nuestra jornada laboral sobre las diez y media, y

no a las nueve de la mañana. Esta costumbre provoca madrugar en exceso y realizar cinco horas seguidas en nuestro puesto de trabajo hasta el descanso para comer. La conclusión que se obtiene es que nuestros hábitos sociales se encuentran retrasados, perjudicando nuestra calidad de vida y afectando a nuestro rendimiento en nuestro puesto de trabajo y provocando un cansancio excesivo a la hora de levantarnos.

Por otro lado, Raquel Vidales coincide en argumentos [4], afirma que desde el año 1942, (año en el que España adaptó su huso horario a Alemania durante la Segunda Guerra Mundial, señalando la periodista que “Franco lo decidió como gesto de simpatía hacia Hitler”) nuestro país ha estado regido por unos hábitos de baja productividad laboral, horas de comer y de cenar retrasadas, escaso tiempo para actividades personales y descuido en cuanto a actividades familiares. Llevamos más de medio siglo retrasados por lo que respecta a la hora solar correspondiente a nuestro territorio, más de medio siglo adoptando un desorden horario en nuestras vidas generándonos un “jet lag” permanente y con los consiguientes efectos negativos sobre nuestra salud.

Un claro ejemplo de nuestro retraso horario y nuestros malos hábitos es el horario implantado por las televisiones, retrasando cada vez más el comienzo de los programas matutinos y por consiguiente el retraso en las emisiones nocturnas “Lo que no es normal es que un programa o una película acaben a las 12 de la noche o más tarde” “Eso hace que se duerman menos horas”. Otra de las costumbres adoptadas, es el cenar antes de acostarnos y cuando ha anochecido, algo que, por una parte no es saludable, y por otra que ninguno de nuestros vecinos en Europa la comparten.

Abandonando los argumentos enfocados a los hábitos, se presenta una nueva problemática relacionada con nuestro huso horario implantado. La España actual (con alrededor del doble de parados que la media europea) ha provocado el miedo en los trabajadores con respecto a la pérdida de su empleo o a que la empresa decida prescindir de su puesto de trabajo. Esto ha derivado en que por norma muchos de los trabajadores se vean obligados de cierta manera al “todo por la empresa”, incrementándose a su vez las horas de trabajo no contabilizadas ni remuneradas y sacrificando la vida personal y familiar. Un alargamiento de las horas de sol no siempre deriva en un mayor tiempo para el ocio, el relax y disfrutar de tiempo libre, muchas veces parece encaminarse a cuanto más tarde anochece, más se alarga la jornada de trabajo.

Por otro lado, se argumenta que la modificación de nuestro huso, facilitaría la adaptación de los turistas, una de las bases de nuestra economía, ya que nuestro desordenado y retrasado horario de hábitos los afecta negativamente.

Se concluye que no se pretende la total unificación de los horarios laborales, de ocio o de alimentación, sino el adaptar el huso horario que nos corresponde, para poder acomodar nuestras rutinas y poder integrar de manera óptima las actividades laborales con la vida personal y familiar, no teniendo que descuidar estas últimas, algo que lleva siendo común en nuestro país los últimos años.

El problema en cuanto a nuestro huso horario pues, parece enfocado a las repercusiones negativas que genera sobre nuestros hábitos en la vida diaria, creando

un desorden en los horarios naturales distantes de los adoptados por casi la totalidad de nuestros vecinos europeos, los cuales parece ser nos provocan un jet-lag permanente que deriva en efectos negativos para nuestra salud y nuestro organismo.

1.2.2-Salud

Nuria Chinchilla aporta luz sobre este peculiar tema del permanente jet-lag con el que cohabita la sociedad española [5]. La catedrática expone esta idea aludiendo a los investigadores americanos Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash y Michael W. Young los cuales han definido la mecánica molecular de los ritmos circadianos en los seres vivos, ganadores del premio Nobel de medicina en 2017. Estos investigadores exponen la relación e influencia que existe entre la rotación del planeta y sus movimientos por lo que respecta al sol y los patrones internos de los organismos como son el metabolismo y el sueño. Esto se define como ritmo circadiano, la adaptación de nuestras células a las fluctuaciones del día.

La falta de sueño o hacerlo a deshora, por ejemplo forzando el levantarnos antes del amanecer o acostarnos antes del ocaso, son hábitos que alteran nuestro ritmo circadiano, lo que deriva en trastornos como el jet-lag, término causante de patologías y enfermedades cardíacas, cansancio y agotamiento. Alterar este ritmo circadiano a su vez desajusta la liberación de hormonas, la presión sanguínea y la temperatura corporal.

Aparte de estos efectos implantados por la adopción del huso UTM+1 y por la descoordinación entre la hora solar que corresponde al territorio y la hora legal establecida por el gobierno, al implantar el horario de verano en nuestro país (UTM+2), el desfase es aún más desproporcionado, potenciando estos efectos adversos sobre nuestros patrones y ritmos de nuestro organismo.

Otros argumentos son los presentados por investigadores de México, donde se han realizado diversos estudios sobre la afección negativa en la salud provocada por un cambio de hora brusco.

En el estado de Sonora (México) el horario de verano fue adoptado hasta 1997, siendo eliminada tal medida en 1998. Un grupo de investigadores decidieron realizar un estudio retrospectivo entrevistando a más de 100 médicos especializados en distintos ámbitos, con el fin de evaluar el impacto generado por la medida del horario de verano e indagar sobre los posibles efectos sobre la salud que estos profesionales pudiesen reportar[6].

Como preámbulo, en este estudio se hace referencia a numerosas investigaciones que han declarado los numerosos efectos provocados sobre la salud humana y la sociedad, por ejemplo, Hicks, Lindset y Haekins (1983), registraron un incremento en los siniestros de tráfico durante la primera semana después del cambio horario, tanto al adelantar la hora como al atrasarla y sugieren que la causa es la alteración en el sueño. Por otra parte, Smith, Colligan y Tasto (1982) aluden a procesos de insomnio, fatiga, irritabilidad o falta de hambre durante el día y exceso de

hambre durante la noche. Como último ejemplo, Monk y Aplin (1980) no percibieron alteraciones al iniciar el sueño, pero el momento de despertar se demoró de dos a cinco días en coordinarse al nuevo horario.

Volviendo al caso de estudio en Sonora, los resultados se antojaron prácticamente unánimes, durante la implantación del horario de verano, los reportes obtenidos mediante la consulta a especialistas fueron de trastornos varios en salud como de sueño, dolores de cabeza y migrañas, excesiva somnolencia diurna y una media de quince días para ajustarse al nuevo horario. Con respecto a afecciones relacionadas con lo laboral y sociedad, se declararon trastornos en las rutinas de diario, retrasos al inicio de la jornada de trabajo, baja productividad laboral y problemas en cuanto a relaciones familiares.

Por otro lado, también en México, otro estudio esta vez experimental [7], se basó en el registro diario del comienzo, latencia y finalización del dormir de 19 trabajadores durante 26 días (9 anteriores y 17 posteriores a la eliminación del horario de verano. Las conclusiones obtenidas fueron que de los 19 sujetos, 12 atrasaron su hora de acostarse y durmieron menos horas, pero despertaron más frescos y menos cansados. Los siete sujetos restantes se acostaron sobre la misma hora, pero tardaron menos en conciliar el sueño que anteriormente. Con estos resultados se apoyó la hipótesis de los beneficios de no variar la hora solar correspondiente al territorio.

Para concluir esta exposición de argumentos y estudios, se señalará una última investigación llevada a cabo por Nenclares y Jiménez (2006) [8]. Este estudio trató de evaluar los efectos producidos por la adopción del horario de verano sobre las percepciones del estado de ánimo, concentración e interés en 110 estudiantes de bachillerato, resultando en un aumento de insomnio, somnolencia y falta de concentración para concluir que la adopción del horario de verano produce dificultades a la hora de conciliar el sueño y problemas de concentración, aparte de una fatiga derivada durante el día por la falta de sueño.

Por lo que se observa, las afecciones a la salud achacadas al cambio horario son bastante evidentes, numerosos autores e investigadores concluyen y declaran que produce alteraciones en los ciclos vitales de los seres vivos, afectando negativamente a nuestra salud y provocando carencias en el sueño y los problemas que se derivan de ello, cuestionándonos una vez más si es conveniente el desfase producido por los cambios horarios con respecto a las horas solares correspondientes a cada territorio.

1.2.3-Eficiencia y ahorro energético

Una vez tratadas dos de las tres grandes preguntas formuladas al principio de este apartado, se ha definido una hoja de ruta muy clara, primeramente, que en España podría no ser necesaria la implantación de un horario de verano, ya que nuestro huso horario se encuentra una hora por encima respecto a nuestra hora solar correspondiente (UTC+1) y a este desfase se le añade una hora más al introducir la medida, situándonos en la franja UTC+2. Esto ha derivado en la adquisición de unos hábitos desordenados por lo que a los horarios se refiere en nuestra sociedad y los

consecuentes trastornos en la salud generados por este desorden. En segundo lugar, se han tratado también diversos estudios enfocados directamente a los efectos que puede generar sobre la salud un cambio de hora brusco, obteniendo de forma unánime unos efectos comunes y muy pesimistas respecto al horario de verano.

A continuación se va a seguir indagando y encaminando el documento hacia la verdadera cuestión de este estudio, tratando de averiguar si estos efectos negativos producidos por el adelanto horario, son compensados por un ahorro de energía notable que contrarreste los puntos débiles de la adopción de la medida.

Existen numerosos estudios e hipótesis en cuanto a lo que este tema se refiere. Por ejemplo, en Estados Unidos, en 1975, un estudio del Departamento de Transportes concluyó que el cambio horario sí que era motivo de un ligero ahorro energético, pero esta eficiencia se veía contrarrestada por el incremento en gasto de carburante debido a los desplazamientos en coche derivados de ese favor al ocio producido por la mayor disponibilidad de luz solar tras la jornada laboral.

También en América del Norte, en 2007, se realizó un estudio que difería del resto de investigaciones sobre el ahorro de energía producido por el cambio horario normalmente basadas en simulaciones. En este caso se trata de un experimento realizado por R.M. Kellogg y H. Wolff de la Universidad de California en Berkeley sobre la demanda eléctrica en Australia el año 2000 [9]. En Australia el cambio horario se encuentra implantado de una manera peculiar, el cambio al horario de verano se realiza en tres de sus seis estados en octubre (siendo equivalente a abril en el hemisferio norte). Pero en el año 2000, debido a los Juegos Olímpicos de Sidney, dos de los tres estados pusieron en marcha el cambio dos meses antes alargando el periodo de horario de verano. Aprovechando esta peculiaridad se decidió comparar uno de los estados que extendió el horario de verano con el estado vecino que no lo hizo. Cabe destacar que ninguno de los tomados como ejemplo albergó los Juegos Olímpicos, ya que la demanda eléctrica se vería directamente afectada por los mismos.

Los resultados obtenidos muestran que la extensión del horario de verano no sólo no produjo ahorro en el consumo de energía eléctrica, sino que aumentó y además produjo un cambio en el perfil de la demanda, produciendo un incremento durante las mañanas y este incremento a su vez se reflejó en aumentos de las tarifas, siendo los resultados obtenidos contradictorios con los pilares en los que se basa la necesidad de adoptar el método del horario de verano. Concluye finalmente que la variación en cuanto a la demanda eléctrica no es significativa, pero si produce un notorio desplazamiento del consumo vespertino al matutino, en principio producido por la menor necesidad de luz y calefacción durante la tarde y el incremento durante las primeras horas de la mañana debido a la reducción de luz solar.

Refiriéndonos ahora a la Unión Europea, tras implantar la octava directiva (97/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo con fecha 22 de julio de 1997, relativa a las disposiciones sobre la hora de verano), determinó realizar un estudio de las consecuencias de introducir el horario de verano en los países miembros para cada sector de actividad definido (medio ambiente, salud, seguridad, transportes,

turismo...) Los resultados de dicho estudio fueron expuestas en Bruselas en 1999 tras haber consultado y asesorándose en expertos de cada materia.

Por lo que respecta al ocio y turismo de corta distancia, el resultado se intuía, este sector se encuentra claramente beneficiado por el horario de verano, una mayor disponibilidad de luz solar tras la jornada laboral favorece a salir a la calle y realizar actividades al aire libre. Por lo que se refiere a la eficiencia energética, en el grueso del documento sí que se hace alusión a un ahorro, pero ínfimo.

En 2007, la Comisión de las Comunidades Europeas publica un expuesto de las opiniones recibidas respecto a los Estados miembros y el resultado es que ninguno solicitó la modificación o eliminación con respecto a la implantación de la hora de verano, consensuándose la idea del gran beneficio que causa sobre el ocio el aumento de luz solar producido tras las jornadas laborales y como añadido, respaldado por un pequeño ahorro energético. Respecto a este debate, Francia y Bulgaria decidieron evaluar el ahorro de energía eléctrica concluyendo que el ahorro producido es del 0,01% algo insignificante. Por su parte países como Estonia, Letonia y Eslovenia aportaron también nuevos estudios que ratificaron los presentados por sus vecinos europeos, el ahorro energético resultaba ínfimo.

Por lo que hace referencia a España, se presenta un estudio para evaluar una posible eficiencia y ahorro debido a la adopción del horario de verano [10]. Este artículo se basa en un seguimiento detallado de los consumos durante el año 2012. El resultado obtenido es un incremento respecto al valor medio del 0,297% en el horario de invierno y una desviación del -0,212% en el horario de verano significando un ahorro muy poco significativo, tanto en el aspecto energético como en el económico.

Respecto a artículos periodísticos en nuestro país son muchos los que coinciden a la hora de calificar el ahorro energético como muy poco notorio. José Luis Concejero [11] afirma que lo que podía anteriormente traducirse como un ahorro importante, actualmente supone índices de eficiencia entre el 0,5 y el 2,5 por ciento y aboga no por suprimir la medida del horario de verano, sino por retomar el huso correspondiente a nuestra región. Ecologistas en acción [12] repiten conclusión argumentando que la Red Eléctrica Española estima un ahorro entre el 0,1 y el 0,5 por ciento y alude a que debe ser la administración pública la que debe plantear alternativas serias de eficiencia energética. A la par, El País [13] menta lo antes expuesto, a duras penas se alcanzaría un 0,5% de ahorro sobre el consumo.

Los estudios respecto al ahorro energético en nuestro país debido al cambio horario son muy escasos y parece un tema muy poco tratado aparte de antojarse algo complicado de cuantificar, que podría llegar a estudiarse de manera óptima y mucho más coherente si se suspendiese la medida durante un periodo de tiempo significativo. En conclusión, todos los argumentos parecen derivar en lo mismo, no parece haber un ahorro significativo en la demanda energética real.

A continuación, en los siguientes apartados, se tratará de realizar una estimación con la que poder arrojar algo de luz sobre esta cuestión en el ámbito peninsular español.

2-Objetivos del estudio

El objetivo principal de este trabajo es analizar la variación del consumo de energía derivada de los cambios horarios que se encuentran establecidos para los meses de marzo y octubre en España.

Para alcanzar dicho objetivo se realizarán distintos tratamientos de los datos obtenidos con lo que se pretende dar respuesta a la cuestión base del estudio, por lo que se plantean los siguientes objetivos derivados de la principal problemática.

- Observar mediante las curvas derivadas de las series de demandas energéticas si existe una variación significativa durante las semanas contiguas a la fechas de cambio horario.
- Cuantificar la eficiencia producida por la implantación del horario de verano para el periodo de estudio.
- Estudiar las variaciones producidas en el perfil de consumo horario concernientes a los periodos previos y posteriores a los cambios horarios.

3-Medidas del consumo eléctrico en España

Una vez puestos en contexto sobre la temática del estudio, se pretende responder a la cuestión que define el objetivo de este estudio. Para ello, se tratará de observar si realmente es coherente el horario de verano con un ahorro eficiente de energía eléctrica, mediante la recopilación y tratamiento numérico de series temporales de datos reales. A continuación se exponen distintas etapas derivadas de este análisis.

3.1-Elección de la base de datos y periodo de estudio

El primer planteamiento a tener en cuenta sobre el que comenzar a construir el estudio, fue la elección de la fuente sobre la que trabajar, aquella que aportase unos datos fiables y que contase con datos suficientes acordes con la magnitud y los objetivos de la cuestión.

Para ello se decidió acceder a la Red Eléctrica Española, organismo encargado de la distribución de la energía eléctrica en España, la cual cuenta con una herramienta web [14] que registra la demanda de energía eléctrica real, prevista y programada en MW cada 10 minutos para el área peninsular, balear y canario por separado. Los datos se encuentran recopilados desde 2007 hasta la fecha actual. Estos datos son presentados en forma de gráfica, mediante curvas que representan la demanda real, previsión de la demanda y la programación horaria operativa y aparte, cuenta con una pestaña en el que se presentan los datos numéricos recopilados por fecha y hora correspondientes a cada curva. Esta herramienta es de fácil uso y permite acceder a los distintos datos de demanda para cada día desde 2007 mediante

un simple navegador de fechas. Esta herramienta se antojó ideal, puesto que permitía un fácil acceso a los datos, un periodo de tiempo coherente, y registro de datos cada diez minutos, algo que parece ideal a la hora de comprobar fluctuaciones importantes alrededor del momento de cambio horario.

Una vez escogida la herramienta, se plantea la segunda cuestión, el periodo de tiempo a elegir para el análisis. Para ello se decidió escoger en primer lugar, una serie de años que fuera suficiente para poder realizar comparativas entre ellos, que permitiera observar patrones y presentar unos resultados fiables. Realizando promedios del consumo de un número suficiente de años, conseguimos reducir las variaciones aleatorias y la información se amplifica, aumentando la llamada relación señal-ruido. En segundo lugar, se escogió el periodo de días a estudiar de cada año, pretendiendo observar fluctuaciones importantes y variaciones de tendencias significativas alrededor del momento en el que se cambia la hora. Las variaciones climáticas alrededor del cambio horario durante un periodo corto en días no deben ser muy acusadas. Por ello se limita el estudio a un corto periodo antes y después de cada cambio horario.

Por respuesta a estos interrogantes, se decidió escoger el inicio de toma de datos en 2007, primer año en el que se encuentran registrados en la aplicación, y llevarlo hasta el año 2017, resultando un total de 11 años de estudio. Una vez claro el periodo de años a analizar, se dispuso un margen de dos semanas anteriores al día de cambio de hora y dos semanas posteriores, tanto para el adelanto horario de marzo como el retraso de octubre, obteniendo un total de 29 días de estudio para cada cambio horario (Ilustración 1).

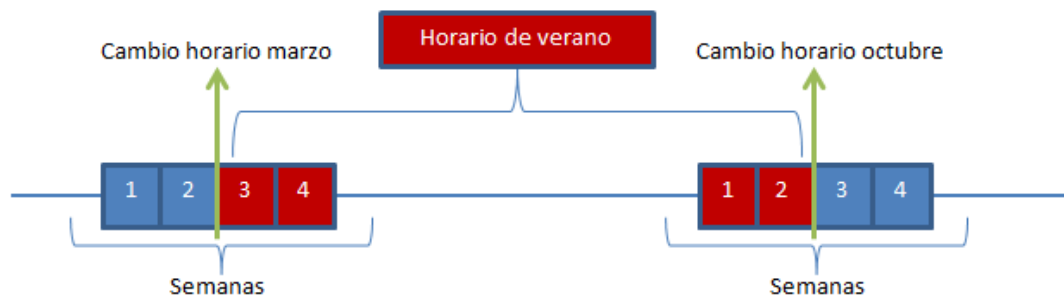


Ilustración 1 Línea temporal de los cambios de horario y los periodos de tiempo seleccionados

Decidida ya la fuente y definidos los periodos sobre los que trabajar, se procede a la estructuración y recogida de los datos disponibles.

3.2-Recopilación y organización de los datos disponibles

En primer lugar, se procedió a la consulta de los últimos documentos publicados por el Boletín Oficial del Estado concernientes al horario de verano, con la intención de identificar con exactitud todos los cambios de hora efectuados entre 2007 y 2017.

Para los años 2007-2011 [15]

2007	Marzo: Domingo 25
	Octubre: Domingo 28
2008	Marzo: Domingo 30
	Octubre: Domingo 26
2009	Marzo: Domingo 29
	Octubre: Domingo 25
2010	Marzo: Domingo 28
	Octubre: Domingo 31
2011	Marzo: Domingo 27
	Octubre: Domingo 30

Para los años 2012-2016 [16]

2012	Marzo: Domingo 25
	Octubre: Domingo 28
2013	Marzo: Domingo 31
	Octubre: Domingo 27
2014	Marzo: Domingo 30
	Octubre: Domingo 26
2015	Marzo: Domingo 29
	Octubre: Domingo 25
2016	Marzo: Domingo 27
	Octubre: Domingo 30

Para el año 2017 [17]

2017	Marzo: Domingo 26
	Octubre: Domingo 29

La hora exacta de cambio [18] se implanta a las dos horas de la madrugada para la introducción del horario de verano (marzo) y a su vez la hora que dará conclusión al fin del mismo (octubre) queda definida a las tres horas de la madrugada.

Una vez identificadas todas las fechas oficiales de cambio horario necesarias para el estudio, se procede a la recogida de datos. Todos los datos acordados se recogen en un fichero Excel (anexo I) compuesto por once hojas en las que se reparten los años de estudio, identificando claramente los días de cambio y contrastando por separado en cada hoja los 29 días recogidos alrededor del cambio de marzo y de la misma forma los 29 días recogidos para el cambio de octubre. Cabe destacar que para el año 2008 existe una incidencia, desde las 3:10 del día 24 de marzo hasta las 20:50 del día 25 de marzo no se encuentran datos registrados en la aplicación, deduciendo que debido a un fallo técnico, ya que no se presenta ninguna justificación.

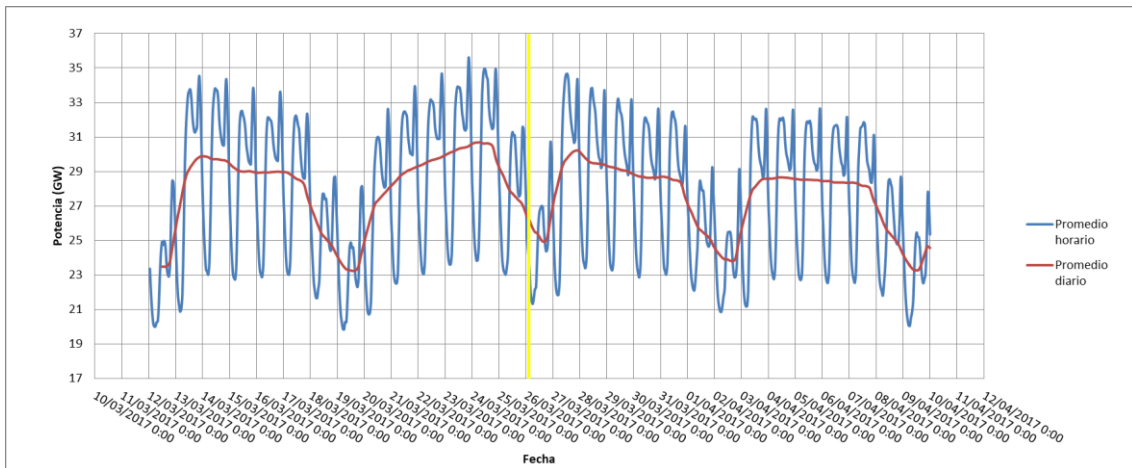
Ya con todos los datos recopilados en un fichero Excel, se procede a organizarlos y prepararlos para su tratamiento. En primer lugar se realiza una conversión de unidades, los datos obtenidos se encuentran en MW como ya hemos comentado antes y se decide convertirlos a GW con el objetivo de obtener unos números más pequeños y manejables. Una vez realizada la conversión se procede a estructurar los datos en distintos ficheros Excel para cada año. Se decide adoptar esta organización debido a la gran cantidad de datos que se manejan y la necesidad de ver muy claras los distintos periodos estudiados.

Seguidamente se procede a una primera transformación de los datos primarios que será de gran utilidad para el posterior tratamiento. Los datos obtenidos se encuentran recogidos cada 10 minutos. Previendo la necesidad de observar distintos comportamientos de las series temporales que se tienen entre manos, se decide realizar los promedios horarios, diarios y semanales para cada uno de los periodos de 29 días correspondientes a cada cambio horario, decidiendo expresar todos los datos en potencia promedio (GW). Esta decisión se toma al no ver la necesidad de transformar los valores a unidades de energía (potencia-tiempo), ya que mediante las potencias promedio se podrán observar claramente las posibles variaciones de demanda energética que ocurran durante las series temporales a estudiar. Si se quisiesen conocer la energía consumida en cierto periodo, únicamente deberíamos multiplicar la potencia promedio por el tiempo, con lo que obtendríamos GWh. Los resultados se encuentran en cada una de las hojas de los ficheros Excel concordantes a cada año.

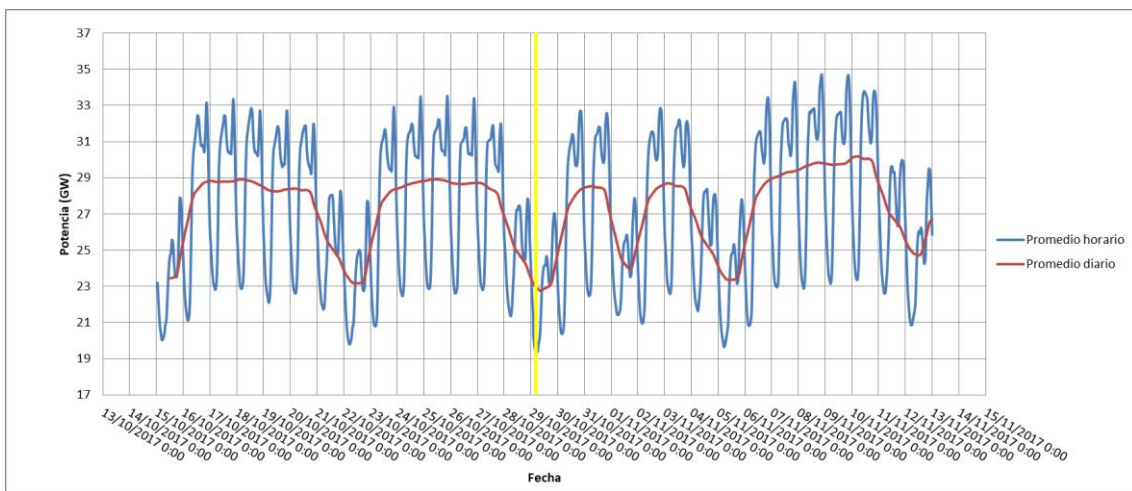
3.3- Análisis de los promedios

En primer lugar se pretende observar alguna variación en el flujo de datos a primera vista. Para ello se ha procedido a graficar los promedios horarios y diarios de cada año para tratar de percatar algún cambio de tendencia general claro entorno a los cambios horarios. Cabe destacar que además de graficar el promedio general para cada serie, se ha procedido también a filtrar los datos (mediante la operación morning average) con el fin de eliminar ruido en la curva obtenida y poder observar las fluctuaciones con mayor claridad. Se presenta como ejemplo las gráficas obtenidas para los años 2017 y 2015, encontrándose en el anexo I las gráficas correspondientes al resto de años de estudio.

Las gráficas 1 y 2 muestran las curvas generadas dos semanas antes y dos semanas después de los respectivos promedios horarios antes comentados. En la gráfica 1 podemos observar el comportamiento de la curva correspondiente al cambio horario de marzo, cuando se introduce el horario de verano y en la gráfica 2 se muestra la curva producida por el atraso del reloj de octubre, dando fin a la medida.



Gráfica 1 Promedios para el cambio horario del 26 de marzo de 2017

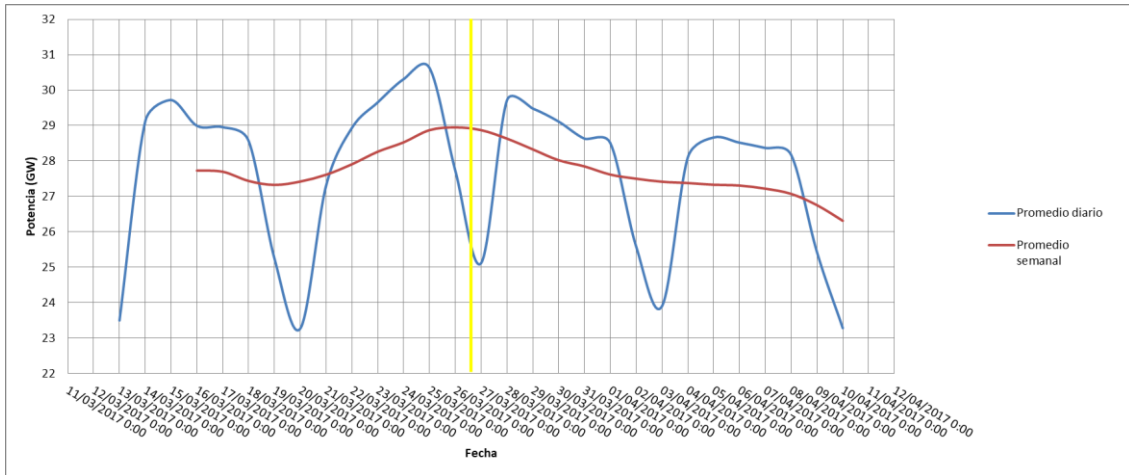


Gráfica 2 Promedios para el cambio horario del 29 de octubre de 2017

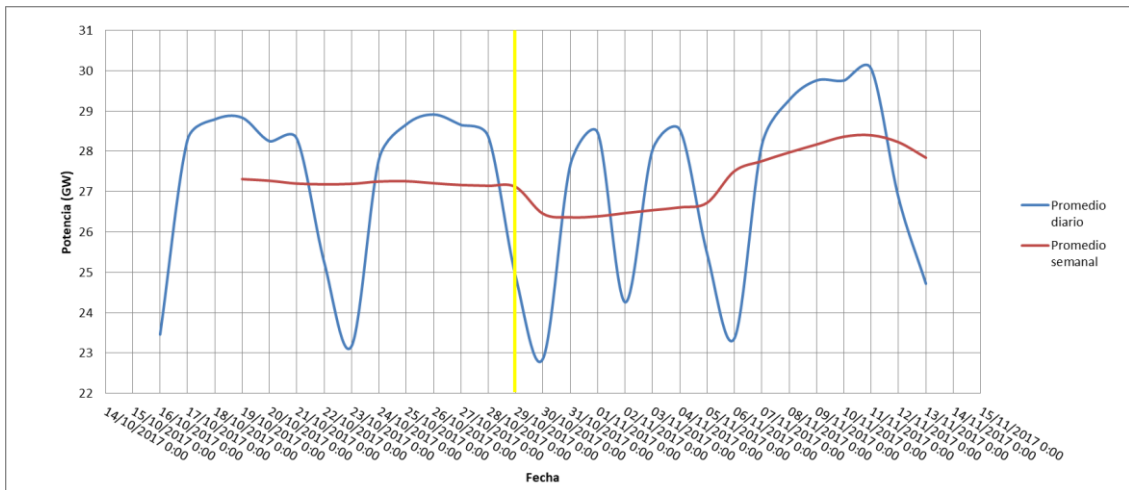
Como se puede ver, tanto la gráfica 1 como la 2 contienen una franja separadora amarilla, esta indica el momento en el que tiene lugar el cambio de hora. Ambas presentan un aspecto similar, en ellas se pueden diferenciar muy claramente los días laborables de lunes a viernes donde la actividad se incrementará respecto a los fines de semana. La diferencia más clara entre las dos gráficas se da en la gráfica 2, donde observamos un descenso brusco puntual en la demanda de potencia para el día 1 de noviembre (día de todos los santos) ya que es festivo en España.

Respecto a la presencia de la esperada variación de tendencia a la hora del cambio horario, la respuesta se antoja complicada. Con el objetivo de eliminar ruido y poder observar algún movimiento fuera de lo normal en los periodos diferenciados a ambos lados de los cambios horarios se decidió realizar un segundo promedio diario. Vemos que la curva se suaviza, pero sigue sin observarse ningún cambio perceptible que corresponda a un aumento o descenso en la demanda real de potencia.

Vista la poca claridad obtenida mediante los promedios horarios, se procede a graficar las series correspondientes a los promedios semanales (gráficas 3 y 4).



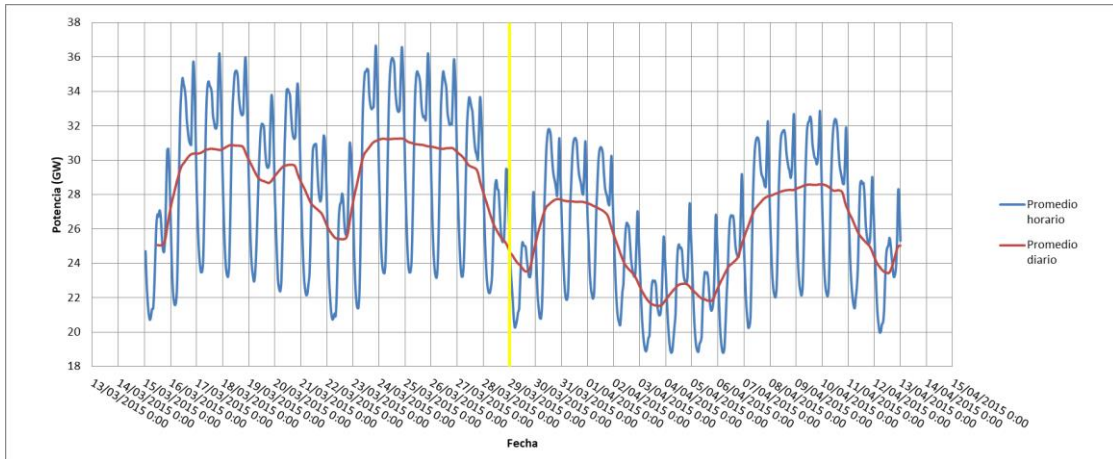
Gráfica 3 Promedios para el cambio del 26 de marzo de 2017



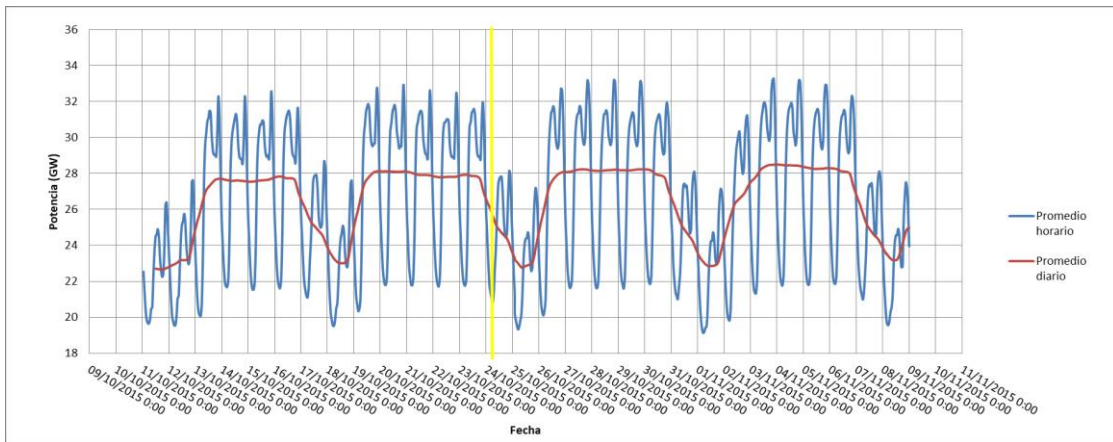
Gráfica 4 Promedios para el cambio del 29 de octubre de 2017

En estas figuras se observa de la misma manera muy claramente las variaciones semanales, diferenciándose las dos semanas anteriores a los cambios y las dos siguientes, pronunciándose de la misma manera para la gráfica 4 el mismo descenso de demanda ya observado para día 1 de noviembre.

En estas gráficas sí que parece observarse una ligera tendencia al incremento de la demanda real en horario de invierno y el descenso en la misma para el horario de verano, pero los resultados siguen sin ser contundentes, por lo menos en lo que se refiere al año 2017. A continuación se muestra otro ejemplo, esta vez correspondiente al año 2015.

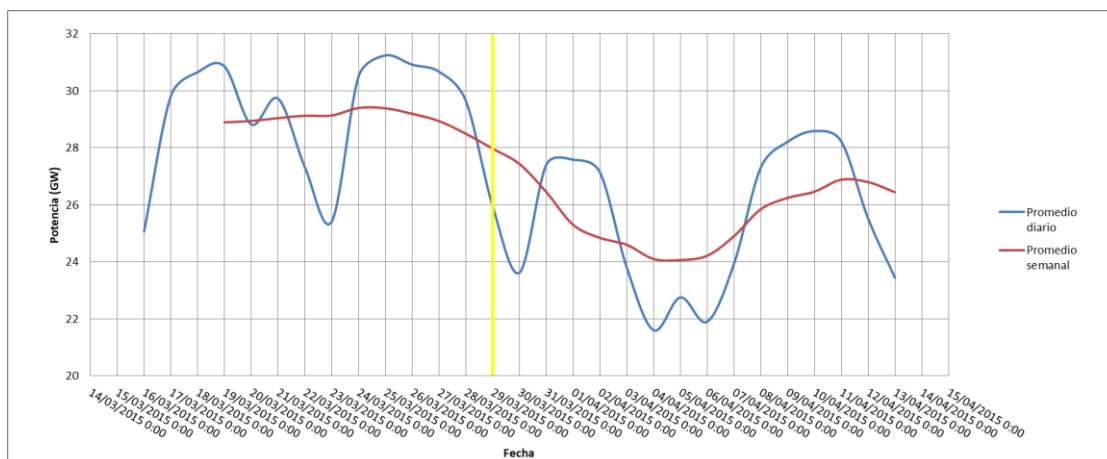


Gráfica 5 Promedios para el cambio del 29 de marzo de 2015

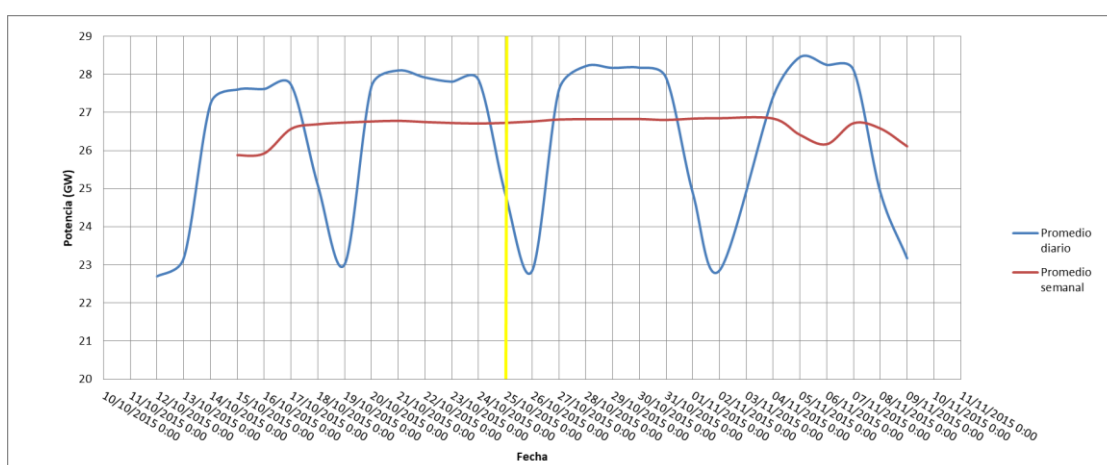


Gráfica 6 Promedios cambio 24 de octubre de 2015

En este caso, para el cambio horario de marzo sí que parece observarse una clara tendencia decreciente al día siguiente del cambio horario (gráfica 5) que concluye en una reducción de la demanda real de potencia. Por lo que respecta a las gráficas correspondientes a los promedios diarios, para el cambio de marzo (gráfica 7), se observa la ya comentada antes disminución de demanda real. En cuanto al cambio horario de octubre, en la gráfica 8, se observa una tendencia casi uniforme por lo que respecta a los periodos antes y después de la variación horaria.



Gráfica 7 Promedios cambio 29 de marzo de 2015



Gráfica 8 Promedios cambio 25 de octubre de 2015

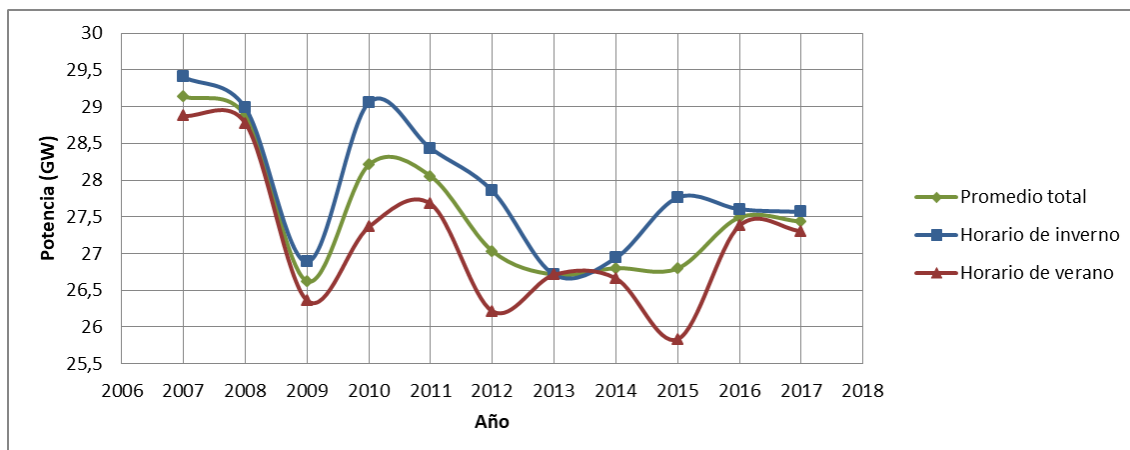
Estos son los patrones que siguen todas las gráficas realizadas para el periodo de años 2007-2011 disponibles en el anexo I adjunto. Con el objetivo de intentar precisar e indagar más profundamente en la cuestión se procede a realizar un segundo tratamiento.

3.4-Ahorros y consumos derivados del cambio horario

En la siguiente fase se opta por agrupar todo el conjunto de años de los que consta el estudio y tratar de demostrar lo que ya se intuye en un primer momento por las gráficas anteriormente realizadas, un pequeño descenso en la demanda de potencia tras el adelanto de hora en marzo.

Para ello se a procedido a realizar un fichero excel (anexo I) en el que se han organizado los datos de la siguiente manera: Se ha realizado un promedio total de los datos disponibles para cada año (58 día por año). A continuación se a procedido a la agrupación, también para cada uno de los años, de valores de potencia que corresponderían a horario de verano (las dos semanas posteriores al cambio de marzo y las dos semanas anteriores al cambio de octubre, 29 días), realizando la misma

operación para los valores correspondientes a horario de invierno. Una vez agrupados se realiza el promedio de todos ellos.

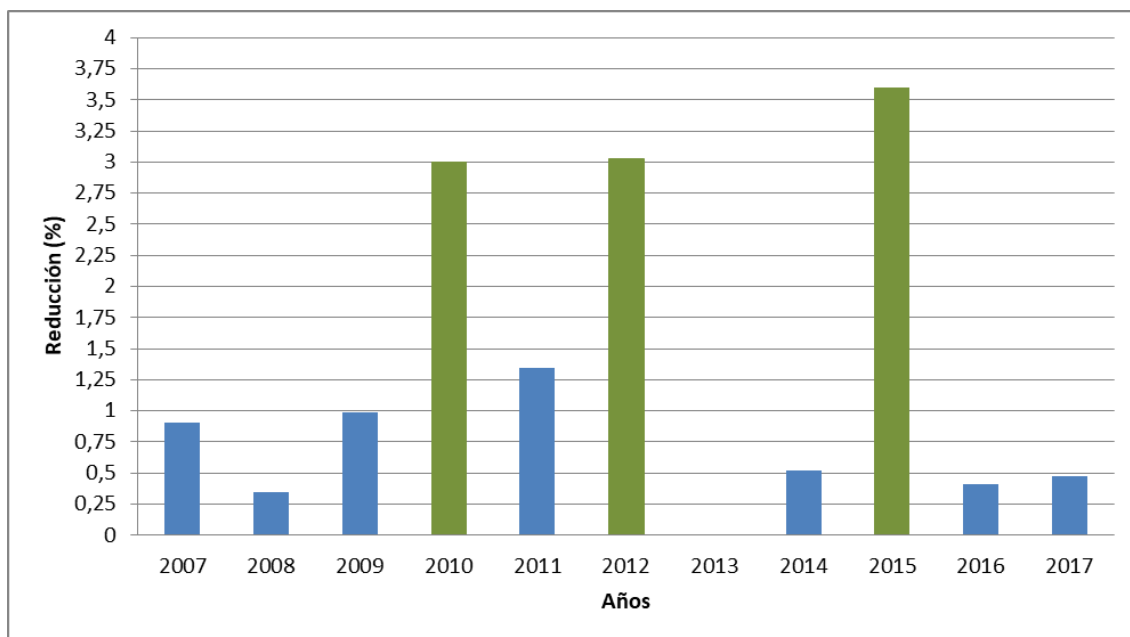


Gráfica 9 Curvas correspondientes a los distintos promedios (horario de verano-horario de invierno)

En la gráfica 9 se puede observar la primera figura obtenida mediante este segundo tratamiento de datos. Como se puede observar, la curva correspondiente al horario de verano se desplaza siempre prácticamente por debajo de la media, habiendo años en los que resulta más pronunciada la separación, como en 2015, 2012 o 2010 y años en los que no existe prácticamente diferencia, como los años 2013 o 2008, años en los que la reducción de la demanda de potencia parece inapreciable. Respecto a la curva correspondiente al horario de invierno actúa de la misma manera pero por encima de la curva promedio. Cabe destacar que los años en los que se aprecia una mayor reducción de la demanda, estamos hablando de no más de 2 GW en el mejor escenario, lo cual significa un ahorro insignificante.

Una vez estudiadas las series de datos disponibles, y observado el comportamiento y repercusión obtenida en las curvas correspondientes de la introducción del horario de verano en el ámbito peninsular, se ha podido intuir un ligero descenso de la demanda real de potencia para periodos en las que se encuentra implantado un horario de verano. En algunos años y franjas temporales se percibe muy claramente el descenso (siempre hablando de unas cifras muy discretas de reducción, unos 2 GW como mucho), pero en otros años se encuentra una tendencia uniforme que significa o que no hay ningún tipo de ahorro o que se trata de una reducción prácticamente despreciable. Para aclarar más estas teorías, se ha procedido en primer lugar a calcular el ahorro energético derivado de la medida.

Para ello se ha calculado, mediante el segundo tratamiento previamente expuesto en el que se han diferenciado para cada año los valores promedios totales y los correspondientes al horario de verano y de invierno (anexo I), la variación de demanda de potencia real promediada durante la época en la que el reloj se encuentra adelantado (horario de verano), respecto al promedio total, obteniendo la siguiente figura (gráfica 10).



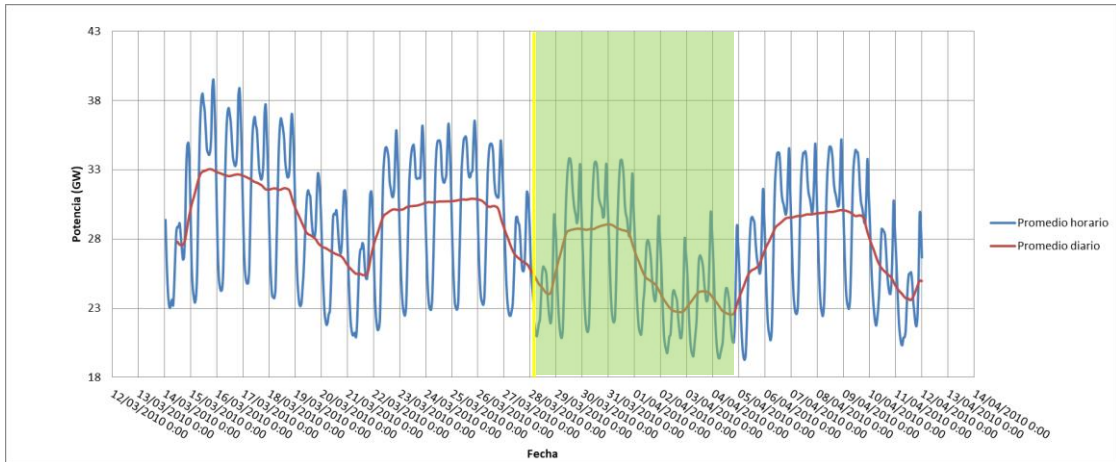
Gráfica 10 Reducción en porcentaje derivada de la introducción del horario de verano

En la gráfica 10, se representa el porcentaje de reducción obtenido durante el horario de verano, derivado del promedio total de demandas reales de potencia para cada año. En la figura se puede observar claramente que hay tres años (2010, 2012 y 2015) en los que se observa un claro desmarque en el ahorro energético, aludiendo siempre a que, aunque dupliquen al resto de años del estudio, no dejamos de estar tratando de ahorros entorno al 3%. Para el resto de años encontramos valores que apenas superan el 1%, destacando el año 2013 en el que la reducción se traduce en un 0,002%. Por lo que respecta al valor de reducción promedio se traduce en un ahorro de 1,32% en la demanda real de potencia.

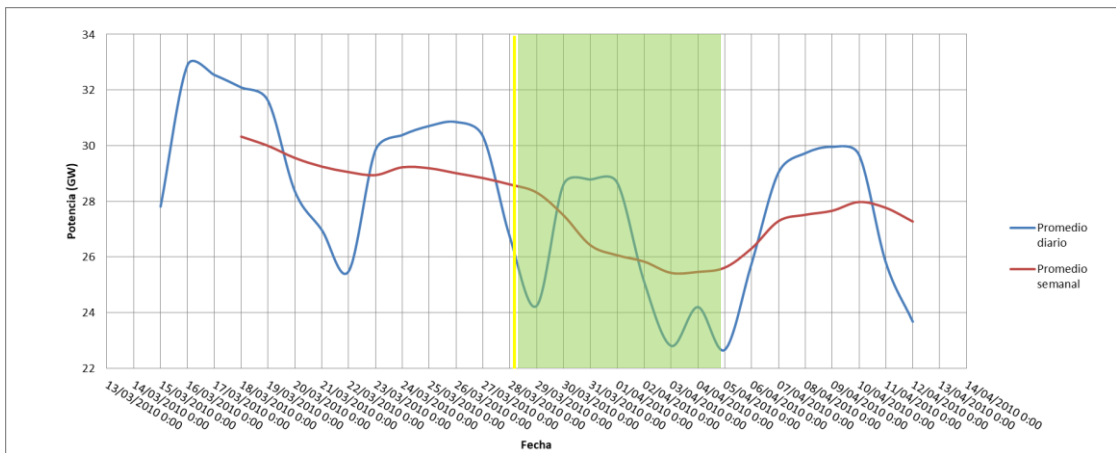
Llegados a este punto, sorprende el cambio de tendencia durante los tres años en los que se observa un claro despunte del porcentaje de ahorro, aunque se trate de valores pequeños, no dejan de duplicar los valores obtenidos para el resto de años estudiados. Se intuye que esta variación puede ser debida a la coincidencia de la Semana Santa, lo que podría explicar esa disminución de demanda de potencia en esas fechas, por tanto se procede a contrastar esta suposición. Las fechas de semana santa se definen para los años 2010, 2012 y 2015 para los siguientes días [19]:

- Año 2010: del domingo 28 de marzo al domingo 4 de abril.
- Año 2012: del domingo 1 de abril al domingo 8 de abril.
- Año 2015: del domingo 29 de marzo al domingo 5 de abril.

Identificados los periodos correspondientes para cada uno de los años en cuestión, se procede a analizar las curvas correspondientes a cada uno de los años. En primer lugar observamos las curvas correspondientes al año 2010 (gráficas 12 y 13)



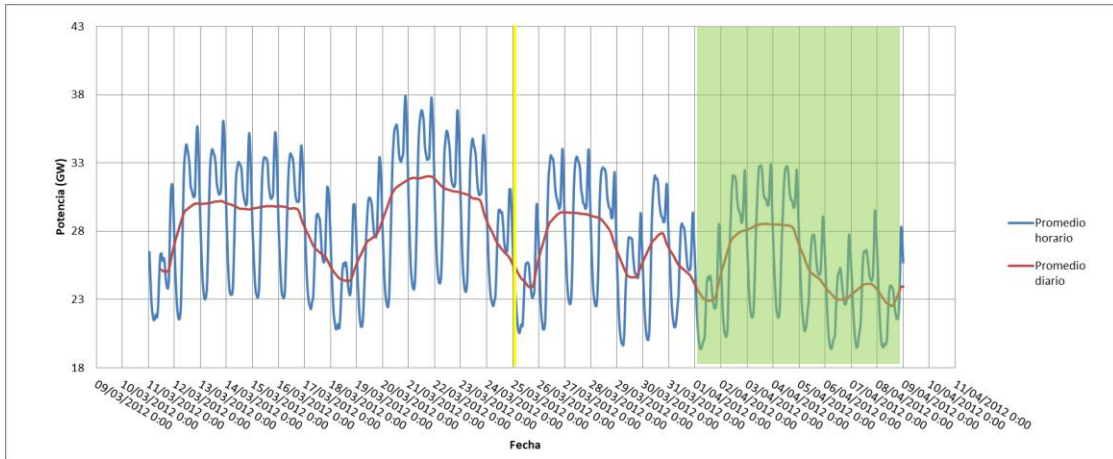
Gráfica 11 Días de Semana Santa para el periodo correspondiente al cambio horario del 28 de marzo de 2010



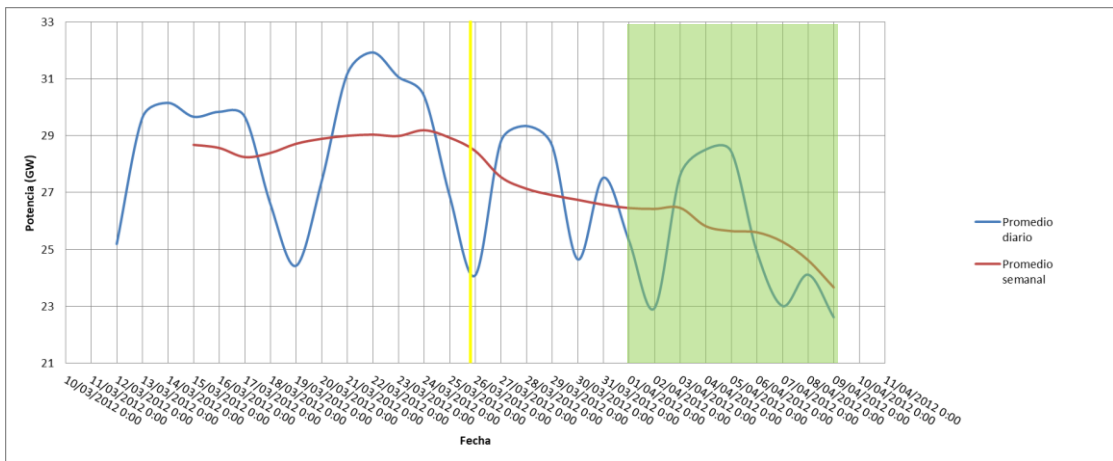
Gráfica 12 Días de Semana Santa para el periodo correspondiente al cambio horario del 28 de marzo de 2010

Para este año, las fechas de Semana Santa quedaron estipuladas del 28 de marzo al 4 de abril. Como se puede observar en la gráfica 11, se presenta sombreado en verde el periodo festivo y justamente coincide el inicio de la festividad con el momento del cambio horario, además de diferenciarse claramente los días, se observa una clara disminución en la demanda, para volver a aumentar la semana posterior. En la gráfica 12 se observa a su vez claramente una reducción sobre la misma tercera semana del periodo.

Durante el año 2012, la Semana Santa quedó definida para las fechas del 1 de abril al 8 de abril y en las gráficas 13 y 14 se observa otra reducción en estas fechas, esta vez también presente en la semana anterior a la festividad, pero se observa claramente en la curva de promedios diarios gráfica 14, como la tendencia es clara hacia el descenso de demanda conforme transcurren las fiestas.

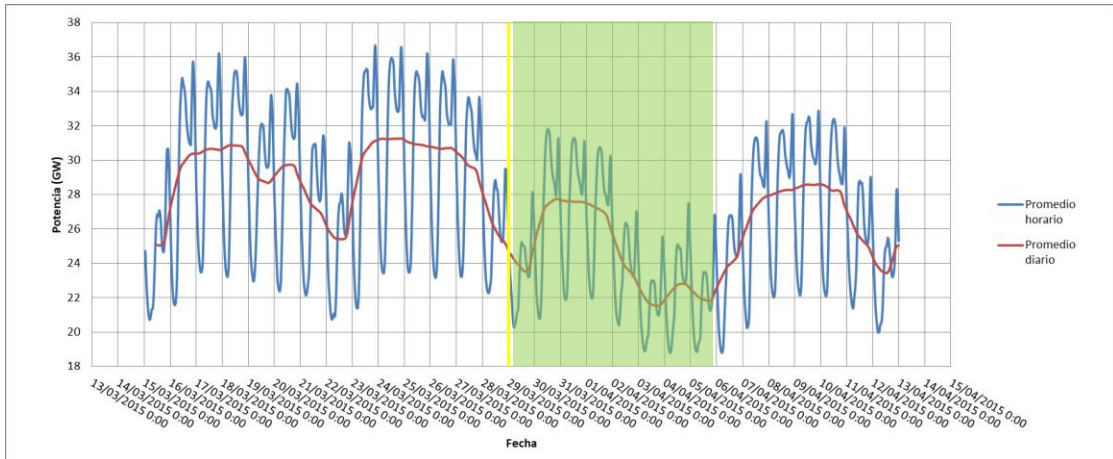


Gráfica 13 Días de Semana Santa para el periodo correspondiente al cambio horario del 25 de marzo de 2012

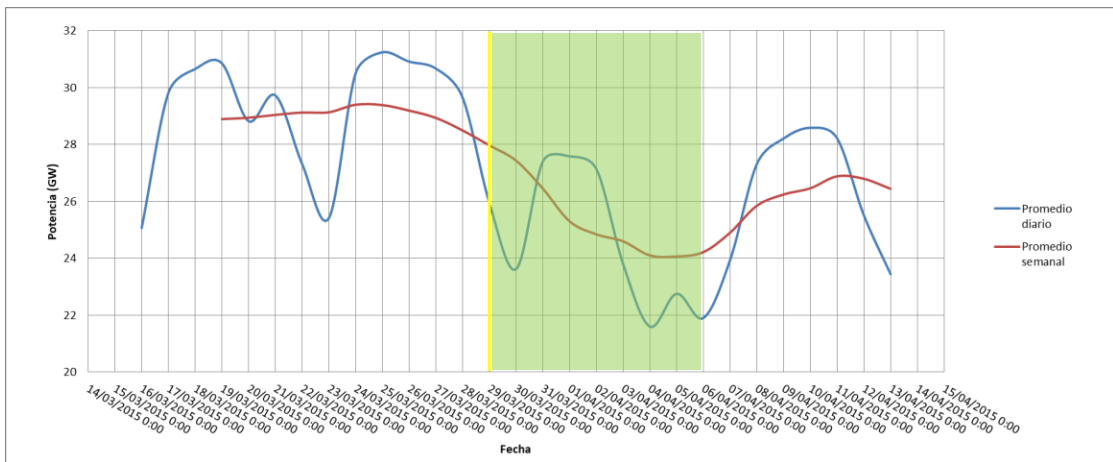


Gráfica 14 Días de Semana Santa para el periodo correspondiente al cambio horario del 25 de marzo de 2012

Para finalizar, estudiamos el caso para 2015. Para este año, las fechas correspondientes a la Semana Santa son del 29 de marzo al 5 de abril. Como podemos ver en las gráficas 15 y 16, se repite el patrón, claro descenso para la semana festiva, esta vez con inicio en el mismo momento del cambio horario. Para los días de festividad se observa una disminución de la demanda, produciendo la tendencia decreciente observada en las curvas durante esa franja temporal. Cabe destacar que la semana posterior se observa un aumento en la demanda, pero sigue por debajo de las observadas para el periodo anterior al cambio horario, debido en parte a que esa semana hay varias comunidades autónomas en las que sigue implantado un periodo festivo, como por ejemplo en la Comunidad Valenciana.



Gráfica 15 Días de Semana Santa para el periodo correspondiente al cambio horario del 29 de marzo de 2015



Gráfica 16 Días de Semana Santa para el periodo correspondiente al cambio horario del 29 de marzo de 2015

Realizado este análisis parece confirmarse que el incremento en el tanto por ciento de ahorro para estos años es resultado de la presencia de los días festivos correspondientes a la semana santa, estimándose un ahorro sin la presencia de estas festividades alrededor del 0.7% siguiendo la línea del resto de los años.

3.5-Consumos en los días laborables

Para evitar las variaciones de consumo debidas a los días festivos, que cambian de fecha respecto del cambio horario, se realiza una reedición del estudio limitándose a tratar únicamente los días laborables. De los periodos de cuatro semanas escogidos para cada cambio horario, se han excluido los sábados, domingos, las festividades de San José (19 de marzo), Jueves y Viernes Santo (variables) y las del 12 de octubre y 1 de noviembre.

Se han calculado por separado los promedios de potencia semanal y diaria en las semanas alrededor del cambio horario de marzo y octubre. En la tabla 1 se muestran los resultados.

Semana		1	2	3	4
Marzo	Promedio semanal	28.62	27.90	27.79	27.27
	σ	1.37	2.12	1.74	1.47
	Promedio diarios laborables	30.26	30.36	29.65	29.09
	σ	1.40	1.50	1.48	1.32
Octubre	Promedio semanal	27.03	27.32	26.90	28.15
	σ	0.81	0.79	1.00	1.23
	Promedio diarios laborables	28.48	28.62	28.79	29.57
	σ	0.89	0.99	1.21	1.29

Tabla 1 Potencia consumida (GW) en las semanas previas (1y2) y posteriores (3y4) a los cambios horarios de marzo y octubre promediados en el periodo 2007-2017

Para determinar si existe realmente un cambio en los consumos debido al cambio horario se comparan las variaciones entre las semanas previas (1y2), las variaciones entre las semanas 2 y 3 cuando se produce el cambio horario y las semanas 3 y 4 posteriores a la modificación horaria. Las variaciones entre las semanas 1 y 2 por un lado y 3 y 4 por el otro, servirán como control para evaluar la variación producida por el cambio horario en las semanas 2 y 3.

A continuación se realizan test de hipótesis sobre dichos datos, con el objetivo de determinar el efecto del cambio horario sobre el consumo (anexo I). En cada test, la hipótesis nula H_0 de igualdad de las medias se evalúa ante la hipótesis alternativa H_a de que las medias han cambiado significativamente. El test T de Student retorna un valor de probabilidad "p" de que H_0 sea verdad. La hipótesis nula se rechaza a nivel del 5%, es decir, las medias se consideran diferentes cuando la probabilidad es menor del 5%. La tabla 2 muestra los resultados de los test comparativos derivados de la tabla 1.

Test		Semanas 1-2 (previas)	Semanas 2-3 (cambio horario)	Semanas 3-4 (posteriores)
Marzo	Semanal	35%	90%	45%
	Laborable	73%	1%	4.9%
octubre	Semanal	41%	29%	1.6%
	Laborable	66%	68%	0.3%

Tabla 2 Resultados del test T de Student para los consumos medios en las semanas anteriores (1-2), del cambio horario (2-3) y posteriores (3-4)

Los resultados de la tabla 2 muestran que la hipótesis nula H_0 sólo es rechazada en el cambio horario de marzo teniendo en cuenta los días laborables. Es decir, este es el único caso en el que se encuentra un cambio apreciable en el consumo eléctrico entre la semana previa y posterior al cambio, en concreto una reducción del 2,3%. Pero en las semanas 3-4 posteriores se detecta también un cambio en el consumo sin haber cambio horario, en este caso una reducción del 1,9%.

Por lo tanto, en el cambio horario de marzo se detecta reducción del consumo pero similar a la detectada en las semanas siguientes al cambio, probablemente a la tendencia estacional.

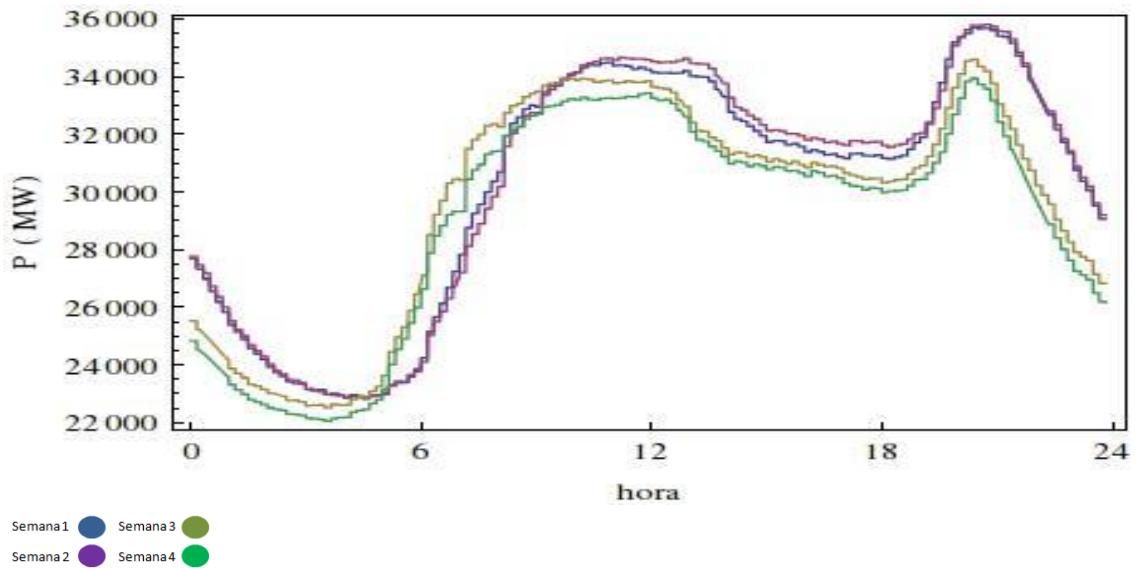
También se ha rechazado la hipótesis nula para las semanas 3-4 posteriores en el cambio de octubre, que se achaca al cambio estacional de otoño a invierno con incremento del consumo energético.

3.6- Perfiles generados a partir de los promedios para los días laborables

En este punto del estudio se opta por realizar un análisis de los perfiles producidos de la demanda eléctrica de las cuatro semanas contiguas a los días de cambio horario de marzo y octubre en conjunto (las dos anteriores y las dos posteriores). De esta manera se pretende contrastar los resultados obtenidos en el experimento antes mencionado realizado por la Universidad de California en Berkeley y comprobar si el comportamiento en el perfil de las demandas energéticas derivadas de los cambios horarios españoles se antoja similar a los perfiles obtenidos en el experimento y a su vez observar los posibles cambios relevantes producidos en cuanto a los momentos de demanda eléctrica a lo largo del día.

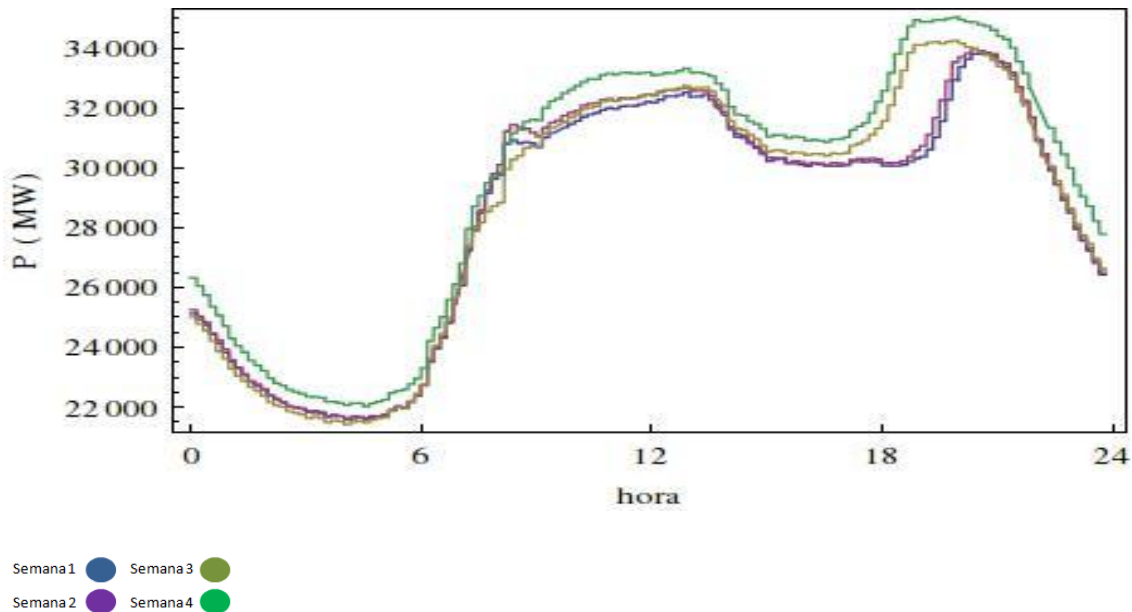
Para ello se han seleccionado únicamente los días laborables correspondientes al periodo de estudio seleccionado para cada año, con esta decisión se pretende evitar desviaciones derivadas de un descenso de la demanda debido a cuestiones que no sean exclusivamente resultado del cambio horario, además de que los laborables son la mayor parte de los días y el consumo es claramente mayor que en los festivos.

Una vez identificados los días laborables, se procede a realizar los promedios (cada 10 minutos) para cada una de las cuatro semanas de las que consta cada periodo de estudio, obteniendo como resultado los siguientes perfiles para los once años de estudio con la ayuda del software informático Mathematica cuyos ficheros se pueden encontrar en el anexo I (gráficas 17 y 18).



Gráfica 17 Perfiles de la demanda correspondiente al cambio de marzo. Las semanas 1 y 2 son anteriores al cambio y las 3 y 4 posteriores

La curva correspondiente a la gráfica 17 hace referencia al perfil obtenido de los promedios horarios para todos los días laborables de las semanas adyacentes al cambio de hora del mes de marzo, introducción del horario de verano. Se puede observar dos parejas de curvas, en primer lugar encontramos las correspondientes a las dos semanas anteriores al adelanto de hora (semana 1 y semana 2), y en segundo lugar encontramos las correspondientes a las dos semanas posteriores (semana 3 y semana 4). A simple vista no se puede afirmar un ahorro energético considerable, pero sí que se observa un cambio en el comportamiento de la demanda a lo largo del día. Podemos observar claramente como la demanda matutina aumenta durante las dos semanas siguientes al cambio de hora y a su vez produce un descenso durante la tarde en comparación a las dos primeras. Este comportamiento indica una mayor necesidad energética por las mañanas durante el periodo en el que se encuentra implantado el horario de verano, debido a que el amanecer es más tardío, por lo que se requiere más energía esas horas. Por lo contrario, el descenso que se observa en horas de tarde y noche durante el horario de verano derivará de una mayor disponibilidad de luz natural durante esas horas y una menor necesidad energética.



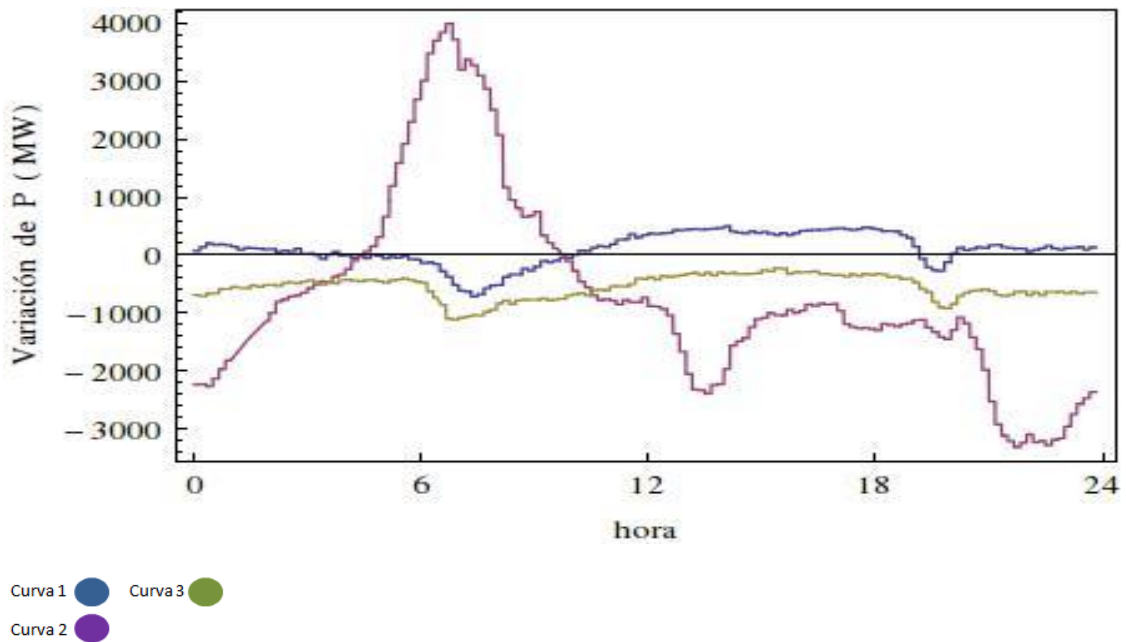
Gráfica 18 Perfil de la demanda correspondiente al cambio horario de octubre. Las semanas 1 y 2 son anteriores al cambio y las 3 y 4 posteriores

Por otra parte, la gráfica 18 presenta las curvas correspondientes al cambio horario de octubre con el que se elimina el horario de verano. En este caso observamos un comportamiento similar. Durante el horario de verano, correspondiente a las semanas 1 y 2, observamos un descenso en la demanda por la tarde-noche debido a la mayor disponibilidad de luz solar. Cabe destacar que la demanda energética por las mañanas en este caso es muy similar durante las cuatro semanas contiguas al cambio de hora.

Por último se procede a una representación de la variación producida en el perfil de la demanda horaria correspondiente al tratamiento en el que se promediaron los valores de la demanda de los días laborables para cada una de las cuatro semanas correspondientes de los once años, usando nuevamente el software Mathematica. Con ello se espera corroborar lo antes deducido, la variación en la demanda de energía a lo largo del día debida al cambio horario. Para ello se obtendrán tres curvas distintas, la primera correspondiente a la diferencia entre la segunda y la primera semana (previas al cambio horario), la segunda curva correspondiente a la diferencia entre la tercera y la segunda semana (entre las que se realiza el cambio horario) y por último una tercera curva correspondiente al resto entre la cuarta y la tercera semana (ambas posteriores al cambio horario) obteniendo las siguientes variaciones (gráficas 19 y 20).

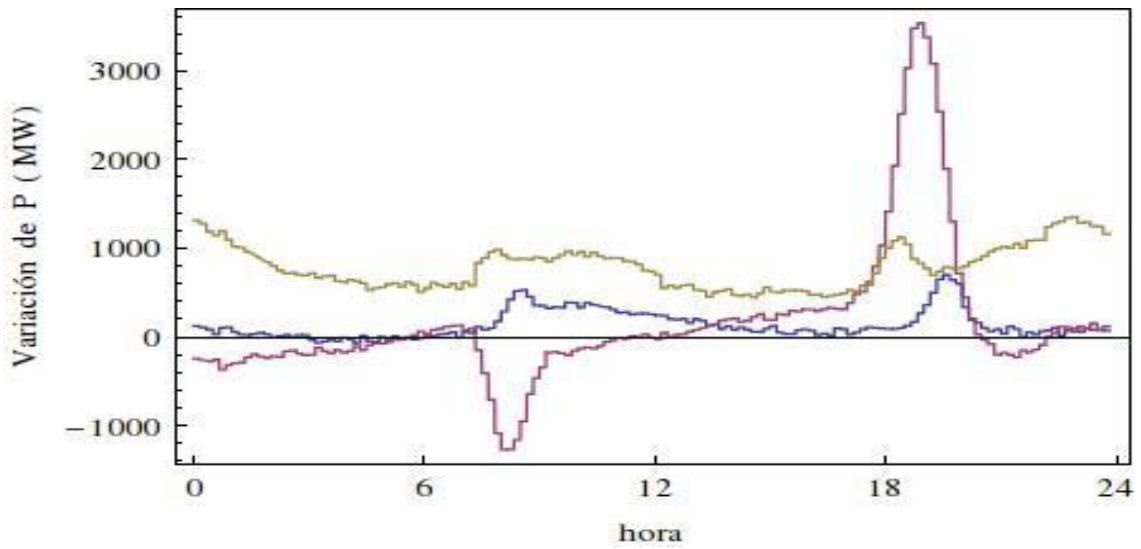
En primer lugar observamos la variación obtenida para el cambio de marzo con el que comienza el horario de verano en España. Podemos observar un claro cambio en el comportamiento de la curva correspondiente a la variación de la tercera y segunda semana, momento en el que ocurre el adelanto de hora, existiendo un brusco pico por las mañanas que indica un notable incremento de unos 4 GW en la demanda eléctrica para esas horas ya que la disponibilidad de luz solar en esas horas es menor. A su vez, se observa también, esta vez con menor notoriedad, un descenso durante la

tarde, ratificando que la mayor disponibilidad solar derivará en un menor consumo energético.



Gráfica 19 Variación en el perfil de demanda energética para el cambio de hora de marzo. La curva 1 muestra la variación entre las dos semanas previas al cambio, la curva 2 la diferencia entre la semana previa y la posterior al cambio y la curva 3 es la variación en las dos semanas posteriores al cambio horario

Para la finalización del horario de verano con el cambio de octubre, se realiza el mismo procedimiento, obteniendo como resultado la gráfica 20. En este caso se puede observar que el cambio horario en este caso produce el efecto contrario. Como se observa claramente en la curva tres (variación de la tercera y segunda semana), el comienzo del horario de invierno produce un cambio en el perfil. En este caso el atraso horario produce un descenso de la demanda matutina y un incremento en la demanda por la tarde y por la noche, ratificando que la disponibilidad de luz solar y el cambio de hora influyen notablemente directamente sobre el momento en el que se demanda la energía eléctrica.



Curva 1 ● Curva 3 ●
 Curva 2 ●

Gráfica 20 Variación en el perfil de demanda energética para el cambio de hora de octubre. La curva 1 muestra la variación entre las dos semanas previas al cambio, la curva 2 la diferencia entre la semana previa y la posterior al cambio y la curva 3 es la variación en las dos semanas posteriores al cambio horario

4-Conclusiones

Realizados todos los tratamientos estimados oportunos para las series de datos temporales recopilados, que abarcan el periodo escogido de once de años de estudio (2007-2017), se han elaborado las siguientes afirmaciones:

En primer lugar, que mediante las curvas derivadas de unos promedios simples (horarios, diarios y semanales) no se ha obtenido a simple vista una variación significativa en cuanto a los consumos energéticos en las semanas circundantes a los cambios horarios de octubre y marzo. Sí que se pueden diferenciar claramente los perfiles correspondientes a cada día, incluso relacionarlos con los días laborables y festivos, ya que se observa un claro comportamiento de la curva para cada uno de ellos, pero es imposible determinar una variación clara en la demanda energética entre las semanas anteriores y posteriores a los cambio horarios.

En segundo lugar, los cálculos de consumos y ahorros para los promedios anuales concluyen una reducción estimada de la demanda promedio durante el horario de verano respecto al promedio total de un 1,32%. Valor que se reduce aún más eliminando los años en los que los festivos de Semana Santa (cambiantes de año a año) se encuentran implantados durante el periodo de estudio, en este caso en para los años 2010, 2012 y 2015. Eliminando pues, los valores correspondientes a esos años, la reducción de la demanda energética durante el horario de verano concluye en un 0,7%, coincidiendo con los valores mostrados en la introducción de este trabajo obtenidos de otros estudios y estimaciones, siendo unánime la conclusión del ínfimo ahorro producido por la implantación del método del cambio horario.

La exclusión de los días no laborables para el estudio ha significado un mayor acercamiento a la percepción de las variaciones de demanda energética. Primeramente, la realización del test T de Student ha concluido que es en el cambio horario de marzo cuando se encuentra un cambio apreciable en el consumo eléctrico entre la semana previa y posterior al cambio (semanas 2 y 3), en concreto una reducción del 2,3%. Cabe destacar que en el cambio de octubre se observa una nueva variación, pero en este caso entre las semanas 3 y 4 posteriores ambas al cambio horario, produciéndose un incremento de la demanda energética, por tanto se puede suponer que la variación no es debida a la modificación horaria, si no que puede estar relacionada con el cambio estacional.

Por otra parte, la elaboración de unos perfiles en los que se muestran las curvas correspondientes a los promedios para cada una de las cuatro semanas para cada uno de los dos cambios (marzo y octubre) definen en principio unas variaciones en los momentos de la demanda de energía a lo largo del día por lo que se refiere a las dos semanas anteriores y las dos semanas posteriores al cambio. Se observa una variación entre las demandas matutinas, aumentando en estas horas durante el horario de verano debido a la menos disponibilidad de luz solar, y un descenso de demanda en horario vespertino, en contraposición debido a la mayor disponibilidad de luz solar, corroborándose esta afirmación mediante la elaboración de unos segundos perfiles en los que se representa la variación para las semanas 1 y 2 (anteriores al cambio horario) 2 y 3 (semanas en los que se produce el cambio de hora) y las

semanas 3 y 4 (posteriores al mismo) en los que se observa claramente como varían los perfiles a lo largo del día en los días contiguos al momento del cambio de hora.

Todos estos procesos realizados sobre los datos seleccionados demuestran, en primer lugar, que la variación total de la demanda energética derivada de los cambios horarios implantados en el estado Español se antoja ínfima, siendo los resultados muy poco relevantes y produciendo un ahorro energético ligado a la medida del horario de verano insuficiente y muy cuestionable debido al negativo trasfondo social, físico, psicológico que parece derivar de la medida. Por otro lado, se puede afirmar que, apartando el ahorro o incremento en cuanto a las demandas de energía, se produce otro tipo de variación, la de los momentos en los que se demanda a lo largo del día, produciendo alternancias entre la mañana y la tarde en los días anteriores y posteriores a los cambios de hora.

Concluido el estudio, cabe mencionar la dificultad para observar las variaciones, repercusiones y efectos que producen el cambio horario, planteándose una manera óptima en la que se conseguiría estudiar estas cuestiones, eliminar la medida del cambio horario durante un periodo de años suficiente para poder trabajar con los dos escenarios, o algo menos drástico, que significaría desplazar el cambio de hora unos meses para observar el comportamiento sobre los mismos meses con cambio horario y sin cambio horario.

Bibliografía

- [1] Gámez Mejías, M. (2008). Origen, evolución y futuro de la determinación normativa de la hora legal en España y la Unión Europea. *Revista de Administración Pública*, (177), 377-417.
- [2] Bigas, P. P. (2013). La hora oficial en España. *Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid*, 373-404.
- [3] Fernández-Crehuet, J. (2017). Innovación social: análisis de los beneficios de la recuperación del huso horario que corresponde a España. In: F. Díaz-Fierros Viqueira, J. Mira Pérez, J. Fernández-Crehuet, J. Martín Olalla and J. Fernández-Albertos, ed., *¿Es nuestro huso horario un problema?*. Santiago de Compostela: Consello da Cultura Galega, 31-57.
- [4] Vidales, R. (2013). En España, siempre con 'jet lag'. 15/05/2018, de El País Sitio web: https://elpais.com/sociedad/2013/09/25/actualidad/1380137001_972870.html
- [5] Chinchilla, N. (2017). A una sola hora de Greenwich. 18/05/2018, de Valores y ecología humana Sitio web: <https://blog.iese.edu/nuriachinchilla/>
- [6] Vera Noriega, J. A., Peña Ramos, M. O., Laborin Alvarez, J. F., Domínguez Ibañez, S. E. Salud mental y el horario de verano en sonora. Una visión retrospectiva. *Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.*
- [7] Ramirez, C., Nevárez, C., & Valdéz, P. (1994). Efectos psicofisiológicos de la eliminación del horario de verano en una población nunca antes expuesta a éste. *Salud Mental*, (4), 25-30.
- [8] Nenclares Portocarrero, A., & Jiménez-Genchi, A. (2006). Efectos al 5to. día de la entrada del horario de verano sobre las percepciones subjetivas de insomnio, somnolencia y el estado de ánimo en estudiantes de bachillerato. *Neurocien*, (4), 252-257.
- [9] Kellogg, R., & Wolff, H. (2007). Does Extending Daylight Saving Time Save Energy? Evidence From an Australian Experiment. *Center For The Study Of Energy Markets*.
- [10] Aranda, J., & Balbas, F. (2014). Eficiencia del cambio horario en el consumo energético. *Rehabend*, 1239-1246.
- [11] Concejero, Jose L. (2018). ¿Qué consecuencias provoca cambiar la hora dos veces al año? 26/05/2018, de Cope Sitio web: http://www.cope.es/noticias/economia/que-consecuencias-provoca-cambiar-hora-dos-veces-ano_170637
- [12] Ecologistas en acción. (2010). El cambio de hora. 26/05/2018, de Ecologista Sitio web: <https://www.ecologistasenaccion.org/?p=18117>

- [13] Delle Femmine, L. (2015). ¿De verdad se ahorra energía con el cambio de hora?. 28/05/2018, de El país Sitio web:
https://elpais.com/economia/2015/10/22/actualidad/1445509353_986482.html
- [14] Red eléctrica española. 15/03/2018, de Red Eléctrica Española Sitio web:
<http://www.ree.es/es/actividades/demanda-y-produccion-en-tiempo-real>
- [15] ORDEN PRE/2211/2006, de 4 de julio, por la que se publica el calendario del período de la hora de verano correspondiente a los años 2007 a 2011. Boletín Oficial del Estado, núm. 164, de 11 de julio de 2006, pp. 25922 a 25922.
- [16] Orden PRE/2767/2011, de 6 de octubre, por la que se publica el calendario del período de la hora de verano correspondiente a los años 2012 a 2016. Boletín Oficial del Estado, núm.250, de 17 de octubre de 2011, pp. 108246 a 108247.
- [17] Orden PRA/157/2017, de 24 de febrero, por la que se publica el calendario del período de la hora de verano correspondiente a los años 2017 a 2021. Boletín Oficial del Estado, núm.50, de 28 de febrero de 2011, pp. 13850 a 13851.
- [18] REAL DECRETO 236/2002, de 1 de marzo, por el que se establece la hora de verano. Boletín Oficial del Estado, núm.53, de 2 de marzo de 2002, pp. 8617 a 8619.
- [19] Calendarios ideal. 10/06/2018, de Calendarios ideal Sitio web:
<http://calendarios.ideal.es/>