

6.Resultados

Se analizan en este capítulo los años solares representativos obtenidos según los diferentes procedimientos con el fin de poder llegar a unas conclusiones claras con las que finalizar el estudio realizado.

Aunque los procedimientos hayan estado basados en la variable global horizontal para la generación del año (los cambios de la variable directa son los asociados debido al cambio de días), el resultado más importante es el de la radiación directa normal, pues esta es la pieza fundamental cuando se trata de simular el comportamiento de una planta termosolar. Se recuerda que se ha trabajado con la variable global horizontal por dos razones principales: hay mucha más disponibilidad en las fuentes de datos, y las estimaciones de directa normal disponibles (satélite) no eran adecuadas.

6.1 Procedimiento A

6.1.1 Análisis I (diferentes correcciones)

Las ideas recogidas de este análisis son las siguientes.

- La corrección sin distinción diaria produce una curva mucho más achatada con respecto a los otros casos, pues corrige de igual modo los días cubiertos de diciembre y los despejados de julio, con un coeficiente de determinación muy alejado de la unidad.
- La corrección de días con distinción según K_t con los datos de satélite en el numerador muestra una tendencia similar a la misma con los datos de campaña en el numerador, aunque la segunda manifiesta más oscilaciones que la hacen más cuestionable.
- Pequeñas diferencias en la variable global horizontal provocan modificaciones mayores en la variable directa normal. Estas se ven muy afectadas en el caso de no distinción diaria porque en los meses de invierno se han necesitado muchas sustituciones. Ocurre generalmente en invierno que la variable directa normal dista mucho de su asociada global horizontal en días despejados. Al haberse realizado un número elevado de sustituciones de días despejados por días cubiertos, la distorsión de los valores de directa normal es muy grande.

La tabla 6.1 muestra las radiaciones acumuladas anuales de los años solares representativos resultantes para los tres tipos de corrección. Las diferencias en porcentaje presentadas son con respecto a la distinción K_{ts} . Se observa que para el caso sin distinción según el grado de nubosidad la diferencia en radiación global horizontal es bastante pequeña, pero se ve muy incrementada para la directa normal debido al efecto citado en el párrafo anterior, siendo el mismo menor para la distinción K_{tc} .

	Hg0 anual (kWh/m ²)	Dif (%)	Hbn anual (kWh/m ²)	Dif (%)
No Kt	1660,96	0,32	1988,18	4,95
Ktc	1664,63	0,54	1939,75	2,40
Kts	1655,62	-	1894,32	-

Tabla 6.1: Hg0 y Hbn anuales resultantes para las diferentes clasificaciones. Procedimiento A.

6. Resultados

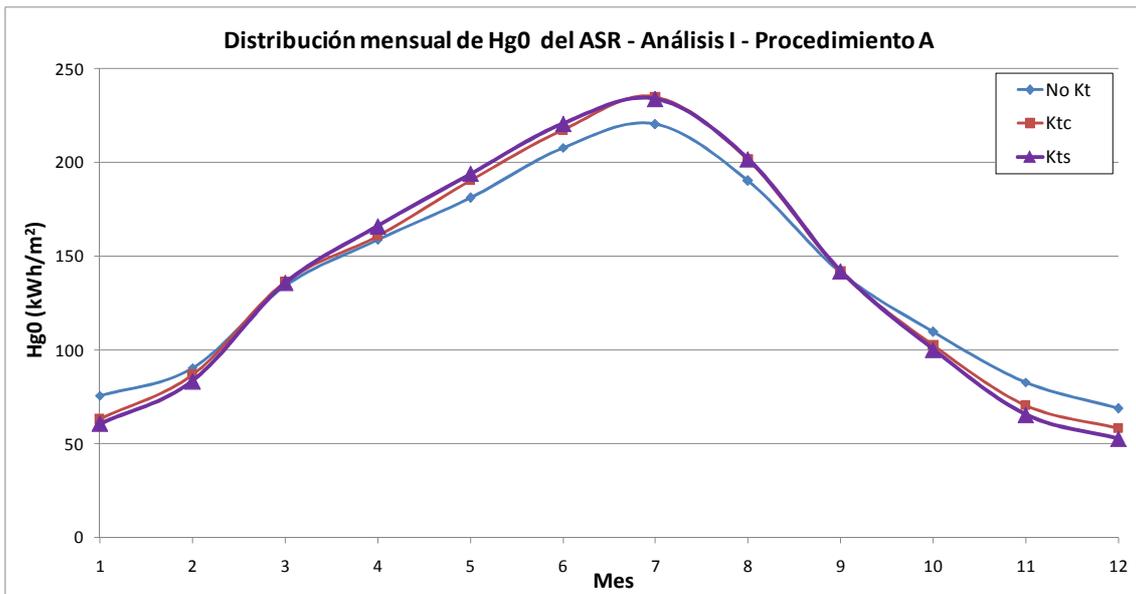


Figura 6.1: Distribución de Hg0 mensual para diferentes tipos de corrección. Procedimiento A.

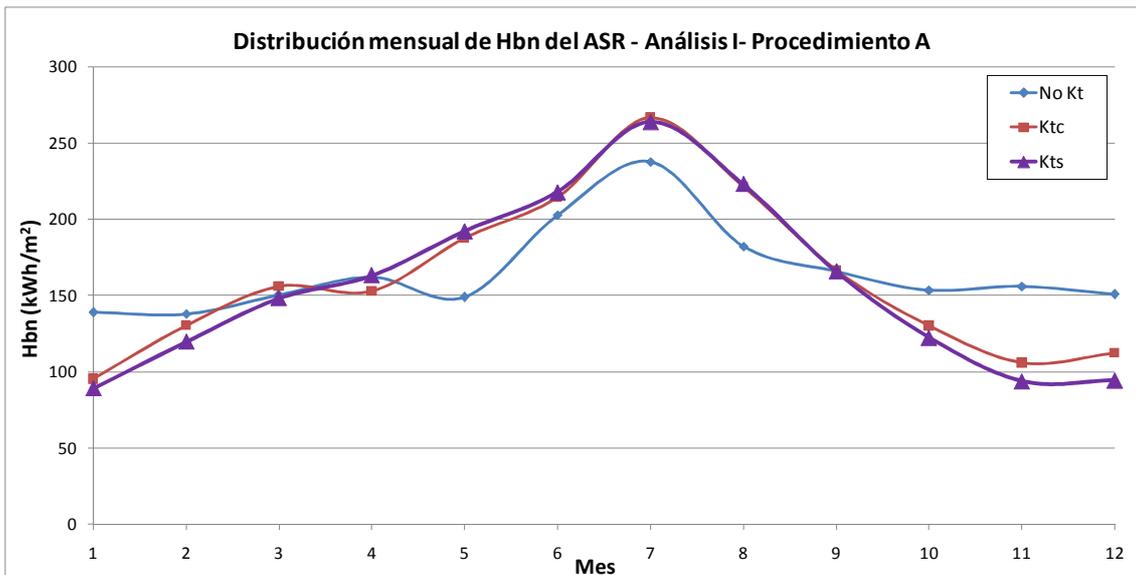


Figura 6.2: Distribución de Hbn mensual para diferentes tipos de corrección. Procedimiento A.

6.1.2 Análisis II (un solo año de campaña de medidas)

En el presente apartado se analizan los resultados obtenidos al elaborar el año solar representativo para cada uno de los casos, observando con ello la influencia de tener únicamente un año de campaña de medidas.

Se recuerda que en ninguno de los 3 primeros casos pueden ser cualificados todos los meses, por lo que estos años no cumplen lo indicado en el borrador de la norma. Las principales conclusiones son las siguientes.

6. Resultados

- Los resultados obtenidos con campañas de medidas de un solo año son muy distantes entre sí. Este hecho es debido a dos razones principales: las correcciones asociadas a cada uno de ellos fueron muy diferentes y además no existe posibilidad de elección de meses cercanos al objetivo que conlleven menor cantidad de sustituciones diarias.
- Se observa que la radiación directa normal muestra unas tendencias alejadas de la realidad, causadas principalmente por la distorsión asociada a una gran cantidad de sustituciones diarias, y a que no haya en ningún momento valores de radiación directa normal objetivo asociados. El caso 3, que es el que menos sustituciones necesita, es el que muestra la tendencia más parecida al caso 4, el escogido como más adecuado.

Se muestran en la tabla 6.2 los valores acumulados anuales de radiación global horizontal y de directa normal. En la gráfica 6.4 se observa que las distribuciones de radiación directa normal mensual acumulada son diferentes entre sí, presentando algunos de los casos notables oscilaciones.

	Hg0 anual (kWh/m ²)	Dif (%)	Hbn anual (kWh/m ²)	Dif (%)
Caso 1	1703,32	2,88	1933,71	2,08
Caso 2	1669,71	0,85	1891,45	-0,15
Caso 3	1609,23	-2,80	1868,79	-1,35
Caso 4	1655,62	-	1894,32	-

Tabla 6.2: Hg0 y Hbn anuales resultantes para los diferentes casos. Procedimiento A.

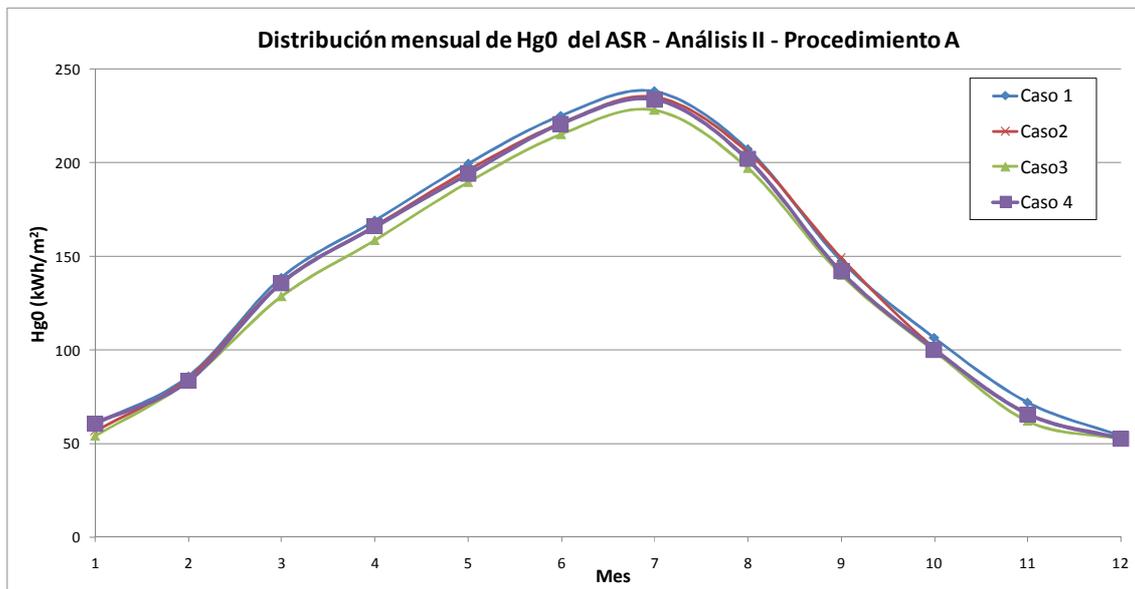


Figura 6.3: Distribución de Hg0 mensual para diferentes casos. Procedimiento A

6. Resultados

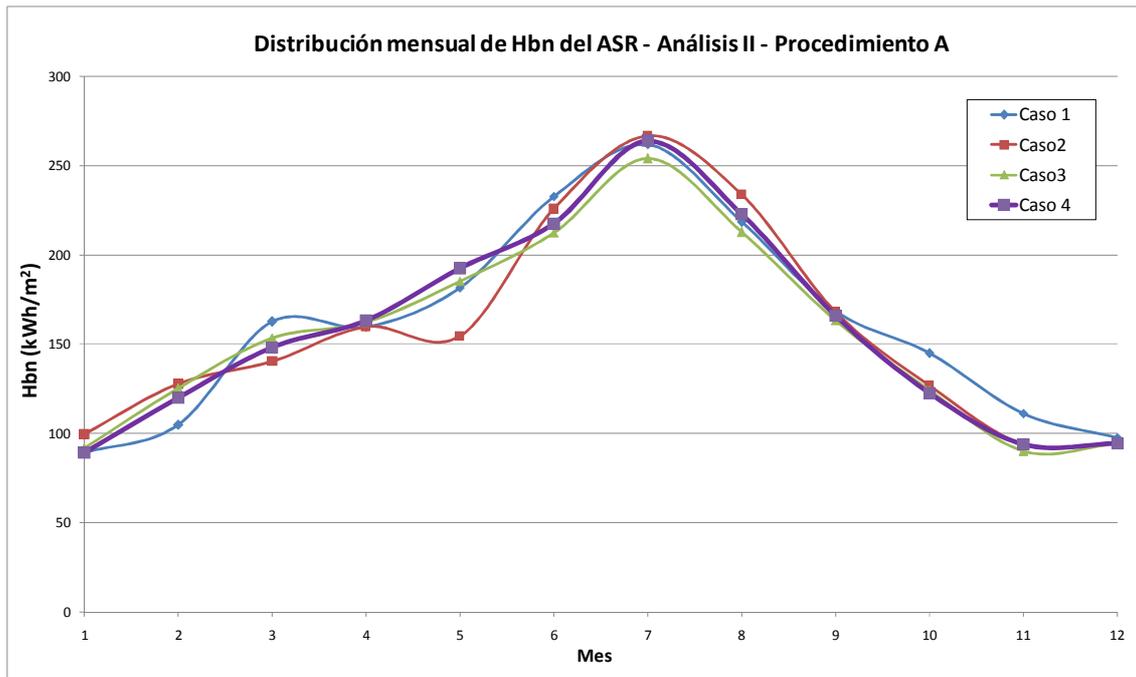


Figura 6.4: Distribución de Hbn mensual para diferentes casos. Procedimiento A

6.1.3 ASR seleccionado

De entre todos los casos analizados en este procedimiento sólo uno de ellos satisface la condición de la cualificación de sus meses, por lo que forzosamente este ha de ser el año solar representativo escogido para cumplir los requisitos de la norma.

Tras los análisis realizados se llega a la conclusión de que la corrección diaria que plantea la distinción de días según el K_t en función de los datos de satélite es la más adecuada (K_t s). El caso 4 que tiene en cuenta 28 meses de medidas es el elegido, pues además de contar para su formación con más meses que el resto, posee la tendencia que presenta menos oscilaciones.

Se observa una posible anomalía en este año, ya que la radiación normal directa acumulada en noviembre es similar a la de diciembre. Esto puede deberse a que solo se tiene un mes de diciembre válido (fue muy soleado) y debe ser forzosamente utilizado en la generación del año solar representativo.

6. Resultados

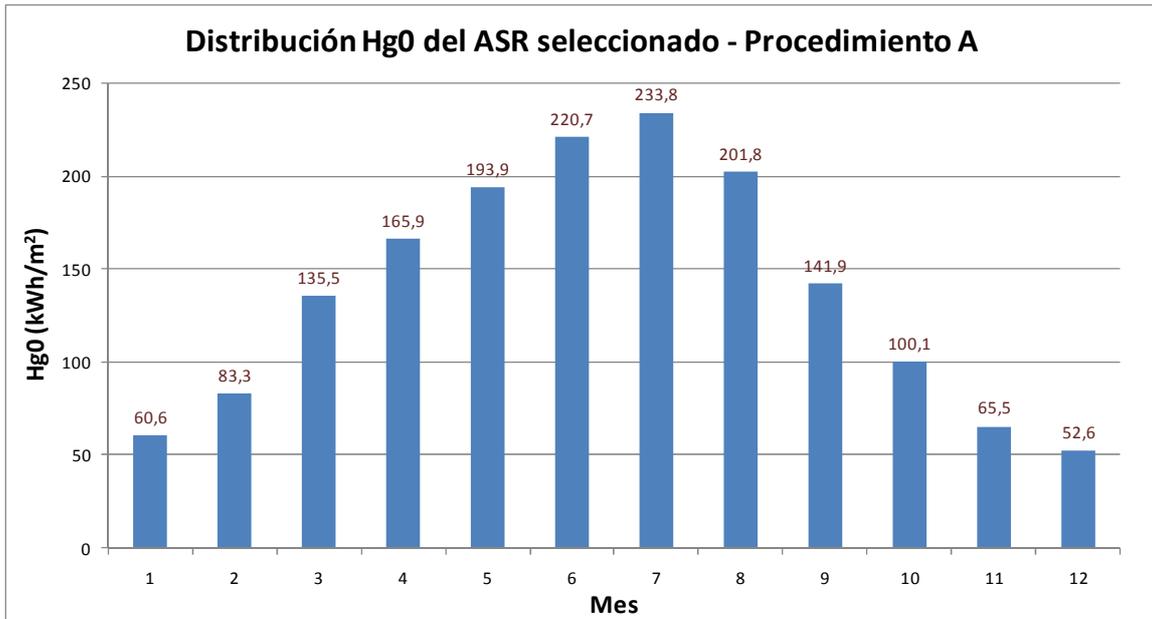


Figura 6.5: Distribución de Hg0 mensual del año solar representativo final del procedimiento A.

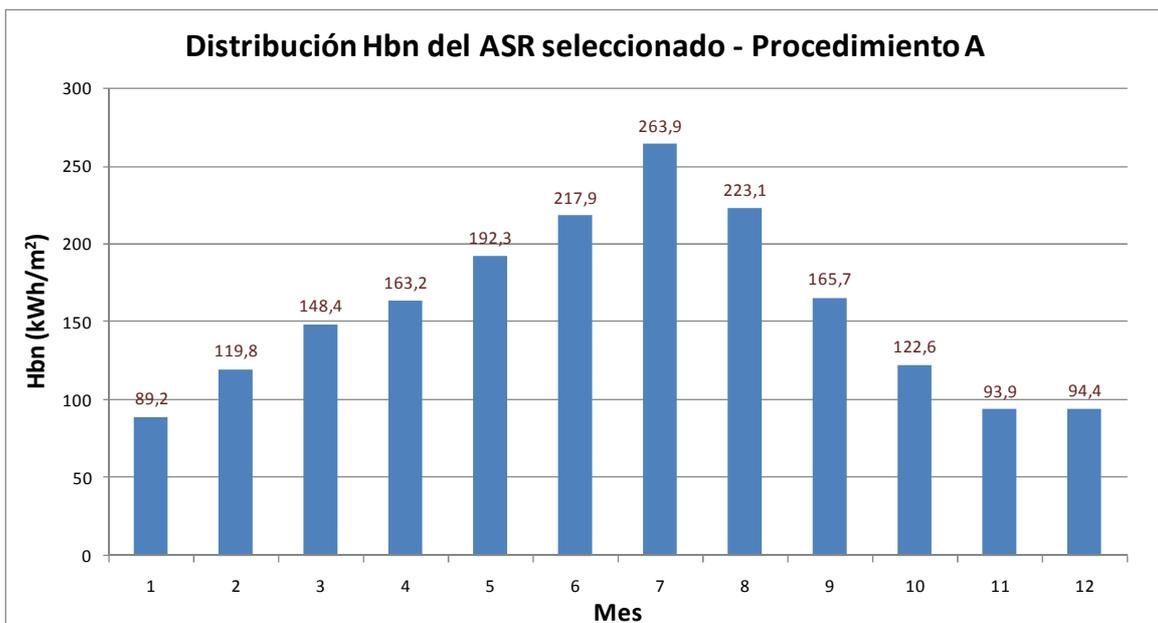


Figura 6.6: Distribución de Hbn mensual del año solar representativo final del procedimiento A.

6.2 Procedimiento B

6.2.1 Análisis I (un solo año de campaña de medidas)

Al igual que en el estudio II de la metodología A que analiza las situaciones en las que se parte de un único año de medidas, se recuerda que aquí tampoco se han podido validar

6. Resultados

todos los meses para los 3 primeros casos, por lo que estos años generados no cumplen las especificaciones del borrador de la norma. Las conclusiones aquí obtenidas son las siguientes.

- El cálculo de los valores representativos a partir del uso de varias fuentes de radiación global se muestra poco influenciado por la campaña de medidas, ya que estas no intervienen de forma significativa si no se tiene un periodo largo. Por ello en este escenario los valores de radiación global horizontal obtenidos son muy similares para todos los casos. Esto es muy diferente a la metodología A, donde para las mismas campañas de medidas utilizadas que en este análisis las diferencias son mayores. Esto es debido a las que las correcciones asociadas a cada uno de los casos en este procedimiento afectan mucho al resultado.
- Aunque la radiación global sea muy similar en todos los casos, las sustituciones diarias realizadas sin atender a un valor objetivo de directa normal provocan que las diferencias en esta variable se hagan mucho más notables y que se presenten unas oscilaciones muy marcadas.

	Hg0 anual (kWh/m ²)	Dif (%)	Hbn anual (kWh/m ²)	Dif (%)
Caso 1	1625,11	-0,11	1790,21	-2,72
Caso 2	1620,92	-0,37	1803,92	-1,98
Caso 3	1612,39	-0,90	1869,47	1,58
Caso 4	1626,97	-	1840,34	-

Tabla 6.3: Hg0 y Hbn anuales resultantes para los diferentes casos. Procedimiento B.

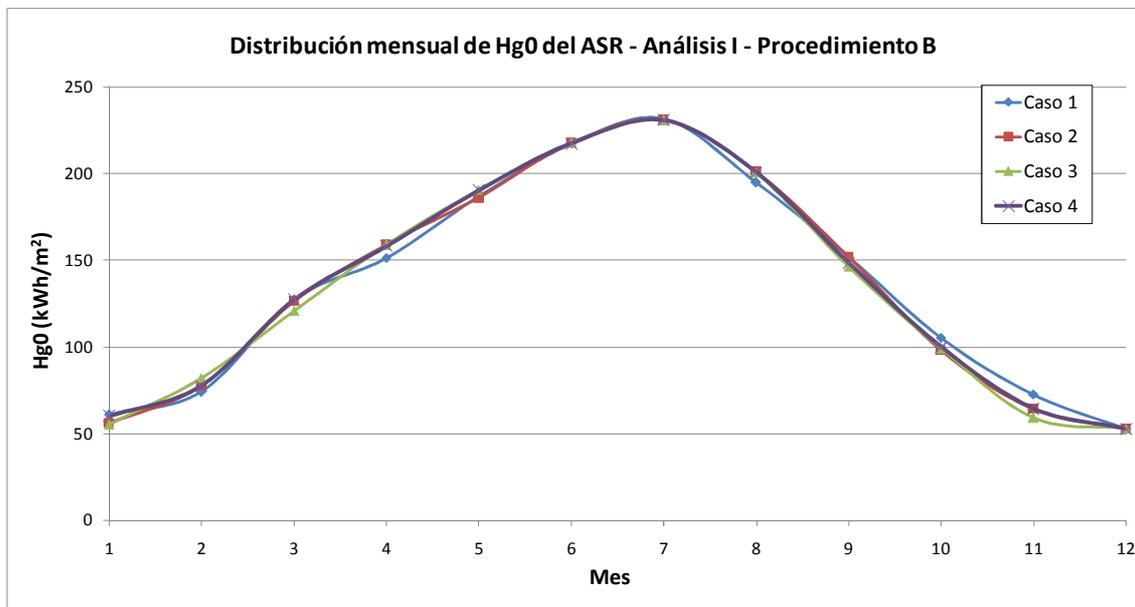


Figura 6.7: Distribución de Hg0 mensual para diferentes casos. Procedimiento B.

6. Resultados

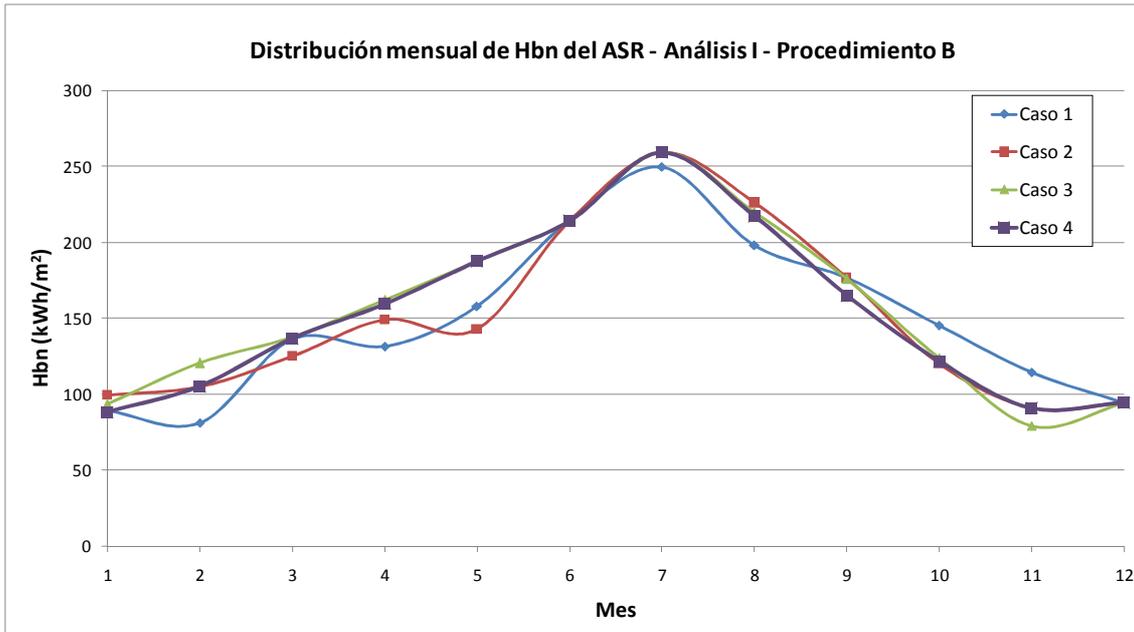


Figura 6.8: Distribución de Hbn mensual para diferentes casos. Procedimiento B.

6.2.2 Análisis II (situaciones límite)

En este escenario se planteaba analizar los resultados extremos obtenidos bajo la premisa de cumplir todos los requisitos que dicta la norma. Téngase en cuenta que en este caso los 12 meses utilizados para la formación del año solar representativo son cualificados. La principal conclusión es que no existe una solución única para los valores objetivos de radiación, variando fundamentalmente según los siguientes puntos.

- Los pesos intermedios adjudicados a medidas y estimaciones son de libre elección. Es una situación habitual que cada uno de los dos tipos de fuentes proporcionen valores medios muy diferentes, pues las estimaciones sobreestiman o subestiman con frecuencia los valores medidos.
- Se exige un mínimo para el total de las fuentes utilizadas, pero no es necesario que dichas fuentes cumplan ningún requisito como ser algunas de ellas mediciones y no todas estimaciones. El usuario puede elegir las fuentes a libre voluntad, pudiendo eliminar las que no le interesen para el resultado que busca.
- No es necesario ajustar los valores de directa a ningún valor objetivo, por lo que se pueden realizar sustituciones de días en función de lo que interese de cara a maximizar o minimizar la variable directa.

Se observa en la tabla que se consiguen diferencias de radiación directa normal acumulada anuales de hasta un 6,6% en el caso en el que se minimiza y un 3,3 % en el caso en el que se maximiza.

6. Resultados

	Hg0 anual (kWh/m ²)	Dif (%)	Hbn anual (kWh/m ²)	Dif (%)
Caso 4 max	1649,26	1,37	1902,44	3,37
Caso 4 min	1565,31	-3,79	1717,80	-6,66
Caso 4	1626,97	-	1840,34	-

Tabla 6.4: Hg0 y Hbn anuales resultantes para las situaciones límite. Procedimiento B.

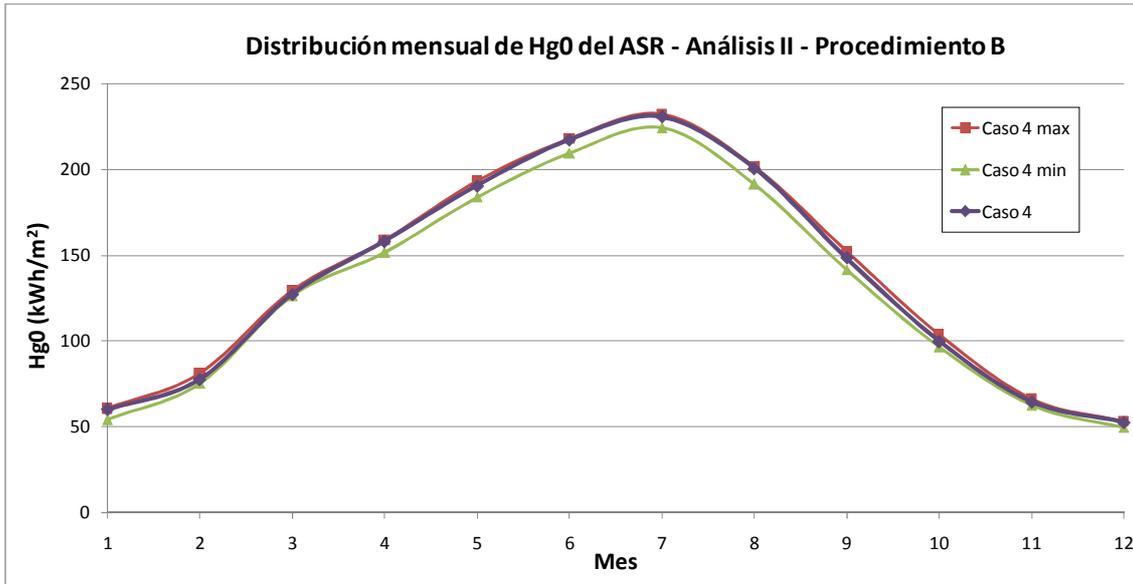


Figura 6.9: Distribución de Hg0 mensual para los casos límite. Procedimiento B.

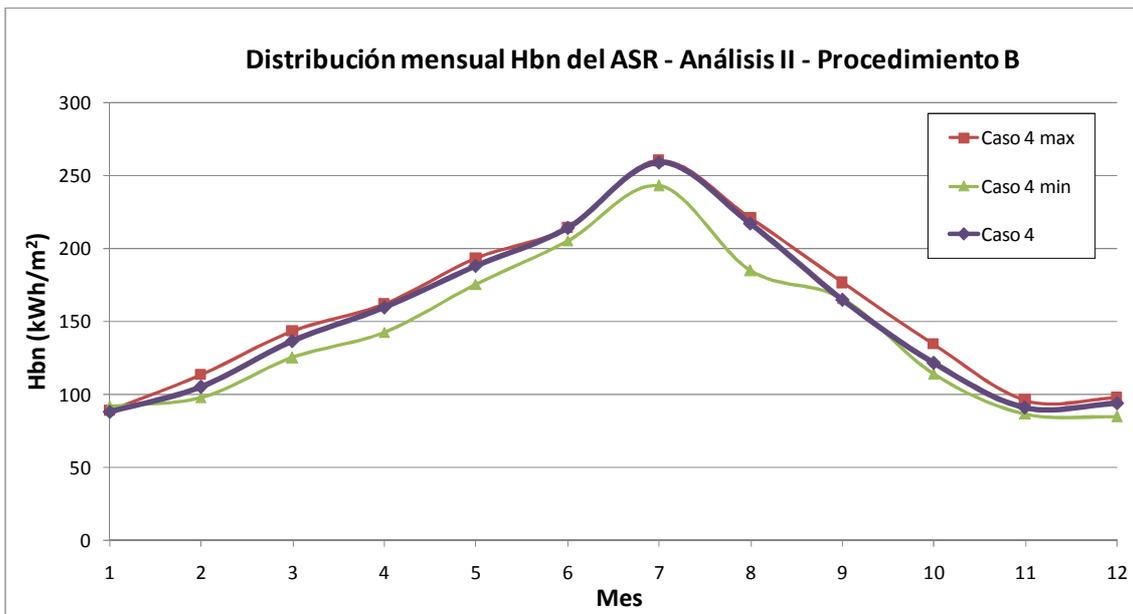


Figura 6.10: Distribución de Hbn mensual para los casos límite. Procedimiento B.

6. Resultados

6.2.3 ASR seleccionado

Se selecciona al igual que en la metodología anterior el *caso 4* como el año generado más adecuado. Es el único para el que se pueden cualificar los 12 meses (no se plantea la opción de coger los casos en los que se maximiza o minimiza), por lo que realmente es la única alternativa que se tiene. Es el que presenta una tendencia en la radiación directa normal más adecuada a la realidad por partir de 28 meses de campaña para su formación, al igual que ocurría en el procedimiento A.

Al igual que a su homólogo en el otro procedimiento, resulta importante comentar que la radiación directa normal acumulada de diciembre sea mayor que la de noviembre.

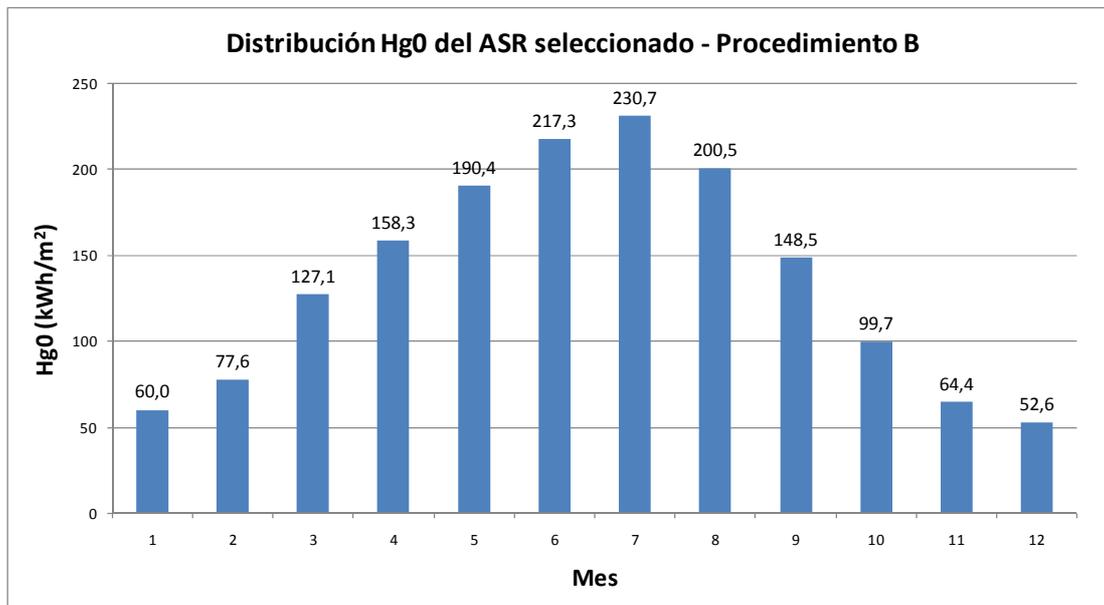


Figura 6.11: Distribución de Hg0 mensual del año solar representativo final del procedimiento B.

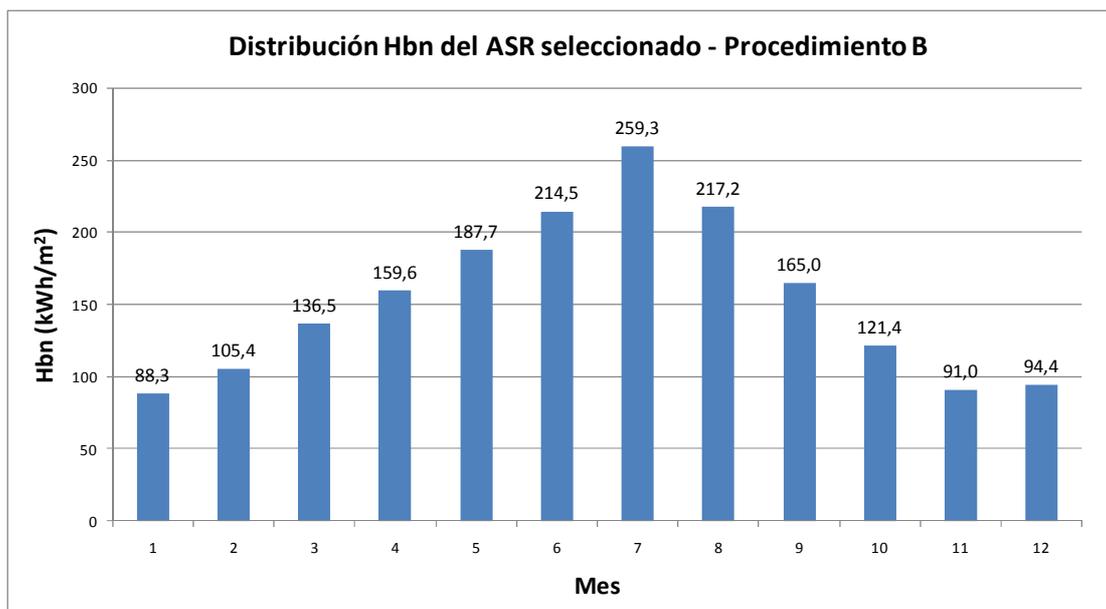


Figura 6.12: Distribución de Hbn mensual del año solar representativo final del procedimiento B.

6.3 Comparación de los métodos

Se presentan en este apartado los años solares obtenidos mediante los dos procedimientos comentados a lo largo del documento, realizando un análisis a través de gráficas y tablas.

En la tabla 6.5 se muestran los valores de radiación global horizontal y directa normal anual acumulada. La diferencia porcentual entre ambos casos es de 1,8 % para la variable global horizontal y 2,8% para la directa normal. Como se ha comentado en el apartado 6.1.1, las diferencias en la radiación global horizontal son menores que en el caso de la radiación directa normal, hecho que se presenta de nuevo en esta situación.

	Hg0 (kWh/m ²)	Hbn (kWh/m ²)
Procedimiento A	1657,6	1894,3
Procedimiento B	1627,0	1840,3

Tabla 6.5: Radiaciones acumuladas anuales de los ASR por los dos procedimientos.

En las gráficas 6.13 y 6.14 se observan las distribuciones de las dos variables a estudio según las distintas metodologías. Se contempla que los resultados correspondientes a la metodología B son inferiores a los de los de la metodología A, cumpliéndose el mismo patrón para casi todos los meses, tanto en directa normal como en global horizontal.

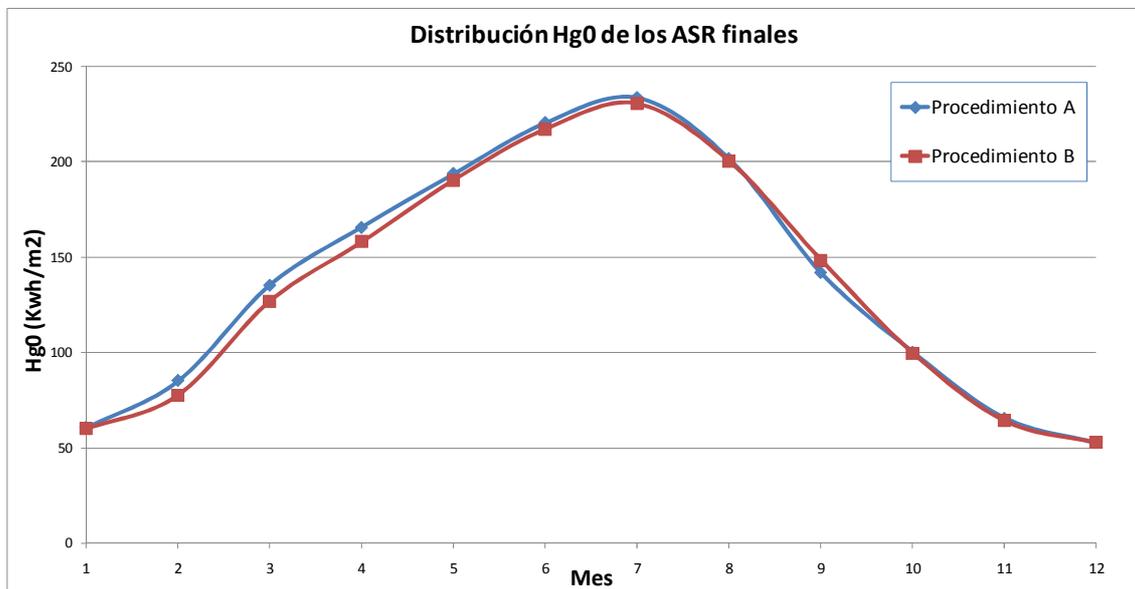


Figura 6.13: Distribución de Hg0 mensual del ASR escogido para los distintos procedimientos.

6. Resultados

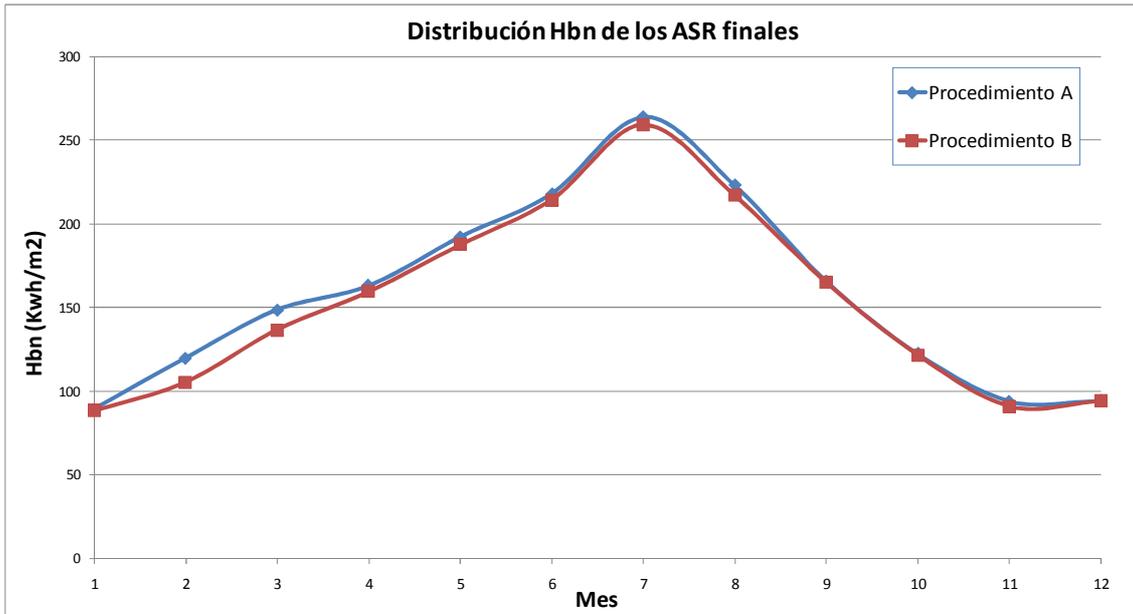


Figura 6.14: Distribución de Hbn mensual del ASR escogido para los distintos procedimientos.

Por último en la gráfica 6.15 se compara a lo largo del año la similitud entre radiación global horizontal y directa normal para los dos procedimientos planteados. Aunque mantienen una misma tendencia, se observa que el procedimiento A presenta generalmente valores superiores al B. La única excepción es el mes de abril, para el que la componente directa es algo superior a la global en el B, contrario a lo que ocurre en el caso A.

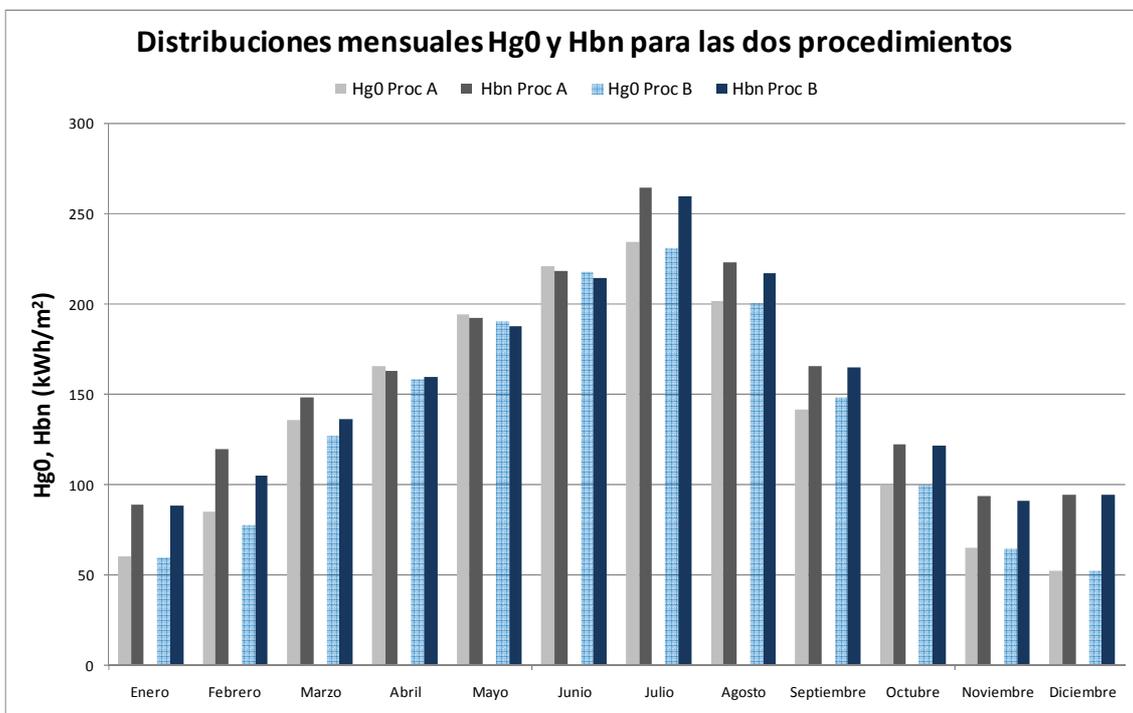


Figura 6.15: Comparación de las distribuciones de Hg0 y Hbn de los ASR según los dos procedimientos.