

“Análisis del consumo invernal de energía eléctrica en la Provincia de Mendoza, República Argentina, durante la vigencia de dos husos horarios diferentes”

Federico Norte, y Roberto Moltó
Unidad de Meteorología - IANIGLA-CRICYT-CONICET

*

RESUMEN

El objetivo de éste trabajo consiste en analizar en que medida la vigencia de un régimen horario adelantado en una hora y cuarenta minutos respecto de la hora solar, beneficia o perjudica al sector estatal, en particular al área educativa y a la población en general.

Por su ubicación respecto del meridiano de Greenwich la mayor parte del territorio argentino se encuentra dentro del huso horario número 20, más conocido como huso -4 (a cuatro horas menos que el meridiano patrón de cero grado).

Hace más de dos décadas la Argentina no se rige por esa hora sino que mantiene el huso -3 y en oportunidades ha aplicado el huso -2 (hora doblemente adelantada). El motivo de la vigencia de estos husos desfasados respecto de la normal, fue siempre la hipótesis no demostrada de un ahorro de energía.

Sin embargo, entre el 1 de marzo y el 14 de octubre de 1991 y 1992 tuvo vigencia el huso -4 en la Provincia de Mendoza. Desde 1993 en adelante la región volvió a conservar la hora adelantada todo el año.

Esto permitió realizar un análisis comparativo de consumos entre el invierno de 1993 y el de 1992.. Se eligió como muestra al sector educativo de la ciudad de Mendoza y alrededores tanto estatal como privado y también algunas áreas residenciales discriminadas por sector social predominante.

Los datos de consumo fueron suministrados por Energía Mendoza Sociedad del Estado (EMSE) y los climáticos y astronómicos por el Programa Regional de Meteorología (PRM).

Un aspecto del trabajo consistió en establecer un coeficiente que interpretara las variaciones de consumo y su relación con la disminución invernal de horas de sol. La relación inversa entre las dos variables es evidente en la mayoría de los colegios y en los sectores residenciales de clase media; (mayor consumo versus menos horas de sol) tanto con la vigencia del huso -3 (1993) como con la vigencia del huso -4 (1992). Menos evidente es en el sector alto y bajo analizado, posiblemente debido a factores de índole social.

El otro aspecto fue comparar directamente la diferencia de consumo eléctrico entre un invierno y el anterior.

Un análisis de las temperaturas registradas indica que los valores térmicos medios fueron más altos en el invierno 1993 que en el 1992.

La actividad laboral educativa en la mayor parte del territorio nacional implica que en la mañana la población deba despertarse un poco antes de las 7 (siete) horas.

Además en los conglomerados urbanos más grandes tales como Gran Buenos Aires, Gran Rosario, Córdoba y departamentos vecinos a Mendoza un sector muy importante del pueblo ya está en los medios de locomoción pública (micros, trenes, subtes) a esa hora.

Por varios puntos de vista: psíquicos, de seguridad, ecológicos y de calidad de vida, (aparte de los económicos mencionados en este trabajo) la gente debe iniciar sus actividades diarias con luz natural.

Esto es hartamente conocido en países tales como Alemania, Estados Unidos, Brasil, Canadá, Chile, Gran Bretaña, Suiza, Israel, Australia, Nueva Zelandia quienes sólo adelantan los relojes en verano, porque ahí si consiguen algún ahorro de energía, pero mantienen su hora solar correcta en invierno.

Se concluye que el consumo de energía eléctrica estuvo directamente relacionado con la cantidad de horas de sol y que la vigencia en invierno del huso -3 implica un gasto mayor de energía en sectores estatales y en los ámbitos educativos fundamentalmente.

Se sugiere que la Nación entera recupere su hora verdadera al menos en el período comprendido entre el 25 de abril y el 20 de setiembre de cada año, evitándose de esa manera un derroche de energía específicamente en los establecimientos educativos y favoreciéndose

una disminución del “stress”, una mayor seguridad en la población y una elevación de la calidad de vida.

1- INTRODUCCION

La mayor parte del territorio de la República Argentina por su ubicación geográfica respecto al meridiano patrón de Greenwich, está dentro del huso horario número 20, más conocido como “huso -4”.

Pero desde hace más de dos décadas, de 1970 en adelante, el país no se rige por esa hora sino que mantiene el huso -3 y en oportunidades se ha aplicado el huso -2. Es decir mantuvo 1 hora adelantada y a veces hasta dos horas adelantadas respecto del horario solar. El motivo de la vigencia de estos husos desfasados respecto de la normal, fue siempre la hipótesis no demostrada de un ahorro de energía eléctrica.

Por ejemplo, por un decreto presidencial del 30 de marzo de 1970 se decidió “por razones de emergencia energética, mantener la hora adelantada de verano durante todo el año, o sea el huso -3.

En enero de 1974 se decretó otra excepción a la ya vigente ante la crisis petrolera mundial de la época. Se estableció el huso -2 pero sólo duró hasta marzo de ese año.

En 1988, se repitió el esquema de 1974, decretándose la vigencia de 2 horas adelantadas respecto de la normal.

Las razones fueron las mismas: “el ahorro energético”.

Esto provocó “la rebelión de la hora” frente a la vigencia del huso -2 que determinaba que especialmente en el oeste del país cuando se ponía el sol en pleno verano, los relojes indicaban las 22 horas, hecho realmente absurdo que afectaba la vida diaria de la gente. Paulatinamente las provincias fueron deshechando la hora doblemente adelantada hasta que también fue derogada por el Presidente Menem en octubre de 1993 en la Capital Federal y Provincia de Buenos Aires.

La provincia occidental de Mendoza, por su parte, tuvo una vigencia durante el período comprendido entre el 1 de marzo y el 15 de octubre de 1991 y 1992 al huso -4. En 1993, también ante la suposición del “ahorro de energía” entre otras cosas, se decidió, una vez más, mantener la hora adelantada de verano durante los años 1993 y 1992.

Por todo esto, el objetivo de éste trabajo consiste en ver en que medida la vigencia de un régimen horario adelantado en 1 hora 40 minutos (huso -3 en Mendoza) respecto de la hora solar, beneficia o perjudica al sector estatal, sobre todo el área educativa y a la población en general.

2- DATOS Y METODOLOGIA

Los datos de consumos de energía eléctrica de 1992 y 1993 fueron suministrados por EMSE (Energía Mendoza Sociedad del Estado). Los datos climáticos y astronómicos por el Programa Regional de Meteorología del IANIGLA-CONICET-Ministerio de Medio Ambiente, Urbanismo y Vivienda del Gobierno de Mendoza.

Se seleccionaron muestras del sector educativo de la ciudad de Mendoza y alrededores tanto estatal como privado y también algunas áreas residenciales discriminadas por sector social predominante.

Se utilizó un programa que determina la salida y puesta del sol, hora de ocurrencia del mediodía solar, duración del crepúsculo y cantidad de horas de sol por día, en diversas localidades del país y del extranjero. Se construyeron mapas con isolíneas de hora de salida y puesta del sol en distintas fechas del año.

Se hizo un análisis climático del comportamiento térmico de cada uno de los inviernos analizados.

Un aspecto del trabajo consistió en establecer un coeficiente que interpretara las variaciones del consumo y su relación con la disminución invernal de horas de sol.

El otro aspecto fue comparar directamente la diferencia de consumo eléctrico entre un invierno y el anterior.

2.1. El concepto de “remesado”

Es una división temporal que se realiza para efectuar las lecturas de los medidores, debido a la imposibilidad de las compañías de electricidad de efectuar la lectura de todos los domicilios el mismo día.

Así por ejemplo, la lectura del bimestre 4 se toma el 5 de julio para el remesado 1 y el 30 de julio para el remesado 8.

Por eso la división por bimestre que aparece en las gráficas no coincide con el calendario sino que es aproximada. No obstante eso, la cantidad de horas de sol por bimestre, se tomó en el mismo intervalo de medición.

Para el caso anterior el bimestre 4 se toma del 5 de mayo al 5 de julio y en ese mismo intervalo se efectúa la sumatoria de las horas de luz solar por día.

Esta modalidad se adoptó en los casos de domicilios particulares y escuelas, Mientras que para los valores totales consumidos por las escuelas debido a la forma en que se presenta la información, fue necesario tomar el valor medio de los remesados para calcular la cantidad de horas medias en coincidencia con cada intervalo.

Ejemplo: Bimestre 4, remesado 1 a 8 consumo 1992= 425822 KWH.

A este consumo se le hizo corresponder el valor medio de la sumatoria de horas registradas en ese bimestre para los remesados 1 a 8.

3.- RESULTADOS

3.1. Sector Educativo y estatal

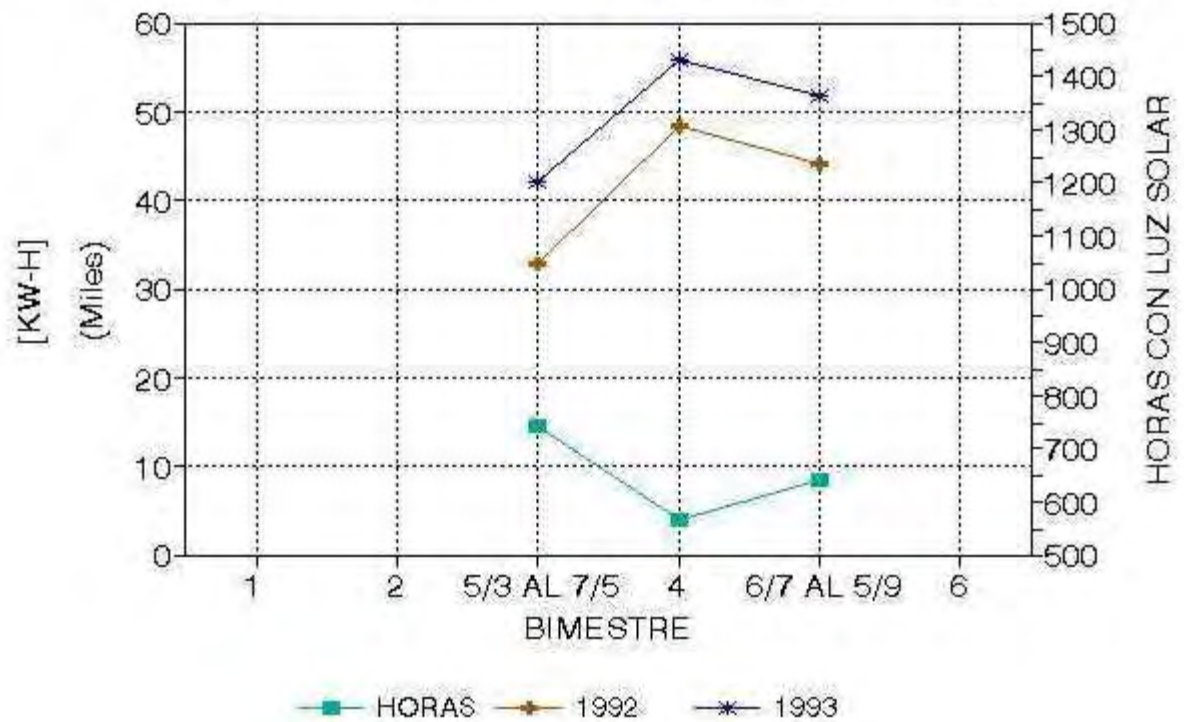
La figura 1 indica la variación de horas de luz solar en los períodos de invierno (curva celeste) que se mantiene invariable a lo largo de varios siglos; la variación del consumo en 1992 (vigencia del huso -4, curva roja) y la variación del consumo en 1993 (vigencia de 1 hora adelantada es decir el huso -3, curva azul).

Se observa que independientemente del huso horario vigente, existe un incremento del consumo en el período de menor luminosidad solar , es decir una relación inversa de las variaciones entre las dos variables.

Al mismo tiempo puede observarse que los consumos de 1993 son superiores a los de 1992. El conjunto de establecimientos educativos considerados fue tomado al azar predominando escuelas primarias provinciales y nacionales. De los 18 establecimientos un 73% presenta el comportamiento resumido en Figura 1.

CONSUMOS VS. HORAS DE LUZ SOLAR

TOTAL DE 18 ESCUELAS (BIM 4 7/5 AL 6/7)



Algunos ejemplos se muestran en Figura 1A (Escuela D'Amicis),

CONSUMOS VS. HORAS DE LUZ SOLAR

ESCUELA D'AMICIS

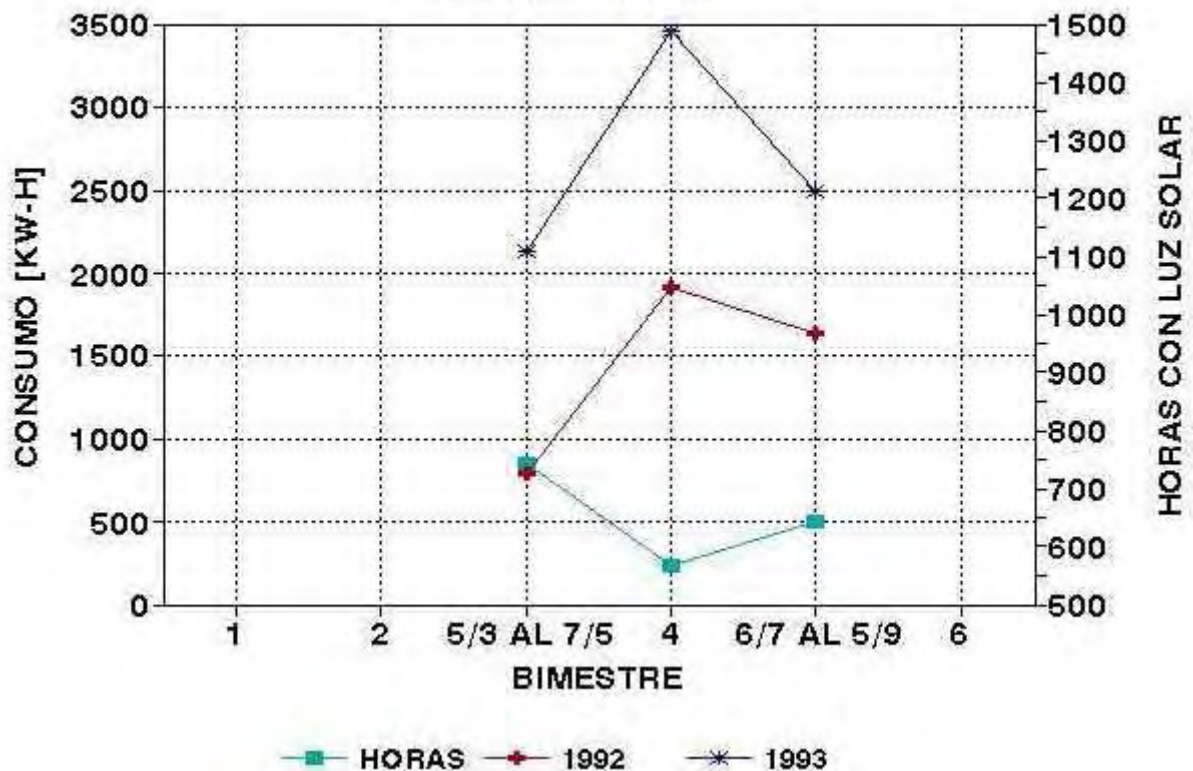


Figura 1B (Escuela Guantata),

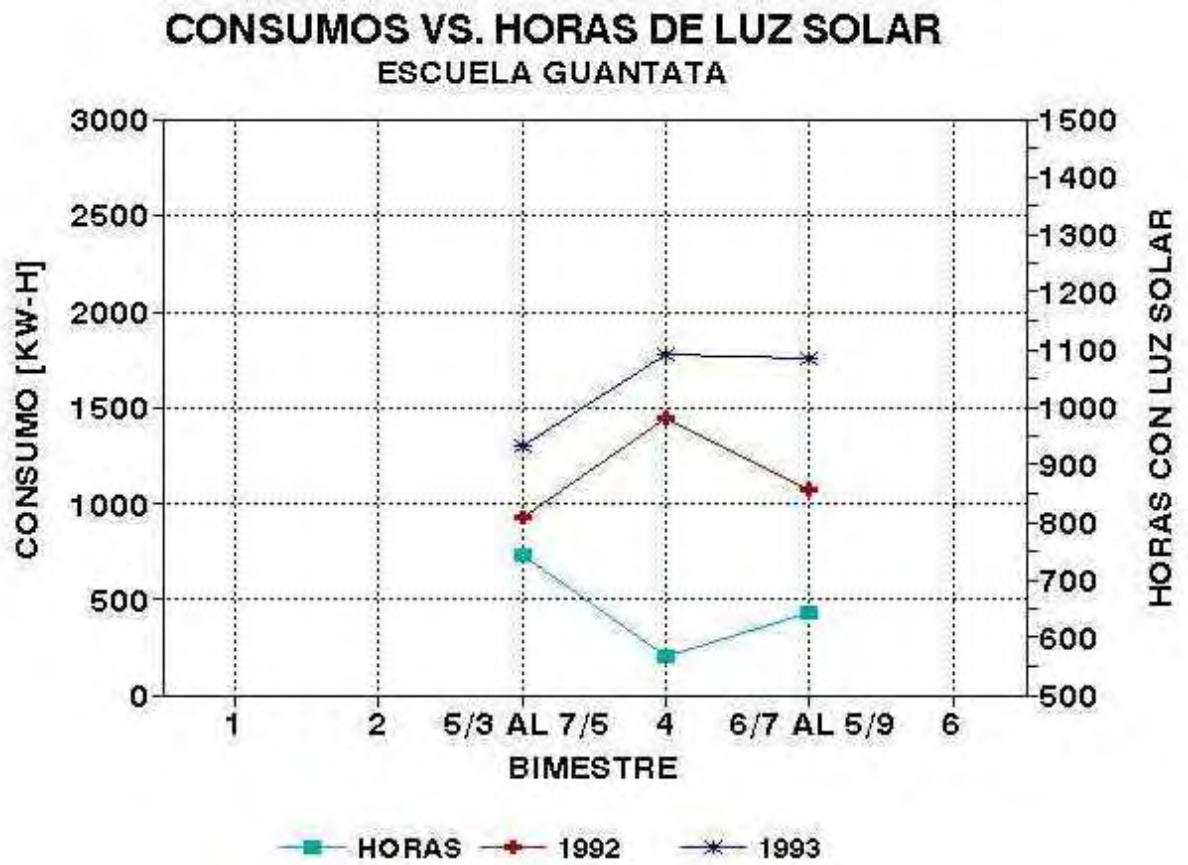


Figura 1C (Escuela Islas Malvinas),

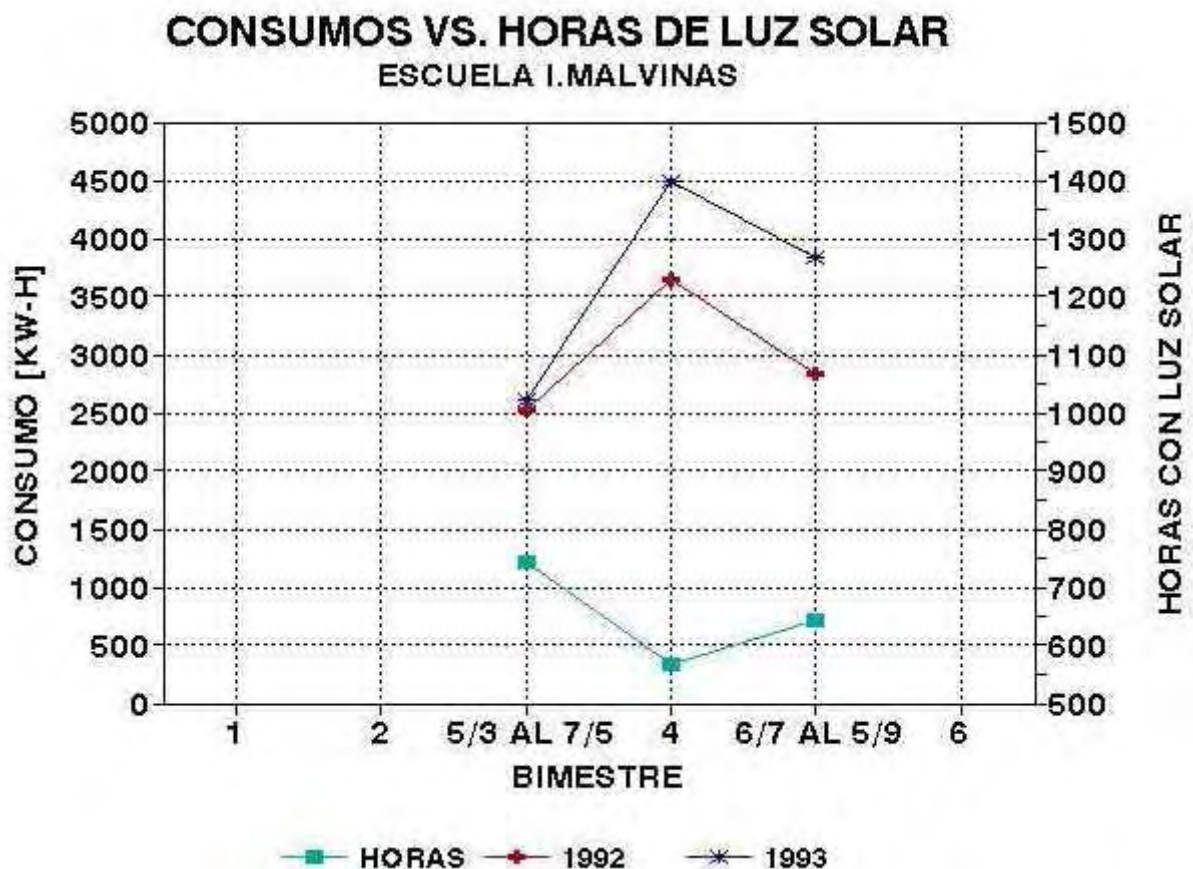


Figura 1D (Grosso),

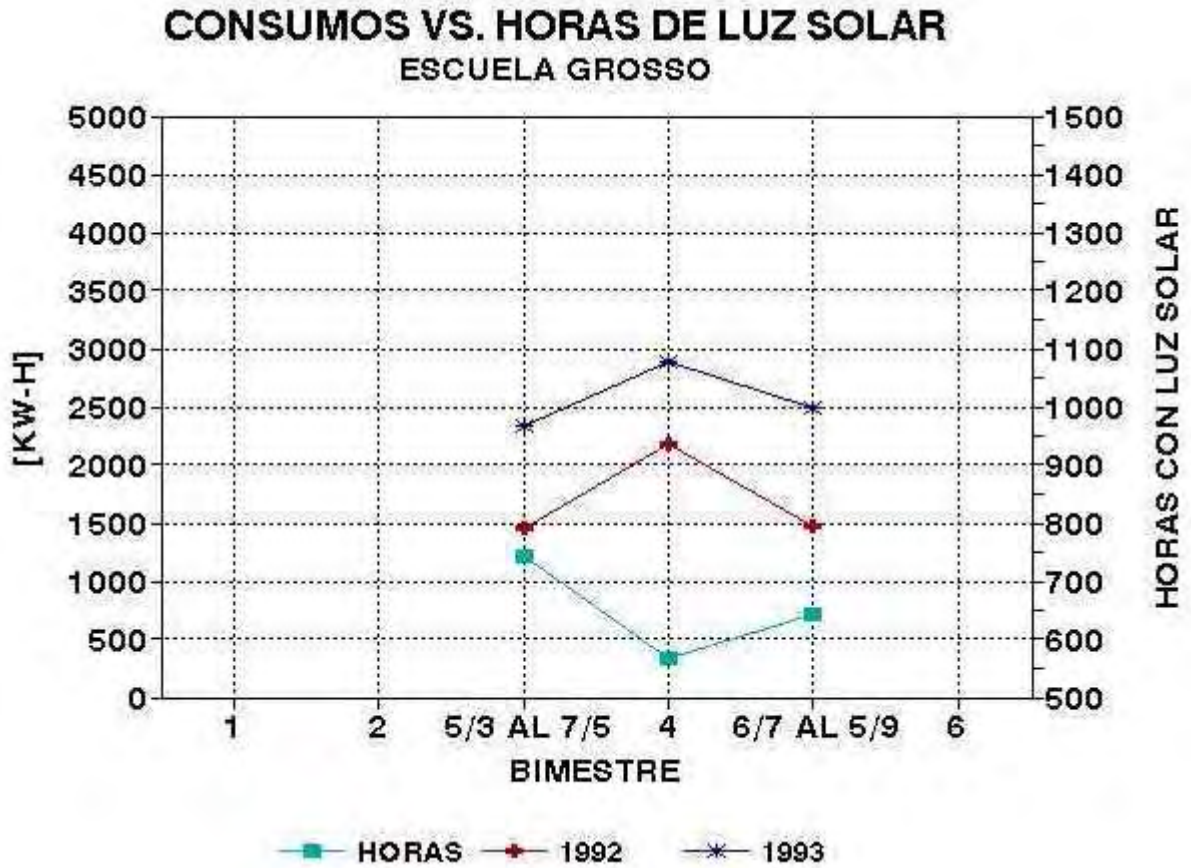


Figura 1E (Escuela Sarmiento),

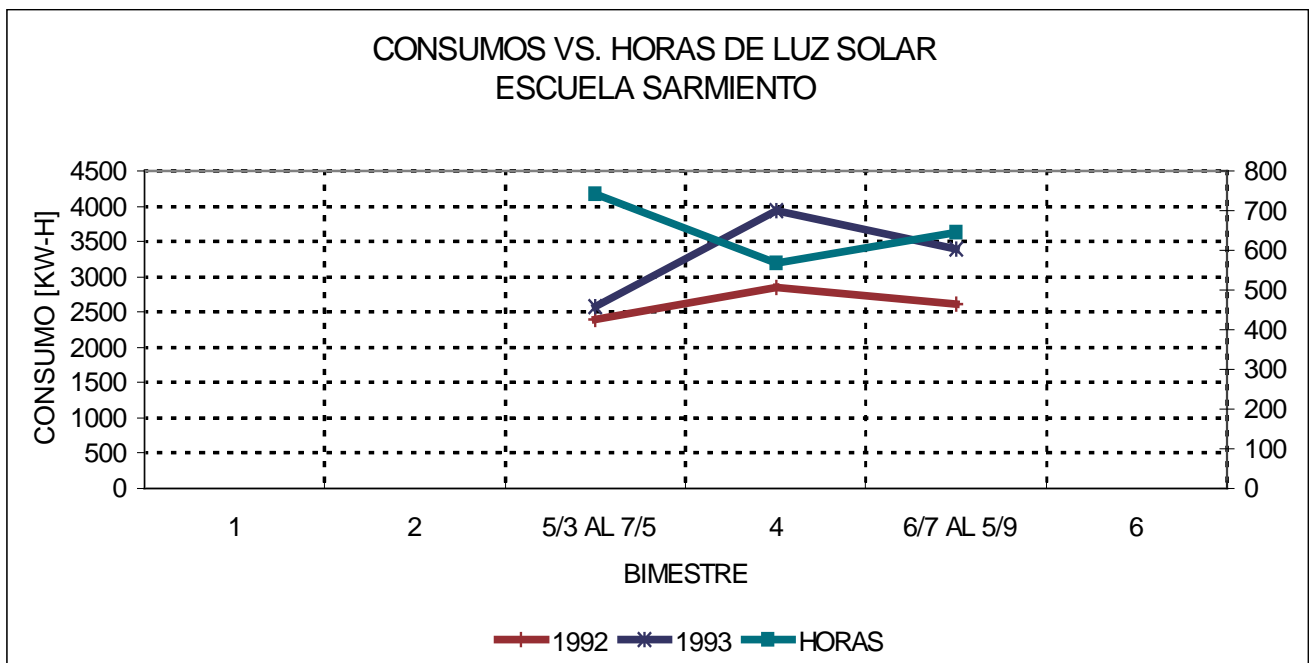


Figura 1F (Escuela Normal Tomas Godoy Cruz),

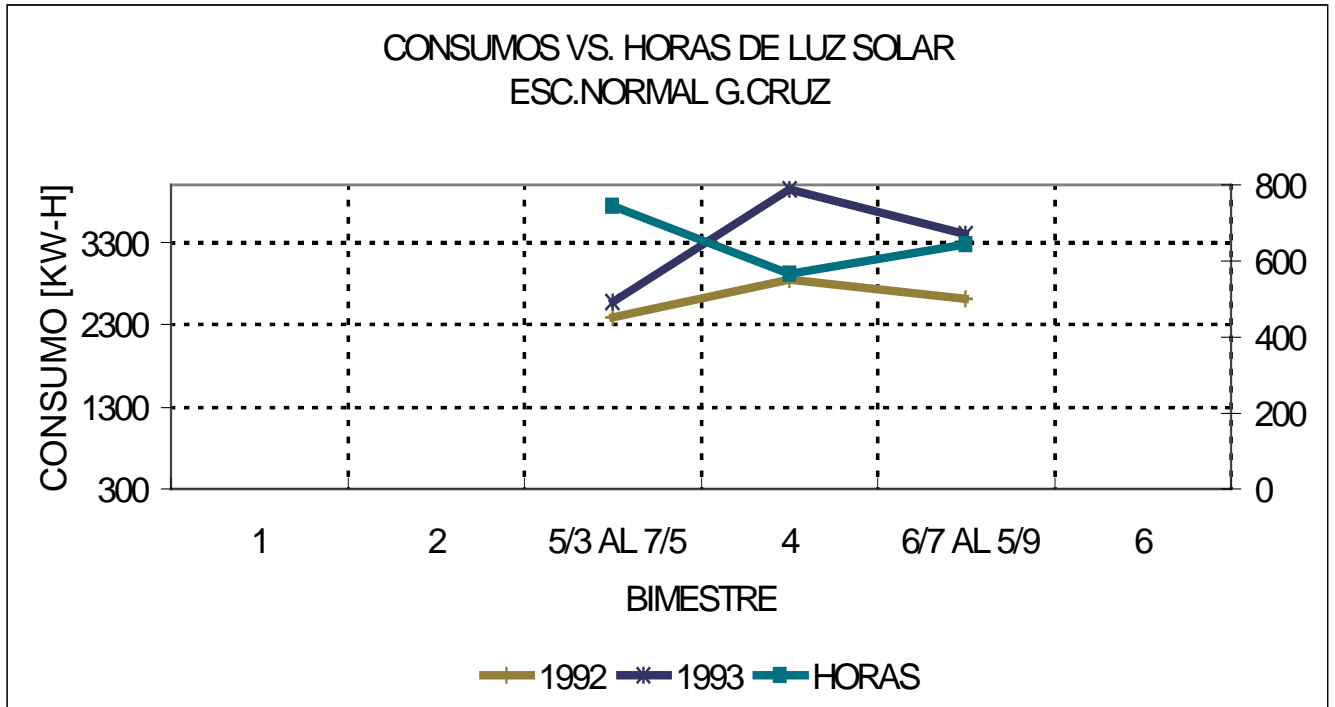


Figura 1G (Escuela Videla Correa),

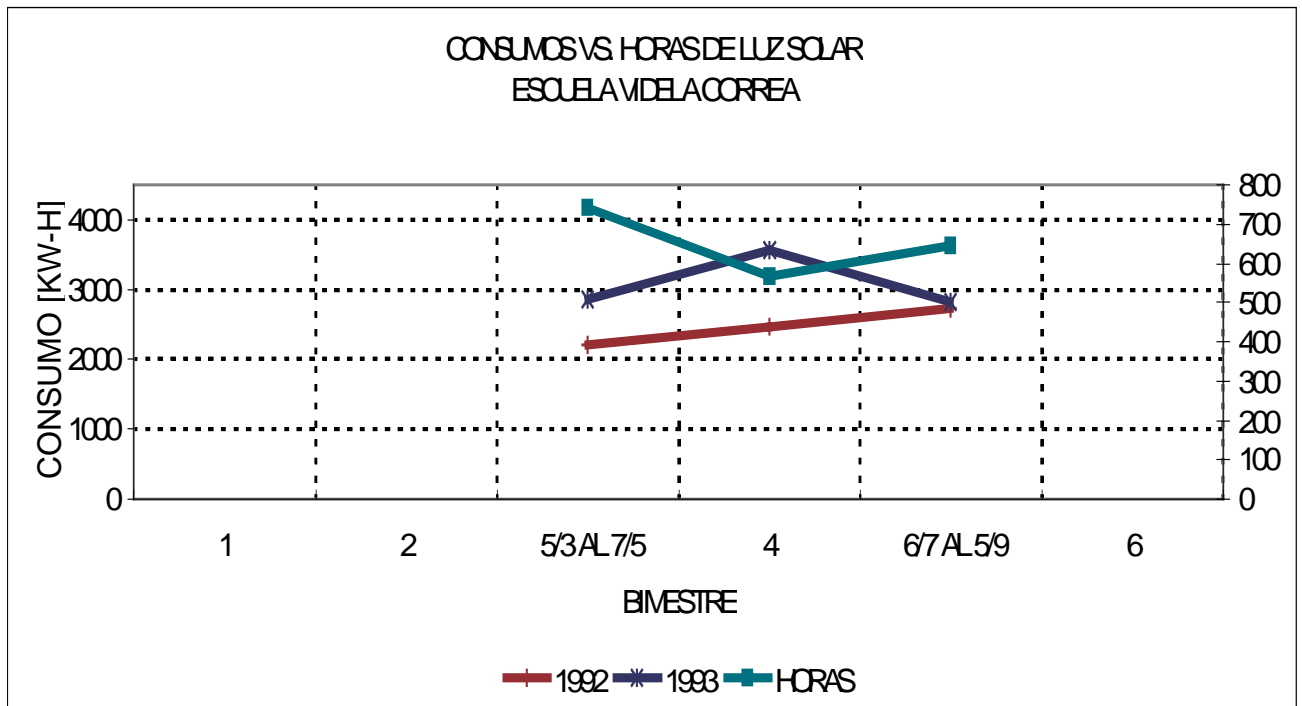


Figura 1H (Mariano Moreno),

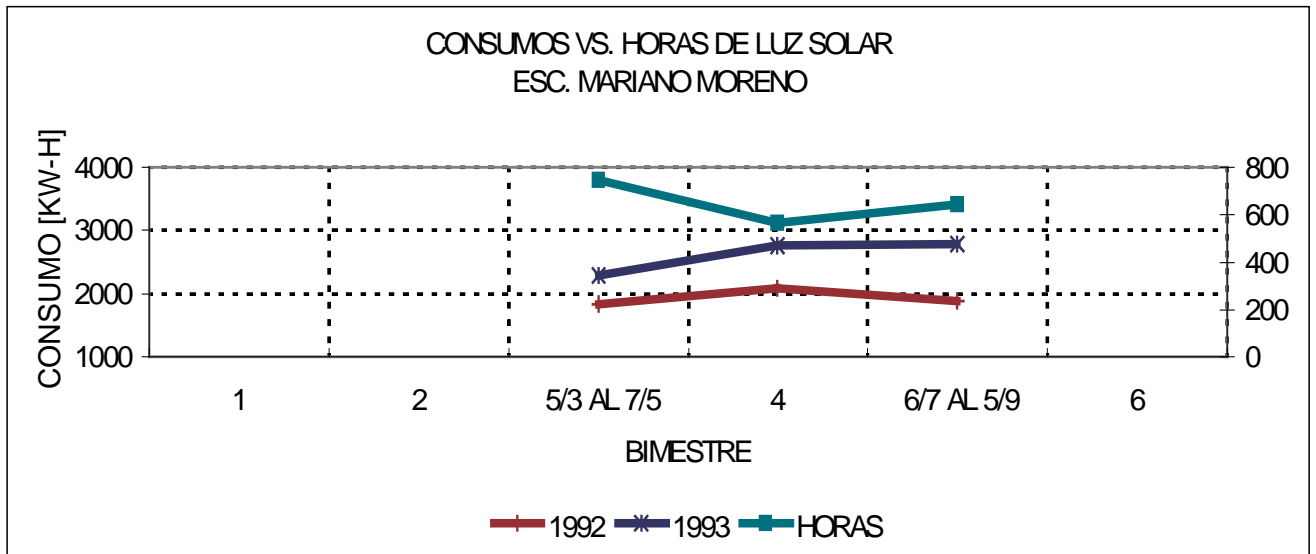
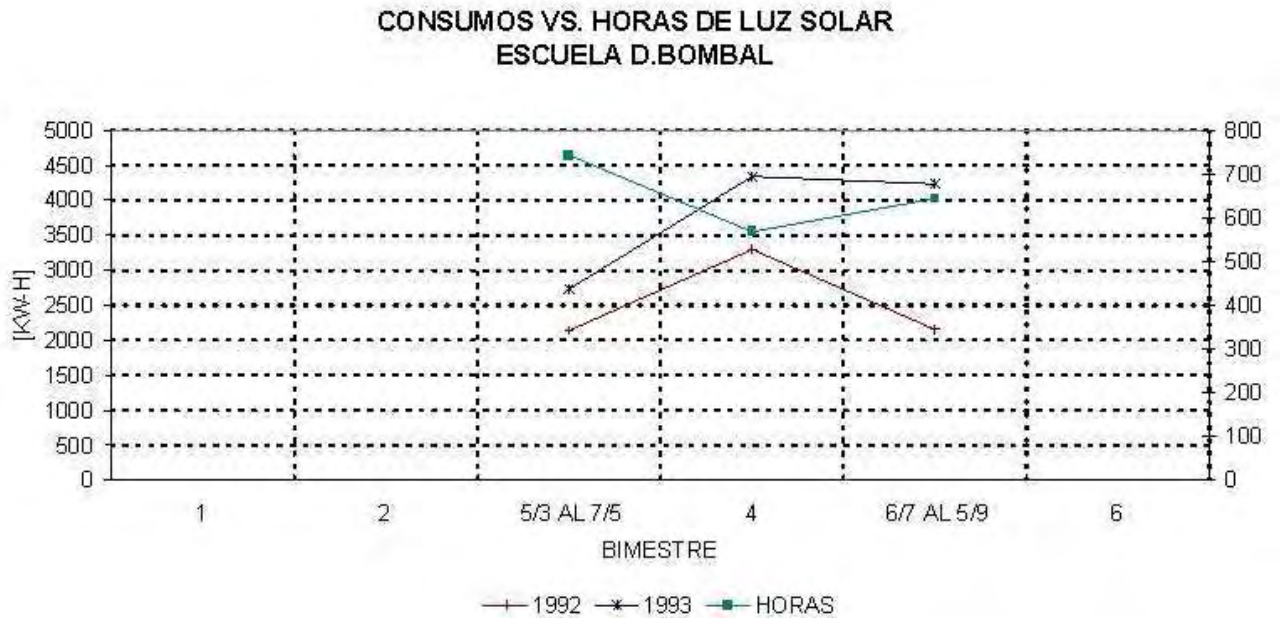


Figura 1I (Escuela D. Bombal)

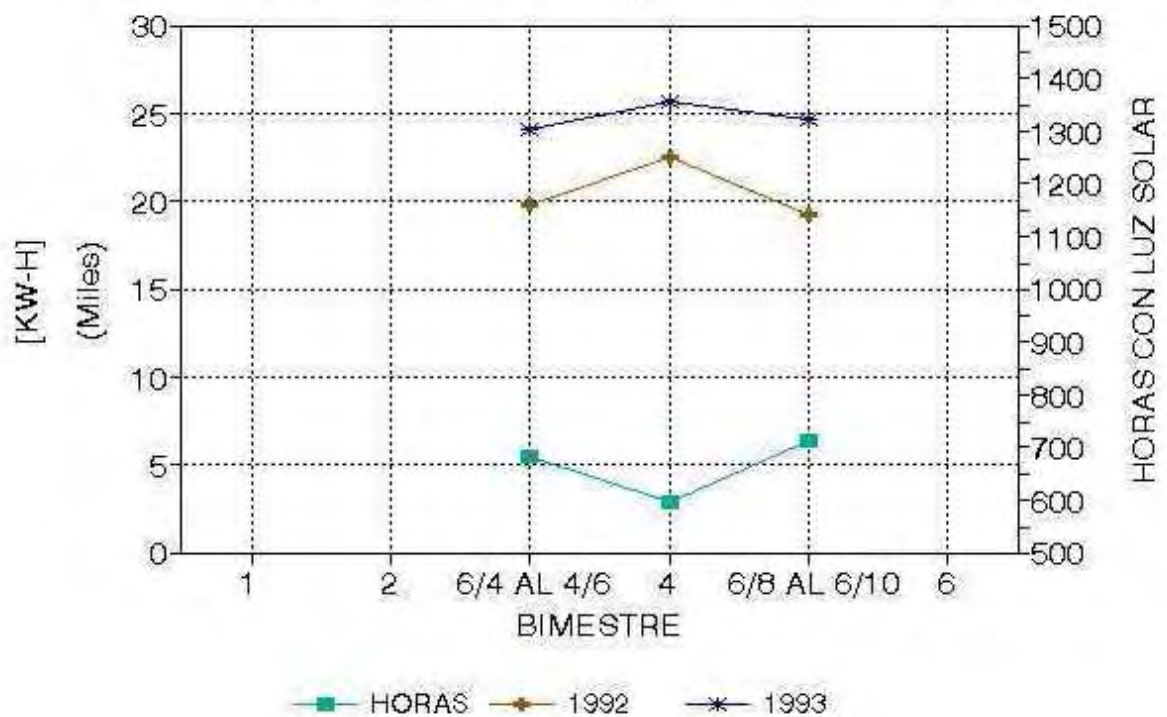


La figura 2 corresponde a un análisis similar para el conjunto de otros 10 establecimientos cuyos registros de consumos presentaban remesados distintos.

Predominan aquí Colegios primarios y secundarios de administración privada. También muestran comportamientos parecidos a los del primer conjunto.

CONSUMOS VS. HORAS DE LUZ SOLAR

TOTAL 10 ESCUELAS (BIM 4 : 4/6 AL 6/8)



Algunos ejemplos puntuales se destacan en: Figura 2A (Escuela Lainez),

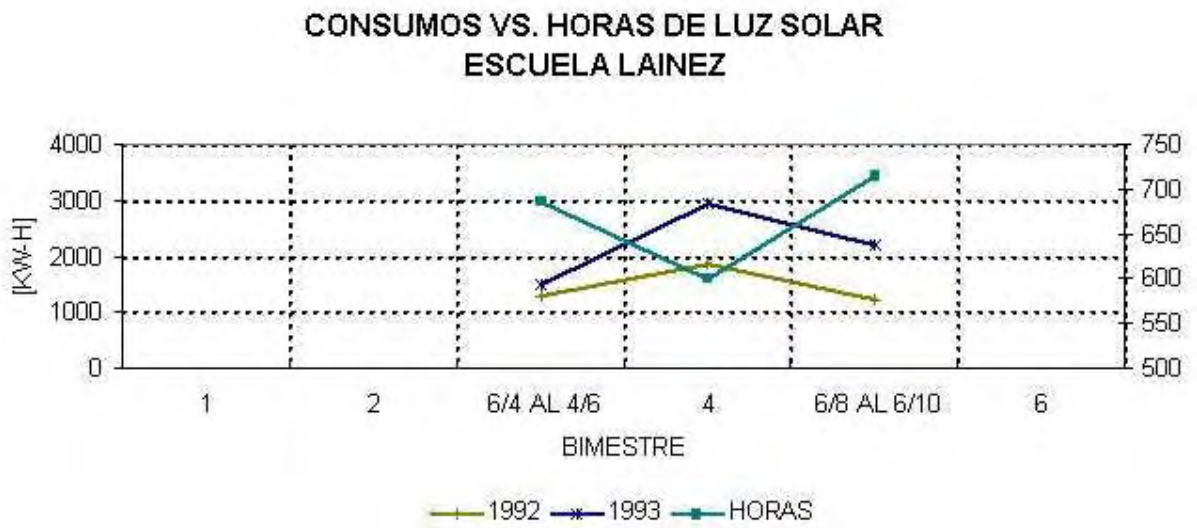


Figura 2B (Colegio Don Bosco),

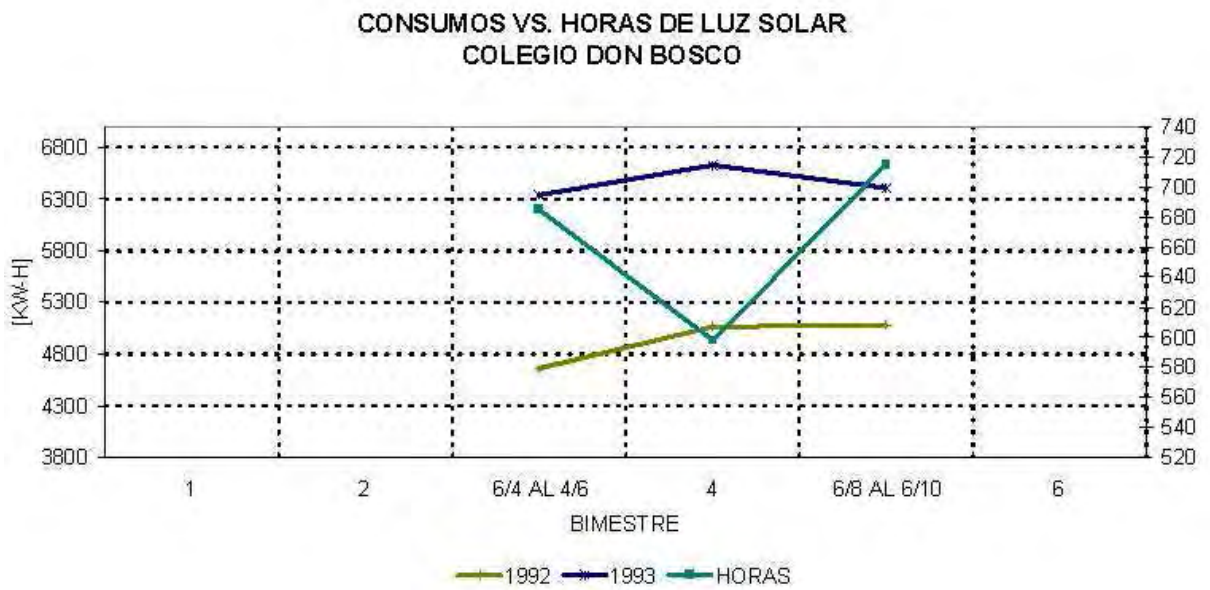


Figura 2C (Colegio Hnos Maristas),

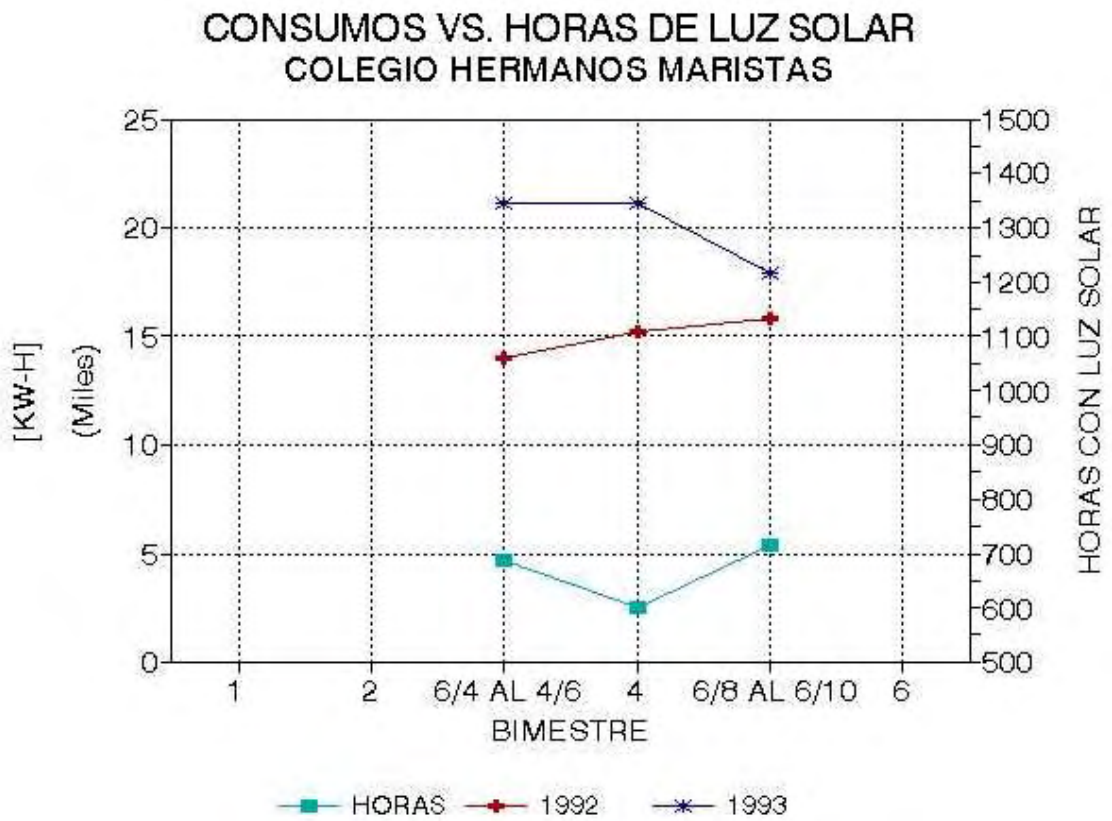


Figura 2D (Colegio San Luis Gonzaga),

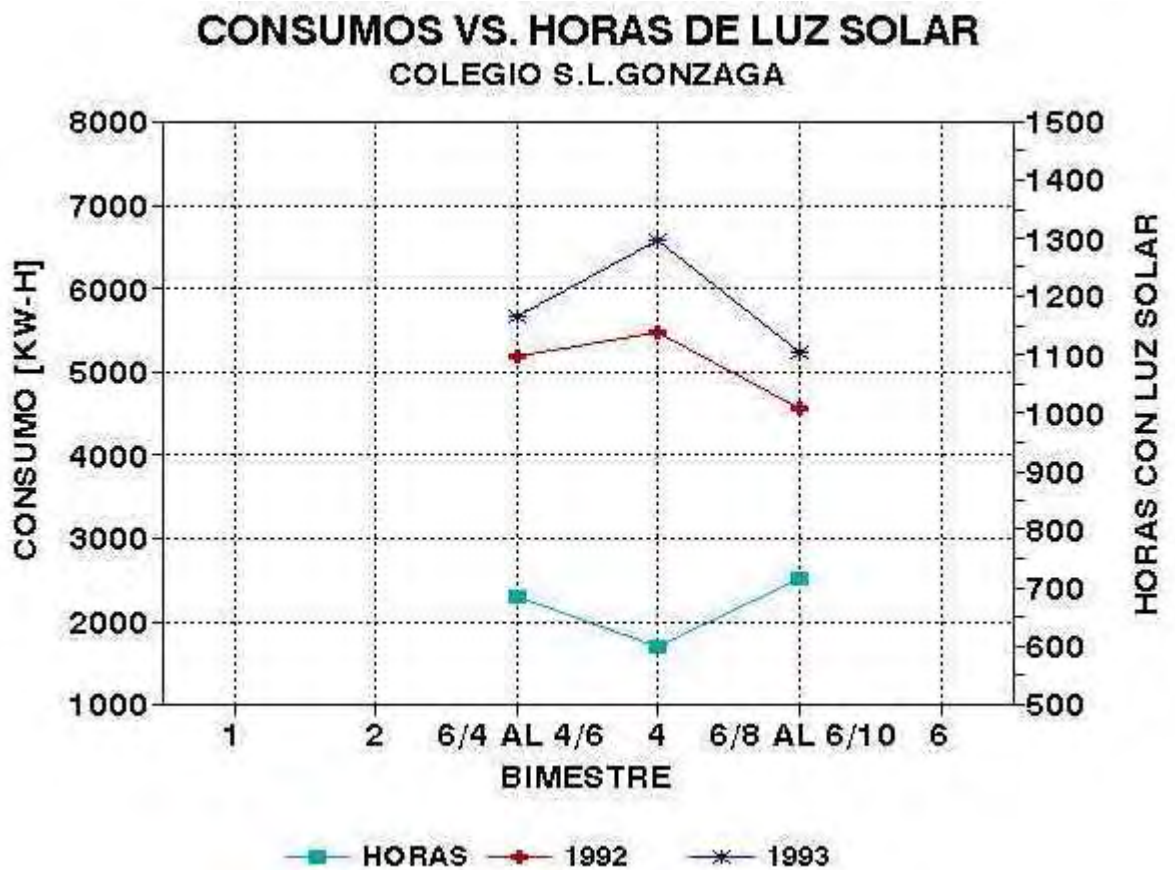


Figura 2E (Instituto Cuyano de Educación Integral),

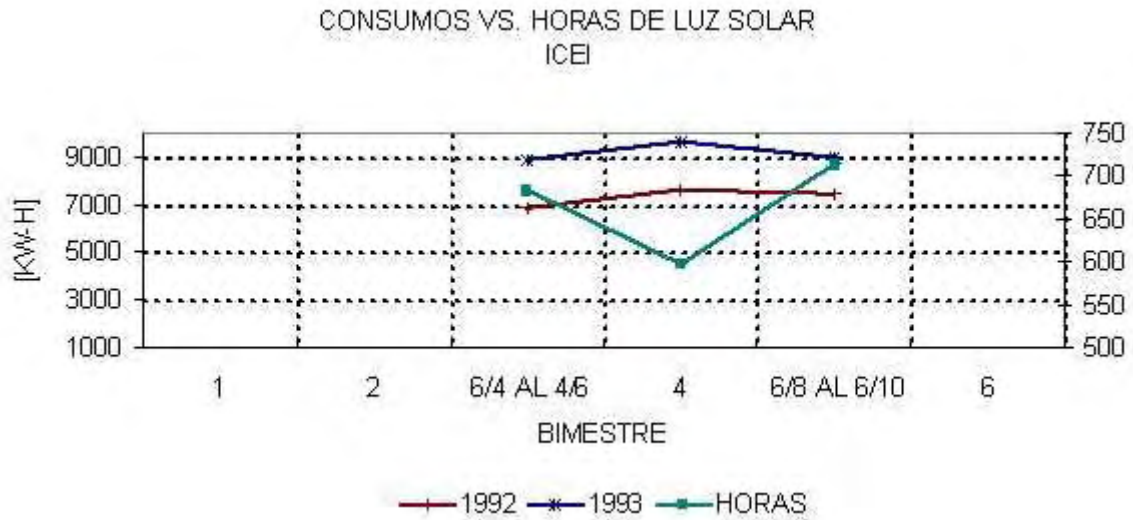
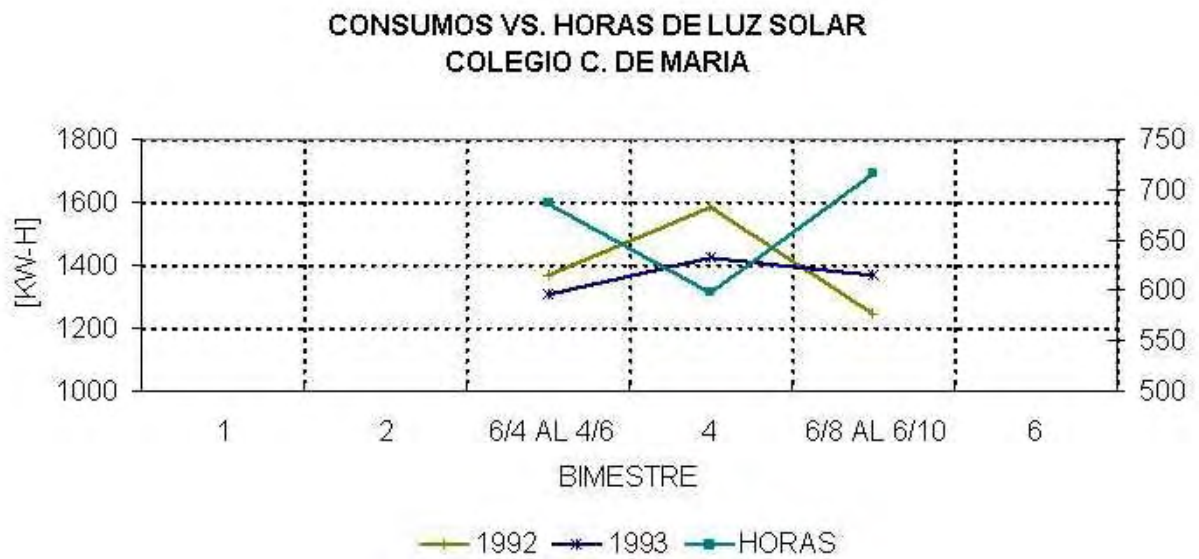


Figura 2F (Colegio Compañía de María).

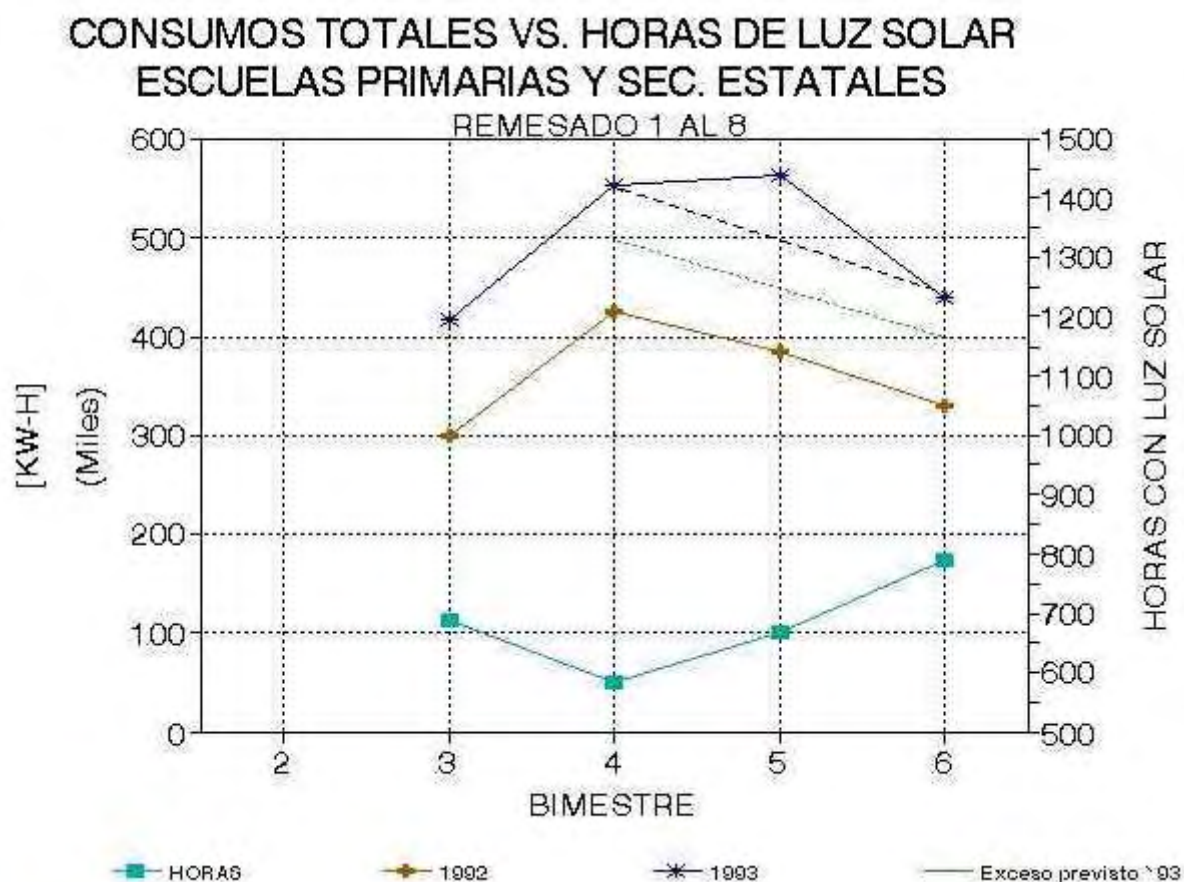


Se podría suponer que al tomar estos 28 establecimientos al azar, la muestra estaría sesgada de alguna manera, por lo que se decidió analizar el consumo del conjunto total de escuelas y colegios primarios y secundarios de la Provincia.

3.1.1. Consumos totales de energía eléctrica del Ministerio de Cultura y Educación.

La figura 3 muestra curvas de luz solar por bimestre en color celeste; consumos en 1993 por bimestre en color azul; consumos en 1992 por bimestre en color rojo y una proyección del consumo para 1993 calculado teóricamente, en color verde.

Corresponde al total de escuelas primarias y secundarias estatales del Gran Mendoza del remesado 1 a 8.



Respecto al cálculo teórico o matemático se debe verificar previamente la proporcionalidad inversa entre consumos de energía y horas de luz solar. Luego se calcula el coeficiente de proporcionalidad r para cada intervalo bimestral y por último, basándonos en la pérdida de horas de luz al pasar del huso -4 al huso -3 y usando el r calculado, se obtiene el exceso de consumo como consecuencia del cambio de huso horario:

Así :

$$r_{n, n-1} = \frac{E_n - E_{n-1}}{H_n - H_{n-1}}$$

Donde E_n =Energía consumida en el bimestre n
 H_n =Cantidad de horas en el bimestre n
 $n-1$ =Bimestre anterior al n

$$\Delta E_n(92,93) = r_{n, n-1} \times H$$

$\Delta E_n(92,93)$ = Energía en exceso, calculada suponiendo H horas de luz perdidas al pasar del huso -4 al huso -3.

Una vez realizados los cálculos con el año 1992 se obtiene una curva (color verde) que se compara con la real del año 1993. Esto explica matemáticamente algo que teóricamente resulta obvio: la disminución de las horas de luz solar por día implica menos energía natural que se compensa con energía artificial, en nuestro caso energía eléctrica.

Se observa una proporcionalidad inversa entre las curvas de consumo de energía y las horas de luz solar (a una disminución en las horas de luz solar, corresponde un aumento del consumo, esto se define como "relación astronómica") . Esto permitió establecer un coeficiente de incremento de energía por disminución de horas de luz solar.

En la tabla 1 se indican:

- a) Los datos de horas de luz solar, consumo en 1992 y consumo en 1993 correspondiente a cada bimestre. Teniendo en cuenta que las horas de luz solar corresponden al valor medio de las horas del Remesado 1 y Remesado 8 en cada uno de los bimestres.

- b) Los valores calculados:
- Coeficiente r
 - Incremento de energía
 - Valor calculado para 1993

Bimestre	Horas de luz	Consumo 1992 (kw-h)	Consumo 1993 (kw-h)	Período	Coeficiente	Incremento (kw-h)	Valor 1993 (kw-h)
1							
2							
3	690	300364	416379		-1206.33	72379.80	372743.80
4	586	425822	552938	3 - 4	-1206.33	72379.62	498201.62
5	668	384845	563351	4 - 5	-499.72	29983.17	414828.17
6	791.5	328890	438432	5 - 6	-444.98	26698.79	356588.79
TOTAL EXCESO 1993						201441.37	

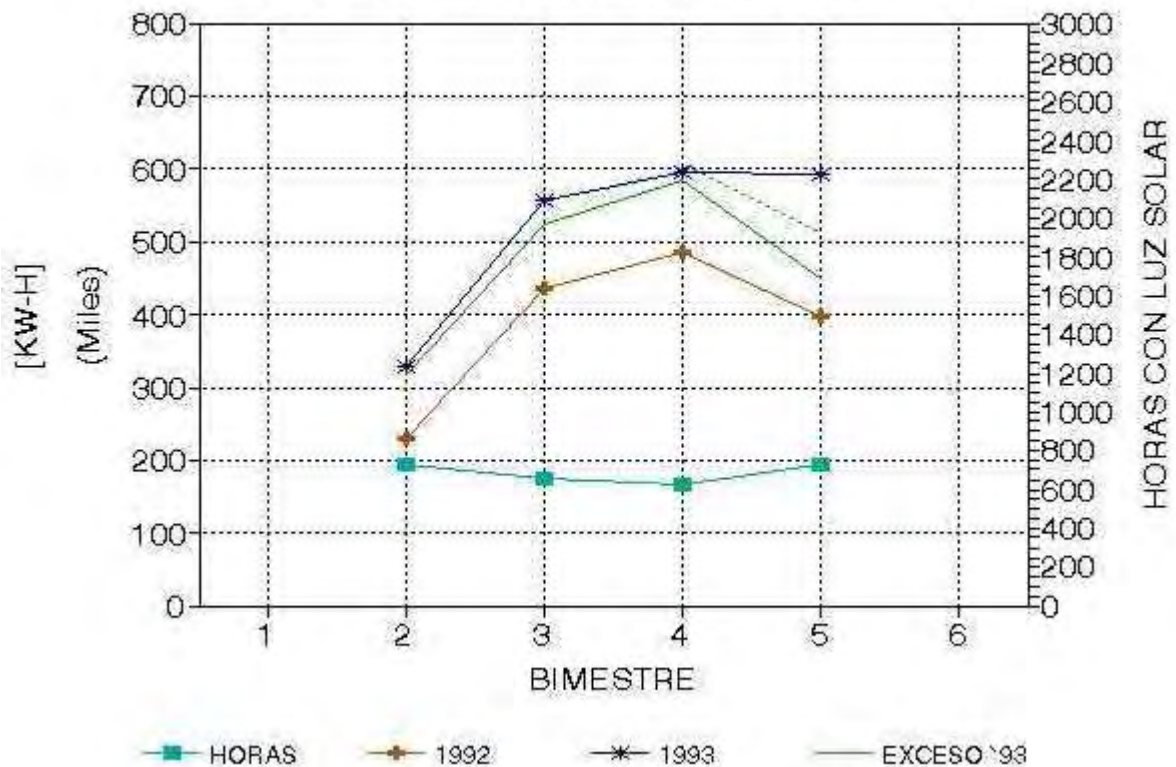
Las curvas obtenidas permiten ver que: en el incremento de consumo de energía 1993 respecto de 1992 hay una porción que se puede asegurar debida al cambio del huso horario (curva verde) basada en un cálculo teórico).

La línea de trazos representa una curva calculada gráficamente tomando como punto de partida al valor hallado matemáticamente para el bimestre 3 y extendiendo a los otros bimestres en forma paralela a la curva correspondiente a 1992 (o sea considerando un incremento constante).

En el bimestre 5, la curva real de 1993 (color azul) muestra una deformación respecto a la de 1992 (no son paralelas), pero uniendo los puntos correspondientes al bimestre 4 y 6 (trazos negros) la curva resultante es similar a la de 1992. Se deduce de lo anterior que en 1993 hubo alguna anomalía en el bimestre 5.

Para los remesados 9 a 16 se realizaron las mismas consideraciones, observándose también cierta anomalía en el bimestre 5 del año 1993 (Figura 4).

CONSUMOS TOTALES VS. HORAS DE LUZ SOLAR ESCUELAS PRIMARIAS Y SEC. ESTATALES



La única diferencia en los cálculos es que ahora aparecen las curvas tomadas desde el bimestre 5. Por eso se consideró para el intervalo 2 al 3 una pérdida de 30 horas para el cálculo del exceso de energía para el bimestre 2 a 3 .

3.2. Sectores residenciales

Suponiendo que solamente los establecimientos escolares presentaban mayor consumo energético con la vigencia del huso -3, se decidió investigar también en áreas residenciales, discriminadas por sector social predominante.

Se analizaron diversos remesados dividiéndose la muestra en 3 grupos:

CONSUMO PROMEDIO VS. HORAS DE LUZ SOLAR
GRUPO 2 REMESADO 10

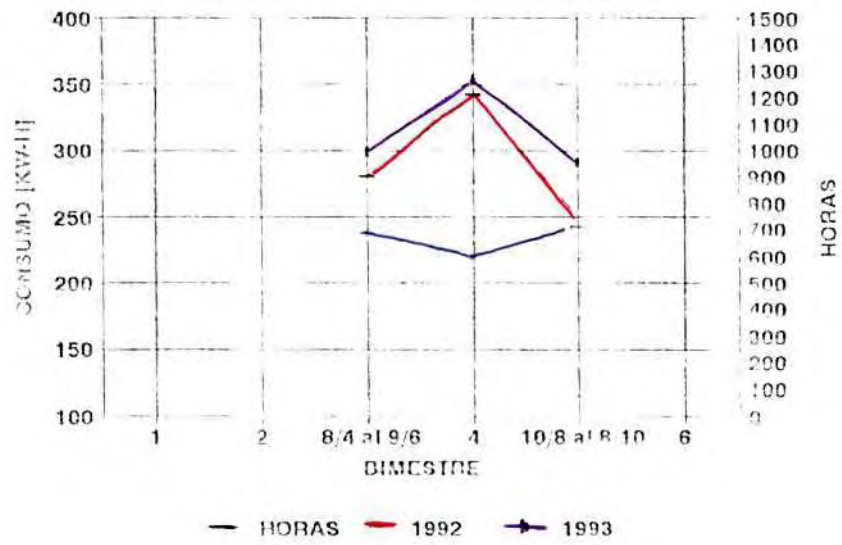
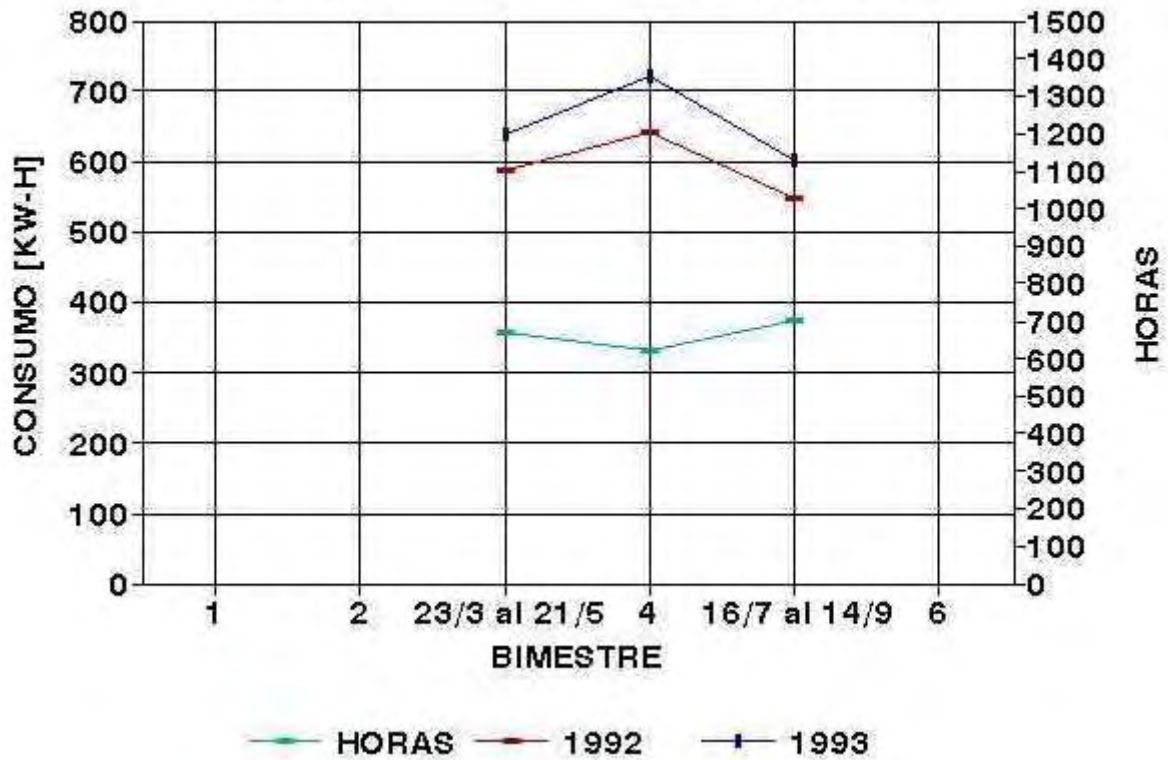
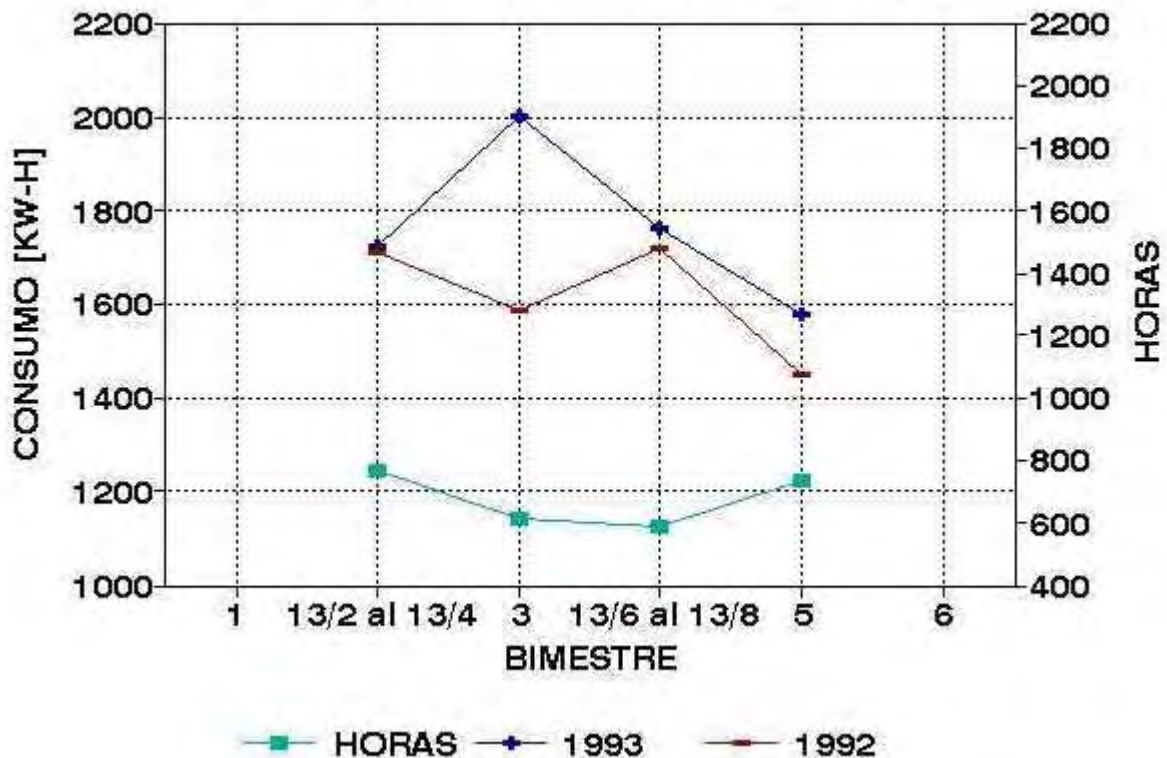


FIGURA 5C

CONSUMO PROMEDIO VS. HORAS DE LUZ SOLAR
GRUPO 2 REMESADO 5



CONSUMOS PROM. VS. HORAS DE LUZ SOLAR GRUPO 3 REMESADO 11



3.4 Algunas consideraciones astronómicas

Horas de salida y puesta del sol.

La actividad laboral y educativa estatal en la mayor parte del territorio nacional obliga a la población a despertarse aproximadamente a las 7 horas.

Pero en grandes urbes como Gran Buenos Aires, Rosario, alrededores de Córdoba y suburbios de Mendoza, mucha gente está ya en los medios de locomoción a esa hora.

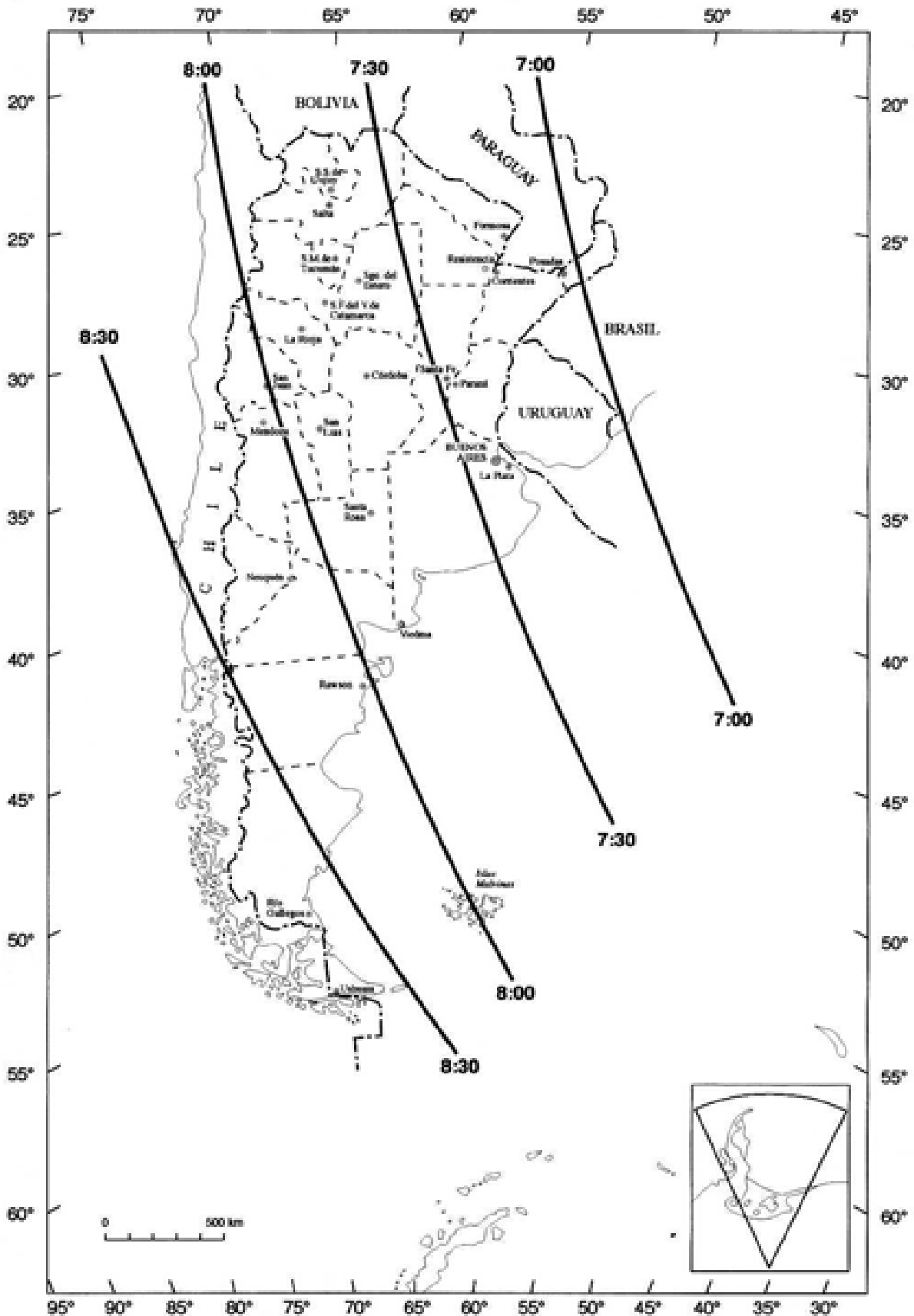
Por varios puntos de vista (psicológicos, ecológicos y de seguridad) y como ocurre en la mayor parte de las naciones desarrolladas del mundo, la población debe iniciar sus actividades con luz solar.

Se muestra una serie de mapas del extremo de Sudamérica donde se grafican las isolíneas que unen puntos de igual hora de salida y puesta del sol.

La figura 6 corresponde al 25 de abril de cada año.

Con el huso -3 apenas una porción de la Provincia de Misiones queda con la salida del sol antes de las 7 horas.

Esta es una fecha apropiada para atrasar anualmente 1 hora los relojes y poner en vigencia el huso -4 más apropiado en otoño e invierno.



La figura 7 corresponde al 3 de julio de cada año, fecha en que el sol sale más tarde.

Salida del Sol

3 de julio

Huso Horario -3

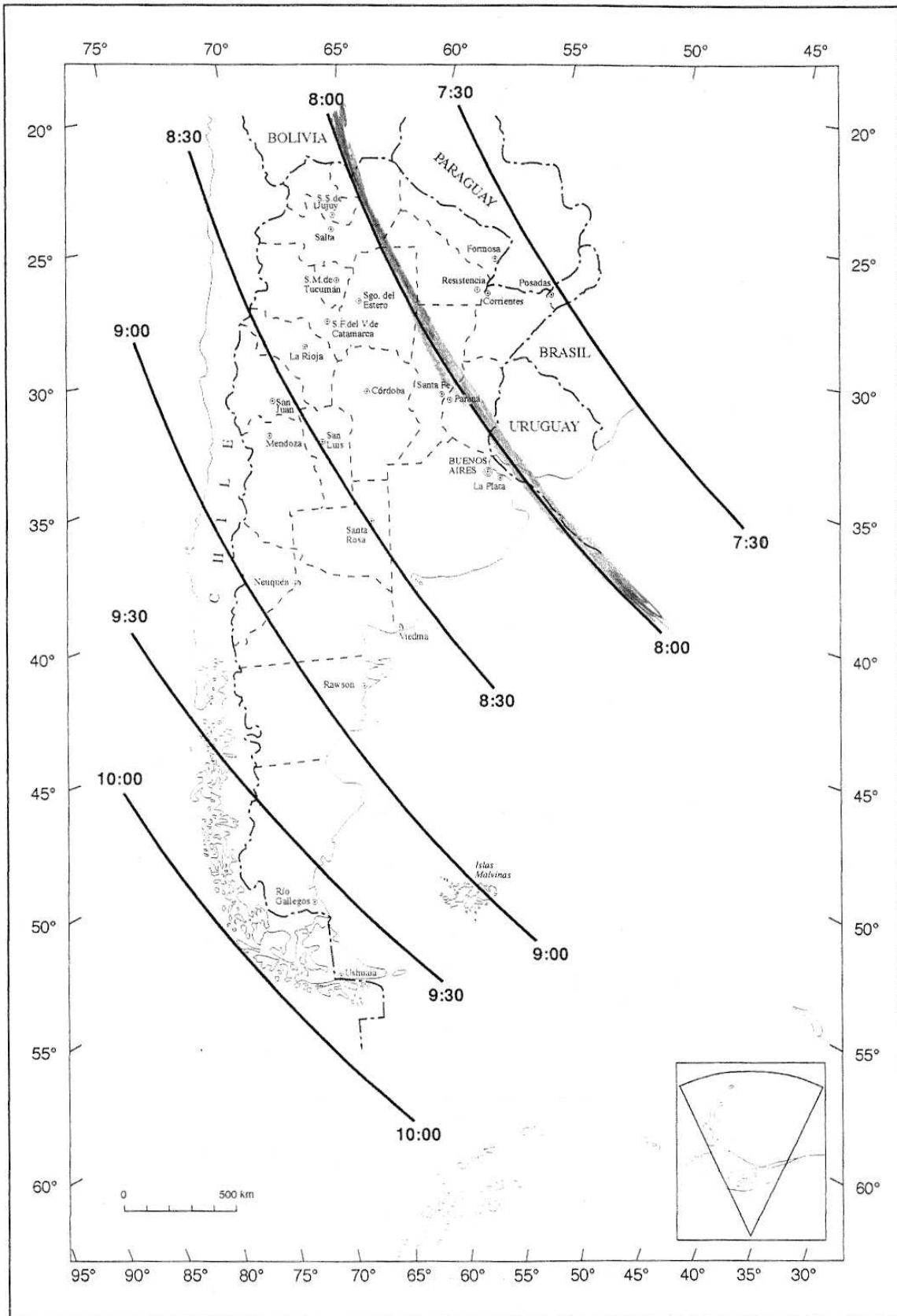


FIGURA: 7

En esos días el 100% del territorio nacional está sumido en la total oscuridad cuando se inician las actividades diarias y en el 85% del territorio la salida del sol es posterior a las 8 horas.

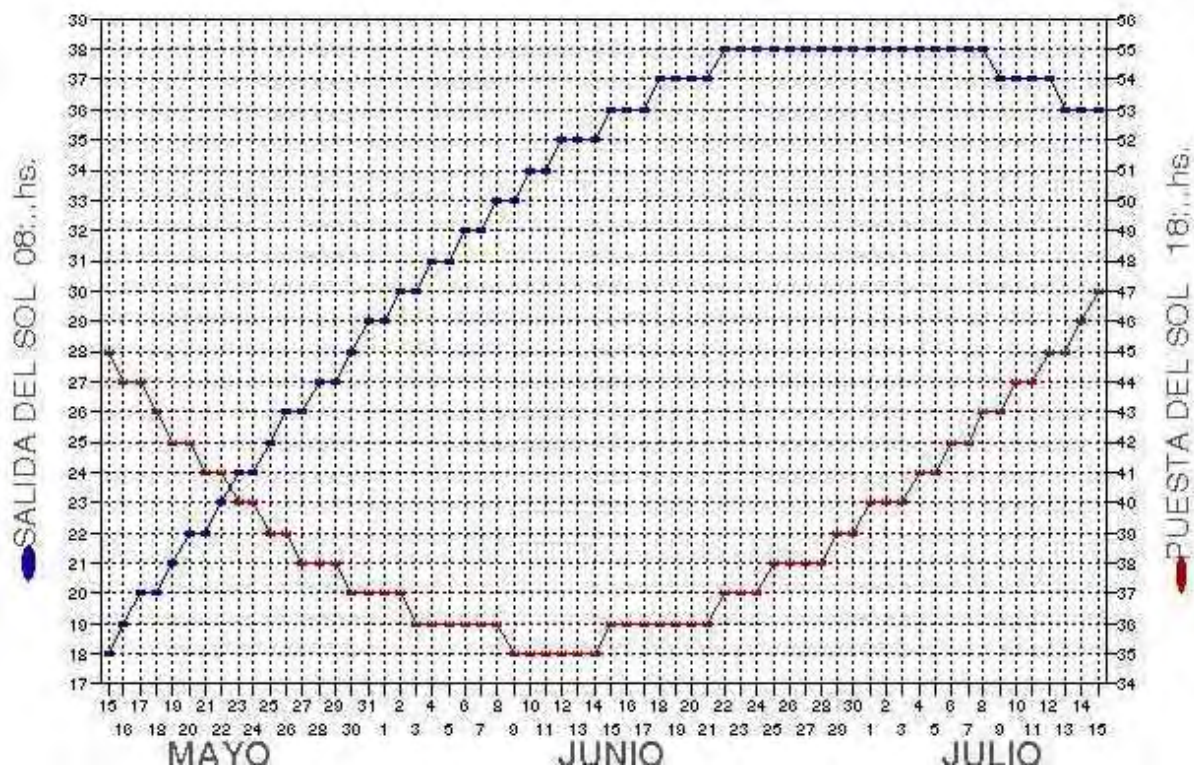
Las figuras 8 y 9 muestran que hay casi 17 días en que el sol sale a las 8:38 horas en Mendoza (del 22 al 8 de julio) y unos 16 días que el sol sale a las 8:03 en Ezeiza.



En cambio respecto al valor extremo de la puesta de sol en Mendoza solo son 5 días (18:35 horas) entre los días 9 y 17 de junio.

Se observa el desfase que hay entre los puntos de inflexión de salidas y puestas del sol (días antes y después del solsticio respectivamente).

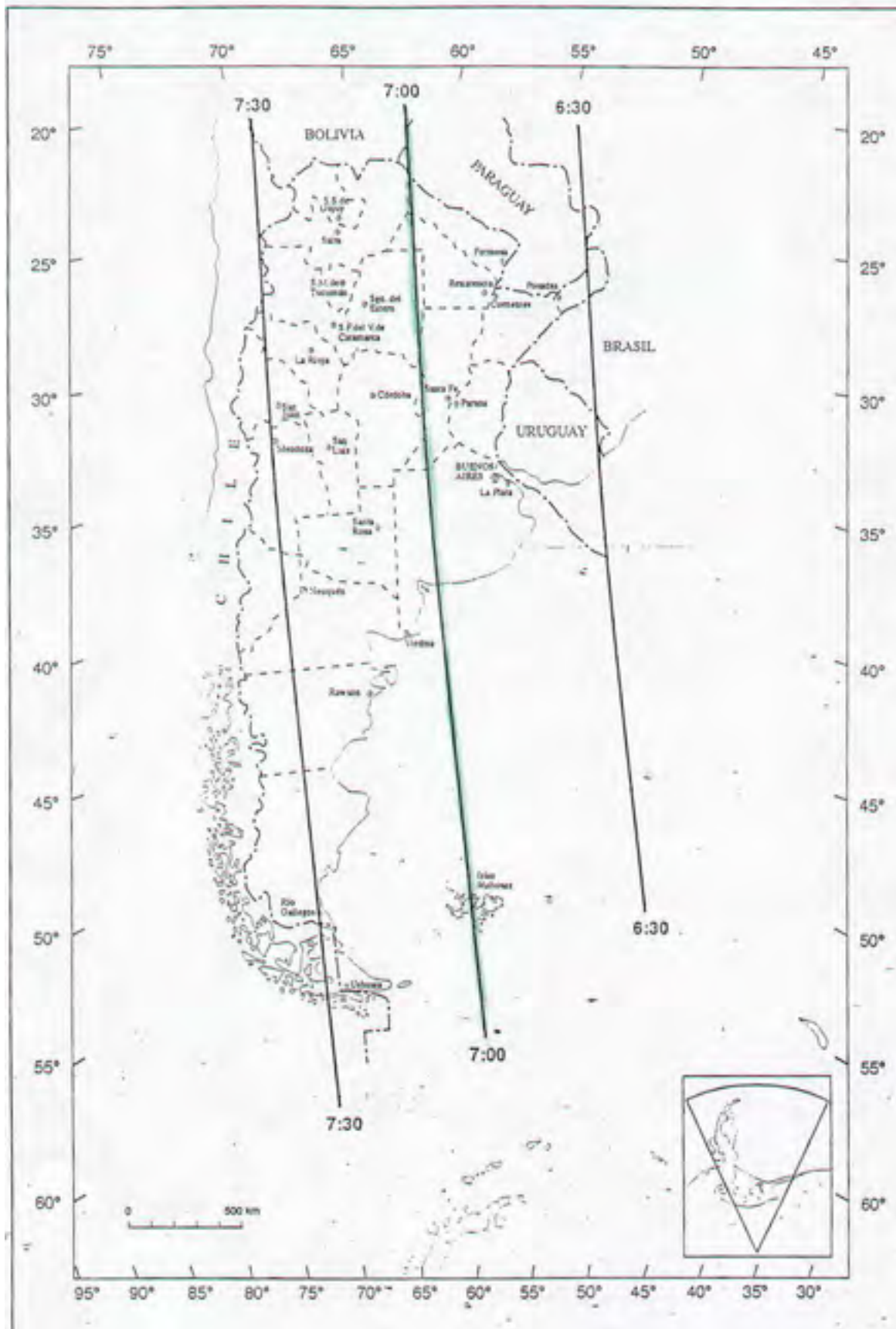
MENDOZA LUZ SOLAR - HORA

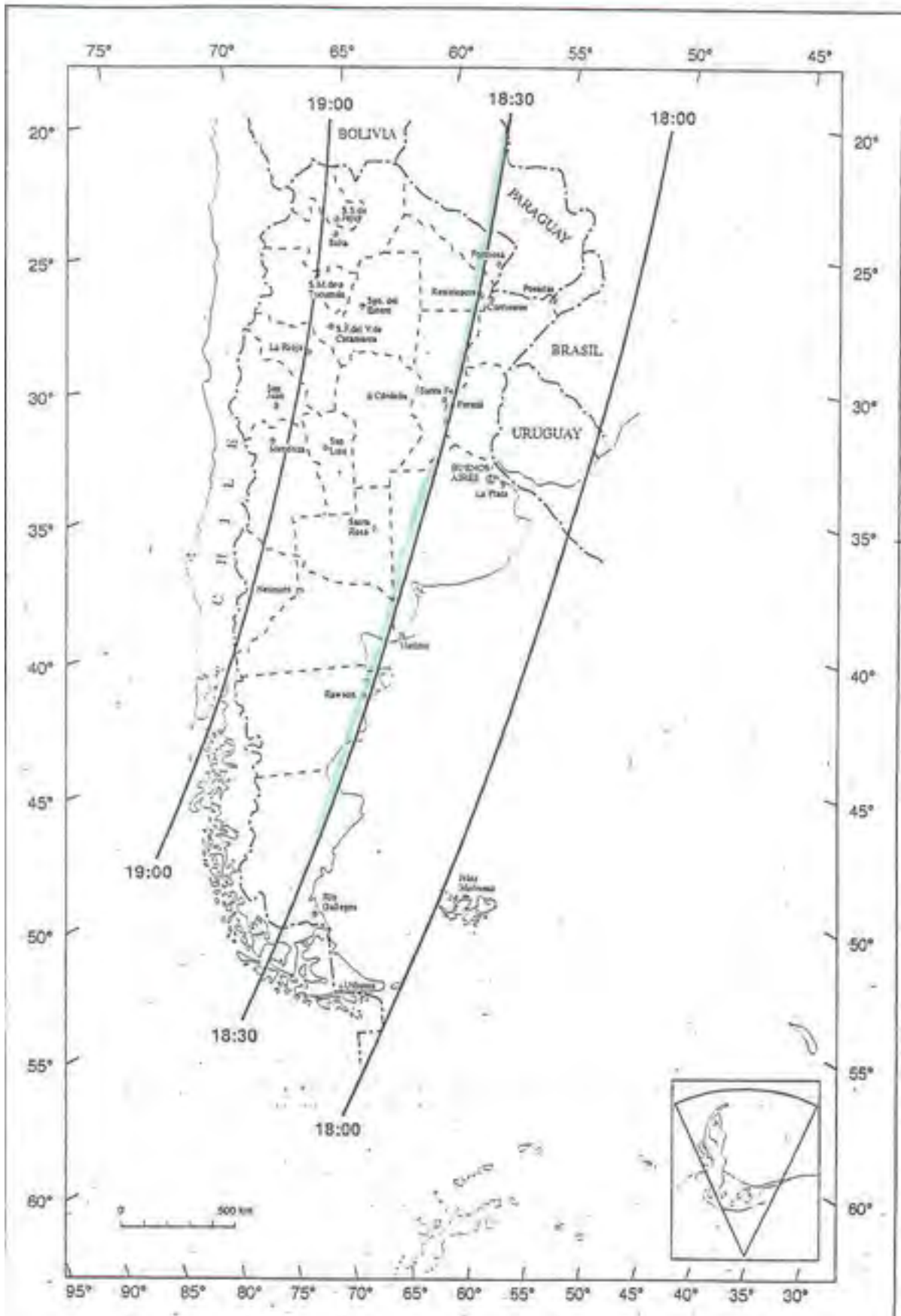


La figura 10 indica las isolíneas de igual hora de salida del sol, el 20 de setiembre de cada año, fecha ya óptima para volver al huso -3 en cada año.

Comparando las figuras 11 y 12 (25 de abril y 16 de junio) respectivamente, se observa un desplazamiento hacia el Noroeste de las isolíneas de hora de puesta del sol.

En los días de “tardes más cortas” un 70% del territorio nacional tiene la puesta del sol después de las 18 horas (17 horas con el huso -4).





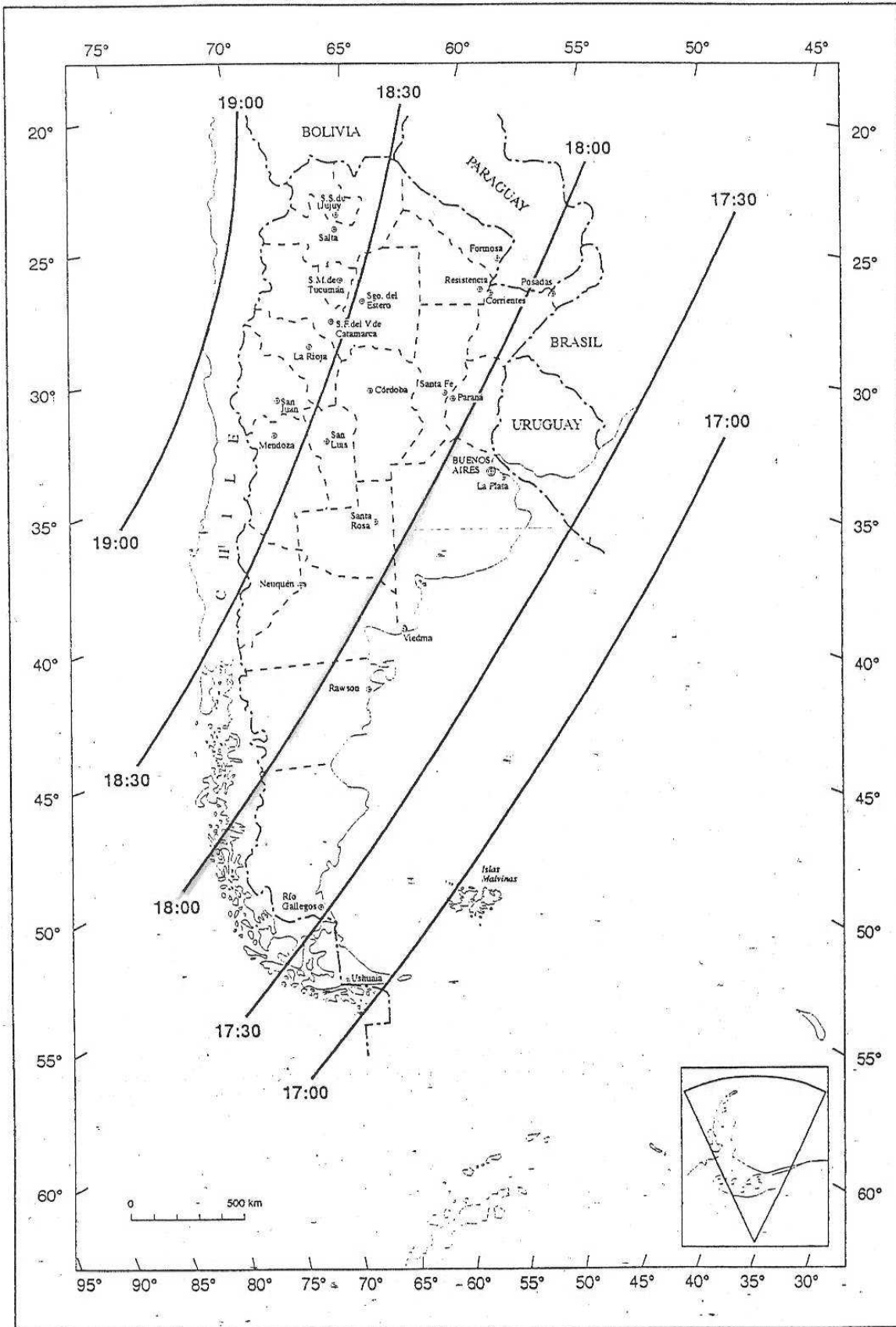


FIGURA 12.

Dentro de los resultados obtenidos para los establecimientos educativos primarios y secundarios se destacan los siguientes valores:

Total de energía consumida en 1992:	2.433.391 KW.H
Total de energía consumida en 1993:	3.280.177 KW.H

Total calculado para 1993 suponiendo el efecto del huso horario :
2.845.342 KW.H

El porcentaje total del aumento de consumo invernal 1993 respecto del de 1992 en el sector mencionado fue de 34,8%.

Con las consideraciones teóricas mencionadas anteriormente y minimizando el efecto del cambio de huso se obtiene de todas maneras un aumento de consumo del 16,92%.

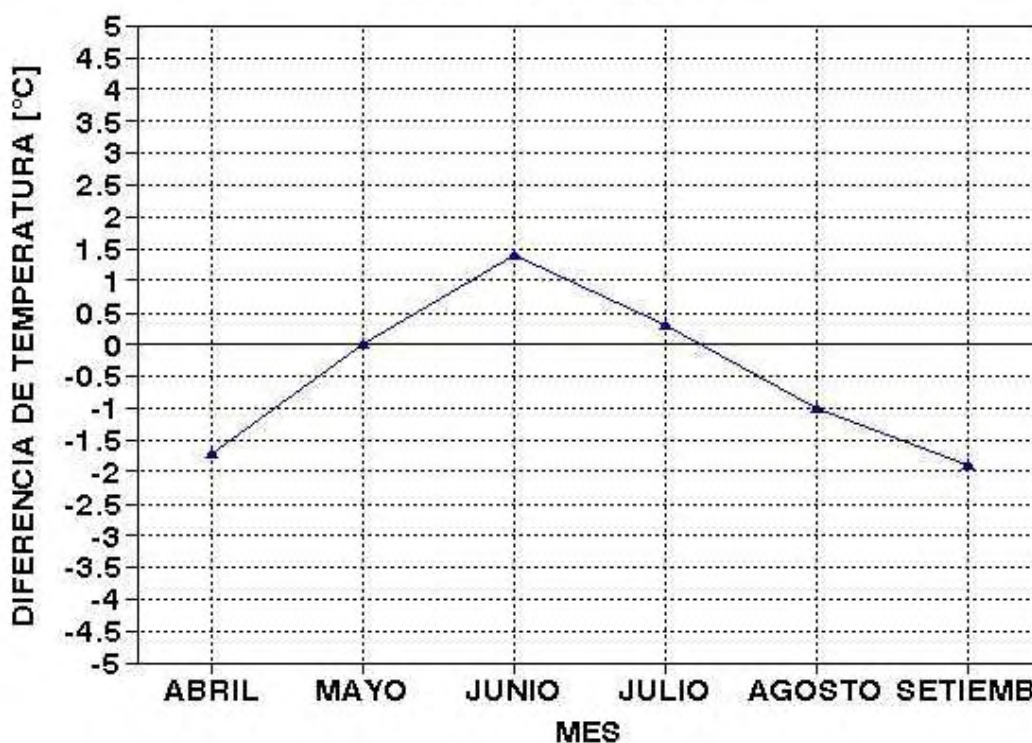
Es decir que al menos la mitad, si no más, del aumento registrado se debe lisa y llanamente a la vigencia de hora adelantada de verano en pleno invierno.

3.5 Algunas consideraciones climáticas

Se calcularon las temperaturas medias mensuales de la estación meteorológica del Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, CRICYT, ubicada en el Parque Gral San Martín, al oeste del sector urbano de la ciudad de Mendoza. La información corresponde a los meses de otoño e invierno de 1992 y 1993.

La figura 13 indica la diferencia entre las temperaturas medias mensuales de 1992 y 1993.

DIFERENCIA ENTRE LAS TEMP.MEDIAS [93-92] ESTACION CRICYT



Se observan anomalías positivas en los meses de mayo, junio y julio. Esto significa que en esos meses la temperatura media de 1993 fue superior a la de 1992.

4. CONCLUSIONES

Analizando históricamente la cuestión de la vigencia de husos horarios adelantados o doblemente adelantados en la República Argentina, los motivos siempre se basaron esencialmente en el presunto "ahorro de energía".

Por otra parte en la mayoría de las veces que las autoridades de turno tomaron esas medidas, la época coincidió con la escasez de precipitaciones o decididamente con sequías.

Así ocurrió en 1970 cuando se anuló la vigencia del huso horario -4 dejándose la hora adelantada todo el año. Los primeros años de la

década (1970-72) se caracterizaron por una sequía intensa en la mayor parte del país.

Asimismo, en 1988, el fenómeno “La Niña” asociado preferentemente a escasas precipitaciones determinaba estragos en toda la pampa húmeda. Los problemas de escasez de agua en diques y las dificultades energéticas de diversa índole acosaban al país.

Fue cuando el Gobierno de la época decidió adelantar aún más la hora, con idéntica justificación: “el ahorro energético”.

El trabajo realizado, si bien limitado a algunos sectores representativos de Mendoza, se puede extender claramente a todo el país, tomando como base los mapas de isolíneas de salida y puesta del sol para distintas épocas del año.

Se concluye que el consumo de energía eléctrica estuvo directamente relacionado con la cantidad de horas de sol y que la vigencia en invierno del huso -3 implica un gasto mayor de energía en sectores esterales y en los ámbitos educativos fundamentalmente. Obviamente que la hora solar y correcta implica que en invierno “oscurezca más temprano” pero esto se puede solucionar en muchas provincias con horarios continuos en el aspecto laboral ya que en el educativo los inconvenientes son menores. (El alumnado finalizaba a las 17:15 sus tareas en Mendoza durante la vigencia del huso -4).

Se sugiere que la Nación entera recupere su hora verdadera al menos en el período comprendido entre el 25 de abril y el 20 de setiembre de cada año, evitándose de esa manera un derroche de energía específicamente en los establecimientos educativos y favoreciéndose una disminución del “stress”, una mayor seguridad en la población y una elevación de la calidad de vida.

Agradecimientos:

EMSE, Energía Mendoza Sociedad del Estado, por haber facilitado la información necesaria para el desarrollo de este trabajo.

A los profesionales del Instituto de Política Energética (IPE), por su colaboración y discusión en diferentes aspectos del tema trabajado.

A los entusiastas docentes de la Provincia de Mendoza, especialmente del Colegio Compañía de María por facilitarnos información adicional al respecto.

Al Sr Miguel Leslie Brown por su obsequio del programa SOLDAT que permite calcular rápidamente los horarios de salida y puesta del sol.

Al Dr. Richard Branham, astrónomo del CRICYT, por su apoyo constante a la temática desarrollada.

A Adrián Palma por su colaboración diversa, a Rafael Bottero por el diseño de los mapas y a Marcela Lingiardi por el mecanografiado del trabajo.