



*Al servicio
de las personas
y las naciones*

INFORME FINAL

“ESCENARIO LÍNEA BASE DE EMISIONES GEI DEL SECTOR DE MINERÍA Y OTRAS INDUSTRIAS”

PNUD SDP 110/2012



JUNIO 2013

1. ÍNDICE DE CONTENIDO

1. ÍNDICE DE CONTENIDO	1
2. RESUMEN EJECUTIVO	5
3. INTRODUCCIÓN	10
3.1. ANTECEDENTES	10
3.2. OBJETIVOS	11
4. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	12
4.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
4.2. CALIDAD DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE	12
5. VISIÓN DEL SECTOR	15
5.1. COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL SECTOR INDUSTRIAL Y MINERO	15
5.2. SECTOR MINERÍA DEL COBRE EN CHILE.....	17
6. METODOLOGÍA	21
6.1. PROYECCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO, SECTOR COBRE	21
6.1.1. METODOLOGÍA DE PROYECCIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA.....	21
6.1.2. METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE COEFICIENTES UNITARIOS FUTUROS.....	23
6.1.3. METODOLOGÍA DE PROYECCIÓN DE PRODUCCIÓN	26
6.1.4. TRATAMIENTO METODOLÓGICO 2030-2050	31
6.1.5. DESAGREGACIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS.....	31
6.2. PROYECCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO, SECTOR INDUSTRIAL, MINAS VARIAS Y HIERRO.....	32
6.2.1. METODOLOGÍA DE PROYECCIÓN DE CONSUMOS DE ENERGÍA	32
6.2.2. ESCENARIOS CONSIDERADOS	35
6.2.3. SUPUESTOS CONSIDERADOS	35
6.2.4. TRATAMIENTO METODOLÓGICO DIFERENCIADO.....	40
6.2.5. DESAGREGACIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS.....	41
6.3. PROYECCIÓN DE EMISIONES DE GEI ASOCIADAS A USO DE ENERGÍA	43
6.4. PROYECCIÓN DE EMISIONES DE GEI ASOCIADAS A USO INDUSTRIAL	43
7. RESULTADOS	45
7.1. PROYECCIÓN PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)	45
7.2. PROYECCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE GEI POR USO ENERGÉTICO.....	46
7.2.1. SECTOR COBRE	46
7.2.2. SECTOR AZÚCAR	49

7.2.3. SECTOR CEMENTO.....	51
7.2.4. SECTOR HIERRO	54
7.2.5. SECTOR INDUSTRIAS VARIAS	56
7.2.6. SECTOR MINAS VARIAS.....	58
7.2.7. SECTOR PAPEL Y CELULOSA	60
7.2.8. SECTOR PESCA	63
7.2.9. SECTOR PETROQUÍMICA	65
7.2.10. SECTOR SIDERURGIA.....	67
7.3. PROYECCIÓN DE EMISIONES DE GEI POR USO INDUSTRIAL.....	69
7.4. DESAGREGACIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO POR SISTEMA ELÉCTRICO	70
7.5. ESTIMACIÓN DE EMISIONES DEL SECTOR ENTRE 2007-2011	73
7.6. ANÁLISIS DE PROYECCIÓN DE EMISIONES DE GEI, AÑOS 2020, 2030 Y 2050	82
7.7. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	86
7.7.1 SECTOR COBRE	86
7.7.1.1. SENSIBILIZACIÓN ADICIONAL.....	86
7.7.2 SECTOR IDUSTRIAL, MINAS VARIAS Y HIERRO	96
7.7.2.1. EVALUACIÓN DE UTILIZACIÓN DE PIB MUNDIAL, COMO DRIVER DE PROYECCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO	96
7.8. PROYECCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO POR PROCESOS DE DESALACIÓN EN EL SECTOR COBRE .	105
8. CONCLUSIONES	117
9. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA	119
10. ANEXOS	126
A. PLANILLA BIBLIOGRAFIA.....	126
B. FACTORES DE EMISIÓN.....	131
C. TASAS DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN DEL PIB EN SUS CINCO ESCENARIOS	132
D. FUNCIONES ECONOMÉTRICAS, GRÁFICOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	137
D.1. SECTOR COBRE	137
D.2. SECTOR AZÚCAR	140
D.3. SECTOR CEMENTO	145
D.4. SECTOR HIERRO	153
D.5. SECTOR INDUSTRIAS VARIAS	162
D.6. SECTOR MINAS VARIAS.....	178
D.7. SECTOR PAPEL Y CELULOSA	188
D.8. SECTOR PESCA	204

D.10. SECTOR SIDERURGIA.....	220
D.11. PRODUCCIÓN DE CAL.....	232
E. RESULTADOS PROYECCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE GEI POR USO ENERGÉTICO	233
E.1. COBRE	233
E.2. AZÚCAR	246
E.3. CEMENTO	250
E.4. HIERRO	254
E.5. INDUSTRIAS VARIAS.....	258
E.6. MINAS VARIAS	262
E.7. PAPEL Y CELULOSA.....	266
E.8. PESCA	270
E.9. PETROQUÍMICA	274
E.10. SIDERURGIA	278
F. RESULTADOS PROYECCIÓN DE EMISIONES DE GEI POR PROCESOS INDUSTRIALES	282
F.1. SECTOR CEMENTO	282
F.2. SECTOR SIDERURGIA	285
G. DEMANDA ELÉCTRICA DEL SECTOR INDUSTRIAL Y MINERO.	289

2. RESUMEN EJECUTIVO

El estudio denominado “Asesoría para determinar el Escenario de Línea Base de Emisiones del sector Minería y Otras Industrias”, ha sido desarrollado por Poch Ambiental S.A. y Energética, por encargo del equipo MAPS-Chile, el cual está compuesto por un Comité Interministerial y es gestionado administrativamente por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El objetivo del estudio es proyectar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para el sector Minería y Otras Industrias a nivel nacional, para el escenario Línea Base o Crecimiento sin restricciones, en el horizonte de evaluación 2007- 2050.

El año de inicio de la proyección es el 2007, por ende, para realizar la proyección se utilizó información y parámetros a partir de ese año. Por ello, no se consideraron medidas de mitigación implementadas entre los años 2007 y 2012. Se realizó un análisis de calidad de la información disponible, identificando inconsistencias en ciertos datos y a su vez, vacíos de información.

El sector Minería y Otras Industrias considera los sectores azúcar, cemento, cobre, hierro, industrias varias, minas varias, papel y celulosa, pesca, petroquímica y siderurgia. En 2006 el consumo energético del sector Industrial y Minero, estaba determinado por el consumo de tres principales subsectores, Industrias varias (27.247 Teracalorías), Cobre (23.635 Teracalorías) y Papel y celulosa (16.617 Teracalorías).

Considerando que el sector minería del cobre, además de ser altamente consumidor de energía, corresponde al principal pilar de la economía Chilena y que nuestro país es uno de los grandes productores de cobre en el mundo, se realizó un análisis detallado del comportamiento histórico de dicho sector hasta el año 2007. Se analizaron diversos temas relacionados con el sector minería del cobre, tales como, prospectos mineros, reservas de cobre, recursos hídricos en la minería, participación de la producción de cobre nacional en la producción mundial y factores que están afectando al sector, como la disminución en la ley del mineral, el envejecimiento de minas y la localización de yacimientos, entre otros.

Para el sector minería del cobre, el consumo energético del sector se estimó amplificando los coeficientes unitarios por la producción nacional de cobre. Para proyectar los coeficientes unitarios se utilizaron tasas de variación anual, considerando tres escenarios de crecimiento de coeficientes unitarios, menor, medio y mayor. Adicionalmente se establecieron ciertos supuestos, tales como que los coeficientes unitarios del proceso de fundición y refinación se asumen constantes a partir del año 2011 y que los coeficientes unitarios del proceso de extracción nunca decrecerán.

La producción nacional de cobre se proyectó mediante tres metodologías, entre 2007 y 2012 se utilizó la proyección desarrollada por la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO); entre 2013 y 2016 se estimó en base a la proyección de producción mundial de cobre reportada por Brook Hunt en 2006, y la participación que tiene Chile en la producción mundial de cobre. Entre 2017 y 2050, en tanto, se calculó la producción mundial de cobre, amplificando el Producto Interno Bruto (PIB) Mundial proyectado, por la intensidad energética proyectada, para posteriormente, considerando la participación de Chile en la producción mundial de cobre¹, obtener la producción nacional de dicho mineral. En el caso del precio del cobre, que se esperaba fuera un driver relevante para la producción, esta variable fue testada estadísticamente, pero finalmente se utilizó un modelo alternativo.

El consumo energético del resto de los sectores se proyectó en base a funciones econométricas obtenidas del Programa Estadístico Eviews 7 y Statgraphics X64, que consideraban como variable explicativa el PIB Nacional o la producción. Se establecieron cinco escenarios de aumento del consumo energético, pesimista, medio bajo, medio alto, optimista y de referencia. Sumado a lo anterior, se establecieron diversos supuestos aplicables a cada sector, entre éstos, que el consumo de gas natural iría a la baja en el tiempo en el sector Industrial, ya que si bien se tenía conocimiento de que post 2006 entrarían en operación nuevas plantas de gas natural, dicho combustible sería principalmente utilizado en generación eléctrica.

Los sectores industrias varias, minas varias y siderurgia, fueron analizados en profundidad, desde el punto de vista estadístico, ya que resultaron ser los sectores más emisores de GEI, generando en 2050 el 80% de las emisiones del sector Industrial y Minero (sin considerar el sector cobre que fue proyectado mediante otra metodología). En el resto de los sectores, los modelos econométricos utilizados poseen validaciones estadísticas limitadas, quedando espacio para mejoras.

Cabe hacer notar que ninguno de los modelos desarrollados incluye variables de precios, por lo que esta omisión podría generar sesgos en las estimaciones. Adicionalmente, no se dispuso de información que permitiera elaborar supuestos tecnológicos que ofrecieran una proyección de la eficiencia en el uso de energéticos por parte de los procesos de producción motriz y de calor, así como la sustitución entre éstos.

Para obtener las emisiones de GEI generadas por el uso energético de cada sector incluido en el sector Industrial y Minero en el tiempo, se amplificó el consumo de cada

¹ Los porcentajes de participación de Chile en relación a la demanda mundial por cobre se definieron de manera consensuada con los miembros del GCE, de acuerdo a opinión experta, por no disponer de mejores antecedentes.

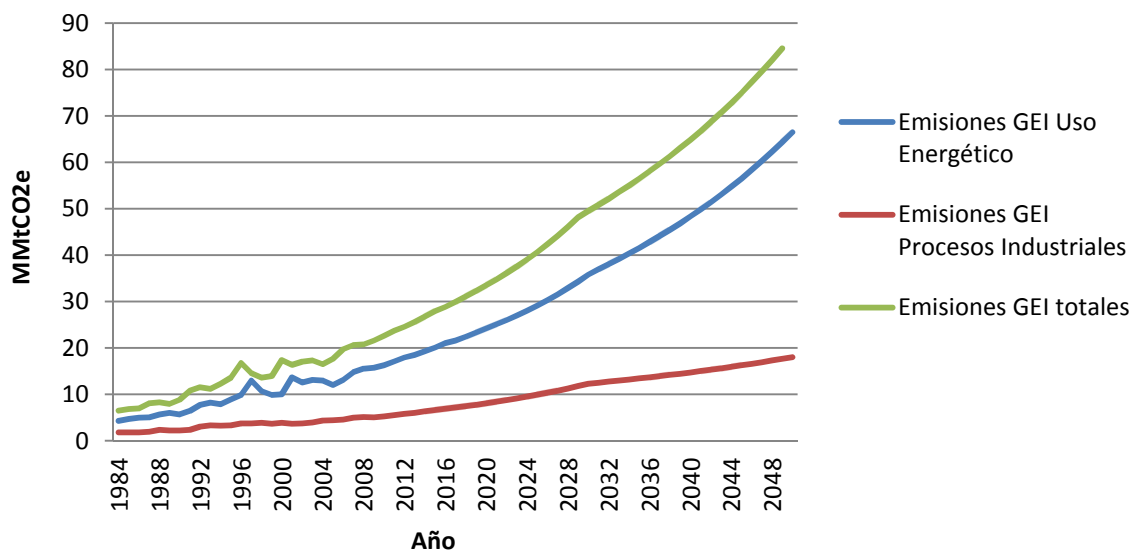
energético de cada sector, por su respectivo factor de emisión, el cual fue obtenido de las Directrices IPCC 2006.

Por otro lado, las emisiones generadas por procesos industriales, que también se consideraron en el análisis de este estudio, se atribuyeron al sector cemento y siderurgia, sin estimar el resto de las fuentes de emisión que se contabilizan en el Inventario de Emisiones de GEI. Ellas se obtuvieron amplificando la producción por los factores de emisión aplicables, provenientes también de la Directrices IPCC 2006.

Para evaluar la efectividad de la metodología de proyección de emisiones de GEI utilizada, se estimaron las emisiones del sector para los años 2007 a 2011, utilizando la misma metodología de proyección de emisiones, pero con datos reales de esos años. Para el sector cobre se recurrió a datos de producción y coeficientes unitarios, reportados por COCHILCO. Para el resto de los sectores, se utilizó el PIB Nacional real de los años 2007 a 2011, obtenido del Banco Central de Chile y el consumo energético total histórico del Balance Nacional de Energía, el cual es presentado anualmente por el Ministerio de Energía.

A continuación se presentan las emisiones de GEI históricas (1984-2006) y proyectadas (2007-2050), generadas por el Sector Minería y Otras Industrias, para el [escenario medio de proyección del cobre](#) y para el [escenario de PIB de referencia](#).

Proyección de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero generadas por el Sector Minería y Otras Industrias



Se espera que el sector Industrial y Minero genere 19,73 MMtCO₂e en el año 2007. En el año 2020 estas emisiones aumentarían en un 64% con respecto al año 2007, alcanzando 32,33 MMtCO₂e, mientras que en 2030 se espera que éstas aumenten en 144% en comparación con el año 2007, generando 48,13 MMtCO₂e. Finalmente, en el año 2050, se espera que el sector genere 84,55 MMtCO₂e, es decir, un 328% más que en el año 2007. El 75% de las emisiones de GEI producidas por el sector, se generarán por el uso de diversos energéticos, y el 25% restante será responsabilidad de los procesos industriales asociados. Las emisiones de GEI generadas por consumo energético, serán producidas principalmente por el sector industrias varias, minas varias y cobre, siendo estos tres sectores, los responsables de generar el 86% de las emisiones de GEI proyectadas en 2050.

El consumo de electricidad del sector Industrial y Minero, fue desagregado por sistema eléctrico nacional mediante distintas metodologías dependiendo del sector, concluyéndose que el 67,2% de la electricidad demandada durante todo el período de análisis (2007-2050), se obtiene del Sistema Interconectado Central y que el resto proviene del Sistema Interconectado del Norte Grande (32,6%), Sistema de Aysén (0,12%) y Sistema de Magallanes (0,08%); situación consistente con la demanda eléctrica histórica en Chile.

Resulta complejo proyectar consumos energéticos y emisiones de GEI en un horizonte de tiempo tan extenso, ya que en el futuro pueden ocurrir múltiples eventos que afecten el comportamiento energético de cierto sector. Mediante el establecimiento de escenarios, se intentan mostrar imágenes alternativas de lo que podría acontecer en el futuro, ya que éstos constituyen un instrumento apropiado para explorar cambios importantes en las tendencias.

La proyección de consumo energético y emisiones de GEI del sector minería del sector cobre, depende de dos variables, los coeficientes unitarios de cada proceso y la producción nacional, por lo tanto, se sensibilizaron ambas variables. Se establecieron tres escenarios de crecimiento de coeficientes unitarios y ocho escenarios de producción nacional de cobre. En la sensibilización de la producción se consideraron dos métodos de proyección de PIB Mundial, dos métodos de proyección de cobre mundial y dos escenarios de participación de producción nacional en la producción mundial de cobre.

Sumado a lo anterior, puesto que los sectores hierro, pesca y papel y celulosa, corresponden a sectores principalmente exportadores, se proyectó el consumo energético y emisiones de GEI en base al PIB Mundial, en vez de utilizar como driver el PIB Nacional.



“Asesoría para determinar el Escenario de Línea Base de Emisiones del sector Minería y Otras Industrias en el marco del proyecto MAPS Chile”



Considerando la necesidad por aumentar el potencial hídrico de nuestro país, principalmente para el sector minero, se estimó la cantidad de agua que deberá ser satisfecha por plantas desalinizadoras y se proyectó el consumo eléctrico asociado al proceso de desalinización mismo y el bombeo de agua desalada, considerando tres escenarios de desalación: menor, medio y mayor. El proceso de desalación representaría en 2030 entre un 11 y un 17% del consumo eléctrico del sector, dependiendo del escenario, mientras que en 2050 representaría entre 9 y 14%. Cabe destacar que debido a la poca información disponible en 2006 sobre el tema de desalinización en la minería, se recurrió a diversos supuestos.

De hecho, la falta de disponibilidad de cierta información, fue uno de los obstáculos más significativos del presente estudio, ya que como se señaló anteriormente, durante el desarrollo del estudio, se identificaron inconsistencias entre ciertos datos y diversos vacíos de información.

De los resultados del estudio, es posible rescatar que, tanto el consumo eléctrico, como las emisiones de GEI del Sector Minería y Otras Industrias tendrá una tendencia al alza, siendo Industrias varias y Minas varias los sectores más emisores. Por esta razón, es de vital importancia poder desagregar estos dos sectores, de manera de identificar específicamente qué actividades productivas se incluyen dentro de estos sectores, y evaluar así la factibilidad de aplicar medidas tendientes a la reducción de emisiones de GEI, que permitan a Chile cumplir con su compromiso voluntario de lograr una reducción de 20% por debajo de su trayectoria de emisiones de línea base al 2020.

3. INTRODUCCIÓN

3.1. ANTECEDENTES

El presente documento corresponde al Informe Final del estudio “Asesoría para determinar el escenario de Línea Base de Emisiones del Sector Minería y otras industrias en el marco del proyecto MAPS Chile”, requerido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y desarrollado por Poch Ambiental S.A. y Energética.

El proyecto MAPS-Chile busca estudiar distintos escenarios de proyección de las emisiones de gases de efecto invernadero, relevantes para poder generar la evidencia necesaria sobre distintos cursos de acción que se pueda seguir el país.

Considerando los requerimientos solicitados en los lineamientos para el desarrollo de la asesoría, en este informe, se abordan los siguientes temas:

- Revisión de estudios nacionales e internacionales sobre modelos de proyección de emisiones disponibles a 2012.
- Desarrollo de un modelo de proyección de emisiones para el escenario Línea Base o Crecimiento sin restricciones.
- Elaboración de propuesta de enfoque metodológico detallado para la proyección al año 2030.
- Elaboración de propuesta de enfoque metodológico diferenciado para realizar las proyecciones para el horizonte 2031-2050.
- Análisis de resultados para los años 2020, 2030 y 2050 obtenidos a partir de la metodología desarrollada para cada horizonte de evaluación (2007-2030 y 2031-2050).
- Estimación de emisiones del sector para los años 2007 a 2011, utilizando la misma metodología de proyección de emisiones, pero con datos reales.
- Análisis de sensibilidad considerando incertidumbre asociada al PIB y coeficientes unitarios del sector minero.
- Estimación de la cantidad de agua que deberá ser satisfecha por plantas desalinizadoras, considerando el proceso de desalinización mismo y el bombeo de agua desalada.

3.2. OBJETIVOS

Objetivos generales

Proyectar las emisiones de GEI para el sector de minería y otras industrias a nivel nacional para el escenario Línea Base o Crecimiento sin restricciones, en el horizonte de evaluación 2007- 2050, considerando como año de inicio el año 2007 y detallando los resultados para los años 2020, 2030 y 2050.

Objetivos específicos

- Disponer de un modelo validado en común acuerdo con la contraparte técnica para representar y simular el sector específico.
- Asegurar la coherencia de los modelos propuestos y de los datos básicos utilizados, con aquellos utilizados en los otros sectores modelados.
- Conocer la información disponible y respaldada, que representen las emisiones del año 2007 y los parámetros requeridos para la proyección del escenario Línea Base o Crecimiento sin Restricciones (CSR).
- Completar los vacíos que deje la información disponible a 2007, con información adicional validada por la contraparte técnica, de manera de proyectar adecuadamente el escenario Línea Base o CSR. Se requiere especificar los supuestos considerados para las principales variables en base a la información adicional.
- Proyectar las emisiones de GEI para el escenario Línea Base o CSR a nivel nacional, con un horizonte de evaluación 2007-2050, detallando los resultados para los años 2020, 2030 y 2050.
- Usando la misma metodología de proyección del punto 5, y con los datos reales de las variables relevantes para la proyección, estimar las emisiones del sector para el periodo 2007-2011. Explicar las diferencias observadas en relación a proyección del escenario Línea Base o CSR.

4. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

4.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Para el desarrollo de la presente asesoría, se realizó una revisión bibliográfica de estudios nacionales e internacionales, correspondientes a informes, artículos y estudios de instituciones relacionadas directamente con cambio climático, reducción de gases de efecto invernadero, etc.; tales como, el Programa de Gestión y Economía Ambiental (PROGEA), el Centro del Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CCG-UC), la Agencia Internacional de Energía², la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) y la Comisión Nacional de Energía (CNE), entre otras.

En primera instancia se revisaron los treinta estudios listados en los Términos de Referencia publicados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), para la elaboración del Estudio. De los treinta estudios revisados, en base a su aplicabilidad a la presente consultoría, se descartó el uso de los siguientes estudios: [5], [12], [13], [14], [15], [22], [27], [28], [29], [30]. Adicionalmente se recurrió a otros estudios aplicables. Para mantener un orden interno, se realizó una base de datos, en la cual se organizó toda la información, la cual se adjunta en el *Anexo A*.

4.2. CALIDAD DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

Durante el desarrollo del estudio, se identificaron inconsistencias en cierta información y a su vez, vacíos de información.

Por ejemplo, el consumo energético del sector Industrial y Minero reportado por el Balance Nacional de Energía (BNE) del Ministerio de Energía, no es desagregado a nivel regional, por ende, no es posible identificar cuanta energía se consume en cada uno de los cuatros sistemas eléctricos interconectados existentes en Chile, Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), Sistemas Interconectado Central (SIC), Sistema de Aysén y Sistema de Magallanes.

Se evaluaron diversas formas de desagregar la proyección de consumo de energía. Una alternativa es utilizar el informe "Sector Eléctrico, Informe Anual 2006", publicado en 2007 por el Instituto Nacional de Estadística (INE), en el cual se presenta el consumo eléctrico regional del sector Industrial y Minero, para los años 2003 a 2006. Si bien, esto permite asignar la proyección de consumo energético total a cada sistema energético de Chile, dicha información no se desagrega por subsectores (cemento, papel y celulosa, siderurgia, etc.), y sólo se reporta para los años mencionados, por lo tanto, debe

² En inglés International Energy Agency (IEA)

asumirse una desagregación del consumo total proyectado que se mantendría constante en el tiempo.

Otra alternativa, para desagregar el consumo energético por sistema eléctrico, es considerar el PIB sectorial por región, el cual es reportado por el Banco Central de Chile, a partir de 1985. No obstante, al igual que en la alternativa anterior, utilizar esta opción, conlleva a considerar diversos supuestos, ya que no se cuenta con información que respalde que los sectores considerados en el PIB son equivalentes a los sectores considerados por el BNE. Incluso, si un sector es denominado de igual manera en ambas fuentes, no es posible asegurar que consideren lo mismo. Además se establecería el supuesto de que el consumo energético se distribuiría por sistema eléctrico de manera constante desde el 2007 hasta el 2050.

Finalmente, una tercera alternativa es desagregar la proyección de consumo energético por sistema eléctrico en base a información bibliográfica disponible, de otros estudios que hayan hecho dicha desagregación, los cuales también establecen diversos supuestos.

En base a lo anterior, se desprende que sea cual sea la alternativa que se utilice, se estarían haciendo diversos supuestos, que no necesariamente van a representar la realidad del futuro.

La misma situación ocurre si se pretende desagregar el consumo de industrias varias, ya que el BNE no especifica qué actividades se incluyen en este sector. Por lo tanto, se evaluaron algunas alternativas que permitieran desagregar el consumo de este sector, sin embargo, no se obtuvo buenos resultados.

El objetivo fue, en primera instancia, establecer la equivalencia entre los sectores del PIB sectorial del Banco Central de Chile y los sectores del BNE; asumiendo que el sector industrias varias del BNE, estaría compuesto por las actividades (1) agropecuario-silvícola; (2) textil, prendas de vestir y cuero; (3) maderas y muebles; (4) Productos metálicos, maquinaria, equipo y resto; y (5) construcción. Cada actividad representa un porcentaje del PIB total (Sumatoria del PIB de las cinco actividades), por ende el supuesto adicional es asignar ese mismo porcentaje al consumo energético de industrias varias reportado por el BNE. De esta manera en base a este supuesto podría desagregarse el consumo energético histórico de industrias varias.

Para evaluar si los valores obtenidos son consistentes, se estableció una comparación de éstos, con los consumos reportados por la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) 2006 (INE 2009). Dicha encuesta presenta los consumos de energía eléctrica de cada sector industrial, razón por la cual, se compararon los consumos de electricidad.



“Asesoría para determinar el Escenario de Línea Base de Emisiones del sector Minería y Otras Industrias en el marco del proyecto MAPS Chile”



Para agrupar los sectores industriales presentados en la encuesta ENIA, se utilizó el estudio del INE "Microdatos Industriales Revisados. Informe Metodológico 1998-2005", el cual agrupa los sectores bajo la misma clasificación utilizada por el Banco Central de Chile, para desagregar el PIB. De esta manera, considerando la equivalencia entre los sectores del PIB y el BNE, es posible comparar el consumo de energía eléctrica entre el BNE y ENIA. La comparación no arrojó buenos resultados, lo que comprueba que el vacío de información seguirá existiendo, ya que aunque se consideren múltiples supuestos, y se desagregue el consumo energético de industrias varias, éste no corresponderá a un dato 100% creíble, fiable y trazable.

Finalmente, otro vacío de información, para el cual también es posible establecer supuestos, que no necesariamente representen la realidad en el futuro, corresponde a la desagregación de coeficientes unitarios de combustible y electricidad del sector cobre en SING y SIC.

5. VISIÓN DEL SECTOR

5.1. COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL SECTOR INDUSTRIAL Y MINERO

El sector industrial, a nivel mundial, representa casi un tercio del consumo de energía en el mundo, emitiendo el 22% del CO₂ del mundo, aproximadamente. Estas emisiones pueden reducirse de tres formas principales, aplicando medidas de eficiencia, sustitución de combustibles y materias primas y mediante la captura y almacenamiento de CO₂ (IEA 2006).

La biomasa puede ser utilizada en vez de diésel o gas natural, los materiales de desecho pueden ser reciclados y algunos productos pueden ser diseñados para requerir menor cantidad de materias primas. La implementación de medidas de eficiencia energética juega un rol importante, puesto que la intensidad de la mayoría de los procesos industriales es un 50% mayor que el mínimo teórico determinado mediante leyes de termodinámica. En casos en que los procesos actuales de cierto sector ya sean eficientes, se puede implementar innovación en las materias primas y en los procesos productivos, lo cual permitiría además de reducir las emisiones de GEI, generar ahorros de tipo económico (IEA 2006). En la producción de acero primaria, existe un amplio margen para implementar mejoras energéticas, del orden del 20 a 30%, basándose en la tecnología existente. Por ejemplo, la sustitución de combustibles en altos hornos permitiría reducir emisiones de GEI. En plantas de papel y celulosa, mediante tecnologías de secado más eficiente podrían reducirse las necesidades energéticas (IEA 2006).

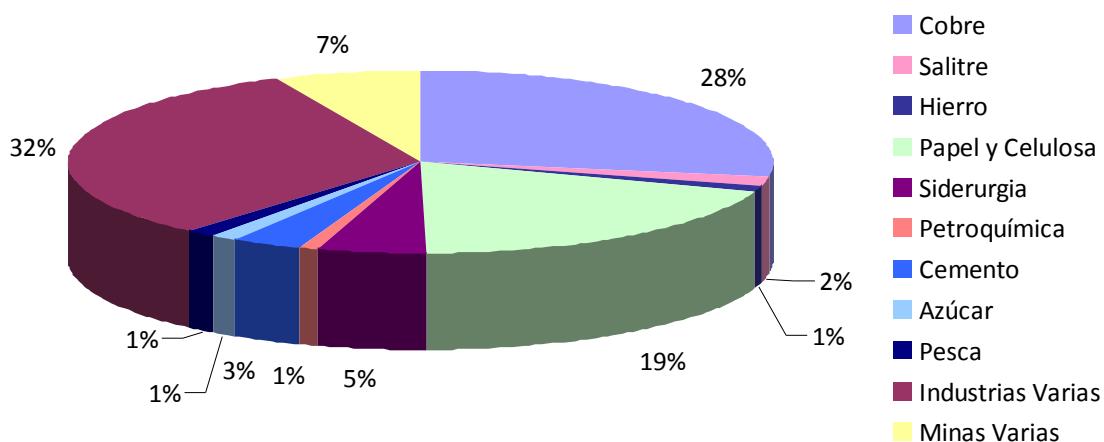
El sector cemento se está acercando al mínimo teórico de consumo de energía en muchos países. Reciclando residuos se puede reducir la demanda energética de este sector, sin embargo, esto se ve limitado por la disponibilidad de materiales de desecho (IEA 2006).

El potencial de eficiencia energética de la industria química está limitada en todas las regiones del mundo, por la alta intensidad de materia prima en sus procesos. El uso de biomasa y reciclaje de residuos plásticos podría reducir sustancialmente las emisiones de CO₂ de este sector productivo (IEA 2006).

En Chile, de acuerdo al Balance Nacional de Energía (BNE) el sector Industrial y Minero se compone por once subsectores: Cobre, Salitre, Hierro, Papel y Celulosa, Siderurgia, Petroquímica, Cemento, Azúcar, Pesca, Industrias varias y Minas varias.

El consumo energético del sector Industrial y Minero está determinado por el consumo de tres principales subsectores consumidores: Industrias varias (27.247 Teracalorías), Cobre (23.635 Teracalorías) y Papel y celulosa (16.617 Teracalorías), tal como se visualiza en el siguiente gráfico (Ministerio de Energía 2006):

Figura 1: Consumos energéticos del sector Minería y otras Industrias.



Fuente: Elaboración propia en base a información Ministerio de Energía 2006.

Entre 1997 y 2006 el consumo energético del sector Industrial y Minero ha aumentado en un 21%, pasando de 70.620 teracalorías a 85.628 teracalorías (Ministerio de Energía 1997 y 2006).

El subsector que presentó el mayor aumento de consumo energético fue el subsector Papel y celulosa (aumentó 154%), seguido por el subsector cobre (aumentó 66%), el subsector Petroquímica y Salitre (ambos aumentaron 31%) y el subsector Cemento (aumentó 11%). El resto de los sectores, presentaron una disminución en su consumo energético luego de 10 años, siendo el subsector pesca, el que presentó la disminución más significativa en su consumo energético, decreciendo en 58% (Ministerio de Energía 1997 y 2006).

La generación de emisiones de CO₂ nacionales ha tenido un crecimiento sostenido a lo largo del tiempo. Los niveles de las emisiones totales de CO₂ equivalente han crecido un 18% entre 1997 y el 2006, pasando de 51.954 Gg de CO₂ hasta 61.495 Gg de CO₂; de acuerdo a lo estimado por el “Inventario nacional de emisiones de gases efecto invernadero”. Los sectores más emisores al año 2006 fueron transporte (27%), industria de la energía (24%) e industria manufacturera, construcción y minas (15%) (Poch Ambiental S.A. y Deuman 2008).

5.2. SECTOR MINERÍA DEL COBRE EN CHILE

La producción de minería metálica de cobre en 2006, alcanzó las 5.360,8 miles de toneladas métricas (MTM) de cobre fino, representando el 35,2% de participación en la producción mundial de cobre de mina, aumentando un 158% respecto de las 3.392 MTMF producidas una década atrás, manteniéndose como primer productor a nivel global; de acuerdo a lo señalado en el Anuario 1987 – 2006 de COCHILCO.

En cuanto a las proyecciones de producción de cobre en el tiempo, a fines del año 2006, se proyectaba que la producción de cobre del país se podría incrementar hasta el año 2015 a una tasa anual superior al 2%, alcanzando en el año 2015 valores en torno a las 6,6 millones de toneladas de cobre fino.

Según lo reportado por COCHILCO (2007) en su estudio “Catastro mundial de proyectos y prospectos mineros de cobre período 2006-2015”, a nivel de continentes, el 68% de los prospectos mineros de cobre corresponden a proyectos que se desarrollan en América (37.619,83 millones de TM de mineral con 0,64% de ley media de cobre) y, dentro de este continente, más del 86% de ellas corresponden a proyectos ubicados en Latinoamérica (32.474,23 millones de TM de mineral con 0,67% de ley media de cobre), representando el 59% del mundo. Respecto a la distribución de proyectos y ranking a nivel mundial, Chile contaba con el primer lugar de participación con un 15,7%, 26 proyectos y una producción asociada de 2.376.400 TMF.

La industria del cobre en Chile ha sido eficiente en el reemplazo y crecimiento de las reservas, esto se constata a partir del análisis de la información disponible de los últimos 30 años.

De acuerdo al estudio “Mineral Commodity Summaries” (U.S. Geological Survey 2007), las reservas base de cobre en Chile conocidas a principios del año 2007, alcanzaban las 360.000 MTMF. Se considera como reserva base, a la parte de un recurso identificado que cumple con los criterios físicos y químicos mínimos relacionados con la minería actual y las prácticas de producción, incluyendo grado, calidad, grosor y profundidad. Chile contaría con la mayor cantidad de reservas en el mundo, correspondientes al 38,3%

del total mundial, seguido por Estados Unidos y China, países que a la fecha contaban con 7,4% y 6,7% del total de reservas de cobre identificadas en el mundo, respectivamente.

No obstante, existe evidencia que la producción de cobre se está viendo afectada, por factores propios de los ciclos productivos, tales como:

- Los nuevos yacimientos descubiertos tienen menores leyes promedio.
- Localización de los yacimientos.
- Se prevé un cambio permanente en el método de explotación, a darse por menores yacimientos con explotación a rajo abierto y un aumento en la explotación por minería subterránea. Este último, tiene una menor capacidad de tonelaje de salida que la minería a rajo abierto.
- Destino de fondos para la exploración poco consistentes con la demanda.

Lo anterior puede conducir a un desbalance el cual podría ser amortiguado a través de la aparición de nuevas tecnologías, que permitan aumentar la producción y la concreción de proyectos a costos razonables, tanto en inversión como en operación. De no ser así, podrá acaecer un desbalance en que el precio del cobre aumente hasta alcanzar un nuevo equilibrio. Se pronostica que los proyectos en construcción costarán al menos 75% más que los proyectos que entraron en operación en el período 1985 a 2005.

Como se señaló anteriormente, la producción de cobre se ve influenciada por diversos factores, uno de ellos, la ley de los minerales en un yacimiento operativo, las cuales tienden a ir disminuyendo durante el tiempo de operación. Aquí, reside la importancia de un buen manejo de los modelos de bloques y geo metalúrgico de un yacimiento, los que son críticos para establecer el horizonte de vida de un proyecto minero. Las leyes de los minerales muestran tendencias permanentemente decrecientes a medida que avanza la explotación minera. Para el caso de Chile, relacionado directamente al nivel de producción de cobre fino, la evolución promedio de las leyes en los yacimientos de cobre en la última década presenta una tendencia decreciente registrada desde finales de 1999, disminuyendo la ley promedio desde un 1,25% a un 1% en 2006³. Los minerales oxidados redujeron sus leyes a una tasa anual de más de 4% en la década anterior al año 2006, mientras los minerales sulfurados lo hicieron a tasas un poco superiores al 1,5%.

En términos más generales, la tendencia que actualmente se observa es que las leyes están disminuyendo. Sin embargo, esto no es una condición suficiente para aseverar que la producción del cobre en el futuro vaya a disminuir. El rápido desarrollo tecnológico, debe ser capaz de garantizar que en el futuro, la minería chilena, a pesar de la tendencia

³COCHILCO. Estrechez Cíclica del Mercado Laboral en la Minería Chilena del Cobre 1990-2006.

a la disminución que presentan las leyes, siga siendo competitiva y permita el aumento en la producción. El desarrollo tecnológico permitirá acceder a extraer mineral de buenas leyes, desde zonas en donde en la actualidad es imposible lograrlo por falta de la tecnología requerida para hacerlo.

En el caso de Chile, existen algunas singularidades con respecto al comportamiento de las leyes de un yacimiento. Si se analiza la información temporal reportada por los yacimientos de Codelco, tales como El Teniente, la ley se mantiene en valores del orden del 1,0 % y en el caso del Proyecto Nuevo Nivel Mina, la ley promedio considerada es del 0,86% en un horizonte temporal de 50 años.

Con respecto al envejecimiento de minas, todas ellas, en su ciclo de vida están sometidas a un proceso de envejecimiento que redundará en un decrecimiento paulatino de las leyes de los minerales extraídos, incremento de la dureza de los minerales extraídos, mayores volúmenes de lastre, aumento de la profundidad de los rajos, mayores distancias de acarreo, tanto del lastre como del mineral.

En Chile existen algunas minas muy antiguas, con más de un siglo de explotación, que aún continúan operando, pero que en algunos casos ya se encuentran próximas a cambiar sus métodos de explotación para hacer más fácil y rentable el acceso al manto mineralizado. Por las razones anteriormente expuestas, el proceso de envejecimiento de las minas se traduce en un mayor uso de energía, tanto en los procesos de transporte, como en los procesos de molienda y concentración (flotación y lixiviación), lo que lleva a un incremento en los costos de producción.

Por otra parte, una variable que se espera comience a tomar fuerza en el futuro, debido a su importancia en la minería del cobre, corresponde al recurso hídrico, el cual se emplea fundamentalmente en los procesos tradicionales de concentración por flotación, en la fusión y electro refinación, o en el proceso hidrometalúrgico, el que consta de lixiviación, extracción por solventes y electro-obtención (LX-SX-EW).

Específicamente, en la minería del cobre el agua se usa principalmente como medio de transporte en los principales dos procesos metalúrgicos, la flotación, en donde el agua es utilizada para el transporte de mineral y residuos y en la lixiviación, utilizándose el agua como transporte del ácido y la solución enriquecida. A su vez, el agua se utiliza en los procesos de molienda, la flotación misma, abatimiento de polvo, instalaciones sanitarias y agua potable.

Al año 2006 prácticamente no existía información disponible sobre el tema de recursos hídricos en la minería, con las únicas excepciones de un estudio denominado “Uso Eficiente del Agua en la Industria Minera y Buenas Prácticas”, que se desarrolló el año

2000 en el contexto del Acuerdo Marco de Producción Limpia de la Gran Minería, y de otro estudio realizado por la Dirección General de Aguas (DGA), donde se estima el uso de agua por parte de distintos sectores y se proyecta su consumo a varios años plazo. Según estimaciones de la DGA, en el año 2000 el consumo hídrico en la minería habría alcanzado a 1,24 millones de m³ por día. Con este dato se estimó los consumos unitarios por tonelada de mineral tratado, resultando que la concentradora consumiría 0,99 m³/ton mineral, mientras que los procesos hidrometalúrgicos utilizarían 0,28 m³/ton de mineral.

En el estudio de COCHILCO, “Buenas prácticas y uso eficiente de agua en la industria minera”, publicado en 2008, se señala que en términos de las extracciones de aguas, éstas alcanzaban en 2006 un promedio anual de 11,9 m³/s para todo el sector, apreciándose cierto nivel de eficiencia retrospectiva, dado que hacia 2002, con una producción de cobre de 4,6 millones de toneladas, la extracción de agua de la industria alcanzaba los 15 m³/s, mientras que a 2006 con un crecimiento de producción a 5,36 millones de TMF, el consumo de agua se redujo a los 11,9 m³/s indicados.

Si bien han prevalecido mejoras graduales de eficiencia en la gestión hídrica de la minería en Chile, se reconoce a 2006 que la cartera potencial de proyectos mineros obligará a explorar alternativas que aumenten la oferta de agua, a costos convenientes y de forma sustentable, tales como la desalinización, que a la fecha ya contaba con experiencias concretas a nivel nacional.

Además de la necesidad de gestionar el recurso hídrico en la minería, se requieren mejoras tecnológicas, por ejemplo en el ámbito de fundición de concentrados, donde podrían implementarse mejoras orientadas a un cambio tecnológico hacia fusión y conversión continuas, no obstante, no existen planes o proyectos en carpeta en esta materia. Asimismo, se espera que se implementen medidas de eficiencia energética, reduciéndose así el consumo de energía eléctrica, sin embargo, son las propias empresas las que deben hacer una evaluación costo beneficio de las medidas a implementar.

6. METODOLOGÍA

En el contexto de la presente asesoría, se consideran metodologías de proyección de consumo energético diferentes para el sector cobre, y para el resto de los sectores.

Por esta razón, a continuación se detalla la metodología empleada para proyectar consumos de energía del sector cobre y en la siguiente sección se explica la metodología utilizada para la proyección de consumo energético del sector industrial (azúcar, cemento, industrias varias, pesca, papel y celulosa, petroquímica y siderurgia) minas varias y hierro.

6.1. PROYECCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO, SECTOR COBRE

6.1.1. Metodología de proyección de consumo de energía

La metodología de proyección de consumo de energía utilizada, se basa en la metodología empleada por la Comisión Chilena del Cobre, COCHILCO.

El consumo energético del sector cobre, corresponde a la amplificación del coeficiente unitario de energía, es decir, la cantidad de energía requerida para producir una tonelada métrica fina (TMF) de producto; por la producción anual, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo} = \text{Coef. Unit} * \text{Producción}$$

La demanda de energía requerida por el sector, para elaborar los diferentes productos, concentrados de cobre, ánodos y blíster, cátodos electro-refinados y cátodos electro-obtenidos, es diferente, por ende, se estima el consumo energético específico de cada producto.

Concentrados de cobre

El consumo de cobre asociado a la producción de concentrados de cobre, se calcula en base a la siguiente fórmula.

$$\text{Consumo} = \text{Coef. Unit.}_{\text{CONCENTRADOS}} * \text{Producción}_{\text{CONCENTRADOS}}$$

Mientras que el coeficiente unitario de concentrados se estima utilizando la siguiente ecuación.

$$\text{Coef. Unit.}_{\text{CONCENTRADOS}} = \text{Coef. Unit.}_{\text{EXTRACCIÓN}} / \text{FR}_{\text{CONCENTRACIÓN}} + \text{Coef. Unit.}_{\text{CONCENTRACIÓN}} + \text{Coef. Unit.}_{\text{SERVICIOS}}$$

Para la producción de ánodos y blíster, el consumo energético se estima de la siguiente manera.

$$\text{Consumo} = \text{Coef. Unit.}_{\text{ÁNODOS Y BLÍSTER}} * \text{Producción}_{\text{ÁNODOS Y BLÍSTER}}$$

El coeficiente unitario de ánodos y blíster se estima utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{Coef. Unit.}_{\text{ÁNODOS Y BLÍSTER}} = \text{Coef. Unit.}_{\text{CONCENTRADOS}} / \text{FR}_{\text{FUNDICIÓN}} + \text{Coef. Unit.}_{\text{FUNDICIÓN}}$$

Cátodos electro - refinados (ER)

El consumo energético asociado a la producción de cátodos electro refinados, se calcula en base a la siguiente ecuación

$$\text{Consumo} = \text{Coef. Unit.}_{\text{CÁTODOS ER}} * \text{Producción}_{\text{CÁTODOS ER}}$$

El coeficiente unitario de cátodos electro - refinados se estima utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{Coef. Unit.}_{\text{CÁTODOS ER}} = \text{Coef. Unit.}_{\text{FUNDICIÓN}} / \text{FR}_{\text{REFINERÍA}} + \text{Coef. Unit.}_{\text{REFINERÍA}}$$

Cátodos electro - obtenidos (Sx Ew)

Para la producción de cátodos electro - obtenidos se consume cierta cantidad de energía, la cual puede estimarse utilizando la siguiente ecuación.

$$\text{Consumo} = \text{COE. Unit.}_{\text{CÁTODOS SxEW}} * \text{Producción}_{\text{CÁTODOS SxEW}}$$

El coeficiente unitario de cátodos electro - obtenidos se estima utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{Coef. Unit.}_{\text{CÁTODOS SxEW}} = \text{Coef. Unit.}_{\text{EXTRACCIÓN}} / \text{FR}_{\text{LIX}} + \text{Coef. Unit.}_{\text{LIX / SX / EW}} + \text{Coef. Unit.}_{\text{SERVICIOS}}$$

energético del sector cobre, es necesario contar con una proyección de los factores de

recuperación de cada proceso (FR), los coeficientes unitarios por proceso y la producción por producto.

6.1.2. Metodología de estimación de coeficientes unitarios futuros

Los datos históricos de coeficientes unitarios, se obtuvieron de información pública disponible de COCHILCO, publicada a partir del año 2009, utilizando los datos históricos de 2001 a 2006, ya que corresponde a la mejor información que dispuso COCHILCO para el período. No se utilizaron coeficientes unitarios publicados en estudios anteriores, ya que, los coeficientes unitarios reportados entre 2006 y 2008, no concordaban entre sí, y considerando que se trata de información histórica, esta no debería cambiar en el tiempo.

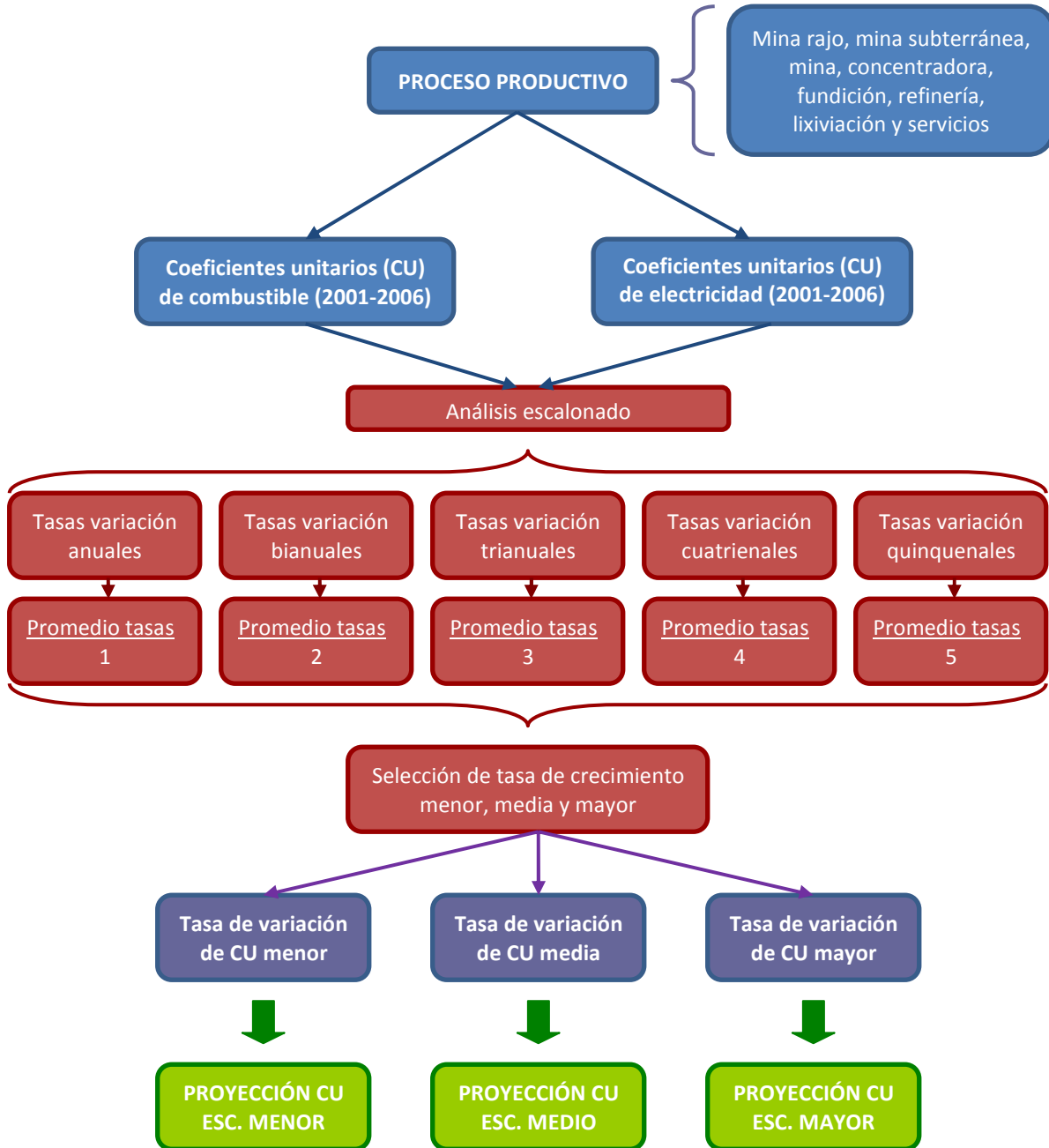
La proyección de coeficientes unitarios, se realizó en base a tasas de variación anual. Para cada proceso productivo, es decir para mina rajo, mina subterránea, mina, concentradora, fundición, refinería, lixiviación y servicios, en base a la información histórica de coeficientes unitarios, entre 2001 y 2006, se realizó un análisis escalonado, mediante el cual se calculó la variación anual, variación bianual, variación trianual, variación cuatrienal y variación quinquenal. Luego, en cada caso, se calculó la tasa promedio anual, obteniendo entonces, para cada proceso, 5 tasas de variación diferentes.

Escenarios considerados

Considerando las cinco tasas de variación obtenidas, se establecieron tres escenarios de comportamiento del consumo del sector. En el primero de ellos, los coeficientes unitarios de cada proceso fueron proyectados utilizando la menor de las cinco tasas de variación, al cual se denominó escenario menor. Para el escenario mayor, se utilizó la mayor de las cinco tasas de variación, y finalmente, utilizando un promedio de las cinco tasas de variación, se estableció el escenario medio. Las tasas de variación de coeficientes unitarios se detallan en el *Anexo E*.

En la siguiente figura, se grafica la metodología de estimación de coeficientes unitarios futuros empleada.

Figura 2: Metodología de estimación de coeficientes unitarios futuros.



Fuente: Elaboración propia.

Supuestos considerados

- En base a lo anterior, para el proceso de extracción se consideró que los coeficientes unitarios, si bien pueden mantenerse constantes en el tiempo, nunca decrecerán. Esto se debe a temas estructurales de la industria minera, como son, el envejecimiento de las minas, que conlleva la disminución en la ley de los minerales extraídos, el aumento de las distancias de acarreo y la mayor dureza de los minerales, entre otros; factores que generan un incremento de la intensidad de uso de energía, muy difícil de revertir, incluso con medidas de eficiencia energética. Por esta razón, para el proceso de extracción se consideran sólo coeficientes unitarios positivos, en los tres escenarios.
- En el proceso de fundición, los coeficientes unitarios se asumen constantes en el tiempo, a partir del año 2011.
Según juicio experto, durante el período entre 1990 y 2002 los coeficientes unitarios para los combustibles disminuyeron a una razón promedio de 596,4 MJ/TMF, mientras que para electricidad aumentaron desde 2.200 a 2.700 MJ/TMF desde 1990 a 1996; posteriormente se mantuvieron relativamente constante en aproximadamente 300 MJ/TMF hasta el año 2006. Posteriormente, ambos coeficientes se han mantenido constantes con una razón de Combustible/Electricidad de 1,2. Esta razón no debería cambiar de manera significativa en los próximos años, dado que no se vislumbran nuevas tecnologías de fusión y tampoco innovación que conlleve a quiebres tecnológicos significativos. La fusión continua sigue estando al nivel conceptual y de evaluación y los esfuerzos actuales solo apuntan al mejoramiento continuo.

Por otra parte, no cabe duda que en la actualidad y en el mediano plazo la ruta pirometalúrgica va a seguir prevaleciendo por sobre otras tecnologías para el tratamiento de concentrados de minerales sulfurados de cobre. En el caso particular de Chile, en el futuro la capacidad de fusión se verá saturada debido fundamentalmente a los desafíos y restricciones ambientales que se estarán imponiendo debido a la fuerte presión internacional. El tema de la trazabilidad de la huella de carbono será un tema no menor para la minería del cobre, lo que restringirá cualquier iniciativa tendiente a aumentar la capacidad de fusión. A lo anterior se suma la fuerte presión comunitaria por la instalación de este tipo de procesos, a pesar de los adelantos tecnológicos que se espera que emerjan en los próximos años para la captura y limpieza de gases. El panorama de crecimiento se ve pesimista y se tendrán que evaluar nuevas alternativas.

En conclusión, dadas las razones mencionadas anteriormente, los coeficientes unitarios no deberían cambiar de manera significativa.

- En el proceso de refinación, los coeficientes unitarios se asumen constantes en el tiempo, a partir del año 2011.

En base a juicio experto, es posible señalar que en esta operación electrolítica los coeficientes unitarios de electricidad generalmente se mantienen constantes, ya que para producir los cátodos de cobre se utilizan densidades de corriente constantes por largos períodos de operación. Una posibilidad de aumento de estos coeficientes se puede dar como consecuencia del uso de tecnologías que permitan operar a una mayor densidad de corriente, sin pérdidas significativas de calor. En la actualidad están solo al nivel de evaluación. Las mejoras tecnológicas en estas operaciones han estado focalizadas en la disminución de los sobrepotenciales anódicos y catódicos, en el mejoramiento de la calidad superficial de los cátodos, la incorporación de cátodos permanentes, la tecnología SELE, ánodos de plomo de mejor durabilidad. En el corto plazo no se vislumbran quiebres tecnológicos de alto impacto. Por otra parte, en el caso de los coeficientes de unitarios asociados a los combustibles varían en el tiempo, pero no de manera significativa. Estas variaciones se relacionan con los requerimientos energéticos en los intercambiadores de calor para mantener la temperatura del electrolito constante en todas las secciones de la nave de electrorefinación.

Entre los años 1990 y 2006 los coeficientes unitarios de corriente se mantuvieron en 1.200 MJ/TMF mientras que los de combustible se mantuvieron entre 1.000 a 1.200 MJ/TMF, observándose un incremento en los años 2005 y 2006 a valores de 1.800 y 1.600 MJ/TMF. La razón de coeficientes unitarios combustible/electricidad se mantendrá en un valor cercano a 1,0.

6.1.3. Metodología de proyección de producción

La proyección de producción de cada producto elaborado por el sector cobre, se realizó utilizando tres metodologías de proyección diferente, las cuales se detallan a continuación.

Metodología de proyección de proyección 2007 - 2012

Entre 2007 y 2012, la proyección de producción se obtuvo del estudio “Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro. Proyección del período 2006-2010”, publicado por COCHILCO, el año 2006.

Metodología de proyección de proyección 2013 - 2016

En base a la proyección de producción mundial de cobre del estudio “Global Copper Concentrate and Blister/Anode Markets to 2016” (Brook Hunt 2006), se estimó la proyección de producción de cobre nacional.

Para ello se utiliza un indicador de participación anual de producción de cobre nacional en la producción de cobre mundial, el cual se presenta a continuación.

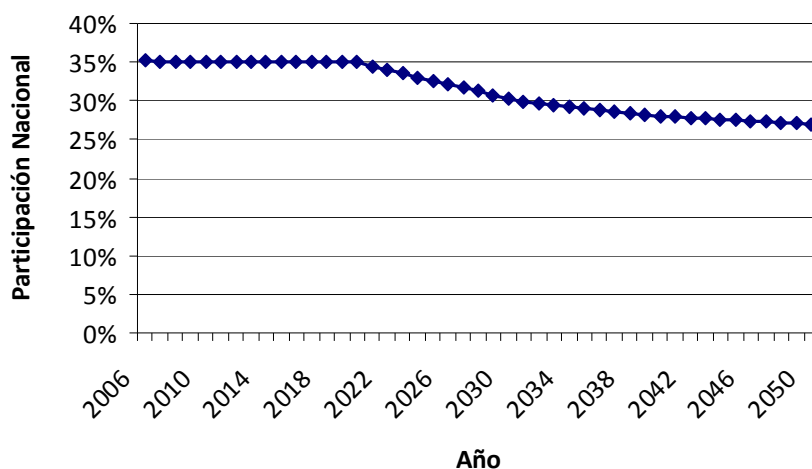
Tabla 1: Participación de producción nacional de cobre en producción mundial

Año	Participación
2006	35%
2007	35%
2020	35%
2030	30%
2040	28%
2050	27%

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente figura es posible observar la distribución de las tasas de participación presentadas en la tabla anterior, en el tiempo.

Figura 3: Participación de producción cobre nacional en la producción de cobre mundial en el tiempo⁴



Fuente: Elaboración propia en base a datos históricos de producción de cobre nacional e internacional de COCHILCO.

⁴ El detalle de la participación de producción de cobre nacional en la producción mundial, proyectada, se presenta en el Anexo E.1.



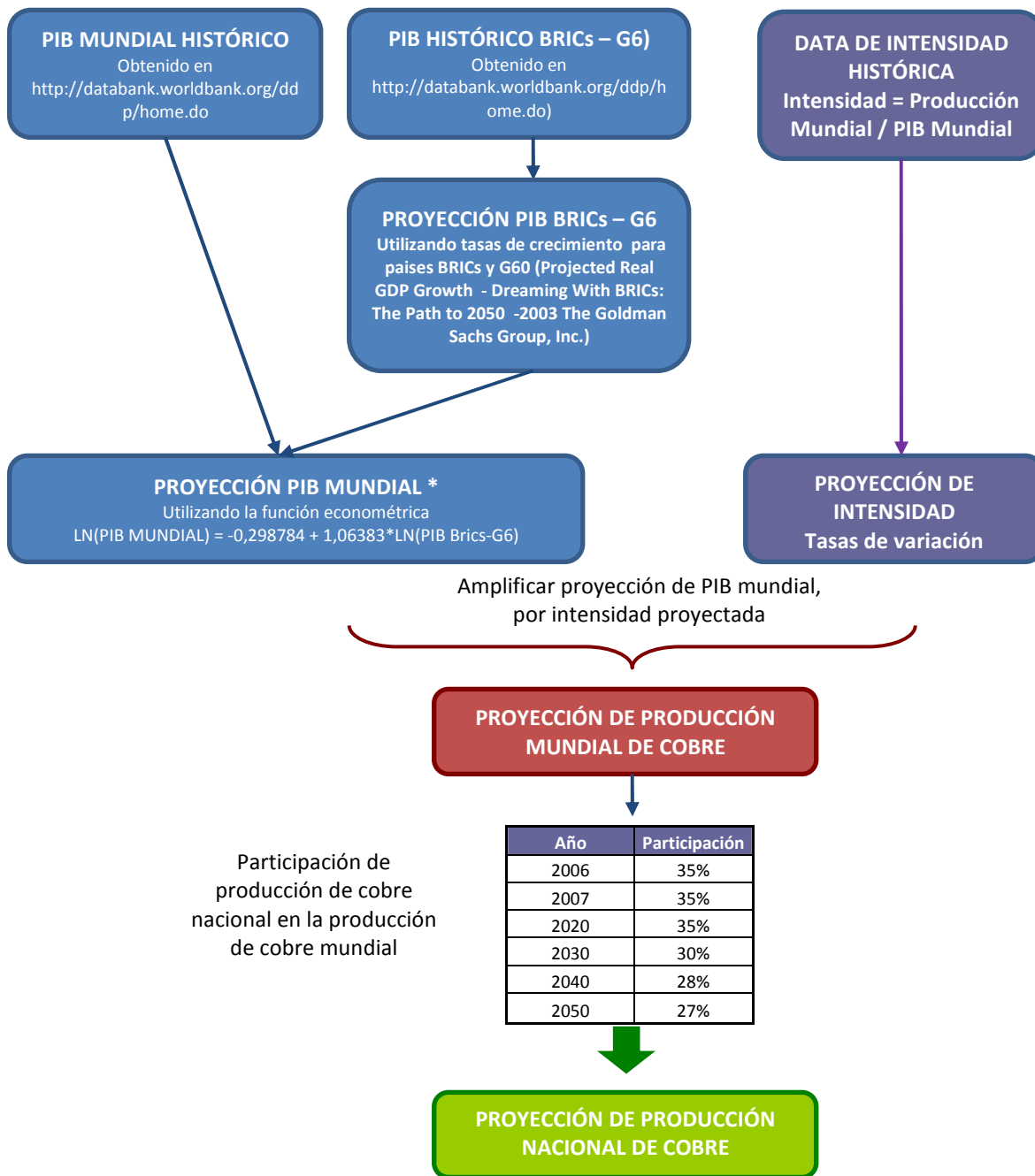
“Asesoría para determinar el Escenario de Línea Base de Emisiones del sector Minería y Otras Industrias en el marco del proyecto MAPS Chile”



Metodología de proyección de proyección 2017 - 2050

La proyección de producción de cobre desde 2017 a 2050, se realizó siguiendo los pasos descritos en la siguiente figura.

Figura 4: Proyección de producción de cobre desde 2017 a 2050.



Fuente: Elaboración propia.

*El PIB Mundial proyectado, se presenta en el Anexo E, al igual que el PIB proyectado de BRICs – G6 y las tasas de crecimiento de PIB para países BRICs y G6.

Finalmente para desagregar la proyección de producción nacional de cobre a nivel de productos, se consideran los siguientes supuestos:

- Ánodos y blíster y cátodos ER: Su producción se mantiene constante, desde 2012, hasta 2050; puesto que, de acuerdo al estudio de COCHILCO (2008) “Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro Proyección del período 2007 – 2011”, la producción de fundiciones y refinería se proyecta sólo hasta el año 2012, dada la ausencia de proyectos relevantes que inicien su proceso de inversión entre 2007 y 2011.

Al respecto, de acuerdo a juicio experto, el crecimiento de la producción de cobre en Chile se sustentaría, en el período 2006 a 2015, principalmente por el aumento de la producción de concentrados, mientras que la producción de cobre proveniente de la línea hidrometalúrgica (minerales oxidados) se mantendría relativamente estable y con una cierta tendencia decreciente a futuro. La producción de cobre refinado en la línea pirometalúrgica también se mantendría sin variaciones, ya que no se visualizan proyectos de aumento de capacidad de procesamiento para las operaciones de fundición y refinería electrolítica.

- Cátodos Sx Ew: A partir de 2013, comienza a decrecer su producción en una tasa anual de -0,65%, hasta el año 2050. Esto se justifica porque en la mayor parte de los yacimientos antiguos y medianamente antiguos se agotan los minerales del tipo óxido, los cuales siguen la ruta hidrometalúrgica LIX-SX-EW. Esto hace que la lixiviación ácida de minerales oxidados vaya disminuyendo paulatinamente en el tiempo, y, en consecuencia, exista una sobre oferta en la capacidad de plantas SX-EW.

Asimismo, según los antecedentes disponibles en los estudios de COCHILCO sobre proyecciones de producción e inversiones, se prevé una reducción de la producción de cátodos electrodepositados por agotamiento de los minerales lixiviables actualmente en explotación y porque no existen en carpeta nuevos proyectos que los reemplacen.

- Concentrados de cobre: Se obtiene como la diferencia entre la producción total nacional y la producción del resto de los productos considerando los supuestos anteriores.

6.1.4. Tratamiento metodológico 2030-2050

No existen antecedentes que permitan proyectar en forma relativamente confiable la evolución de los coeficientes unitarios más allá del año 2030, por lo que a partir del año 2031, los coeficientes unitarios de mina rajo, mina subterránea, mina, concentrados, fundición, refinería, lixiviación y servicio, se mantienen constantes, hasta el año 2050, ya que por razones tecnológicas, de eficiencia energética y de costos, las empresas mineras no podrían sostener valores permanentemente crecientes.

La tendencia futura en Chile, en el largo plazo, es que la industria minera del cobre alcanzará un valor estacionario, en el cual los coeficientes unitarios deberán mantenerse constante; ya que si el consumo energético del sector, no deja de aumentar, no sería rentable su producción en el tiempo. A su vez, es posible que se implementen mejoras tecnológicas que permitan que el consumo energético del sector, deje de crecer y se mantenga en el tiempo.

6.1.5. Desagregación de consumo eléctrico en sistemas eléctricos

Si bien, la metodología de proyección de consumo energético utilizada por COCHILCO permite proyectar por separado el consumo energético en los dos sistemas interconectados donde opera la minería del cobre (SING y SIC); en el presente estudio, no fue posible realizarlo, ya que para ello, es necesario contar con información histórica de coeficientes unitarios y de producción, desagregados por sistema eléctrico. En los anuarios de COCHILCO es posible obtener la producción de cobre histórica por región, y por ende por sistema eléctrico, sin embargo, los coeficientes unitarios reportados por COCHILCO en sus diferentes estudios, se presentan sólo a nivel nacional, y no diferenciados por sistema eléctrico.

En base a lo anteriormente mencionado, para realizar la desagregación de consumo eléctrico en los sistemas eléctricos SIC y SING se asumió como supuesto que la razón de éstos se mantiene constante a partir del año 2006. De esta manera, se calculó esta proporción para el año 2006, obteniendo que un 40% de la electricidad consumida por la minería del cobre proviene del SIC y un 60% del SING, situación que se mantuvo constante por el período en análisis. Cabe señalar que dicha razón (60:40) se mantuvo prácticamente constante entre 2002 y 2006, y con escasa variación desde 1995, equivalente a todo el período de data histórica evaluado.

6.2. PROYECCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO, SECTOR INDUSTRIAL, MINAS VARIAS Y HIERRO

6.2.1. Metodología de proyección de consumos de energía

La proyección de consumos energético, se realizó en base a funciones econométricas obtenidas del Programa Estadístico Eviews 7 y Statgraphics X64. El modelo se puede representar mediante la siguiente ecuación:

$$Y_t = \prod a_i X_{it}^{b_i}$$

Donde:

- Y_t : Consumo energético en el tiempo t ,
- a_i : Constante
- X_{it} : Variable explicativa i del consumo Y en el tiempo t
- b_i : Elasticidad del consumo Y respecto de la variable explicativa i en el tiempo t .

Los valores a_i y b_i descritos en la ecuación anterior se obtienen utilizando el consumo histórico de energía de cada sector y una variable explicativa.

El consumo energético sectorial histórico, por energético, se obtiene del Balance Nacional de Energía, presentado anualmente por el Ministerio de Energía.

Las variables explicativas utilizadas en la proyección de consumo energético de cada sector se presentan a continuación:

Tabla 2: Variable explicativa utilizada para proyectar el consumo energético de cada sector⁵

Sector	Variable explicativa	Fuente
Azúcar	Producto Interno Bruto Nacional	Banco Central de Chile
Cemento	Producción*	Instituto del Cemento y Hormigón de Chile
Hierro	Producto Interno Bruto Nacional	Banco Central de Chile
Industrias varias	Producto Interno Bruto Nacional	Banco Central de Chile
Minas varias	Producto Interno Bruto Nacional	Banco Central de Chile
Papel y celulosa	Producción*	Instituto Forestal
Pesca	Producto Interno Bruto Nacional	Banco Central de Chile
Petroquímica	Producto Interno Bruto Nacional	Banco Central de Chile
Siderurgia	Producción*	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero ⁶

*La producción anual de estos tres sectores es proyectada en base al PIB Nacional.

Fuente: Elaboración propia.

El Producto Interno Bruto (PIB) Nacional es proyectado en base a tasas de crecimiento, asociadas al comportamiento de cinco escenarios futuros de crecimiento económico del país, los cuales se describen en el capítulo siguiente.

A su vez, la producción de papel y celulosa, cemento y acero se proyecta en base al PIB Nacional, bajo los cinco escenarios de crecimiento, utilizando la misma metodología de proyección de consumos energéticos, es decir, empleando funciones econométricas.

Mediante el Programa Estadístico Eviews 7 y Statgraphics X64, es posible obtener diferentes alternativas de proyección de consumo total, consumo por energético y producción. Para seleccionar las funciones econométricas más adecuadas de proyección, en primera instancia se analizaron los resultados estadísticos obtenidos. Luego, se graficaron los datos obtenidos de las funciones econométricas v/s el consumo histórico, para visualizar claramente si la tendencia de la función, se asemeja al comportamiento histórico de consumo de cada energético y total. De igual manera, se graficó la producción histórica del sector cemento, papel y celulosa y acero, y los datos obtenidos de la funciones econométricas respectivas.

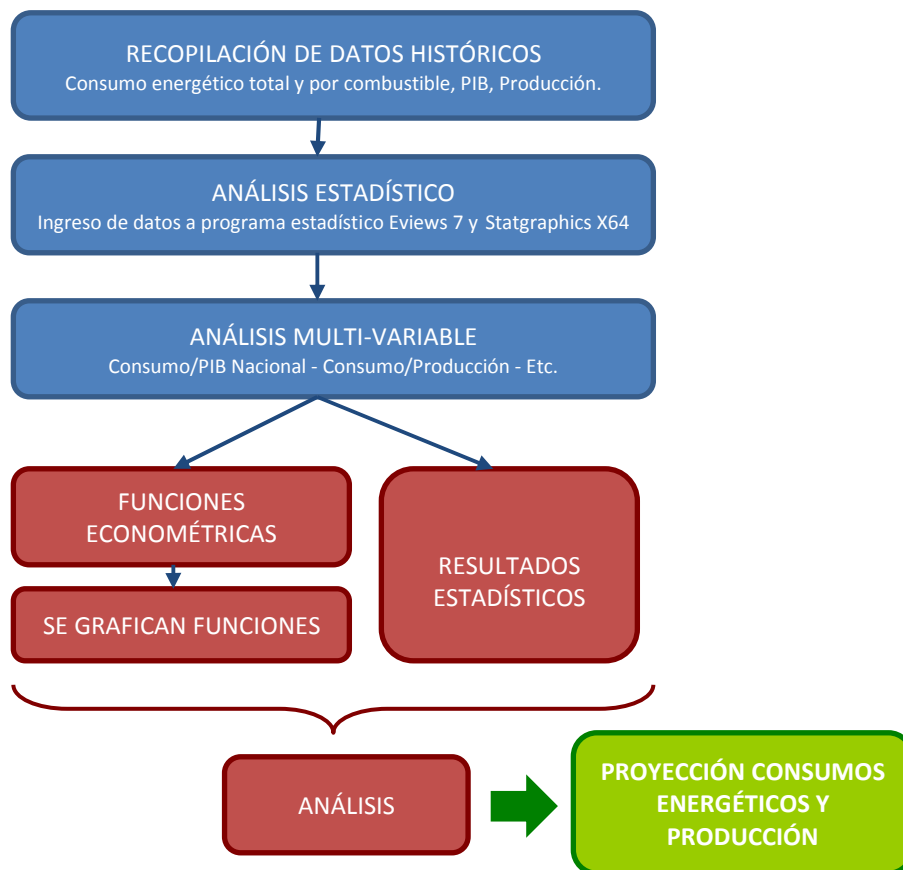
⁵ Considerando que los sectores hierro, pesca y papel y celulosa, corresponden a sectores principalmente exportadores, en la *Sección 6.7.2.1* se evalúa el uso de PIB Mundial como driver de proyección.

⁶ Poch Ambiental y Deuman 2008.

De esta manera, se preseleccionaron alternativas de funciones econométricas para proyectar el consumo energético por energético, total y la producción. Se proyectó el consumo de cada energético, el consumo total y la producción, con todas las alternativas preseleccionadas, para finalmente analizar los resultados obtenidos de cada proyección y especificar la función econométrica a utilizar definitivamente.

La metodología de proyección de consumo energético utilizada se resume en el siguiente diagrama:

Figura 5: Metodología de proyección de consumo energético



Fuente: Elaboración propia.

6.2.2. Escenarios considerados

Los escenarios intentan mostrar imágenes alternativas del futuro y no proyectar tendencias del pasado, incorporando incertidumbre ya que están diseñados explícitamente para explorar cambios importantes en las tendencias.

En el presente estudio se consideran los cinco escenarios definidos por el equipo MAPS para el crecimiento del PIB Nacional: Pesimista, Medio bajo, Medio alto, Optimista y Referencia.

6.2.3. Supuestos considerados

Para la proyección del consumo energético, se establecieron diversos supuestos, uno de ellos, aplicable a todos los sectores, y otros diferentes para cada sector, los cuales se describen a continuación.

- Consideración general:

Esta consideración es aplicada a todos los sectores consumidores de gas natural, y se refiere a la disponibilidad de dicho energético en el tiempo.

La restricción de suministro de gas natural desde Argentina, a partir de principios de 2004, año en que se suspendió indefinidamente la entrega de nuevos permisos de exportación y se estableció programas de corte en la producción y transporte de gas natural destinado a exportación, limitando a cada cliente a no sobrepasar la demanda del año anterior; creó incertidumbre en la continuidad de los envíos de gas natural hacia Chile. Por esta razón, se espera que el consumo de gas natural del sector industrial disminuya en el tiempo, hasta dejar de ser utilizado como energético por el sector.

Por el contrario, en 2006 se tenía conocimiento de que entrarían en operación dos nuevas plantas de gas natural, de la Empresa GNL, específicamente en Quintero y Mejillones. No obstante, el gas inyectado por la planta ubicada en Mejillones se destinaría en su totalidad a generación eléctrica. Situación similar ocurre con la planta Quintero, sólo diferenciándose en que se esperaba que ésta además de destinar sus inyecciones de gas natural a la generación eléctrica, abastecería a una Empresa, para el uso domiciliario.

Con respecto a lo anterior, en el Informe de Precio Nudo 2006, “Para los ciclos combinados existentes que utilizan gas natural y que están adscritos a contratos interrumpibles (San Isidro, Nueva Renca y Nehuenco), en todo o parte de su consumo, la

CNE ha decidido considerar la no disponibilidad de este combustible bajo las actuales condiciones de abastecimiento de gas desde Argentina. Sin embargo, a partir de Junio de 2008, fecha esta última en la cual se espera contar con disponibilidad de GNL, se modelan siendo alimentados con GNL”. A su vez se señala que “A partir de las restricciones de gas natural impuestas por la autoridad Argentina, se viabiliza la oportunidad de desarrollar una planta regasificadora de gas natural en nuestro país, que entre otros, presenta beneficios como respaldo a las actuales centrales de ciclo combinado y/o a las futuras centrales que se incorporen al sistema. Para efectos de la determinación del presente programa de obras, se consideró, a partir de la información disponible, que esta planta está en operaciones el segundo semestre de 2008, lo que permite recomendar a partir de esta fecha centrales a gas licuado tanto en ciclo combinado como abierto”.

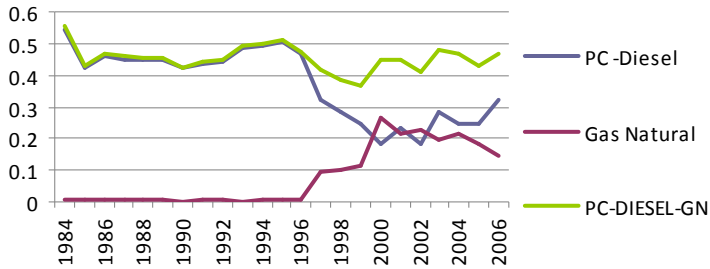
Pese a lo presentado en el Informe de Precio Nudo 2006, tal como se señaló anteriormente, la entrada en operación de nuevas plantas de gas natural, abastecería de dicho combustible a plantas de generación eléctrica principalmente, y no al sector industrial.

Por esta razón, para cada sector consumidor de gas natural, se establecen diferentes supuestos, que permiten proyectar el consumo energético considerando que el gas natural iría a la baja en el tiempo en el sector industrial, ya que si bien post 2006 entrarían en operación nuevas plantas de gas natural, dicho combustible sería principalmente utilizado en generación eléctrica.

Tabla 3: Supuesto establecidos para cada sector

Sector	Supuestos considerados
Azúcar	<ul style="list-style-type: none"> - Se proyecta el consumo de electricidad, carbón, coke y petróleo combustible. - No se proyecta el consumo de diésel y gas licuado, ya que durante 1984 y 2006, ambos energéticos participan en promedio en el sector en menos de 0,04%. Tampoco se proyecta el consumo de leña, ya que a partir 1996 este energético deja de ser consumido por el sector. - La proyección de petróleo combustible se obtiene a partir de la resta entre la proyección de la suma combustibles fósiles y la proyección de consumo de carbón y coke.
Cemento	<ul style="list-style-type: none"> - Se proyecta el consumo de petróleo combustible, diésel, electricidad, carbón, coke y gas natural. - No se proyecta el consumo de gas licuado, ya que entre 1984 y 2006 dicho energético tiene una participación promedio menor a 0,02%. Tampoco se proyecta el consumo de leña, ya que a partir

	<p>1998 este energético deja de consumirse en el sector cemento.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El consumo de petróleo combustible se mantiene constante a partir del año 2030, debido al crecimiento explosivo que experimenta dicho energético en el tiempo. - Debido al comportamiento de consumo de coque por el sector entre 1984 y 2006, con alzas y disminuciones bruscas, las ecuaciones no permiten proyectar consumos de este combustible que resulten razonables, puesto que se obtienen valores que superan en exceso la proyección del consumo total de combustible. Por lo tanto, se realiza un ajuste especial a este combustible, el cual consiste en asignar el promedio de participación en el consumo energético total entre los años 1984 y 2006, correspondiente al 8%. - De acuerdo a la consideración general aplicable al consumo de gas natural, se proyectó que el consumo de dicho energético disminuiría un 35% anual, a partir del año 2006. Este porcentaje corresponde al promedio de las disminuciones de consumo de gas natural observadas en el último período en el sector, donde el consumo de gas natural disminuyó de 2003 a 2004 en un 23%, de 2004 a 2005 un 26% y de 2005 a 2006 un 57%.
<p>Hierro</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se proyecta el consumo de petróleo combustible, diésel, electricidad y carbón. - No se proyecta el consumo de gas natural, puesto que fue consumido en el año 2004 solamente (15 Tcal), representando una participación promedio en el sector menor a 0,07%. - Debido a que en los últimos 3 años el Petróleo combustible y el diésel representan menos del 10% del consumo energético del sector, se proyectan en conjunto. Para la estimación de emisiones de GEI, considerando que se proyecta el consumo de la suma de estos dos combustibles, se utiliza un criterio conservador, es decir se aplica el factor de emisión del diésel, por ser mayor que el del Petróleo combustible.
<p>Industrias varias</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se proyecta el consumo de petróleo combustible, diésel, gas licuado, electricidad, carbón, gas natural y leña. - No se proyecta el consumo de alquitrán y gas refinera, ya que ambos energéticos dejan de consumirse, en 1997 y 1999 respectivamente. - No se proyecta el consumo de los siguientes energéticos, debido a su baja participación promedio en el sector, entre 1984 y 2006, Nafta (participación promedio 0,22%), gas corriente (participación promedio 0,34%), coque (participación promedio

	<p>0,49%), metanol (participación promedio 0,78%) y kerosene (participación promedio 2,19%).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se considera una baja en el consumo de gas natural de 22%, correspondiente a la mayor disminución de consumo de dicho combustible, registrada durante el período histórico considerado (años 1984 a 2006). - La proyección del petróleo combustible (PC) se obtiene a partir de la resta entre la proyección de petróleo combustible + diesel + gas natural y la proyección del consumo de gas natural y diésel. El consumo de petróleo combustible, diesel y gas natural se proyectó en conjunto, puesto que al analizar su intensidad energética histórica (presente en el siguiente gráfico), se observa que la entrada de gas natural sustituye el uso de PC y diésel, y conforme baja la disponibilidad de dicho combustible, el consumo de PC y diésel aumenta. 
<p>Minas varias</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se proyecta el consumo de petróleo combustible, diésel, electricidad y carbón. - No se proyecta el consumo de energéticos que históricamente dejan de ser consumidos por el sector, correspondientes a gas refinera, gas corriente, metanol y leña, los cuales dejan de ser consumidos a partir de 1997, mientras que la nafta y el alquitran no se consumen desde el año 2000 en este sector. - A su vez, por la baja participación en el sector, no se proyectó el consumo de gas natural, coke, kerosene, y gas licuado, los cuales tienen una participación promedio en el sector, entre 1984 y 2006 igual a 0,4%; 0,48%; 1,99% y 2,78%; respectivamente. - La proyección de carbón se obtiene a partir de la diferencia entre la proyección de la suma de combustibles fósiles y la proyección de consumo de diesel y petróleo combustible.
<p>Papel y celulosa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se proyecta el consumo de electricidad, leña, petróleo combustible, gas natural y gas licuado. - No se proyecta el consumo de diésel, kerosene, gas licuado, carbón y coke, debido a que la participación promedio de éstos en el consumo del sector entre 1984 y 2006, no supera el 0,5%.

	<ul style="list-style-type: none"> - Considerando que el sector forestal no contempla nuevas plantaciones, debido a la inexistencia de nuevos terrenos disponibles para la plantación forestal, y que las plantas de celulosa operan a plena capacidad, se espera que la producción de celulosa se vuelva constante, una vez que se alcance la capacidad productiva máxima de todas las plantas de celulosa nacionales. De esta manera, bajo un escenario de referencia de crecimiento del PIB nacional, la producción de celulosa se mantiene constante a partir del año 2010, mientras que para el resto de los escenarios, la producción permanecería constante desde el año 2008. - Considerando la restricción de suministro de gas natural desde Argentina, para el sector papel y celulosa se considera aplicar una tasa de decrecimiento de 43% del consumo de gas natural (tasa de disminución de consumo de gas natural observada en el sector de 2004 a 2005), a partir del año 2007. - La proyección del petróleo combustible se obtiene como la diferencia entre la proyección de petróleo combustible + gas natural y la proyección de gas natural.
<p>Pesca</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se proyecta el consumo de petróleo combustible, gas natural, diésel, electricidad y carbón. - No se proyecta el consumo de gas licuado, nafta, y leña, ya que juntos, entre 1984 y 2006 representan menos del 1,3% de participación promedio en el consumo total del sector. - Considerando que el consumo de gas natural del sector de 2005 a 2006, disminuyó notoriamente, específicamente en 53%, se aplicó esta tasa de disminución, a partir del año 2007. - La proyección del carbón se obtiene a partir de la proyección de la suma de combustibles fósiles, a la cual se resta la proyección de consumo de petróleo combustible, gas natural y diésel.
<p>Petroquímica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se proyecta el consumo de petróleo combustible, diésel, electricidad y gas natural. - No se proyecta el consumo de kerosene, gas licuado y gas refinería, ya que en los últimos diez años (1997-2006), participan en promedio en el consumo total del sector en menos de 0,8%. - Considerando que a partir del año 2003, el consumo de gas natural en el sector petroquímica, comenzó a disminuir año a año, se obtuvo el promedio de baja experimentado por el sector entre 2003 y 2006 y se aplicó este promedio (14%) como tasa de decrecimiento del combustible. - Debido a que en los últimos 3 años el Petróleo combustible y el

	<p>diésel representan menos del 5% del consumo energético del sector, se proyectan en conjunto. Para la estimación de emisiones de GEI, considerando que se proyecta el consumo de la suma de estos dos combustibles, se utiliza un criterio conservador, es decir se aplica el factor de emisión del diésel, por ser mayor que el del Petróleo combustible.</p>
Siderurgia	<ul style="list-style-type: none"> - Se proyecta el consumo de petróleo combustible, electricidad, coque, gas corriente y gas alto horno. - No se proyecta el consumo de diésel, kerosene, gas licuado, carbón, gas natural y leña, ya que en conjunto, entre 1984 y 2006, dichos energéticos tienen una participación promedio en el consumo total del sector inferior a 2%. El alquitrán tampoco es proyectado, ya que deja de ser consumido por el sector a partir del año 2004. - La proyección de consumo de gas alto horno y petróleo combustible se realiza en conjunto, considerándose para la estimación de emisiones de GEI de ambos, un criterio conservador, es decir se aplica el factor de emisión del gas alto horno, por ser mayor que el del Petróleo combustible.

Fuente: Elaboración propia.

La proyección del Sector Industrial, sector minas varias y sector hierro, no considera el efecto de sustitución de combustibles por concepto de variación relativa de precios.

6.2.4. Tratamiento metodológico diferenciado

Resulta complejo proyectar consumos energéticos en un horizonte de tiempo tan extenso, ya que en el futuro pueden ocurrir múltiples eventos que afecten el comportamiento energético; podría ocurrir que la tendencia de crecimiento de consumo disminuya, aumente o simplemente se mantenga, tal como sucede con la intensidad energética de países desarrollados.

Al respecto, en 2004, el Programa de Estudios e Investigaciones en Energía (PRIEN), en su estudio “Estimación del potencial de ahorro de energía, mediante mejoramientos de la eficiencia energética de los distintos sectores del consumo en Chile”, señaló que mientras en nuestro país la intensidad energética crece, es decir, se consume levemente más energía por unidad de actividad económica producida, países como Australia, Japón, Canadá o Estados Unidos, reducen su intensidad entre un 0,8% y un 2% anual. Sin embargo, en el mismo estudio se afirma que la tendencia de la Intensidad Energética nacional se encuentra muy cercana a valores nulos de crecimiento.

A su vez en el estudio “Competitividad, eficiencia energética y derechos del consumidor en la economía chilena” (CEPAL 2002), se asevera que la gran mayoría de los países desarrollados ha adoptado políticas y programas para el fomento de la eficiencia energética, lo cual se corrobora con la evolución de la intensidad energética en la mayoría de los países desarrollados durante los años setenta y ochenta. A su vez, se señala que en Chile, no se ha producido tal divergencia, ya que el importante crecimiento del PIB de la economía chilena durante los años noventa fueron acompañados de tasas de crecimiento todavía mayores del consumo de productos energéticos, en particular de la electricidad.

La intensidad energética depende de modificaciones de la eficiencia energética, así como de variaciones de la estructura productiva, estructura de combustible y variaciones del clima. Por lo tanto, como consecuencia de la aplicación de medidas de eficiencia energética en el proceso productivo de cierto producto, podría generarse una disminución de la intensidad energética.

En base a lo anterior, para cada sector que compone el sector Industrial y Minero, se graficó la intensidad energética anual hasta el año 2030, para analizar si ésta disminuía, aumentaba o se mantenía constante. En los sectores azúcar, cemento, hierro, pesca y siderurgia, la tendencia de la intensidad energética fue a la baja, es decir, disminuyó en el tiempo. Consiguientemente, no se aplicó un tratamiento diferenciado para estos sectores, sino que durante todo el período de proyección se mantuvo la utilización de las funciones econométricas respectivas.

Por el contrario, en los sectores industrias varias, minas varias y petroquímica, la intensidad energética anual hasta el año 2030, mostraba una tendencia creciente de ésta en el tiempo. Teniendo en consideración, que a futuro, se espera que la intensidad energética nacional disminuya, o al menos se mantenga en el tiempo, para estos sectores, como tratamiento metodológico diferenciado de proyección, se estimó la intensidad energética del año 2030 y se mantuvo ésta constante hasta el 2050.

El sector papel y celulosa recibió un tratamiento en particular, ya que la producción de celulosa, a partir del 2010 se mantuvo constante, debido a la inexistencia de nuevos terrenos disponibles para la plantación forestal, situación que incide directamente en el consumo energético del sector.

6.2.5. Desagregación de consumo eléctrico en sistemas eléctricos

El consumo eléctrico de los sectores azúcar cemento, hierro, papel y celulosa, petroquímica y siderurgia se atribuye en un 100% al Sistema Interconectado Central

(SIC), debido a que estos sectores productivos localizan sus actividades en zonas con conexión eléctrica al SIC, situación que es también asumida así en otros estudios de proyección de consumos de energía, eficiencia energética y mitigación de GEI.

En tanto, el consumo eléctrico del sector pesca e industrias varias, se desagrega por sistema eléctrico, utilizando la información de Producto Interno Bruto (PIB) sectorial por región, presentada anualmente por el Banco Central de Chile, asumiendo la siguiente equivalencia:

Tabla 4: Equivalencia considerada para desagregación de consumo eléctrico en sistemas eléctricos

Sector según BNE (Ministerio de Energía)	Sector según Banco Central de Chile
Pesca	Pesca
Industrias varias	Industria manufacturera

Fuente: Elaboración propia.

Para ambos sectores se utiliza el promedio de la participación del sector en cada sistema eléctrico entre 1985 y 2006.

En cuanto al consumo energético del sector minas varias, se desagrega por sistema eléctrico utilizando el informe "Sector Eléctrico, Informe Anual 2006", publicado por el INE (2007), el cual presenta el consumo eléctrico del sector Industrial y Minero por región.

6.3. PROYECCIÓN DE EMISIONES DE GEI ASOCIADAS A USO DE ENERGÍA

Para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a uso energético del sector Industrial y Minero, se utilizan los factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en las industrias manufactureras y de la construcción, presentados en las Directrices del IPCC⁷ de 2006. Se consideran los siguientes GEI: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O).

La proyección de consumo de cada combustible fósil es amplificada por el factor de emisión respectivo. Los factores de emisión se presentan en el *Anexo B* del presente documento.

6.4. PROYECCIÓN DE EMISIONES DE GEI ASOCIADAS A USO INDUSTRIAL

Las emisiones por procesos industriales corresponden a las emisiones de GEI generadas por la utilización de energía en procesos productivos y por la transformación física y química de materias primas. Durante estos procesos, se pueden generar emisiones de CO₂, COVNM, SO₂, N₂O, PFC entre otros. En el contexto del presente estudio, se consideran los sectores industriales y mineros que generen emisiones de CO₂, CH₄ y/o N₂O en sus procesos industriales, los cuales corresponden al sector cemento y siderurgia. Para obtener las emisiones por procesos industriales, se amplifica la producción del sector por el factor de emisión asociado al proceso productivo correspondiente.

En el sector cemento se consideran las emisiones del proceso de producción de cemento y cal. El proceso de producción de cemento genera emisiones de CO₂, asociadas a la producción de clinker. La producción de cemento se obtuvo del Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (ICH) y fue proyectada en base a funciones econométricas derivadas del Programa Estadístico Statgraphics X64 (utilizando la metodología anteriormente detallada, específicamente en la *sección 5.2*). El factor de emisión indicado por las Directrices IPCC 2006 para las emisiones por procesos industriales asociadas a la producción de cemento, es 0,52 tCO₂/ton clinker producida. De acuerdo a lo señalado en las directrices IPCC 2006, si se tiene certeza de que esencialmente todo el cemento producido corresponde a cemento portland, se puede asumir que la fracción de clinker corresponde a 95% de la producción de cemento, en caso contrario, debe considerarse que es igual a 75%.

A su vez, en el sector cemento, se incluyen las emisiones por procesos industriales asociadas a la producción de cal. La producción de cal comprende una serie de

⁷ Intergovernmental Panel on Climate Change.

operaciones, entre las que se encuentran: extracción, trituración y clasificación volumétrica de la materia prima, calcinación, hidratación y finalmente operaciones de transferencia, almacenamiento y manipulación. Las emisiones generadas por esta industria son exclusivamente de CO₂, y se producen durante el proceso de calcinación. La producción de cal se obtiene del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Poch y Deuman 2008) y es proyectada en base a funciones econométricas derivadas del Programa Estadístico Statgraphics X64 (utilizando la metodología anteriormente detallada, específicamente en la *sección 5.2*). Considerando que las emisiones por procesos productivo de cal se asocian al sector cemento, se comparó la tasa de crecimiento anual de la producción de clinker y cal, con respecto al año 2006, obteniéndose que la producción de clinker en 2050 sería 352% mayor que en 2006, mientras que la producción de cal en 2050 sería 1.855% mayor que en 2006. Por lo tanto, como criterio de proyección, se considera que la producción de cal se mantiene constante a partir del año 2030. Finalmente, el factor de emisión, según las Directrices IPCC 2006 para el proceso productivo de la cal es 0,75 tCO₂/ton cal producida.

El ciclo productivo del acero, genera diversas emisiones de gases efecto invernadero. Dependiendo de la operación unitaria perteneciente al proceso se puede llegar a generar CO₂, CH₄ y N₂O. Las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, proporcionan la guía metodológica para estimar las emisiones de CO₂ y CH₄ de este sector productivo. El factor de emisión asociado a las emisiones de CO₂ generadas durante todo el proceso de producción de acero, es igual a 1,72 tCO₂/ton acero producida.

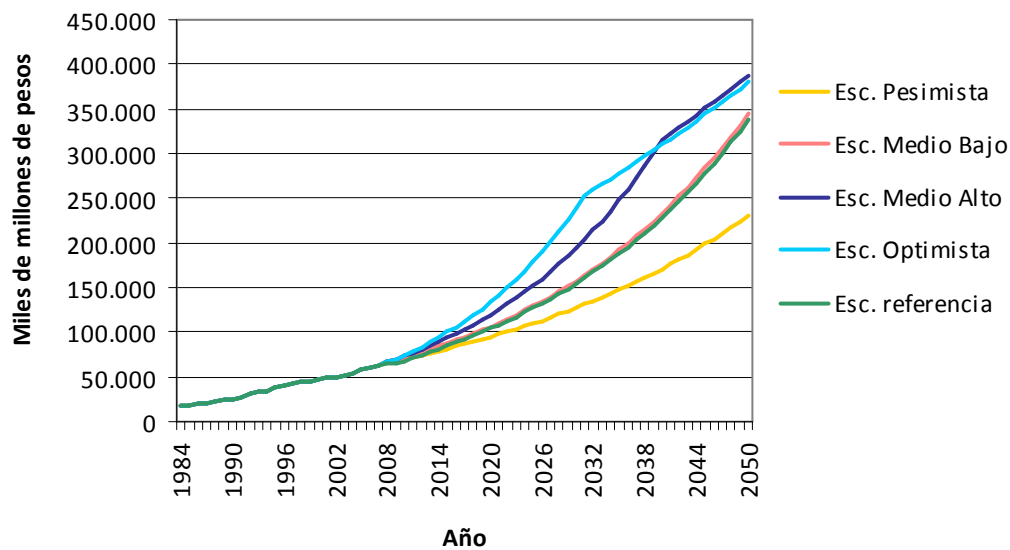
Las emisiones de CH₄, de acuerdo a lo descrito en las Directrices del IPCC 2006, se atribuyen a la producción de sinterizado y producción de hierro. El CH₄ puede ser emitido también en el proceso de fabricación del acero, pero estas emisiones son insignificantes. Por esto, no se discuten las emisiones de CH₄ de los procesos de fabricación de acero (Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero).

7. RESULTADOS

7.1. PROYECCIÓN PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)

La proyección del Producto Interno Bruto Nacional fue realizada considerando los cinco potenciales escenarios de crecimiento establecidos para el proyecto MAPS indicados anteriormente:

Figura 6: Proyección de Producto Interno Bruto Nacional (Miles de MM\$/año)



Fuente: Elaboración propia.

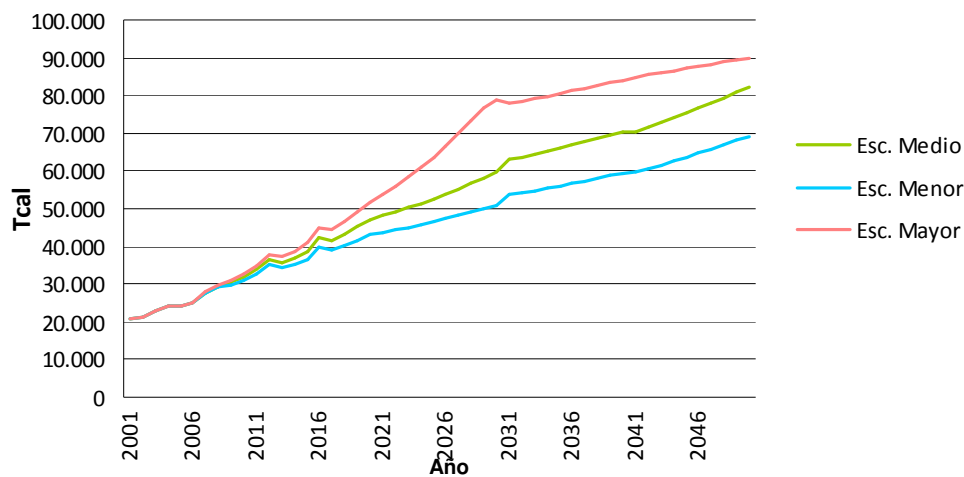
Las tasas de crecimiento del PIB Nacional a partir del año 2007, y el PIB anual histórico y proyectado, se presentan en el *Anexo C*.

7.2. PROYECCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE GEI POR USO ENERGÉTICO

7.2.1. Sector Cobre

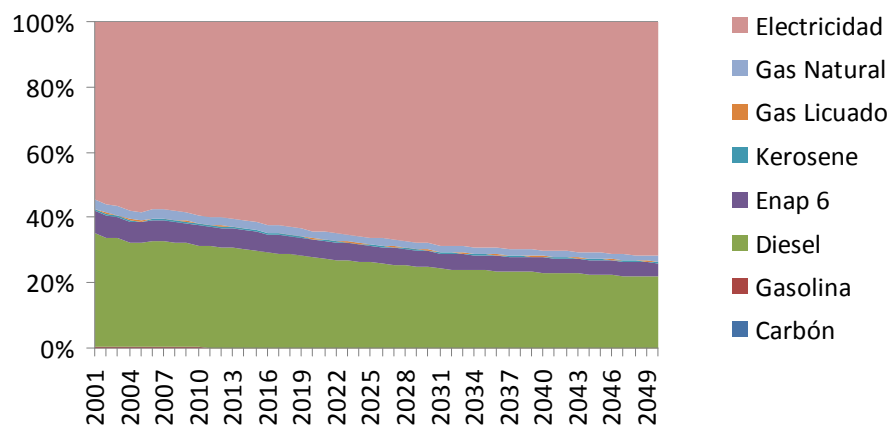
En la siguiente figura se presenta la proyección de demanda de energía del sector cobre, considerando los tres escenarios de crecimiento de consumo energético descritos en la metodología, hasta el año 2050.

Figura 7: Proyección de demanda de energía (Tcal/año)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8: Participación de cada energético en el consumo total del sector (%)⁸

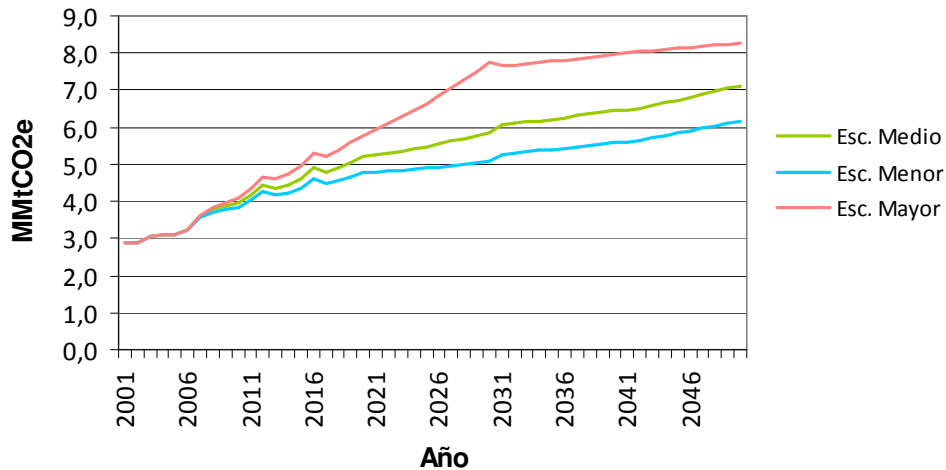


Fuente: Elaboración propia.

⁸ Considerando el escenario de referencia de proyección del PIB.

La proyección de emisiones de GEI asociada al uso de energía en el sector cobre, es presentada en la siguiente figura.

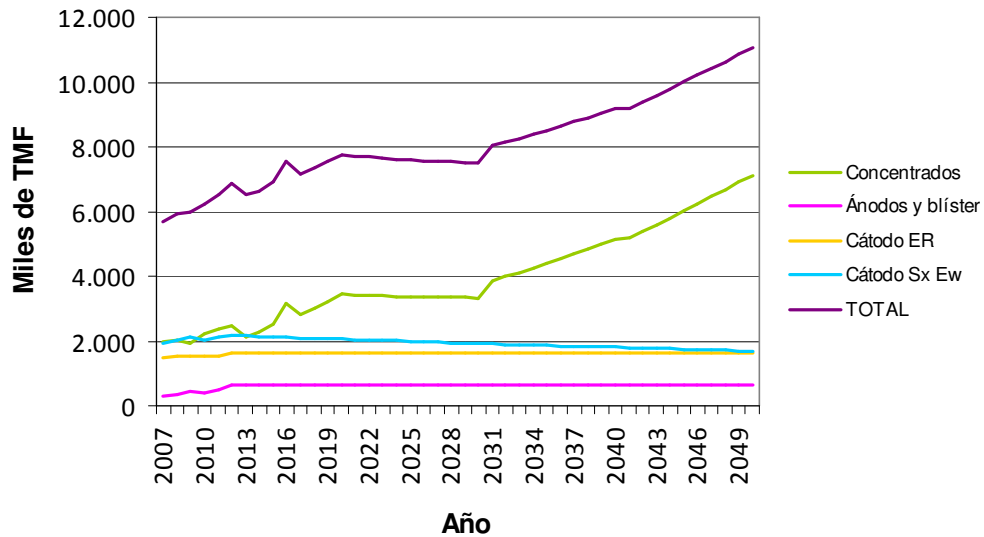
Figura 9: Proyección de emisiones de GEI por uso energético (MMtCO₂e/año)



Fuente: Elaboración propia.

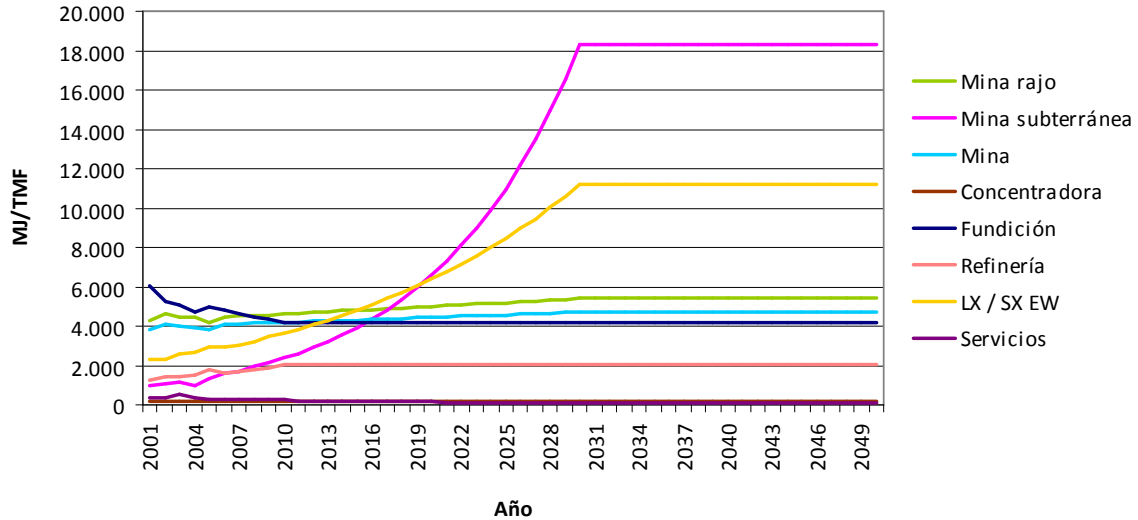
Tal como se señaló en la metodología, la proyección de consumo energético del sector cobre, se obtiene a partir de la proyección de coeficientes unitarios y proyección de producción del sector, datos que se grafican a continuación.

Figura 10: Proyección de producción del sector cobre (Miles de toneladas métricas finas/año)



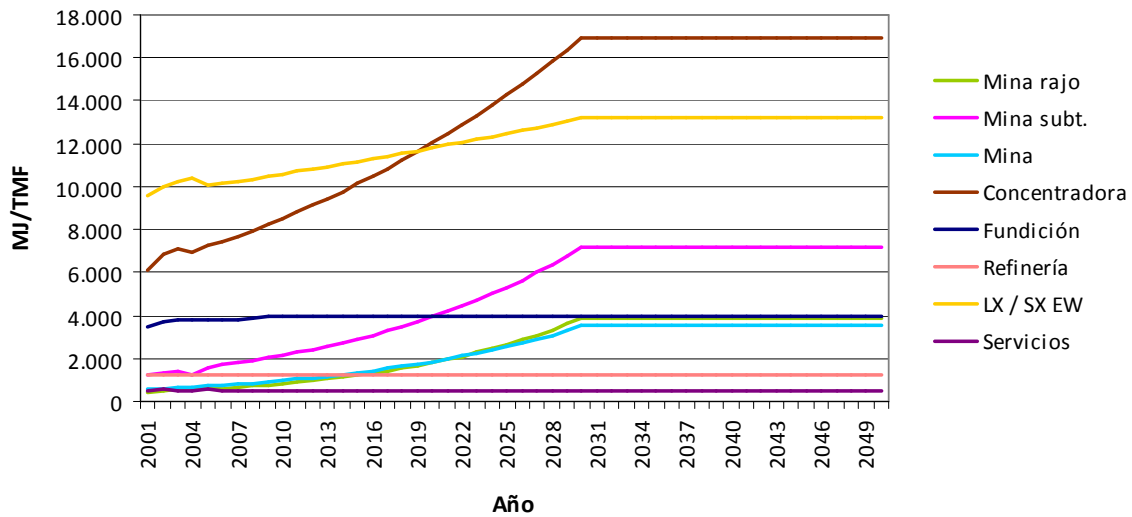
Fuente: Elaboración propia.

Figura 11: Coeficientes unitarios de combustible, considerando el escenario de crecimiento medio (MJ/Toneladas métricas finas * año)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12: Coeficientes unitarios de electricidad, considerando el escenario de crecimiento medio (MJ/Toneladas métricas finas * año)



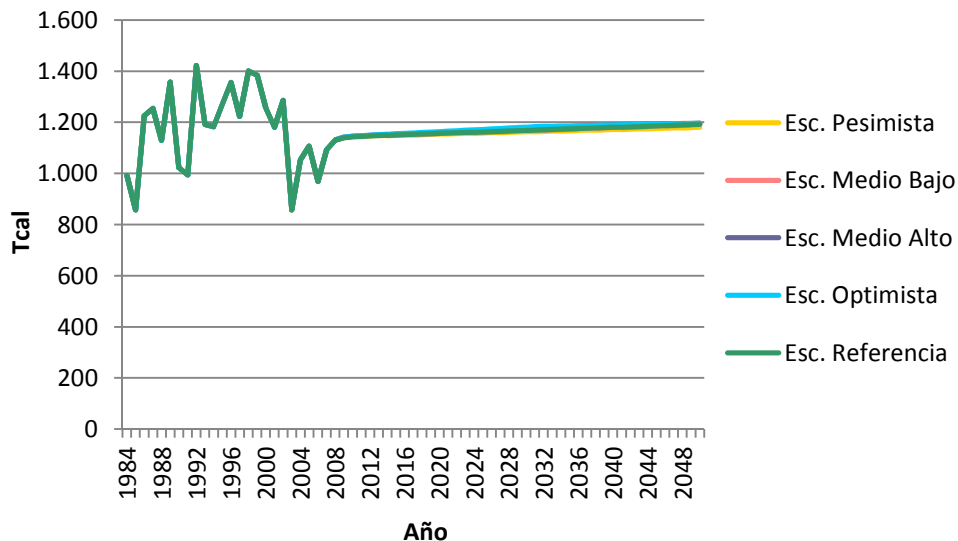
Fuente: Elaboración propia.

El detalle de consumo energético, producción por productos, coeficientes unitarios de combustible y electricidad por proceso productivo, bajo los tres escenarios de crecimiento, y emisiones de GEI del sector cobre, hasta el año 2050, se presenta en el Anexo E.

7.2.2. Sector Azúcar

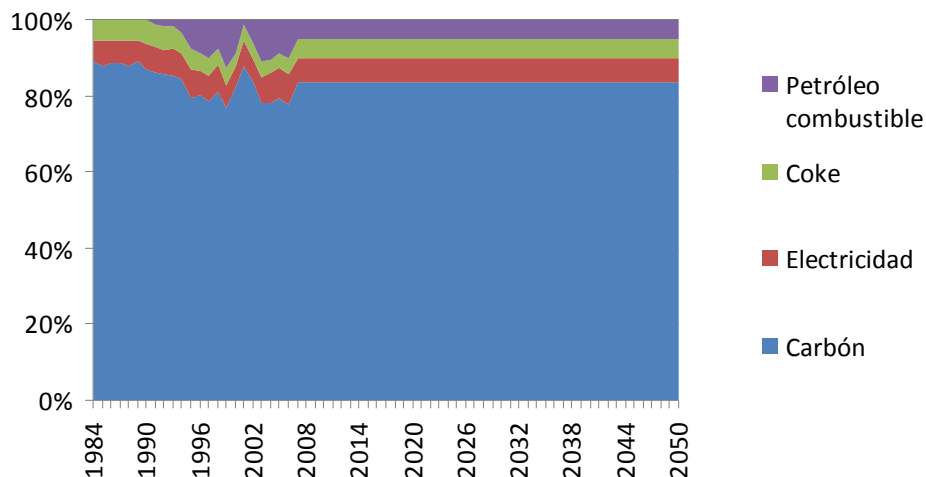
En la siguiente figura se presentan los resultados de proyección de consumo energético para el sector azúcar, en los cinco escenarios de crecimiento del PIB Nacional. A su vez, se muestra la participación de cada energético en el consumo total, hasta el año 2050.

Figura 13: Proyección de demanda de energía (Tcal/año)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14: Participación de cada energético en el consumo total del sector (%)⁹

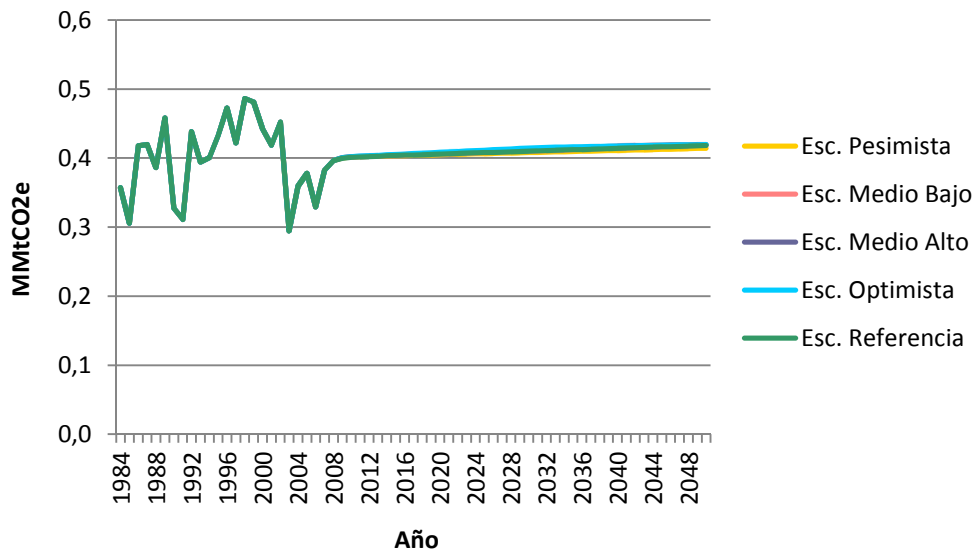


Fuente: Elaboración propia.

⁹ Considerando el escenario de referencia de proyección del PIB.

La proyección de emisiones de GEI generadas por el uso de diferentes energéticos, en el sector productor de azúcar, se presentan en la siguiente figura.

Figura 15: Proyección de emisiones de GEI por uso energético (MMtCO₂e/año)



Fuente: Elaboración propia.

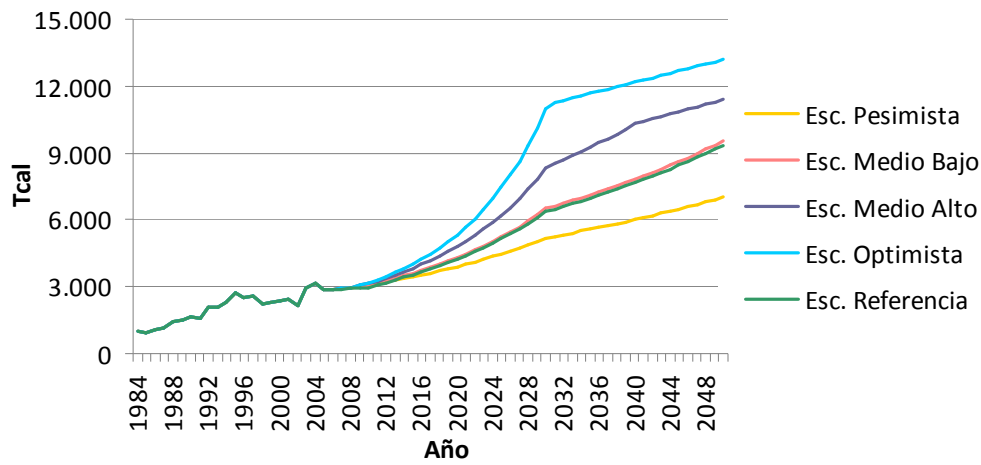
Las funciones econométricas que permiten proyectar el consumo de cada energético y total, se presentan en el *Anexo D*, al igual que el análisis estadístico asociado a cada función.

El detalle de consumo energético y emisiones de GEI del sector azúcar entre 1984 y 2050, se presenta en el *Anexo E*.

7.2.3. Sector Cemento

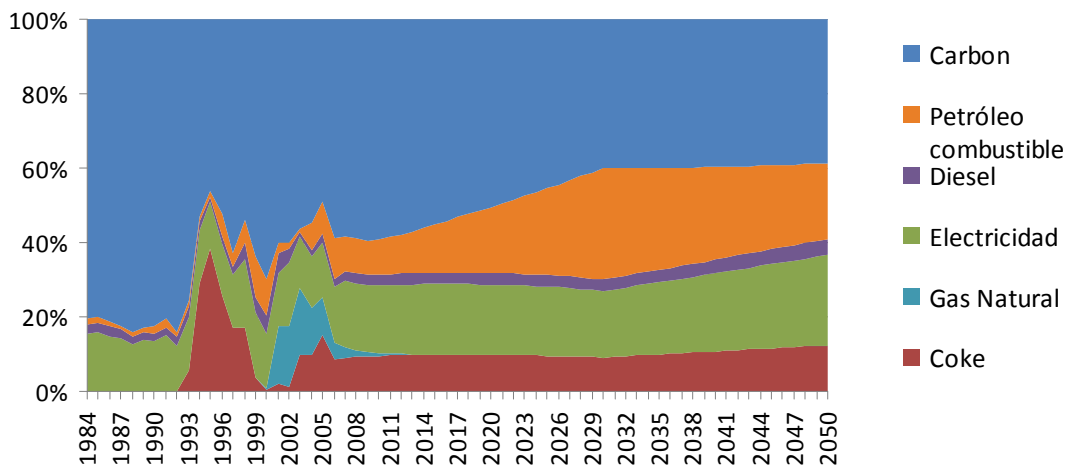
A continuación se presenta la proyección de consumo de energía del sector cemento en los cinco escenarios de crecimiento del PIB Nacional y la participación que tendrá cada energético en el consumo del sector hasta el año 2050.

Figura 16: Proyección de consumo de energía (Tcal/año)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17: Participación de cada energético en el consumo total del sector (%)¹⁰

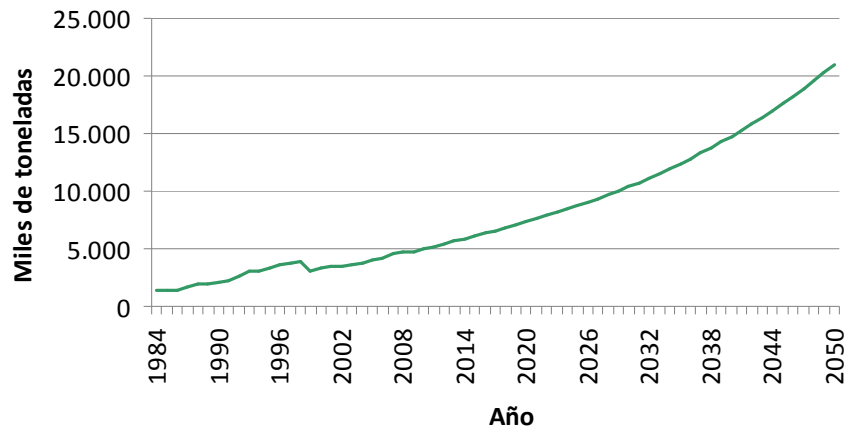


Fuente: Elaboración propia.

¹⁰ Considerando el escenario de referencia de proyección del PIB.

Tal como se señaló en la metodología, la proyección de consumo energético del sector cemento, se basó en la proyección de producción del sector, la cual se presenta a continuación.

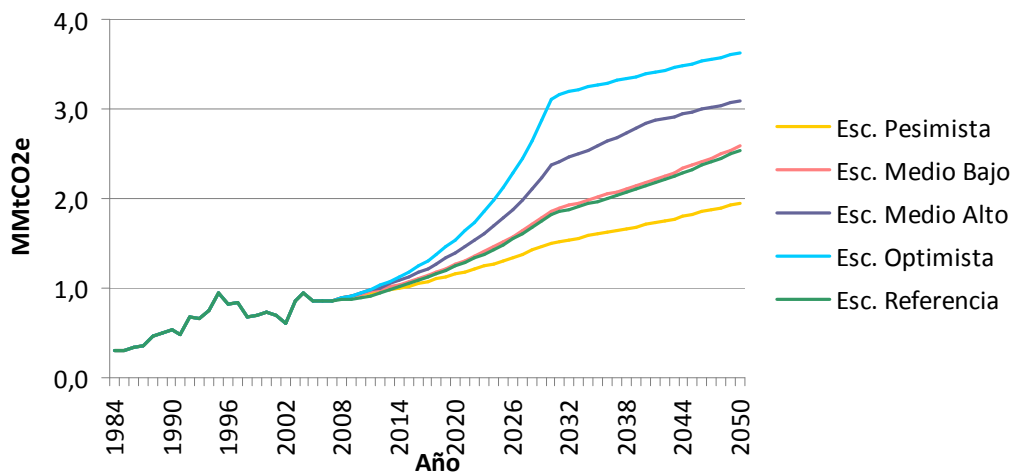
Figura 18: Proyección de producción del sector cemento (Miles de toneladas/año)¹¹



Fuente: Elaboración propia.

La proyección de emisiones de GEI asociada al uso de energía por parte del sector cemento, es presentada en la siguiente figura.

Figura 19: Proyección de emisiones de GEI por uso energético (MMtCO₂e/año)



Fuente: Elaboración propia.

¹¹ Considerando el escenario de referencia de proyección del PIB.



“Asesoría para determinar el Escenario de Línea Base de Emisiones del sector Minería y Otras Industrias en el marco del proyecto MAPS Chile”



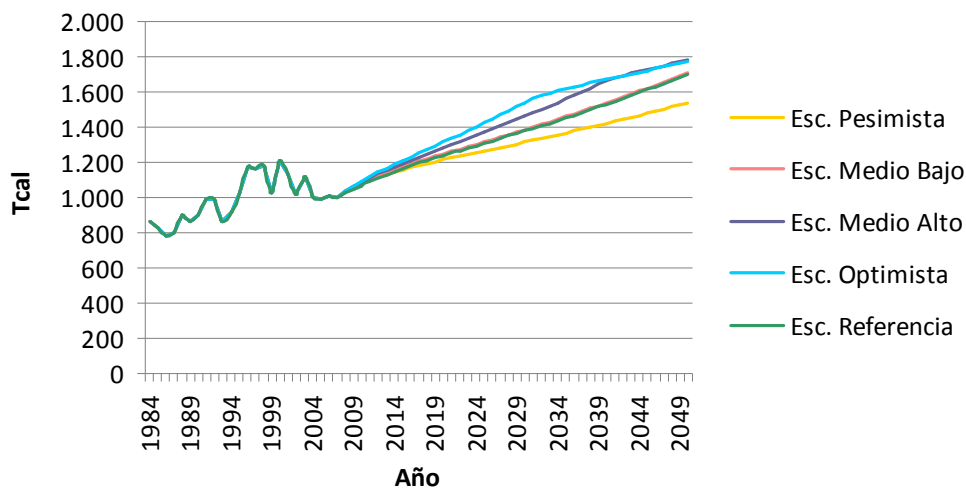
Las funciones econométricas que permiten proyectar el consumo de cada energético, consumo total y producción, se presentan en el *Anexo D*, al igual que el análisis estadístico asociado a cada función.

El detalle de consumo energético, producción y emisiones de GEI del sector cemento, entre 1984 y 2050, se presenta en el *Anexo E*.

7.2.4. Sector Hierro

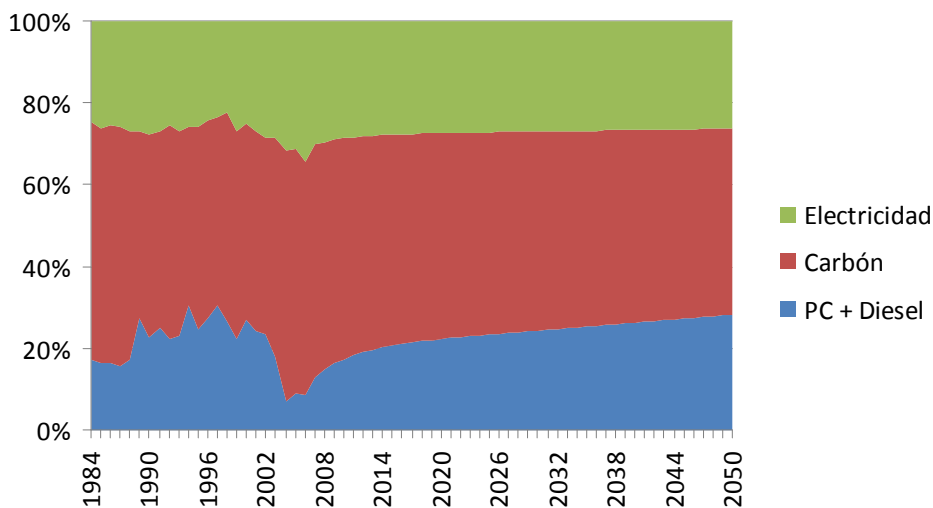
En las siguientes figuras se presenta la proyección de consumo energético del sector hierro hasta el año 2050, considerando cinco escenarios de crecimiento del PIB Nacional y la participación porcentual de cada energético en el consumo total del sector.

Figura 20: Proyección de demanda de energía (Tcal/año)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21: Participación de cada energético en el consumo total del sector (%)¹²

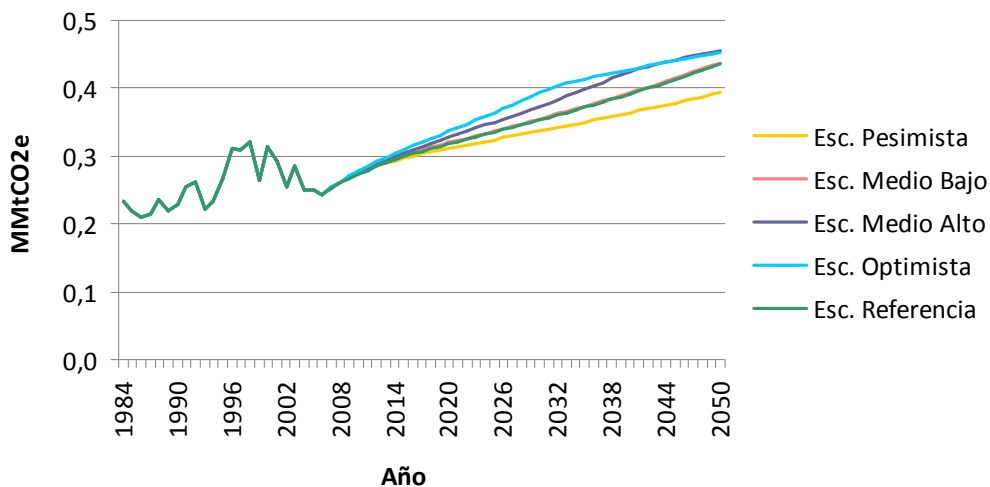


Fuente: Elaboración propia.

¹² Considerando el escenario de referencia de proyección del PIB.

La proyección de emisiones de GEI que se generarían por el uso de energía del sector hasta el año 2050 se presenta en la siguiente figura.

Figura 22: Proyección de emisiones de GEI por uso energético (MMtCO₂e/año)



Fuente: Elaboración propia.

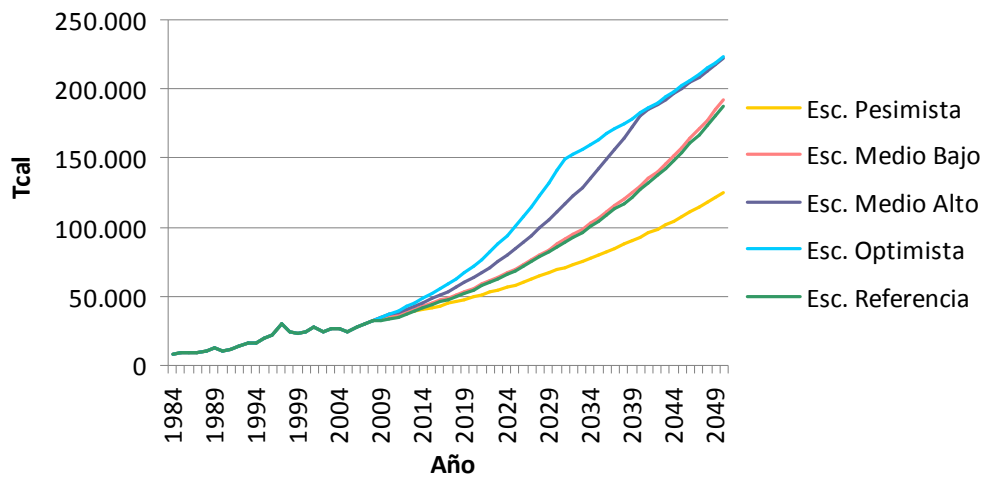
Las funciones econométricas que permiten proyectar el consumo de cada energético y total, se presentan en el *Anexo D*, al igual que el análisis estadístico asociado a cada función.

El detalle de consumo energético y emisiones de GEI del sector hierro, entre 1984 y 2050, se presenta en el *Anexo E*.

7.2.5. Sector Industrias varias

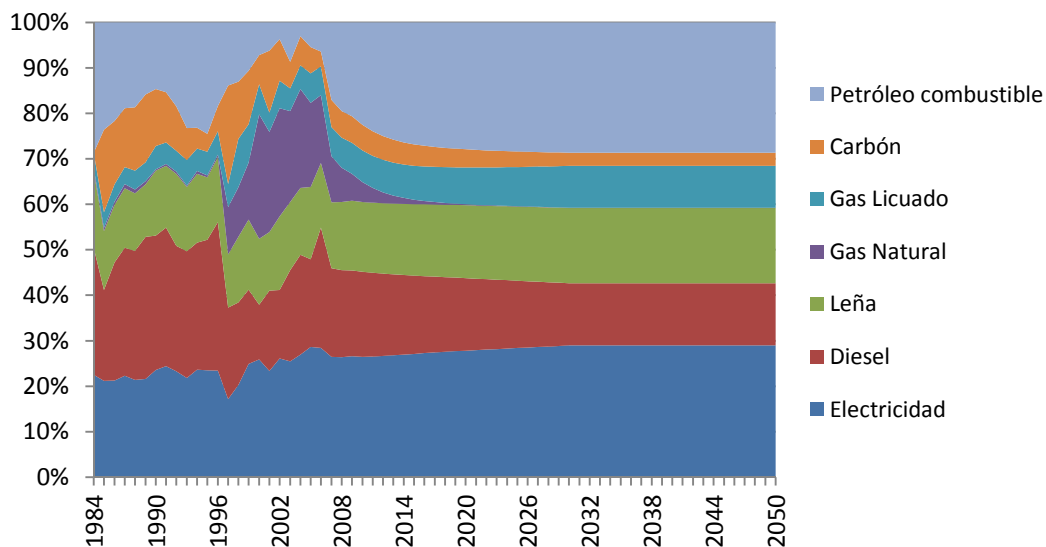
A continuación, se presenta la proyección del consumo energético que demandaría el sector industrias varias hasta el año 2050 y la participación en el tiempo, de los energéticos que consumiría el sector.

Figura 23: Proyección de demanda de energía (Tcal/año)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 24: Participación de cada energético en el consumo total del sector (%)¹³

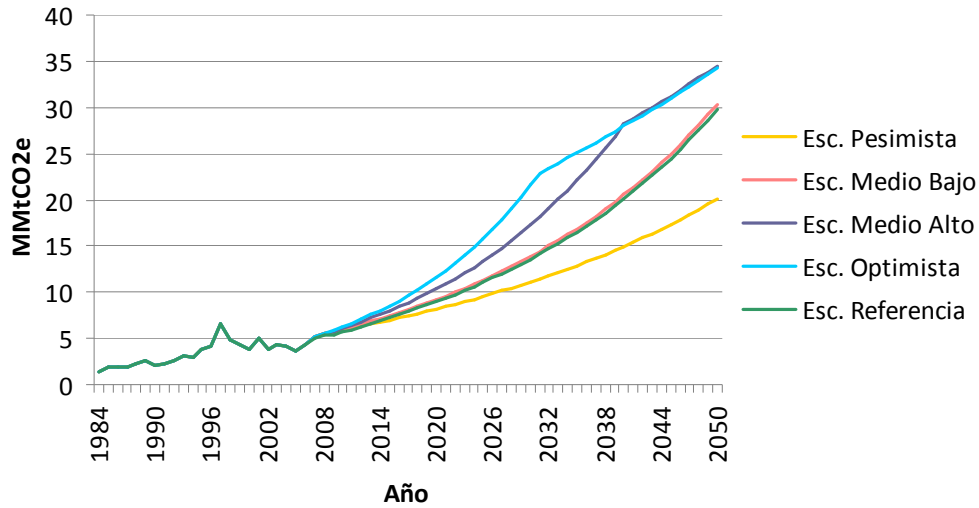


Fuente: Elaboración propia.

¹³ Considerando el escenario de referencia de proyección del PIB.

En la siguiente figura es posible observar la tendencia de la generación de emisiones de GEI proyectada para el sector industrias varias, hasta el año 2050.

Figura 25: Proyección de emisiones de GEI por uso energético (MMtCO₂e/año)



Fuente: Elaboración propia.

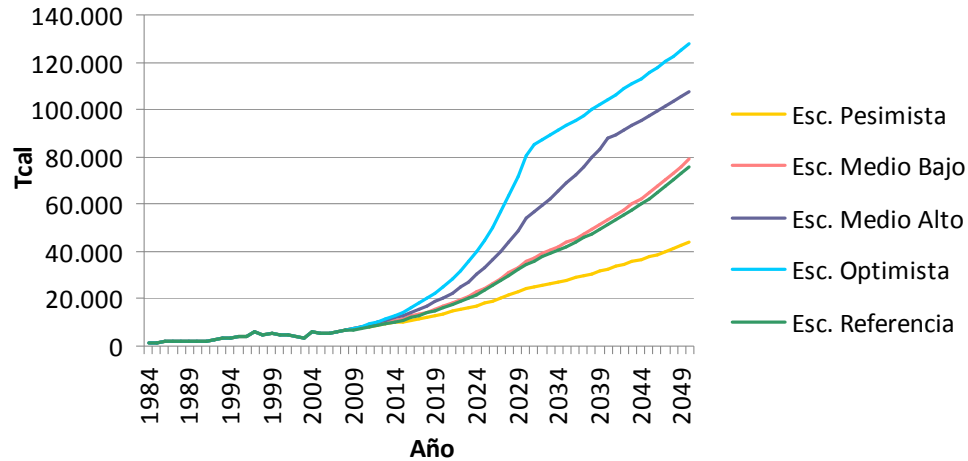
Las funciones econométricas que permiten proyectar el consumo de cada energético y total, se presentan en el *Anexo D*, al igual que el análisis estadístico asociado a cada función.

El detalle de consumo energético y emisiones de GEI del sector industrias varias, entre 1984 y 2050, se presenta en el *Anexo E*.

7.2.6. Sector Minas varias

La proyección de consumo energético del sector minas varias hasta el año 2050, basada en cinco escenarios de crecimiento del PIB Nacional, se presenta en la siguiente figura.

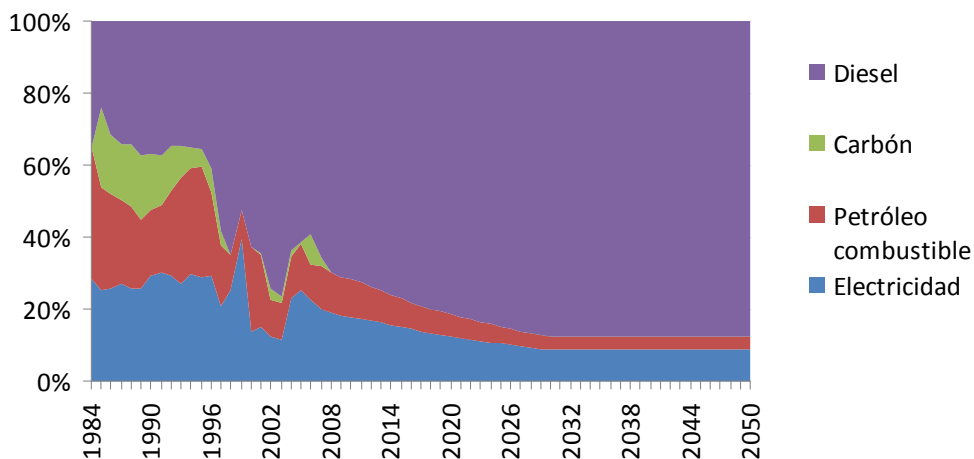
Figura 26: Proyección de consumo de energía (Tcal/año)



Fuente: Elaboración propia.

La participación que tendría cada energético en el sector minas varias, hasta el año 2050 es presentada en la siguiente figura.

Figura 27: Participación de cada energético en el consumo total del sector (%)¹⁴

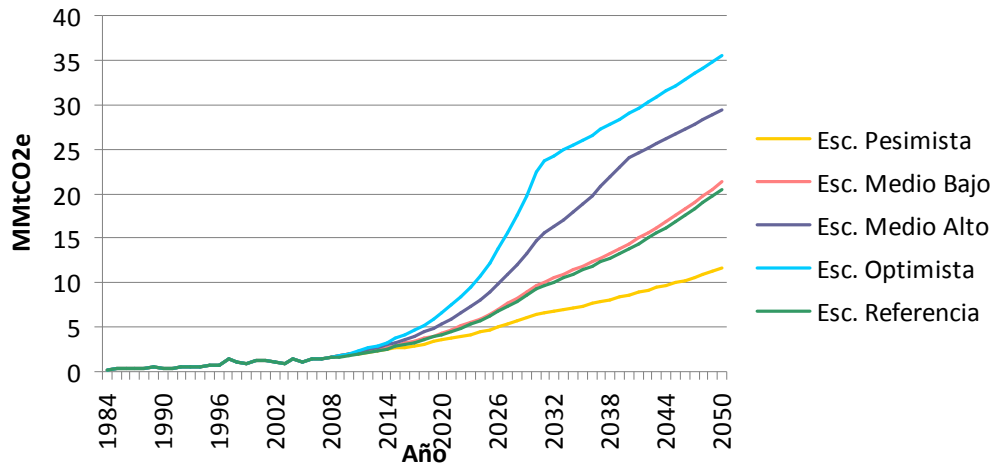


Fuente: Elaboración propia.

¹⁴ Considerando el escenario de referencia de proyección del PIB.

En la siguiente figura es posible observar la tendencia de la generación de emisiones de GEI proyectada para el sector industrias varias, hasta el año 2050.

Figura 28: Proyección de emisiones de GEI por uso energético (MMtCO₂e/año)



Fuente: Elaboración propia.

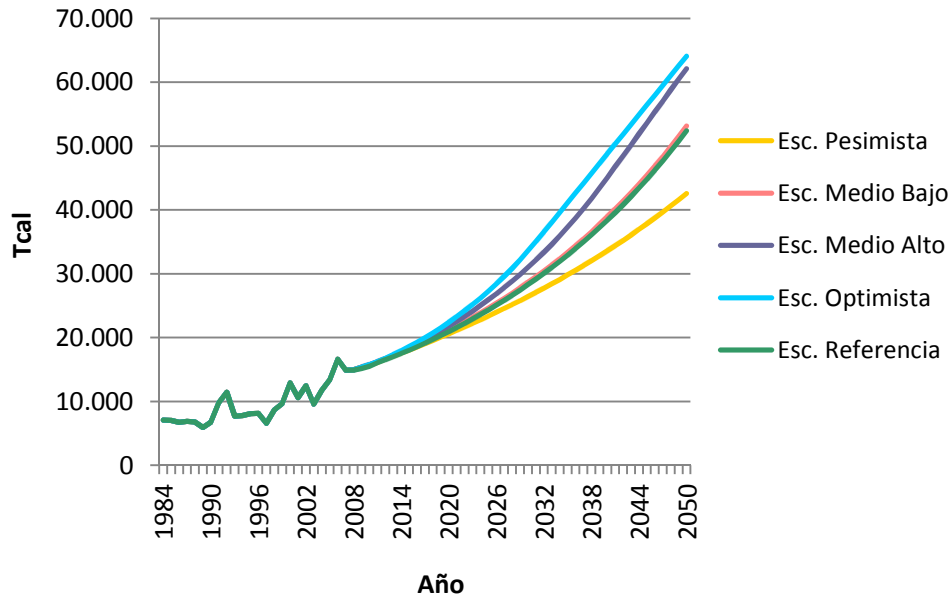
Las funciones econométricas que permiten proyectar el consumo de cada energético y total, se presentan en el *Anexo D*, al igual que el análisis estadístico asociado a cada función.

El detalle de consumo energético y emisiones de GEI del sector minas varias, entre 1984 y 2050, se presenta en el *Anexo E*.

7.2.7. Sector Papel y celulosa

A continuación se presenta la proyección de consumo de energía del sector papel y celulosa en los cinco escenarios de crecimiento del PIB Nacional y la participación que tendrá cada energético en el consumo del sector hasta el año 2050.

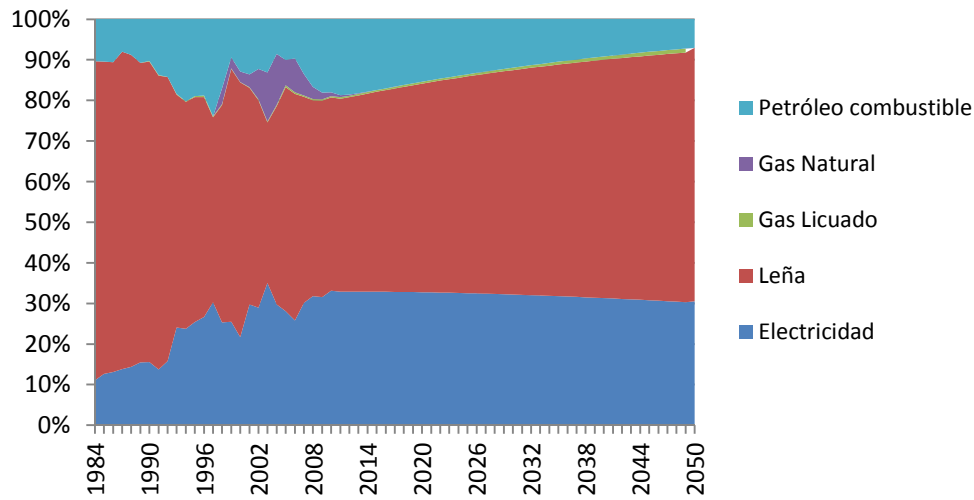
Figura 29: Proyección de consumo de energía (Tcal/año)



Fuente: Elaboración propia.

El aumento en el consumo energético en el tiempo, se debe principalmente al crecimiento que experimentaría en la producción de papel en el tiempo, a diferencia de la producción de celulosa, la cual se mantendría constante a partir del año 2010.

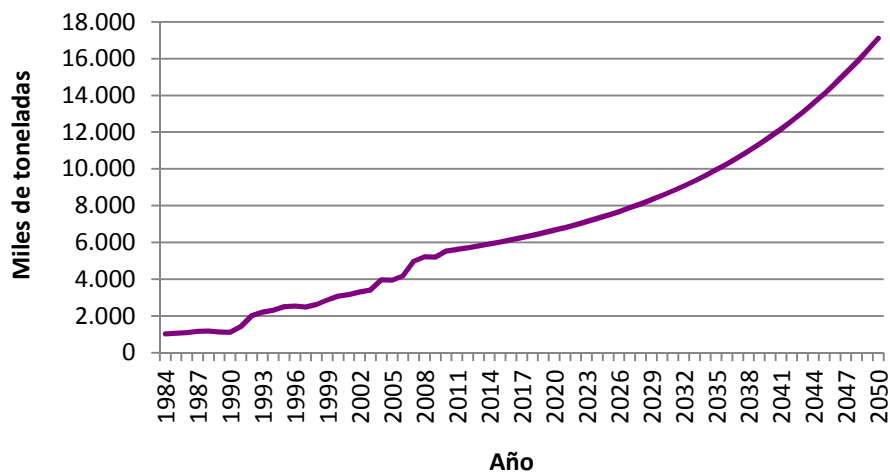
Figura 30: Participación de cada energético en el consumo total del sector (%)¹⁵



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo señalado en la metodología, la proyección de consumo energético del sector papel y celulosa, se basa en la proyección de producción del sector, la cual se presenta a continuación.

Figura 31: Proyección de producción del sector papel y celulosa (Miles de toneladas/año)¹⁴

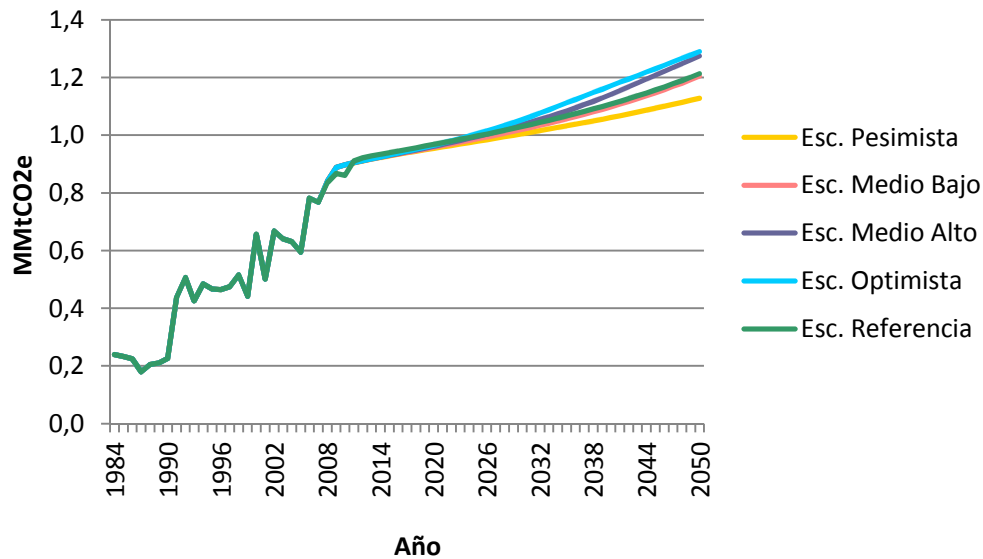


Fuente: Elaboración propia.

La proyección de emisiones de GEI asociada al uso de energía por parte del sector papel y celulosa, es presentada en la siguiente figura.

¹⁵ Considerando el escenario de referencia de proyección del PIB.

Figura 32: Proyección de emisiones de GEI por uso energético (MMtCO₂e/año)



Fuente: Elaboración propia.

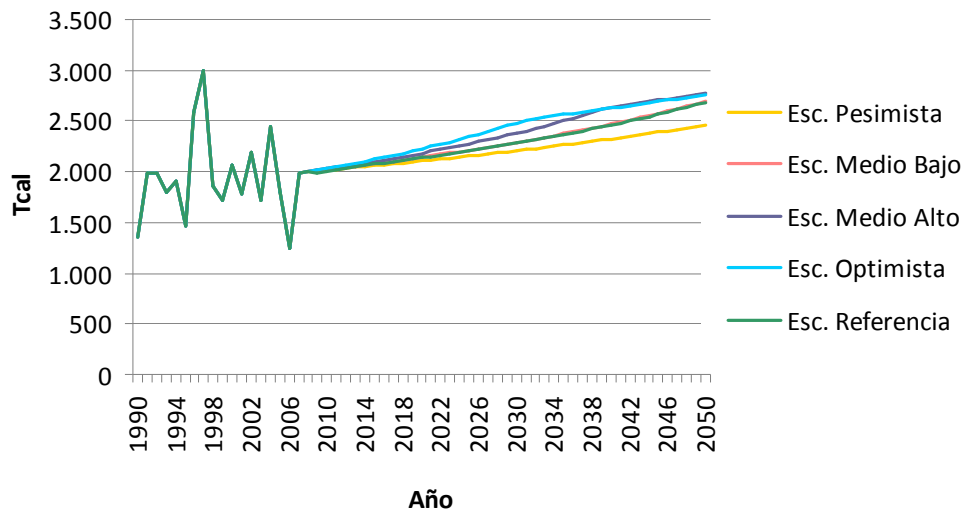
Las funciones econométricas que permiten proyectar el consumo de cada energético, consumo total y producción, se presentan en el *Anexo D*, al igual que el análisis estadístico asociado a cada función.

El detalle de consumo energético, producción y emisiones de GEI del sector papel y celulosa, entre 1984 y 2050, se presenta en *Anexo E*.

7.2.8. Sector Pesca

La proyección de consumo energético que demandaría el sector pesca hasta el año 2050, considerando cinco escenarios de crecimiento del PIB Nacional, se presenta en la siguiente figura.

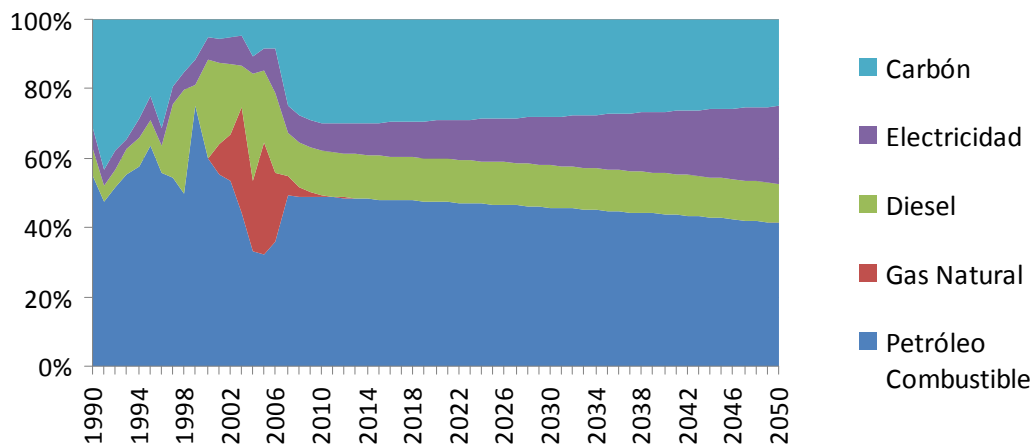
Figura 33: Proyección de demanda de energía (Tcal/año)



Fuente: Elaboración propia.

Cada energético consumido por el sector pesca, tendrá una participación diferente en el consumo total del sector en el tiempo, lo cual puede visualizarse en la siguiente figura.

Figura 34: Participación de cada energético en el consumo total del sector (%)¹⁶

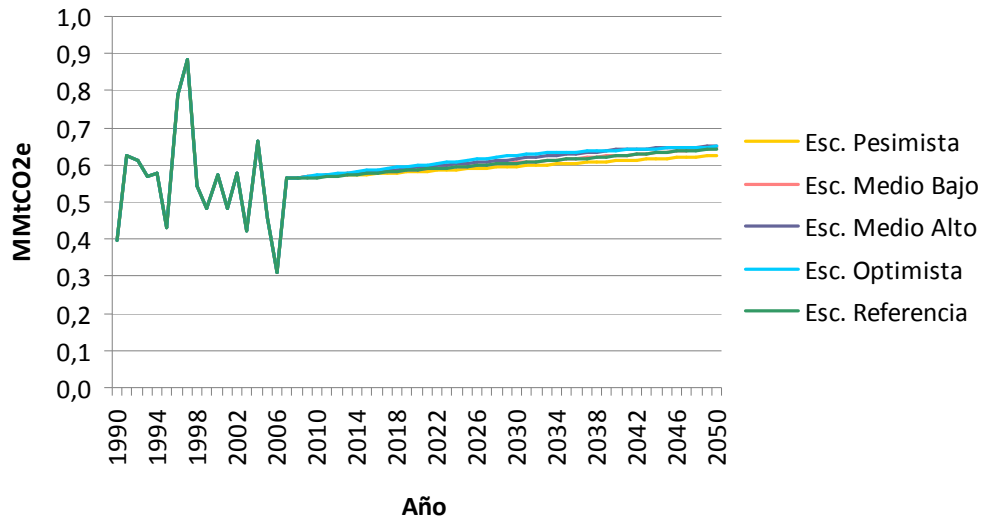


Fuente: Elaboración propia.

¹⁶ Considerando el escenario de referencia de proyección del PIB.

La proyección de emisiones de GEI que generaría el sector pesca en el tiempo, se presenta a continuación.

Figura 35: Proyección de emisiones de GEI por uso energético (MMtCO₂e/año)



Fuente: Elaboración propia.

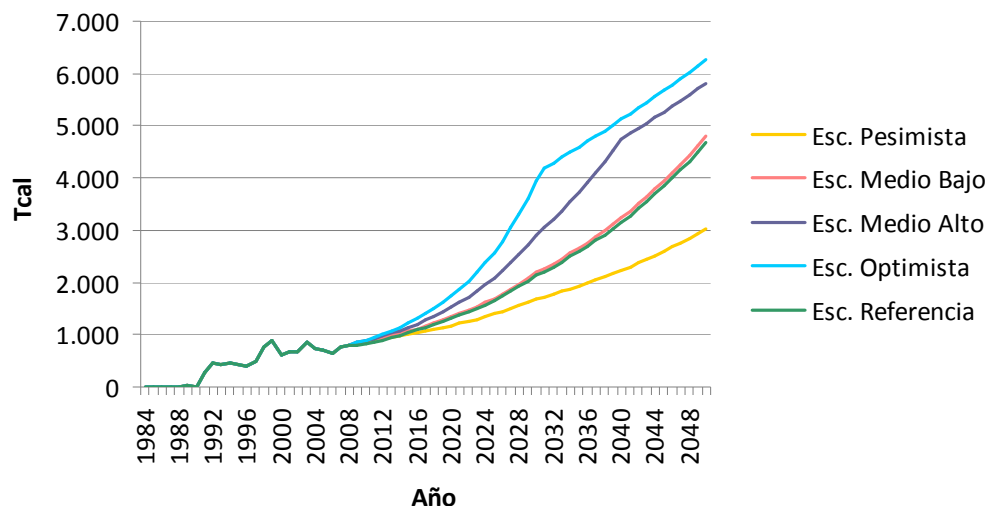
Las funciones econométricas que permiten proyectar el consumo de cada energético y total, se presentan en el *Anexo D*, al igual que el análisis estadístico asociado a cada función.

El detalle de consumo energético y emisiones de GEI del sector pesca, entre 1984 y 2050, se presenta en el *Anexo E*.

7.2.9. Sector Petroquímica

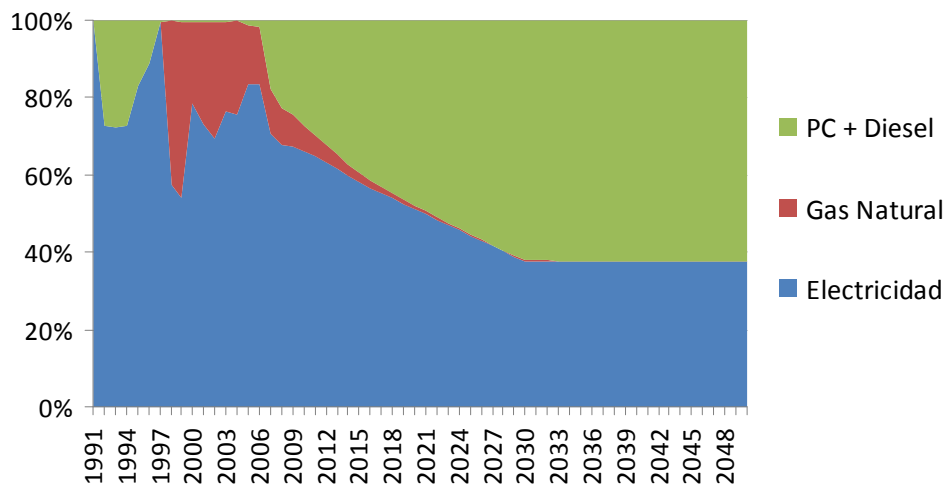
En las siguientes figuras se presenta la proyección de consumo energético de sector petroquímica, la participación de cada energético en la proyección de consumo total y la proyección de emisiones de GEI por uso de energía, hasta el año 2050.

Figura 36: Proyección de demanda de energía (Tcal/año)



Fuente: Elaboración propia.

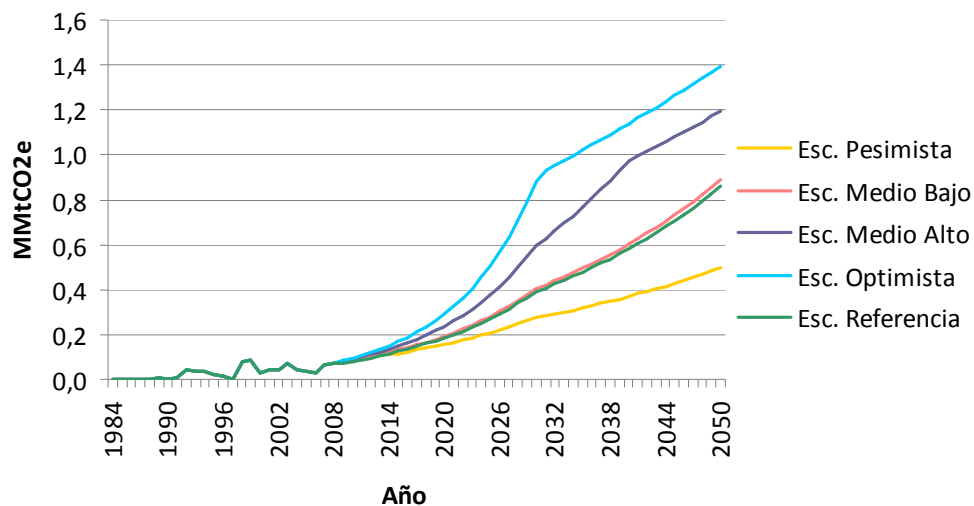
Figura 37: Participación de cada energético en el consumo total del sector (%)¹⁷



Fuente: Elaboración propia.

¹⁷ Considerando el escenario de referencia de proyección del PIB.

Figura 38: Proyección de emisiones de GEI por uso energético (MMtCO₂e/año)



Fuente: Elaboración propia.

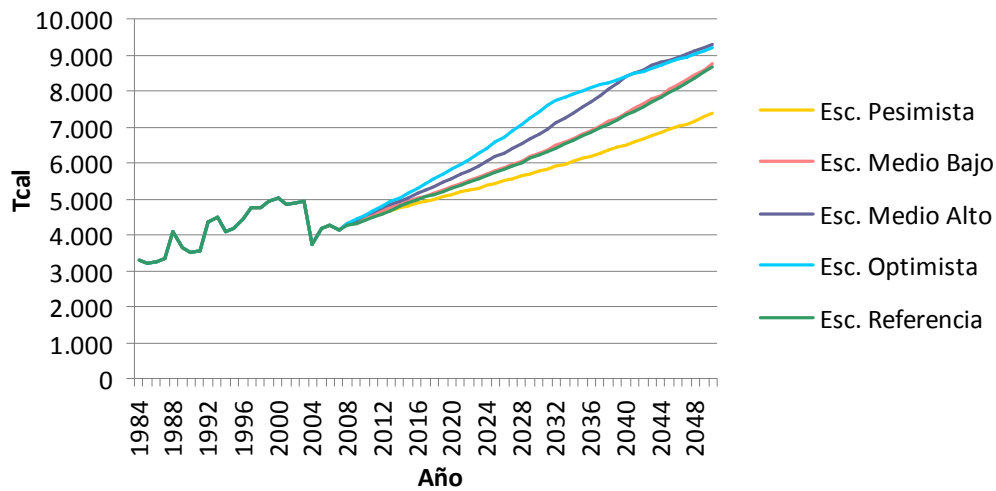
Las funciones econométricas que permiten proyectar el consumo de cada energético y total, se presentan en el *Anexo D*, al igual que el análisis estadístico asociado a cada función.

El detalle de consumo energético y emisiones de GEI del sector petroquímica, entre 1984 y 2050, se presenta en el *Anexo E*.

7.2.10. Sector Siderurgia

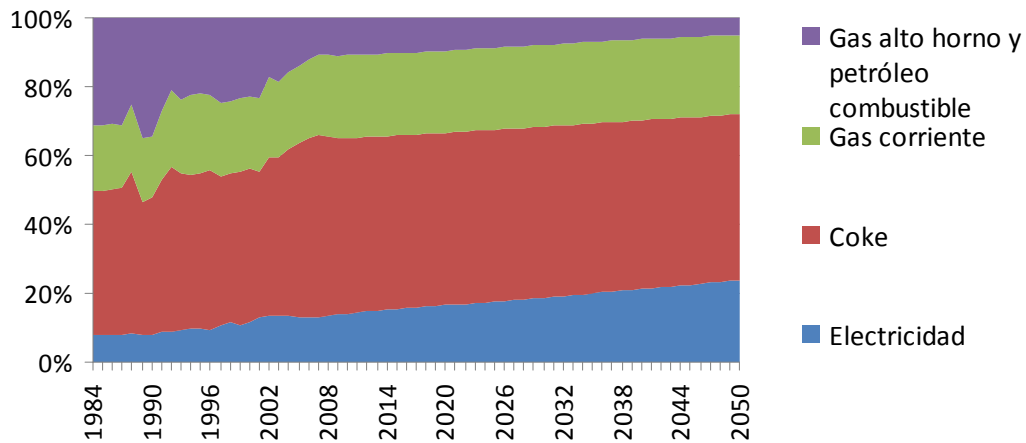
En las siguientes figuras se presenta la proyección de consumo de energía del sector siderurgia en los cinco escenarios de crecimiento del PIB Nacional y la participación que tendrá cada energético en el consumo del sector hasta el año 2050.

Figura 39: Proyección de consumo de energía (Tcal/año)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 40: Participación de cada energético en el consumo total del sector (%)¹⁸

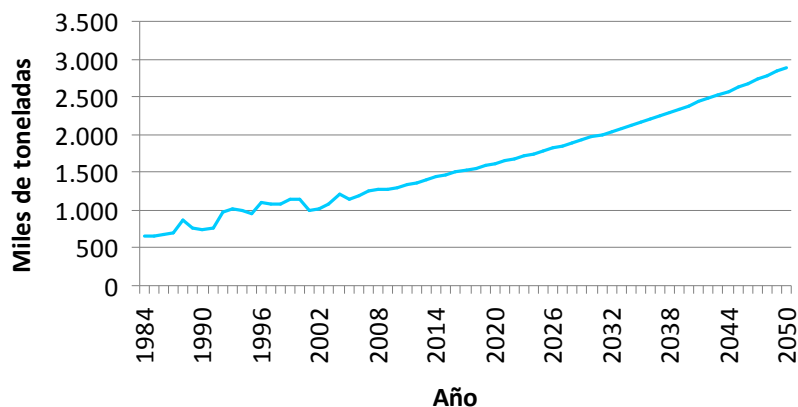


Fuente: Elaboración propia.

¹⁸ Considerando el escenario de referencia de proyección del PIB.

Para proyectar el consumo energético del sector, y las emisiones de GEI asociadas, tal como se señala en la metodología, es necesario contar con la producción proyectada del sector siderurgia, la cual se presenta a continuación

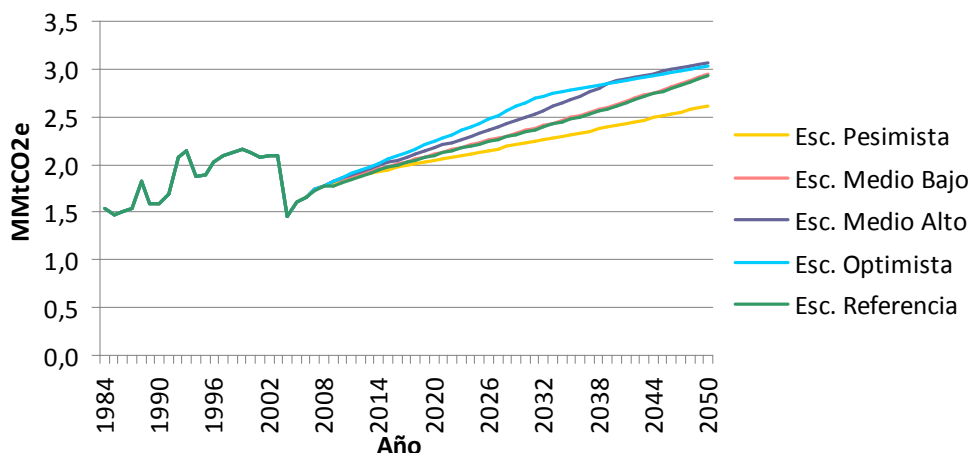
Figura 41: Proyección de producción del sector siderurgia (Miles de toneladas/año)¹⁹



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta la proyección de emisiones de GEI por uso energético del sector siderurgia.

Figura 42: Proyección de emisiones de GEI por uso energético (MMtCO₂e/año)



Fuente: Elaboración propia.

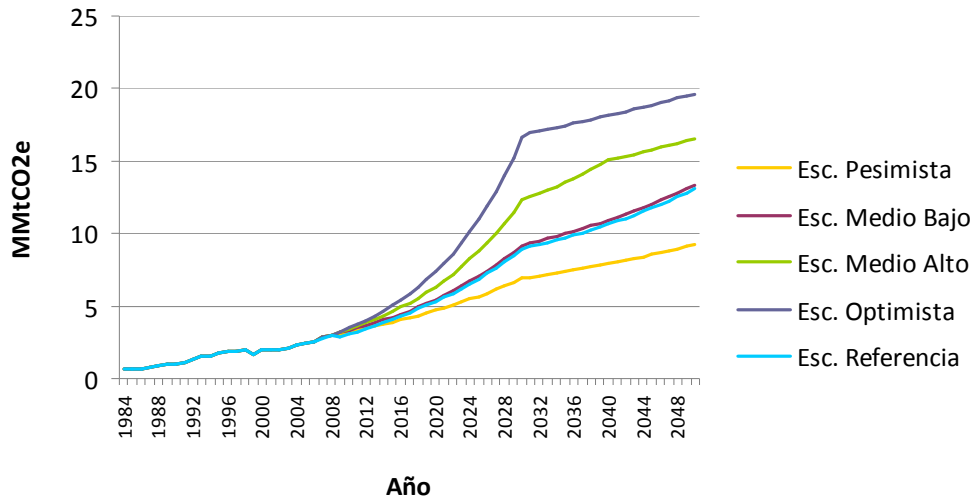
Las funciones econométricas que permiten proyectar el consumo de cada energético, consumo total y producción, se presentan en el *Anexo D*, al igual que el análisis estadístico asociado a cada función. El detalle de consumo energético, producción y emisiones de GEI del sector siderurgia, entre 1984 y 2050, se presenta en el *Anexo E*.

¹⁹ Considerando el escenario de referencia de proyección del PIB.

7.3. PROYECCIÓN DE EMISIONES DE GEI POR USO INDUSTRIAL

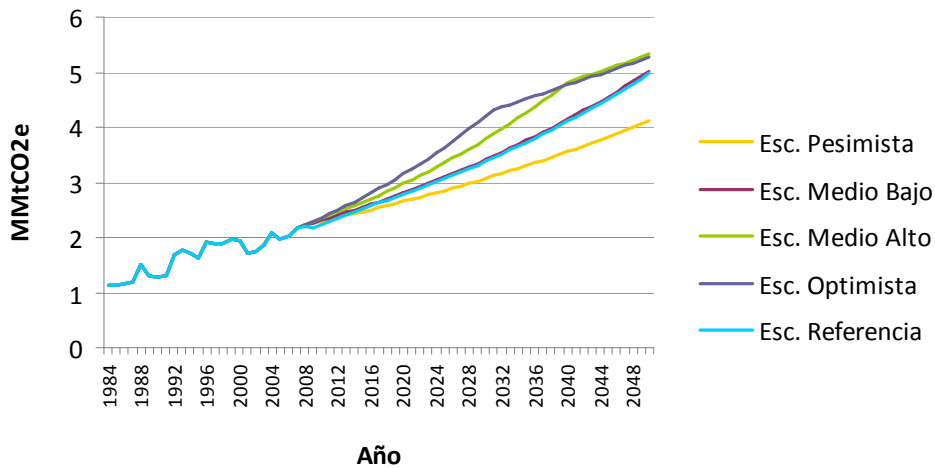
Respecto de la proyección de emisiones de GEI generadas por el proceso productivo se presentan a continuación. En un primer gráfico se muestra la proyección para el sector cemento, mientras que en el segundo se presenta la proyección para acero.

Figura 43: Emisiones por proceso productivo de cemento (MMtCO₂e/año)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 44: Emisiones por proceso productivo de acero (MMtCO₂e/año)



Fuente: Elaboración propia.

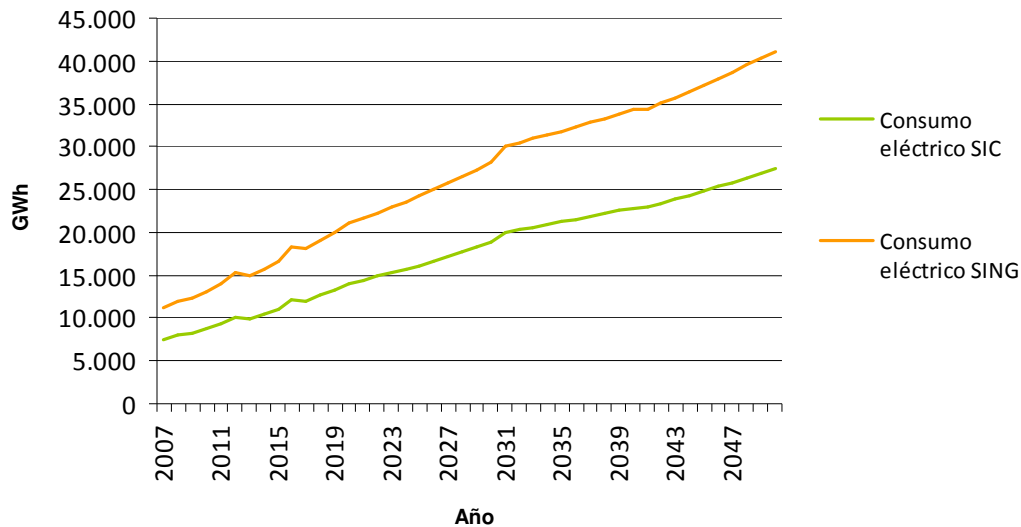
El detalle de emisiones de GEI generadas por procesos industriales se presenta en el Anexo F, asimismo, la producción de clinker, cal y acero.

7.4. DESAGREGACIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO POR SISTEMA ELÉCTRICO

El consumo de electricidad de cada sector Industrial y Minero fue desagregado por sistema eléctrico, tal como fue descrito en la sección metodológica. Para el sector cobre se consideró la electricidad consumida bajo el escenario de crecimiento medio, mientras que para el resto de los sectores se considera el escenario de referencia de proyección del PIB.

En el sector cobre, el consumo de electricidad se concentra en el SING y SIC, siendo el primero de ellos el que asume la mayor proporción de dicho consumo. Por su parte, no se consideran consumos en el sistema de Aysén y Magallanes, durante el período en estudio. En la siguiente figura se presenta la desagregación de consumo eléctrico por sistema.

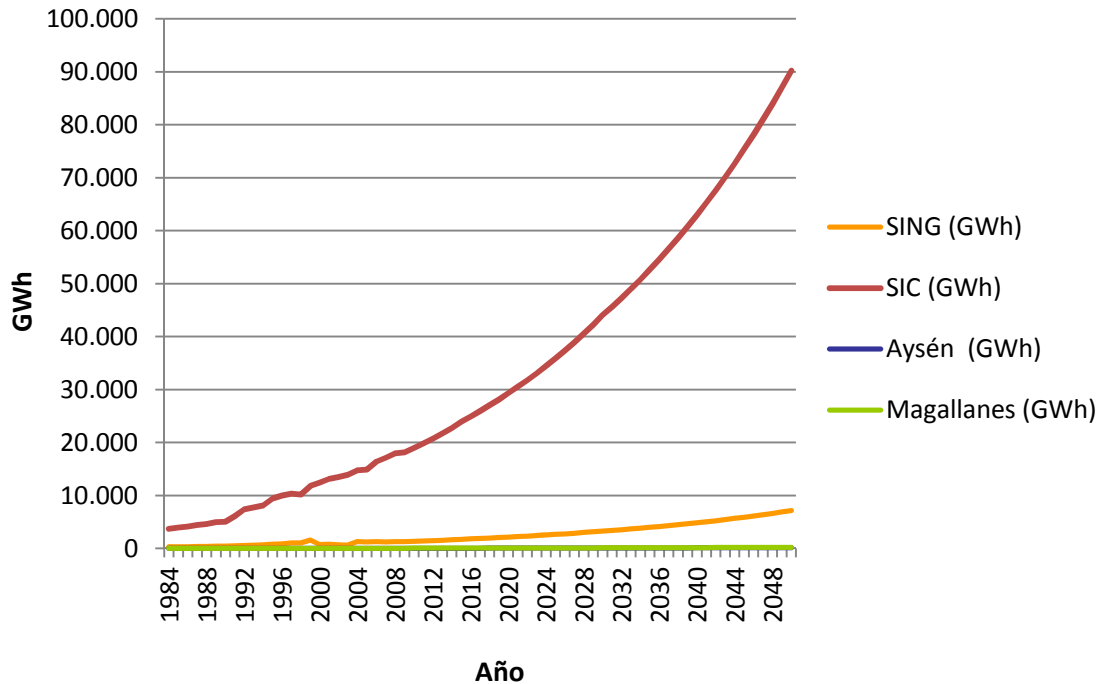
Figura 45: Proyección de consumo eléctrico por sistema eléctrico nacional, Sector Cobre (GWh/año)



Fuente: Elaboración propia.

En relación con los sectores industriales (azúcar, cemento, industrias varias, papel y celulosa, pesca, petroquímica y siderurgia), minas varias y hierro, la desagregación de proyección de consumo de electricidad se presenta a continuación.

Figura 46: Proyección de consumo eléctrico por sistema eléctrico nacional, Sector Industrial, minas varias y hierro (GWh/año)



Fuente: Elaboración propia.

Si bien, el sector minería del cobre consume electricidad mayoritariamente en el SING, ya que la producción de cobre es mayor en el norte de nuestro país, el sector industrial se abastece de energía eléctrica principalmente en el SIC.

En la siguiente tabla se presenta la energía eléctrica que será consumida por el sector Industrial y Minero, en cada sistema eléctrico, en los años 2007, 2020, 2030 y 2050.

Tabla 5: Consumo eléctrico proyectado para el sector Industrial y Minero

Consumo electricidad (GWh)	2007	2020	2030	2050
SING	12.378	23.215	31.463	48.232
SIC	24.551	43.344	62.824	117.618
Aysén	26	46	72	153
Magallanes	40	70	107	223
TOTAL NACIONAL	36.996	66.675	94.467	166.227

Fuente: Elaboración propia.



“Asesoría para determinar el Escenario de Línea Base de Emisiones del sector Minería y Otras Industrias en el marco del proyecto MAPS Chile”



En 2007 se espera que de la electricidad consumida por el sector Industrial y Minero, un 66,4% se obtenga del SIC, un 33,5% del SING, un 0,1% del Sistema de Magallanes y un 0,1% del Sistema de Aysén. A futuro se espera que esta tendencia se mantenga, es decir que conforme pasen los años, el consumo de electricidad del sector sea fundamentalmente en el SIC, tal como se observa en la tabla anterior.

En el *Anexo G* se presenta la proyección de demanda eléctrica del sector Industrial y Minero, separándose ésta en sistema eléctrico y escenario de proyección considerado. En el caso del cobre se consideran los escenarios de crecimiento de coeficientes unitarios, menor, medio y alto; y para hierro, minas varias e industrias se consideran los escenarios asociados al crecimiento del PIB Nacional, es decir, de referencia, medio alto, medio bajo, optimista y pesimista.

7.5. ESTIMACIÓN DE EMISIONES DEL SECTOR ENTRE 2007-2011

Para evaluar la efectividad del método de proyección de emisiones de GEI empleado, se aplicó dicha metodología, pero con los datos reales y variables relevantes de proyección del sector para los años 2007 a 2011, y se estimaron las emisiones para dicho período.

Para el sector cobre, se utilizó la metodología de proyección con datos de producción por producto, y con información de coeficientes unitarios por proceso. Ambos datos fueron obtenidos de estudios públicos de COCHILCO.

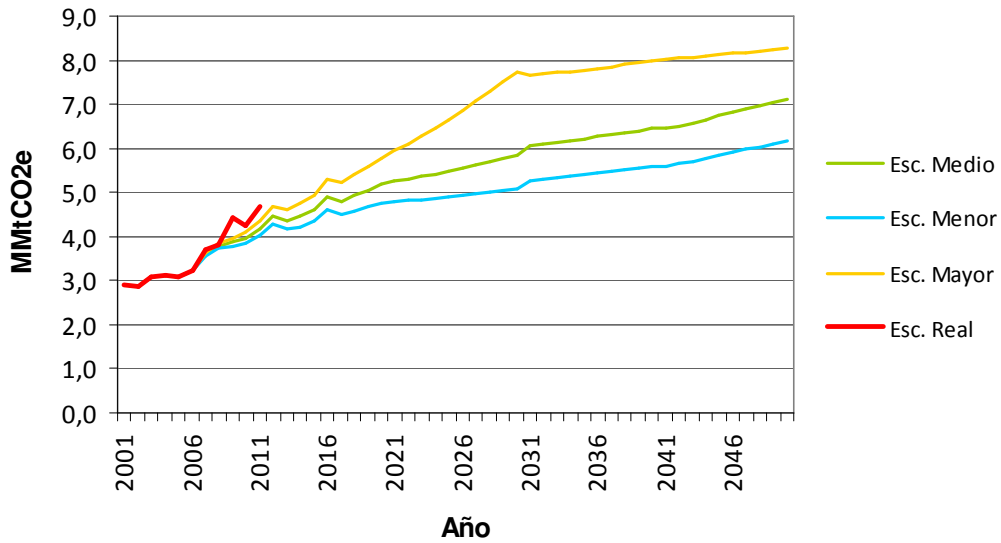
Para el resto de los sectores, considerando que el consumo energético de todos ellos fue proyectado mediante funciones econométricas que utilizaban como driver el PIB Nacional, se utilizó el PIB Nacional real de los años 2007 a 2011, obtenido del Banco Central de Chile. A su vez, se consideraron los datos de consumo energético total histórico, reportado en el BNE de 2007 a 2011.

Las emisiones generadas por la combustión de cada energético consumido en cada sector, se obtienen amplificando el consumo de cada energético por su respectivo factor de emisión. Los factores de emisión fueron obtenidos de las Directrices del IPCC²⁰ de 2006, y se presentan en el *Anexo B* del presente documento.

La diferencia entre las emisiones proyectadas y las estimadas a partir de datos reales de los años 2007 a 2011, pueden visualizarse en las siguientes figuras.

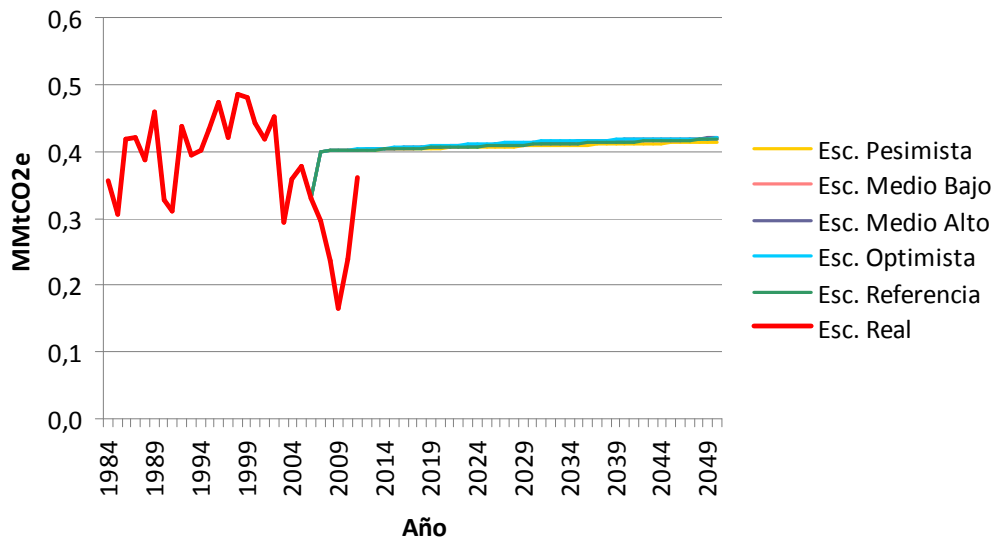
²⁰ Intergovernmental Panel on Climate Change.

Figura 47: Proyección de emisiones v/s emisiones estimadas a partir de datos reales, Sector Cobre



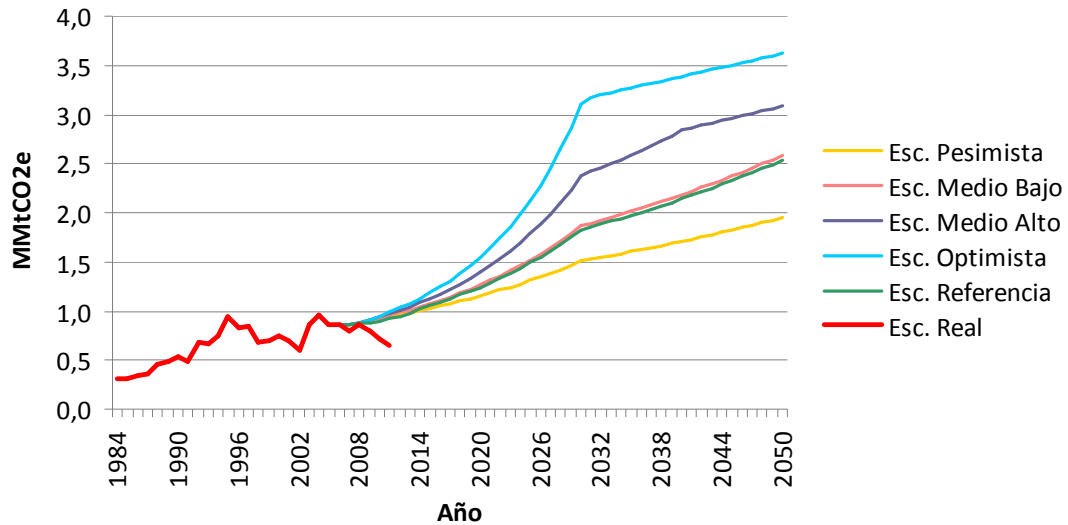
Fuente: Elaboración propia.

Figura 48: Proyección de emisiones v/s emisiones estimadas a partir de datos reales, Sector Azúcar



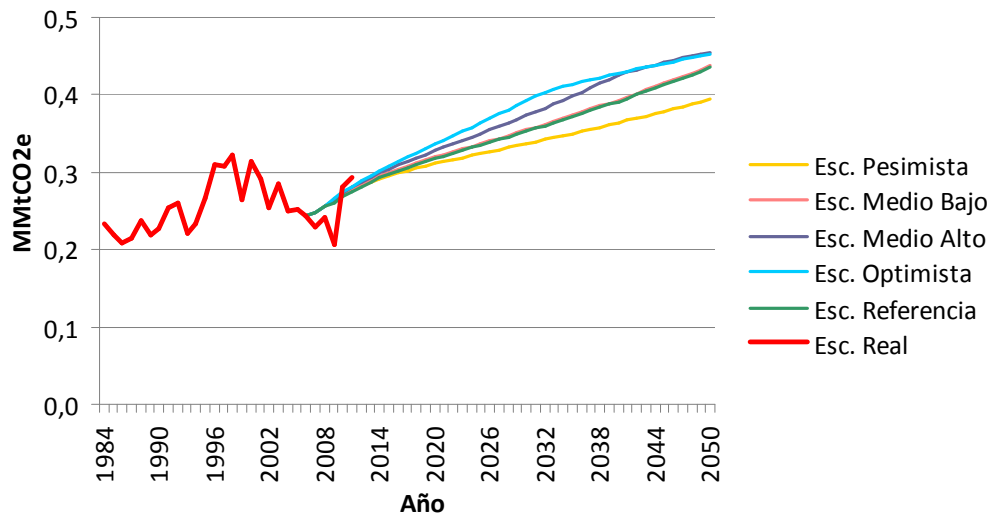
Fuente: Elaboración propia.

Figura 49: Proyección de emisiones v/s emisiones estimadas a partir de datos reales, Sector Cemento



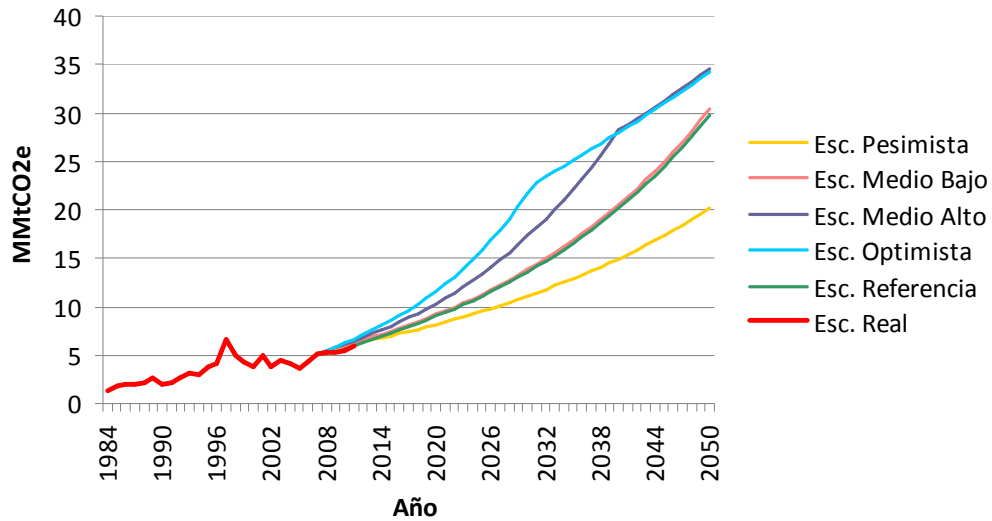
Fuente: Elaboración propia.

Figura 50: Proyección de emisiones v/s emisiones estimadas a partir de datos reales, Sector Hierro



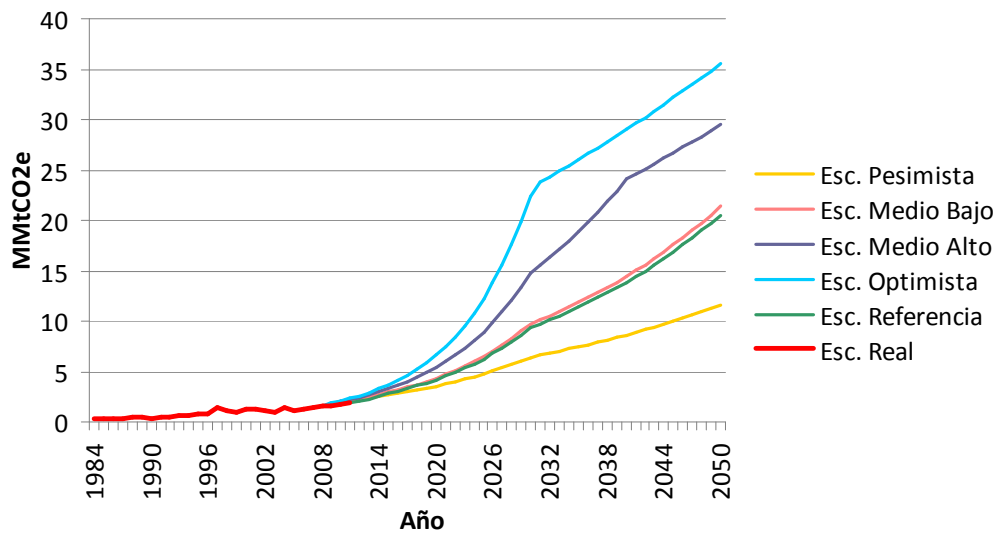
Fuente: Elaboración propia.

Figura 51: Proyección de emisiones v/s emisiones estimadas a partir de datos reales, Sector Industrias varias



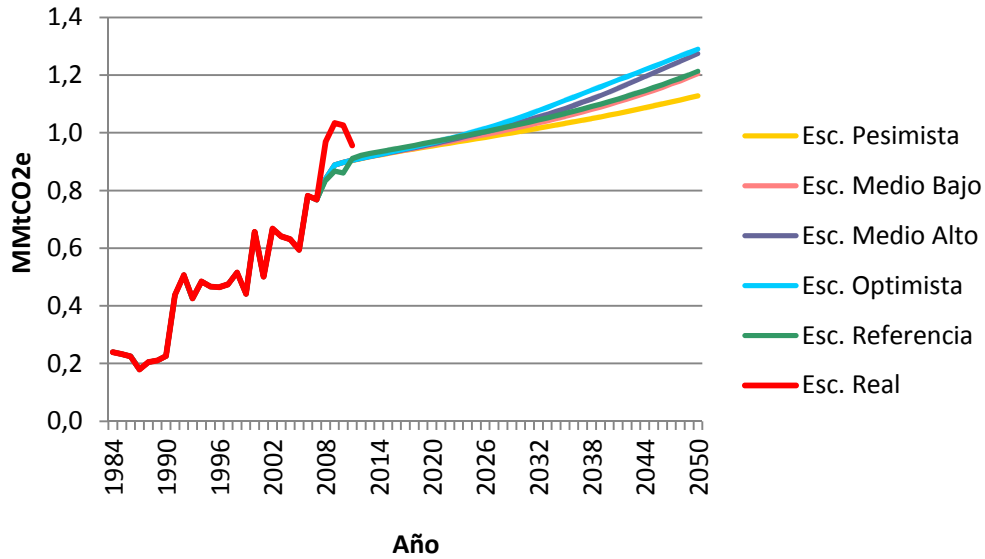
Fuente: Elaboración propia.

Figura 52: Proyección de emisiones v/s emisiones estimadas a partir de datos reales, Sector Minas varias



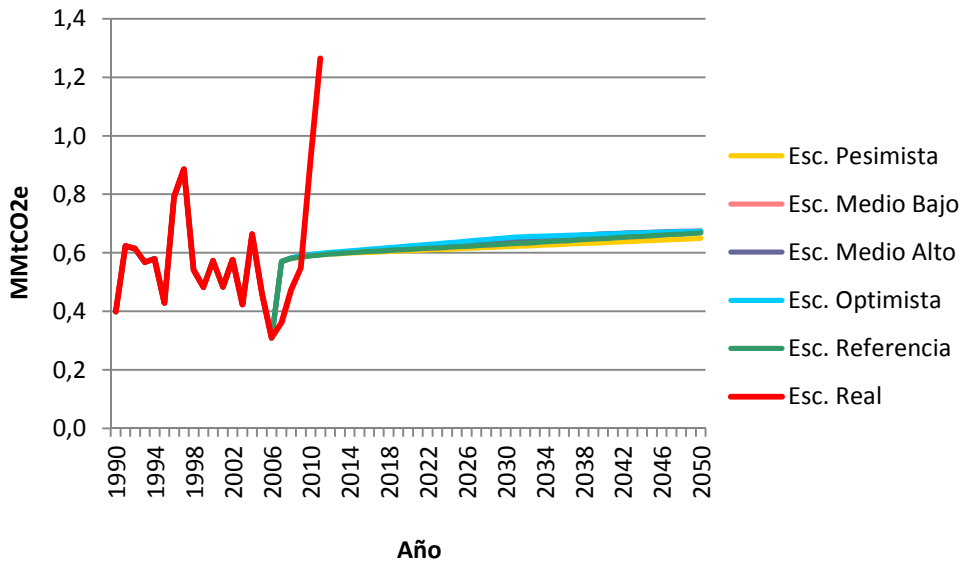
Fuente: Elaboración propia.

Figura 53: Proyección de emisiones v/s emisiones estimadas a partir de datos reales, Sector Papel y celulosa



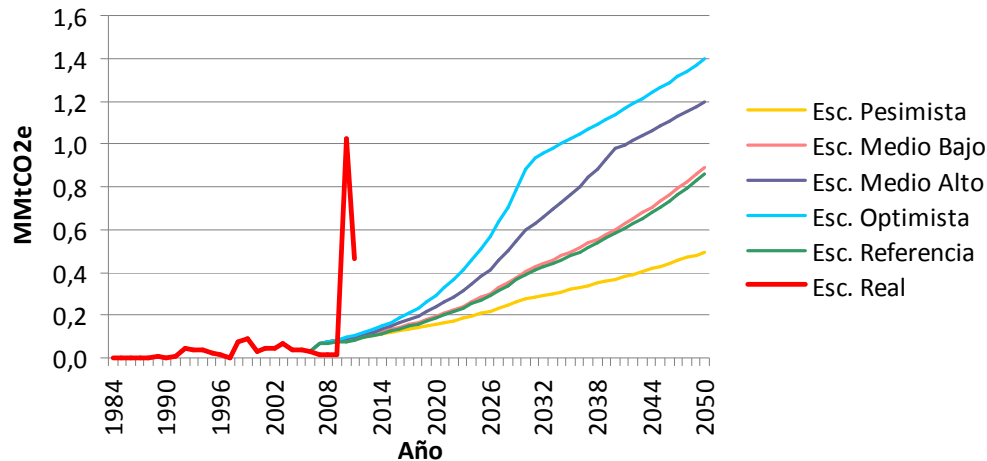
Fuente: Elaboración propia.

Figura 54: Proyección de emisiones v/s emisiones estimadas a partir de datos reales, Sector Pesca



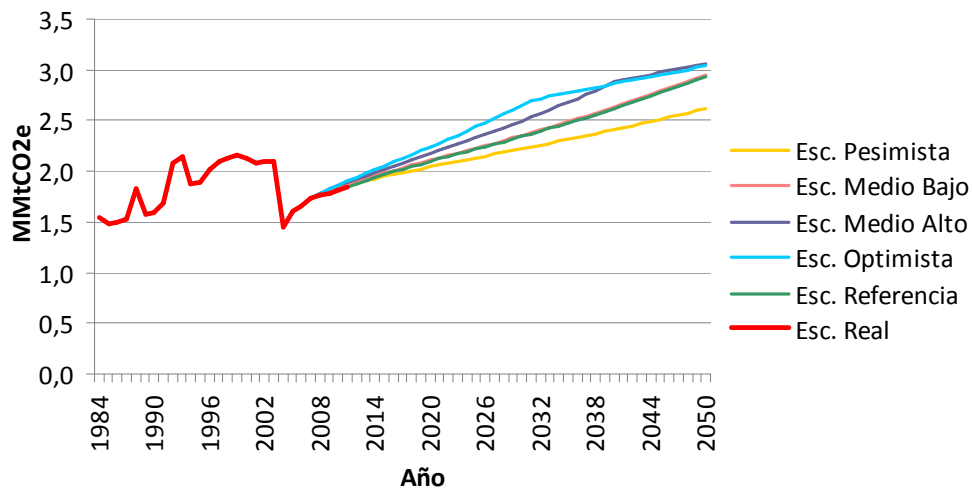
Fuente: Elaboración propia.

Figura 55: Proyección de emisiones v/s emisiones estimadas a partir de datos reales, Sector Petroquímica²¹



Fuente: Elaboración propia.

Figura 56: Proyección de emisiones v/s emisiones estimadas a partir de datos reales, Sector Siderurgia



Fuente: Elaboración propia.

²¹ El consumo de gas refinera reportado por el BNE para el año 2010 fue ajustado, ya que dicho valor no es consistente con la tendencia histórica mostrada por ese combustible en el sector petroquímica. El valor reportado por el BNE es 2.232,24 Tcal/año, y se asumió que este corresponde a 2,23224 Tcal/año.

Para mayor entendimiento, en las siguientes tablas, se establece un comparativo, para los años 2007 a 2011, entre las emisiones de GEI y consumo energético, obtenidos al utilizar el mismo método de proyección, pero considerando por una parte el PIB Nacional de referencia como driver, y por otra el PIB Nacional real del Banco Central de Chile y consumo energético del BNE, para cada sector que compone el sector Industrial y Minero.

Tabla 6: Emisiones de GEI proyectadas v/s reales, período 2007 – 2011 (MMtCO₂e/año)

	Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e/año)							
	Cobre				Azúcar			
	Proyección			A partir de datos reales	Proyección			A partir de datos reales
	Esc. Menor	Esc. Medio	Esc. Mayor		Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista	
2007	3,57	3,60	3,63	3,68	0,38	0,38	0,38	0,3
2008	3,72	3,78	3,84	3,83	0,40	0,40	0,40	0,24
2009	3,79	3,87	3,97	4,43	0,40	0,40	0,40	0,16
2010	3,85	3,97	4,10	4,23	0,40	0,40	0,40	0,24
2011	4,03	4,17	4,35	4,67	0,40	0,40	0,40	0,36

	Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e/año)							
	Cemento				Hierro			
	Proyección			A partir de datos reales	Proyección			A partir de datos reales
	Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista		Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista	
2007	0,86	0,86	0,86	0,8	0,25	0,25	0,25	0,23
2008	0,88	0,87	0,88	0,86	0,26	0,26	0,26	0,24
2009	0,90	0,87	0,92	0,8	0,26	0,26	0,27	0,21
2010	0,92	0,89	0,95	0,71	0,27	0,27	0,27	0,28
2011	0,94	0,92	0,99	0,65	0,28	0,28	0,28	0,29

	Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e/año)							
	Industrias varias				Minas varias			
	Proyección			A partir de datos reales	Proyección			A partir de datos reales
	Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista		Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista	
2007	5,13	5,10	5,13	5,09	1,47	1,46	1,47	1,46
2008	5,49	5,38	5,49	5,34	1,61	1,57	1,61	1,57
2009	5,72	5,36	5,88	5,29	1,78	1,64	1,83	1,64
2010	5,95	5,67	6,28	5,56	1,92	1,76	2,06	1,76
2011	6,16	5,98	6,69	5,94	2,06	1,92	2,32	1,93

	Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e/año)							
	Papel y celulosa				Pesca			
	Proyección			A partir de datos reales	Proyección			A partir de datos reales
	Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista		Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista	
2007	0,77	0,77	0,77	0,77	0,57	0,57	0,57	0,36
2008	0,84	0,83	0,84	0,97	0,58	0,58	0,58	0,47
2009	0,89	0,87	0,89	1,03	0,59	0,58	0,59	0,55
2010	0,90	0,86	0,90	1,03	0,59	0,59	0,59	0,92
2011	0,90	0,91	0,90	0,96	0,59	0,59	0,60	1,26

Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e/año)								
	Petroquímica				Siderurgia			
	Proyección			A partir de datos reales	Proyección			A partir de datos reales
	Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista		Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista	
2007	0,06	0,06	0,06	0,02	1,74	1,73	1,74	1,73
2008	0,07	0,07	0,07	0,02	1,78	1,77	1,78	1,77
2009	0,08	0,07	0,08	0,01	1,81	1,78	1,83	1,78
2010	0,09	0,08	0,09	1,02	1,84	1,82	1,87	1,82
2011	0,09	0,09	0,11	0,46	1,86	1,85	1,91	1,85

Fuente: Elaboración propia. El proceso de estimación de emisiones a partir de datos reales, se detalla en la Sección 7.5.

Tabla 7: Consumo energético proyectado v/s real, período 2007 – 2011 (Tcal/año)

Consumo energético (Tcal/año)								
	Cobre				Azúcar			
	Proyección			A partir de datos reales	Proyección			A partir de datos reales
	Esc. Menor	Esc. Medio	Esc. Mayor		Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista	
2007	27.570	27.751	27.928	27.317	1.093	1.093	1.093	856
2008	29.063	29.445	29.820	27.903	1.130	1.130	1.130	681
2009	29.854	30.440	31.019	30.768	1.141	1.139	1.141	476
2010	30.903	31.724	32.544	30.307	1.144	1.143	1.145	678
2011	32.688	33.757	34.833	32.442	1.146	1.145	1.148	1.018

Consumo energético (Tcal/año)								
	Cemento				Hierro			
	Proyección			A partir de datos reales	Proyección			A partir de datos reales
	Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista		Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista	
2007	2.916	2.906	2.916	2.755	980	979	980	899
2008	2.974	2.938	2.974	2.885	1.013	1.009	1.013	947
2009	3.025	2.911	3.070	2.720	1.040	1.027	1.046	799
2010	3.081	2.973	3.188	2.482	1.065	1.054	1.077	1.115
2011	3.144	3.062	3.324	2.328	1.087	1.079	1.106	1.164

Consumo energético (Tcal/año)								
	Industrias varias				Minas varias			
	Proyección			A partir de datos reales	Proyección			A partir de datos reales
	Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista		Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista	
2007	30.548	30.376	30.548	30.348	6.158	6.103	6.158	6.103
2008	32.610	31.975	32.610	31.886	6.752	6.591	6.752	6.589
2009	34.015	31.973	34.854	31.781	7.343	6.795	7.555	6.793
2010	35.296	33.491	37.223	33.209	7.869	7.275	8.424	7.272
2011	36.543	35.233	39.743	35.236	8.368	7.858	9.381	7.910

Consumo energético (Tcal/año)	
Papel y celulosa	Pesca

	Proyección			A partir de datos reales	Proyección			A partir de datos reales
	Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista		Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista	
2007	14.909	14.902	14.909	18.762	1.987	1.985	1.987	1.312
2008	14.972	14.916	14.972	19.410	2.001	1.995	2.001	1.648
2009	15.328	15.167	15.342	19.868	2.009	1.991	2.017	1.868
2010	15.701	15.499	15.747	16.681	2.017	2.004	2.033	3.088
2011	16.128	16.054	16.228	19.380	2.026	2.018	2.050	4.211

Consumo energético (Tcal/año)									
	Petroquímica				A partir de datos reales	Siderurgia			A partir de datos reales
	Proyección			Proyección					
	Esc. Pesimista	Esc. Referencia	Esc. Optimista	Esc. Pesimista		Esc. Referencia	Esc. Optimista		
2007	736	734	736	518	4.147	4.140	4.147	4.140	
2008	790	779	790	482	4.291	4.264	4.291	4.263	
2009	828	792	841	434	4.391	4.304	4.425	4.304	
2010	858	821	894	4.150	4.475	4.401	4.552	4.401	
2011	887	856	949	2.358	4.550	4.495	4.674	4.504	

Fuente: Elaboración propia. El proceso de estimación de consumo energético a partir de datos reales, se detalla en la *Sección 7.5*.

Como se puede observar en los gráficos anteriores, los sectores que presentan mayor diferencia entre las emisiones de GEI proyectadas y reales, pese a que se utiliza el mismo método de proyección, son petroquímica y pesca, obteniéndose en la proyección una generación de emisiones de GEI inferior a lo realmente emitido entre 2007 y 2011.

En lo que se refiere a consumo energético, los sectores azúcar, cemento, hierro y papel y celulosa presentan una gran diferencia entre los valores reales y proyectados. Si bien papel y celulosa presenta grandes diferencias en el consumo energético proyectado y real, esto no se refleja en las emisiones de GEI, puesto que es un sector altamente consumidor de leña y electricidad.

El sector petroquímica y pesca pese a mostrar similitud en el consumo energético y emisiones de GEI generadas entre 2007 y 2009, en 2010 y 2011, mostraron una gran diferencia entre los valores reales y proyectados. Esto se debe, en el caso del sector petroquímica, a un excesivo aumento en el consumo de gas natural a partir del año 2010, de acuerdo a lo reportado por en el BNE. A su vez, en el sector pesca, se observa también un aumento considerable desde 2010, en el consumo de petróleo combustible y diesel, presentado en el BNE.

7.6. ANÁLISIS DE PROYECCIÓN DE EMISIONES DE GEI, AÑOS 2020, 2030 Y 2050

A continuación se detallan los resultados de la proyección de emisiones de GEI, para los años 2020, 2030 y 2050.

Tabla 8: Proyección de emisiones de GEI por uso energético (MMtCO₂e/año)²²

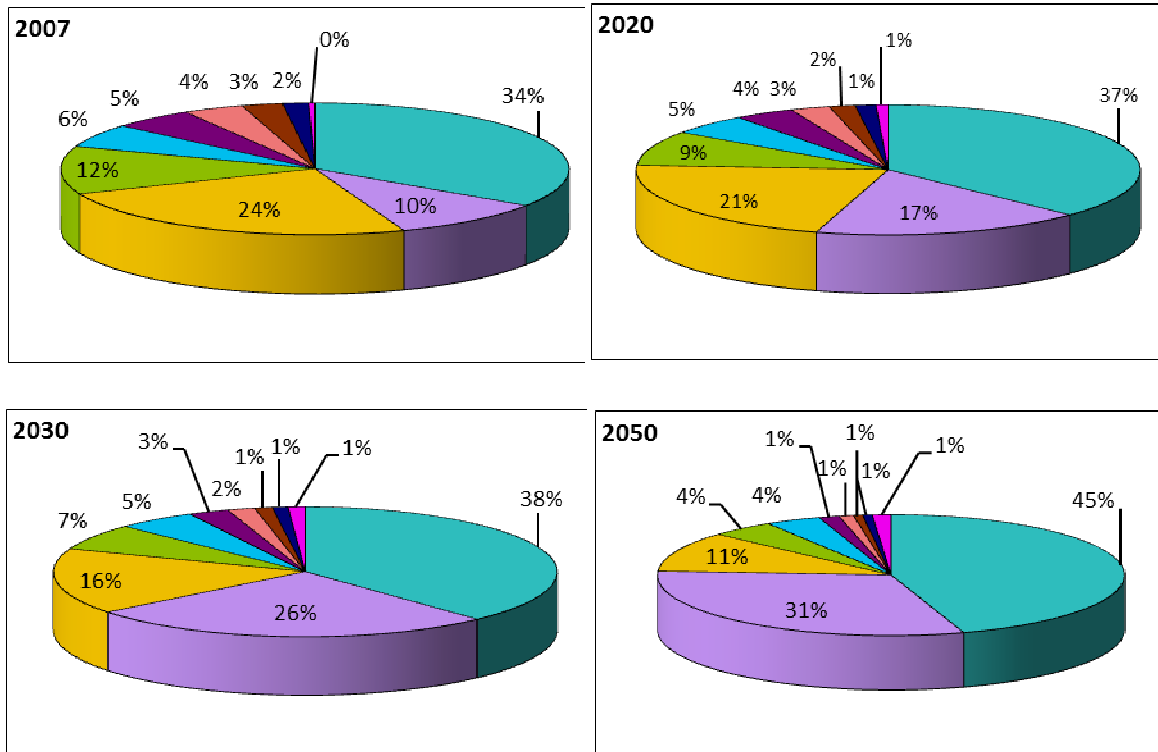
Emisiones por uso energético (MMtCO ₂ e/año)				
	2007	2020	2030	2050
Industrias varias	5,10	9,02	13,59	29,78
Minas varias	1,46	4,20	9,37	20,53
Cobre	3,60	5,19	5,86	7,12
Siderurgia	1,73	2,10	2,34	2,94
Cemento	0,86	1,24	1,83	2,54
Papel y celulosa	0,77	0,97	1,03	1,21
Pesca	0,57	0,61	0,63	0,67
Azúcar	0,38	0,41	0,41	0,42
Hierro	0,25	0,32	0,35	0,44
Petroquímica	0,06	0,19	0,39	0,86
Total	14,76	24,24	35,80	66,50

Fuente: Elaboración propia.

La participación que tiene cada uno de los sectores que componen el sector Industrial y Minero, en la generación de emisiones de GEI por uso energético, en el tiempo, se presenta en la siguiente figura.

²² Proyección de emisiones de GEI considerando el escenario medio en el caso del cobre, y escenario de referencia para el resto de los sectores.

Figura 57: Participación de cada subsector del sector Industrial y Minero en la proyección de emisiones de GEI totales, generadas por uso energético²³



- Industrias varias
- Minas varias
- Cobre
- Siderurgia
- Cemento
- Papel y celulosa
- Pesca
- Azúcar
- Hierro
- Petroquímica

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa en la tabla y figura anterior, en el sector Industrial y Minero, aumentarán las emisiones de GEI generadas por uso energético, en el tiempo, siendo

²³ Se considera el escenario medio en el caso del cobre, y escenario de referencia para el resto de los sectores.

industrias varias, minas varias y cobre los sectores que generarían mayor cantidad de emisiones de GEI. La participación de los sectores industrias varias y minas varias en la generación de emisiones totales aumentará año a año. La participación del sector cobre por su parte, conforme transcurra el tiempo, se espera que vaya disminuyendo.

El detalle para los años 2007, 2020, 2030 y 2050, de las emisiones de GEI proyectadas, asociadas a procesos industriales del sector cemento y siderurgia, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 9: Proyección de emisiones de GEI por procesos industriales (MMtCO₂e/año) ²⁴

Emisiones por procesos industriales (MMtCO ₂ e/año)				
	2007	2020	2030	2050
Siderurgia	2,16	2,78	3,38	4,98
Cemento	2,81	5,31	8,95	13,07
Total	4,97	8,09	12,33	18,05

Fuente: Elaboración propia.

El sector cemento lideraría la generación de emisiones de GEI por procesos industriales, aumentando en un 219% al año 2030 con respecto al año 2007, y en un 366% al año 2050, con respecto al año 2007. Las emisiones por procesos industriales del sector siderurgia en tanto, crecerían en un 56% en el año 2030, con respecto al 2007, y en un 130% en el 2050, con respecto al mismo año.

Finalmente, el resultado de la proyección de emisiones de GEI del sector industrial, tanto por uso energético, como por proceso industrial, se presenta, para los años 2007, 2020, 2030 y 2050 en la siguiente tabla.

Tabla 10: Proyección de emisiones de GEI generadas por el sector Industrial y Minero (MMtCO₂e/año) ²⁵

Emisiones totales proyectadas (MMtCO ₂ e/año)				
	2007	2020	2030	2050
Total	19,73	32,33	48,13	84,55

Fuente: Elaboración propia.

Al año 2020 se espera que las emisiones de GEI del sector Industrial y Minero, aumenten en un 64% con respecto al año 2007; en el año 2030 se espera que éstas aumenten en

²⁴ Proyección de emisiones de GEI considerando el escenario de referencia para ambos sectores.

²⁵ Se considera el escenario medio en el caso del cobre, y escenario de referencia para el resto de los sectores.

144% en comparación con el año 2007. Finalmente, en el año 2050, se espera que el sector genere 84,55 Millones de toneladas de CO₂e, es decir, un 328% más que en el año 2007.

Durante todo el período de proyección (2007 – 2050), se espera que las emisiones de GEI por uso energético del sector Industrial y Minero, superen la generación de emisiones de GEI por uso industrial. El 75% en 2007, 75% en 2020, 74% en 2030 y 79% en 2050, de las emisiones de GEI se generarían por el uso de energía; mientras que los procesos industriales generarían en 2007, 2020, 2030 y 2050, un 25%, 25%, 26% y 21% de la emisiones, respectivamente.

En base a los escenarios considerados en el presente estudio, se estableció una comparación considerando tres niveles de generación de emisiones de GEI. En la siguiente tabla, se presenta la generación de emisiones del Sector Industrial y Minero, incluyendo emisiones por uso energético y por procesos industriales, bajo tres escenarios.

Tabla 11: Proyección de emisiones de GEI generadas por el sector Industrial y Minero considerando un escenario pesimista, de referencia y optimista (MMtCO₂e/año)²⁶

Emisiones totales proyectadas (MMtCO ₂ e/año)				
	2007	2020	2030	2050
Escenario Pesimista	19,79	29,44	38,96	58,88
Escenario Referencia	19,73	32,33	48,13	84,55
Escenario Optimista	19,98	40,99	81,66	113,87

Fuente: Elaboración propia.

Bajo un escenario de crecimiento económico optimista del Sector Industrial y Minero, se espera que se generen en el año 2050, 113,87 millones de t, prácticamente el doble de las emisiones proyectadas en un escenario de crecimiento pesimista.

El Sector Industrial y Minero, considerando un escenario pesimista, generaría 58,88 millones de t en 2050

²⁶ Para el caso del cobre se consideran las emisiones proyectadas bajo el escenario menor, medio y mayor, de acuerdo a la siguiente equivalencia: menor = pesimista, medio = referencia y mayor = optimista.

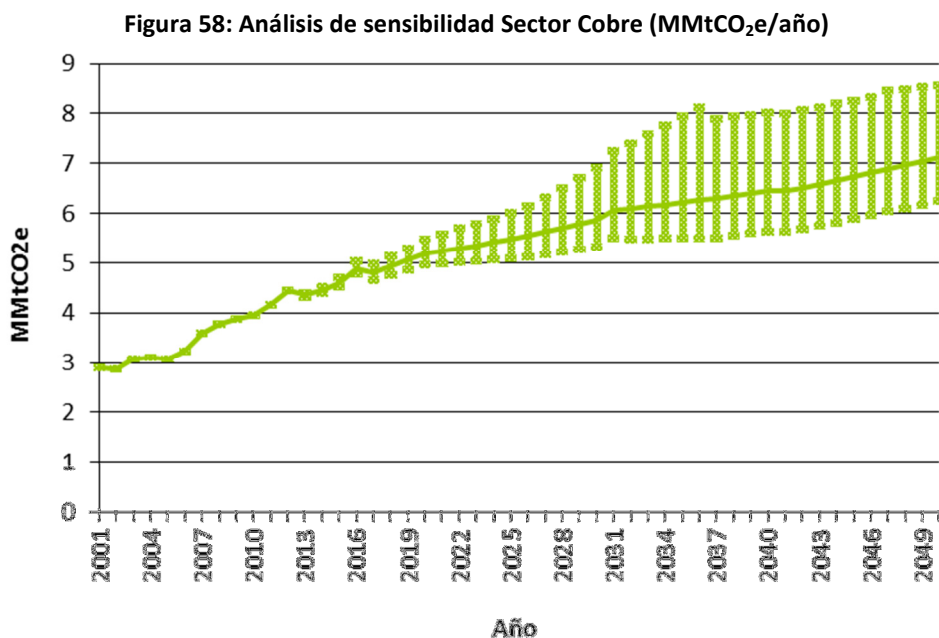
7.7. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

7.7.1 SECTOR COBRE

Este análisis busca sensibilizar el escenario de crecimiento esperado, es decir, el de referencia o medio, con el resto de los escenarios considerados en la proyección de emisiones de GEI hasta el año 2050.

Los escenarios son imágenes alternativas de lo que podría acontecer en el futuro, y constituyen un instrumento apropiado para explorar cambios importantes en las tendencias. A su vez, permiten incluir la incertidumbre asociada a cierta proyección.

En el sector cobre, se sensibilizó el escenario medio, con respecto al escenario menor y mayor, tal como se presenta en la siguiente figura.



Fuente: Elaboración propia.

7.7.1.1. SENSIBILIZACIÓN ADICIONAL

De acuerdo a lo señalado en la sección 5.1. “Proyección de consumo energético, sector cobre”, la proyección de consumo energético del sector cobre, y a su vez, la proyección de emisiones de GEI, depende de coeficientes unitarios y producción de cobre en el

tiempo. Los coeficientes unitarios por su parte, ya fueron sensibilizados, considerándose tres escenarios de crecimiento de éstos en el tiempo; escenario menor, medio y mayor.

La producción de cobre en el tiempo, es sensibilizada a continuación, evaluando alternativas de proyección de PIB mundial, producción de cobre mundial y producción cobre nacional, de manera de analizar los efectos que se generan, en el consumo energético y emisiones de GEI, cuando alguno de estos factores se comporta de manera diferente al escenario presentado anteriormente.

A continuación se especifican las alternativas de proyección de PIB mundial, producción de cobre mundial y producción de cobre nacional.

Métodos de proyección de PIB Mundial

La metodología de proyección del PIB mundial considerada en el presente estudio, la cual se describe en detalle en la *sección 5.1.1.*, se considera como el método de proyección 1. En tanto, el método 2 de proyección de PIB mundial, corresponde a la proyección del PIB histórico mundial mediante la utilización de tasas de crecimiento de “IPCC SRES Emissions Scenarios - Version 1.1” (July, 2000), específicamente del escenario “World - A2 AIM”, para el cual se presentan las siguientes tasas de crecimiento de PIB Mundial:

- 2000-2010: 2,383%
- 2010-2020: 2,366%
- 2020-2030: 2,352%
- 2030-2040: 2,351%
- 2040-2050: 2,351%

Métodos de proyección de producción de cobre mundial

Para proyectar la producción de cobre mundial se emplearon dos métodos. Uno de ellos considera proyectar en base a intensidad anual, la cual se proyecta previamente mediante tasas. Dichas tasas de variación, se estiman en base al comportamiento histórico de la intensidad (Producción mundial/PIB mundial). Este método es el utilizado en los resultados anteriormente descritos.

Un segundo método de proyección de producción de cobre mundial, contempla la utilización de un modelo econométrico, el cual dependa del precio del cobre y del PIB mundial. Para ello se utilizó el precio del cobre deflactado a dólares de 2006, presentado en el “Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales, 1987 – 2006”, elaborado por COCHILCO. La función econométrica utilizada es:

$$LN[Pr odmundial] = -1,96139 - 0,0442008 \times LN[Pr eciocobre] + 1,1218 \times LN[PIBmundial]$$

De acuerdo con la lectura estadística que puede hacerse a esta regresión, y puesto que el valor-P es menor que 0,05 para ambas variables, puede desprenderse que existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%. Sin perjuicio de lo anterior, y considerando que el valor-P de la variable “precio” es 0,0385, se decidió efectuar sensibilidades respecto de esta variable, modificando el precio del cobre, con la finalidad de evaluar el impacto que esta variable generaba en la producción mundial proyectada al 2050. Como precio base, se consideró que en 2050 el precio del cobre alcanzaría los 200 Centavos dólar/lb. La prueba arrojó lo siguiente:

- **Si el precio del cobre fuese 250 Centavos dólar/lb en 2050, la producción mundial sería un 1% menor que la obtenida con el precio base.**
- Si el precio del cobre fuese 500 Centavos dólar/lb en 2050, la producción mundial sería un 4% menor que la obtenida con el precio base.
- Si el precio del cobre fuese 750 Centavos dólar/lb en 2050, la producción mundial sería un 6% menor que la obtenida con el precio base.
- Si el precio del cobre fuese 1.000 Centavos dólar/lb en 2050, la producción mundial sería un 7% menor que la obtenida con el precio base.
- Si el precio del cobre fuese menor al precio base, igual a 100 Centavos dólar/lb, la producción mundial sería un 3% mayor que la obtenida con el precio base.
- **Si el precio del cobre fuese menor al precio base, igual a 150 Centavos dólar/lb, la producción mundial sería un 1% mayor que la obtenida con el precio base.**

Por lo tanto esta variable, y muy especialmente en el rango de precio 150 – 250 centavos dólar/lb, no genera un alza o disminución significativa en la producción mundial.

Métodos de proyección de producción de cobre nacional

Mediante tasas de participación de producción de cobre nacional, en la producción de cobre mundial en el tiempo, es posible obtener la proyección de cobre nacional. En el presente estudio, tal como se explica en la *Sección 5.1.3.*, se considera la siguiente participación:

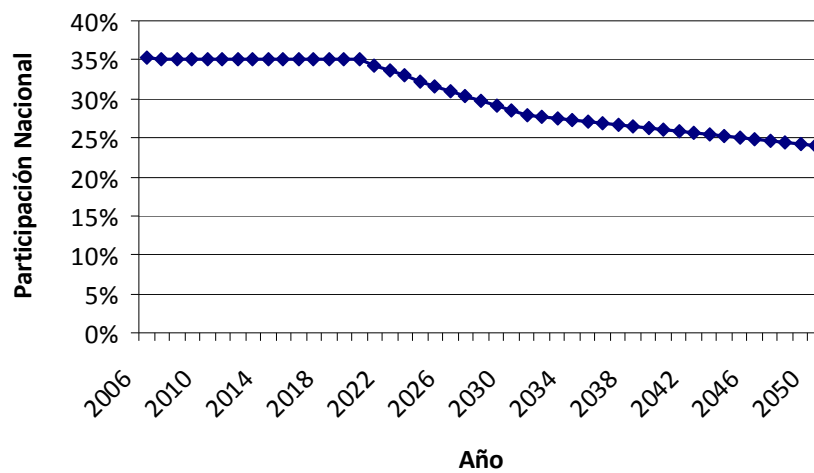
- 2006: 35%
- 2007: 35%
- 2020: 35%
- 2030: 30%
- 2040: 28%
- 2050: 27%

Claramente estos valores pueden variar en el tiempo, por lo cual se considera además una tasa de participación 2, de manera de analizar cómo afecta esta variable a la producción nacional de cobre, y por ende, el consumo energético y emisiones de GEI.

- 2006: 35%
- 2007: 35%
- 2020: 35%
- 2030: 28%
- 2040: 26%
- 2050: 24%

La distribución de dichas tasas de participación se presenta en la siguiente figura.

Figura 59: Tasa de Participación 2 de producción cobre nacional en la producción de cobre mundial en el tiempo²⁷



Fuente: Elaboración propia en base a datos históricos de producción de cobre nacional e internacional de COCHILCO.

En base a todas las sensibilizaciones anteriores, y considerando en todos los casos el escenario de coeficientes unitarios medio, es posible generar ocho escenarios de proyección de producción de cobre nacional, los cuales se presentan en la siguiente figura.

²⁷ El detalle de la participación de producción de cobre nacional en la producción mundial, proyectada, se presenta en el Anexo E.1.

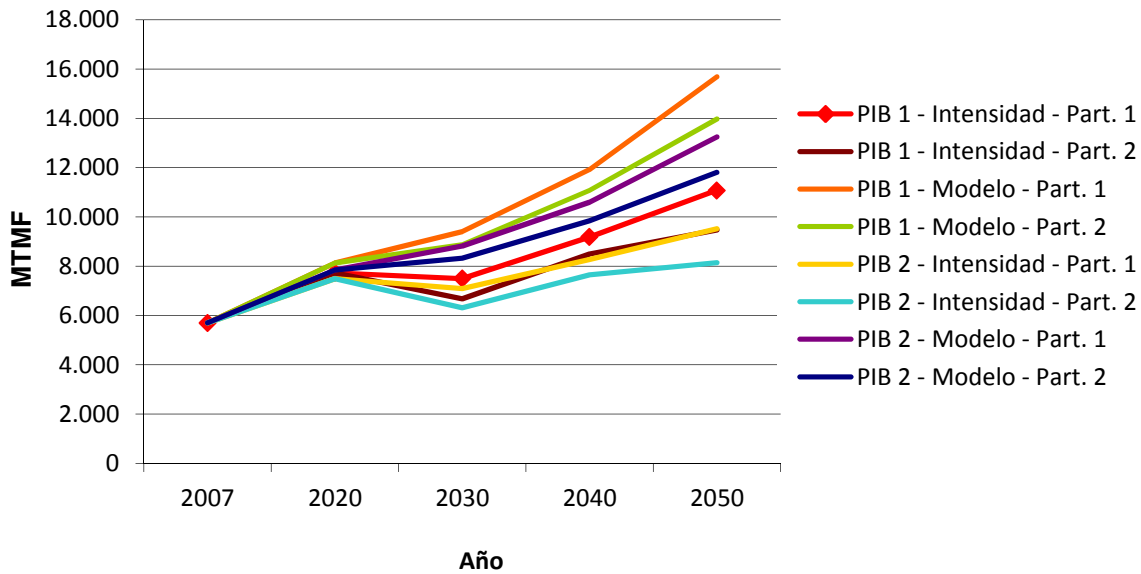
Figura 60: Escenarios de proyección de producción de cobre



Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la sensibilización de diversas variables, fue posible obtener ocho escenarios de producción de cobre nacional, los cuales se presentan en las siguientes figuras.

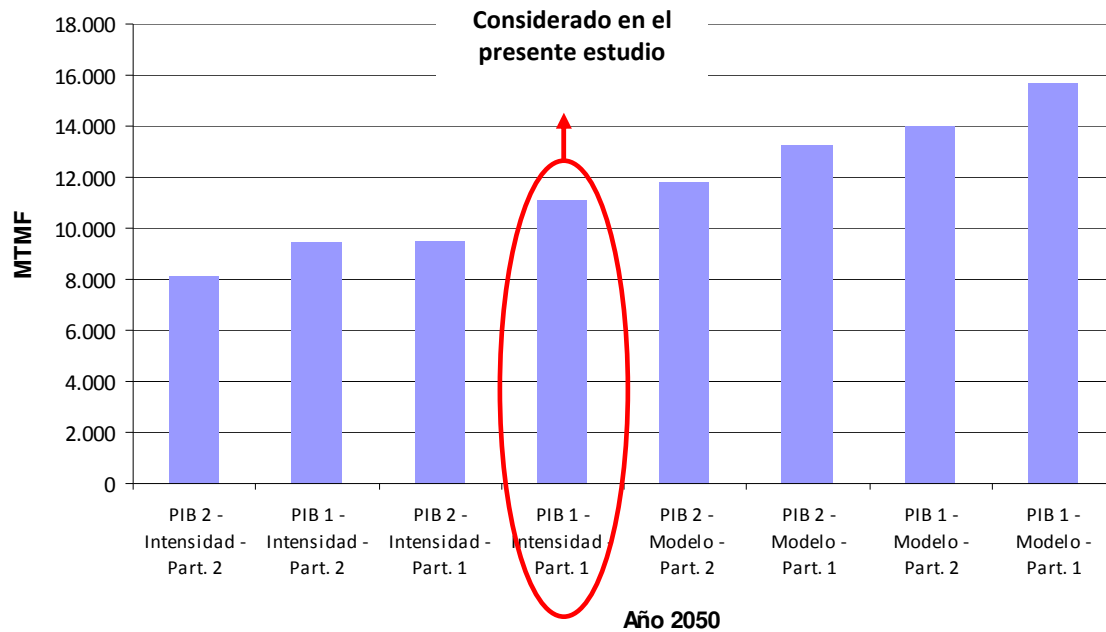
Figura 61: Proyección de producción nacional de cobre considerando ocho escenarios



Fuente: Elaboración propia

Del gráfico anterior, se desprende que la proyección de cobre nacional considerada en el presente estudio (línea en color rojo con rombos), se encuentra entre los valores obtenidos mediante otros métodos de proyección, siendo los casos de proyección de producción de cobre mundial mediante modelo econométrico dependiente del PIB mundial y precio, los que proyectan un mayor crecimiento de la producción de cobre nacional, lo cual se puede visualizar en la siguiente figura y tabla.

Figura 62: Producción de cobre nacional en el año 2050 considerando ocho escenarios



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Producción de cobre en el tiempo, considerando ocho escenarios de proyección y coeficientes unitarios de escenario medio

Escenario	Producción (MTMF/año)					
	2007	2020	2030	2040	2050	Acumulada
PIB 1 - Intensidad - Part. 1	5.702	7.733	7.499	9.185	11.072	357.645
PIB 1 - Intensidad - Part. 2	5.702	7.733	6.676	8.491	9.463	335.328
PIB 1 - Modelo - Part. 1	5.702	8.135	9.400	11.925	15.686	429.922
PIB 1 - Modelo - Part. 2	5.702	8.135	8.869	11.077	13.975	406.758
PIB 2 - Intensidad - Part. 1	5.702	7.493	7.089	8.272	9.525	334.326
PIB 2 - Intensidad - Part. 2	5.702	7.493	6.311	7.647	8.141	314.156
PIB 2 - Modelo - Part. 1	5.702	7.852	8.825	10.604	13.250	396.147
PIB 2 - Modelo - Part. 2	5.702	7.852	8.327	9.849	11.804	375.583

Fuente: Elaboración propia

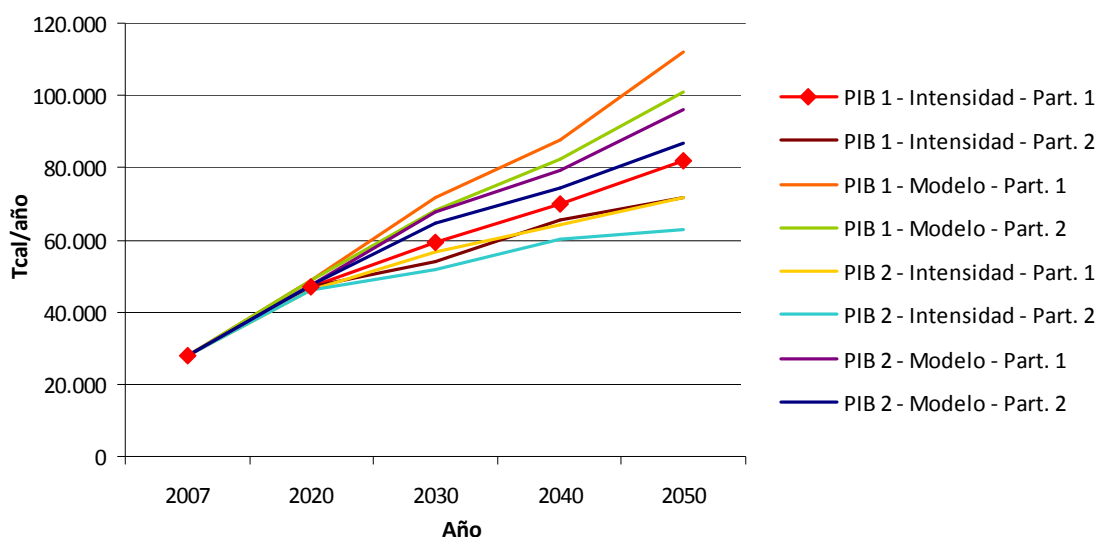
De acuerdo a lo relatado en la *Sección 4.2* del presente estudio, las reservas de cobre identificadas en Chile a principios de 2007 correspondían a 360.000 MTMF. En 2050 se espera que se consuman todas las reservas de cobre conocidas a principios del año 2007, como factibles de explotar; sin perjuicio de que posterior a esa fecha se identifiquen nuevas reservas de cobre.

En la tabla anterior, se presenta la producción de cobre proyectada en cada escenario, y la acumulada entre 2007 y 2050. Al analizar la producción de cobre acumulada, es posible detectar que el escenario considerado en el presente estudio es el que se asemeja mayoritariamente a las reservas de cobre en Chile identificadas a principios del año 2007, iguales a 360.000 MTMF.

En base a los ocho escenarios de proyección de producción de cobre nacional, es posible, obtener ocho curvas de proyección de consumo energético del sector cobre, las cuales se presentan a continuación.

Cabe destacar, que para todos los escenarios de sensibilización adicional, en los cuales se determinaron diferentes alternativas de proyección de producción nacional de cobre, se utilizan coeficientes unitarios bajo el escenario medio de crecimiento, para obtener el consumo energético.

Figura 63: Consumo energético en el tiempo, considerando ocho escenarios de proyección de producción de cobre nacional y coeficientes unitarios de escenario medio



Fuente: Elaboración propia

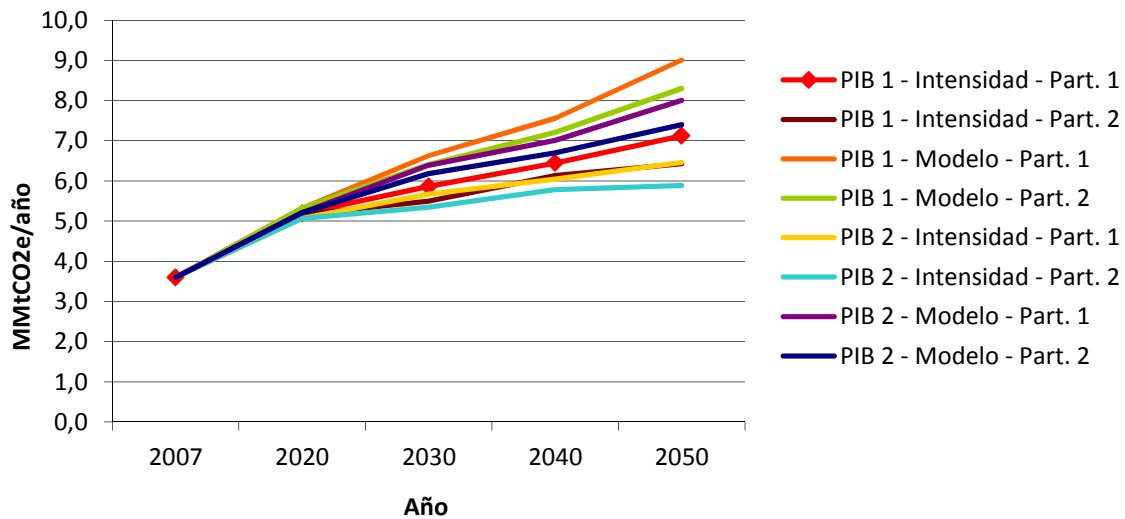
Tabla 13: Consumo energético en el tiempo, considerando ocho escenarios de proyección de producción de cobre nacional y coeficientes unitarios de escenario medio

Escenario	Consumo energético (Tcal/año)				
	2007	2020	2030	2040	2050
PIB 1 - Intensidad - Part. 1	27.751	47.180	59.552	70.184	82.140
PIB 1 - Intensidad - Part. 2	27.751	46.992	54.027	65.493	71.516
PIB 1 - Modelo - Part. 1	27.751	48.919	71.689	87.760	111.868
PIB 1 - Modelo - Part. 2	27.751	48.919	68.246	82.260	100.769
PIB 2 - Intensidad - Part. 1	27.751	45.840	56.705	64.074	71.919
PIB 2 - Intensidad - Part. 2	27.751	45.840	51.659	60.020	62.945
PIB 2 - Modelo - Part. 1	27.751	47.561	67.962	79.192	96.072
PIB 2 - Modelo - Part. 2	27.751	47.561	64.730	74.301	86.696

Fuente: Elaboración propia

A su vez, considerando ocho escenarios de proyección de producción de cobre nacional, se obtuvieron ocho curvas de proyección de emisiones de GEI, que se generarían por el uso energético del sector cobre, las cuales se presentan a continuación.

Figura 64: Emisiones de GEI en el tiempo, considerando ocho escenarios de proyección de producción de cobre nacional y coeficientes unitarios de escenario medio



Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Emisiones de GEI en el tiempo, considerando ocho escenarios de proyección de producción de cobre nacional y coeficientes unitarios de escenario medio

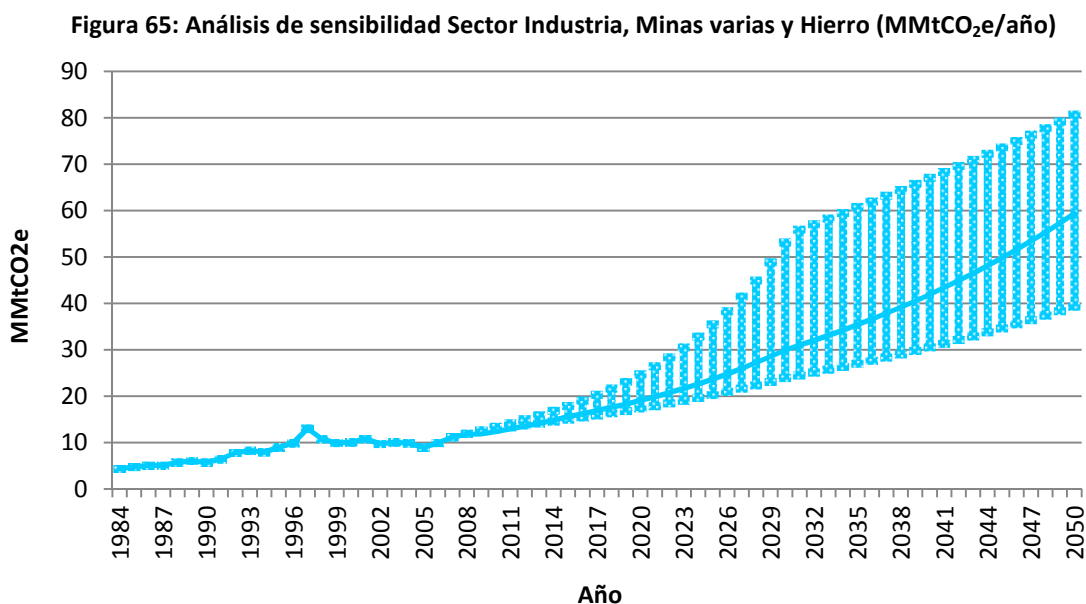
Escenario	Emisiones de GEI (MMtCO ₂ e /año)				
	2007	2020	2030	2040	2050
PIB 1 - Intensidad - Part. 1	3,6	5,2	5,9	6,4	7,1
PIB 1 - Intensidad - Part. 2	3,6	5,2	5,5	6,1	6,4
PIB 1 - Modelo - Part. 1	3,6	5,3	6,6	7,6	9,0
PIB 1 - Modelo - Part. 2	3,6	5,3	6,4	7,2	8,3
PIB 2 - Intensidad - Part. 1	3,6	5,1	5,7	6,1	6,5
PIB 2 - Intensidad - Part. 2	3,6	5,1	5,4	5,8	5,9
PIB 2 - Modelo - Part. 1	3,6	5,2	6,4	7,0	8,0
PIB 2 - Modelo - Part. 2	3,6	5,2	6,2	6,7	7,4

Fuente: Elaboración propia

Lógicamente, tal como se observa en los gráficos y tablas anteriores, los escenarios en los cuales se proyecta mayor producción de cobre en el tiempo, son los escenarios en los que se proyecta un mayor consumo energético, lo que conlleva a una proyección superior de generación de emisiones de GEI.

7.7.2 SECTOR INDUSTRIAL, MINAS VARIAS Y HIERRO

En el sector industrial, minas varias y hierro, se sensibilizó el escenario de referencia, con respecto al escenario pesimista, medio bajo, medio alto y optimista, lo cual se grafica en la siguiente figura.



Fuente: Elaboración propia.

7.7.2.1. EVALUACIÓN DE UTILIZACIÓN DE PIB MUNDIAL, COMO DRIVER DE PROYECCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO

Considerando que los sectores hierro, pesca y papel y celulosa, corresponden a sectores principalmente exportadores, se proyectó el consumo energético y emisiones de GEI en base al PIB mundial, en vez de utilizar como driver el PIB nacional. El método de proyección empleado fue el mismo, el cual se explica en detalle en la *sección 5.2* del presente estudio. En cuanto a los supuestos considerados para cada sector, éstos se detallan a continuación.

Supuestos considerados, Sector Hierro

- Se proyecta el consumo de petróleo combustible, diésel, electricidad y carbón.
- No se proyecta el consumo de gas natural, puesto que fue consumido en el año 2004 solamente (15 Tcal), representando una participación promedio en el sector menor a 0,07%.

- La proyección de petróleo combustible se obtiene a partir de la resta entre la proyección de la suma petróleo combustible + diesel, y la proyección de consumo de diesel.

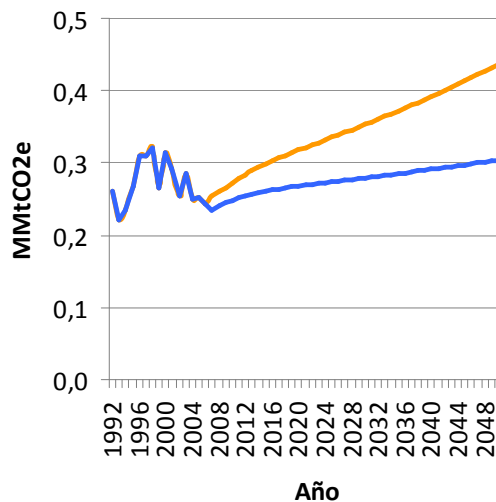
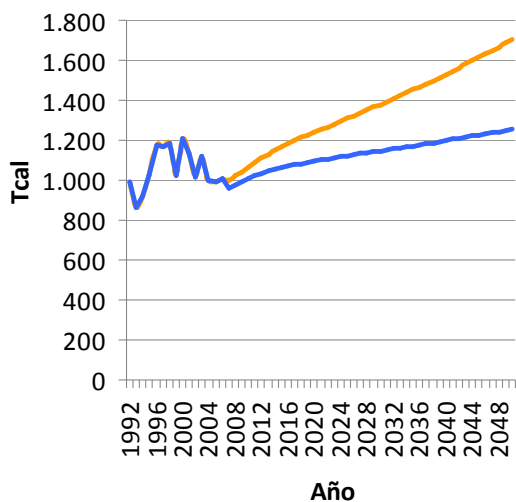
Supuestos considerados, Sector Pesca

- Se proyecta el consumo de petróleo combustible, gas natural, diésel, electricidad y carbón.
- No se proyecta el consumo de gas licuado, nafta, y leña, ya que juntos, entre 1984 y 2006 representan menos del 1,3% de participación promedio en el consumo total del sector.
- Considerando que el consumo de gas natural del sector de 2005 a 2006, disminuyó notoriamente, específicamente en 53%, se aplicó esta tasa de disminución, a partir del año 2007.

Supuestos considerados, Sector Papel y celulosa

- Se proyecta el consumo de electricidad, leña, petróleo combustible, gas natural y gas licuado.
- No se proyecta el consumo de diésel, kerosene, gas licuado, carbón y coke, debido a que la participación promedio de éstos en el consumo del sector entre 1984 y 2006, no supera el 0,5%.
- A partir del año 2016, la producción de celulosa permanece constante debido a la inexistencia de nuevos terrenos disponibles para la plantación forestal.
- Considerando la restricción de suministro de gas natural desde Argentina, para el sector papel y celulosa se considera aplicar una tasa de decrecimiento de 43% del consumo de gas natural (tasa de disminución de consumo de gas natural observada en el sector de 2004 a 2005), a partir del año 2007.

Para visualizar claramente las diferencias que se generan en la proyección de consumo energético y emisiones de GEI, al utilizar PIB nacional y PIB mundial, se presenta a continuación, para cada sector, la proyección obtenida mediante la utilización de ambos drivers.



— Proyección en base a PIB nacional (Esc. Referencia)
 — Proyección en base a PIB mundial

— Proyección en base a PIB nacional (Esc. Referencia)
 — Proyección en base a PIB mundial

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Proyección de demanda de energía y emisiones de GEI por uso energético, sector hierro

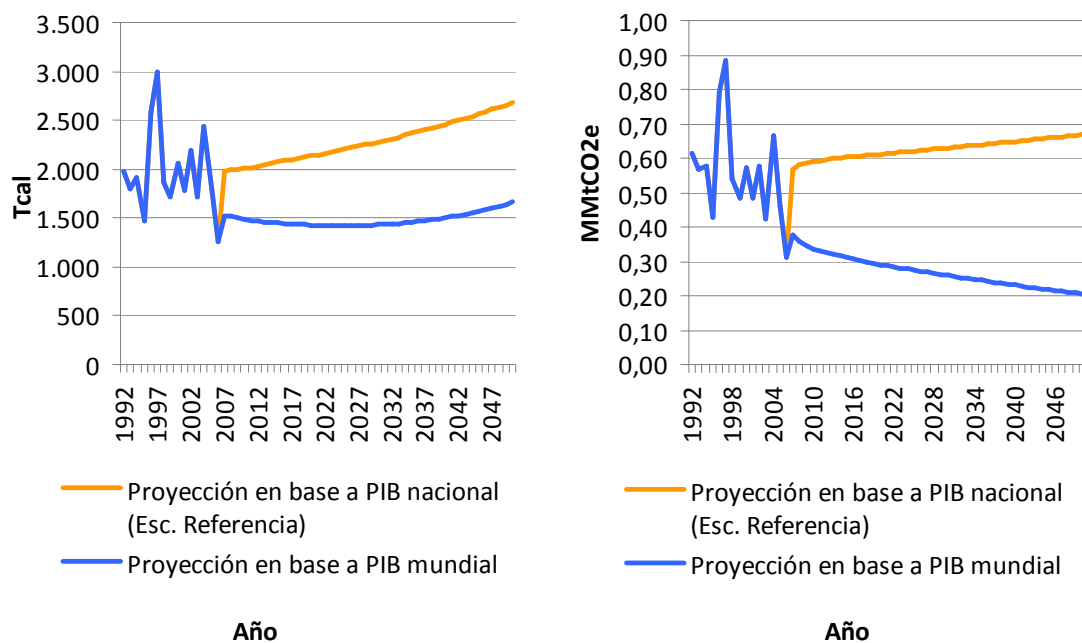
	Consumo energético (Tcal)		Emisiones GEI (Millones de tCO2e)	
	Proyección en base a PIB nacional	Proyección en base a PIB mundial	Proyección en base a PIB nacional	Proyección en base a PIB mundial
1992	990	990	0,26	0,26
1993	864	864	0,22	0,22
1994	917	917	0,23	0,23
1995	1.027	1.027	0,27	0,27
1996	1.174	1.174	0,31	0,31
1997	1.167	1.167	0,31	0,31
1998	1.185	1.185	0,32	0,32
1999	1.028	1.028	0,26	0,26
2000	1.206	1.206	0,31	0,31
2001	1.138	1.138	0,29	0,29
2002	1.017	1.017	0,25	0,25
2003	1.120	1.120	0,29	0,29
2004	997	997	0,25	0,25
2005	994	994	0,25	0,25
2006	1.006	1.006	0,24	0,24
2007	979	970	0,25	0,23
2008	1.009	989	0,26	0,24
2009	1.027	1.005	0,26	0,24
2010	1.054	1.019	0,27	0,25

2011	1.079	1.032	0,28	0,25
2012	1.102	1.043	0,28	0,25
2013	1.124	1.053	0,29	0,26
2014	1.144	1.061	0,29	0,26
2015	1.164	1.069	0,30	0,26
2016	1.180	1.076	0,30	0,26
2017	1.196	1.083	0,31	0,26
2018	1.211	1.089	0,31	0,27
2019	1.225	1.095	0,31	0,27
2020	1.239	1.100	0,32	0,27
2021	1.253	1.105	0,32	0,27
2022	1.267	1.110	0,32	0,27
2023	1.281	1.115	0,33	0,27
2024	1.295	1.120	0,33	0,27
2025	1.309	1.125	0,34	0,27
2026	1.322	1.129	0,34	0,28
2027	1.336	1.134	0,34	0,28
2028	1.350	1.139	0,35	0,28
2029	1.364	1.143	0,35	0,28
2030	1.379	1.148	0,35	0,28
2031	1.393	1.153	0,36	0,28
2032	1.408	1.158	0,36	0,28
2033	1.423	1.163	0,36	0,28
2034	1.437	1.168	0,37	0,28
2035	1.453	1.173	0,37	0,29
2036	1.468	1.178	0,38	0,29
2037	1.483	1.183	0,38	0,29
2038	1.499	1.188	0,38	0,29
2039	1.515	1.194	0,39	0,29
2040	1.531	1.199	0,39	0,29
2041	1.547	1.205	0,40	0,29
2042	1.564	1.210	0,40	0,29
2043	1.580	1.216	0,40	0,29
2044	1.597	1.221	0,41	0,30
2045	1.614	1.227	0,41	0,30
2046	1.631	1.232	0,42	0,30
2047	1.649	1.238	0,42	0,30
2048	1.667	1.244	0,43	0,30
2049	1.685	1.249	0,43	0,30
2050	1.703	1.255	0,44	0,30

Fuente:

	Datos históricos (BNE)
	Proyección (Elaboración propia)

Figura 67: Proyección de demanda de energía y emisiones de GEI por uso energético, sector pesca



Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Proyección de demanda de energía y emisiones de GEI por uso energético, sector pesca

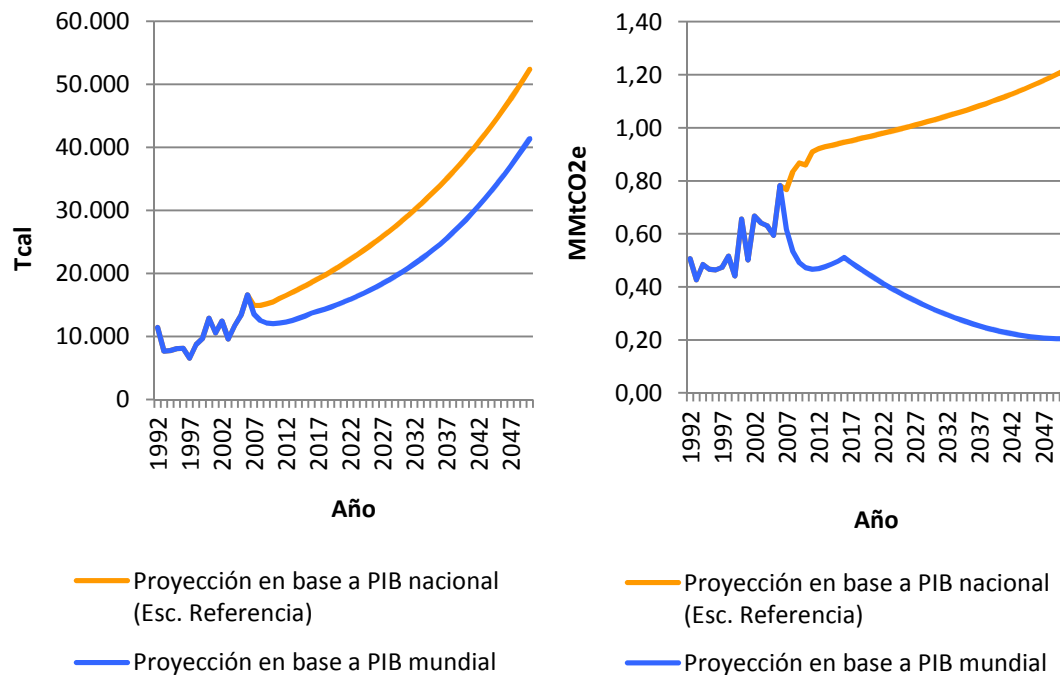
	Consumo energético (Tcal)		Emisiones GEI (Millones de tCO2e)	
	Proyección en base a PIB nacional	Proyección en base a PIB mundial	Proyección en base a PIB nacional	Proyección en base a PIB mundial
1992	1.987	1.987	0,61	0,61
1993	1.802	1.802	0,57	0,57
1994	1.915	1.915	0,58	0,58
1995	1.469	1.469	0,43	0,43
1996	2.585	2.585	0,79	0,79
1997	3.000	3.000	0,89	0,89
1998	1.858	1.858	0,54	0,54
1999	1.717	1.717	0,48	0,48
2000	2.060	2.060	0,57	0,57
2001	1.784	1.784	0,48	0,48
2002	2.190	2.190	0,58	0,58
2003	1.713	1.713	0,42	0,42
2004	2.440	2.440	0,66	0,66
2005	1.804	1.804	0,46	0,46
2006	1.251	1.251	0,31	0,31
2007	1.985	1.528	0,57	0,38
2008	1.995	1.514	0,58	0,36
2009	1.991	1.501	0,58	0,35

2010	2.004	1.490	0,59	0,34
2011	2.018	1.479	0,59	0,33
2012	2.031	1.470	0,60	0,32
2013	2.045	1.462	0,60	0,32
2014	2.060	1.455	0,60	0,31
2015	2.074	1.449	0,60	0,31
2016	2.086	1.443	0,60	0,31
2017	2.099	1.439	0,61	0,30
2018	2.111	1.435	0,61	0,30
2019	2.124	1.431	0,61	0,29
2020	2.137	1.429	0,61	0,29
2021	2.150	1.426	0,61	0,29
2022	2.163	1.425	0,62	0,28
2023	2.177	1.424	0,62	0,28
2024	2.191	1.423	0,62	0,28
2025	2.205	1.423	0,62	0,27
2026	2.220	1.424	0,62	0,27
2027	2.235	1.425	0,62	0,27
2028	2.250	1.427	0,63	0,26
2029	2.265	1.429	0,63	0,26
2030	2.281	1.432	0,63	0,26
2031	2.297	1.436	0,63	0,26
2032	2.314	1.440	0,63	0,25
2033	2.330	1.445	0,64	0,25
2034	2.347	1.451	0,64	0,25
2035	2.365	1.458	0,64	0,24
2036	2.383	1.465	0,64	0,24
2037	2.401	1.474	0,64	0,24
2038	2.420	1.483	0,64	0,24
2039	2.439	1.493	0,65	0,23
2040	2.459	1.504	0,65	0,23
2041	2.479	1.516	0,65	0,23
2042	2.499	1.529	0,65	0,23
2043	2.520	1.542	0,65	0,22
2044	2.542	1.557	0,66	0,22
2045	2.564	1.572	0,66	0,22
2046	2.587	1.588	0,66	0,22
2047	2.610	1.605	0,66	0,21
2048	2.633	1.623	0,66	0,21
2049	2.657	1.643	0,67	0,21
2050	2.682	1.663	0,67	0,21

Fuente:

	Datos históricos (BNE)
	Proyección (Elaboración propia)

Figura 68: Proyección de demanda de energía y emisiones de GEI por uso energético, sector papel y celulosa



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17: Proyección de demanda de energía y emisiones de GEI por uso energético, sector papel y celulosa

	Consumo energético (Tcal)		Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e)	
	Proyección en base a PIB nacional	Proyección en base a PIB mundial	Proyección en base a PIB nacional	Proyección en base a PIB mundial
1992	11.444	11.444	0,51	0,51
1993	7.666	7.666	0,43	0,43
1994	7.761	7.761	0,48	0,48
1995	8.069	8.069	0,47	0,47
1996	8.109	8.109	0,46	0,46
1997	6.555	6.555	0,47	0,47
1998	8.664	8.664	0,52	0,52
1999	9.657	9.657	0,44	0,44
2000	12.912	12.912	0,66	0,66
2001	10.569	10.569	0,50	0,50
2002	12.432	12.432	0,67	0,67
2003	9.588	9.588	0,64	0,64
2004	11.748	11.748	0,63	0,63

2005	13.377	13.377	0,59	0,59
2006	16.617	16.617	0,78	0,78
2007	14.902	13.559	0,77	0,62
2008	14.916	12.526	0,83	0,53
2009	15.167	12.137	0,87	0,49
2010	15.499	12.040	0,86	0,47
2011	16.054	12.108	0,91	0,47
2012	16.518	12.286	0,92	0,47
2013	16.997	12.548	0,93	0,48
2014	17.499	12.875	0,93	0,49
2015	18.025	13.258	0,94	0,50
2016	18.571	13.692	0,95	0,51
2017	19.134	13.998	0,95	0,49
2018	19.715	14.330	0,96	0,48
2019	20.314	14.686	0,96	0,46
2020	20.932	15.066	0,97	0,44
2021	21.568	15.470	0,97	0,43
2022	22.225	15.898	0,98	0,41
2023	22.901	16.346	0,99	0,40
2024	23.599	16.813	0,99	0,39
2025	24.319	17.303	1,00	0,37
2026	25.061	17.819	1,00	0,36
2027	25.828	18.363	1,01	0,35
2028	26.618	18.936	1,02	0,34
2029	27.435	19.536	1,02	0,32
2030	28.277	20.163	1,03	0,31
2031	29.147	20.817	1,04	0,30
2032	30.044	21.503	1,04	0,29
2033	30.972	22.226	1,05	0,29
2034	31.929	22.987	1,06	0,28
2035	32.918	23.791	1,07	0,27
2036	33.939	24.638	1,07	0,26
2037	34.994	25.534	1,08	0,25
2038	36.084	26.477	1,09	0,25
2039	37.210	27.466	1,10	0,24
2040	38.374	28.498	1,11	0,23
2041	39.576	29.577	1,12	0,23
2042	40.818	30.699	1,13	0,22
2043	42.102	31.867	1,14	0,22
2044	43.429	33.084	1,15	0,22
2045	44.801	34.350	1,16	0,21
2046	46.218	35.664	1,17	0,21
2047	47.684	37.024	1,18	0,21
2048	49.199	38.434	1,19	0,21
2049	50.765	39.894	1,20	0,20
2050	52.385	41.405	1,21	0,20

Fuente:

■	Datos históricos (BNE)
■	Proyección (Elaboración propia)

Para el sector hierro, si bien, se obtienen resultados levemente diferentes, la tendencia de crecimiento de consumo energético, y consecuentes emisiones de GEI del sector es similar, al proyectar en base al PIB nacional y al PIB mundial.

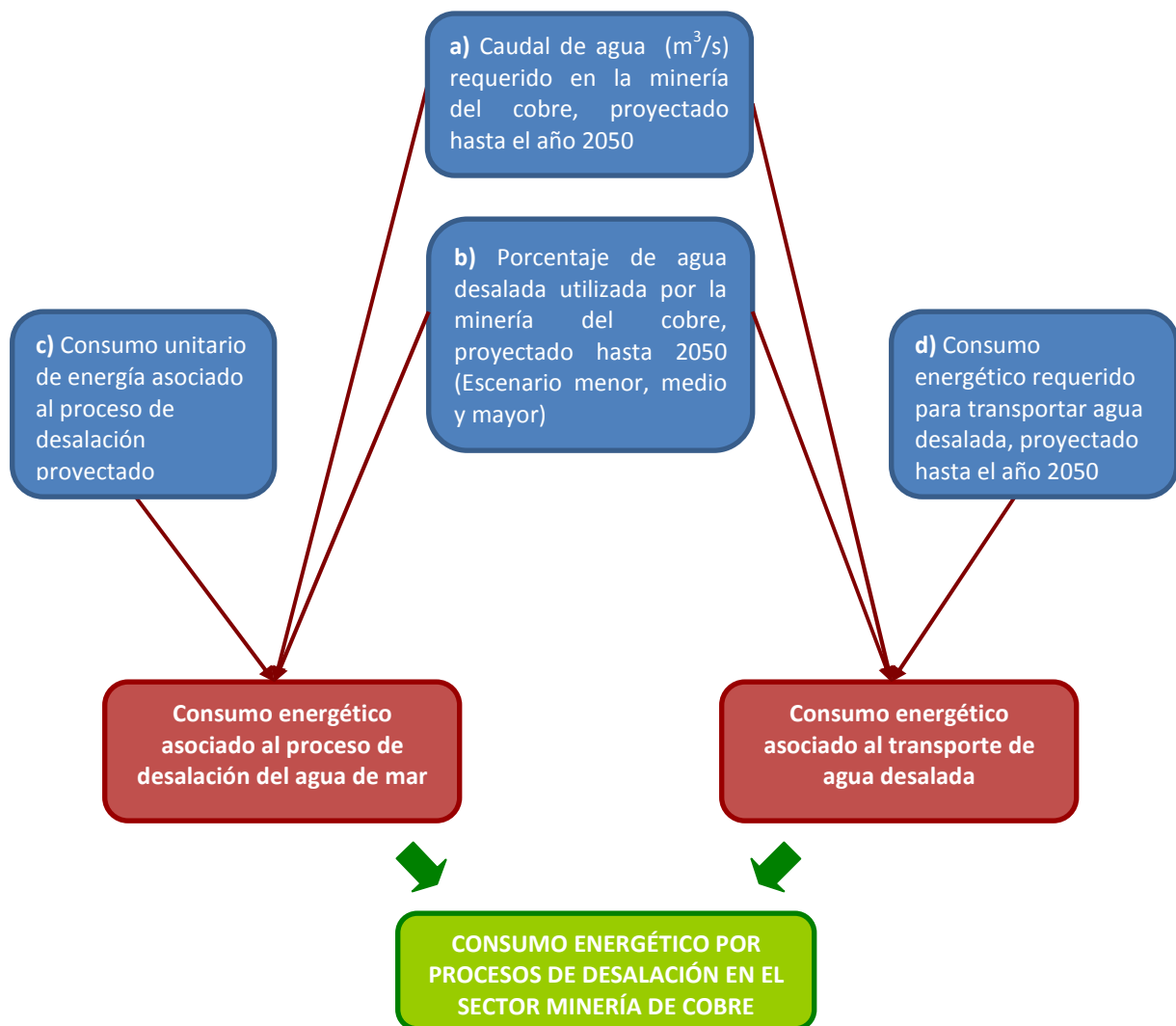
En el caso del sector pesca, se proyecta un menor consumo energético, en caso de utilizar como driver el PIB mundial. De hecho, la proyección de emisiones de GEI si es proyectada en base al PIB nacional, muestra una tendencia más bien constante, sin embargo, al proyectar en base al PIB mundial, la tendencia iría a la disminución de emisiones de GEI en el tiempo.

Finalmente, en el sector papel y celulosa, la proyección de consumo energético es similar, si se utiliza PIB nacional o PIB mundial como variable explicativa. En el caso de la proyección de emisiones en cambio, es posible identificar una mayor diferencia al proyectar con una u otra variable, situación que se asocia a la participación que tiene cada combustible en la proyección de consumo total. Las emisiones generadas por el sector papel y celulosa se atribuyen al consumo de gas licuado, gas natural y petróleo combustible. La tendencia y magnitud del consumo proyectado de gas licuado y gas natural sería similar al proyectar en base al PIB Nacional y Mundial; sin embargo, el consumo de petróleo combustible, se comportaría de manera diferente en cada caso. Al proyectar el consumo de petróleo combustible en base al PIB Nacional, se espera que éste aumente año a año, siendo el consumo en 2050 más del triple que lo consumido en 2006. Por el contrario, al proyectar el consumo de dicho energético en base al PIB Mundial, se espera una disminución en el consumo de éste. Esta situación explicaría la diferencia entre las emisiones de GEI proyectadas en base al PIB Nacional y Mundial.

7.8. PROYECCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO POR PROCESOS DE DESALACIÓN EN EL SECTOR COBRE

En la siguiente figura, se esquematiza la metodología empleada para estimar el consumo de energía en el tiempo, relacionado con los procesos de desalinización y transporte de agua desalada, en el sector Cobre.

Figura 69: Esquema general de la metodología de obtención de consumo energético asociado al proceso de desalación en el sector minería del cobre



Fuente: Elaboración propia.

a) Caudal de agua (m³/s) requerido en la minería del cobre, proyectado hasta el año 2050

La cantidad de agua requerida por la minería del cobre para el año 2006, se obtuvo del estudio de COCHILCO “Gestión del recurso hídrico y la minería en Chile. Diagnóstico para Mesa Público-Privada Nacional”, publicado en 2007, y corresponde a 11,9 m³/s.

A su vez, en dicho estudio se señala que el consumo promedio de agua para la concentradora es igual 826.699 m³/día, para la hidrometalúrgica 830.224 m³/día y para otros usos 173.369 m³/día. En base a estos datos, fue posible obtener la participación de cada etapa del proceso de producción de cobre en el consumo de agua, obteniéndose que el 67% del agua requerida en la producción de cobre es utilizada en la concentradora, el 19% en hidrometalúrgica y un 14% corresponden a otros usos.

Para proyectar el caudal de agua promedio de la minería del año 2006, hasta el año 2050, (11,9 m³/s) se consideraron dos factores, la participación de cada proceso productivo en el consumo de agua (párrafo anterior), y las tasas de crecimiento anual de la producción de cada producto de cobre hasta el año 2050 (concentrados, ánodos y blíster, cátodos electro-refinados y cátodos electro-obtenidos); obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 18: Proyección del caudal de agua necesario para la producción de los diversos productos de cobre

	Caudal de agua requerido por la minería del cobre	
	(m ³ /s)	(m ³ /año)
2006	11,9	375.278.400
2007	12,2	385.350.383
2008	13,2	415.349.618
2009	13,8	436.678.370
2010	14,0	442.646.519
2011	15,4	485.224.950
2012	16,9	533.519.525
2013	16,3	513.448.947
2014	16,5	521.802.700
2015	17,0	537.623.051
2016	18,1	572.072.116
2017	17,6	554.707.579
2018	17,9	563.921.753
2019	18,2	572.859.402
2020	18,4	581.480.936
2021	18,4	580.185.526

2022	18,4	578.856.450
2023	18,3	577.121.055
2024	18,3	575.546.426
2025	18,2	574.062.885
2026	18,2	572.927.230
2027	18,1	571.955.699
2028	18,1	570.887.277
2029	18,1	569.705.399
2030	18,0	568.477.946
2031	18,8	591.637.468
2032	18,9	595.590.705
2033	19,0	599.686.157
2034	19,1	603.765.345
2035	19,3	607.973.187
2036	19,4	612.214.594
2037	19,6	616.543.029
2038	19,7	620.698.191
2039	19,8	624.771.889
2040	19,9	628.625.524
2041	19,9	628.568.109
2042	20,1	634.086.160
2043	20,3	639.609.916
2044	20,5	645.097.096
2045	20,6	650.419.302
2046	20,8	655.620.552
2047	20,9	660.609.615
2048	21,1	665.604.609
2049	21,3	670.502.153
2050	21,4	675.242.387

Fuente:

■	Datos históricos (COCHILCO)
■	Proyección (Elaboración propia)

b) Porcentaje y volumen de agua desalada utilizada por la minería del cobre, proyectado hasta 2050

Para estimar el porcentaje de agua desalada utilizada por la minería del cobre en el tiempo, se utilizó la siguiente información:

- De acuerdo a proyecciones de consumo eléctrico por concepto de proceso de desalinización y bombeo, en 2011 se espera que se consuman 498 GWh, en 2015 7.250 GWh y en 2020 8.921 GWh (Codelco, Brook Hunt, Cochilco, CRU, información de las empresas, disponible en <http://quepasamineria.cl/index.php/core-business/item/180-%C2%BFle-saco-la-sal>).
- En general las características geográficas de la localización de las faenas chilenas son cortas distancias desde la costa (alrededor de 180 Km) y gran altitud respecto al nivel del mar (promedio 3000 m.s.n.m). Para ello, se requieren -al menos-, 4 estaciones de bombeo que, en promedio, consumen 14 kWh/m³ de energía, lo que equivale a 4 veces el consumo requerido para desalinizar el agua. Por lo tanto, en el proceso de desalación y bombeo de agua, se requieren en total 17,5 kWh de electricidad por m³ (“Consumo de agua en la minería del cobre 2010”, COCHILCO 2011).

En base a lo anterior, se determinó el volumen de agua desalinizado proyectado para 2011, 2015 y 2020, y el porcentaje que representa dicho volumen en el consumo de agua requerido en la minería del cobre anualmente, proyectado hasta el año 2050 (Presentado en la tabla anterior). De esta manera se obtuvo que en el 2011 se espera que un 6% del requerimiento de agua por parte de la minería del cobre, corresponderá a agua desalada, en 2015 un 77%, y finalmente en 2020 un 88%.

En base a los datos antes mencionados, se elaboró la curva de proyección de porcentaje de agua desalada en la minería del cobre, asumiendo lo siguiente:

- Porcentaje de agua desalada en la minería del cobre en 2006 igual a 1%, creciendo un 1% más cada año, hasta alcanzar el 6% del año 2011.
- A partir de 2020 el 88% la proyección de agua desalada en la minería del cobre se mantiene constante.

El volumen de agua desalada en la minería del cobre, se obtiene amplificando el porcentaje de agua desalada en la minería del cobre, proyectado en el tiempo, por el volumen de agua requerido en la minería del cobre proyectado de 2007 a 2050.

Adicionalmente, considerando la incertidumbre asociada a los supuestos establecidos y posibles cambios en las tendencias consideradas, se definieron tres escenarios de proyección de volumen de agua desalada en la minería del cobre, considerándose que dicho volumen crece de acuerdo a los siguientes porcentajes.

Tabla 19: Porcentaje de agua desalada utilizada en la minería de cobre, considerando tres escenarios, menor, medio y mayor

	Porcentaje de agua desalada utilizada en producción de cobre (%)		
	Escenario Menor	Escenario Medio	Escenario Mayor
2006	0,8%	1,0%	1,1%
2007	1,6%	2,0%	2,2%
2008	2,4%	3,0%	3,3%
2009	3,2%	4,0%	4,4%
2010	4,0%	5,0%	5,5%
2011	4,8%	6,0%	6,6%
2012	9,1%	11,4%	12,5%
2013	17,2%	21,5%	23,6%
2014	32,5%	40,7%	44,8%
2015	61,6%	77,0%	84,7%
2016	63,3%	79,1%	87,0%
2017	65,0%	81,2%	89,3%
2018	66,7%	83,4%	91,8%
2019	68,5%	85,7%	94,2%
2020	70,4%	88,0%	96,8%
2021	70,4%	88,0%	96,8%
2022	70,4%	88,0%	96,8%
2023	70,4%	88,0%	96,8%
2024	70,4%	88,0%	96,8%
2025	70,4%	88,0%	96,8%
2026	70,4%	88,0%	96,8%
2027	70,4%	88,0%	96,8%
2028	70,4%	88,0%	96,8%
2029	70,4%	88,0%	96,8%
2030	70,4%	88,0%	96,8%
2031	70,4%	88,0%	96,8%
2032	70,4%	88,0%	96,8%
2033	70,4%	88,0%	96,8%
2034	70,4%	88,0%	96,8%
2035	70,4%	88,0%	96,8%
2036	70,4%	88,0%	96,8%

2037	70,4%	88,0%	96,8%
2038	70,4%	88,0%	96,8%
2039	70,4%	88,0%	96,8%
2040	70,4%	88,0%	96,8%
2041	70,4%	88,0%	96,8%
2042	70,4%	88,0%	96,8%
2043	70,4%	88,0%	96,8%
2044	70,4%	88,0%	96,8%
2045	70,4%	88,0%	96,8%
2046	70,4%	88,0%	96,8%
2047	70,4%	88,0%	96,8%
2048	70,4%	88,0%	96,8%
2049	70,4%	88,0%	96,8%
2050	70,4%	88,0%	96,8%

Fuente: Elaboración propia.

El escenario menor es un 20% menor que el escenario medio, mientras que el escenario mayor es un 10% superior que el escenario medio.

c) Consumo unitario de energía asociado al proceso de desalación

El coeficiente unitario de energía necesario para la desalinización de un m³ de agua de mar, se obtuvo de la presentación “Mejora de la eficiencia energética en la reforma de plantas desaladoras, un compromiso con la sostenibilidad” (Aqualia Infraestructuras 2010).

A partir de dicha presentación, se proyectó el consumo unitario de energía asociado al proceso de desalación, desde 1970, hasta 2050, considerando los siguientes supuestos:

- De 2007 a 2015, el coeficiente unitario de energía del proceso de desalación disminuye de acuerdo al comportamiento de la tasa promedio observada entre 1975 y 2005.
- Entre 2016 y 2029 el coeficiente unitario de energía disminuye a la mitad de la tasa promedio entre 1985 y 2005.
- Desde 2030 se fija el coeficiente unitario de energía asociado al proceso de desalación.

El consumo unitario de energía por concepto de desalinización de agua de mar proyectado en el tiempo, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 20: Consumo unitario de energía asociado al proceso de desalación

	Consumo unitario por proceso de desalación (KWh/m ³)
2006	4,0
2007	3,9
2008	3,8
2009	3,7
2010	3,7
2011	3,6
2012	3,5
2013	3,4
2014	3,3
2015	3,3
2016	3,2
2017	3,2
2018	3,2
2019	3,1
2020	3,1
2021	3,1
2022	3,0
2023	3,0
2024	3,0
2025	2,9
2026	2,9
2027	2,9
2028	2,8
2029	2,8
2030	2,8
2031	2,8
2032	2,8
2033	2,8
2034	2,8
2035	2,8
2036	2,8
2037	2,8
2038	2,8
2039	2,8
2040	2,8
2041	2,8
2042	2,8
2043	2,8
2044	2,8

2045	2,8
2046	2,8
2047	2,8
2048	2,8
2049	2,8
2050	2,8

Fuente: Elaboración propia.

d) Consumo energético requerido para transportar agua desalada, proyectado a 2050

El consumo de energía necesario para transportar agua desalada hacia faenas mineras de cobre se obtuvo utilizando la siguiente ecuación:

$$P = Q * h * \rho * g / \eta_{bomba} * \eta_{pérdidas} * 1000$$

Donde:

<i>P</i> :	Potencia en Kw
<i>Q</i> :	Caudal (m ³ /s)
<i>h</i> :	Altura (msnm)
<i>ρ</i> :	Densidad del agua (kg/m ³)
<i>g</i> :	Aceleración de la fuerza de gravedad (m/s ²)
<i>η bomba</i> :	Eficiencia de la bomba
<i>η pérdidas</i> :	Pérdidas asociadas al sistema

Para cada variable se utilizaron los valores presentados a continuación:

- *Q*: Caudal de agua requerido en la minería del cobre, presentado en la *Tabla 16*.
- *h*: Se utilizó un dato de altura promedio, igual a 3.000 msnm promedio, el cual se luego de analizar las cinco operaciones mineras que en 2007 produjeron la mayor cantidad de cobre. A su vez, dicho valor corresponde al promedio de altura de las faenas mineras chilenas, de acuerdo a lo señalado por COCHILCO (2011), en el estudio “Consumo de agua en la minería del cobre 2010”
- *ρ*: 1.000 (kg/m³)
- *g*: 9,8 (m/s²)
- *η bomba*: 0,7
- *η pérdidas*: 0,9

Cabe destacar que el caudal de agua requerido en la minería del cobre, debe ser amplificado por el porcentaje de agua desalada utilizada en la minería del cobre, proyectado hasta 2050, presentado en la *Tabla 17*.

Finalmente, para determinar el consumo energético total asociado a la utilización de agua desalada en la minería del cobre, se debe sumar el consumo energético del proceso de desalación, con el consumo energético asociado al transporte del agua desalada.

Para obtener el consumo energético del proceso de desalación, se debe primero que todo determinar el volumen de agua desalada que se utilizaría en la minería del cobre en el tiempo, el cual se obtiene amplificando el porcentaje proyectado de agua desalada utilizada por la minería del cobre y el caudal requerido para la producción de cobre hasta el año 2050. Luego, el volumen de agua desalinizada utilizada en la minería es amplificado por el consumo de energía asociado al proceso de desalación.

A continuación se presenta el consumo energético por proceso de desalinización, transporte de agua desalada, y la sumatoria de ambos, bajo los tres escenarios considerados.

Tabla 21: Consumo energético asociado al uso de agua desalinizada en la minería del cobre

	Consumo energético del proceso de desalación			Consumo energético por transporte de agua desalada			Consumo energético total por utilización de agua desalada en la minería en el tiempo		
	Esc. Menor	Esc. Medio	Esc. Mayor	Esc. Menor	Esc. Medio	Esc. Mayor	Esc. Menor	Esc. Medio	Esc. Mayor
	GWh								
2007	24	30	33	80	100	110	104	130	143
2008	38	48	52	129	162	178	167	209	230
2009	52	65	72	181	226	249	233	292	321
2010	65	81	89	230	287	316	294	368	405
2011	83	104	115	302	377	415	385	482	530
2012	170	212	233	628	785	864	798	997	1.097
2013	302	378	416	1.144	1.431	1.574	1.447	1.808	1.989
2014	569	711	782	2.201	2.752	3.027	2.770	3.463	3.809
2015	1.084	1.355	1.491	4.293	5.366	5.903	5.377	6.722	7.394
2016	1.172	1.465	1.612	4.692	5.865	6.451	5.864	7.330	8.063
2017	1.154	1.443	1.587	4.672	5.841	6.425	5.827	7.284	8.012
2018	1.192	1.490	1.639	4.879	6.098	6.708	6.071	7.588	8.347
2019	1.230	1.538	1.691	5.090	6.363	6.999	6.320	7.900	8.690
2020	1.268	1.585	1.744	5.307	6.633	7.297	6.575	8.219	9.040

2021	1.252	1.564	1.721	5.295	6.618	7.280	6.546	8.183	9.001
2022	1.235	1.544	1.698	5.283	6.603	7.264	6.518	8.147	8.962
2023	1.218	1.522	1.674	5.267	6.583	7.242	6.484	8.106	8.916
2024	1.201	1.501	1.651	5.252	6.565	7.222	6.453	8.067	8.873
2025	1.185	1.481	1.629	5.239	6.549	7.203	6.424	8.030	8.832
2026	1.169	1.462	1.608	5.228	6.536	7.189	6.398	7.997	8.797
2027	1.155	1.443	1.588	5.220	6.525	7.177	6.374	7.968	8.765
2028	1.140	1.425	1.567	5.210	6.512	7.164	6.350	7.937	8.731
2029	1.125	1.406	1.547	5.199	6.499	7.149	6.324	7.905	8.695
2030	1.122	1.403	1.543	5.188	6.485	7.133	6.310	7.888	8.677
2031	1.168	1.460	1.606	5.399	6.749	7.424	6.567	8.209	9.030
2032	1.176	1.470	1.617	5.435	6.794	7.474	6.611	8.264	9.091
2033	1.184	1.480	1.628	5.473	6.841	7.525	6.657	8.321	9.153
2034	1.192	1.490	1.639	5.510	6.887	7.576	6.702	8.378	9.215
2035	1.200	1.501	1.651	5.548	6.935	7.629	6.749	8.436	9.280
2036	1.209	1.511	1.662	5.587	6.984	7.682	6.796	8.495	9.344
2037	1.217	1.522	1.674	5.627	7.033	7.736	6.844	8.555	9.410
2038	1.226	1.532	1.685	5.664	7.081	7.789	6.890	8.613	9.474
2039	1.234	1.542	1.696	5.702	7.127	7.840	6.935	8.669	9.536
2040	1.241	1.552	1.707	5.737	7.171	7.888	6.978	8.723	9.595
2041	1.241	1.551	1.707	5.736	7.170	7.887	6.977	8.722	9.594
2042	1.252	1.565	1.722	5.787	7.233	7.957	7.039	8.798	9.678
2043	1.263	1.579	1.737	5.837	7.296	8.026	7.100	8.875	9.762
2044	1.274	1.592	1.751	5.887	7.359	8.095	7.161	8.951	9.846
2045	1.284	1.605	1.766	5.936	7.420	8.162	7.220	9.025	9.927
2046	1.295	1.618	1.780	5.983	7.479	8.227	7.278	9.097	10.007
2047	1.304	1.630	1.794	6.029	7.536	8.289	7.333	9.166	10.083
2048	1.314	1.643	1.807	6.074	7.593	8.352	7.389	9.236	10.159
2049	1.324	1.655	1.820	6.119	7.649	8.414	7.443	9.304	10.234
2050	1.333	1.667	1.833	6.162	7.703	8.473	7.495	9.369	10.306

Fuente: Elaboración propia.

En base a los resultados anteriores, y el consumo de energía eléctrica proyectado para sector minería del cobre hasta el año 2050, presentado en el *Anexo E.1.*, fue posible estimar qué porcentaje del total de consumo eléctrico proyectado para la minería del cobre, se utilizará por concepto de desalación de agua de mar y transporte de ésta hasta faenas mineras; el cual se presenta a continuación, para cada escenario considerado.

Tabla 22: Consumo eléctrico proyectado para el uso de agua desalada en la minería del cobre, con respecto a la proyección de consumo de electricidad²⁸ total para dicho sector

	Porcentaje de consumo eléctrico proyectado para minería de cobre, destinado al uso de agua desalada		
	Esc. Menor	Esc. Medio	Esc. Mayor
	%		
2007	0,4%	0,7%	0,6%
2008	0,7%	1,1%	0,9%
2009	0,9%	1,4%	1,2%
2010	1,1%	1,7%	1,4%
2011	1,3%	2,1%	1,8%
2012	2,5%	3,9%	3,4%
2013	4,6%	7,3%	6,3%
2014	8,5%	13,3%	11,6%
2015	15,6%	24,4%	21,4%
2016	15,3%	24,0%	21,1%
2017	15,5%	24,2%	21,3%
2018	15,4%	24,0%	21,2%
2019	15,3%	23,7%	21,0%
2020	15,1%	23,4%	20,8%
2021	14,7%	22,7%	20,2%
2022	14,2%	21,9%	19,6%
2023	13,8%	21,3%	19,0%
2024	13,4%	20,6%	18,4%
2025	13,0%	19,9%	17,9%
2026	12,6%	19,2%	17,3%
2027	12,2%	18,6%	16,8%
2028	11,8%	18,0%	16,2%
2029	11,4%	17,4%	15,7%
2030	11,0%	16,8%	15,2%
2031	10,8%	16,4%	14,8%
2032	10,7%	16,3%	14,7%
2033	10,6%	16,1%	14,6%
2034	10,5%	16,0%	14,5%
2035	10,5%	15,9%	14,4%
2036	10,4%	15,8%	14,3%
2037	10,3%	15,7%	14,2%
2038	10,2%	15,5%	14,0%

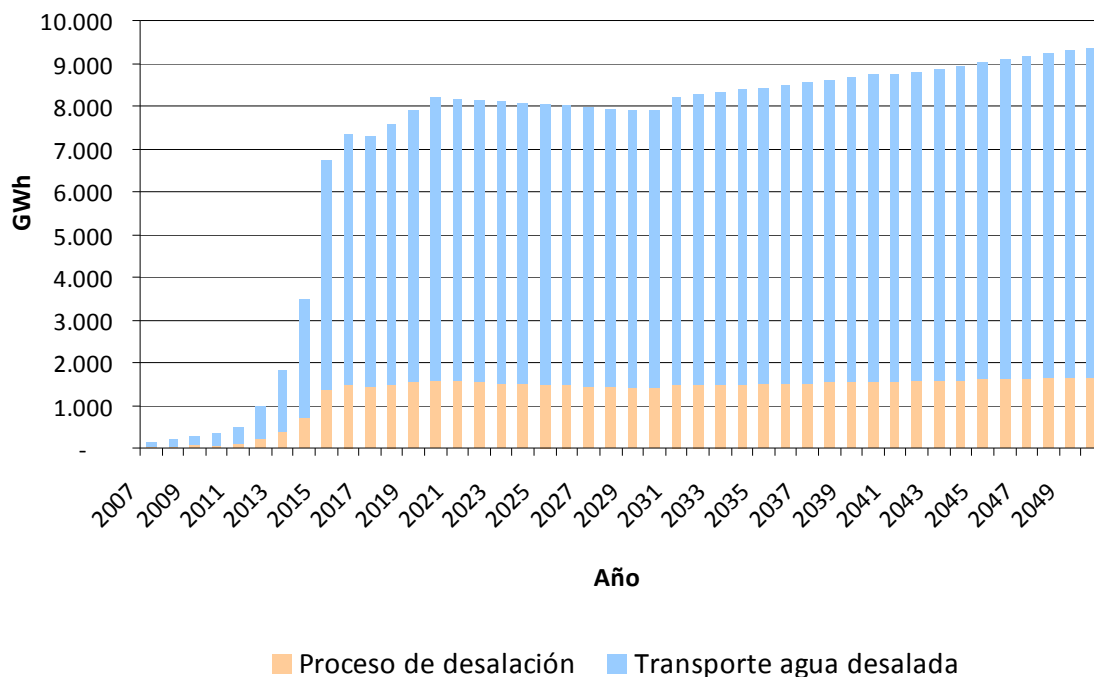
²⁸ Se considera el consumo eléctrico proyectado bajo un escenario medio de consumo energético del sector cobre, el cual se presenta en la *Sección E.1* del presente estudio.

2039	10,1%	15,4%	13,9%
2040	10,0%	15,3%	13,8%
2041	10,0%	15,2%	13,8%
2042	9,9%	15,1%	13,6%
2043	9,8%	14,9%	13,5%
2044	9,7%	14,7%	13,3%
2045	9,6%	14,5%	13,2%
2046	9,5%	14,4%	13,0%
2047	9,3%	14,2%	12,8%
2048	9,2%	14,0%	12,7%
2049	9,1%	13,9%	12,5%
2050	9,0%	13,7%	12,4%

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la siguiente figura es posible visualizar claramente la participación que tiene el proceso de desalación y el proceso de transporte de agua desalada en el consumo energético total por utilización de agua desalada en la minería, observándose que el transporte de agua desalada consume mucha más energía eléctrica que el proceso de desalación mismo.

Figura 70: Proyección de energía eléctrica asociada al proceso de desalación y transporte, en la minería del cobre, considerando el escenario medio de desalación



Fuente: Elaboración propia.

8. CONCLUSIONES

Tanto el consumo energético, como las emisiones de Gases de Efecto Invernadero generadas por el sector Industrial y Minero bajo un escenario referencial, irán en aumento en el tiempo. Se espera que en 2020 se emitan 32,3 MMtCO₂e, en 2030 48,1 MMtCO₂e y en 2050 84,6 MMtCO₂e, es decir más de un 300% más que las emisiones de GEI generadas en 2007. En promedio, entre 2007 y 2050, el 75% de las emisiones de GEI generadas se atribuyen al uso de energía, mientras que el restante 25% corresponden a emisiones por procesos industriales.

Con respecto a los subsectores que componen el sector Industrial y Minero, históricamente el mayor emisor de GEI fue industrias varias, situación que se espera se mantenga en el tiempo, proyectándose que dicho sector, en 2050, emita el 45% de las emisiones totales proyectadas para el sector Industrial y Minero; esto considerando un escenario de referencia de crecimiento económico del PIB del sector. Lo sigue el subsector minas varias, para el cual se proyecta en 2007 la generación del 10% de las emisiones del sector, aumentando dicha participación en el tiempo, siendo este sector en 2050 responsable de producir el 31% de las emisiones de GEI generadas por el sector. El subsector cobre es también un gran emisor de GEI, en 2006 emitió el 25% de las emisiones del sector Industrial y Minero, sin embargo, esta participación disminuiría en el tiempo, proyectándose que la minería del cobre, en 2050, generará sólo el 11% de las emisiones de GEI producidas por el sector Industrial y Minero.

Industrias varias, como consecuencia de su alto consumo de energía proyectado en el tiempo, sería el sector que, bajo un escenario referencial, generaría mayor emisión de GEI en el tiempo, alcanzando las 29,8 MMtCO₂e en 2050. Lo seguiría el subsector minas varias, para el cual se proyecta una generación de 20,5 MMtCO₂e en 2050, y luego el subsector cobre, el cual generaría 7,1 MMtCO₂e en 2050. Si bien la minería del cobre es el segundo sector más consumidor de energía, en lo que se refiere a generación de emisiones, posee el tercer lugar, situación que se explica porque dicho sector consume mayoritariamente electricidad.

El ejercicio de comparación entre consumos energéticos estimados a partir de datos reales y proyectados para el período 2007 a 2011, permitió analizar la efectividad del modelo de proyección utilizado, observándose para algunos sectores grandes diferencias entre el consumo de energía y emisiones de GEI proyectadas y las estimadas a partir de datos reales, mientras que para otros sectores, la tendencia fue similar.

Es esperable que la proyección de producción, consumo energético, etc., no necesariamente represente la realidad en un 100%, sobre todo considerando que existen diversos supuestos tras la información que no está disponible. La falta de disponibilidad

de cierta información, fue uno de los obstáculos más significativos del presente estudio. Como se menciona en la *sección 3.2 Calidad de la Información Disponible*, durante el desarrollo del estudio, se identificaron inconsistencias en cierta información y a su vez, vacíos de información. Por ejemplo, fue necesario recurrir a ciertos supuestos para desagregar los consumos eléctricos en sistemas (SIC, SING, Aysén y Magallanes), ya que ni el consumo energético reportado por el BNE, ni los coeficientes unitarios reportados por COCHILCO, son desagregados en sistema eléctrico, razón por la cual deben establecerse supuestos que permitan realizar dicha desagregación de la manera más realista posible.

El consumo energético asociado al proceso de desalación en la minería, fue también estimado en base a diversos supuestos, debido a la poca información disponible del tema. No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, el proceso de desalación sería una alternativa viable, ya que no representa un porcentaje inmensamente alto de electricidad, con respecto al consumo eléctrico total proyectado para la minería del cobre, siendo una buena opción para aumentar el potencial hídrico de nuestro país; principalmente para el sector minero, el cual con el paso del tiempo, se ha visto en la necesidad de analizar alternativas ante la escasez del recurso, sobre todo en la zona del Norte Grande de Chile.

En base a todo lo anterior, se concluye que si bien, en base a la información disponible se pudo establecer proyecciones de consumos de energía, generación emisiones de GEI y producción probables, esperables y creíbles, hace falta mayor disponibilidad de información y mayor nivel de desagregación de la información existente, que permita determinar escenarios de proyección futuros más representativos y confiables aún.

9. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

- André Laroze B. y Germán Ortiz S. Evolución de la producción de celulosa en Chile (1990-2006), 2007. Disponible en: <http://www.odepa.gob.cl/articulos/MostrarDetalle.action?idcla=2&idcat=9&idclase=99&idn=1993>
- Aqualia Infraestructuras. Mejora de la eficiencia energética en la reforma de plantas desaladoras, un compromiso con la sostenibilidad. Noviembre 2010.
- Banco Mundial. <http://databank.worldbank.org/ddp/home.do>.
- Brook Hunt. Global Copper Concentrate and Blister/Anode Markets to 2016. 2006.
- Cementos Polpaico. Industria del Cemento Chilena. Marzo 2008.
- Centro del Cambio Global UC (CCG-UC), POCH Ambiental. Análisis de Opciones Futuras de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para Chile en el Sector Energía. Agosto 2010.
- Centro del Cambio Global UC (CCG-UC). Estimaciones de Costo y Potencial de Abatimiento de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Diferentes Escenarios Futuros. Abril 2010.
- Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA). Mejoramiento del inventario de emisiones de la Región Metropolitana
- CEPAL. Competitividad, eficiencia energética y derechos del consumidor en la economía chilena. 2002.
- Comisión Nacional de Energía. Eficiencia Energética en Chile. Aspectos Generales. 2002.
- COCHILCO. Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1992-2001. 2002.
- COCHILCO. Anuario Estadísticas del cobre y Otros Minerales 1993-2002. 2003.

- COCHILCO. Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1994-2003. 2004.
- COCHILCO. Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1985-2004. 2005.
- COCHILCO. Coeficientes unitarios de consumo de energía de la minería del cobre. 1995 – 2004. 2006.
- COCHILCO. Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1986-2005. 2006.
- COCHILCO. Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro. Proyección del período 2006-2010. 2006.
- COCHILCO. Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1987 – 2006. 2007.
- COCHILCO. Bonanza Minera: Oportunidades y riesgos. 2007.
- COCHILCO. Catastro mundial de proyectos y prospectos mineros de cobre. Período 2006-2015. 2007.
- COCHILCO. Gestión del recurso hídrico y la minería en Chile. Diagnóstico para Mesa Público-Privada Nacional. 2007
- COCHILCO. Coeficientes unitarios de consumo de energía de la minería del cobre. 1995 – 2006. 2007
- COCHILCO. Proyección consumo de agua en la minería del cobre 2009-2020. 2009 b.
- COCHILCO. Estudio prospectivo de emisiones de gases de efecto invernadero de la minería del cobre en Chile. Diciembre 2009 a.
- COCHILCO. Emisiones de GEI de la minería del cobre de Chile. 1995 – 2006. 2008.
- COCHILCO. Buenas prácticas y uso eficiente de agua en la industria minera. 2008.

- COCHILCO. Análisis comparativo de normativas de descarga de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. 2008.
- COCHILCO. Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro. Proyección del período 2007 – 2011. 2008.
- COCHILCO. Coeficientes unitarios de consumo de energía de la minería del cobre 2001 – 2007. 2008.
- COCHILCO. Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro. Proyección del período 2008 – 2012. 2008.
- COCHILCO. Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales. 2008.
- COCHILCO. Proyección consumo de agua en la minería del cobre 2009-2020. 2009.
- COCHILCO. Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro Proyección del período 2009 – 2015. 2009.
- COCHILCO. Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro. Proyección del período 2009 – 2013. 2009.
- COCHILCO. Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1989-2008. 2009.
- COCHILCO. Proyección consumo de agua en la minería del cobre 2009-2020. 2009.
- COCHILCO. Estudio prospectivo de emisiones de gases de efecto invernadero de la minería del cobre en Chile. 2009.
- COCHILCO. Consumo de agua en la minería del cobre 2009. 2010.
- COCHILCO. Consumo de energía y emisiones de GEI asociadas de la minería del cobre de Chile. Año 2009. 2010.
- COCHILCO. Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro. Proyección del período 2010 – 2015. 2010.

- COCHILCO. Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1990-2009. 2010.
- COCHILCO. Consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero asociadas de la minería del cobre de Chile. Año 2009. 2010.
- COCHILCO. Sin agua no hay minería: Impacto de la desalinización en la posición competitiva de la Industria Chilena de Cobre. Noviembre 2010.
- COCHILCO. Consumo de agua en la minería del cobre 2010. 2011.
- COCHILCO. Consumo de energía y emisiones GEI asociadas a la minería del cobre, 2010. 2011.
- COCHILCO. Actualización del Estudio Prospectivo al año 2020 del consumo de energía eléctrica en la minería del cobre. 2011.
- COCHILCO. Inversión en la minería chilena. Cartera de Proyectos. 2011.
- COCHILCO. Anuario de Estadísticas del Cobre y otros Minerales 1991-2010. 2011.
- COCHILCO. Consumo de agua en la minería del cobre 2011. 2012.
- COCHILCO. Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1992-2011. 2012.
- COCHILCO. Recopilación de estudios, Factores Clave para un Análisis Estratégico de la Minería. 2012
- COCHILCO. Estrechez Cíclica del Mercado Laboral en la Minería Chilena del Cobre 1990-2006.
- COCHILCO. Consumo de energía y emisiones de GEI en la minería del cobre 2001 – 2011. 2012.
- Comisión Asesora para el Desarrollo Eléctrico (CADE). Informe Final. Noviembre 2011.
- Comisión Ciudadana-Técnico-Parlamentaria para la Política y la Matriz Eléctrica (CCTP). Chile necesita una gran reforma energética. Octubre 2011.

- Ministerio de Energía. Balance Nacional de Energía. Varios años.
- Comisión Nacional de Energía (CNE). Modelo de Proyección Demanda Energética Nacional de Largo Plazo. 2009.
- Compañía Siderúrgica Huachipato. Informe de Responsabilidad Social y Ambiental CSH. 2007. Disponible en: <http://www.cap.cl/rse/medio-ambiente/>
- Consejo de Producción Limpia. Uso Eficiente de Aguas en la Industria Minera y Buenas Prácticas. APL Sector Gran Minería. 2002.
- Department on Climate Change and Efficiency, Australia. Australia's emissions projections 2010. Technical papers for each sectoral projection. Diciembre 2010. Documentos disponibles en: <http://www.climatechange.gov.au/publications/projections/australias-emissionsprojections.aspx>
- Department of Energy and Climate Change, United Kingdom. 2050 Pathways Analysis. Documentos disponibles en: <http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/tackling/2050/2050.aspx>
- Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) 2008. Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Septiembre 2010.
- Fundación Chile, U. Hurtado, Centro del Cambio Global UC, y otros. Mitigando el cambio climático. Enero 2010.
- Fundación Chile, U. Hurtado, y otros. Escenarios energéticos. Enero 2010.
- GreenLab UC. Co-beneficios de la mitigación de GEI. Marzo 2011.
- Harald Winkler. Taking Action on Climate Change. Long term mitigation scenarios for South Africa. Diciembre 2009.
- International Energy Agency (IEA). Energy Technology Perspectives. 2006.
- INE. Sector Eléctrico Informe Anual 2006. 2007.
- INE. Metodología Energía Eléctrica. 2007.

- INE. Microdatos Industriales Revisados. Informe Metodológico 1998-2005
- International Energy Agency. *World Energy Models (WEM), Methodology and Assumptions*. 2010.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2ª comunicación Nacional de Chile ante la UNFCCC. 2011.
- ICH. Despachos históricos de cemento (1950-2010).
- Oswaldo Rojas L. y Jorge Rojas R. Proyección del consumo de energía residencial en el Perú (2005-2030) mediante el software Maed_d. Noviembre 2009.
- POCH Ambiental. Proyección de la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector energía años 2000-2025. Julio 2009.
- Poch Ambiental S.A. y Deuman. Inventario nacional de emisiones de gases efecto invernadero. Julio 2008.
- PRIEN. Estimación del potencial de ahorro de energía, mediante mejoramientos de la eficiencia energética de los distintos sectores del consumo en Chile. 2004
- Programa de Gestión y Economía Ambiental (PROGEA). Diseño de un Modelo de Proyección de Demanda Energética Global Nacional de Largo Plazo. Junio 2008.
- Programa de Gestión y Economía Ambiental (PROGEA). Consumo de Energía y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Chile 2007-2030 y Opciones de Mitigación. Junio 2009.
- PROGEA. Análisis de aspectos críticos en la proyección de la demanda energética global. Enero 2010.
- Programa de Gestión y Economía Ambiental (PROGEA). Implementación del Modelo LEAP. Enero 2011.
- Programa de Estudios e Investigaciones en Energía (PRIEN). Estimación del potencial de ahorro de energía, mediante mejoramientos de la eficiencia energética de los distintos sectores del consumo en Chile. 2004.



“Asesoría para determinar el Escenario de Línea Base de Emisiones del sector Minería y Otras Industrias en el marco del proyecto MAPS Chile”



- Proust Consultores. Derechos, extracciones y tasas unitarias de consumo de agua en el sector minero, regiones centro-norte de Chile. 2008
- Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. 2006.
- The Goldman Sachs Group, Inc. Dreaming With BRICs: The Path to 2050. Octubre 2003.
- U.S. Geological Survey. Mineral Commodity Summaries. 2007.
- UTFSM para AChEE. Usos finales y curva de oferta de conservación de la Energía en el sector Industrial y Minero de Chile. Septiembre 2010.

10. ANEXOS

A. PLANILLA BIBLIOGRAFIA

Para organizar la información levantada y analizada para el desarrollo de la presente asesoría, se elaboró una planilla, en la que se especifica el título de cada estudio utilizado, autor, año de publicación y código asignado (con el código es posible buscar de manera sencilla y rápida cualquier estudio, en una carpeta común que reúne todos los documentos).

La planilla separa la información publicada entre 2008 y 2012, de la publicada en 2007 o antes, y se presenta en la siguiente figura.

Figura 71: Planilla de Bibliografía para proyecto MAPS (2008 – 2012)

ESTUDIOS PUBLICADOS ENTRE 2008 y 2012			
Título	Instituciones	Fecha	Código
Medidas de mitigación sector energía, estudios previos	Coordinador Investigación para MMA	27-03-2012	MAPS-1
Recopilación de estudios, Factores Clave para un Análisis Estratégico de la Minería	COCHILCO	2012	MAPS-1.2
Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1992-2011	COCHILCO	2012	MAPS-1.3
Consumo de agua en la minería del cobre 2011	COCHILCO	2012	MAPS-1.4
Consumo de energía y emisiones de GEI en la minería del cobre 2001 - 2011	COCHILCO	2012	MAPS-1.5
Informe Final	Comisión Asesora para el Desarrollo Eléctrico (CADE)	Nov-11	MAPS-2
Chile necesita una gran reforma energética	Comisión Ciudadana-Técnico-Parlamentaria para la Política y la Matriz Eléctrica (CCTP)	Oct-11	MAPS-3
Selección y aplicación de un modelo hidrológico para estimar los impactos del cambio climático en la generación de energía del sistema interconectado central.	Depto. Ingeniería Civil, U. de Chile	Ago-11	MAPS-4
Sistema de identificación, evaluación, reporte y verificación de acciones nacionales de mitigación del cambio climático en el sector energético	Cambio Climático & Desarrollo (CCD), Deuman	09-06-2011	MAPS-5
Co-beneficios de la mitigación de GEI	GreenLab UC	Mar-11	MAPS-6
Análisis de opciones futuras de mitigación de GEI para Chile asociadas a programas de fomento en el sector silvoagropecuario	Centro del Cambio Global UC (CCG-UC)	Ene-11	MAPS-7
Implementación del Modelo LEAP	Programa de Gestión y Economía Ambiental (PROGEA)	Ene-11	MAPS-8
2ª comunicación Nacional de Chile ante la UNFCCC	MMA	2011	MAPS-8.1
Despachos históricos de cemento (1950-2010)	ICH	2011	MAPS-8.2
Anuario de Estadísticas del Cobre y otros Minerales 1991-2010	COCHILCO	2011	MAPS-8.3
Inversión en la minería chilena. Cartera de Proyectos	COCHILCO	2011	MAPS-8.4

Actualización del Estudio Prospectivo al año 2020 del consumo de energía eléctrica en la minería del cobre	COCHILCO	2011	MAPS-8.5
Consumo de energía y emisiones GEI asociadas a la minería del cobre, 2010	COCHILCO	2011	MAPS-8.6
Consumo de agua en la minería del cobre 2010	COCHILCO	2011	MAPS-8.7
Australia's emissions projections 2010. Technical papers for each sectoral projection. Documentos disponibles en: http://www.climatechange.gov.au/publications/projections/australias-emissionsprojections.aspx	Department on Climate Change and Efficiency, Australia	Dic-10	MAPS-9
Mejora de la eficiencia energética en la reforma de plantas desaladoras, un compromiso con la sostenibilidad	Aqualia Infraestructuras	Nov-10	MAPS-9.1
Sin agua no hay minería: Impacto de la desalinización en la posición competitiva de la Industria Chilena de Cobre	COCHILCO	Nov-10	MAPS-9.2
Análisis de vulnerabilidad de recursos hídricos frente a escenarios de cambio climático para las cuencas de Cautín, Aconcagua, Teno e Illapel	Depto. Ingeniería Civil, U. de Chile.	Oct-10	MAPS-10
Consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero asociadas de la minería del cobre de Chile. Año 2009.	COCHILCO	Oct-10	MAPS-11
Usos finales y curva de oferta de conservación de la Energía en el sector Industrial y Minero de Chile	UTFSM para AChEE	Sep-10	MAPS-11.1
Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) 2008	INE	Sep-10	MAPS-11.2
Análisis de Opciones Futuras de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para Chile en el Sector Energía	Centro del Cambio Global UC (CCG-UC), POCH Ambiental.	Ago-10	MAPS-12
Análisis y Desarrollo de una Metodología de Estimación de Consumos Energéticos y Emisiones para el Transporte	Sistemas Sustentables.	Jun-10	MAPS-13
Estimaciones de Costo y Potencial de Abatimiento de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Diferentes Escenarios Futuros	Centro del Cambio Global UC (CCG-UC)	Abr-10	MAPS-14
Complementos y actualización del inventario de GEI para Chile en los sectores de agricultura, uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, y residuos antrópicos	PNUD, CONAMA e INIA	Feb-10	MAPS-14.1
Estimación del impacto socioeconómico del cambio climático en el sector silvoagropecuario de Chile	Depto. Economía Agraria U. Católica	Ene-10	MAPS-15
Potencial de mitigación del cambio climático asociado a la Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal	Instituto Forestal (INFOR)	Ene-10	MAPS-16
Desarrollo y Aplicación de una Metodología Local de Cálculo de Emisiones Bunker para Gases de Efecto Invernadero	Sistemas Sustentables	Ene-10	MAPS-17
Escenarios energéticos 2030	Fundación Chile, U. Hurtado, y otros	Ene-10	MAPS-18
Mitigando el cambio climático http://www.cambioclimaticochile.org/	Fundación Chile, U. Hurtado, Centro del Cambio Global UC, y otros	Ene-10	MAPS-19
Análisis de aspectos críticos en la proyección de la demanda energética global	Programa de Gestión y Economía Ambiental (PROGEA)	Ene-10	MAPS-19.1
World Energy Models (WEM), Methodology and Assumptions	International Energy Agency	2010	MAPS-20
Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1990-2009	COCHILCO	2010	MAPS-20.1

Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro. Proyección del período 2010 – 2015	COCHILCO	2010	MAPS-20.2
Consumo de energía y emisiones de GEI asociadas de la minería del cobre de Chile. Año 2009	COCHILCO	2010	MAPS-20.3
Consumo de agua en la minería del cobre 2009	COCHILCO	2010	MAPS-20.4
Taking Action on Climate Change. Long term mitigation scenarios for South Africa	Harald Winkler.	Dic-09	http://books.google.cl/books?id=7Hj80Tr4ymUC&printsec=frontcover&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
Modelo de Proyección demanda energética nacional de largo plazo	CNE	2009	MAPS-21
Estudio prospectivo de emisiones de gases de efecto invernadero de la minería del cobre en Chile	COCHILCO	Dic-09	MAPS-22
La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe	CEPAL	Nov-09	MAPS-23
Relación entre Agua, Energía y Cambio Climático: Estudio de alto nivel sobre el impacto económico del cambio climático en la industria minera de Argentina, Chile, Colombia y Perú	Centro de Cambio Global UC (CCG-UC), EcoSecurities Consulting	Oct-09	MAPS-24
Proyección de la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector energía años 2000-2025	POCH Ambiental	Jul-09	MAPS-26
Consumo de Energía y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Chile 2007-2030 y Opciones de Mitigación	Programa de Gestión y Economía Ambiental (PROGEA)	Jun-09	MAPS-27
Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) 2007. Tomo I	INE	Ago-09	MAPS-27.1
Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) 2007. Tomo II	INE	Ago-09	MAPS-27.2
Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) 2006. Tomo I	INE	Ago-09	MAPS-27.3
Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) 2006. Tomo II	INE	Ago-09	MAPS-27.4
Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) 2005. Tomo I	INE	Ago-09	MAPS-27.5
Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) 2005. Tomo II	INE	Ago-09	MAPS-27.6
Proyección consumo de agua en la minería del cobre 2009-2020	COCHILCO	2009	MAPS-28
Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1989-2008	COCHILCO	2009	MAPS-28.1
Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro. Proyección del período 2009 – 2013	COCHILCO	Mar-09	MAPS-28.2
Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro Proyección del período 2009 – 2015	COCHILCO	Ago-09	MAPS-28.3
Proyección consumo de agua en la minería del cobre 2009-2020	COCHILCO	2009	MAPS-28.4
Consumo de energía y emisiones de GEI de la minería del cobre de Chile	COCHILCO	2009	MAPS-28.5
Proyección del consumo de energía residencial en el Perú (2005-2030) mediante el software Maed_d	Oswaldo Rojas Lazo y Jorge Luis Rojas Rojas	Nov-09	MAPS-28.6
Análisis de vulnerabilidad del sector silvoagropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile frente a escenarios de Cambio Climático	AGRIMED	Dic-08	MAPS-29
Inventario nacional de emisiones de gases efecto invernadero	Poch Ambiental S.A, Deuman	Jul-08	MAPS-30

Diseño de un Modelo de Proyección de Demanda Energética Global Nacional de Largo Plazo	Programa de Gestión y Economía Ambiental (PROGEA)	Jun-08	MAPS-31
Estimación preliminar del potencial de la eficiencia en el uso de la energía eléctrica al abastecimiento del sistema interconectado central	Programa de Estudios e Investigaciones en Energía (PRIEN), Centro de Innovación Energética (CIE), Núcleo Electrónica Industrial y Mecatrónica	Jun-08	MAPS-32
Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales	COCHILCO	2008	MAPS-32.1
Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro. Proyección del período 2008 – 2012	COCHILCO	2008	MAPS-32.2
Coefficientes unitarios de consumo de energía de la minería del cobre 2001 – 2007	COCHILCO	2008	MAPS-32.3
Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro. Proyección del período 2007 – 2011	COCHILCO	2008	MAPS-32.4
Derechos, extracciones y tasas unitarias de consumo de agua en el sector minero, regiones centro-norte de Chile	PROUST CONSULTORES 2008	Jun-05	MAPS-33
Análisis comparativo de normativas de descarga de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales	COCHILCO	2008	MAPS-33.1
Buenas prácticas y uso eficiente de agua en la industria minera	COCHILCO	2008	MAPS-33.2
Emisiones de GEI de la minería del cobre de Chile. 1995 – 2006	COCHILCO	2008	MAPS-33.3
2050 Pathways Analysis. Documentos disponibles en: http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/tackling/2050/2050.aspx	Department of Energy and Climate Change, United Kingdom		http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/tackling/2050/2050.aspx

Fuente: Elaboración propia.

Figura 72: Planilla de Bibliografía para proyecto MAPS (hasta 2007)

ESTUDIOS PUBLICADOS EN 2007 O AÑOS ANTERIORES

Título	Instituciones	Fecha	Código
Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030. Energy Journal, 2007, Vol. 28, No. 4.	Joyce Dargay, Dermot Gately and Martin Sommer	2007	MAPS-34
Coefficientes unitarios de consumo de energía de la minería del cobre. 1995 – 2006.	COCHILCO	2007	MAPS-34.1
Gestión del recurso hídrico y la minería en Chile. Diagnóstico para Mesa Público-Privada Nacional	COCHILCO	2007	MAPS-34.2
Catastro mundial de proyectos y prospectos mineros de cobre. Período 2006-2015	COCHILCO	2007	MAPS-35
Informe de Responsabilidad Social y Ambiental CMP 2007	CAP	2007	MAPS-35.1
Informe de Responsabilidad Social y Ambiental CSH 2007	CAP	2007	MAPS-35.2
Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030. Energy Journal, 2007, Vol. 28, No. 4.	COCHILCO	2007	MAPS-35.3
Metodologías para evaluar planes mineros de cobre de largo plazo con incertidumbre en precios y leyes de mineral	Depto. de Ingeniería Industrial, U. de Chile	01-01-2007	MAPS-36

Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1987 - 2006	COCHILCO	2007	MAPS-36.1
Sector Eléctrico Informe Anual 2006	INE	Julio 2007	MAPS-36.2
Metodología Energía Eléctrica	INE	Dic-2007	MAPS-36.3
Mineral Commodity Summaries	U.S. Geological Survey	2007	MAPS-36.4
Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro. Proyección del período 2006-2010	COCHILCO	2006	MAPS-37
Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1986-2005	COCHILCO	2006	MAPS-37.1
Energy Technology Perspectives.	International Energy Agency (IEA).	2006	MAPS-37.2
Coefficientes unitarios de consumo de energía de la minería del cobre. 1995 – 2004.	COCHILCO	2006	MAPS-38
Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1985-2004	COCHILCO	2005	MAPS-38.1
Eficiencia Energética en Chile. Aspectos Generales	CNE	Sep-05	MAPS-38.2
Microdatos Industriales Revisados. Informe Metodológico 1998-2005	INE	-	MAPS-38.2
Estimación del potencial de ahorro de energía, mediante mejoramientos de la eficiencia energética de los distintos sectores del consumo en Chile	Programa de Estudios e Investigaciones en Energía (PRIEN)	04-10-2004	MAPS-39
Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1994-2003	COCHILCO	2004	MAPS-39.1
DreamingWith BRICs: The Path to 2050	The Goldman Sachs Group, Inc.	Oct-2003	MAPS-39.2
Metodología para evaluar inversiones en proyectos mineros de cobre de largo plazo	Depto. de Ingeniería Industrial, U. de Chile	01-01-2003	MAPS-40
Anuario Estadísticas del cobre y Otros Minerales 1993-2002	COCHILCO	2003	MAPS-40.1
Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 1992-2001	COCHILCO	2002	MAPS-40.2
Uso Eficiente de Aguas en la Industria Minera y Buenas Prácticas	APL Sector Gran Minería	2002	MAPS-40.3
Competitividad, eficiencia energética y derechos del consumidor en la economía chilena.	CEPAL	2002	MAPS-40.4
Mejoramiento del inventario de emisiones de la Región Metropolitana	Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA)	01-12-2000	MAPS-41
http://databank.worldbank.org/ddp/home.do	Banco Mundial		

Fuente: Elaboración propia.

B. FACTORES DE EMISIÓN

Tabla 23: Factor de emisión por combustible

FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO PARA LA COMBUSTIÓN ESTACIONARIA EN LAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS Y DE LA CONSTRUCCIÓN (kg de gas de efecto invernadero por TJ sobre una base calórica neta)										
Combustible	CO ₂			CH ₄			N ₂ O			
	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	
Petróleo crudo	73,300	71,000	75,500	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2	
Orimulsión	77,000	69,300	85,400	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2	
Gas natural licuado	64,200	58,300	70,400	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2	
Gasolina	Gasolina para motores	69,300	67,500	73,000	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2
	Gasolina para aviación	70,000	67,500	73,000	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2
	Gasolina para motor a reacción	70,000	67,500	73,000	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2
Queroseno para motor a reacción	71,500	69,700	74,400	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2	
Otro queroseno	71,900	70,800	73,700	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2	
Esquisto bituminoso	73,300	67,800	79,200	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2	
Gas/Diesel Oil	74,100	72,600	74,800	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2	
Fuelóleo residual	77,400	75,500	78,800	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2	
Gases licuados de petróleo	63,100	61,600	65,600	1.0	0.3	3.0	0.1	0.03	0.3	
Etano	61,600	56,500	68,600	1.0	0.3	3.0	0.1	0.03	0.3	
Nafta	73,300	69,300	76,300	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2	
Bitumen	80,700	73,000	89,900	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2	
Lubricantes	73,300	71,900	75,200	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2	
Coque de petróleo	97,500	82,900	115,000	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2	
Alimentación a procesos de refineras	73,300	68,900	76,600	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2	
Otro petróleo	Gas de refinera	57,600	48,200	69,000	1.0	0.3	3.0	0.1	0.03	0.3
	Cera para parafina	73,300	72,200	74,400	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2
	Espíritu blanco y SBP	73,300	72,200	74,400	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	3
	Otros productos del petróleo	73,300	72,200	74,400	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2
Antracita	98,300	94,600	101,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5	
Carbón de coque	94,600	87,300	101,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5	
Otro carbón bituminoso	94,600	89,500	99,700	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5	
Carbón sub-bituminoso	96,100	92,800	100,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5	
Lignito	1,000	90,900	115,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5	
Esquisto bituminoso y alquitrán	107,000	90,200	125,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5	
Briquetas de carbón de lignito	97,500	87,300	109,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5	
Combustible evidente	97,500	87,300	109,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5	

Coque	Coque para horno de coque y coque de lignito	107,000	95,700	119,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5
	Coque de gas	107,000	95,700	119,000	1.0	0.3	3.0	0.1	0.03	0.3
Alquitrán de hulla		80,700	68,200	95,300	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5
Gases derivados	Gas de fábrica de gas	44,400	37,300	54,100	1.0	0.3	3.0	0.1	0.03	0.3
	Has de horno de coque	44,400	37,300	54,100	1.0	0.3	3.0	0.1	0.03	0.3
	Gas de alto horno	260,000	219,000	308,000	1.0	0.3	3.0	0.1	0.03	0.3
	Gas de horno de oxígeno para aceros	82,000	145,000	202,000	1.0	0.3	3.0	0.1	0.03	0.3
Gas natural		56,100	54,300	58,300	1.0	0.3	3.0	0.1	0.03	0.3
Desechos municipales (fracción no perteneciente a la biomasa)		91,700	73,300	121,000	30.0	10.0	100.0	4	1.5	15
Desechos industriales		143,000	110,000	183,000	30.0	10.0	100.0	4	1.5	15
Óleos de desecho		73,300	72,200	74,400	30.0	10.0	100.0	4	1.5	15
Turba		106,000	100,000	108,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5
Biocombustibles sólidos	Madera / Desechos de madera	112,000	95,000	132,000	30.0	10.0	100.0	4	1.5	15
	Lejía de sulfito (licor negro) (a)	95,300	80,700	110,000	3.0	1.0	18.0	2	1	21
	Otra biomasa sólida primaria	100,000	84,700	117,000	30.0	10.0	100.0	4	1.5	15
	Charcoal	112,000	95,000	132,000	30.0	10.0	100.0	4	1.5	15
Biocombustibles líquidos	Biogasolina	70,800	59,800	84,300	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2
	Biodiésels	70,800	59,800	84,300	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2
	Otros biocombustibles líquidos	79,600	67,100	93,300	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2
Biomasa gaseosa	Gas de vertedero	54,600	46,200	66,000	1.0	0.3	3.0	0.1	0.03	0.3
	Gas de digestión de lodos cloacales	54,600	46,200	66,000	1.0	0.3	3.0	0.1	0.03	0.3
	Otro biogás	54,600	46,200	66,000	1.0	0.3	3.0	0.1	0.03	0.3
Otros combustibles no fósiles	Desechos municipales (fracción perteneciente a la biomasa)	100,000	84,700	117,000	30.0	10.0	100.0	4	1.5	15

^(a) Incluye el CO2 derivado de la biomasa emitido desde la unidad de combustión de licor negro y el CO2 derivado de la biomasa emitido desde el horno de cal de la planta de Craft.

n Indica un factor de emisión nuevo que no estaba presente en las Directrices del IPCC de 1996

r Indica un factor de emisión que se revisó a partir de las Directrices del IPCC de 1996

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

C. TASAS DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN DEL PIB EN SUS CINCO ESCENARIOS

En el presente estudio, se consideran cinco escenarios de crecimiento de PIB nacional, Pesimista, Medio bajo, Medio alto, Optimista y Referencia. Las tasas de crecimiento de los cuatro primeros escenarios corresponden en primera instancia a magnitudes de 3%, 4%, 5% y 6%, respectivamente, las que están sujetas a ciertas consideraciones. En primer lugar, se debe tomar en cuenta que tasas de crecimiento de esas magnitudes no serían sostenibles en el contexto actual hasta el año 2050, por lo que se acordó utilizar un criterio de convergencia para que la tendencia proyectada converja y no crezca sin restricciones. Según este criterio, las tasas de crecimiento caen al alcanzar un nivel de producto per cápita de estado estacionario, el cual corresponde a alcanzar la tendencia de crecimiento del 70% del producto per cápita de EE.UU. (crecimiento de 2% per cápita), lo cual ocurre sólo en los escenarios Medio alto y Optimista. Una segunda consideración para estos primeros cuatro escenarios es que las tasas de crecimiento de los años 2007 y 2008 deben corresponder a las proyecciones con criterio experto que circulaban en el año 2006.

Finalmente el último escenario corresponde al escenario de referencia respecto de estudios anteriores, considerando además que entre los años 2007 a 2010 se utilice la tasa de crecimiento efectiva del PIB determinada por el Banco Central y Hacienda. Para los años 2011 en adelante, este escenario se basa en el presentado en diversos estudios realizados en los años 2009-2012. Las tasas de crecimiento proyectado a utilizar en el escenario de referencia son:

- 2007: 4,6%
- 2008: 3,7%
- 2009: -1,7%
- 2010: 5,2%
- 2011-2015: 5%
- 2016-2050: 4% (extensión de la tasa de crecimiento)

Este escenario se construye con el fin de comparar los resultados de este proyecto con los obtenidos en estudios anteriores y de esa manera poder tener una referencia. A su vez, permite tener una idea de cómo afecta a las proyecciones el área gris entre los años 2007-2010, que ocurre por el hecho de que para el estudio se considera que se está situado a fines de 2006, lo que corresponde a la información que se utilizó para las negociaciones internacionales de 2010, a pesar de que ya se conoce el crecimiento efectivo para los años 2007-2010.

En la tabla siguiente, se presenta la tasa de crecimiento anual del PIB, para cada escenario de crecimiento considerado.

Tabla 24: Tasa de crecimiento anual del PIB Nacional, para los cinco escenarios de crecimiento

Tasa de Crecimiento PIB (%)	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. referencia
2007	5,3	5,3	5,3	5,3	4,6
2008	5,3	5,3	5,3	5,3	3,7
2009	3	4	5	6	-1,7
2010	3	4	5	6	5,2
2011	3	4	5	6	5
2012	3	4	5	6	5
2013	3	4	5	6	5
2014	3	4	5	6	5
2015	3	4	5	6	5
2016	3	4	5	6	4
2017	3	4	5	6	4
2018	3	4	5	6	4
2019	3	4	5	6	4
2020	3	4	5	6	4
2021	3	4	5	6	4
2022	3	4	5	6	4
2023	3	4	5	6	4
2024	3	4	5	6	4
2025	3	4	5	6	4
2026	3	4	5	6	4
2027	3	4	5	6	4
2028	3	4	5	6	4
2029	3	4	5	6	4
2030	3	4	5	6	4
2031	3	4	5	6	4
2032	3	4	5	2,33	4
2033	3	4	5	2,33	4
2034	3	4	5	2,33	4
2035	3	4	5	2,33	4
2036	3	4	5	2,2	4
2037	3	4	5	2,2	4
2038	3	4	5	2,2	4
2039	3	4	5	2,2	4
2040	3	4	5	2,2	4
2041	3	4	2,08	2,08	4
2042	3	4	2,08	2,08	4
2043	3	4	2,08	2,08	4
2044	3	4	2,08	2,08	4
2045	3	4	2,08	2,08	4
2046	3	4	2,01	2,01	4
2047	3	4	2,01	2,01	4
2048	3	4	2,01	2,01	4
2049	3	4	2,01	2,01	4
2050	3	4	2,01	2,01	4

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Equipo MAPS.

A continuación se presenta el PIB Nacional histórico y proyectado hasta el año 2050, considerando cinco escenarios de crecimiento.

Tabla 25: PIB histórico Nacional y proyectado hasta el año 2050 en sus cinco escenarios de crecimiento

PIB en Miles de millones de pesos (base 2003)	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. referencia
1984	17.790	17.790	17.790	17.790	17.790
1985	18.151	18.151	18.151	18.151	18.151
1986	19.172	19.172	19.172	19.172	19.172
1987	20.412	20.412	20.412	20.412	20.412
1988	21.911	21.911	21.911	21.911	21.911
1989	24.228	24.228	24.228	24.228	24.228
1990	25.142	25.142	25.142	25.142	25.142
1991	27.137	27.137	27.137	27.137	27.137
1992	30.438	30.438	30.438	30.438	30.438
1993	32.559	32.559	32.559	32.559	32.559
1994	34.417	34.417	34.417	34.417	34.417
1995	38.029	38.029	38.029	38.029	38.029
1996	40.832	40.832	40.832	40.832	40.832
1997	43.527	43.527	43.527	43.527	43.527
1998	44.944	44.944	44.944	44.944	44.944
1999	44.616	44.616	44.616	44.616	44.616
2000	46.605	46.605	46.605	46.605	46.605
2001	48.166	48.166	48.166	48.166	48.166
2002	49.209	49.209	49.209	49.209	49.209
2003	51.156	51.156	51.156	51.156	51.156
2004	54.247	54.247	54.247	54.247	54.247
2005	57.263	57.263	57.263	57.263	57.263
2006	59.891	59.891	59.891	59.891	59.891
2007	63.065	63.065	63.065	63.065	62.646
2008	66.408	66.408	66.408	66.408	64.964
2009	68.400	69.064	69.728	70.392	63.859
2010	70.452	71.827	73.214	74.616	67.180
2011	72.565	74.700	76.875	79.093	70.539
2012	74.742	77.688	80.719	83.838	74.066
2013	76.985	80.795	84.755	88.868	77.769
2014	79.294	84.027	88.993	94.201	81.658
2015	81.673	87.388	93.442	99.853	85.741
2016	84.123	90.883	98.114	105.844	89.170
2017	86.647	94.519	103.020	112.194	92.737
2018	89.246	98.300	108.171	118.926	96.447
2019	91.924	102.232	113.580	126.062	100.305
2020	94.681	106.321	119.259	133.625	104.317
2021	97.522	110.574	125.222	141.643	108.489
2022	100.448	114.997	131.483	150.141	112.829
2023	103.461	119.596	138.057	159.150	117.342
2024	106.565	124.380	144.960	168.699	122.036
2025	109.762	129.355	152.208	178.821	126.917
2026	113.055	134.530	159.818	189.550	131.994
2027	116.446	139.911	167.809	200.923	137.274

2028	119.940	145.507	176.199	212.978	142.765
2029	123.538	151.328	185.009	225.757	148.475
2030	127.244	157.381	194.260	239.302	154.414
2031	131.061	163.676	203.973	253.661	160.591
2032	134.993	170.223	214.171	259.571	167.015
2033	139.043	177.032	224.880	265.619	173.695
2034	143.214	184.113	236.124	271.808	180.643
2035	147.511	191.478	247.930	278.141	187.869
2036	151.936	199.137	260.327	284.260	195.383
2037	156.494	207.102	273.343	290.514	203.199
2038	161.189	215.386	287.010	296.905	211.327
2039	166.024	224.002	301.361	303.437	219.780
2040	171.005	232.962	316.429	310.113	228.571
2041	176.135	242.280	323.010	316.563	237.714
2042	181.419	251.972	329.729	323.147	247.222
2043	186.862	262.050	336.587	329.869	257.111
2044	192.468	272.533	343.588	336.730	267.396
2045	198.242	283.434	350.735	343.734	278.092
2046	204.189	294.771	357.785	350.643	289.215
2047	210.315	306.562	364.976	357.691	300.784
2048	216.624	318.824	372.312	364.881	312.815
2049	223.123	331.577	379.796	372.215	325.328
2050	229.817	344.841	387.430	379.696	338.341

Fuente: Elaboración propia

D. FUNCIONES ECONOMETRICAS, GRÁFICOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

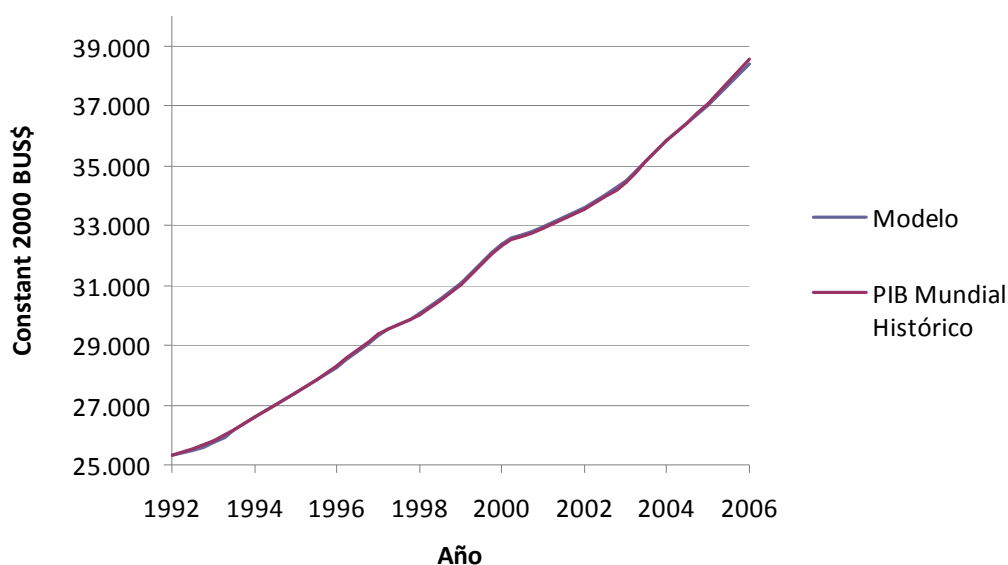
A continuación se presentan las funciones econométricas utilizadas para proyectar producción, consumo total y consumo por energético.

Para cada sector, se muestran las funciones econométricas empleadas, los gráficos comparativos entre datos históricos y los datos obtenidos mediante las funciones econométricas, además del análisis estadístico respectivo.

D.1. SECTOR COBRE

a) Proyección PIB Mundial en base a PIB BRICS – G6

$$\text{PIB Mundial: } \text{LN}(\text{PIB Mundial}) = -0,298784 + 1,06383 * \text{LN}(\text{PIB Brics-G6})$$



Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-0,298784	0,0420913	-7,09847	0
Pendiente	1,06383	0,00420825	252,795	0

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,248324	1	0,248324	63905,47	0
Residuo	5,05154E-05	13	3,8858E-06		
Total (Corr.)	0,248374	14			

Coefficiente de Correlación = 0,999898

R-cuadrada = 99,9797 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99,9781 por ciento

Error estándar del est. = 0,00197124

Error absoluto medio = 0,00148439

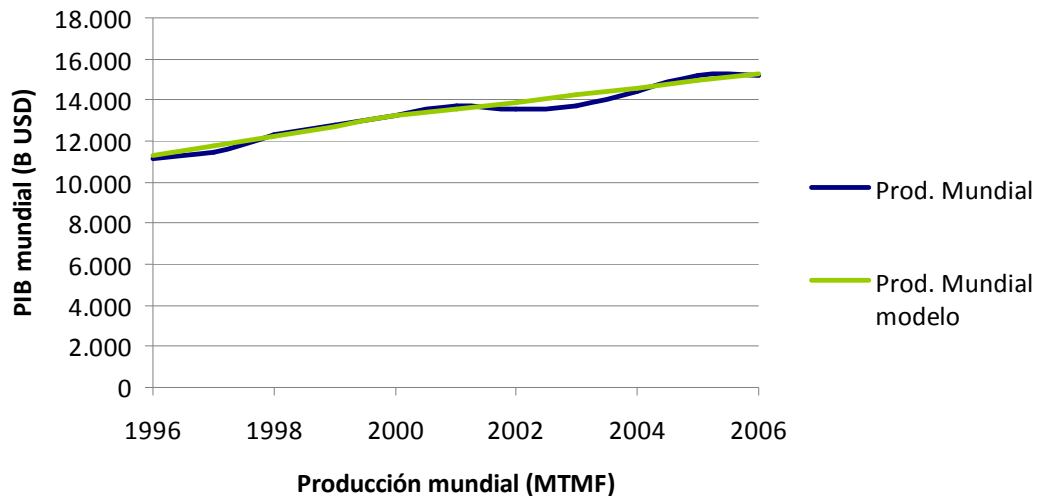
Estadístico Durbin-Watson = 0,507028 (P=0,0000)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,583933

b) Sensibilización adicional: Proyección de producción de cobre mundial en base a PIB mundial y precio

Producción mundial cobre:

$$\ln(\text{Prod Mundial}) = -1,96139 - 0,0442008 \cdot \ln(\text{Precio cobre}) + 1,1218 \cdot \ln(\text{PIB Mundial})$$



Variable dependiente: $\ln(\text{Prod Mundial})$

Variables independientes:

ln(Precio cobre)
ln(PIB Mundial)

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-1,96139	0,672066	-2,91844	0,0193
ln(Precio cobre)	-0,0442008	0,0178709	-2,47334	0,0385
ln(PIB Mundial)	1,1218	0,0687152	16,3254	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,104282	2	0,0521408	161,87	0,0000
Residuo	0,002577	8	0,000322124		
Total (Corr.)	0,106859	10			

R-cuadrada = 97,5884 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 96,9855 por ciento

Error estándar del est. = 0,0179478

Error absoluto medio = 0,0129198

Estadístico Durbin-Watson = 1,56403 (P=0,0490)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,210269

El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre ln(Prod Mundial) y 2 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

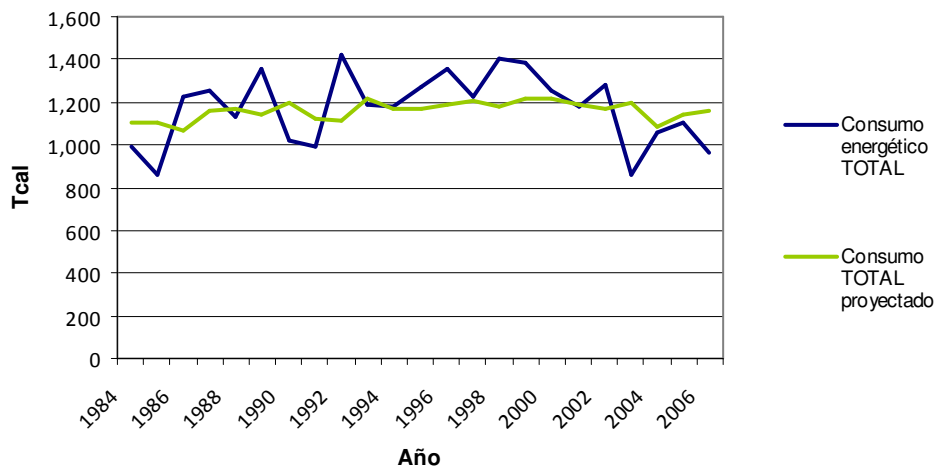
$$\ln(\text{Prod Mundial}) = -1,96139 - 0,0442008 * \ln(\text{Precio cobre}) + 1,1218 * \ln(\text{PIB Mundial})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 97,5884% de la variabilidad en ln(Prod Mundial). El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 96,9855%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,0179478. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto.

D.2. SECTOR AZÚCAR

Consumo Total: $\ln(ct) = 5,13375 + 0,0199125 \cdot \ln(\text{PIB}) + 0,242989 \cdot \ln(\text{ct ant})$



Dependent variable: $\ln(ct)$

Independent variables: $\ln(\text{PIB})$, $\ln(\text{ct ant})$

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	5,13375	1,60241	3,20377	0,0045
$\ln(\text{PIB})$	0,0199125	0,0841719	0,236569	0,8154
$\ln(\text{CT ant.})$	0,242989	0,226027	1,07504	0,2952

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,0330067	2	0,0165033	0,73	0,4962
Residual	0,45463	20	0,0227315		
Total (Corr.)	0,487636	22			

R-squared = 6,76871 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 0 percent

Standard Error of Est. = 0,15077

Mean absolute error = 0,111589

Durbin-Watson statistic = 2,00561 (P=0,3855)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,0508879

The StatAdvisor

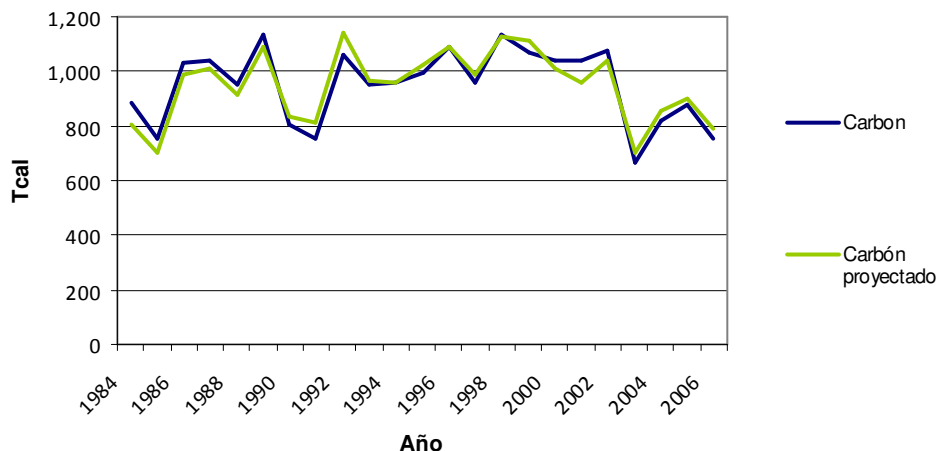
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between $\ln(\text{ct})$ and 2 independent variables. The equation of the fitted model is

$$\ln(\text{ct}) = 5,13375 + 0,0199125 \cdot \ln(\text{PIB}) + 0,242989 \cdot \ln(\text{ct ant})$$

Since the P-value in the ANOVA table is greater or equal to 0,05, there is not a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% or higher confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 6,76871% of the variability in $\ln(\text{ct})$. The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 0,0%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,15077. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

Carbón: $LN(CARBON) = 0,0557439 + 0,962145 * LN(CT)$



Dependent variable: LN(CARBON)

Independent variable: LN(CT)

Linear model: $Y = a + b * X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	0,0557439	0,498676	0,111784	0,9121
Slope	0,962145	0,0706517	13,6181	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,451417	1	0,451417	185,45	0,0000
Residual	0,0511165	21	0,00243412		
Total (Corr.)	0,502533	22			

Correlation Coefficient = 0,947778

R-squared = 89,8282 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 89,3439 percent

Standard Error of Est. = 0,0493368

Mean absolute error = 0,0404985

Durbin-Watson statistic = 0,78651 (P=0,0003)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,502116

The StatAdvisor

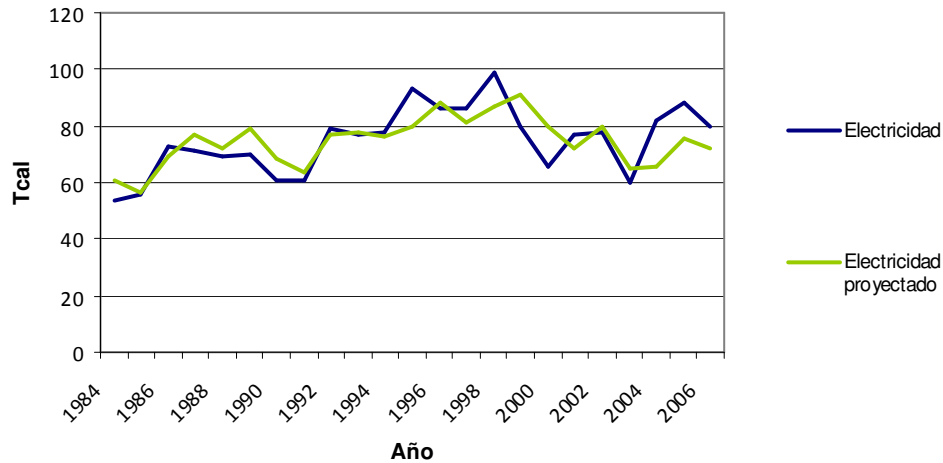
The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between LN(CARBON) and LN(CT). The equation of the fitted model is

$$LN(CARBON) = 0,0557439 + 0,962145 * LN(CT)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between LN(CARBON) and LN(CT) at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 89,8282% of the variability in LN(CARBON). The correlation coefficient equals 0,947778, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0493368. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

Electricidad: $LN(ELEC) = -1,03234 + 0,530055 * LN(CT) + 0,372388 * LN(ELEC ANT)$



Dependent variable: LN(ELEC)
Independent variables: LN(CT), LN(ELEC ANT)

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	-1,03234	1,14321	-0,903013	0,3773
LN(CT)	0,530055	0,174522	3,03718	0,0065
LN(ELEC ANT)	0,372388	0,150766	2,46998	0,0226

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,315538	2	0,157769	12,58	0,0003
Residual	0,250808	20	0,0125404		
Total (Corr.)	0,566346	22			

R-squared = 55,7148 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 51,2862 percent
Standard Error of Est. = 0,111984
Mean absolute error = 0,0859651
Durbin-Watson statistic = 1,43883 (P=0,0568)
Lag 1 residual autocorrelation = 0,230153

The StatAdvisor

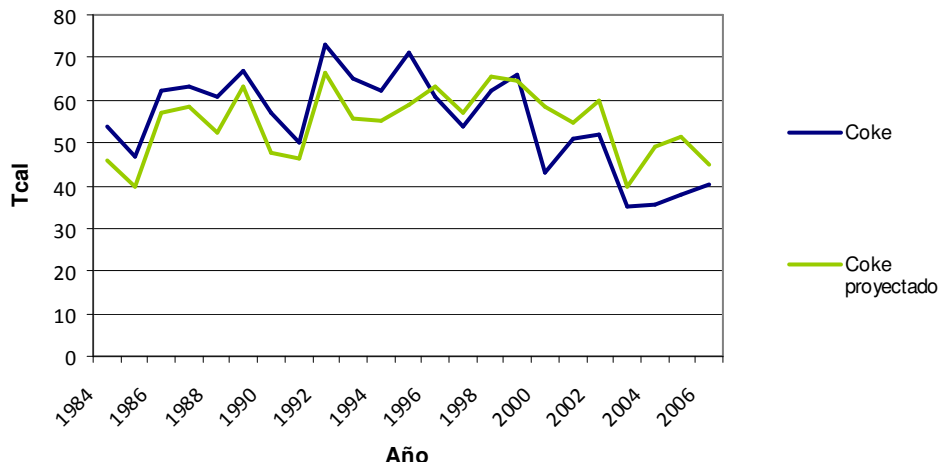
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between LN(ELEC) and 2 independent variables. The equation of the fitted model is

$$LN(ELEC) = -1,03234 + 0,530055 * LN(CT) + 0,372388 * LN(ELEC ANT)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 55,7148% of the variability in LN(ELEC). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 51,2862%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,111984. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

Coke: $LN(COKE) = -3,1504 + 1,01163 * LN(CT)$



Dependent variable: LN(COKE)

Independent variable: LN(CT)

Linear model: $Y = a + b * X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	-3,1504	1,66957	-1,88695	0,0731
Slope	1,01163	0,236543	4,27672	0,0003

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,499043	1	0,499043	18,29	0,0003
Residual	0,572975	21	0,0272845		
Total (Corr.)	1,07202	22			

Correlation Coefficient = 0,682288

R-squared = 46,5517 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 44,0066 percent

Standard Error of Est. = 0,16518

Mean absolute error = 0,133814

Durbin-Watson statistic = 0,621316 (P=0,0000)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,655439

The StatAdvisor

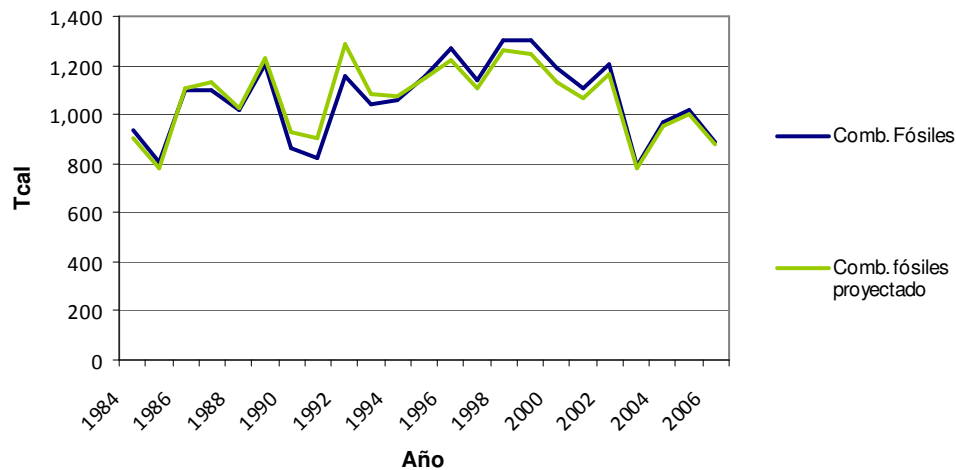
The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between LN(COKE) and LN(CT). The equation of the fitted model is

$LN(COKE) = -3,1504 + 1,01163 * LN(CT)$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between LN(COKE) and LN(CT) at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 46,5517% of the variability in LN(COKE). The correlation coefficient equals 0,682288, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,16518. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

Comb. fósiles: $LN(C FOSIL) = 0,0192908 + 0,983182 * LN(CT)$



Dependent variable: LN(C FOSIL)
 Independent variable: LN(CT)
 Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	0,0192908	0,453729	0,0425161	0,9665
Slope	0,983182	0,0642836	15,2944	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,471372	1	0,471372	233,92	0,0000
Residual	0,0423171	21	0,0020151		
Total (Corr.)	0,513689	22			

Correlation Coefficient = 0,957925
 R-squared = 91,7621 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 91,3698 percent
 Standard Error of Est. = 0,0448899
 Mean absolute error = 0,0341295
 Durbin-Watson statistic = 0,325498 (P=0,0000)
 Lag 1 residual autocorrelation = 0,816123

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between LN(C FOSIL) and LN(CT). The equation of the fitted model is

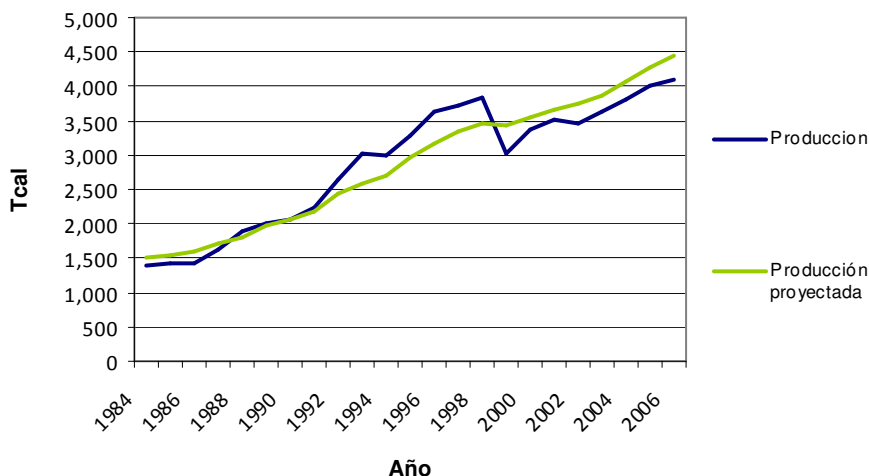
$$LN(C FOSIL) = 0,0192908 + 0,983182 \cdot LN(CT)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between LN(C FOSIL) and LN(CT) at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 91,7621% of the variability in LN(C FOSIL). The correlation coefficient equals 0,957925, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0448899. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

D.3. SECTOR CEMENTO

Producción: $LN(PROD) = -1,43591 + 0,89429 * LN(PIB)$



Dependent variable: LN(PROD)
 Independent variable: LN(PIB)
 Linear model: $Y = a + b * X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	-1,43591	0,503368	-2,85261	0,0095
Slope	0,89429	0,0481524	18,5721	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	2,76419	1	2,76419	344,92	0,0000
Residual	0,168293	21	0,00801395		
Total (Corr.)	2,93248	22			

Correlation Coefficient = 0,970881
 R-squared = 94,2611 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 93,9878 percent
 Standard Error of Est. = 0,0895207
 Mean absolute error = 0,0766462
 Durbin-Watson statistic = 0,528335 (P=0,0000)
 Lag 1 residual autocorrelation = 0,701591

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between LN(PROD) and LN(PIB). The equation of the fitted model is

$$LN(PROD) = -1,43591 + 0,89429 * LN(PIB)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between LN(PROD) and LN(PIB) at the 95,0% confidence level.

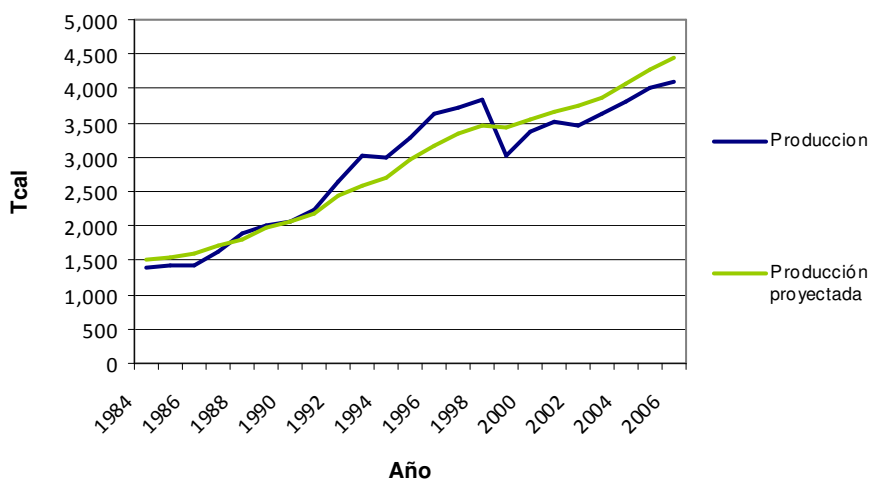
The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 94,2611% of the variability in LN(PROD). The correlation coefficient equals 0,970881, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0895207. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.



“Asesoría para determinar el Escenario de Línea Base de Emisiones del sector Minería y Otras Industrias en el marco del proyecto MAPS Chile”



Consumo Total: $\ln(CT) = -0,143584 + 0,977418 \cdot \ln(\text{prod})$



Dependent variable: $\ln(ct)$
 Independent variable: $\ln(\text{prod})$
 Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	-0,143584	0,415311	-0,345726	0,7330
Slope	0,977418	0,052476	18,626	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	2,80154	1	2,80154	346,93	0,0000
Residual	0,169581	21	0,00807527		
Total (Corr.)	2,97112	22			

Correlation Coefficient = 0,971043
 R-squared = 94,2924 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 94,0206 percent
 Standard Error of Est. = 0,0898625
 Mean absolute error = 0,0663715
 Durbin-Watson statistic = 1,9507 (P=0,3623)
 Lag 1 residual autocorrelation = 0,0188136

The StatAdvisor

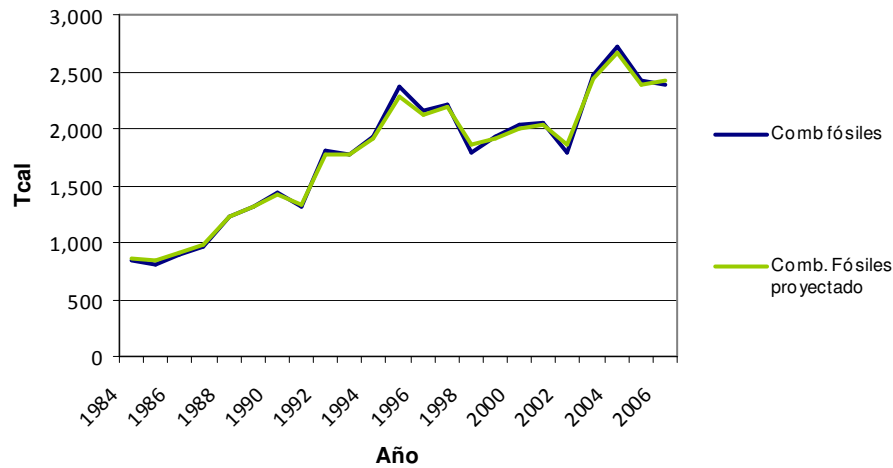
The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between $\ln(ct)$ and $\ln(\text{prod})$. The equation of the fitted model is

$$\ln(ct) = -0,143584 + 0,977418 \cdot \ln(\text{prod})$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between $\ln(ct)$ and $\ln(\text{prod})$ at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 94,2924% of the variability in $\ln(ct)$. The correlation coefficient equals 0,971043, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0898625. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

Comb. Fósiles: $LN(COM FOSIL) = 0,0254687 + 0,957297*LN(CT) + 0,016712*LN(PROD)$



Dependent variable: LN(COM FOSIL)

Independent variables:

LN(CT)

LN(PROD)

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	0,0254687	0,589201	0,0432259	0,9660
LN(CT)	0,957297	0,308708	3,10098	0,0056
LN(PROD)	0,016712	0,310735	0,0537822	0,9576

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	2,81532	2	1,40766	87,10	0,0000
Residual	0,323223	20	0,0161611		
Total (Corr.)	3,13854	22			

R-squared = 89,7015 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 88,6716 percent

Standard Error of Est. = 0,127126

Mean absolute error = 0,0863481

Durbin-Watson statistic = 0,297654 (P=0,0000)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,842451

The StatAdvisor

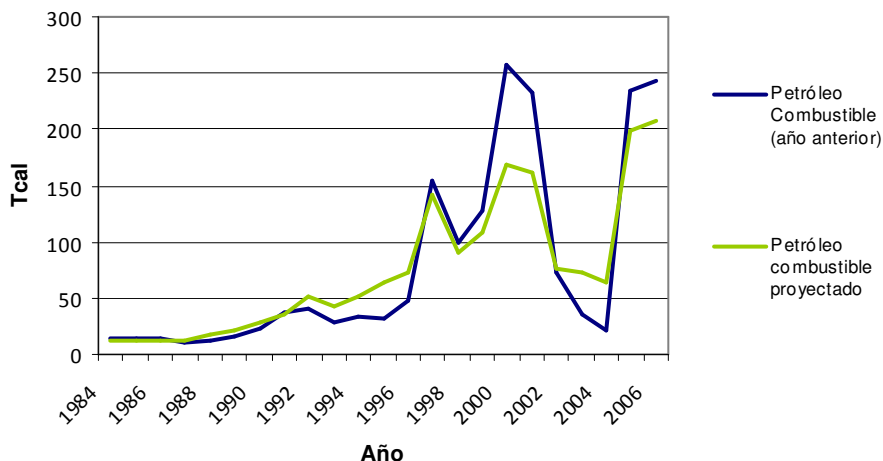
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between LN(COM FOSIL) and 2 independent variables. The equation of the fitted model is

$$LN(COM FOSIL) = 0,0254687 + 0,957297*LN(CT) + 0,016712*LN(PROD)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 89,7015% of the variability in LN(COM FOSIL). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 88,6716%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,127126. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

Petróleo Combustible: $LN(PC) = -7,52487 + 1,23808*LN(CT) + 0,544704*LN(PC ANT)$



Dependent variable: LN(PC)

Independent variables:

LN(CT)

LN(PC ANT)

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	-7,52487	3,21612	-2,33973	0,0298
LN(CT)	1,23808	0,475003	2,60646	0,0169
LN(PC ANT)	0,544704	0,163373	3,33411	0,0033

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	19,9002	2	9,95008	27,44	0,0000
Residual	7,25301	20	0,36265		
Total (Corr.)	27,1532	22			

R-squared = 73,2885 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 70,6174 percent

Standard Error of Est. = 0,602205

Mean absolute error = 0,441248

Durbin-Watson statistic = 1,86264 (P=0,2423)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,0553842

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between LN(PC) and 2 independent variables. The equation of the fitted model is

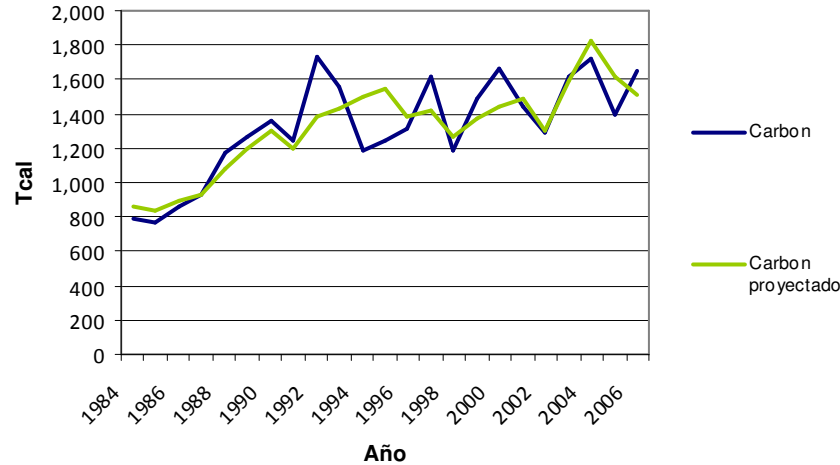
$$LN(PC) = -7,52487 + 1,23808*LN(CT) + 0,544704*LN(PC ANT)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 73,2885% of the variability in LN(PC). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 70,6174%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,602205. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

Carbón: $\ln(\text{carbon}) = 2,33665 + 0,947939*\ln(\text{ct}) - 0,585151*\ln(\text{prod})$

$$+ 0,317528 * \text{LN}(\text{CARBON ANT})$$



Dependent variable: $\ln(\text{carbon})$
 Independent variables: $\ln(\text{ct})$, $\ln(\text{prod})$, $\text{LN}(\text{CARBON ANT})$

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	2,33665	0,722721	3,23313	0,0044
$\ln(\text{CT})$	0,947939	0,290995	3,25758	0,0041
$\ln(\text{prod})$	-0,585151	0,324303	-1,80434	0,0871
$\text{LN}(\text{CARBON ANT})$	0,317528	0,19594	1,62054	0,1216

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1,00688	3	0,335627	23,54	0,0000
Residual	0,270921	19	0,014259		
Total (Corr.)	1,2778	22			

R-squared = 78,7979 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 75,4502 percent
 Standard Error of Est. = 0,119411
 Mean absolute error = 0,0866757
 Durbin-Watson statistic = 1,44179 (P=0,0400)
 Lag 1 residual autocorrelation = 0,253104

The StatAdvisor

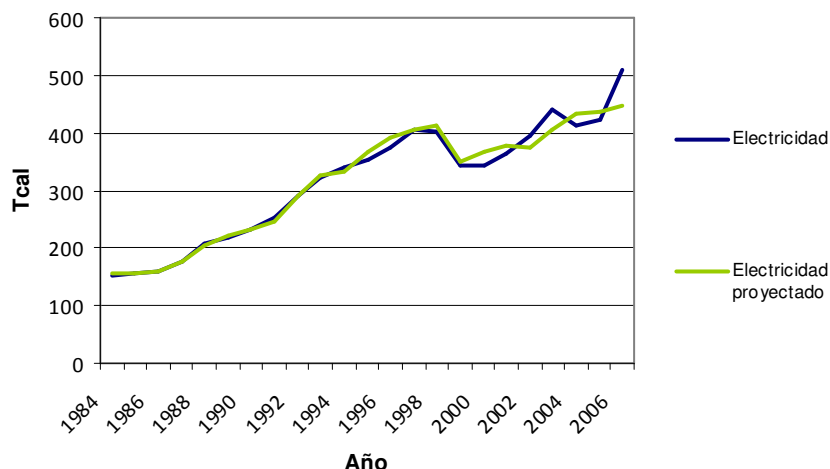
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between $\ln(\text{carbon})$ and 3 independent variables. The equation of the fitted model is

$$\ln(\text{carbon}) = 2,33665 + 0,947939 * \ln(\text{ct}) - 0,585151 * \ln(\text{prod}) + 0,317528 * \text{LN}(\text{CARBON ANT})$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 78,7979% of the variability in $\ln(\text{carbon})$. The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 75,4502%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,119411. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

Electricidad: $LN(ELEC) = -1,70658 + 0,692942*LN(PROD) + 0,116785*LN(CT) + 0,184635*LN(ELEC ANT)$



Dependent variable: LN(ELEC)

Independent variables: LN(PROD), LN(CT), LN(ELEC ANT)

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	-1,70658	0,374337	-4,55894	0,0002
LN(PROD)	0,692942	0,165071	4,19785	0,0005
LN(CT)	0,116785	0,115399	1,01201	0,3242
LN(ELEC ANT)	0,184635	0,138717	1,33102	0,1989

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	2,88621	3	0,962069	438,60	0,0000
Residual	0,0416762	19	0,00219348		
Total (Corr.)	2,92788	22			

R-squared = 98,5766 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 98,3518 percent

Standard Error of Est. = 0,0468346

Mean absolute error = 0,0303833

Durbin-Watson statistic = 1,56965 (P=0,0839)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,0198237

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between LN(ELEC) and 3 independent variables. The equation of the fitted model is

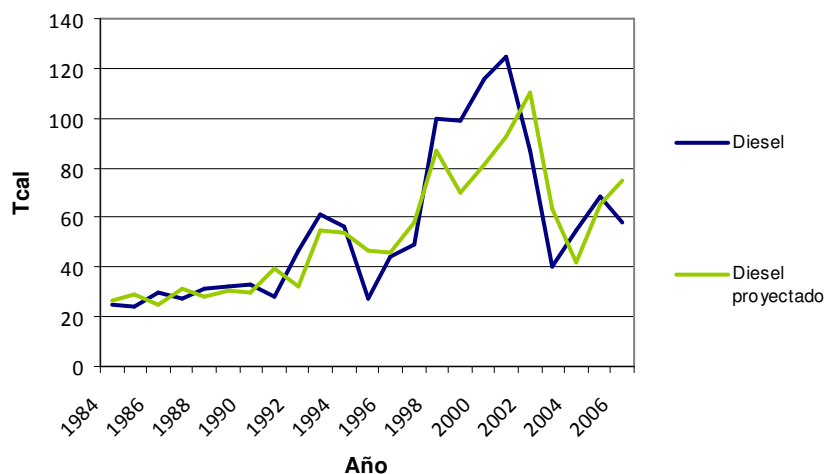
$$LN(ELEC) = -1,70658 + 0,692942*LN(PROD) + 0,116785*LN(CT) + 0,184635*LN(ELEC ANT)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 98,5766% of the variability in LN(ELEC). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 98,3518%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0468346. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

Diesel:

$$\text{LN(DIESEL)} = -2,46595 + 2,13167 \cdot \text{LN(PROD)} - 1,63473 \cdot \text{LN(CT)} + 0,490594 \cdot \text{LN(DIESEL ANT)}$$



Dependent variable: LN(DIESEL)

Independent variables: LN(PROD), LN(CT), LN(DIESEL ANT)

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	-2,46595	1,44566	-1,70576	0,1043
LN(PROD)	2,13167	0,722624	2,9499	0,0082
LN(CT)	-1,63473	0,683821	-2,39058	0,0273
LN(DIESEL ANT)	0,490594	0,152998	3,20653	0,0046

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	4,51134	3	1,50378	19,25	0,0000
Residual	1,48414	19	0,0781125		
Total (Corr.)	5,99548	22			

R-squared = 75,2457 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 71,3372 percent

Standard Error of Est. = 0,279486

Mean absolute error = 0,211551

Durbin-Watson statistic = 1,96536 (P=0,3162)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,0065454

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between LN(DIESEL) and 3 independent variables. The equation of the fitted model is

$$\text{LN(DIESEL)} = -2,46595 + 2,13167 \cdot \text{LN(PROD)} - 1,63473 \cdot \text{LN(CT)} + 0,490594 \cdot \text{LN(DIESEL ANT)}$$

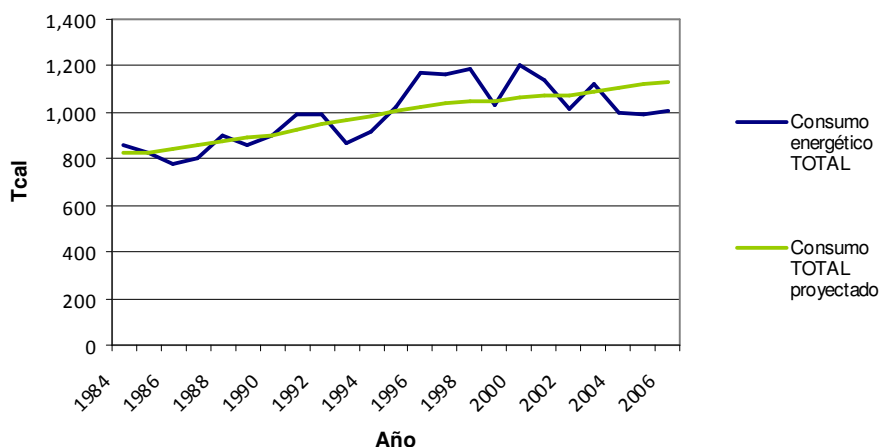
Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 75,2457% of the variability in LN(DIESEL). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 71,3372%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,279486. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

D.4. SECTOR HIERRO

a) Proyección utilizando PIB Nacional como driver

Consumo Total: $LN(CT) = 4,17784 + 0,259488 * LN(PIB)$



Dependent variable: LN(CT)
Independent variable: LN(PIB)
Linear model: $Y = a + b * X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	4,17784	0,472302	8,8457	0,0000
Slope	0,259488	0,0451806	5,74336	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,232727	1	0,232727	32,99	0,0000
Residual	0,148161	21	0,00705529		
Total (Corr.)	0,380888	22			

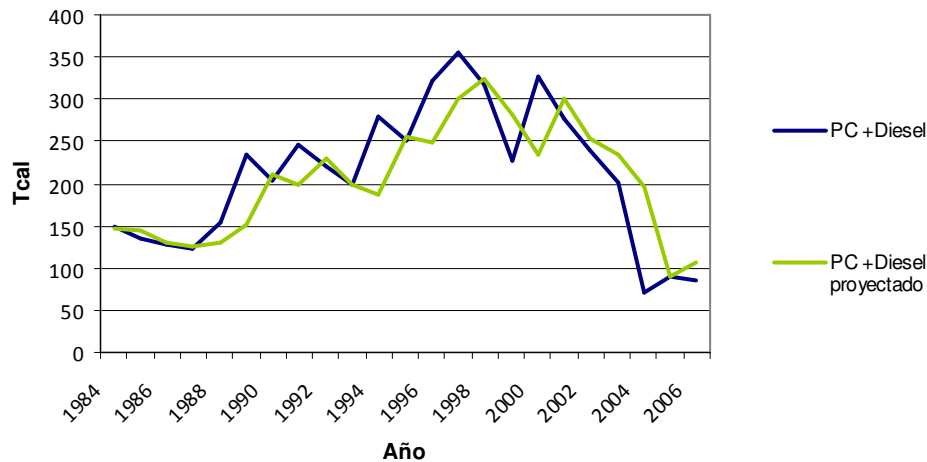
Correlation Coefficient = 0,781672
R-squared = 61,1011 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 59,2488 percent
Standard Error of Est. = 0,0839958
Mean absolute error = 0,0691815
Durbin-Watson statistic = 1,10643 (P=0,0054)
Lag 1 residual autocorrelation = 0,39406

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between LN(CT) and LN(PIB). The equation of the fitted model is $LN(CT) = 4,17784 + 0,259488 * LN(PIB)$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between LN(CT) and LN(PIB) at the 95,0% confidence level. The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 61,1011% of the variability in LN(CT). The correlation coefficient equals 0,781672, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0839958. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

PC + Diesel: $ln(pc+diesel) = -1,7296 + 0,438302 * ln(ct) + 0,751297 * ln(pc \text{ ant} + diesel \text{ ant})$



Dependent variable: ln(pc+diesel)
 Independent variables:
 ln(ct)
 ln(pc ant+diesel ant)

	Estimate	Standard Error	T	P-Value
Parameter			Statistic	
CONSTANT	-1,7296	3,60978	-0,479144	0,6370
ln(CT)	0,438302	0,589779	0,743163	0,4660
ln(pc ant+diesel ant)	0,751297	0,182893	4,10786	0,0005

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	2,76347	2	1,38174	15,24	0,0001
Residual	1,81275	20	0,0906377		
Total (Corr.)	4,57623	22			

R-squared = 60,3876 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 56,4264 percent
 Standard Error of Est. = 0,301061
 Mean absolute error = 0,172886
 Durbin-Watson statistic = 1,79645 (P=0,1999)
 Lag 1 residual autocorrelation = 0,0870983

The StatAdvisor

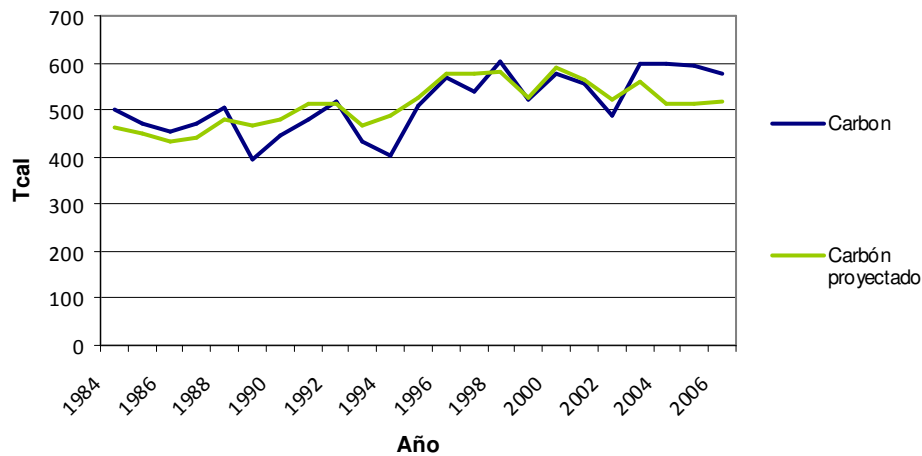
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between ln(pc+diesel) and 2 independent variables. The equation of the fitted model is

$$\ln(\text{pc+diesel}) = -1,7296 + 0,438302 \cdot \ln(\text{ct}) + 0,751297 \cdot \ln(\text{pc ant+diesel ant})$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 60,3876% of the variability in ln(pc+diesel). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 56,4264%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,301061. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

Carbón: $\text{LN(CARBON)} = 1,36714 + 0,706421 \cdot \text{LN(CT)}$



Dependent variable: LN(CARBON)

Independent variable: LN(CT)

Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	1,36714	1,00054	1,3664	0,1863
Slope	0,706421	0,145221	4,86446	0,0001

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,190075	1	0,190075	23,66	0,0001
Residual	0,168684	21	0,00803258		
Total (Corr.)	0,358759	22			

Correlation Coefficient = 0,727882

R-squared = 52,9812 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 50,7422 percent

Standard Error of Est. = 0,0896247

Mean absolute error = 0,0697399

Durbin-Watson statistic = 0,889486 (P=0,0008)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,504291

The StatAdvisor

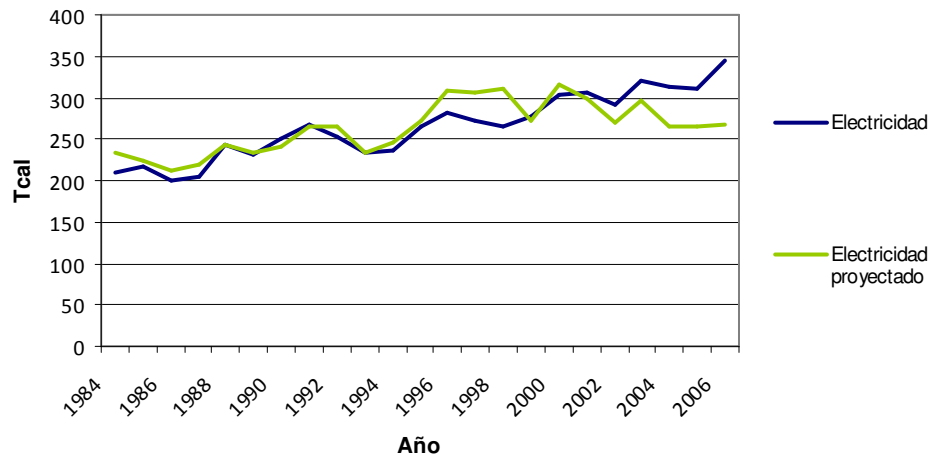
The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between LN(CARBON) and LN(CT). The equation of the fitted model is

$$\text{LN(CARBON)} = 1,36714 + 0,706421 \cdot \text{LN(CT)}$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between LN(CARBON) and LN(CT) at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 52,9812% of the variability in LN(CARBON). The correlation coefficient equals 0,727882, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0896247. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

Electricidad: $LN(ELEC) = -0,632395 + 0,900167*LN(CT)$



Dependent variable: LN(ELEC)
Independent variable: LN(CT)
Linear model: $Y = a + b*X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	-0,632395	1,08691	-0,581828	0,5669
Slope	0,900167	0,157757	5,70603	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,308633	1	0,308633	32,56	0,0000
Residual	0,199065	21	0,00947928		
Total (Corr.)	0,507698	22			

Correlation Coefficient = 0,779684
R-squared = 60,7907 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 58,9236 percent
Standard Error of Est. = 0,0973616
Mean absolute error = 0,0694552
Durbin-Watson statistic = 0,40615 (P=0,0000)
Lag 1 residual autocorrelation = 0,613966

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between LN(ELEC) and LN(ct). The equation of the fitted model is

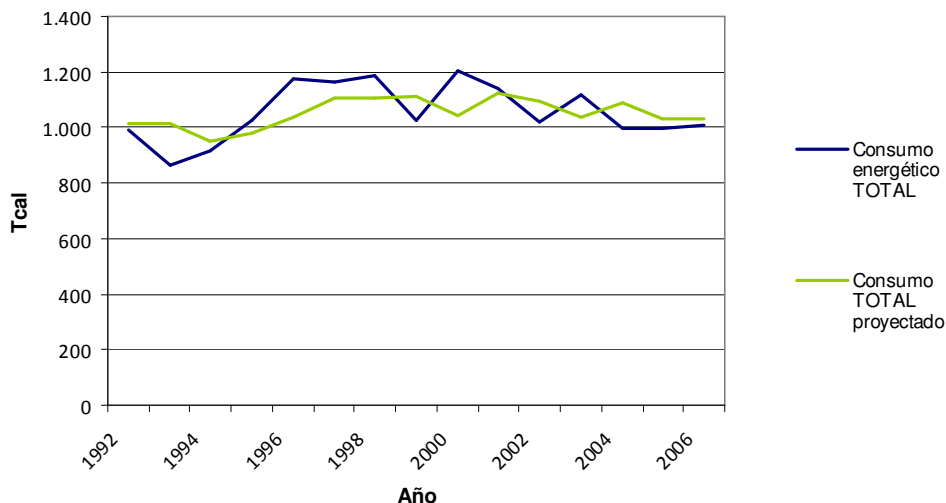
$$LN(ELEC) = -0,632395 + 0,900167*LN(ct)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between LN(ELEC) and LN(ct) at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 60,7907% of the variability in LN(ELEC). The correlation coefficient equals 0,779684, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0973616. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

b) Proyección utilizando PIB Mundial como driver

Consumo Total: $\ln(\text{Consumo total}) = 3,16567 + 0,0440881 * \ln(\text{PIB mundial}) + 0,479513 * \ln(\text{CT anterior})$



Variable dependiente: $\ln(\text{Consumo total})$

Variables independientes: $\ln(\text{PIB mundial})$; $\ln(\text{CT anterior})$

Parámetro	Estimación	Error		Estadístico	
		Estándar	T	Valor-P	
CONSTANTE	3,16567	2,24306	1,41132	0,1835	
$\ln(\text{PIB mundial})$	0,0440881	0,195916	0,225036	0,8257	
$\ln(\text{CT anterior})$	0,479513	0,261884	1,83101	0,0920	

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,0349905	2	0,0174953	2,05	0,1714
Residuo	0,102384	12	0,00853203		
Total (Corr.)	0,137375	14			

R-cuadrada = 25,4708 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 13,0493 por ciento

Error estándar del est. = 0,092369

Error absoluto medio = 0,0704573

Estadístico Durbin-Watson = 1,9921 (P=0,2994)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,00207821

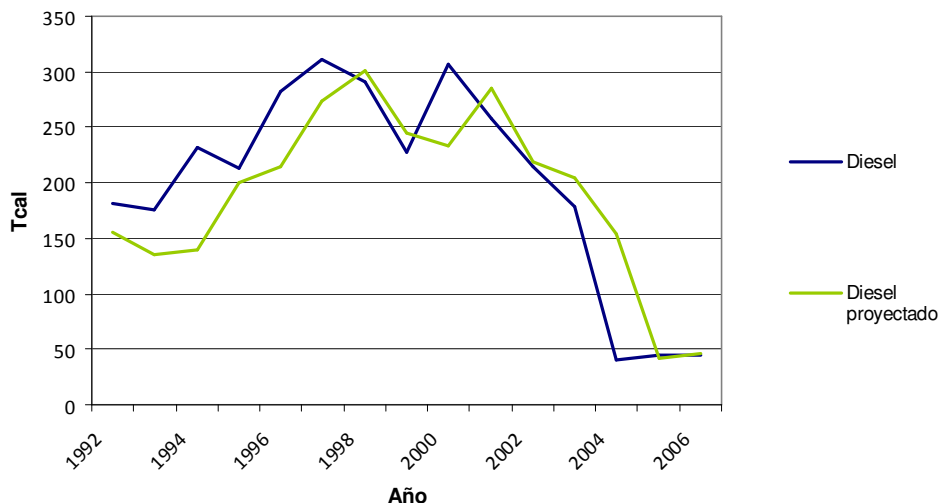
El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre $\ln(\text{Consumo total})$ y 2 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\ln(\text{Consumo total}) = 3,16567 + 0,0440881 * \ln(\text{PIB mundial}) + 0,479513 * \ln(\text{CT anterior})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual que 0,05, no existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 25,4708% de la variabilidad en $\ln(\text{Consumo total})$. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 13,0493%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,092369. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto.

Diesel: $\ln(\text{Diesel}) = -6,6917 + 1,03887 * \ln(\text{Consumo total}) + 0,87944 * \ln(\text{Diesel ant})$



Variable dependiente: ln(Diesel)

Variables independientes:

ln(Consumo total)

ln(Diesel ant)

Parámetro	Estimación	Error		Valor-P
		Estándar	Estadístico T	
CONSTANTE	-6,6917	8,59879	-0,778214	0,4515
ln(Consumo total)	1,03887	1,28711	0,807133	0,4353
ln(Diesel ant)	0,87944	0,20472	4,29582	0,0010

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	4,95875	2	2,47938	12,81	0,0011
Residuo	2,32211	12	0,193509		
Total (Corr.)	7,28086	14			

R-cuadrada = 68,1066 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 62,7911 por ciento

Error estándar del est. = 0,439897

Error absoluto medio = 0,230832

Estadístico Durbin-Watson = 1,72192 (P=0,1612)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,133808

El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre ln(Diesel) y 2 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

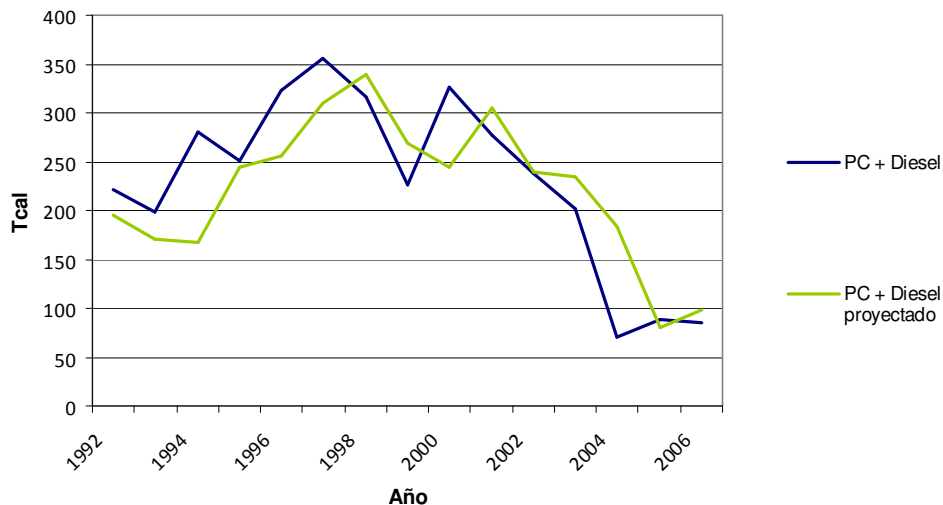
$$\ln(\text{Diesel}) = -6,6917 + 1,03887 * \ln(\text{Consumo total}) + 0,87944 * \ln(\text{Diesel ant})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 68,1066% de la variabilidad en ln(Diesel). El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 62,7911%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,439897. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto.

PC + Diesel $\ln(\text{PC+Diesel}) = -5,90635 + 1,01005 * \ln(\text{Consumo total}) +$

$$0,780747 * \ln(\text{PC+diesel ant})$$



Variable dependiente: $\ln(\text{PC+Diesel})$

Variables independientes: $\ln(\text{Consumo total})$; $\ln(\text{PC+diesel ant})$

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico T	Valor-P
CONSTANTE	-5,90635	6,74902	-0,875141	0,3987
$\ln(\text{Consumo total})$	1,01005	1,02561	0,984834	0,3441
$\ln(\text{PC+diesel ant})$	0,780747	0,222655	3,50653	0,0043

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2,31325	2	1,15663	9,50	0,0034
Residuo	1,46049	12	0,121708		
Total (Corr.)	3,77374	14			

R-cuadrada = 61,2986 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 54,8484 por ciento

Error estándar del est. = 0,348866

Error absoluto medio = 0,210379

Estadístico Durbin-Watson = 1,81706 (P=0,2213)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0797124

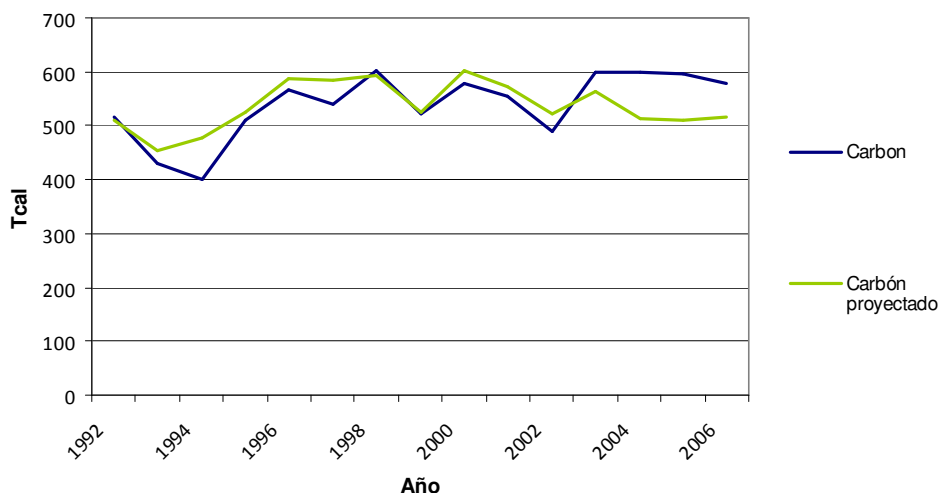
El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre $\ln(\text{PC+Diesel})$ y 2 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\ln(\text{PC+Diesel}) = -5,90635 + 1,01005 * \ln(\text{Consumo total}) + 0,780747 * \ln(\text{PC+diesel ant})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 61,2986% de la variabilidad en $\ln(\text{PC+Diesel})$. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 54,8484%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,348866. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto.

Carbón: $\ln(\text{Carbón}) = 0,432682 + 0,840922 * \ln(\text{Consumo total})$



Variable dependiente: $\ln(\text{Carbon})$
 Variable independiente: $\ln(\text{Consumo total})$
 Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,432682	1,74761	0,247585	0,8083
Pendiente	0,840922	0,251175	3,34795	0,0052

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,0971447	1	0,0971447	11,21	0,0052
Residuo	0,112669	13	0,00866682		
Total (Corr.)	0,209813	14			

Coefficiente de Correlación = 0,680445
 R-cuadrada = 46,3005 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 42,1698 por ciento
 Error estándar del est. = 0,0930958
 Error absoluto medio = 0,0680606
 Estadístico Durbin-Watson = 0,735406 (P=0,0011)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,576388

El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre $\ln(\text{Carbon})$ y $\ln(\text{Consumo total})$. La ecuación del modelo ajustado es

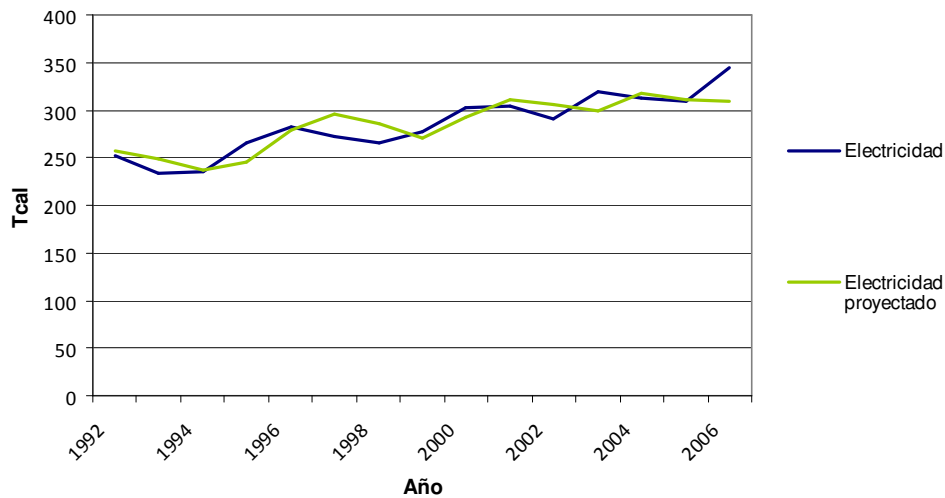
$$\ln(\text{Carbon}) = 0,432682 + 0,840922 \cdot \ln(\text{Consumo total})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre $\ln(\text{Carbon})$ y $\ln(\text{Consumo total})$ con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 46,3005% de la variabilidad en $\ln(\text{Carbon})$. El coeficiente de correlación es igual a 0,680445, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0,0930958. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

Electricidad: $\ln(\text{Electricidad}) = -0,850604 + 0,228323 \cdot \ln(\text{Consumo total}) +$

$0,872509 * \ln(\text{Electricidad ant})$



Variable dependiente: $\ln(\text{Electricidad})$

Variables independientes:

$\ln(\text{Consumo total})$

$\ln(\text{Electricidad ant})$

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-0,850604	1,3026	-0,653004	0,5261
$\ln(\text{Consumo total})$	0,228323	0,169146	1,34986	0,2020
$\ln(\text{Electricidad ant})$	0,872509	0,165133	5,28367	0,0002

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,131016	2	0,0655079	17,80	0,0003
Residuo	0,0441679	12	0,00368066		
Total (Corr.)	0,175184	14			

R-cuadrada = 74,7877 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 70,5856 por ciento

Error estándar del est. = 0,0606684

Error absoluto medio = 0,0437417

Estadístico Durbin-Watson = 1,62063 (P=0,1013)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0547004

El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre $\ln(\text{Electricidad})$ y 2 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

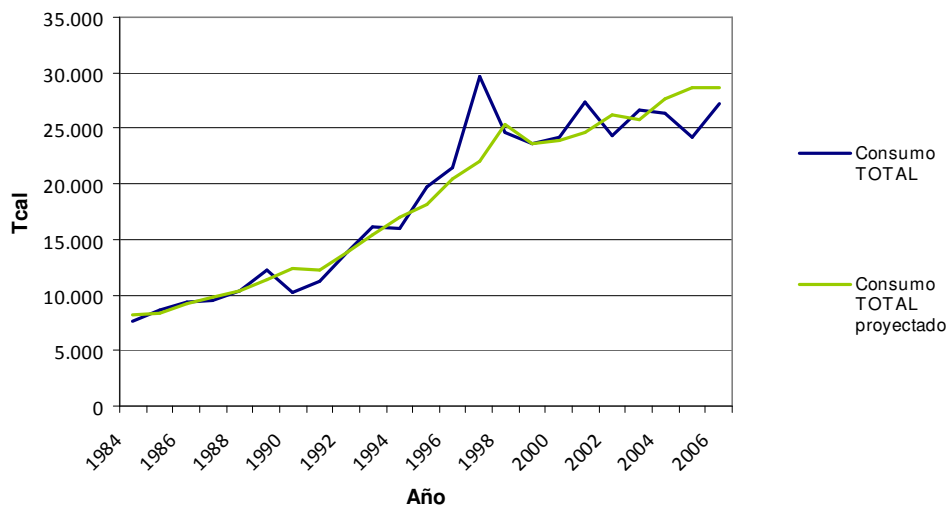
$$\ln(\text{Electricidad}) = -0,850604 + 0,228323 * \ln(\text{Consumo total}) + 0,872509 * \ln(\text{Electricidad ant})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 74,7877% de la variabilidad en $\ln(\text{Electricidad})$. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 70,5856%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,0606684. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto.

D.5. SECTOR INDUSTRIAS VARIAS

Consumo Total: $LN(CT) = -0,834999 + 0,686223*LN(PIB) + 0,351693*LN(CT \text{ ant})$



Dependent Variable: LN(CT)
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 14:10
 Sample (adjusted): 1985 2006
 Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.834999	0.763305	-1.093926	0.2877
LN(PIB)	0.686223	0.224446	3.057408	0.0065
LN(CT(-1))	0.351693	0.189009	1.860718	0.0783

R-squared	0.945669	Mean dependent var	9.769590
Adjusted R-squared	0.939950	S.D. dependent var	0.425382
S.E. of regression	0.104241	Akaike info criterion	-1.558107
Sum squared resid	0.206456	Schwarz criterion	-1.409329
Ln likelihood	20.13918	Hannan-Quinn criter.	-1.523060
F-statistic	165.3537	Durbin-Watson stat	1.861117
Prob(F-statistic)	0.000000		

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

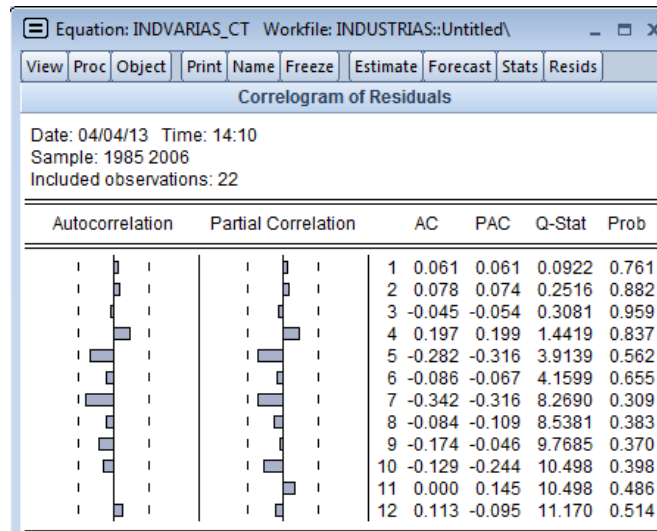
F-statistic	1.275685	Prob. F(2,17)	0.3047
Obs*R-squared	2.870906	Prob. Chi-Square(2)	0.2380

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID

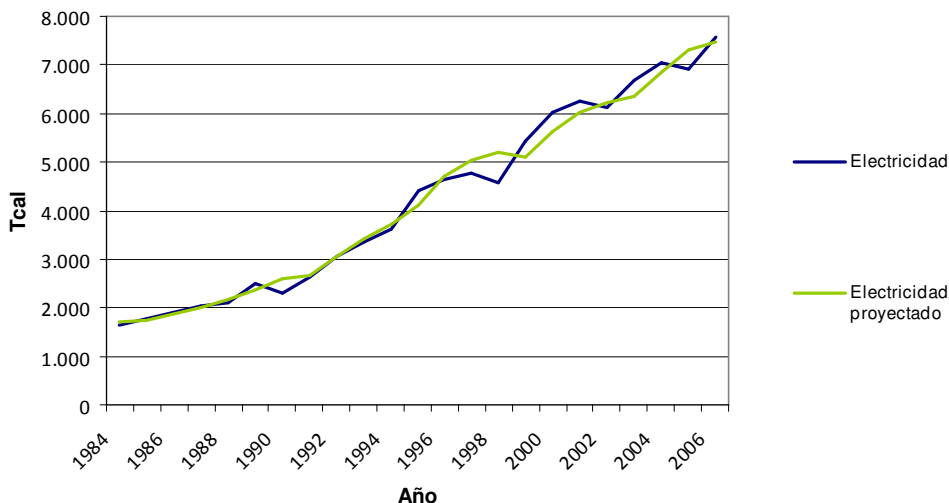
Method: Least Squares
Date: 04/04/13 Time: 14:10
Sample: 1985 2006
Included observations: 22
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-2.302488	1.647119	-1.397888	0.1801
LN(PIB)	1.256986	0.825808	1.522128	0.1464
LN(CT(-1))	-1.119947	0.732239	-1.529483	0.1445
RESID(-1)	1.249088	0.810136	1.541825	0.1415
RESID(-2)	0.706070	0.471790	1.496576	0.1528

R-squared	0.130496	Mean dependent var	1.11E-15
Adjusted R-squared	-0.074094	S.D. dependent var	0.099153
S.E. of regression	0.102760	Akaike info criterion	-1.516121
Sum squared resid	0.179514	Schwarz criterion	-1.268157
Ln likelihood	21.67733	Hannan-Quinn criter.	-1.457708
F-statistic	0.637842	Durbin-Watson stat	1.923276
Prob(F-statistic)	0.642585		



Electricidad: $LN(ELEC) = -2,811341 + 0,742405*LN(PIB) + 0,403269*LN(Elec ant)$



Dependent Variable: LELEC
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 14:41
 Sample (adjusted): 1985 2006
 Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-2.811341	0.973391	-2.888193	0.0094
LPIB	0.742405	0.224458	3.307542	0.0037
LELEC(-1)	0.403269	0.172595	2.336507	0.0306

R-squared	0.987117	Mean dependent var	8.275880
Adjusted R-squared	0.985760	S.D. dependent var	0.480724
S.E. of regression	0.057365	Akaike info criterion	-2.752657
Sum squared resid	0.062523	Schwarz criterion	-2.603879
Ln likelihood	33.27923	Hannan-Quinn criter.	-2.717610
F-statistic	727.8850	Durbin-Watson stat	2.051702
Prob(F-statistic)	0.000000		

Wald Test:
 Equation: INDVARIAS_ELEC

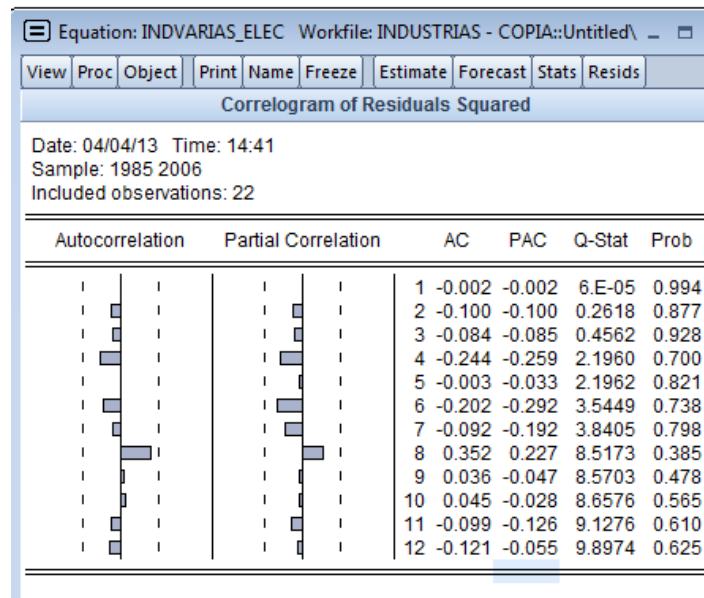
Test Statistic	Value	df	Probability
t-statistic	21.89705	19	0.0000
F-statistic	479.4810	(1, 19)	0.0000
Chi-square	479.4810	1	0.0000

Null Hypothesis: $C(2)/(1-C(3))=0$

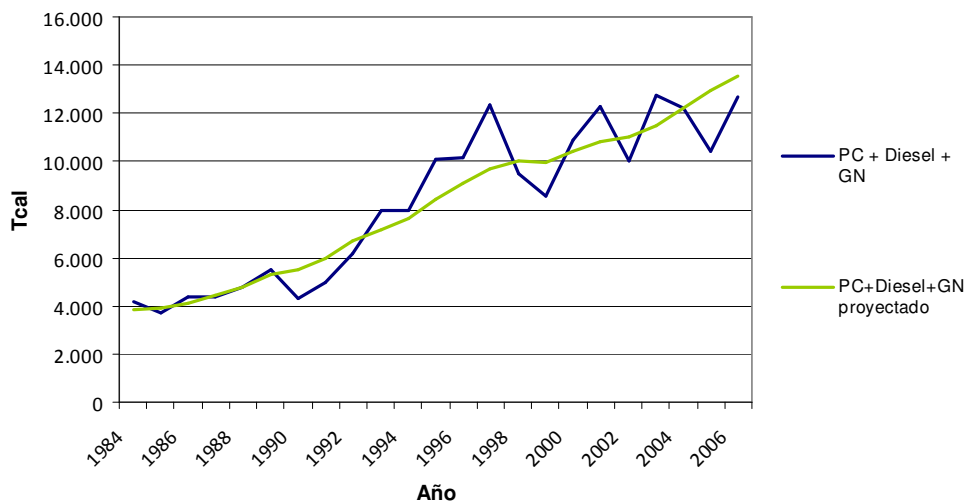
Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
$C(2) / (1 - C(3))$	1.244120	0.056817

Delta method computed using analytic derivatives.



PC + Diesel+ GN: $LN(PC+DIESEL+GN) = -1,935381 + 1,040873*LN(PIB)$



Dependent Variable: LN(PCDGN)

Method: Least Squares

Date: 04/04/13 Time: 16:27

Sample: 1984 2006

Included observations: 23

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.935381	0.712647	-2.715763	0.0129
LN(PIB)	1.040873	0.068172	15.26830	0.0000
R-squared	0.917362	Mean dependent var	8.938047	
Adjusted R-squared	0.913427	S.D. dependent var	0.430746	
S.E. of regression	0.126740	Akaike info criterion	-1.210424	
Sum squared resid	0.337321	Schwarz criterion	-1.111685	
Ln likelihood	15.91987	Hannan-Quinn criter.	-1.185591	
F-statistic	233.1209	Durbin-Watson stat	1.516614	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.599232	Prob. F(2,19)	0.5593
Obs*R-squared	1.364691	Prob. Chi-Square(2)	0.5054

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Least Squares

Date: 04/04/13 Time: 16:28

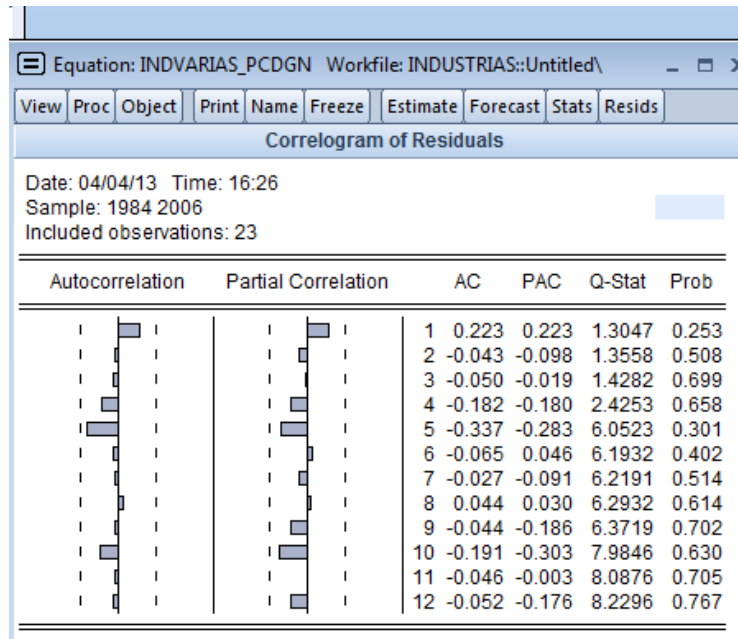
Sample: 1984 2006

Included observations: 23

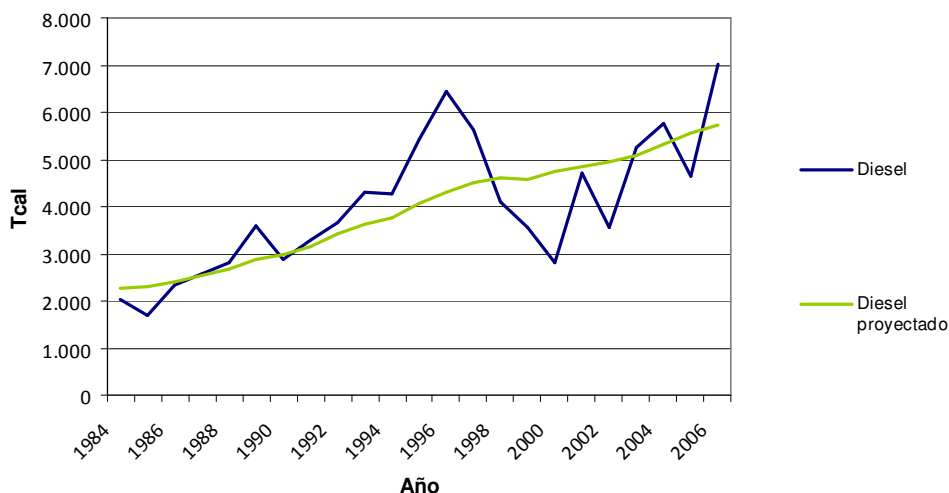
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.023362	0.732943	-0.031874	0.9749
LN(PIB)	0.002291	0.070153	0.032663	0.9743
RESID(-1)	0.245314	0.228483	1.073668	0.2964
RESID(-2)	-0.104763	0.249821	-0.419355	0.6797

R-squared	0.059334	Mean dependent var	3.09E-16
Adjusted R-squared	-0.089192	S.D. dependent var	0.123826
S.E. of regression	0.129230	Akaike info criterion	-1.097678
Sum squared resid	0.317306	Schwarz criterion	-0.900201
Ln likelihood	16.62330	Hannan-Quinn criter.	-1.048013
F-statistic	0.399488	Durbin-Watson stat	1.978836
Prob(F-statistic)	0.754934		



Diesel: $LN(DIESEL) = 0,313865+0,758219*LN(PIB)$



Dependent Variable: LDIESEL
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 15:11
 Sample: 1984 2006
 Included observations: 23

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.313865	1.263466	0.248416	0.8062
LPIB	0.758219	0.120864	6.273340	0.0000
R-squared	0.652057	Mean dependent var		8.234563
Adjusted R-squared	0.635489	S.D. dependent var		0.372174
S.E. of regression	0.224699	Akaike info criterion		-0.065170
Sum squared resid	1.060282	Schwarz criterion		0.033569
Ln likelihood	2.749450	Hannan-Quinn criter.		-0.040337
F-statistic	39.35479	Durbin-Watson stat		1.124181
Prob(F-statistic)	0.000003			

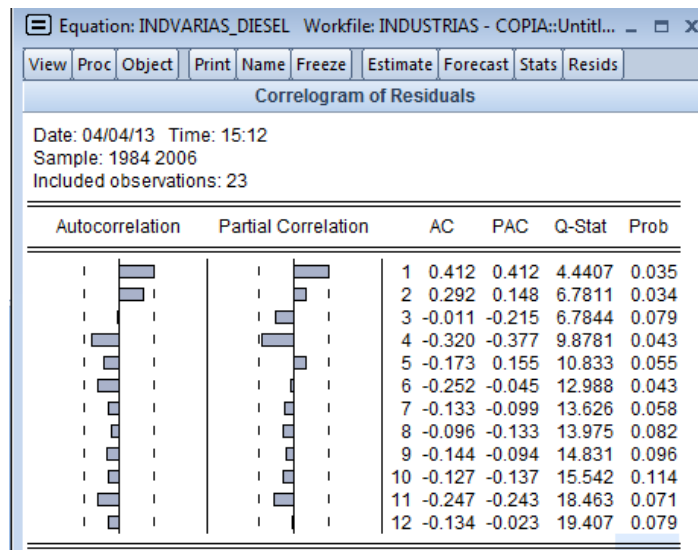
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	2.247314	Prob. F(2,19)	0.1330
Obs*R-squared	4.400004	Prob. Chi-Square(2)	0.1108

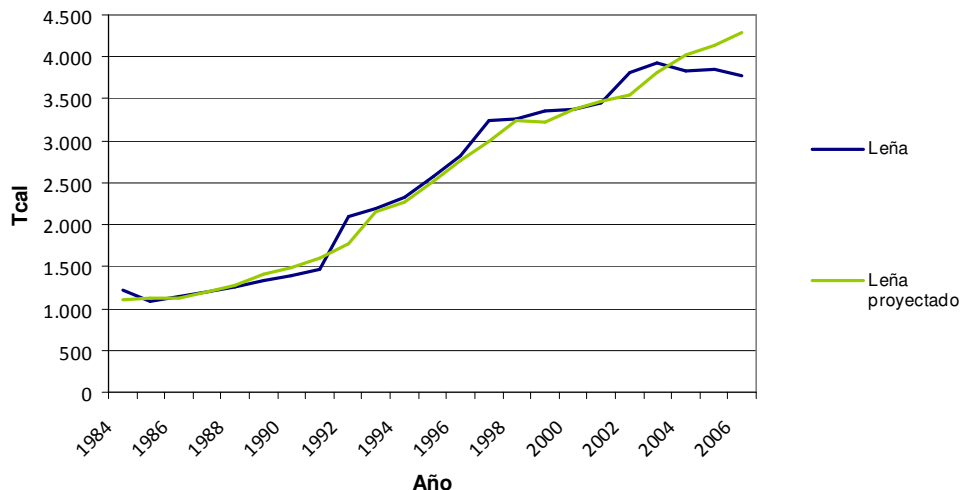
Test Equation:

Dependent Variable: RESID
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 15:41
 Sample: 1984 2006
 Included observations: 23
 Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.071595	1.196481	-0.059838	0.9529
LPIB	0.007179	0.114466	0.062714	0.9506
RESID(-1)	0.365858	0.239250	1.529183	0.1427
RESID(-2)	0.138526	0.242599	0.571009	0.5747
R-squared	0.191305	Mean dependent var		-1.13E-15
Adjusted R-squared	0.063616	S.D. dependent var		0.219533
S.E. of regression	0.212435	Akaike info criterion		-0.103589
Sum squared resid	0.857445	Schwarz criterion		0.093888
Ln likelihood	5.191278	Hannan-Quinn criter.		-0.053924
F-statistic	1.498209	Durbin-Watson stat		1.850502
Prob(F-statistic)	0.247112			



Leña: $LN(LEÑA) = -3,010069 + 0,733672 * LN(PIB) + 0,400045 * LN(LEÑA)$
ANT)



Dependent Variable: LLENA
Method: Least Squares
Date: 04/04/13 Time: 15:40
Sample (adjusted): 1985 2006
Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-3.010069	0.886066	-3.397117	0.0030
LPIB	0.733672	0.190081	3.859797	0.0011
LLENA(-1)	0.400045	0.150605	2.656249	0.0156
R-squared	0.981880	Mean dependent var		7.760088
Adjusted R-squared	0.979973	S.D. dependent var		0.470141
S.E. of regression	0.066534	Akaike info criterion		-2.456093
Sum squared resid	0.084108	Schwarz criterion		-2.307314
Ln likelihood	30.01702	Hannan-Quinn criter.		-2.421045
F-statistic	514.7795	Durbin-Watson stat		1.444974
Prob(F-statistic)	0.000000			

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.697279	Prob. F(2,17)	0.5116
Obs*R-squared	1.667901	Prob. Chi-Square(2)	0.4343

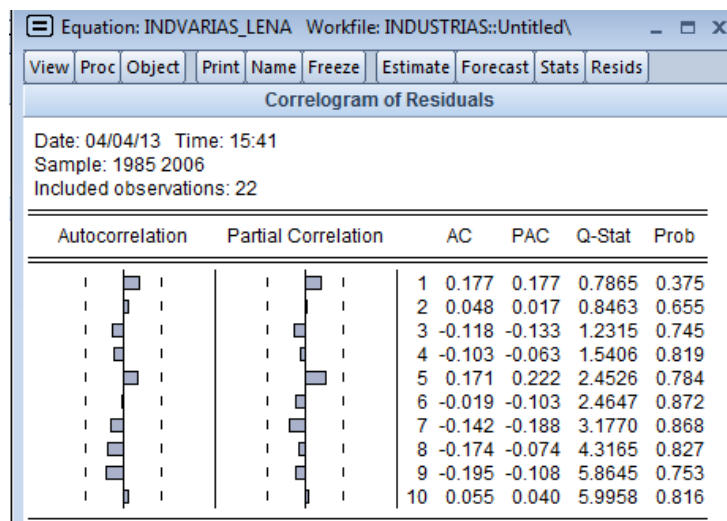
Test Equation:
Dependent Variable: RESID
Method: Least Squares
Date: 04/04/13 Time: 15:40
Sample: 1985 2006

Included observations: 22

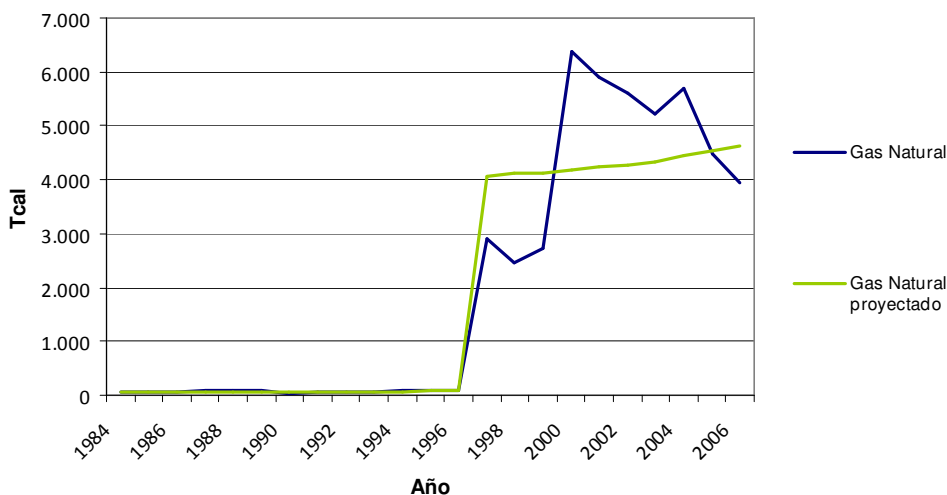
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.703560	1.081156	-0.650748	0.5239
LPIB	0.186415	0.250695	0.743591	0.4673
LLENA(-1)	-0.162551	0.207582	-0.783072	0.4444
RESID(-1)	0.385099	0.334602	1.150919	0.2657
RESID(-2)	0.161822	0.310302	0.521500	0.6087

R-squared	0.075814	Mean dependent var	-1.09E-15
Adjusted R-squared	-0.141642	S.D. dependent var	0.063286
S.E. of regression	0.067620	Akaike info criterion	-2.353116
Sum squared resid	0.077731	Schwarz criterion	-2.105152
Ln likelihood	30.88428	Hannan-Quinn criter.	-2.294703
F-statistic	0.348640	Durbin-Watson stat	1.834616
Prob(F-statistic)	0.841333		



Gas Natural: $LN(GN) = 4,115426 - 3,940438*(1) + 0,393008*LN(PIB)$ (1984 - 1996)
 $LN(GN) = 4,115426 - 3,940438*(0) + 0,393008*LN(PIB)$ (1996 - 2050)



Dependent Variable: LN(GN)
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 16:08
 Sample: 1984 2006
 Included observations: 23

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.115426	3.735917	1.101584	0.2837
DUM1	-3.940438	0.270039	-14.59208	0.0000
LN(PIB)	0.393008	0.345327	1.138076	0.2685
R-squared	0.974988	Mean dependent var		5.993759
Adjusted R-squared	0.972487	S.D. dependent var		2.155566
S.E. of regression	0.357543	Akaike info criterion		0.901983
Sum squared resid	2.556733	Schwarz criterion		1.050091
Ln likelihood	-7.372801	Hannan-Quinn criter.		0.939231
F-statistic	389.8158	Durbin-Watson stat		1.313975
Prob(F-statistic)	0.000000			

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.563353	Prob. F(2,18)	0.2366
Obs*R-squared	3.403950	Prob. Chi-Square(2)	0.1823

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID
 Method: Least Squares

Date: 04/04/13 Time: 16:08

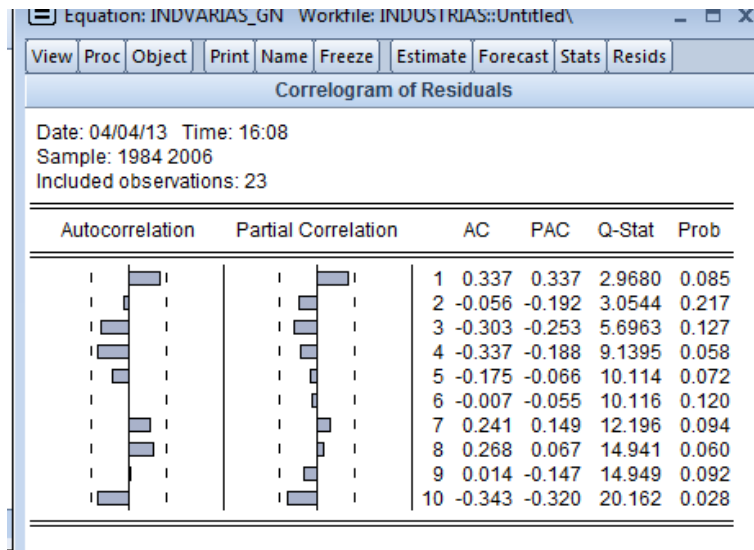
Sample: 1984 2006

Included observations: 23

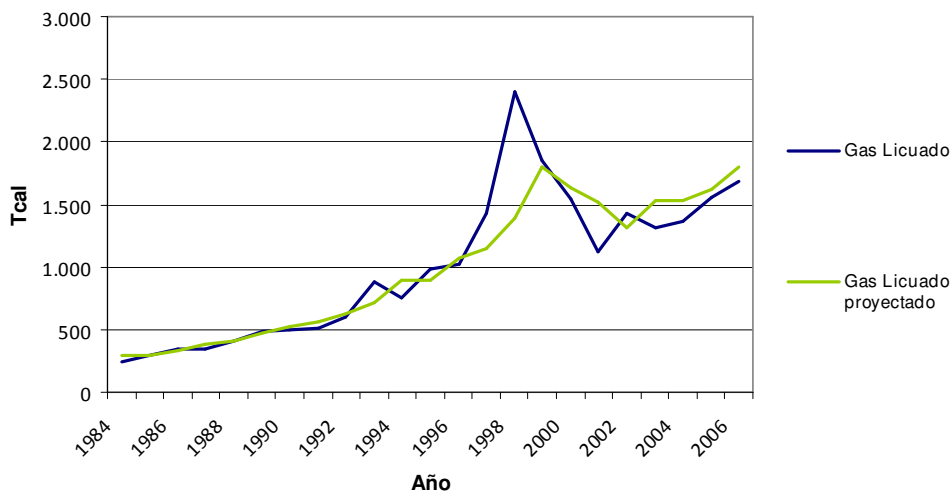
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.053425	3.684263	-0.014501	0.9886
DUM1	0.011462	0.268807	0.042640	0.9665
LN(PIB)	0.004368	0.340348	0.012834	0.9899
RESID(-1)	0.407071	0.232847	1.748233	0.0975
RESID(-2)	-0.192568	0.236099	-0.815626	0.4254

R-squared	0.147998	Mean dependent var	-3.79E-16
Adjusted R-squared	-0.041336	S.D. dependent var	0.340903
S.E. of regression	0.347878	Akaike info criterion	0.915730
Sum squared resid	2.178342	Schwarz criterion	1.162576
Ln likelihood	-5.530889	Hannan-Quinn criter.	0.977811
F-statistic	0.781677	Durbin-Watson stat	2.087032
Prob(F-statistic)	0.551685		



Gas Licuado: $LN(GL) = -4,253778 + 0,730281 * LN(PIB) + 0,505116 * LN(GL ANT)$



Dependent Variable: LN(GL)
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 16:09
 Sample (adjusted): 1985 2006
 Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.253778	2.124310	-2.002428	0.0597
LN(PIB)	0.730281	0.303208	2.408515	0.0263
LN(GL(-1))	0.505116	0.172837	2.922509	0.0087
R-squared	0.927779	Mean dependent var		6.774599
Adjusted R-squared	0.920177	S.D. dependent var		0.625148
S.E. of regression	0.176623	Akaike info criterion		-0.503472
Sum squared resid	0.592720	Schwarz criterion		-0.354693
Ln likelihood	8.538187	Hannan-Quinn criter.		-0.468424
F-statistic	122.0402	Durbin-Watson stat		1.774885
Prob(F-statistic)	0.000000			

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

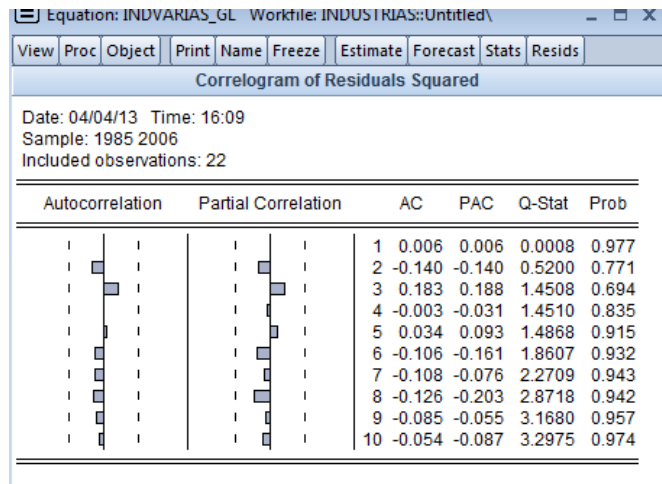
F-statistic	0.918074	Prob. F(2,17)	0.4182
Obs*R-squared	2.144561	Prob. Chi-Square(2)	0.3422

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 16:10
 Sample: 1985 2006
 Included observations: 22

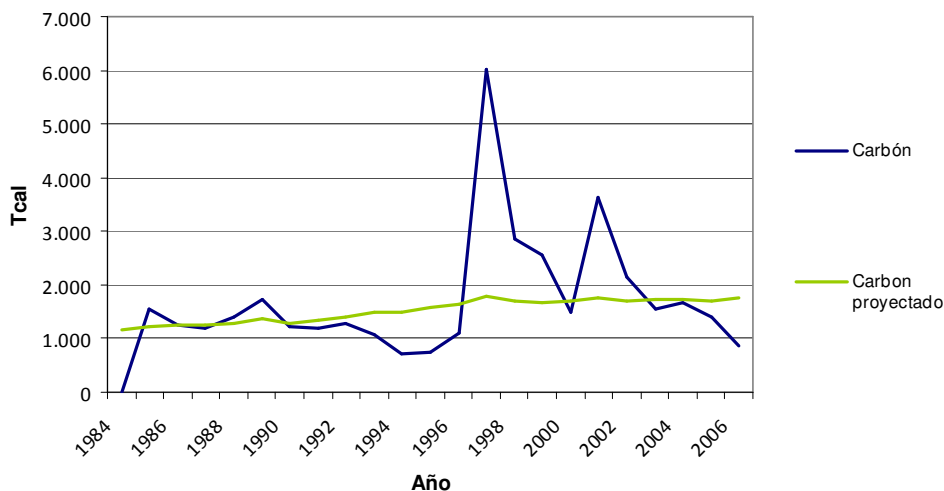
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-6.669171	5.381987	-1.239165	0.2321
LN(PIB)	1.036290	0.825990	1.254604	0.2266
LN(GL(-1))	-0.626833	0.495857	-1.264141	0.2232
RESID(-1)	0.763016	0.568468	1.342232	0.1972
RESID(-2)	0.389099	0.370082	1.051387	0.3078

R-squared	0.097480	Mean dependent var	-1.60E-15
Adjusted R-squared	-0.114878	S.D. dependent var	0.168002
S.E. of regression	0.177390	Akaike info criterion	-0.424218
Sum squared resid	0.534941	Schwarz criterion	-0.176254
Ln likelihood	9.666396	Hannan-Quinn criter.	-0.365805
F-statistic	0.459037	Durbin-Watson stat	2.058777
Prob(F-statistic)	0.764710		



Carbón: $\ln(\text{Carbon}) = 4,257040 + 0,314328 * \ln(\text{CT})$



Dependent Variable: LN(CARBON)
 Method: LeastSquares
 Date: 04/08/13 Time: 13:02
 Sample (adjusted): 1985 2006
 Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.257040	2.614800	1.628055	0.1192
LN(CT_F)	0.314328	0.267501	1.175052	0.2538
R-squared	0.064579	Mean dependentvar		7.327001
Adjusted R-squared	0.017808	S.D. dependentvar		0.505705
S.E. of regression	0.501182	Akaikeinfocriterion		1.542812
Sum squaredresid	5.023661	Schwarzcriterion		1.641997
Ln likelihood	-14.97093	Hannan-Quinncrier.		1.566177
F-statistic	1.380748	Durbin-Watson stat		1.160259
Prob(F-statistic)	0.253774			

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.024852	Prob. F(4,16)	0.4243
Obs*R-squared	4.487048	Prob. Chi-Square(4)	0.3441

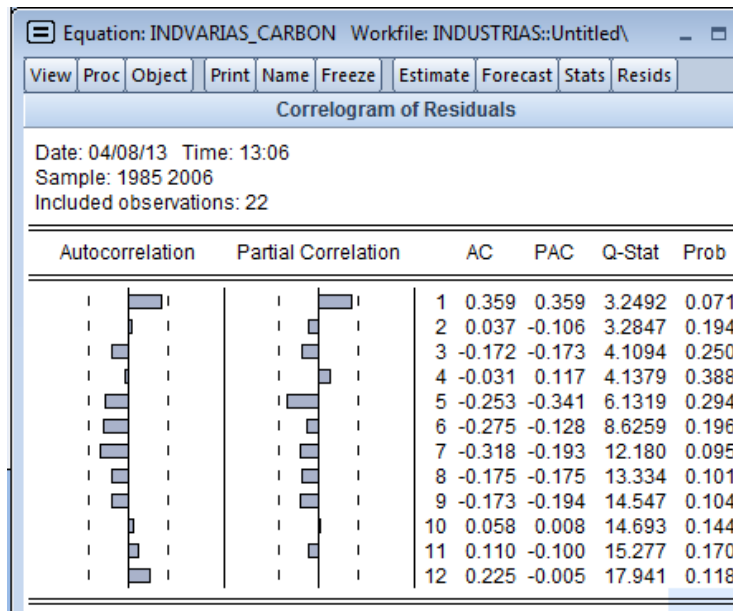
Test Equation:
 Dependent Variable: RESID
 Method: LeastSquares
 Date: 04/08/13 Time: 13:07
 Sample: 1985 2006

Included observations: 22

Presample missing value lagged residuals set to zero.

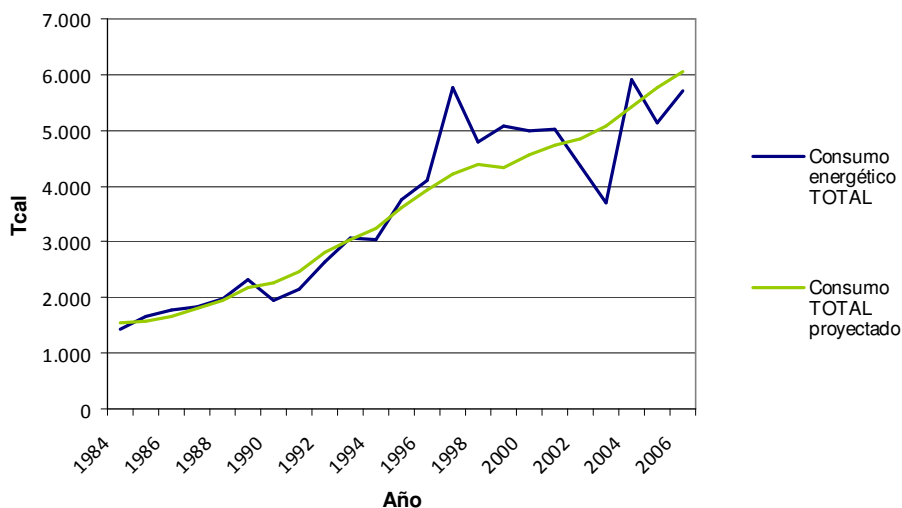
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.328347	2.657744	0.123544	0.9032
LN(CT_F)	-0.034721	0.272282	-0.127517	0.9001
RESID(-1)	0.464199	0.263413	1.762247	0.0971
RESID(-2)	-0.035485	0.276901	-0.128150	0.8996
RESID(-3)	-0.252736	0.276871	-0.912829	0.3749
RESID(-4)	0.165194	0.268301	0.615706	0.5467

R-squared	0.203957	Mean dependent var	1.16E-16
Adjusted R-squared	-0.044807	S.D. dependent var	0.489103
S.E. of regression	0.499941	Akaikeinfocriterion	1.678346
Sum squared resid	3.999051	Schwarz criterion	1.975903
Ln likelihood	-12.46181	Hannan-Quinn criter.	1.748442
F-statistic	0.819882	Durbin-Watson stat	1.749591
Prob(F-statistic)	0.553186		



D.6. SECTOR MINAS VARIAS

Consumo Total: $\ln(ct) = -3,733121 + 1,131173 * \ln(\text{PIB})$



Dependent Variable: LN(CT)
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 17:03
 Sample: 1984 2006
 Included observations: 23

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-3.733121	0.724131	-5.155315	0.0000
LN(PIB)	1.131173	0.069271	16.32975	0.0000
R-squared	0.926997	Mean dependent var		8.083619
Adjusted R-squared	0.923521	S.D. dependent var		0.465676
S.E. of regression	0.128782	Akaike info criterion		-1.178454
Sum squared resid	0.348280	Schwarz criterion		-1.079715
Ln likelihood	15.55222	Hannan-Quinn criter.		-1.153621
F-statistic	266.6608	Durbin-Watson stat		1.439779
Prob(F-statistic)	0.000000			

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	2.278464	Prob. F(8,13)	0.0901
Obs*R-squared	13.42517	Prob. Chi-Square(8)	0.0980

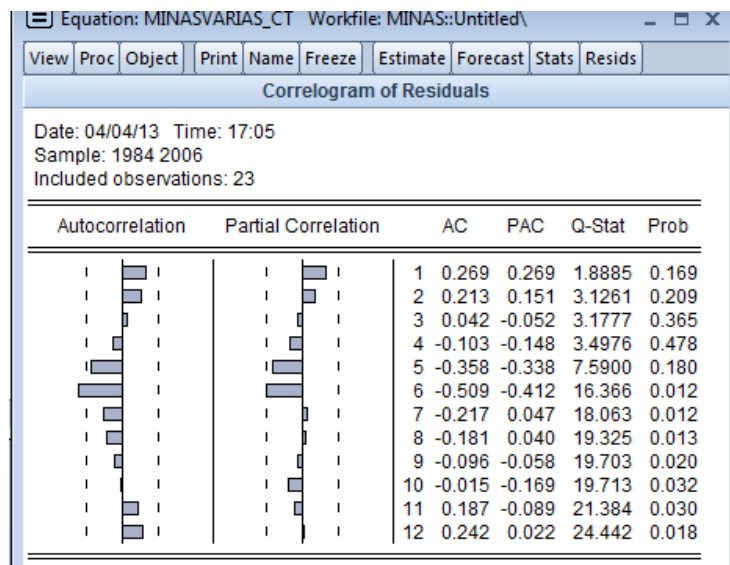
Test Equation:
 Dependent Variable: RESID
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 17:04
 Sample: 1984 2006

Included observations: 23

Presample missing value lagged residuals set to zero.

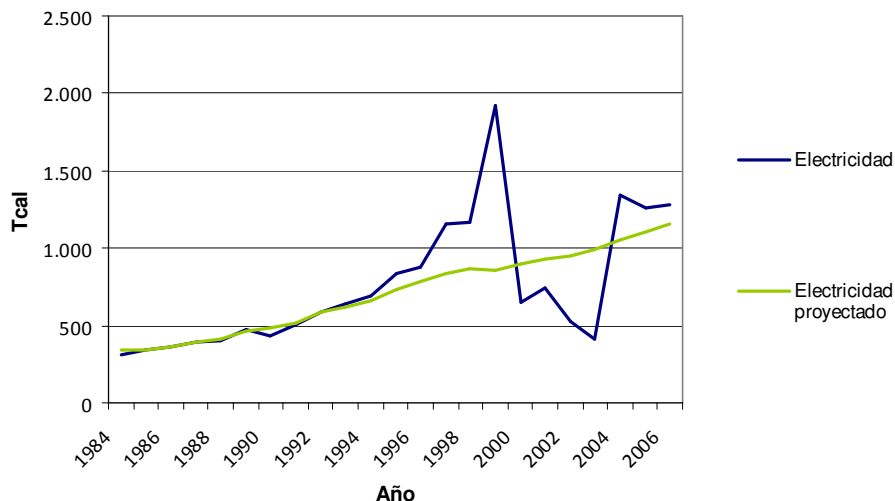
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.804928	0.691897	-1.163364	0.2656
LN(PIB)	0.079321	0.066712	1.189002	0.2557
RESID(-1)	-0.106973	0.277579	-0.385378	0.7062
RESID(-2)	0.082356	0.276396	0.297965	0.7704
RESID(-3)	-0.048636	0.278724	-0.174496	0.8642
RESID(-4)	0.200429	0.310306	0.645906	0.5296
RESID(-5)	-0.413431	0.297607	-1.389183	0.1881
RESID(-6)	-0.917973	0.318422	-2.882880	0.0128
RESID(-7)	0.037247	0.402979	0.092430	0.9278
RESID(-8)	-0.055877	0.443278	-0.126054	0.9016

R-squared	0.583703	Mean dependent var	-1.70E-15
Adjusted R-squared	0.295498	S.D. dependent var	0.125821
S.E. of regression	0.105607	Akaike info criterion	-1.359158
Sum squared resid	0.144988	Schwarz criterion	-0.865465
Ln likelihood	25.63032	Hannan-Quinn criter.	-1.234996
F-statistic	2.025302	Durbin-Watson stat	1.979197
Prob(F-statistic)	0.120014		



Pese a que el correlograma anterior muestra un error estadístico en el sexto valor, se mantuvieron todos los datos, ya que eliminar seis valores, disminuiría aún más la reducida cantidad de datos disponibles para realizar una proyección.

Electricidad: $\ln(\text{elec}) = -4,098113 + 1,013956 \cdot \ln(\text{PIB})$



Dependent Variable: LN(ELEC)
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 17:12
 Sample: 1984 2006
 Included observations: 23

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.098113	1.838036	-2.229615	0.0368
LN(PIB)	1.013956	0.175827	5.766768	0.0000

R-squared	0.612943	Mean dependent var	6.494124
Adjusted R-squared	0.594512	S.D. dependent var	0.513337
S.E. of regression	0.326882	Akaike info criterion	0.684509
Sum squared resid	2.243894	Schwarz criterion	0.783247
Ln likelihood	-5.871852	Hannan-Quinn criter.	0.709341
F-statistic	33.25561	Durbin-Watson stat	1.384382
Prob(F-statistic)	0.000010		

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

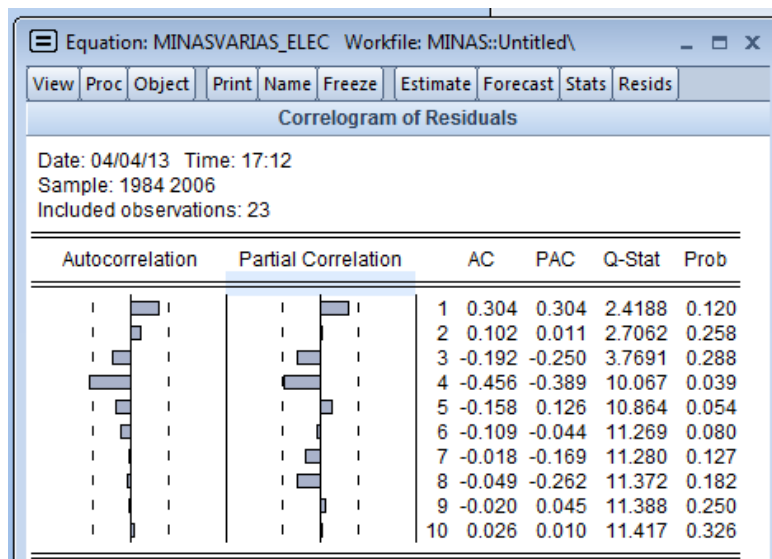
F-statistic	1.855720	Prob. F(6,15)	0.1552
Obs*R-squared	9.798969	Prob. Chi-Square(6)	0.1334

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 17:33
 Sample: 1984 2006
 Included observations: 23

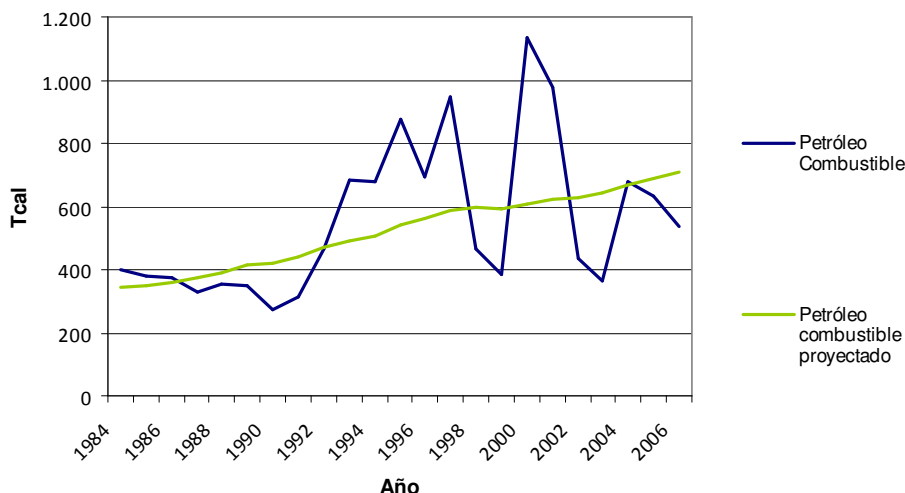
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.355324	2.010906	0.176698	0.8621
LN(PIB)	-0.034440	0.194356	-0.177200	0.8617
RESID(-1)	0.168355	0.312583	0.538593	0.5981
RESID(-2)	0.337990	0.313918	1.076682	0.2986
RESID(-3)	0.044357	0.299493	0.148108	0.8842
RESID(-4)	-0.896171	0.345445	-2.594253	0.0203
RESID(-5)	0.118204	0.501172	0.235855	0.8167
RESID(-6)	0.378467	0.495566	0.763707	0.4569

R-squared	0.426042	Mean dependent var	-3.25E-15
Adjusted R-squared	0.158195	S.D. dependent var	0.319367
S.E. of regression	0.293019	Akaike info criterion	0.651049
Sum squared resid	1.287901	Schwarz criterion	1.046003
Ln likelihood	0.512940	Hannan-Quinn criter.	0.750379
F-statistic	1.590617	Durbin-Watson stat	1.717579
Prob(F-statistic)	0.212882		



Petróleo combustible: $LN(PC) = 0,003765 + 0,596216 * LN(PIB)$



Dependent Variable: LN(PC)
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 17:06
 Sample: 1984 2006
 Included observations: 23

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.003765	1.929807	0.001951	0.9985
LN(PIB)	0.596216	0.184606	3.229661	0.0040
R-squared	0.331864	Mean dependent var		6.232102
Adjusted R-squared	0.300048	S.D. dependent var		0.410220
S.E. of regression	0.343203	Akaike info criterion		0.781953
Sum squared resid	2.473558	Schwarz criterion		0.880692
Ln likelihood	-6.992464	Hannan-Quinn criter.		0.806786
F-statistic	10.43071	Durbin-Watson stat		1.355715
Prob(F-statistic)	0.004017			

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

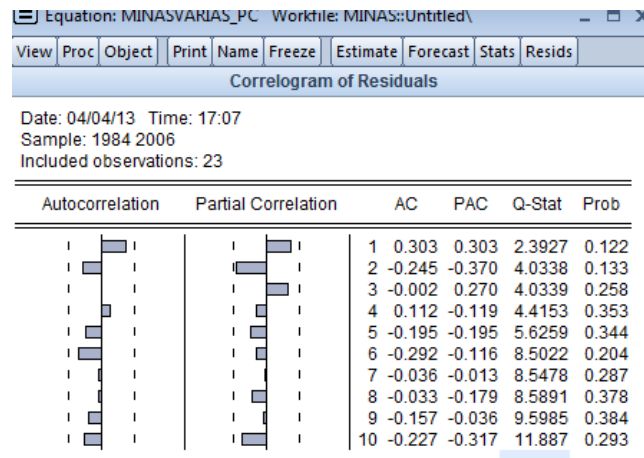
F-statistic	2.728632	Prob. F(2,19)	0.0908
Obs*R-squared	5.132097	Prob. Chi-Square(2)	0.0768

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 17:08
 Sample: 1984 2006
 Included observations: 23

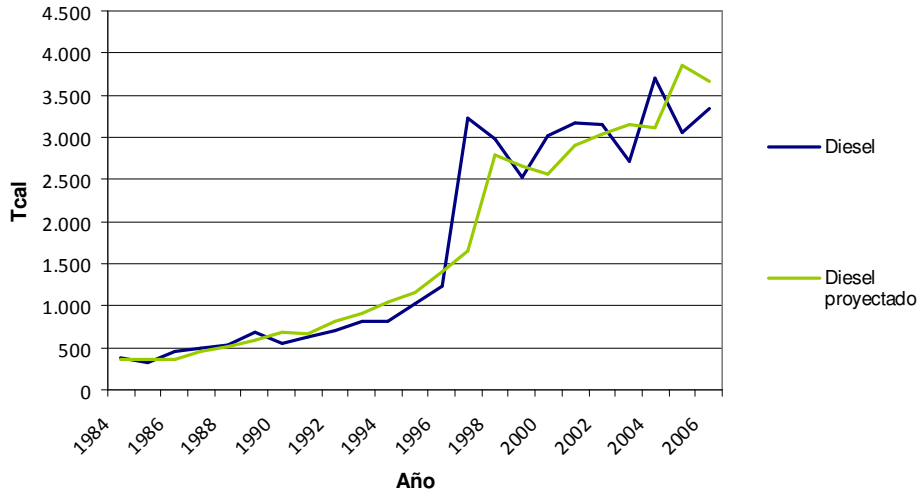
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.015197	1.791189	0.008484	0.9933
LN(PIB)	-0.001368	0.171366	-0.007983	0.9937
RESID(-1)	0.427652	0.215617	1.983389	0.0620
RESID(-2)	-0.382902	0.216075	-1.772079	0.0924

R-squared	0.223135	Mean dependent var	-1.29E-15
Adjusted R-squared	0.100472	S.D. dependent var	0.335312
S.E. of regression	0.318022	Akaike info criterion	0.703378
Sum squared resid	1.921621	Schwarz criterion	0.900855
Ln likelihood	-4.088849	Hannan-Quinn criter.	0.753043
F-statistic	1.819088	Durbin-Watson stat	1.749351
Prob(F-statistic)	0.177888		



Diesel: $LN(DIESEL) = -7,352438 + 1,042484 * LN(PIB) + 0,509871 * LN(DIESEL ANT)$



Dependent Variable: LN(DIESEL)
Method: Least Squares
Date: 04/04/13 Time: 17:26
Sample (adjusted): 1985 2006
Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-7.352438	2.729687	-2.693510	0.0144
LN(PIB)	1.042484	0.358228	2.910112	0.0090
LN(DIESEL(-1))	0.509871	0.158739	3.212009	0.0046
R-squared	0.939199	Mean dependent var		7.180170
Adjusted R-squared	0.932798	S.D. dependent var		0.841713
S.E. of regression	0.218199	Akaike info criterion		-0.080691
Sum squared resid	0.904608	Schwarz criterion		0.068087
Ln likelihood	3.887605	Hannan-Quinn criter.		-0.045644
F-statistic	146.7464	Durbin-Watson stat		1.983256
Prob(F-statistic)	0.000000			

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.434038	Prob. F(8,11)	0.8771
Obs*R-squared	5.278404	Prob. Chi-Square(8)	0.7274

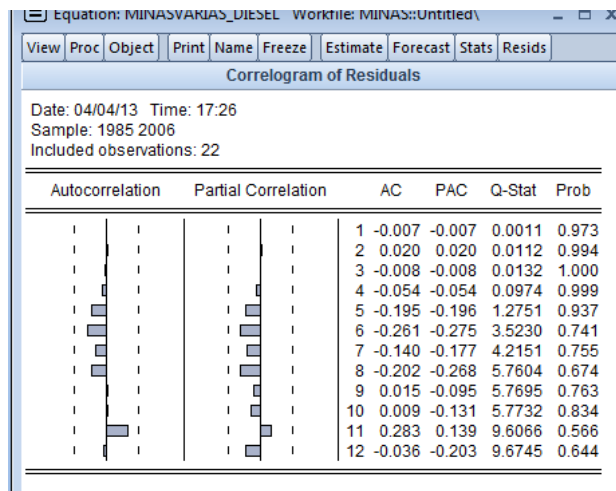
Test Equation:
Dependent Variable: RESID
Method: Least Squares
Date: 04/04/13 Time: 17:25

Sample: 1985 2006

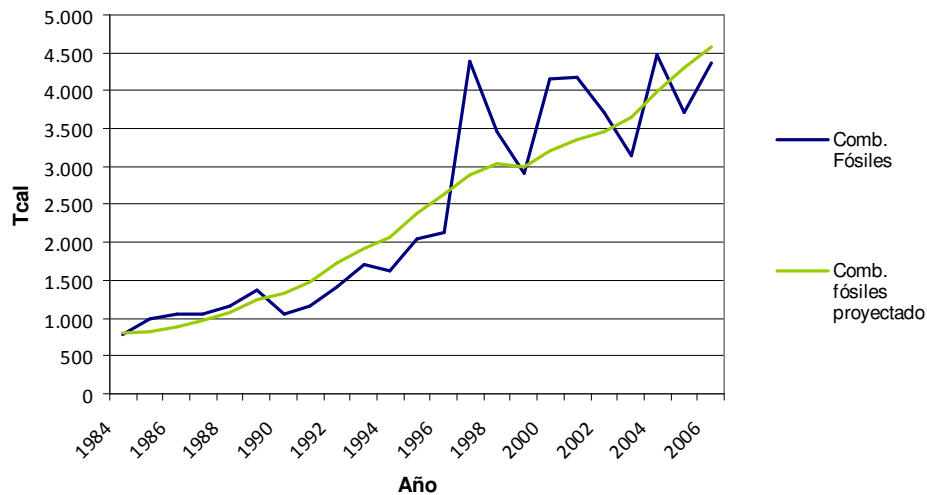
Included observations: 22

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.238938	8.232819	0.271953	0.7907
LN(PIB)	-0.330349	1.152405	-0.286661	0.7797
LN(DIESEL(-1))	0.174677	0.550493	0.317310	0.7570
RESID(-1)	-0.387214	0.686008	-0.564445	0.5838
RESID(-2)	-0.260414	0.502551	-0.518185	0.6146
RESID(-3)	-0.135548	0.339307	-0.399486	0.6972
RESID(-4)	-0.119910	0.307399	-0.390078	0.7039
RESID(-5)	-0.245150	0.291143	-0.842024	0.4177
RESID(-6)	-0.339110	0.291025	-1.165228	0.2686
RESID(-7)	-0.228329	0.305390	-0.747663	0.4703
RESID(-8)	-0.329116	0.313896	-1.048489	0.3169
R-squared	0.239927	Mean dependent var		-1.17E-15
Adjusted R-squared	-0.451048	S.D. dependent var		0.207549
S.E. of regression	0.250012	Akaike info criterion		0.372240
Sum squared resid	0.687568	Schwarz criterion		0.917761
Ln likelihood	6.905361	Hannan-Quinn criter.		0.500748
F-statistic	0.347230	Durbin-Watson stat		2.083244
Prob(F-statistic)	0.946657			



Combustibles fósiles: $LN(C\ FOS) = -7,347357 + 1,434294 * LN(PIB)$



Dependent Variable: LN(PCCD)
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 17:49
 Sample: 1984 2006
 Included observations: 23

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-7.347357	1.054659	-6.966571	0.0000
LN(PIB)	1.434294	0.100889	14.21653	0.0000
R-squared	0.905876	Mean dependent var		7.635921
Adjusted R-squared	0.901394	S.D. dependent var		0.597307
S.E. of regression	0.187564	Akaike info criterion		-0.426452
Sum squared resid	0.738786	Schwarz criterion		-0.327713
Ln likelihood	6.904193	Hannan-Quinn criter.		-0.401619
F-statistic	202.1097	Durbin-Watson stat		1.351264
Prob(F-statistic)	0.000000			

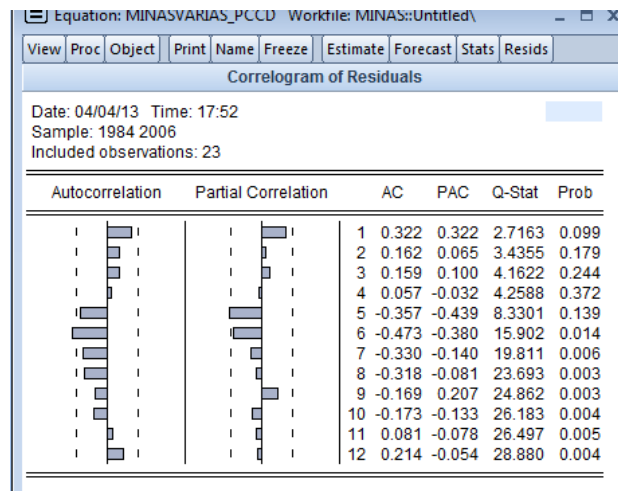
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.443628	Prob. F(8,13)	0.2671
Obs*R-squared	10.82029	Prob. Chi-Square(8)	0.2121

Test Equation:

Dependent Variable: RESID
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 17:53
 Sample: 1984 2006
 Included observations: 23
 Presample missing value lagged residuals set to zero.

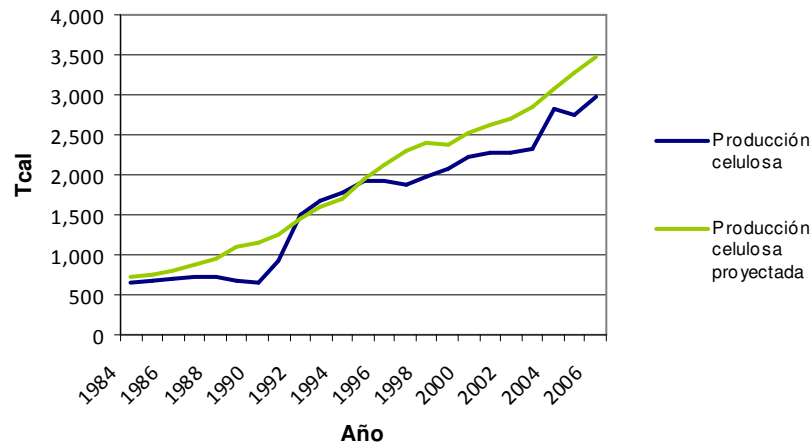
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.352574	1.014273	0.347612	0.7337
LN(PIB)	-0.034573	0.097196	-0.355700	0.7278
RESID(-1)	-0.068355	0.286874	-0.238276	0.8154
RESID(-2)	0.047955	0.283560	0.169116	0.8683
RESID(-3)	0.129728	0.253469	0.511811	0.6174
RESID(-4)	0.283673	0.262694	1.079862	0.2998
RESID(-5)	-0.283247	0.268588	-1.054578	0.3108
RESID(-6)	-0.437814	0.278365	-1.572807	0.1398
RESID(-7)	-0.288640	0.324033	-0.890775	0.3892
RESID(-8)	-0.140135	0.333660	-0.419992	0.6813
R-squared	0.470447	Mean dependent var		5.42E-16
Adjusted R-squared	0.103834	S.D. dependent var		0.183252
S.E. of regression	0.173477	Akaike info criterion		-0.366522
Sum squared resid	0.391226	Schwarz criterion		0.127171
Ln likelihood	14.21500	Hannan-Quinn criter.		-0.242360
F-statistic	1.283225	Durbin-Watson stat		1.893709
Prob(F-statistic)	0.330870			



D.7. SECTOR PAPEL Y CELULOSA

a) Proyección utilizando PIB Nacional como driver

Producción Celulosa: $\ln(\text{celulosa}) = -5,98519 + 1,28548 \cdot \ln(\text{PIB})$



Dependent variable: $\ln(\text{celulosa})$
 Independent variable: $\ln(\text{PIB})$
 Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	-5,98519	0,723034	-8,27788	0,0000
Slope	1,28548	0,0691658	18,5854	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	5,71135	1	5,71135	345,42	0,0000
Residual	0,347226	21	0,0165346		
Total (Corr.)	6,05857	22			

Correlation Coefficient = 0,970921
 R-squared = 94,2688 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 93,9959 percent
 Standard Error of Est. = 0,128587
 Mean absolute error = 0,0890016
 Durbin-Watson statistic = 0,69886 (P=0,0001)
 Lag 1 residual autocorrelation = 0,617548

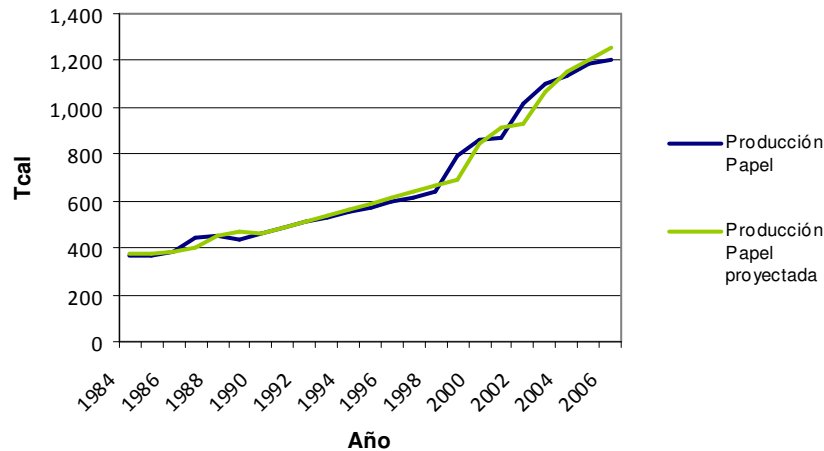
The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between $\ln(\text{celulosa})$ and $\ln(\text{PIB})$. The equation of the fitted model is $\ln(\text{celulosa}) = -5,98519 + 1,28548 \cdot \ln(\text{PIB})$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between $\ln(\text{celulosa})$ and $\ln(\text{PIB})$ at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 94,2688% of the variability in $\ln(\text{celulosa})$. The correlation coefficient equals 0,970921, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,128587. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

Producción Papel: $LN(PAPEL) = -0,484172 + 0,0947419 * LN(PIB) + 0,928985 * LN(PAPEL ANT)$



Dependent variable: LN(PAPEL)

Independent variables:

LN(PIB)

LN(PAPEL ANT)

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	-0,484172	0,38795	-1,24803	0,2264
LN(PIB)	0,0947419	0,0798468	1,18655	0,2493
LN(PAPEL ANT)	0,928985	0,0826346	11,2421	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	3,36602	2	1,68301	612,90	0,0000
Residual	0,0549194	20	0,00274597		
Total (Corr.)	3,42094	22			

R-squared = 98,3946 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 98,2341 percent

Standard Error of Est. = 0,052402

Mean absolute error = 0,0357606

Durbin-Watson statistic = 1,88569 (P=0,2222)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,0377496

The StatAdvisor

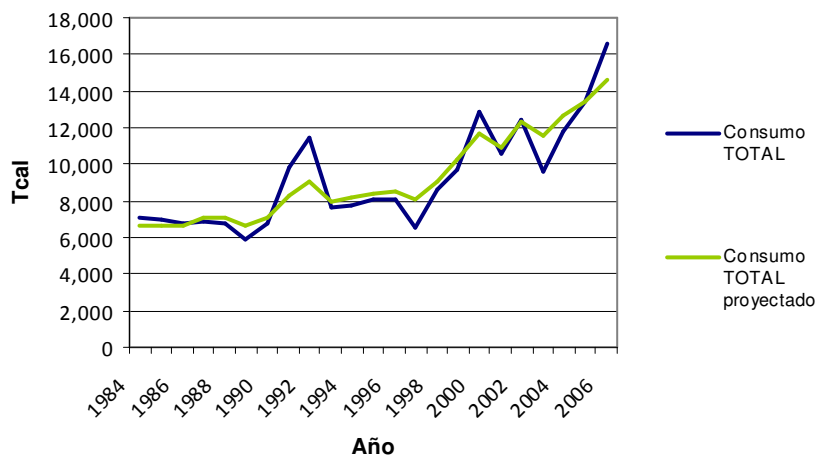
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between LN(PAPEL) and 2 independent variables. The equation of the fitted model is

$$LN(PAPEL) = -0,484172 + 0,0947419 * LN(PIB) + 0,928985 * LN(PAPEL ANT)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 98,3946% of the variability in LN(PAPEL). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 98,2341%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,052402. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

Consumo Total: $LN(CT) = 3,28384 + 0,014967*LN(CELULOSA) + 0,394066*LN(PAPEL) + 0,348995*LN(CT ANT)$



Dependent variable: $\ln(ct)$
Independent variables: $\ln(celulosa)$, $\ln(papel)$, $\ln(CT ANT)$

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	3,28384	1,39353	2,35649	0,0293
$\ln(celulosa)$	0,014967	0,163347	0,0916269	0,9280
$\ln(papel)$	0,394066	0,226256	1,74168	0,0977
$\ln(CT ANT)$	0,348995	0,216789	1,60984	0,1239

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1,24244	3	0,414148	16,62	0,0000
Residual	0,473313	19	0,0249112		
Total (Corr.)	1,71576	22			

R-squared = 72,4137 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 68,058 percent
Standard Error of Est. = 0,157833
Mean absolute error = 0,107776
Durbin-Watson statistic = 1,85931 (P=0,1779)
Lag 1 residual autocorrelation = 0,0234358

The StatAdvisor

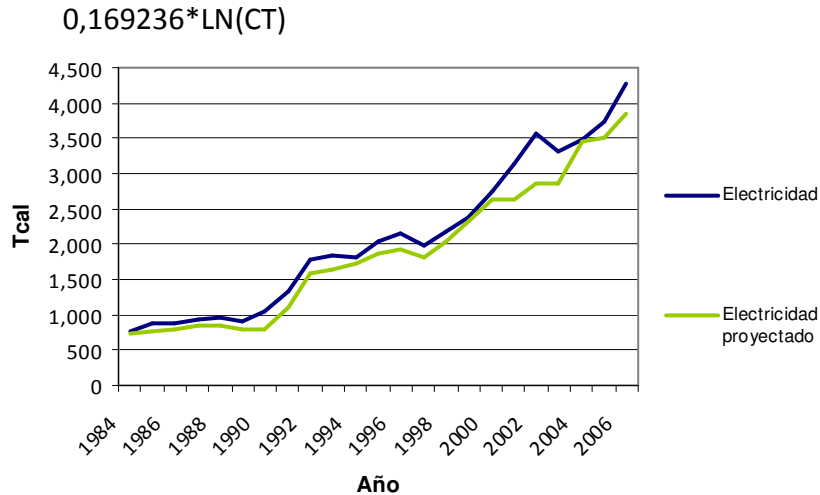
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between $\ln(ct)$ and 3 independent variables. The equation of the fitted model is

$$\ln(ct) = 3,28384 + 0,014967*\ln(celulosa) + 0,394066*\ln(papel) + 0,348995*\ln(CT ANT)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 72,4137% of the variability in $\ln(ct)$. The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 68,058%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,157833. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

Electricidad: $LN(ELEC) = -1,701 + 0,669393*LN(CELULOSA) + 0,417538*LN(PAPEL) +$



Dependent variable: LN(ELEC)
Independent variables: LN(CELULOSA), LN(PAPEL), LN(CT)

	Estimate	Standard Error	T	P-Value
Parameter			Statistic	
CONSTANT	-1,701	0,543974	-3,12699	0,0056
LN(CELULOSA)	0,669393	0,0687798	9,73241	0,0000
LN(PAPEL)	0,417538	0,102605	4,06939	0,0007
LN(CT)	0,169236	0,0917121	1,8453	0,0806

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	6,545	3	2,18167	482,23	0,0000
Residual	0,0859581	19	0,00452411		
Total (Corr.)	6,63096	22			

R-squared = 98,7037 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 98,499 percent
Standard Error of Est. = 0,0672615
Mean absolute error = 0,0479868
Durbin-Watson statistic = 1,19317 (P=0,0040)
Lag 1 residual autocorrelation = 0,314613

The StatAdvisor

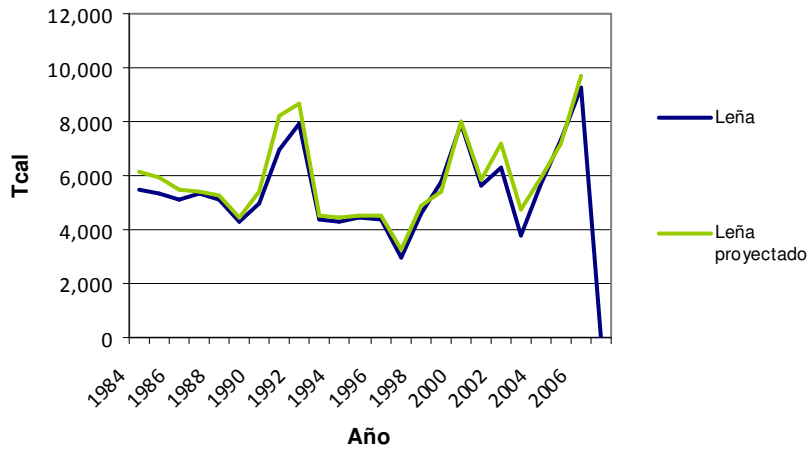
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between LN(ELEC) and 3 independent variables. The equation of the fitted model is

$$\text{LN(ELEC)} = -1,701 + 0,669393 \cdot \text{LN(CELULOSA)} + 0,417538 \cdot \text{LN(PAPEL)} + 0,169236 \cdot \text{LN(CT)}$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 98,7037% of the variability in LN(ELEC). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 98,499%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0672615. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

Leña: $LN(LEÑA) = -0,951957 - 0,367278*LN(CELULOSA) - 0,232134*LN(PAPEL) + 1,51446*LN(CT)$



Dependent variable: LN(LEÑA)

Independent variables: LN(CELULOSA), LN(PAPEL), LN(CT)

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	-0,951957	0,548708	-1,73491	0,0990
LN(CELULOSA)	-0,367278	0,0693783	-5,29385	0,0000
LN(PAPEL)	-0,232134	0,103497	-2,24289	0,0370
LN(CT)	1,51446	0,0925102	16,3707	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1,4532	3	0,484399	105,23	0,0000
Residual	0,0874606	19	0,00460319		
Total (Corr.)	1,54066	22			

R-squared = 94,3232 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 93,4268 percent

Standard Error of Est. = 0,0678468

Mean absolute error = 0,0447926

Durbin-Watson statistic = 1,39015 (P=0,0174)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,303067

The StatAdvisor

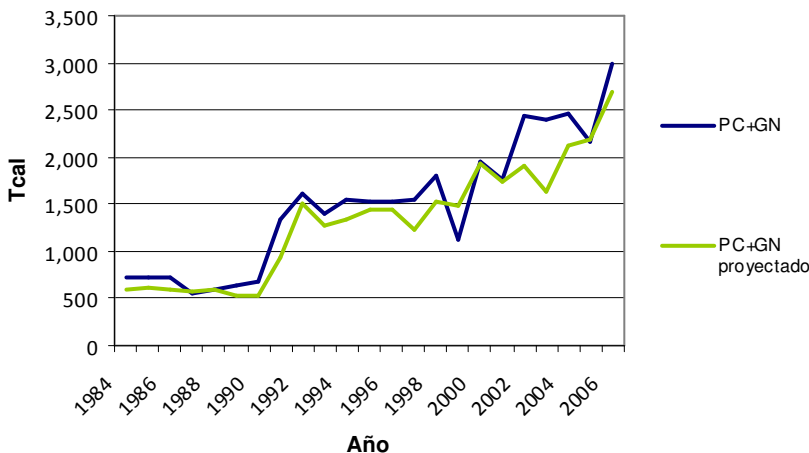
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between LN(LEÑA) and 3 independent variables. The equation of the fitted model is

$$LN(LEÑA) = -0,951957 - 0,367278*LN(CELULOSA) - 0,232134*LN(PAPEL) + 1,51446*LN(CT)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 94,3232% of the variability in LN(LEÑA). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 93,4268%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0678468. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

PC + GN: $LN(PC\ GN) = -2,81173 + 0,781339*LN(CELULOSA) - 0,264206*LN(PAPEL) + 0,118371*LN(PC\ GN\ ANT) + 0,55434*LN(CT)$



Dependent variable: LN(PC GN)

Independent variables: LN(CELULOSA), LN(PAPEL), LN(PC GN ANT), LN(CT)

Parameter	Estimate	Standard Error	T	P-Value
CONSTANT	-2,81173	1,54167	-1,82382	0,0848
LN(CELULOSA)	0,781339	0,331375	2,35787	0,0299
LN(PAPEL)	-0,264206	0,269773	-0,979365	0,3404
LN(PC GN ANT)	0,118371	0,267157	0,443076	0,6630
LN(CT)	0,55434	0,2555	2,16962	0,0437

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	5,47299	4	1,36825	43,76	0,0000
Residual	0,562793	18	0,0312663		
Total (Corr.)	6,03579	22			

R-squared = 90,6757 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 88,6037 percent

Standard Error of Est. = 0,176823

Mean absolute error = 0,106583

Durbin-Watson statistic = 1,72484 (P=0,0913)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,137246

The StatAdvisor

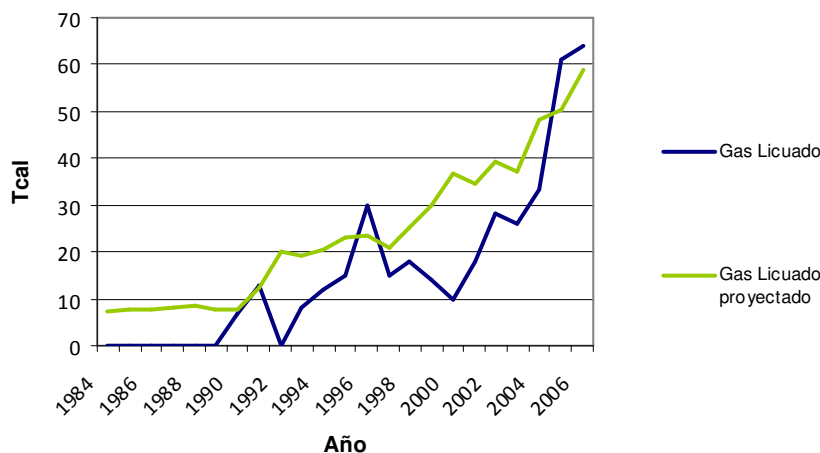
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between LN(PC GN) and 4 independent variables. The equation of the fitted model is

$$LN(PC\ GN) = -2,81173 + 0,781339*LN(CELULOSA) - 0,264206*LN(PAPEL) + 0,118371*LN(PC\ GN\ ANT) + 0,55434*LN(CT)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 90,6757% of the variability in LN(PC GN). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 88,6037%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,176823. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

Gas Licuado: $LN(GL) = -9,36844 + 0,849845*LN(PAPEL) + 0,398844*LN(CELULOSA) + 0,393255*LN(CT)$



Dependent variable: LN(GL)

Independent variables: LN(PAPEL), LN(CELULOSA), LN(CT)

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	-9,36844	4,58929	-2,04137	0,0638
LN(PAPEL)	0,849845	0,890518	0,954327	0,3587
LN(CELULOSA)	0,398844	0,587788	0,67855	0,5103
LN(CT)	0,393255	0,783052	0,502208	0,6246

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	3,95758	3	1,31919	6,70	0,0066
Residual	2,3621	12	0,196842		
Total (Corr.)	6,31968	15			

R-squared = 62,623 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 53,2788 percent

Standard Error of Est. = 0,443669

Mean absolute error = 0,283173

Durbin-Watson statistic = 1,1936 (P=0,0074)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,364677

The StatAdvisor

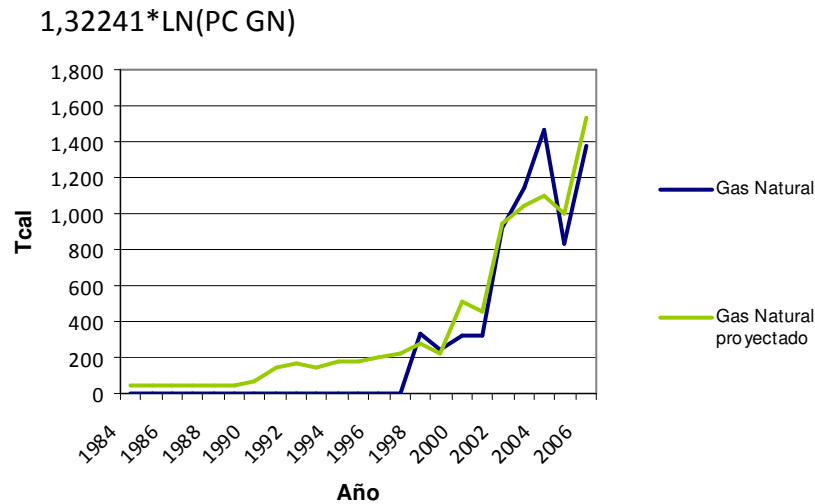
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between LN(GL) and 3 independent variables. The equation of the fitted model is

$$LN(GL) = -9,36844 + 0,849845*LN(PAPEL) + 0,398844*LN(CELULOSA) + 0,393255*LN(CT)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 62,623% of the variability in LN(GL). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 53,2788%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,443669. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

Gas Natural: $LN(GN) = -13,8232 - 0,32265*LN(CELULOSA) + 1,85535*LN(PAPEL) +$



Dependent variable: LN(GN)

Independent variables:

LN(CELULOSA)

LN(PAPEL)

LN(PC GN)

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	-13,8232	7,42308	-1,8622	0,1216
LN(CELULOSA)	-0,32265	1,93084	-0,167104	0,8738
LN(PAPEL)	1,85535	1,41231	1,31369	0,2460
LN(PC GN)	1,32241	0,567496	2,33026	0,0672

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	3,56236	3	1,18745	12,04	0,0100
Residual	0,493313	5	0,0986626		
Total (Corr.)	4,05567	8			

R-squared = 87,8365 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 80,5384 percent

Standard Error of Est. = 0,314106

Mean absolute error = 0,200618

Durbin-Watson statistic = 1,54564 (P=0,0842)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,184106

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between LN(GN) and 3 independent variables. The equation of the fitted model is

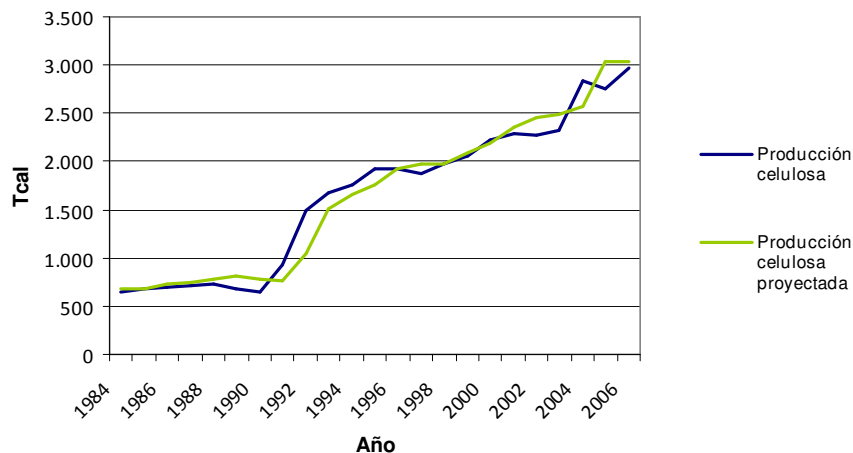
$$\text{LN(GN)} = -13,8232 - 0,32265 * \text{LN(CELULOSA)} + 1,85535 * \text{LN(PAPEL)} + 1,32241 * \text{LN(PC GN)}$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 87,8365% of the variability in LN(GN). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 80,5384%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,314106. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

b) Proyección utilizando PIB Mundial como driver

Producción Celulosa: $\ln(\text{Celulosa}) = -5,00257 + 0,653925 \cdot \ln(\text{PIB mundial}) + 0,754644 \cdot \ln(\text{Celulosa ant})$



Variable dependiente: $\ln(\text{Celulosa})$

Variables independientes: $\ln(\text{PIB mundial})$; $\ln(\text{Celulosa ant})$

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-5,00257	3,22312	-1,55209	0,1363
$\ln(\text{PIB mundial})$	0,653925	0,39802	1,64294	0,1160
$\ln(\text{Celulosa ant})$	0,754644	0,140959	5,35366	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,52979	2	3,26489	211,18	0,0000
Residuo	0,3092	20	0,01546		
Total (Corr.)	6,83899	22			

R-cuadrada = 95,4789 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 95,0267 por ciento

Error estándar del est. = 0,124338

Error absoluto medio = 0,081764

Estadístico Durbin-Watson = 1,15637 (P=0,0046)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,418972

El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre $\ln(\text{Celulosa})$ y 2 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

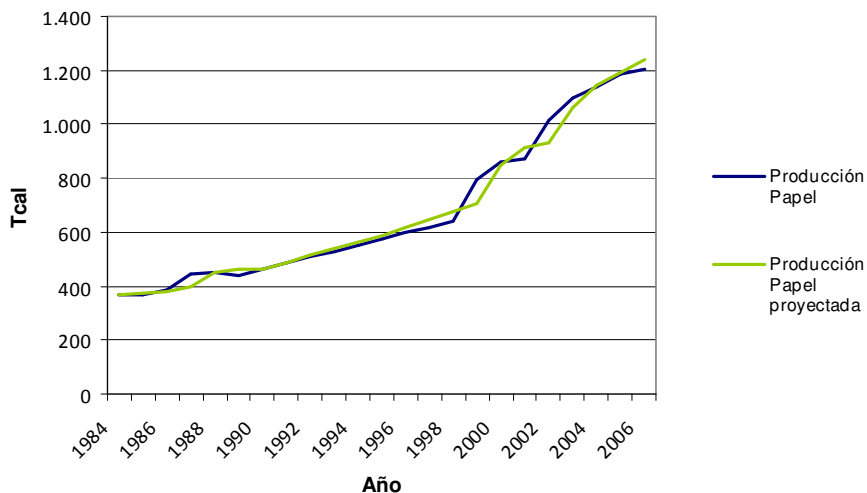
$\ln(\text{Celulosa}) = -5,00257 + 0,653925 \cdot \ln(\text{PIB mundial}) + 0,754644 \cdot \ln(\text{Celulosa ant})$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 95,4789% de la variabilidad en $\ln(\text{Celulosa})$. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 95,0267%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,124338. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto.

Producción Papel:

$$\ln(\text{Papel}) = -3,68068 + 0,771099 * \ln(\text{Papel ant}) + 0,496803 * \ln(\text{PIB mundial})$$



Variable dependiente: $\ln(\text{Papel})$

Variables independientes:

$\ln(\text{Papel ant})$

$\ln(\text{PIB mundial})$

Parámetro	Estimación	Error		Valor-P
		Estándar	Estadístico T	
CONSTANTE	-3,68068	1,66891	-2,20544	0,0393
$\ln(\text{Papel ant})$	0,771099	0,118253	6,52077	0,0000
$\ln(\text{PIB mundial})$	0,496803	0,229059	2,16889	0,0423

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	3,37334	2	1,68667	708,81	0,0000
Residuo	0,0475916	20	0,00237958		
Total (Corr.)	3,42094	22			

R-cuadrada = 98,6088 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 98,4697 por ciento

Error estándar del est. = 0,048781

Error absoluto medio = 0,0328157

Estadístico Durbin-Watson = 1,83831 (P=0,1953)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0695361

El StatAdvisor

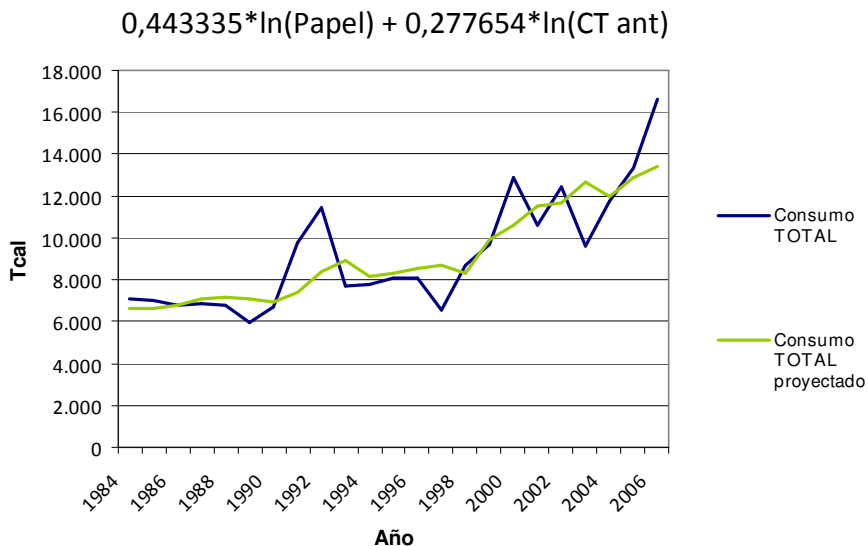
La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre $\ln(\text{Papel})$ y 2 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\ln(\text{Papel}) = -3,68068 + 0,771099 * \ln(\text{Papel ant}) + 0,496803 * \ln(\text{PIB mundial})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 98,6088% de la variabilidad en $\ln(\text{Papel})$. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 98,4697%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,048781. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto.

Consumo Total:

$$\ln(\text{Consumo total}) = 3,69323 + 0,00380835 * \ln(\text{Celulosa}) +$$



Variable dependiente: $\ln(\text{Consumo total})$

Variables independientes: $\ln(\text{Celulosa})$; $\ln(\text{Papel})$; $\ln(\text{CT ant})$

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico T	Valor-P
CONSTANTE	3,69323	1,52551	2,42099	0,0257
$\ln(\text{Celulosa})$	0,00380835	0,141789	0,0268593	0,9789
$\ln(\text{Papel})$	0,443335	0,210256	2,10854	0,0485
$\ln(\text{CT ant})$	0,277654	0,236301	1,175	0,2545

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,21317	3	0,404391	15,29	0,0000
Residuo	0,502583	19	0,0264517		
Total (Corr.)	1,71576	22			

R-cuadrada = 70,7078 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 66,0827 por ciento

Error estándar del est. = 0,16264

Error absoluto medio = 0,110396

Estadístico Durbin-Watson = 1,77395 (P=0,1328)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0633402

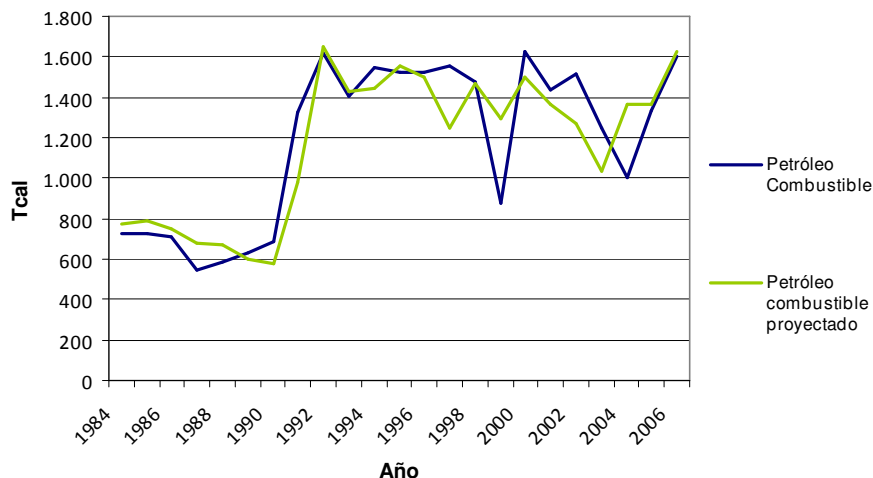
El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre $\ln(\text{Consumo total})$ y 3 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\ln(\text{Consumo total}) = 3,69323 + 0,00380835 \cdot \ln(\text{Celulosa}) + 0,443335 \cdot \ln(\text{Papel}) + 0,277654 \cdot \ln(\text{CT ant})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 70,7078% de la variabilidad en $\ln(\text{Consumo total})$. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 66,0827%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,16264. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto.

Petróleo combustible: $\ln(\text{Petróleo combustible}) = 1,46868 + 1,02793 \cdot \ln(\text{Celulosa}) - 1,06378 \cdot \ln(\text{Papel}) + 0,540423 \cdot \ln(\text{Consumo total})$



Variable dependiente: $\ln(\text{Petróleo combustible})$
 Variables independientes: $\ln(\text{Celulosa})$; $\ln(\text{Papel})$; $\ln(\text{Consumo total})$

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	1,46868	1,42667	1,02944	0,3162
$\ln(\text{Celulosa})$	1,02793	0,149794	6,86228	0,0000
$\ln(\text{Papel})$	-1,06378	0,247072	-4,30553	0,0004
$\ln(\text{Consumo total})$	0,540423	0,239501	2,25645	0,0360

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2,72151	3	0,907171	29,34	0,0000
Residuo	0,587544	19	0,0309234		
Total (Corr.)	3,30906	22			

R-cuadrada = 82,2444 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 79,4408 por ciento
 Error estándar del est. = 0,17585
 Error absoluto medio = 0,116446
 Estadístico Durbin-Watson = 1,76731 (P=0,1260)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,113518

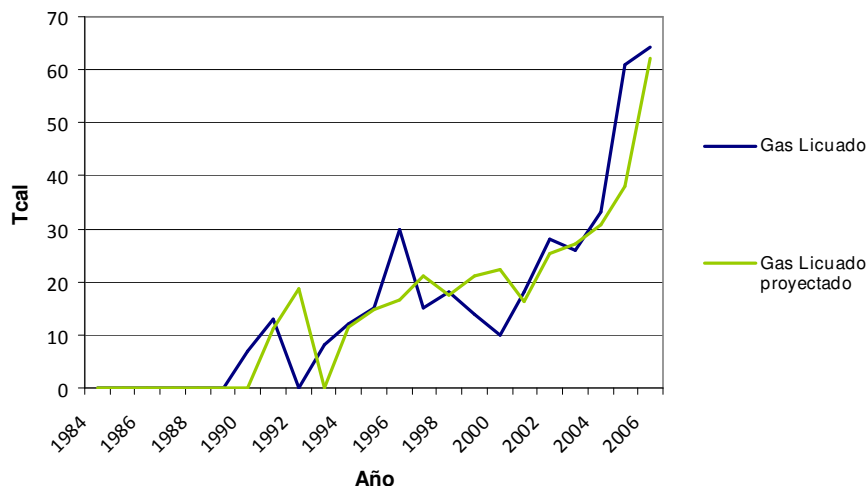
El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre $\ln(\text{Petróleo combustible})$ y 3 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\ln(\text{Petróleo combustible}) = 1,46868 + 1,02793 \cdot \ln(\text{Celulosa}) - 1,06378 \cdot \ln(\text{Papel}) + 0,540423 \cdot \ln(\text{Consumo total})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 82,2444% de la variabilidad en $\ln(\text{Petróleo combustible})$. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 79,4408%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,17585. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto.

Gas licuado: $\ln(\text{Gas Licuado}) = -5,65935 + 0,121115 \cdot \ln(\text{Celulosa}) + 0,0264899 \cdot \ln(\text{Papel}) + 0,655154 \cdot \ln(\text{Consumo total}) + 0,550792 \cdot \ln(\text{GL ant})$



Variable dependiente: $\ln(\text{Gas Licuado})$

Variables independientes: $\ln(\text{Celulosa})$; $\ln(\text{Papel})$; $\ln(\text{Consumo total})$; $\ln(\text{GL ant})$

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico T	Valor-P
CONSTANTE	-5,65935	6,02894	-0,938698	0,3724
$\ln(\text{Celulosa})$	0,121115	0,848502	0,14274	0,8896
$\ln(\text{Papel})$	0,0264899	1,05403	0,0251319	0,9805
$\ln(\text{Consumo total})$	0,655154	0,800547	0,818383	0,4343
$\ln(\text{GL ant})$	0,550792	0,29948	1,83916	0,0990

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2,81045	4	0,702612	4,07	0,0373
Residuo	1,55288	9	0,172543		
Total (Corr.)	4,36333	13			

R-cuadrada = 64,4106 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 48,5931 por ciento

Error estándar del est. = 0,415382

Error absoluto medio = 0,229404

Estadístico Durbin-Watson = 1,85953 (P=0,1133)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,063659

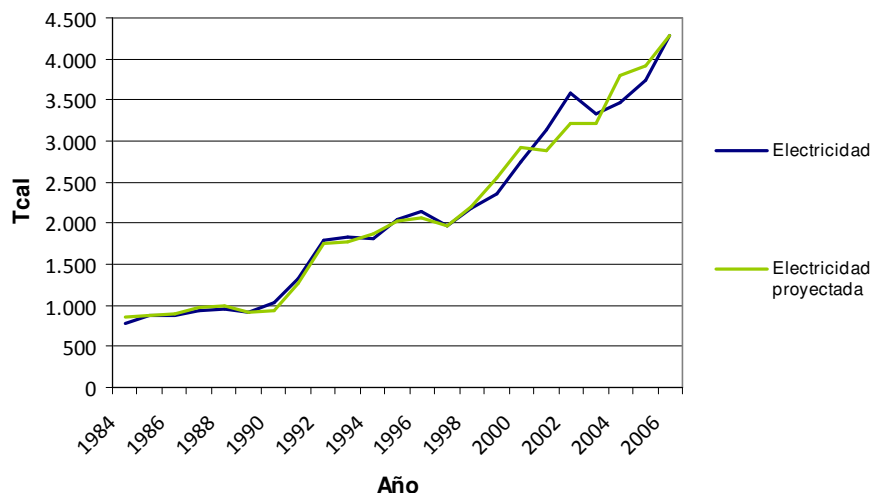
El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre $\ln(\text{Gas Licuado})$ y 4 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$\ln(\text{Gas Licuado}) = -5,65935 + 0,121115 \cdot \ln(\text{Celulosa}) + 0,0264899 \cdot \ln(\text{Papel}) + 0,655154 \cdot \ln(\text{Consumo total}) + 0,550792 \cdot \ln(\text{GL ant})$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 64,4106% de la variabilidad en $\ln(\text{Gas Licuado})$. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 48,5931%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,415382. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto.

Electricidad: $\ln(\text{Electricidad}) = -1,56293 + 0,568802 \cdot \ln(\text{Celulosa}) + 0,508788 \cdot \ln(\text{Papel}) + 0,182013 \cdot \ln(\text{Consumo total})$



Variable dependiente: $\ln(\text{Electricidad})$

Variables independientes: $\ln(\text{Celulosa})$; $\ln(\text{Papel})$; $\ln(\text{Consumo total})$

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-1,56293	0,487481	-3,20613	0,0047
$\ln(\text{Celulosa})$	0,568802	0,0511831	11,1131	0,0000
$\ln(\text{Papel})$	0,508788	0,0844222	6,02671	0,0000
$\ln(\text{Consumo total})$	0,182013	0,0818353	2,22414	0,0385

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,56237	3	2,18746	605,88	0,0000
Residuo	0,0685972	19	0,00361038		
Total (Corr.)	6,63096	22			

R-cuadrada = 98,9655 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 98,8022 por ciento

Error estándar del est. = 0,0600864

Error absoluto medio = 0,043518

Estadístico Durbin-Watson = 1,31946 (P=0,0106)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,286369

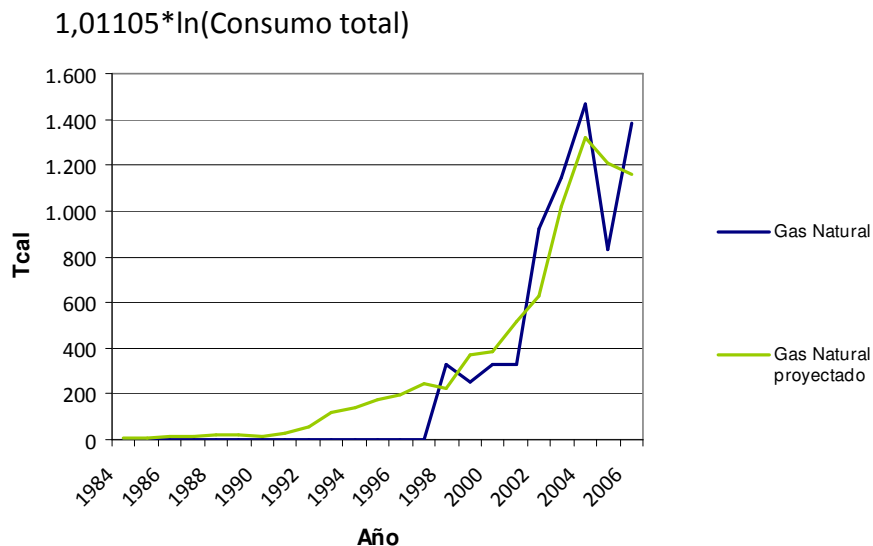
El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre $\ln(\text{Electricidad})$ y 3 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$\ln(\text{Electricidad}) = -1,56293 + 0,568802 \cdot \ln(\text{Celulosa}) + 0,508788 \cdot \ln(\text{Papel}) + 0,182013 \cdot \ln(\text{Consumo total})$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 98,9655% de la variabilidad en $\ln(\text{Electricidad})$. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 98,8022%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,0600864. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto.

Gas Natural: $\ln(\text{Gas natural}) = -15,385 + 1,86499 \cdot \ln(\text{Celulosa}) + 2,4431 \cdot \ln(\text{Papel}) -$



Variable dependiente: ln(Gas natural)

Variables independientes: ln(Celulosa); ln(Papel); ln(Consumo total)

Parámetro	Estimación	Error		Estadístico	Valor-P
		Estándar	T		
CONSTANTE	-15,385	9,57023	-1,60759	0,1688	
ln(Celulosa)	1,86499	2,57451	0,724408	0,5013	
ln(Papel)	2,4431	1,50555	1,62272	0,1656	
ln(Consumo total)	-1,01105	1,1707	-0,863628	0,4273	

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	3,17592	3	1,05864	6,02	0,0410
Residuo	0,87975	5	0,17595		
Total (Corr.)	4,05567	8			

R-cuadrada = 78,3082 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 65,2931 por ciento

Error estándar del est. = 0,419464

Error absoluto medio = 0,287767

Estadístico Durbin-Watson = 2,34312 (P=0,3967)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,287131

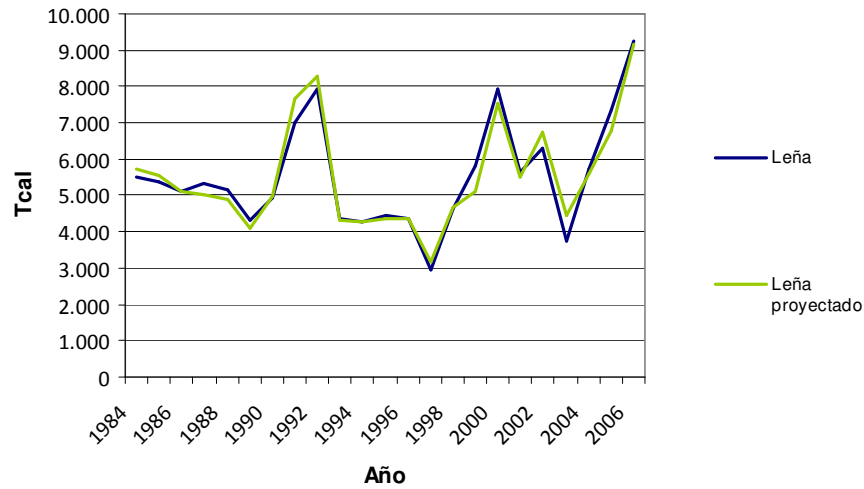
El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre ln(Gas natural) y 3 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\ln(\text{Gas natural}) = -15,385 + 1,86499 \cdot \ln(\text{Celulosa}) + 2,4431 \cdot \ln(\text{Papel}) - 1,01105 \cdot \ln(\text{Consumo total})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 78,3082% de la variabilidad en ln(Gas natural). El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 65,2931%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,419464. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto.

Leña: $\ln(\text{Leña}) = -1,02391 - 0,309391 \cdot \ln(\text{Celulosa}) - 0,285439 \cdot \ln(\text{Papel}) + 1,50717 \cdot \ln(\text{Consumo total})$



Variable dependiente: ln(Leña)

Variables independientes:

ln(Celulosa)

ln(Papel)

ln(Consumo total)

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico T	Valor-P
CONSTANTE	-1,02391	0,54118	-1,892	0,0738
ln(Celulosa)	-0,309391	0,0568212	-5,445	0,0000
ln(Papel)	-0,285439	0,0937218	-3,04559	0,0067
ln(Consumo total)	1,50717	0,0908499	16,5896	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,45611	3	0,485372	109,08	0,0000
Residuo	0,0845423	19	0,0044496		
Total (Corr.)	1,54066	22			

R-cuadrada = 94,5126 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 93,6461 por ciento

Error estándar del est. = 0,0667053

Error absoluto medio = 0,0445185

Estadístico Durbin-Watson = 1,37158 (P=0,0153)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,306394

El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre ln(Leña) y 3 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

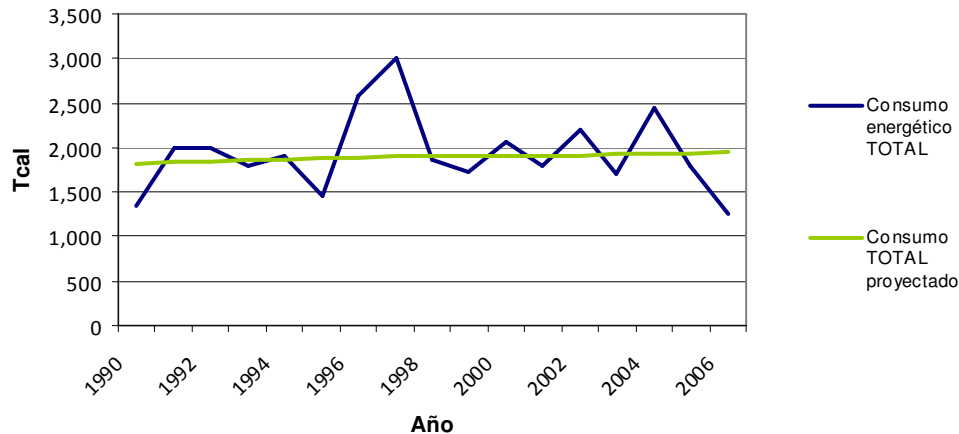
$$\ln(\text{Leña}) = -1,02391 - 0,309391 \cdot \ln(\text{Celulosa}) - 0,285439 \cdot \ln(\text{Papel}) + 1,50717 \cdot \ln(\text{Consumo total})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 94,5126% de la variabilidad en ln(Leña). El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 93,6461%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,0667053. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto.

D.8. SECTOR PESCA

a) Proyección utilizando PIB Nacional como driver

Consumo Total: $\ln(\text{CT}) = 6,77085 + 0,0728261 * \ln(\text{PIB})$



Dependent variable: $\ln(\text{ct})$
 Independent variable: $\ln(\text{PIB})$
 Linear model: $Y = a + b * X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	6,77085	2,35242	2,87825	0,0115
Slope	0,0728261	0,221129	0,329338	0,7465

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,00563097	1	0,00563097	0,11	0,7465
Residual	0,778736	15	0,0519157		
Total (Corr.)	0,784367	16			

Correlation Coefficient = 0,084729
 R-squared = 0,7179 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = -5,90091 percent
 Standard Error of Est. = 0,22785
 Mean absolute error = 0,164471
 Durbin-Watson statistic = 1,68964 (P=0,1711)
 Lag 1 residual autocorrelation = -0,0268279

The StatAdvisor

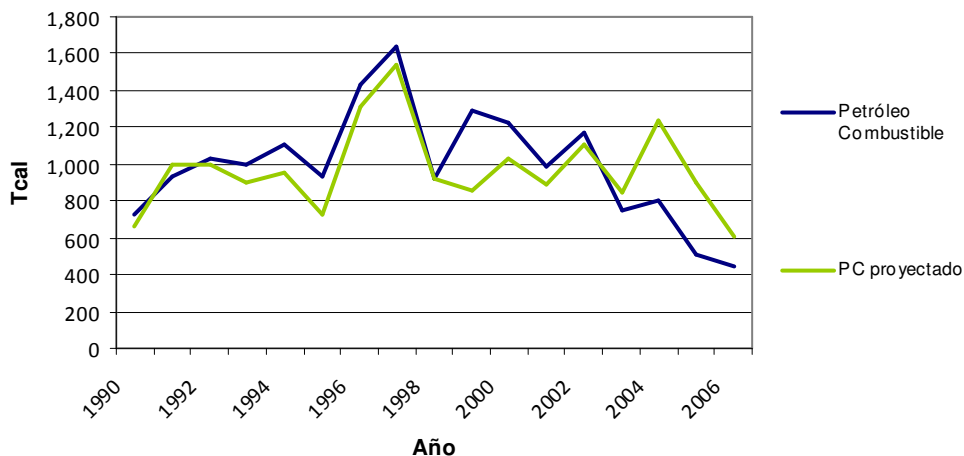
The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between $\ln(\text{ct})$ and $\ln(\text{PIB})$. The equation of the fitted model is

$$\ln(\text{ct}) = 6,77085 + 0,0728261 * \ln(\text{PIB})$$

Since the P-value in the ANOVA table is greater or equal to 0,05, there is not a statistically significant relationship between $\ln(\text{ct})$ and $\ln(\text{PIB})$ at the 95,0% or higher confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 0,7179% of the variability in $\ln(\text{ct})$. The correlation coefficient equals 0,084729, indicating a relatively weak relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,22785. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

Petróleo Combustible: $\ln(PC) = -1,11116 + 1,0552 \cdot \ln(CT)$



Dependent variable: $\ln(PC)$
 Independent variable: $\ln(CT)$
 Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	-1,11116	2,15324	-0,516038	0,6134
Slope	1,0552	0,285257	3,69914	0,0021

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,873358	1	0,873358	13,68	0,0021
Residual	0,957375	15	0,063825		
Total (Corr.)	1,83073	16			

Correlation Coefficient = 0,690691
 R-squared = 47,7054 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 44,2191 percent
 Standard Error of Est. = 0,252636
 Mean absolute error = 0,178955
 Durbin-Watson statistic = 0,542688 (P=0,0001)
 Lag 1 residual autocorrelation = 0,66764

The StatAdvisor

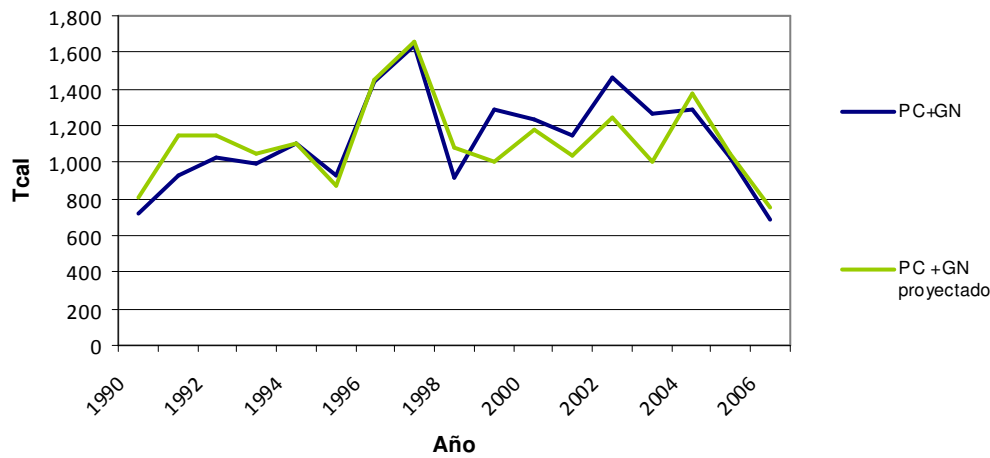
The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between $\ln(pc)$ and $\ln(ct)$. The equation of the fitted model is

$$\ln(pc) = -1,11116 + 1,0552 \cdot \ln(ct)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between $\ln(pc)$ and $\ln(ct)$ at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 47,7054% of the variability in $\ln(pc)$. The correlation coefficient equals 0,690691, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,252636. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

PC + Gas Natural: $\ln(pc+gn) = 0,210814 + 0,899527 \cdot \ln(ct)$



Dependent variable: ln(PC+GN)

Independent variable: ln(CT)

Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	0,210814	1,13149	0,186315	0,8547
Slope	0,899527	0,149897	6,00096	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,63467	1	0,63467	36,01	0,0000
Residual	0,264361	15	0,0176241		
Total (Corr.)	0,899031	16			

Correlation Coefficient = 0,840208

R-squared = 70,5949 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 68,6345 percent

Standard Error of Est. = 0,132756

Mean absolute error = 0,098866

Durbin-Watson statistic = 1,40864 (P=0,0961)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,253673

The StatAdvisor

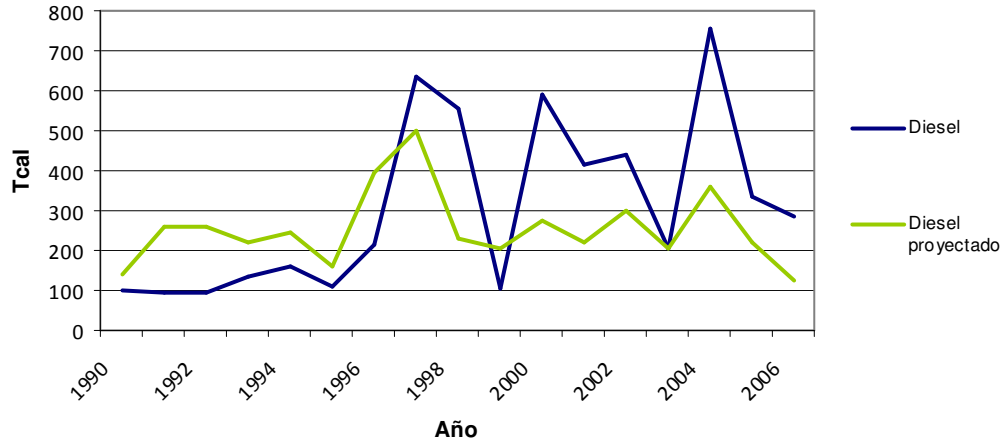
The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between ln(pc+gn) and ln(ct). The equation of the fitted model is

$$\ln(\text{pc+gn}) = 0,210814 + 0,899527 \cdot \ln(\text{ct})$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between ln(pc+gn) and ln(ct) at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 70,5949% of the variability in ln(pc+gn). The correlation coefficient equals 0,840208, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,132756. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

Diesel: $\ln(\text{diesel}) = -6,56927 + 1,59648 \cdot \ln(\text{CT})$



Dependent variable: $\ln(\text{diesel})$
 Independent variable: $\ln(\text{CT})$
 Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	-6,56927	5,77044	-1,13843	0,2728
Slope	1,59648	0,764456	2,08839	0,0542

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1,99916	1	1,99916	4,36	0,0542
Residual	6,87567	15	0,458378		
Total (Corr.)	8,87483	16			

Correlation Coefficient = 0,474617
 R-squared = 22,5262 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 17,3612 percent
 Standard Error of Est. = 0,677036
 Mean absolute error = 0,577629
 Durbin-Watson statistic = 1,06415 (P=0,0172)
 Lag 1 residual autocorrelation = 0,407991

The StatAdvisor

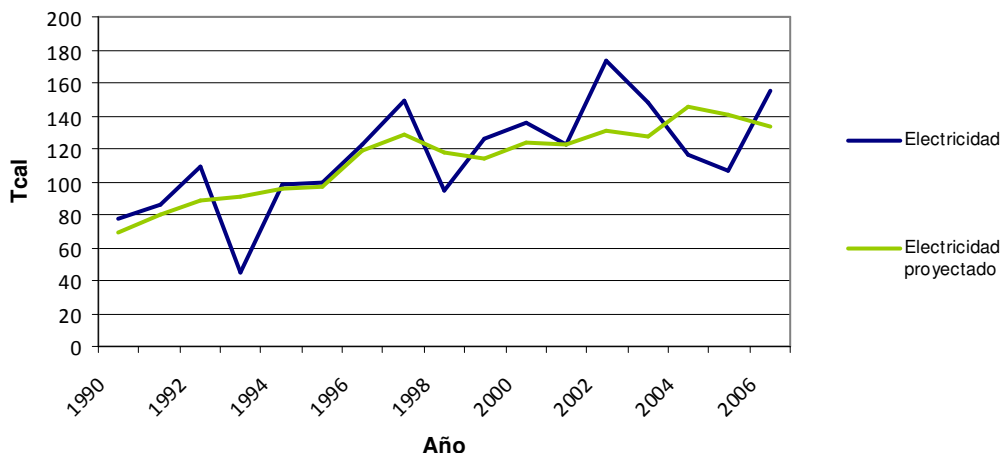
The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between $\ln(\text{diesel})$ and $\ln(\text{ct})$. The equation of the fitted model is

$$\ln(\text{diesel}) = -6,56927 + 1,59648 \cdot \ln(\text{ct})$$

Since the P-value in the ANOVA table is greater or equal to 0,05, there is not a statistically significant relationship between $\ln(\text{diesel})$ and $\ln(\text{ct})$ at the 95,0% or higher confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 22,5262% of the variability in $\ln(\text{diesel})$. The correlation coefficient equals 0,474617, indicating a relatively weak relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,677036. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

Electricidad: $\ln(\text{elec}) = -5,52462 + 0,249476 \cdot \ln(\text{ct}) + 0,785205 \cdot \ln(\text{PIB})$



Dependent variable: $\ln(\text{elec})$

Independent variables:

$\ln(\text{CT})$

$\ln(\text{PIB})$

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	-5,52462	3,23837	-1,70599	0,1101
$\ln(\text{CT})$	0,249476	0,285285	0,874479	0,3966
$\ln(\text{PIB})$	0,785205	0,245208	3,2022	0,0064

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,733709	2	0,366855	5,79	0,0147
Residual	0,887312	14	0,0633794		
Total (Corr.)	1,62102	16			

R-squared = 45,2622 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 37,4425 percent

Standard Error of Est. = 0,251753

Mean absolute error = 0,165753

Durbin-Watson statistic = 2,30065 (P=0,6122)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,173426

The StatAdvisor

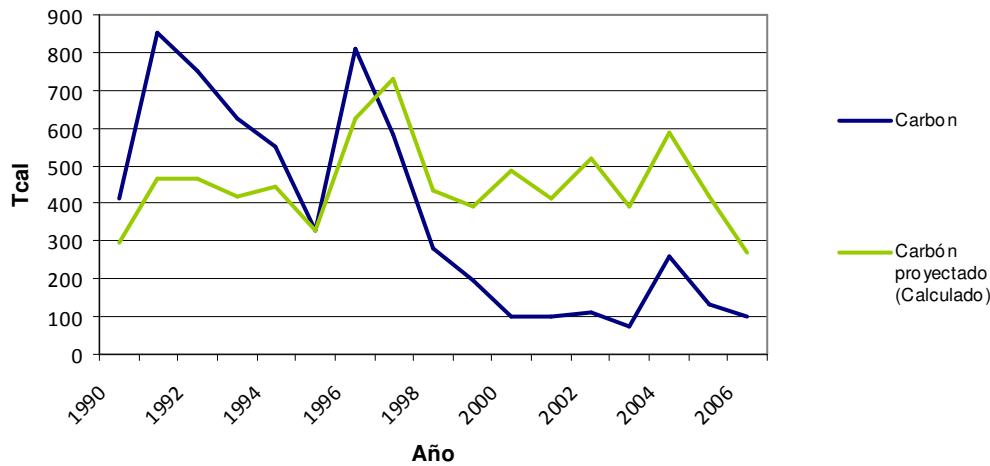
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between $\ln(\text{elec})$ and 2 independent variables. The equation of the fitted model is

$$\ln(\text{elec}) = -5,52462 + 0,249476 \cdot \ln(\text{ct}) + 0,785205 \cdot \ln(\text{PIB})$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 45,2622% of the variability in $\ln(\text{elec})$. The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 37,4425%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,251753. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu

Comb. Fósiles: $\ln(c \text{ fosil}) = -0,479862 + 1,0551 * \ln(\text{CUT})$



Dependent variable: $\ln(c \text{ fosil})$
 Independent variable: $\ln(\text{CT})$
 Linear model: $Y = a + b * X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	-0,479862	0,176424	-2,71994	0,0158
Slope	1,0551	0,0233722	45,1432	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,873181	1	0,873181	2037,91	0,0000
Residual	0,00642704	15	0,000428469		
Total (Corr.)	0,879608	16			

Correlation Coefficient = 0,99634
 R-squared = 99,2693 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 99,2206 percent
 Standard Error of Est. = 0,0206995
 Mean absolute error = 0,0147527
 Durbin-Watson statistic = 1,14145 (P=0,0272)
 Lag 1 residual autocorrelation = 0,227311

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between $\ln(c \text{ fosil})$ and $\ln(\text{ct})$. The equation of the fitted model is

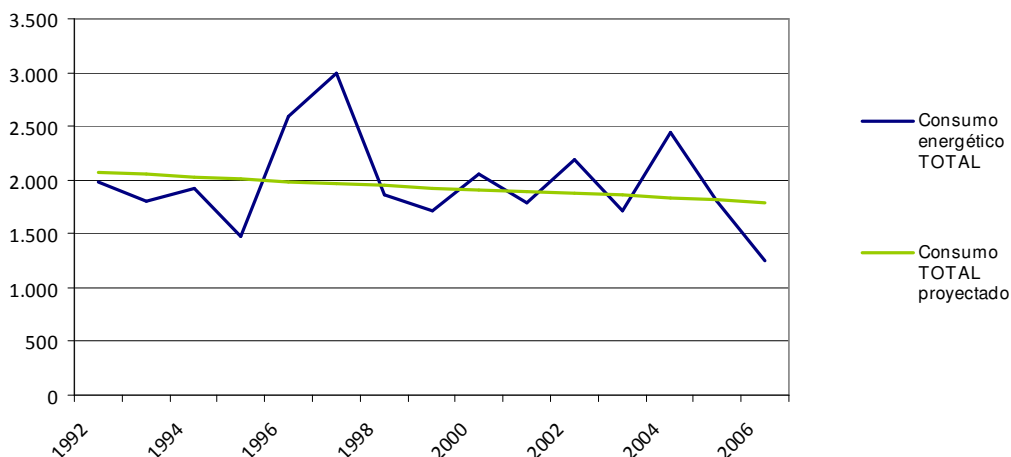
$$\ln(c \text{ fosil}) = -0,479862 + 1,0551 * \ln(\text{ct})$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between $\ln(c \text{ fosil})$ and $\ln(\text{ct})$ at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 99,2693% of the variability in $\ln(c \text{ fosil})$. The correlation coefficient equals 0,99634, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,0206995. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

b) Proyección utilizando PIB Mundial como driver

Consumo Total: $\ln(CT) = 11,0992 - 0,341838 * \ln(\text{PIB Mundial})$



Variable dependiente: $\ln(CT)$
 Variable independiente: $\ln(\text{PIB Mundial})$
 Lineal: $Y = a + b * X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	11,0992	4,5837	2,42145	0,0308
Pendiente	-0,341838	0,443224	-0,771252	0,4543

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,0290233	1	0,0290233	0,59	0,4543
Residuo	0,634304	13	0,0487926		
Total (Corr.)	0,663327	14			

Coefficiente de Correlación = -0,209175
 R-cuadrada = 4,37541 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = -2,98033 por ciento
 Error estándar del est. = 0,22089
 Error absoluto medio = 0,160894
 Estadístico Durbin-Watson = 1,83747 (P=0,2606)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0208283

El StatAdvisor

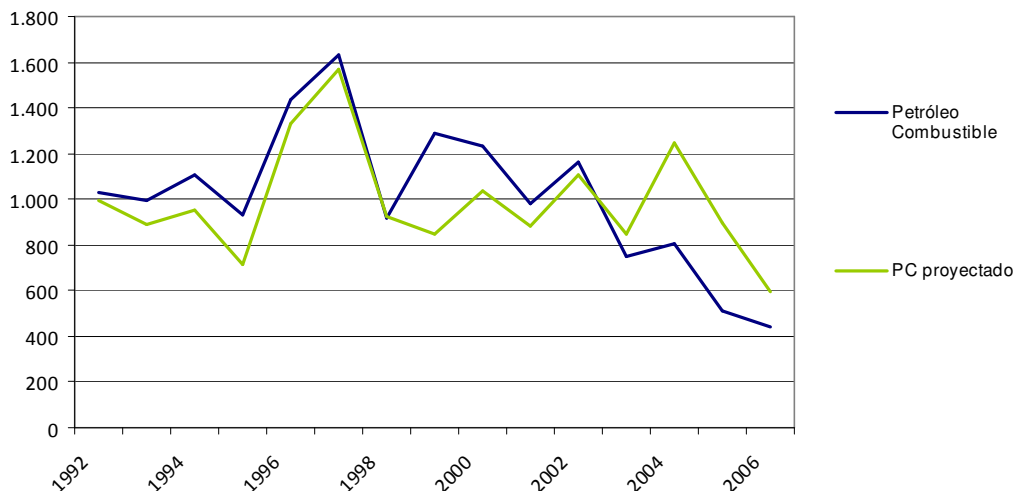
La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre $\ln(CT)$ y $\ln(\text{PIB Mundial})$. La ecuación del modelo ajustado es

$$\ln(CT) = 11,0992 - 0,341838 * \ln(\text{PIB Mundial})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0,05, no hay una relación estadísticamente significativa entre $\ln(CT)$ y $\ln(\text{PIB Mundial})$ con un nivel de confianza del 95,0% ó más.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 4,37541% de la variabilidad en $\ln(CT)$. El coeficiente de correlación es igual a -0,209175, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0,22089. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

Petróleo Combustible: $\ln(PC) = -1,50325 + 1,10685 \cdot \ln(CT)$



Variable dependiente: $\ln(PC)$
 Variable independiente: $\ln(CT)$
 Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-1,50325	2,50204	-0,60081	0,5583
Pendiente	1,10685	0,330643	3,34758	0,0052

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,812657	1	0,812657	11,21	0,0052
Residuo	0,942736	13	0,0725181		
Total (Corr.)	1,75539	14			

Coefficiente de Correlación = 0,680403
 R-cuadrada = 46,2949 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 42,1637 por ciento
 Error estándar del est. = 0,269292
 Error absoluto medio = 0,189811
 Estadístico Durbin-Watson = 0,547278 (P=0,0003)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,676134

El StatAdvisor

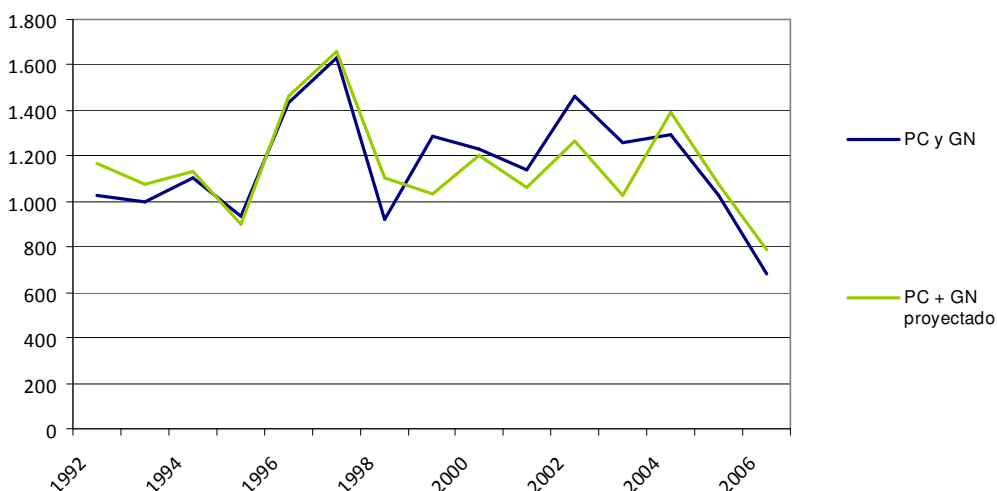
La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre $\ln(PC)$ y $\ln(CT)$. La ecuación del modelo ajustado es

$$\ln(PC) = -1,50325 + 1,10685 \cdot \ln(CT)$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre $\ln(PC)$ y $\ln(CT)$ con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 46,2949% de la variabilidad en $\ln(PC)$. El coeficiente de correlación es igual a 0,680403, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0,269292. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

PC + Gas Natural: $\ln(PC \text{ y GN}) = 0,596833 + 0,851303 \cdot \ln(CT)$



Variable dependiente: ln(PC y GN)

Variable independiente: ln(CT)

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,596833	1,15453	0,51695	0,6139
Pendiente	0,851303	0,15257	5,57976	0,0001

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,480725	1	0,480725	31,13	0,0001
Residuo	0,200728	13	0,0154406		
Total (Corr.)	0,681453	14			

Coefficiente de Correlación = 0,839905

R-cuadrada = 70,5441 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 68,2782 por ciento

Error estándar del est. = 0,12426

Error absoluto medio = 0,0925462

Estadístico Durbin-Watson = 1,69071 (P=0,2586)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0637624

El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre ln(PC y GN) y ln(CT). La ecuación del modelo ajustado es

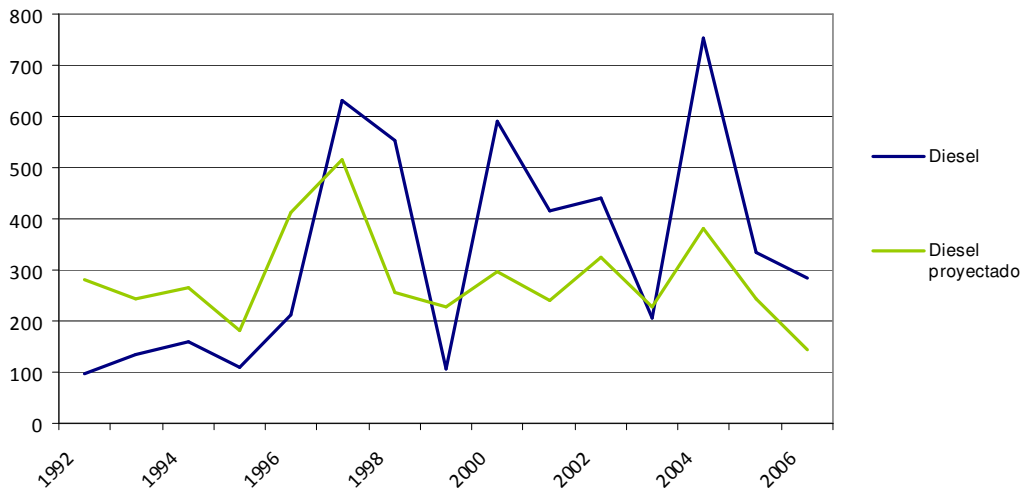
$$\ln(\text{PC y GN}) = 0,596833 + 0,851303 \cdot \ln(\text{CT})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre ln(PC y GN) y ln(CT) con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 70,5441% de la variabilidad en ln(PC y GN). El coeficiente de correlación es igual a 0,839905, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0,12426. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

Diesel

$$\ln(\text{Diesel}) = -5,46455 + 1,46226 \cdot \ln(\text{CT})$$



Variable dependiente: ln(Diesel)
Variable independiente: ln(CT)
Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-5,46455	6,11549	-0,893559	0,3878
Pendiente	1,46226	0,808157	1,80938	0,0936

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,41833	1	1,41833	3,27	0,0936
Residuo	5,63199	13	0,43323		
Total (Corr.)	7,05033	14			

Coefficiente de Correlación = 0,448522
R-cuadrada = 20,1172 por ciento
R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 13,9724 por ciento
Error estándar del est. = 0,658202
Error absoluto medio = 0,561912
Estadístico Durbin-Watson = 1,24025 (P=0,0564)
Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,234544

El StatAdvisor

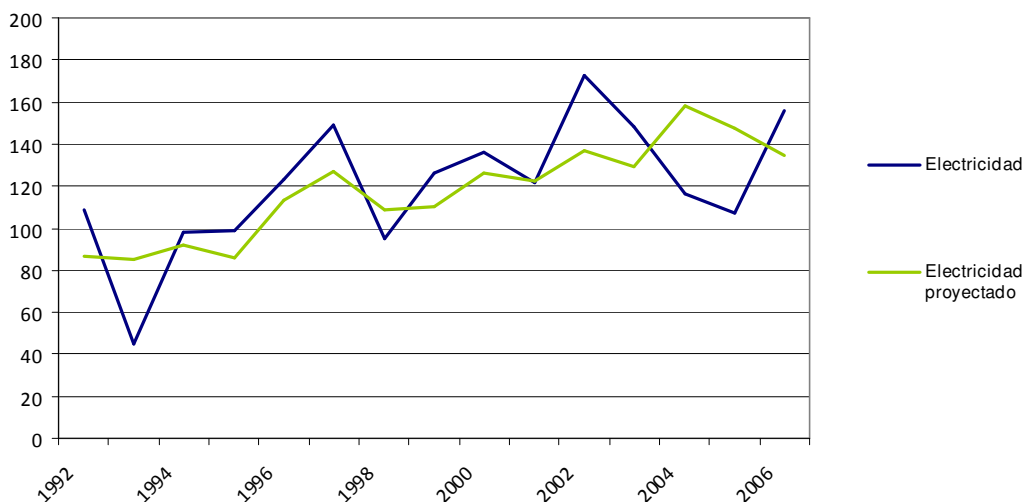
La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre ln(Diesel) y ln(CT). La ecuación del modelo ajustado es

$$\ln(\text{Diesel}) = -5,46455 + 1,46226 \cdot \ln(\text{CT})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0,05, no hay una relación estadísticamente significativa entre ln(Diesel) y ln(CT) con un nivel de confianza del 95,0% ó más.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 20,1172% de la variabilidad en ln(Diesel). El coeficiente de correlación es igual a 0,448522, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0,658202. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

Electricidad: $\ln(\text{Electricidad}) = -13,7938 + 1,49846 \cdot \ln(\text{PIB Mundial}) + 0,402878 \cdot \ln(\text{CT})$



Variable dependiente: ln(Electricidad)

Variables independientes:

ln(PIB Mundial)

ln(CT)

Parámetro	Estimación	Error		Valor-P
		Estándar	Estadístico T	
CONSTANTE	-13,7938	6,63349	-2,07942	0,0597
ln(PIB Mundial)	1,49846	0,544535	2,75181	0,0175
ln(CT)	0,402878	0,333208	1,20909	0,2499

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,562848	2	0,281424	4,00	0,0468
Residuo	0,845103	12	0,0704253		
Total (Corr.)	1,40795	14			

R-cuadrada = 39,9764 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 29,9724 por ciento

Error estándar del est. = 0,265378

Error absoluto medio = 0,186071

Estadístico Durbin-Watson = 2,2612 (P=0,5625)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,175274

El StatAdvisor

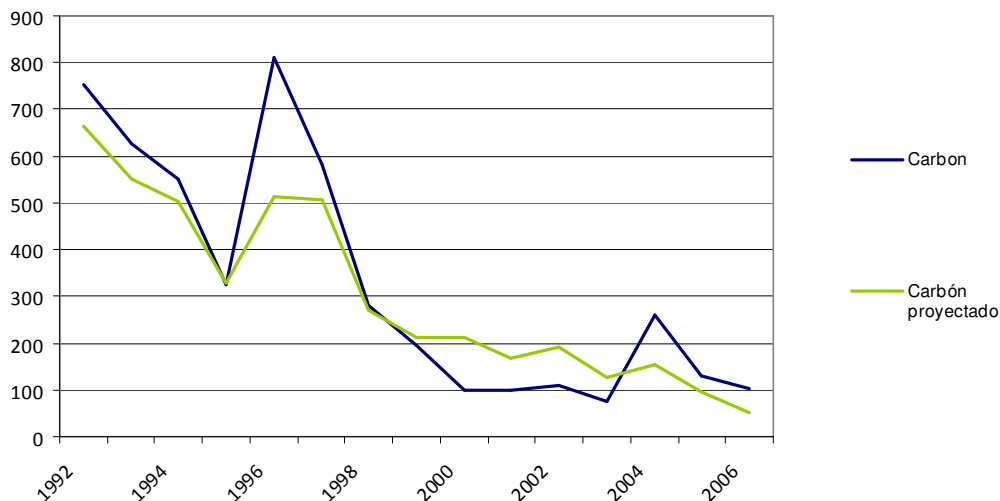
La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre ln(Electricidad) y 2 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\ln(\text{Electricidad}) = -13,7938 + 1,49846 \cdot \ln(\text{PIB Mundial}) + 0,402878 \cdot \ln(\text{CT})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 39,9764% de la variabilidad en ln(Electricidad). El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 29,9724%.

Carbón: $\ln(\text{Carbon}) = 47,3576 + 1,07854 \cdot \ln(\text{CT}) - 4,83735 \cdot \ln(\text{PIB Mundial})$



Variable dependiente: ln(Carbon)

Variables independientes:

ln(CT)

ln(PIB Mundial)

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	47,3576	11,4463	4,13736	0,0014
ln(CT)	1,07854	0,574963	1,87584	0,0852
ln(PIB Mundial)	-4,83735	0,939616	-5,14822	0,0002

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	7,46949	2	3,73475	17,81	0,0003
Residuo	2,51628	12	0,20969		
Total (Corr.)	9,98577	14			

R-cuadrada = 74,8013 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 70,6016 por ciento

Error estándar del est. = 0,457919

Error absoluto medio = 0,329236

Estadístico Durbin-Watson = 0,840205 (P=0,0017)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,491203

El StatAdvisor

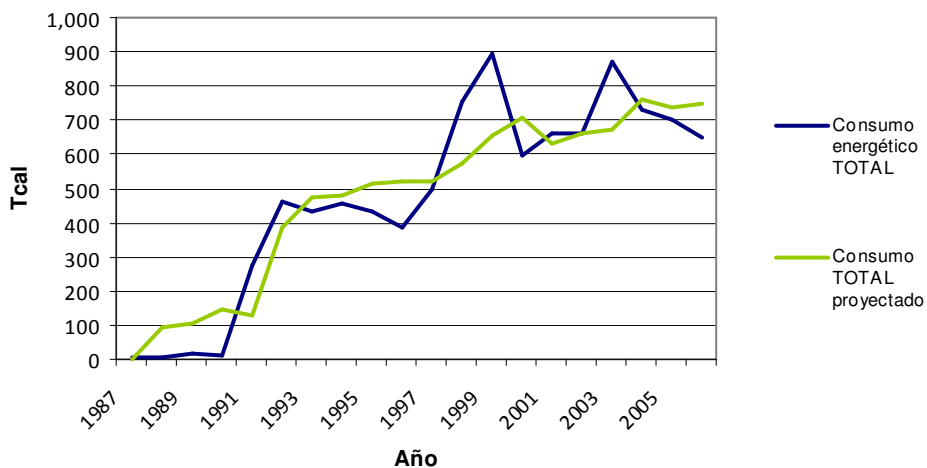
La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre ln(Carbon) y 2 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\ln(\text{Carbon}) = 47,3576 + 1,07854 * \ln(\text{CT}) - 4,83735 * \ln(\text{PIB Mundial})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 74,8013% de la variabilidad en ln(Carbon). El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 70,6016%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,457919. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto.

D.9. SECTOR PETROQUÍMICA

Consumo Total: $LN(CT) = -1,23977 + 0,321224*LN(CT\ ANT) + 0,522638*LN(PIB)$



Dependent variable: LN(CT)

Independent variables: LN(CT ANT), LN(PIB)

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	-1,23977	3,38407	-0,366356	0,7205
LN(CT ANT)	0,321224	0,257321	1,24834	0,2357
LN(PIB)	0,522638	0,422945	1,23571	0,2402

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,562859	2	0,281429	7,43	0,0080
Residual	0,454778	12	0,0378981		
Total (Corr.)	1,01764	14			

R-squared = 55,3104 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 47,8621 percent

Standard Error of Est. = 0,194674

Mean absolute error = 0,140992

Durbin-Watson statistic = 1,56449 (P=0,0977)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,161879

The StatAdvisor

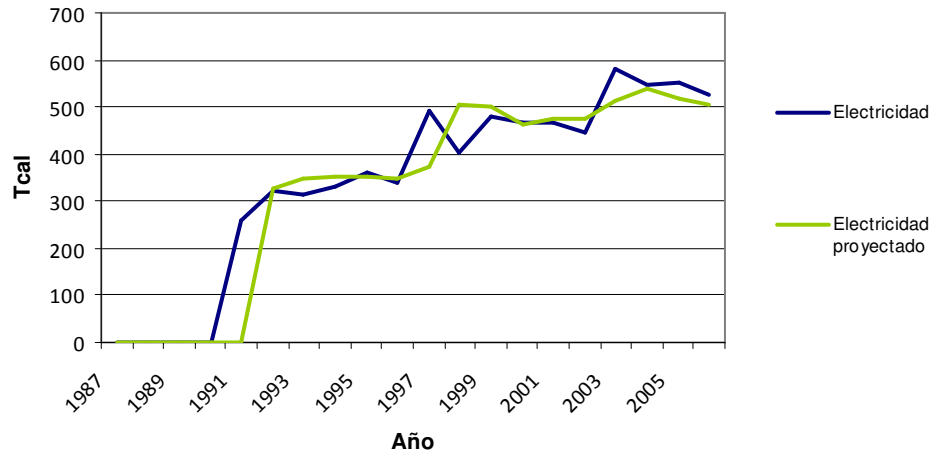
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between LN(CT) and 2 independent variables. The equation of the fitted model is

$$LN(CT) = -1,23977 + 0,321224*LN(CT\ ANT) + 0,522638*LN(PIB)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 55,3104% of the variability in LN(CT). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 47,8621%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,194674. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

Electricidad: $LN(ELEC) = 1,29356 + 0,364269*LN(CT) + 0,407069*LN(ELEC ANT)$



Dependent variable: LN(ELEC)

Independent variables:

LN(CT)

LN(ELEC ANT)

		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	1,29356	0,824841	1,56825	0,1428
LN(CT)	0,364269	0,168655	2,15985	0,0517
LN(ELEC ANT)	0,407069	0,187506	2,17096	0,0507

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,46739	2	0,233695	16,85	0,0003
Residual	0,166392	12	0,013866		
Total (Corr.)	0,633781	14			

R-squared = 73,7462 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 69,3706 percent

Standard Error of Est. = 0,117754

Mean absolute error = 0,0724259

Durbin-Watson statistic = 2,62258 (P=0,8401)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,317407

The StatAdvisor

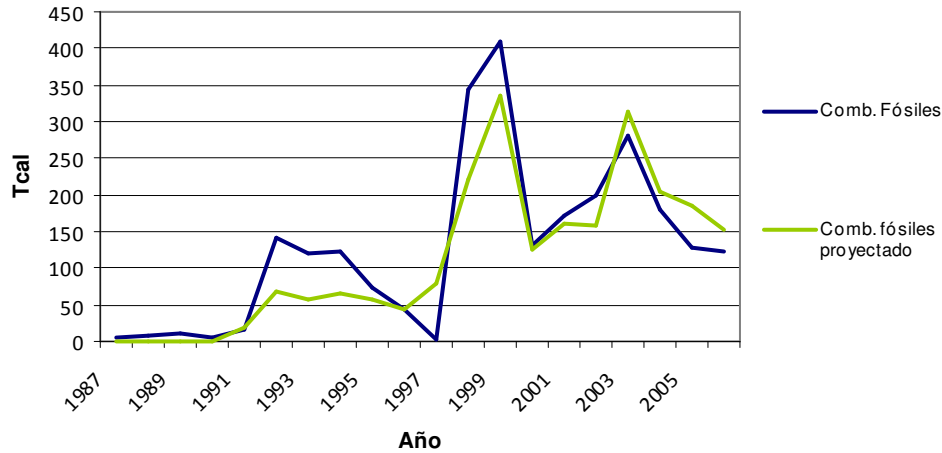
The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between LN(ELEC) and 2 independent variables. The equation of the fitted model is

$$LN(ELEC) = 1,29356 + 0,364269*LN(CT) + 0,407069*LN(ELEC ANT)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 73,7462% of the variability in LN(ELEC). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 69,3706%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,117754. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu.

Comb. Fósiles: $LN(C\ FOSIL) = -10,7926 + 2,44388*LN(CT)$



Dependent variable: LN(C FOSIL)
 Independent variable: LN(CT)
 Linear model: $Y = a + b*X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	-10,7926	5,81808	-1,85501	0,0864
Slope	2,44388	0,9107	2,68352	0,0188

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	6,0779	1	6,0779	7,20	0,0188
Residual	10,972	13	0,844001		
Total (Corr.)	17,0499	14			

Correlation Coefficient = 0,597057
 R-squared = 35,6477 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 30,6975 percent
 Standard Error of Est. = 0,918695
 Mean absolute error = 0,480309
 Durbin-Watson statistic = 1,95023 (P=0,3707)
 Lag 1 residual autocorrelation = -0,00202857

The StatAdvisor

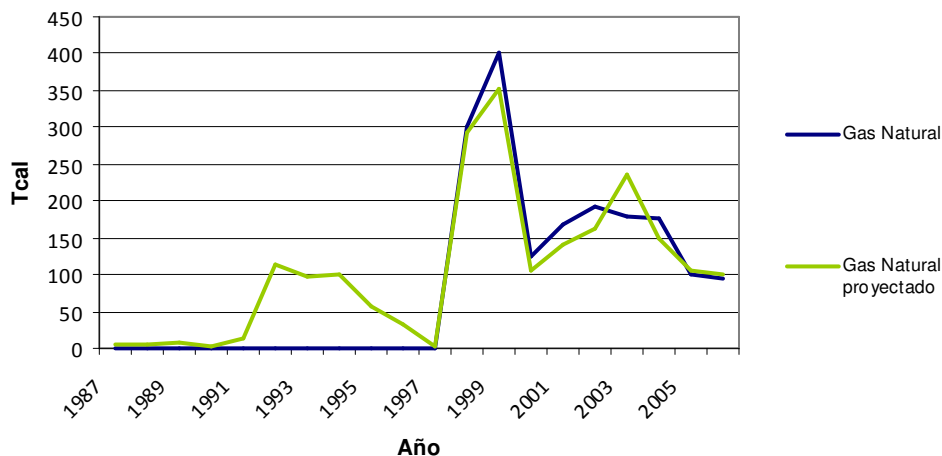
The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between LN(C FOSIL) and LN(CT). The equation of the fitted model is

$$LN(C\ FOSIL) = -10,7926 + 2,44388*LN(CT)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between LN(C FOSIL) and LN(CT) at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 35,6477% of the variability in LN(C FOSIL). The correlation coefficient equals 0,597057, indicating a moderately strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,918695. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

Gas Natural: $LN(GN) = -0,473509 + 1,05378 * LN(C FOSIL)$



Dependent variable: LN(GN)
 Independent variable: LN(C FOSIL)
 Linear model: $Y = a + b * X$

Coefficients

	Least Squares	Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
Intercept	-0,473509	0,771268	-0,613936	0,5587
Slope	1,05378	0,143968	7,31956	0,0002

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1,61199	1	1,61199	53,58	0,0002
Residual	0,210616	7	0,030088		
Total (Corr.)	1,82261	8			

Correlation Coefficient = 0,940448
 R-squared = 88,4442 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 86,7934 percent
 Standard Error of Est. = 0,173459
 Mean absolute error = 0,126866
 Durbin-Watson statistic = 2,52168 (P=0,7574)
 Lag 1 residual autocorrelation = -0,268237

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between LN(GN) and LN(C FOSIL). The equation of the fitted model is

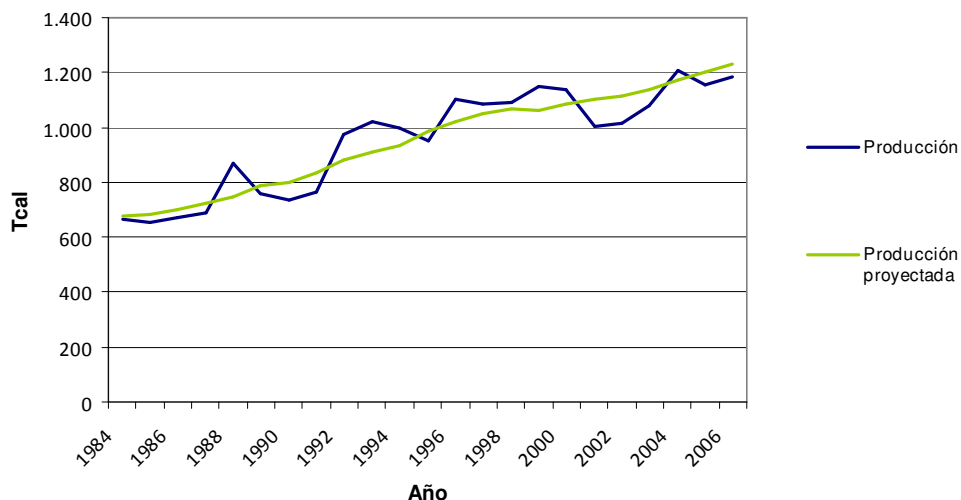
$$LN(GN) = -0,473509 + 1,05378 * LN(C FOSIL)$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0,05, there is a statistically significant relationship between LN(GN) and LN(C FOSIL) at the 95,0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 88,4442% of the variability in LN(GN). The correlation coefficient equals 0,940448, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0,173459. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

D.10. SECTOR SIDERURGIA

Producción: $\ln(\text{prod}) = 1,678818 + 0,494187 * \ln(\text{PIB})$



Dependent Variable: LN(PROD)

Method: Least Squares

Date: 04/04/13 Time: 17:59

Sample: 1984 2006

Included observations: 23

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.678818	0.417576	4.020390	0.0006
LN(PIB)	0.494187	0.039946	12.37153	0.0000
R-squared	0.879348	Mean dependent var		6.841318
Adjusted R-squared	0.873603	S.D. dependent var		0.208884
S.E. of regression	0.074263	Akaike info criterion		-2.279465
Sum squared resid	0.115815	Schwarz criterion		-2.180726
Ln likelihood	28.21384	Hannan-Quinn criter.		-2.254632
F-statistic	153.0548	Durbin-Watson stat		1.543182
Prob(F-statistic)	0.000000			

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.695754	Prob. F(8,13)	0.6904
Obs*R-squared	6.895322	Prob. Chi-Square(8)	0.5480

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Least Squares

Date: 04/04/13 Time: 17:59

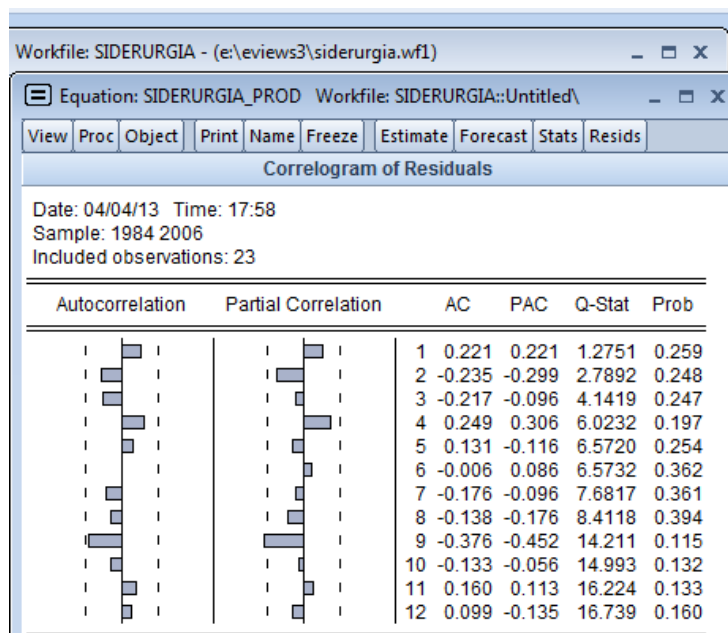
Sample: 1984 2006

Included observations: 23

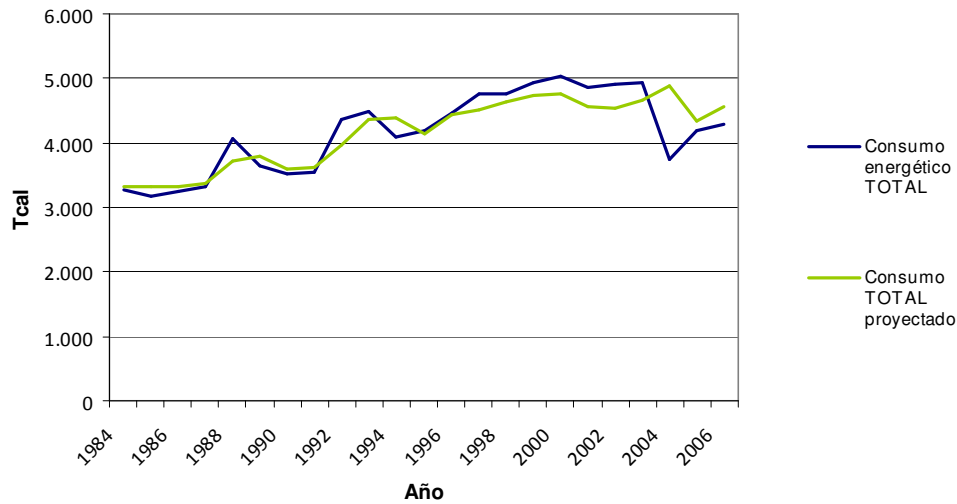
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.140864	0.548270	-0.256925	0.8013
LN(PIB)	0.013840	0.052919	0.261523	0.7978
RESID(-1)	0.332058	0.270753	1.226424	0.2418
RESID(-2)	-0.222289	0.290802	-0.764400	0.4583
RESID(-3)	-0.206990	0.296143	-0.698953	0.4969
RESID(-4)	0.427686	0.309318	1.382672	0.1901
RESID(-5)	-0.256170	0.328797	-0.779114	0.4499
RESID(-6)	0.043966	0.347363	0.126572	0.9012
RESID(-7)	-0.109985	0.334422	-0.328881	0.7475
RESID(-8)	-0.269325	0.331857	-0.811570	0.4316

R-squared	0.299797	Mean dependent var	-1.54E-15
Adjusted R-squared	-0.184960	S.D. dependent var	0.072556
S.E. of regression	0.078981	Akaike info criterion	-1.940197
Sum squared resid	0.081094	Schwarz criterion	-1.446504
Ln likelihood	32.31227	Hannan-Quinn criter.	-1.816035
F-statistic	0.618448	Durbin-Watson stat	2.262783
Prob(F-statistic)	0.762397		



Consumo total: $\ln(ct) = 2,623973 + 0,387087 \cdot \ln(\text{Prod}) + 0,367182 \cdot \ln(\text{CT ant})$



Dependent Variable: LN(CT)
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 18:18
 Sample (adjusted): 1985 2006
 Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.623973	0.952244	2.755568	0.0126
LN(PRO)	0.387087	0.139040	2.783999	0.0118
LN(CT(-1))	0.367182	0.177348	2.070401	0.0523
R-squared	0.734197	Mean dependent var		8.333799
Adjusted R-squared	0.706218	S.D. dependent var		0.148244
S.E. of regression	0.080351	Akaike info criterion		-2.078712
Sum squared resid	0.122668	Schwarz criterion		-1.929934
Ln likelihood	25.86584	Hannan-Quinn criter.		-2.043665
F-statistic	26.24073	Durbin-Watson stat		1.795594
Prob(F-statistic)	0.000003			

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

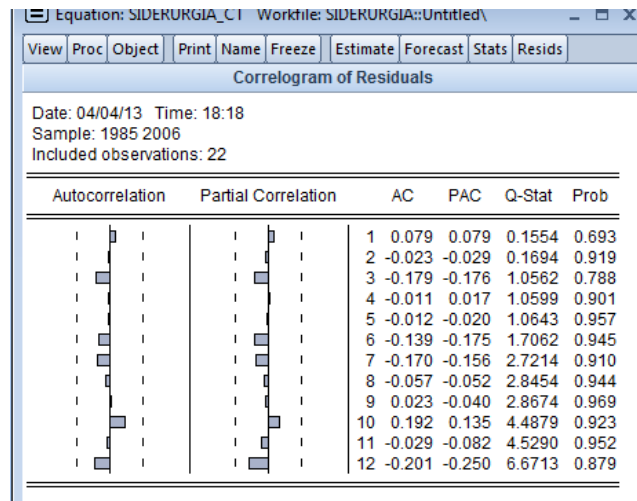
F-statistic	0.453146	Prob. F(4,15)	0.7687
Obs*R-squared	2.371846	Prob. Chi-Square(4)	0.6677

Test Equation:

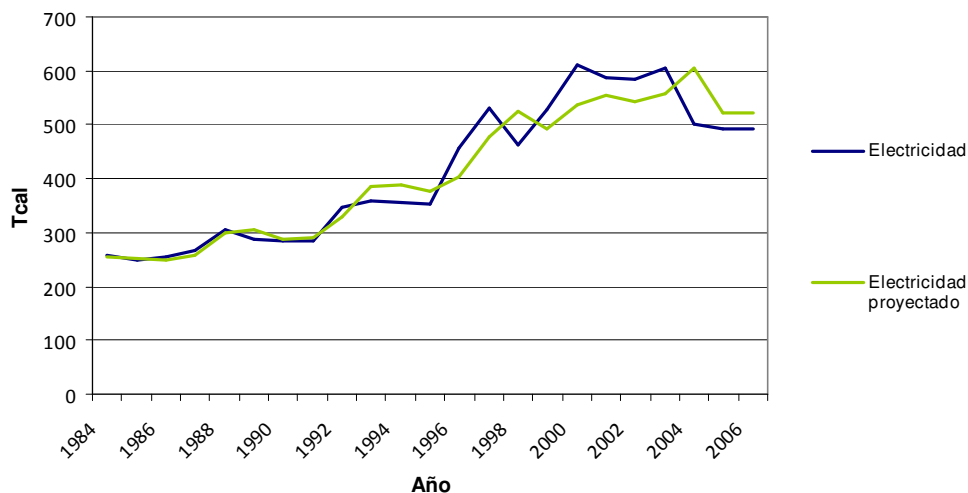
Dependent Variable: RESID
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 18:19
 Sample: 1985 2006
 Included observations: 22
 Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.875640	1.912075	-0.457953	0.6536
LN(PRO)	-0.051723	0.250411	-0.206554	0.8391
LN(CT(-1))	0.149231	0.398188	0.374774	0.7131
RESID(-1)	-0.172731	0.491703	-0.351291	0.7303
RESID(-2)	-0.110003	0.323898	-0.339622	0.7388
RESID(-3)	-0.666880	0.532523	-1.252304	0.2296
RESID(-4)	0.024910	0.519877	0.047914	0.9624

R-squared	0.107811	Mean dependent var	1.78E-15
Adjusted R-squared	-0.249064	S.D. dependent var	0.076429
S.E. of regression	0.085418	Akaike info criterion	-1.829154
Sum squared resid	0.109443	Schwarz criterion	-1.482004
Ln likelihood	27.12069	Hannan-Quinn criter.	-1.747375
F-statistic	0.302097	Durbin-Watson stat	2.001082
Prob(F-statistic)	0.926186		



Electricidad: $\ln(\text{Electricidad}) = -1,369337 + 0,497096 \cdot \ln(\text{Prod}) + 0,662875 \cdot \ln(\text{Elec ant})$



Dependent Variable: LN(ELEC)
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 18:21
 Sample (adjusted): 1985 2006
 Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.369337	0.738357	-1.854573	0.0792
LN(PRO)	0.497096	0.169058	2.940382	0.0084
LN(ELEC(-1))	0.662875	0.105087	6.307870	0.0000
R-squared	0.926965	Mean dependent var	5.990545	
Adjusted R-squared	0.919278	S.D. dependent var	0.311094	
S.E. of regression	0.088387	Akaike info criterion	-1.888055	
Sum squared resid	0.148434	Schwarz criterion	-1.739276	
Ln likelihood	23.76860	Hannan-Quinn criter.	-1.853007	
F-statistic	120.5753	Durbin-Watson stat	1.775636	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.347628	Prob. F(4,15)	0.8416
Obs*R-squared	1.866402	Prob. Chi-Square(4)	0.7603

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID
 Method: Least Squares

Date: 04/04/13 Time: 18:20

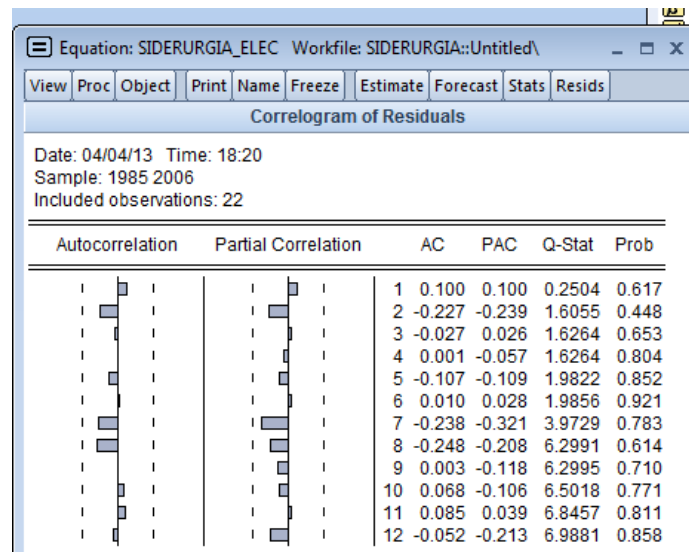
Sample: 1985 2006

Included observations: 22

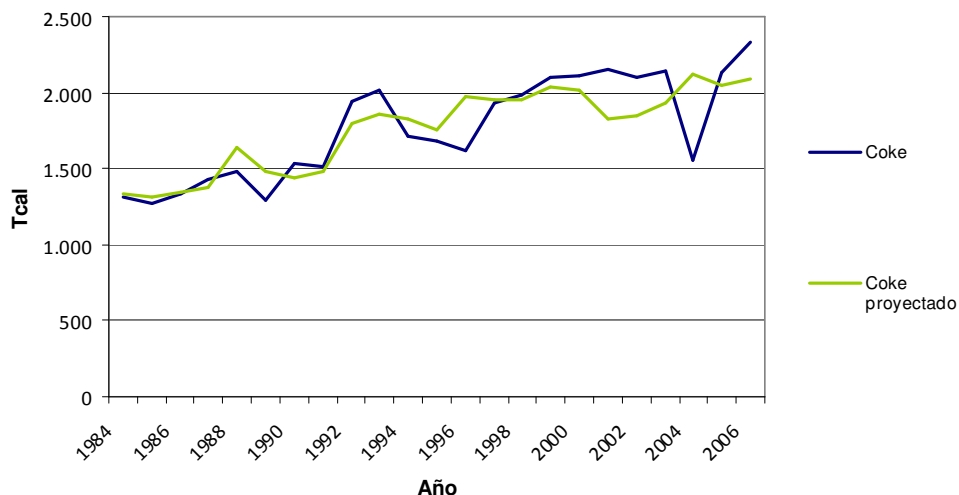
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.104883	0.833839	0.125783	0.9016
LN(PRO)	-0.066685	0.229433	-0.290653	0.7753
LN(ELEC(-1))	0.059705	0.167972	0.355448	0.7272
RESID(-1)	0.059735	0.346411	0.172440	0.8654
RESID(-2)	-0.346152	0.321581	-1.076406	0.2988
RESID(-3)	-0.023106	0.370345	-0.062391	0.9511
RESID(-4)	-0.162490	0.349281	-0.465214	0.6485

R-squared	0.084836	Mean dependent var	2.84E-16
Adjusted R-squared	-0.281229	S.D. dependent var	0.084073
S.E. of regression	0.095163	Akaike info criterion	-1.613071
Sum squared resid	0.135841	Schwarz criterion	-1.265921
Ln likelihood	24.74378	Hannan-Quinn criter.	-1.531293
F-statistic	0.231752	Durbin-Watson stat	2.002088
Prob(F-statistic)	0.959574		



Coke: $\ln(\text{coke}) = 2,151683 + 0,775958 * \ln(\text{Prod})$



Dependent Variable: LN(COKE)
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 18:24
 Sample: 1984 2006
 Included observations: 23

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.151683	0.779510	2.760304	0.0117
LN(PRO)	0.775958	0.113891	6.813179	0.0000

R-squared	0.688517	Mean dependent var	7.460255
Adjusted R-squared	0.673684	S.D. dependent var	0.195337
S.E. of regression	0.111585	Akaike info criterion	-1.465127
Sum squared resid	0.261473	Schwarz criterion	-1.366388
Ln likelihood	18.84896	Hannan-Quinn criter.	-1.440295
F-statistic	46.41940	Durbin-Watson stat	1.775650
Prob(F-statistic)	0.000001		

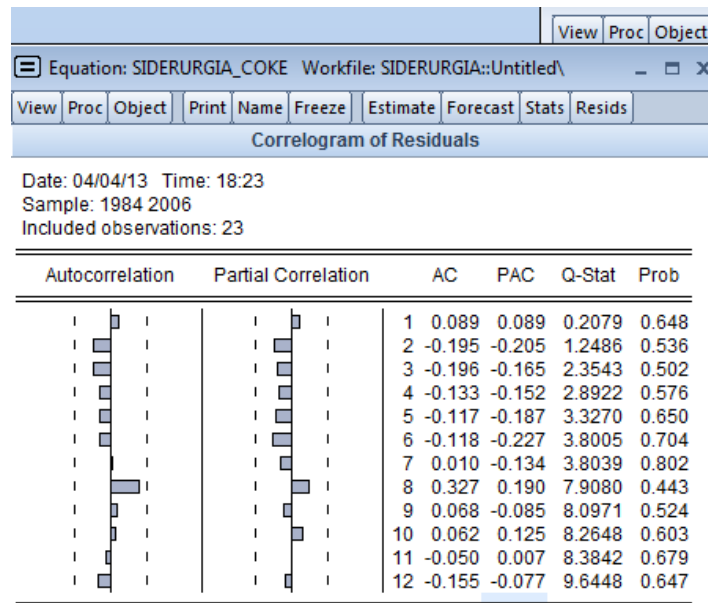
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.516601	Prob. F(2,19)	0.6047
Obs*R-squared	1.186214	Prob. Chi-Square(2)	0.5526

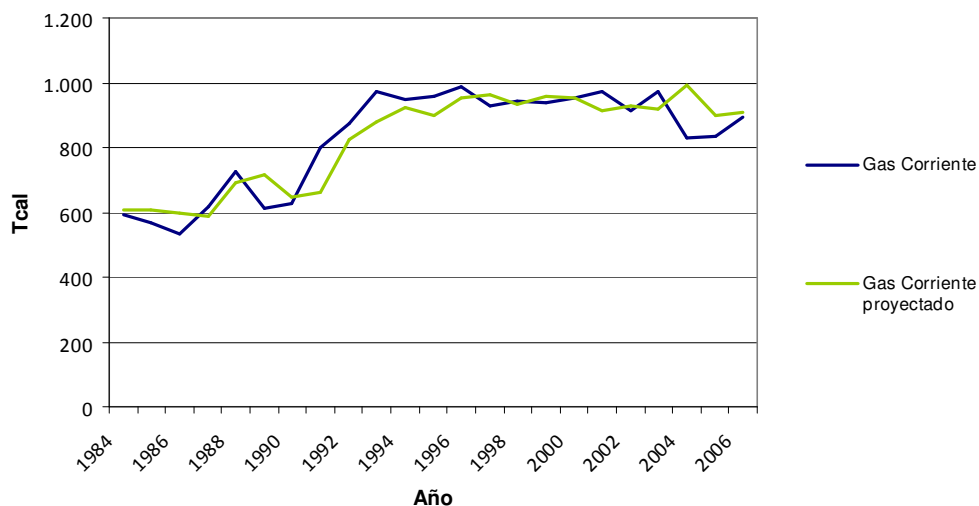
Test Equation:

Dependent Variable: RESID
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 18:24
 Sample: 1984 2006
 Included observations: 23
 Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.016121	0.802311	-0.020093	0.9842
LN(PRO)	0.002224	0.117197	0.018980	0.9851
RESID(-1)	0.108745	0.230244	0.472304	0.6421
RESID(-2)	-0.214792	0.230982	-0.929907	0.3641
R-squared	0.051575	Mean dependent var		-1.39E-15
Adjusted R-squared	-0.098177	S.D. dependent var		0.109019
S.E. of regression	0.114245	Akaike info criterion		-1.344166
Sum squared resid	0.247988	Schwarz criterion		-1.146689
Ln likelihood	19.45791	Hannan-Quinn criter.		-1.294501
F-statistic	0.344401	Durbin-Watson stat		2.068710
Prob(F-statistic)	0.793538			



Gas corriente: $\ln(\text{gas corriente}) = 0,602803 + 0,372293 \cdot \ln(\text{Prod}) + 0,531326 \cdot \ln(\text{Gas corriente ant})$



Dependent Variable: LN(GC)
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 18:28
 Sample (adjusted): 1985 2006
 Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.602803	0.674296	0.893973	0.3825
LN(PRO)	0.372293	0.209238	1.779283	0.0912
LN(GC(-1))	0.531326	0.197657	2.688113	0.0146

R-squared	0.818978	Mean dependent var	6.711858
Adjusted R-squared	0.799923	S.D. dependent var	0.200234
S.E. of regression	0.089564	Akaike info criterion	-1.861594
Sum squared resid	0.152414	Schwarz criterion	-1.712815
Ln likelihood	23.47753	Hannan-Quinn criter.	-1.826546
F-statistic	42.97991	Durbin-Watson stat	1.719398
Prob(F-statistic)	0.000000		

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.268169	Prob. F(4,15)	0.8939
Obs*R-squared	1.468259	Prob. Chi-Square(4)	0.8322

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID
 Method: Least Squares

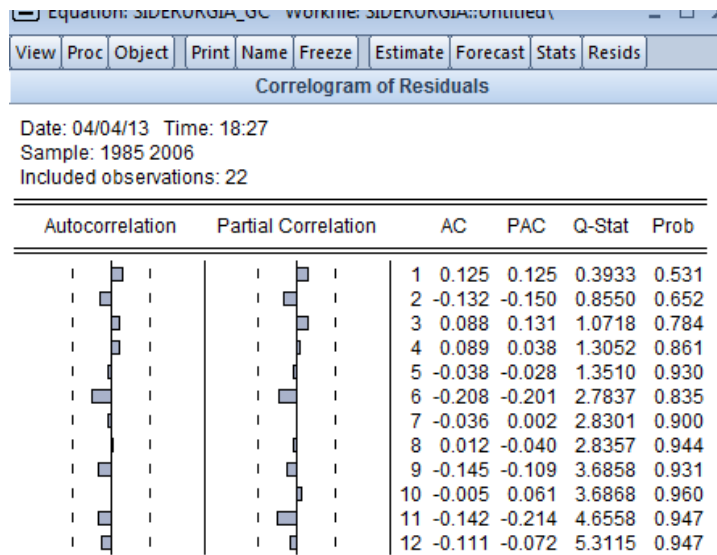
Date: 04/04/13 Time: 18:27

Sample: 1985 2006

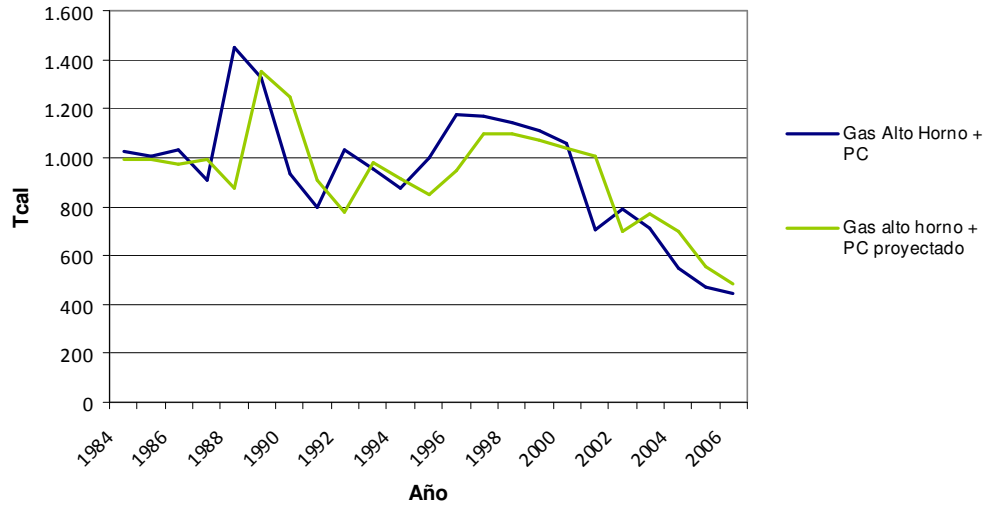
Included observations: 22

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.296033	0.902469	0.328026	0.7474
LN(PRO)	0.044926	0.303774	0.147894	0.8844
LN(GC(-1))	-0.090754	0.352896	-0.257169	0.8005
RESID(-1)	0.227861	0.335065	0.680050	0.5068
RESID(-2)	-0.084924	0.351314	-0.241732	0.8123
RESID(-3)	0.208768	0.342998	0.608655	0.5519
RESID(-4)	0.096077	0.321739	0.298619	0.7693
R-squared	0.066739	Mean dependent var		6.83E-16
Adjusted R-squared	-0.306565	S.D. dependent var		0.085193
S.E. of regression	0.097380	Akaike info criterion		-1.567028
Sum squared resid	0.142242	Schwarz criterion		-1.219878
Ln likelihood	24.23730	Hannan-Quinn criter.		-1.485250
F-statistic	0.178779	Durbin-Watson stat		1.944346
Prob(F-statistic)	0.978438			



Gas Alto Horno + $\ln(\text{Gas AH} + \text{PC}) = 0,923394 - 0,041875 \cdot \ln(\text{Prod}) +$
Petróleo combustible: $0,901397 \cdot \ln(\text{GAH PC ant})$



Dependent Variable: LN(GAHPC)
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 19:12
 Sample (adjusted): 1985 2006
 Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.923394	2.468403	0.374086	0.7125
LN(PRO)	-0.041875	0.242910	-0.172391	0.8650
LN(GAHPC(-1))	0.901397	0.181498	4.966417	0.0001
R-squared	0.621352	Mean dependent var	6.801729	
Adjusted R-squared	0.581494	S.D. dependent var	0.310024	
S.E. of regression	0.200561	Akaike info criterion	-0.249272	
Sum squared resid	0.764270	Schwarz criterion	-0.100493	
Ln likelihood	5.741991	Hannan-Quinn criter.	-0.214224	
F-statistic	15.58924	Durbin-Watson stat	2.004014	
Prob(F-statistic)	0.000098			

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

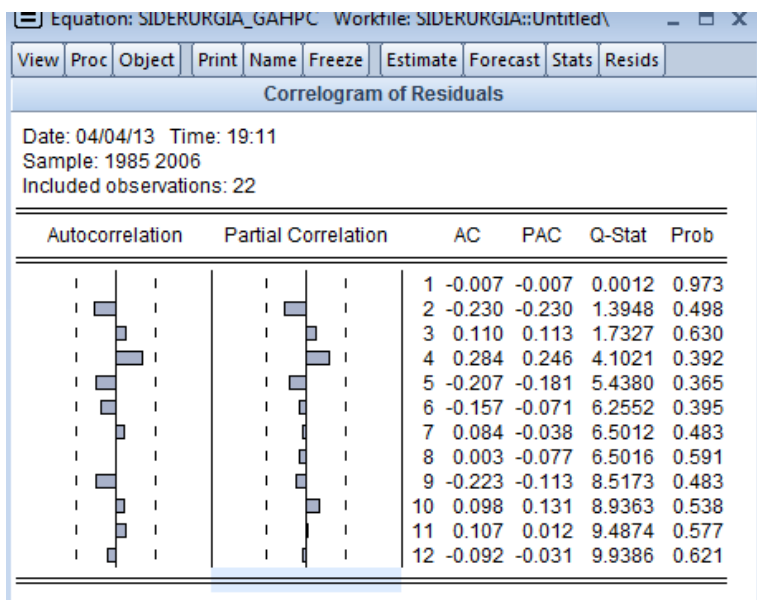
F-statistic	0.611210	Prob. F(4,15)	0.6610
Obs*R-squared	3.083232	Prob. Chi-Square(4)	0.5440

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID
 Method: Least Squares
 Date: 04/04/13 Time: 19:14
 Sample: 1985 2006

Included observations: 22

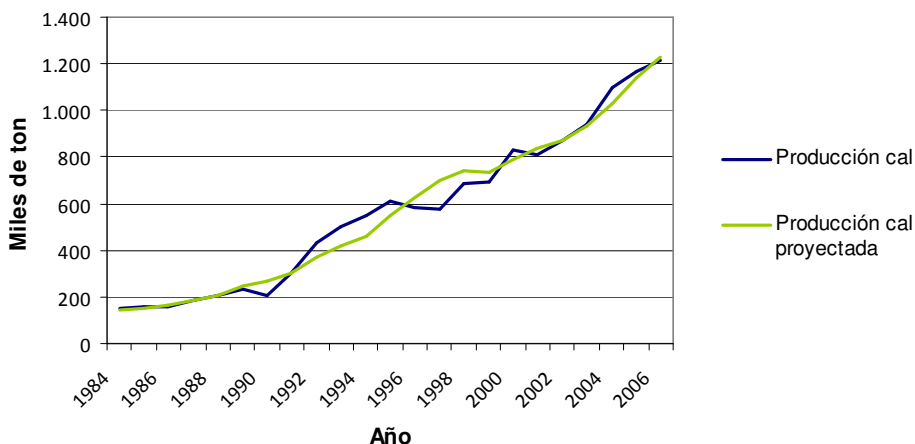
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.058714	5.567568	-0.190157	0.8517
LN(PRO)	0.016002	0.304099	0.052620	0.9587
LN(GAHPC(-1))	0.138056	0.593505	0.232612	0.8192
RESID(-1)	-0.145189	0.652182	-0.222621	0.8268
RESID(-2)	-0.257148	0.561310	-0.458121	0.6534
RESID(-3)	0.076311	0.415791	0.183532	0.8568
RESID(-4)	0.252139	0.372164	0.677495	0.5084
R-squared	0.140147	Mean dependent var		-5.24E-16
Adjusted R-squared	-0.203794	S.D. dependent var		0.190772
S.E. of regression	0.209310	Akaike info criterion		-0.036629
Sum squared resid	0.657160	Schwarz criterion		0.310521
Ln likelihood	7.402922	Hannan-Quinn criter.		0.045149
F-statistic	0.407473	Durbin-Watson stat		1.879954
Prob(F-statistic)	0.862694			



D.11. PRODUCCIÓN DE CAL

Producción de cal: $\ln(\text{Producción de cal}) = -12,2751 + 1,76263 \cdot \ln(\text{PIB})$



Variable dependiente: $\ln(\text{Producción de cal})$

Variable independiente: $\ln(\text{PIB})$

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-12,2751	0,577028	-21,2731	0,0000
Pendiente	1,76263	0,0551988	31,9324	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	10,7382	1	10,7382	1019,68	0,0000
Residuo	0,221151	21	0,010531		
Total (Corr.)	10,9594	22			

Coefficiente de Correlación = 0,989859

R-cuadrada = 97,9821 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 97,886 por ciento

Error estándar del est. = 0,102621

Error absoluto medio = 0,0718376

Estadístico Durbin-Watson = 0,963141 (P=0,0014)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,516818

El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre $\ln(\text{Producción de cal})$ y $\ln(\text{PIB})$. La ecuación del modelo ajustado es

$$\ln(\text{Producción de cal}) = -12,2751 + 1,76263 \cdot \ln(\text{PIB})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre $\ln(\text{Producción de cal})$ y $\ln(\text{PIB})$ con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 97,9821% de la variabilidad en $\ln(\text{Producción de cal})$. El coeficiente de correlación es igual a 0,989859, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0,102621. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

E. RESULTADOS PROYECCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE GEI POR USO ENERGÉTICO

E.1. COBRE

En la siguiente figura se presenta la proyección de consumo de cada energético para el sector, en el escenario medio.

Tabla 26: Proyección de consumo de cada energético hasta el año 2050

	Consumo energético (Tcal/año)							Electricidad
	Carbón	Gasolina	Diesel	Enap 6	Kerosene	Gas Licuado	Gas Natural	
2001	28	28	7.269	1.433	85	66	579	11.311
2002	28	28	7.200	1.419	85	66	573	11.904
2003	30	30	7.686	1.515	90	70	612	13.020
2004	31	31	7.794	1.536	92	71	621	13.962
2005	30	30	7.739	1.525	91	71	616	14.104
2006	32	32	8.089	1.595	95	74	644	14.298
2007	35	35	9.017	1.778	106	82	718	15.979
2008	37	37	9.463	1.865	111	86	754	17.091
2009	38	38	9.699	1.912	114	89	772	17.778
2010	39	39	9.930	1.958	117	91	791	18.760
2011	41	41	10.446	2.059	123	95	832	20.120
2012	44	44	11.145	2.197	131	102	888	21.830
2013	43	43	10.905	2.150	128	100	868	21.436
2014	44	44	11.142	2.196	131	102	887	22.366
2015	45	45	11.514	2.270	135	105	917	23.734
2016	48	48	12.251	2.415	144	112	976	26.289
2017	47	47	12.019	2.369	141	110	957	25.889
2018	48	48	12.334	2.431	145	113	982	27.232
2019	50	50	12.662	2.496	149	116	1.008	28.671
2020	51	51	13.002	2.563	153	119	1.035	30.206
2021	51	51	13.135	2.589	154	120	1.046	31.046
2022	52	52	13.274	2.617	156	121	1.057	31.919
2023	53	53	13.410	2.644	158	123	1.068	32.791
2024	53	53	13.558	2.673	159	124	1.080	33.714
2025	54	54	13.715	2.704	161	125	1.092	34.683
2026	54	54	13.889	2.738	163	127	1.106	35.729
2027	55	55	14.075	2.775	165	129	1.121	36.836
2028	56	56	14.268	2.813	168	130	1.136	37.981
2029	57	57	14.467	2.852	170	132	1.152	39.165
2030	57	57	14.675	2.893	172	134	1.169	40.394
2031	60	60	15.198	2.996	179	139	1.210	43.128
2032	60	60	15.283	3.013	180	140	1.217	43.699
2033	60	60	15.375	3.031	181	141	1.224	44.305
2034	61	61	15.471	3.050	182	141	1.232	44.926
2035	61	61	15.574	3.070	183	142	1.240	45.584
2036	61	61	15.682	3.091	184	143	1.249	46.266
2037	62	62	15.798	3.114	186	144	1.258	46.981

2038	62	62	15.912	3.137	187	145	1.267	47.691
2039	63	63	16.028	3.160	188	146	1.276	48.409
2040	63	63	16.141	3.182	190	148	1.285	49.112
2041	63	63	16.130	3.180	190	147	1.285	49.199
2042	64	64	16.304	3.214	192	149	1.298	50.196
2043	65	65	16.484	3.250	194	151	1.313	51.229
2044	65	65	16.671	3.286	196	152	1.328	52.290
2045	66	66	16.859	3.323	198	154	1.343	53.357
2046	67	67	17.050	3.361	200	156	1.358	54.436
2047	68	68	17.239	3.398	203	158	1.373	55.509
2048	68	68	17.436	3.437	205	159	1.388	56.615
2049	69	69	17.635	3.476	207	161	1.404	57.736
2050	70	70	17.835	3.516	210	163	1.420	58.857

Fuente:

■	Datos históricos (COCHILCO)
■	Proyección (Elaboración propia)

A continuación se presenta el consumo energético y las emisiones de GEI proyectadas hasta el año 2050, considerando tres escenarios de comportamiento del consumo energético del sector.

Tabla 27: Proyección de consumo energético y emisiones de GEI en base a 3 escenarios de crecimiento

	Consumo energético (Tcal/año)			Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e/año)		
	Esc. Medio	Esc. Menor	Esc. Mayor	Esc. Medio	Esc. Menor	Esc. Mayor
2001	20.801	20.801	20.801	2,90	2,90	2,90
2002	21.304	21.304	21.304	2,88	2,88	2,88
2003	23.055	23.055	23.055	3,07	3,07	3,07
2004	24.137	24.137	24.137	3,11	3,11	3,11
2005	24.206	24.206	24.206	3,09	3,09	3,09
2006	24.858	24.858	24.858	3,23	3,23	3,23
2007	27.751	27.570	27.928	3,60	3,57	3,63
2008	29.445	29.063	29.820	3,78	3,72	3,84
2009	30.440	29.854	31.019	3,87	3,79	3,97
2010	31.724	30.903	32.544	3,97	3,85	4,10
2011	33.757	32.688	34.833	4,17	4,03	4,35
2012	36.380	35.020	37.760	4,45	4,27	4,67
2013	35.673	34.156	37.224	4,50	4,30	4,70
2014	36.911	35.124	38.752	4,55	4,32	4,80
2015	38.765	36.646	40.962	4,60	4,34	4,93
2016	42.282	39.670	45.005	4,89	4,59	5,29
2017	41.579	38.799	44.496	4,90	4,59	5,33
2018	43.334	40.163	46.682	4,93	4,59	5,40
2019	45.201	41.604	49.020	5,06	4,67	5,59
2020	47.180	43.120	51.515	5,19	4,77	5,78
2021	48.194	43.760	53.703	5,25	4,79	5,88
2022	49.247	44.422	56.017	5,30	4,82	5,99
2023	50.298	45.071	58.411	5,36	4,84	6,09
2024	51.413	45.764	60.971	5,41	4,87	6,20
2025	52.589	46.496	63.699	5,48	4,90	6,32
2026	53.860	47.297	66.650	5,55	4,93	6,44
2027	55.210	48.149	69.812	5,62	4,97	6,57
2028	56.607	49.026	73.153	5,70	5,01	6,71
2029	58.051	49.927	76.679	5,78	5,05	6,85
2030	59.552	50.862	78.994	5,86	5,09	7,00
2031	62.968	53.651	78.003	6,07	5,27	7,26
2032	63.650	54.202	78.555	6,10	5,30	7,31
2033	64.376	54.789	79.158	6,14	5,33	7,35
2034	65.123	55.393	79.778	6,18	5,37	7,40
2035	65.916	56.034	80.448	6,22	5,40	7,45
2036	66.739	56.701	81.148	6,26	5,44	7,51
2037	67.605	57.403	81.892	6,31	5,48	7,57
2038	68.464	58.099	82.618	6,35	5,52	7,63
2039	69.333	58.804	83.348	6,40	5,56	7,69
2040	70.184	59.493	84.046	6,45	5,60	7,74
2041	70.257	59.545	84.849	6,44	5,59	7,74

2042	71.481	60.540	85.402	6.51	5.65	7.83
2043	72.749	61.572	85.981	6.58	5.71	7.92
2044	74.054	62.633	86.576	6.66	5.78	8.01
2045	75.366	63.701	87.151	6.73	5.84	8.11
2046	76.694	64.781	87.716	6.81	5.91	8.20
2047	78.014	65.855	88.244	6.88	5.97	8.30
2048	79.377	66.964	88.794	6.96	6.04	8.40
2049	80.758	68.088	89.335	7.04	6.11	8.50
2050	82.140	69.206	89.851	7.12	6.17	8.60

Fuente:

■	Datos históricos (COCHILCO)
■	Proyección (Elaboración propia)

Considerando que la proyección de consumo energético del sector cobre, se obtuvo a partir de la proyección de coeficientes unitarios y proyección de producción, en las siguientes figuras se presentan ambas proyecciones.

Tabla 28: Proyección de producción de concentrados, ánodos y blíster, cátodos ER, cátodos Sx Ew y total

	Producción (Miles de toneladas métricas finas, MTMF)				
	Concentrados	Ánodos y blíster	Cátodo ER	Cátodo Sx Ew	TOTAL
2007	1.971	290	1.491	1.950	5.702
2008	2.020	352	1.520	2.047	5.939
2009	1.924	428	1.521	2.117	5.990
2010	2.233	385	1.554	2.047	6.219
2011	2.374	498	1.541	2.104	6.517
2012	2.458	638	1.609	2.164	6.869
2013	2.114	638	1.609	2.150	6.511
2014	2.259	638	1.609	2.136	6.642
2015	2.537	638	1.609	2.122	6.906
2016	3.181	638	1.609	2.108	7.537
2017	2.825	638	1.609	2.095	7.167
2018	3.023	638	1.609	2.081	7.351
2019	3.226	638	1.609	2.068	7.540
2020	3.432	638	1.609	2.054	7.733
2021	3.422	638	1.609	2.041	7.710
2022	3.411	638	1.609	2.028	7.686
2023	3.391	638	1.609	2.014	7.652
2024	3.374	638	1.609	2.001	7.622
2025	3.360	638	1.609	1.988	7.595
2026	3.353	638	1.609	1.975	7.575
2027	3.350	638	1.609	1.963	7.559
2028	3.345	638	1.609	1.950	7.541
2029	3.337	638	1.609	1.937	7.521
2030	3.328	638	1.609	1.925	7.499
2031	3.872	638	1.609	1.912	8.031
2032	3.994	638	1.609	1.900	8.141
2033	4.123	638	1.609	1.887	8.258
2034	4.255	638	1.609	1.875	8.377
2035	4.394	638	1.609	1.863	8.504
2036	4.538	638	1.609	1.851	8.636
2037	4.688	638	1.609	1.839	8.774
2038	4.837	638	1.609	1.827	8.911
2039	4.987	638	1.609	1.815	9.049
2040	5.135	638	1.609	1.803	9.185
2041	5.162	638	1.609	1.792	9.201
2042	5.367	638	1.609	1.780	9.394
2043	5.578	638	1.609	1.768	9.594
2044	5.795	638	1.609	1.757	9.799
2045	6.014	638	1.609	1.745	10.006
2046	6.234	638	1.609	1.734	10.215
2047	6.453	638	1.609	1.723	10.423
2048	6.679	638	1.609	1.712	10.637

2049	6.907	638	1.609	1.701	10.854
2050	7.135	638	1.609	1.690	11.072

Fuente: Proyección (Elaboración propia)

Tabla 29: Proyección de coeficientes unitario de combustible, bajo el escenario medio de crecimiento

	Combustible (MJ/TMF)							
	Mina rajo	Mina subterránea	Mina	Concentradora	Fundición	Refinería	LX / SX EW	Servicios
2001	4.308	947	3.808	200	6.064	1.284	2.279	358
2002	4.595	1.070	4.077	189	5.275	1.378	2.329	377
2003	4.446	1.129	3.964	203	5.088	1.402	2.621	511
2004	4.442	1.001	3.933	176	4.700	1.475	2.669	319
2005	4.196	1.333	3.800	216	4.965	1.752	2.906	278
2006	4.465	1.564	4.085	185	4.828	1.604	2.894	280
2007	4.501	1.733	4.109	185	4.649	1.697	3.062	266
2008	4.537	1.920	4.134	184	4.477	1.795	3.239	253
2009	4.573	2.127	4.159	184	4.312	1.899	3.427	240
2010	4.610	2.357	4.184	183	4.152	2.009	3.626	228
2011	4.646	2.612	4.209	183	4.152	2.009	3.836	217
2012	4.684	2.894	4.234	182	4.152	2.009	4.059	206
2013	4.721	3.206	4.259	182	4.152	2.009	4.294	196
2014	4.759	3.552	4.285	181	4.152	2.009	4.543	186
2015	4.797	3.936	4.311	180	4.152	2.009	4.807	176
2016	4.835	4.361	4.336	180	4.152	2.009	5.085	168
2017	4.874	4.832	4.362	179	4.152	2.009	5.380	159
2018	4.913	5.354	4.389	179	4.152	2.009	5.692	151
2019	4.952	5.932	4.415	178	4.152	2.009	6.023	144
2020	4.992	6.573	4.441	178	4.152	2.009	6.372	137
2021	5.032	7.283	4.468	177	4.152	2.009	6.741	130
2022	5.072	8.069	4.495	177	4.152	2.009	7.132	123
2023	5.113	8.941	4.522	176	4.152	2.009	7.546	117
2024	5.154	9.907	4.549	176	4.152	2.009	7.984	111
2025	5.195	10.977	4.576	175	4.152	2.009	8.447	106
2026	5.236	12.162	4.604	175	4.152	2.009	8.937	100
2027	5.278	13.475	4.631	174	4.152	2.009	9.455	95
2028	5.321	14.931	4.659	174	4.152	2.009	10.004	91
2029	5.363	16.543	4.687	173	4.152	2.009	10.584	86
2030	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2031	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2032	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2033	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2034	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2035	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2036	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2037	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2038	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2039	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82

2040	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2041	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2042	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2043	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2044	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2045	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2046	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2047	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2048	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2049	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82
2050	5.406	18.330	4.715	173	4.152	2.009	11.198	82

Fuente:

Datos históricos (COCHILCO)
Proyección (Elaboración propia)

Tabla 30: Proyección de coeficientes unitario de electricidad, bajo el escenario medio de crecimiento

	Electricidad (MJ/TMF)							
	Mina rajo	Mina subt.	Mina	Concentradora	Fundición	Refinería	LX / SX EW	Servicios
2001	445	1.248	570	6.112	3.494	1.245	9.543	525
2002	486	1.337	618	6.882	3.694	1.243	9.974	556
2003	544	1.395	674	7.135	3.792	1.238	10.222	500
2004	586	1.258	689	6.943	3.836	1.277	10.429	516
2005	640	1.559	770	7.241	3.772	1.270	10.082	576
2006	614	1.694	759	7.425	3.779	1.233	10.129	503
2007	663	1.798	809	7.684	3.832	1.235	10.240	501
2008	717	1.910	862	7.953	3.885	1.236	10.353	500
2009	774	2.028	919	8.232	3.940	1.237	10.467	499
2010	836	2.154	979	8.520	3.995	1.238	10.582	498
2011	903	2.288	1.044	8.818	3.995	1.238	10.698	497
2012	975	2.430	1.113	9.127	3.995	1.238	10.816	497
2013	1.053	2.580	1.186	9.446	3.995	1.238	10.935	496
2014	1.137	2.740	1.265	9.777	3.995	1.238	11.055	495
2015	1.228	2.910	1.348	10.119	3.995	1.238	11.177	494
2016	1.326	3.091	1.437	10.473	3.995	1.238	11.300	493
2017	1.432	3.282	1.532	10.840	3.995	1.238	11.424	492
2018	1.547	3.486	1.633	11.219	3.995	1.238	11.550	491
2019	1.671	3.702	1.741	11.612	3.995	1.238	11.677	490
2020	1.804	3.931	1.856	12.018	3.995	1.238	11.805	489
2021	1.949	4.175	1.978	12.439	3.995	1.238	11.935	488
2022	2.105	4.434	2.109	12.874	3.995	1.238	12.066	487
2023	2.273	4.709	2.248	13.325	3.995	1.238	12.199	486
2024	2.455	5.001	2.397	13.791	3.995	1.238	12.333	485
2025	2.651	5.311	2.555	14.274	3.995	1.238	12.469	484
2026	2.863	5.640	2.723	14.773	3.995	1.238	12.606	483
2027	3.092	5.990	2.903	15.290	3.995	1.238	12.745	482
2028	3.340	6.361	3.095	15.826	3.995	1.238	12.885	481
2029	3.607	6.755	3.299	16.380	3.995	1.238	13.027	480

2030	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2031	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2032	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2033	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2034	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2035	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2036	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2037	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2038	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2039	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2040	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2041	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2042	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2043	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2044	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2045	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2046	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2047	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2048	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2049	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479
2050	3.895	7.174	3.517	16.953	3.995	1.238	13.170	479

Fuente:

	Datos históricos (COCHILCO)
	Proyección (Elaboración propia)

Tabla 31: Variación de coeficientes unitarios

	Combustible			Electricidad		
	Menor Años 2001-2006	Medio Años 2001-2006	Mayor Años 2001-2006	Menor Años 2001-2006	Medio Años 2001-2006	Mayor Años 2001-2006
Mina rajo	0,7%	0,8%	0,8%	6,8%	8,0%	8,8%
Mina subterránea	7,6%	10,8%	13,0%	4,3%	6,2%	7,1%
Mina	0,0%	0,6%	1,5%	6,0%	6,6%	7,2%
Concentradora	-1,5%	-0,3%	0,8%	2,5%	3,5%	4,3%
Fundición	-4,3%	-3,7%	-3,3%	1,3%	1,4%	1,6%
Refinería	4,9%	5,8%	6,6%	-0,2%	0,1%	0,5%
LX / SX EW	5,0%	5,8%	6,5%	0,9%	1,1%	1,2%
Servicios	-9,1%	-5,0%	-1,8%	-0,8%	-0,2%	0,3%

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes tablas se presenta la proyección del PIB mundial, la proyección del PIB países BRICs - G6 y la proyección de tasa de crecimiento del PIB para países BRICs - G6.

Tabla 32: Proyección PIB Mundial

Año	PIB Mundial (Constant 2000 BUS\$)
2007	39.474
2008	40.524
2009	41.607
2010	42.712
2011	43.849
2012	45.004
2013	46.195
2014	47.403
2015	48.627
2016	49.907
2017	51.192
2018	52.508
2019	53.859
2020	55.237
2021	56.677
2022	58.149
2023	59.586
2024	61.088
2025	62.645
2026	64.307
2027	66.046
2028	67.813
2029	69.603
2030	71.430
2031	73.326
2032	75.329
2033	77.438
2034	79.620
2035	81.914
2036	84.302
2037	86.802
2038	89.345
2039	91.957
2040	94.592
2041	97.339
2042	100.096
2043	102.962
2044	105.923
2045	108.934
2046	112.008
2047	115.108
2048	118.320
2049	121.602
2050	124.927

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Proyección PIB BRICs – G6

Año	PIB BRICs – G6 (Constant 2000 BUS\$)
2007	27.702
2008	28.394
2009	29.107
2010	29.833
2011	30.578
2012	31.335
2013	32.114
2014	32.902
2015	33.701
2016	34.534
2017	35.369
2018	36.223
2019	37.099
2020	37.990
2021	38.921
2022	39.870
2023	40.796
2024	41.761
2025	42.761
2026	43.827
2027	44.940
2028	46.069
2029	47.211
2030	48.375
2031	49.581
2032	50.853
2033	52.191
2034	53.571
2035	55.021
2036	56.527
2037	58.102
2038	59.701
2039	61.340
2040	62.991
2041	64.709
2042	66.430
2043	68.216
2044	70.059
2045	71.929
2046	73.836
2047	75.755
2048	77.741
2049	79.766
2050	81.815

Fuente: Elaboración propia en base a “Projected Real GDP Growth - Dreaming With BRICs: The Path to 2050 -2003 The Goldman Sachs Group, Inc.”

Tabla 34: Proyección tasas de crecimiento PIB para países BRICs – G6

Projected Real GDP Growth										
%	BRICs				G6					
	Brazil	China	India	Russia	France	Germany	Italy	Japan	Uk	US
2000	4,2	8,0	5,4	10,0	4,2	2,9	3,3	2,8	3,1	3,8
2001	1,5	7,3	4,2	5,0	2,1	0,6	1,7	0,4	2,1	0,3
2002	1,5	8,2	4,7	4,3	1,2	0,2	0,4	0,1	1,9	2,4
2003	1,1	8,1	5,6	6,1	0,5	0,0	0,6	2,7	1,8	2,7
2004	3,5	8,4	5,9	4,4	2,9	1,9	2,4	1,7	2,9	3,5
2005	4,2	7,9	6,2	5,8	2,3	2,3	2,0	1,4	2,4	3,1
2006	4,1	7,6	6,2	5,3	2,1	2,4	1,7	1,6	2,4	2,9
2007	4,1	7,3	6,1	4,8	1,8	2,1	1,6	0,8	2,0	2,6
2008	4,1	7,1	6,1	4,5	1,6	1,9	1,5	0,4	2,0	2,5
2009	4,2	6,9	6,1	4,3	1,6	1,7	1,5	0,4	2,2	2,5
2010	4,2	6,6	6,1	4,1	1,6	1,5	1,6	0,6	2,2	2,4
2011	4,1	6,4	6,0	4,0	1,7	1,6	1,6	0,8	2,2	2,3
2012	4,1	6,0	6,0	3,8	1,7	1,6	1,6	1,0	2,2	2,2
2013	4,0	5,8	5,9	3,7	1,7	1,6	1,6	1,1	2,2	2,2
2014	4,0	5,5	5,9	3,6	1,8	1,5	1,6	1,3	2,1	2,1
2015	3,9	5,2	5,8	3,5	1,8	1,4	1,6	1,3	2,1	2,1
2016	3,9	5,1	5,8	3,4	1,8	1,3	1,5	1,4	2,0	2,2
2017	3,8	4,9	5,7	3,4	1,8	1,2	1,5	1,5	1,9	2,1
2018	3,8	4,8	5,7	3,3	1,8	1,2	1,5	1,5	1,8	2,1
2019	3,7	5,1	5,6	3,3	1,8	1,0	1,4	1,4	1,7	2,1
2020	3,7	5,0	5,5	3,3	1,7	0,9	1,3	1,4	1,7	2,1
2021	3,7	5,2	5,6	3,3	1,7	0,8	1,2	1,5	1,6	2,1
2022	3,7	4,9	5,7	3,3	1,7	0,7	1,0	1,4	1,5	2,2
2023	3,7	4,1	5,7	3,4	1,7	0,6	0,9	1,3	1,4	2,2
2024	3,8	4,2	5,8	3,5	1,6	0,5	0,7	1,2	1,4	2,3
2025	3,8	4,2	5,8	3,6	1,6	0,5	0,6	1,0	1,4	2,4
2026	3,8	4,1	5,9	3,6	1,6	0,6	0,6	1,3	1,4	2,5
2027	3,8	4,3	5,9	3,6	1,6	0,6	0,6	1,0	1,5	2,6
2028	3,8	4,1	6,0	3,6	1,6	0,7	0,6	0,8	1,5	2,6
2029	3,8	3,8	6,0	3,5	1,6	0,8	0,5	0,7	1,6	2,6
2030	3,9	3,9	6,1	3,4	1,5	0,9	0,5	0,6	1,6	2,5
2031	3,9	3,8	6,1	3,3	1,5	1,1	0,5	0,4	1,6	2,6
2032	3,9	3,9	6,1	3,1	1,4	1,3	0,4	0,3	1,8	2,7
2033	3,9	3,8	6,2	3,0	1,5	1,6	0,4	0,2	1,9	2,8
2034	3,9	3,8	6,2	2,9	1,6	1,7	0,4	0,1	1,9	2,8
2035	3,9	3,9	6,2	2,8	1,7	1,7	0,5	0,2	2,0	2,8
2036	3,9	3,9	6,1	2,7	1,8	1,7	0,6	0,3	2,0	2,8

2037	3,8	3,9	6,1	2,6	1,8	1,7	0,8	0,5	2,1	2,8
2038	3,8	3,9	6,0	2,5	1,8	1,6	0,9	0,5	2,1	2,7
2039	3,7	3,8	5,9	2,5	1,8	1,6	1,0	0,6	1,9	2,7
2040	3,6	3,7	5,8	2,4	1,7	1,5	1,2	0,7	1,8	2,6
2041	3,6	3,8	5,8	2,3	1,6	1,4	1,3	0,8	1,8	2,6
2042	3,5	3,4	5,7	2,2	1,6	1,4	1,3	0,8	1,8	2,6
2043	3,5	3,5	5,6	2,1	1,7	1,4	1,4	0,8	1,8	2,6
2044	3,6	3,5	5,5	2,0	1,7	1,5	1,4	0,8	1,8	2,6
2045	3,5	3,3	5,4	2,0	1,7	1,4	1,5	0,9	1,7	2,6
2046	3,4	3,1	5,4	1,9	1,7	1,4	1,5	1,0	1,7	2,6
2047	3,4	2,8	5,3	1,8	1,7	1,3	1,5	1,1	1,6	2,6
2048	3,3	2,9	5,2	1,9	1,7	1,2	1,5	1,2	1,6	2,6
2049	3,3	2,8	5,1	2,0	1,7	1,2	1,5	1,2	1,6	2,6
2050	3,4	2,7	5,1	2,1	1,7	1,2	1,5	1,3	1,5	2,5

Fuente: Projected Real GDP Growth - Dreaming With BRICs: The Path to 2050 -2003 The Goldman Sachs Group, Inc.

Tabla 35: Proyección de participación de producción de cobre nacional en la producción mundial

Año	Participación 1 (utilizada para la proyección oficial)	Participación 2 (utilizada para la sensibilización)
2006	35,2%	35,2%
2007	35,0%	35,0%
2008	35,0%	35,0%
2009	35,0%	35,0%
2010	35,0%	35,0%
2011	35,0%	35,0%
2012	35,0%	35,0%
2013	35,0%	35,0%
2014	35,0%	35,0%
2015	35,0%	35,0%
2016	35,0%	35,0%
2017	35,0%	35,0%
2018	35,0%	35,0%
2019	35,0%	35,0%
2020	35,0%	35,0%
2021	34,5%	34,3%
2022	34,0%	33,6%
2023	33,5%	32,9%
2024	33,0%	32,3%
2025	32,6%	31,6%
2026	32,1%	31,0%
2027	31,6%	30,4%
2028	31,2%	29,8%
2029	30,7%	29,2%
2030	30,3%	28,6%
2031	29,8%	27,8%
2032	29,6%	27,6%

2033	29,4%	27,4%
2034	29,2%	27,2%
2035	29,0%	27,0%
2036	28,8%	26,8%
2037	28,6%	26,6%
2038	28,4%	26,4%
2039	28,2%	26,3%
2040	28,1%	26,1%
2041	27,9%	25,8%
2042	27,8%	25,6%
2043	27,7%	25,4%
2044	27,6%	25,2%
2045	27,5%	25,0%
2046	27,4%	24,8%
2047	27,3%	24,6%
2048	27,2%	24,4%
2049	27,1%	24,3%
2050	27,0%	24,1%

Fuente: Elaboración propia en base a datos históricos de producción de cobre nacional e internacional de COCHILCO.

E.2. AZÚCAR

A continuación se presenta la proyección de consumo de cada energético para el sector, bajo el escenario de referencia del PIB.

Tabla 36: Proyección de consumo de cada energético hasta el año 2050

	Consumo energético (Tcal/año)			
	Carbón	Electricidad	Coke	Petróleo Combustible
1984	884	54	54	0
1985	755	56	47	0
1986	1.035	73	62	0
1987	1.039	71	63	0
1988	953	69	61	0
1989	1.136	70	67	0
1990	802	61	57	0
1991	757	61	50	12
1992	1.059	79	73	23
1993	953	77	65	21
1994	960	78	62	39
1995	992	93	71	92
1996	1.088	86	61	121
1997	959	86	54	124
1998	1.136	99	62	104
1999	1.066	80	66	172
2000	1.036	66	43	110
2001	1.038	77	51	15
2002	1.074	78	52	82
2003	663	60	35	92
2004	823	82	35	111
2005	879	88	38	99
2006	750	80	40	96
2007	910	75	52	55
2008	943	75	54	58
2009	951	75	55	58
2010	954	76	55	59
2011	955	76	55	59
2012	956	76	55	59
2013	958	76	55	59
2014	959	76	55	59
2015	960	76	55	59
2016	961	76	55	59
2017	962	76	55	59
2018	963	76	55	59
2019	964	76	55	59

2020	965	77	55	59
2021	966	77	56	60
2022	967	77	56	60
2023	968	77	56	60
2024	969	77	56	60
2025	970	77	56	60
2026	971	77	56	60
2027	972	77	56	60
2028	973	77	56	60
2029	973	77	56	60
2030	974	77	56	60
2031	975	77	56	60
2032	976	77	56	60
2033	977	77	56	61
2034	978	77	56	61
2035	979	78	56	61
2036	980	78	56	61
2037	981	78	56	61
2038	982	78	57	61
2039	983	78	57	61
2040	984	78	57	61
2041	985	78	57	61
2042	986	78	57	61
2043	987	78	57	61
2044	988	78	57	61
2045	989	78	57	61
2046	990	78	57	62
2047	991	78	57	62
2048	992	78	57	62
2049	993	78	57	62
2050	994	79	57	62

Fuente:

	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
	Proyección (Elaboración propia)

En la siguiente tabla se presenta el consumo energético y las emisiones de GEI proyectadas hasta el año 2050, en base a los 5 escenarios de crecimiento del PIB.

Tabla 37: Proyección de consumo energético y emisiones de GEI en base a 5 escenarios de crecimiento

	Consumo energético (Tcal/año)					Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e/año)				
	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia
1984	992	992	992	992	992	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
1985	858	858	858	858	858	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
1986	1.226	1.226	1.226	1.226	1.226	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
1987	1.254	1.254	1.254	1.254	1.254	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
1988	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
1989	1.357	1.357	1.357	1.357	1.357	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
1990	1.023	1.023	1.023	1.023	1.023	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
1991	994	994	994	994	994	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
1992	1.422	1.422	1.422	1.422	1.422	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
1993	1.192	1.192	1.192	1.192	1.192	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
1994	1.183	1.183	1.183	1.183	1.183	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
1995	1.271	1.271	1.271	1.271	1.271	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
1996	1.356	1.356	1.356	1.356	1.356	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
1997	1.223	1.223	1.223	1.223	1.223	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
1998	1.401	1.401	1.401	1.401	1.401	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
1999	1.384	1.384	1.384	1.384	1.384	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
2000	1.255	1.255	1.255	1.255	1.255	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
2001	1.181	1.181	1.181	1.181	1.181	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
2002	1.286	1.286	1.286	1.286	1.286	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
2003	857	857	857	857	857	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
2004	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
2005	1.106	1.106	1.106	1.106	1.106	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
2006	968	968	968	968	968	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
2007	1.093	1.093	1.093	1.093	1.093	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
2008	1.130	1.130	1.130	1.130	1.130	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
2009	1.141	1.141	1.141	1.141	1.139	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
2010	1.144	1.144	1.145	1.145	1.143	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
2011	1.146	1.146	1.147	1.148	1.145	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
2012	1.147	1.148	1.149	1.150	1.146	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
2013	1.147	1.149	1.150	1.151	1.148	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
2014	1.148	1.150	1.152	1.153	1.149	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
2015	1.149	1.151	1.153	1.155	1.150	0,40	0,40	0,40	0,41	0,40
2016	1.150	1.152	1.154	1.157	1.152	0,40	0,40	0,41	0,41	0,40
2017	1.151	1.153	1.156	1.158	1.153	0,40	0,40	0,41	0,41	0,40
2018	1.152	1.155	1.157	1.160	1.154	0,40	0,41	0,41	0,41	0,41
2019	1.153	1.156	1.159	1.162	1.155	0,40	0,41	0,41	0,41	0,41
2020	1.154	1.157	1.160	1.164	1.156	0,40	0,41	0,41	0,41	0,41
2021	1.154	1.158	1.162	1.165	1.158	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
2022	1.155	1.159	1.163	1.167	1.159	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
2023	1.156	1.160	1.165	1.169	1.160	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
2024	1.157	1.162	1.166	1.170	1.161	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
2025	1.158	1.163	1.167	1.172	1.162	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
2026	1.159	1.164	1.169	1.174	1.163	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41

2027	1.160	1.165	1.170	1.176	1.165	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
2028	1.161	1.166	1.172	1.177	1.166	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
2029	1.161	1.167	1.173	1.179	1.167	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
2030	1.162	1.169	1.175	1.181	1.168	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
2031	1.163	1.170	1.176	1.183	1.169	0,41	0,41	0,41	0,42	0,41
2032	1.164	1.171	1.178	1.184	1.170	0,41	0,41	0,41	0,42	0,41
2033	1.165	1.172	1.179	1.185	1.172	0,41	0,41	0,41	0,42	0,41
2034	1.166	1.173	1.181	1.185	1.173	0,41	0,41	0,41	0,42	0,41
2035	1.167	1.174	1.182	1.186	1.174	0,41	0,41	0,41	0,42	0,41
2036	1.168	1.176	1.184	1.187	1.175	0,41	0,41	0,42	0,42	0,41
2037	1.169	1.177	1.185	1.187	1.176	0,41	0,41	0,42	0,42	0,41
2038	1.169	1.178	1.187	1.188	1.177	0,41	0,41	0,42	0,42	0,41
2039	1.170	1.179	1.188	1.189	1.179	0,41	0,41	0,42	0,42	0,41
2040	1.171	1.180	1.190	1.189	1.180	0,41	0,41	0,42	0,42	0,41
2041	1.172	1.182	1.190	1.190	1.181	0,41	0,41	0,42	0,42	0,41
2042	1.173	1.183	1.191	1.191	1.182	0,41	0,42	0,42	0,42	0,41
2043	1.174	1.184	1.192	1.191	1.183	0,41	0,42	0,42	0,42	0,42
2044	1.175	1.185	1.192	1.192	1.185	0,41	0,42	0,42	0,42	0,42
2045	1.176	1.186	1.193	1.192	1.186	0,41	0,42	0,42	0,42	0,42
2046	1.177	1.188	1.194	1.193	1.187	0,41	0,42	0,42	0,42	0,42
2047	1.177	1.189	1.194	1.194	1.188	0,41	0,42	0,42	0,42	0,42
2048	1.178	1.190	1.195	1.194	1.189	0,41	0,42	0,42	0,42	0,42
2049	1.179	1.191	1.195	1.195	1.191	0,41	0,42	0,42	0,42	0,42
2050	1.180	1.192	1.196	1.195	1.192	0,41	0,42	0,42	0,42	0,42

Fuente:

	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
	Proyección (Elaboración propia)

E.3. CEMENTO

A continuación se presenta la proyección de consumo de cada energético para el sector, bajo el escenario de referencia del PIB y la proyección de producción proyectada para el sector.

Tabla 38: Proyección de consumo de cada energético hasta el año 2050

	Producción (Miles de toneladas)	Consumo energético (Tcal/año)					
		Petróleo combustible	Coke	Carbón	Electricidad	Diesel	Gas Natural
1984	1.400	15	0	795	154	25	0
1985	1.425	14	0	771	157	24	0
1986	1.437	10	0	857	161	30	0
1987	1.618	12	0	929	177	27	0
1988	1.883	16	0	1.176	209	31	0
1989	2.007	23	0	1.264	220	32	0
1990	2.069	38	0	1.361	234	33	0
1991	2.235	40	0	1.240	252	28	0
1992	2.659	28	0	1.731	292	47	0
1993	3.022	33	117	1.560	324	61	0
1994	2.995	32	648	1.189	341	56	0
1995	3.275	48	1.043	1.247	354	27	0
1996	3.634	154	642	1.310	374	44	0
1997	3.735	99	437	1.618	407	49	0
1998	3.848	128	375	1.188	402	100	0
1999	3.036	258	89	1.486	345	99	0
2000	3.377	232	14	1.668	343	116	8
2001	3.513	72	47	1.442	364	125	373
2002	3.462	35	24	1.289	397	87	355
2003	3.622	22	283	1.618	439	40	510
2004	3.798	234	315	1.722	414	55	395
2005	3.999	243	422	1.393	423	69	293
2006	4.112	304	241	1.656	510	58	126
2007	4.637	278	266	1.696	513	72	82
2008	4.790	275	274	1.728	528	80	53
2009	4.717	269	270	1.729	524	85	35
2010	4.936	280	282	1.756	543	89	23
2011	5.156	302	295	1.792	566	93	15
2012	5.386	332	307	1.830	591	97	10
2013	5.626	368	321	1.870	617	102	6
2014	5.877	411	335	1.911	644	107	4
2015	6.139	460	349	1.953	672	112	3
2016	6.358	510	362	1.991	697	117	2
2017	6.585	563	374	2.027	722	121	1
2018	6.820	620	387	2.063	747	126	1

2019	7.064	682	401	2.099	774	131	0
2020	7.316	749	415	2.137	801	136	0
2021	7.577	823	429	2.174	829	141	0
2022	7.847	903	444	2.213	859	146	0
2023	8.127	992	460	2.252	889	151	0
2024	8.418	1.089	476	2.292	920	157	0
2025	8.718	1.195	492	2.333	953	163	0
2026	9.029	1.312	509	2.374	987	169	0
2027	9.352	1.440	527	2.416	1.022	175	0
2028	9.685	1.581	546	2.459	1.058	182	0
2029	10.031	1.735	565	2.502	1.095	189	0
2030	10.389	1.905	584	2.546	1.134	196	0
2031	10.760	1.905	605	2.591	1.174	203	0
2032	11.144	1.905	626	2.637	1.215	211	0
2033	11.542	1.905	648	2.684	1.258	219	0
2034	11.954	1.905	670	2.732	1.303	227	0
2035	12.381	1.905	694	2.780	1.349	235	0
2036	12.823	1.905	718	2.829	1.396	244	0
2037	13.280	1.905	743	2.879	1.446	253	0
2038	13.755	1.905	769	2.930	1.497	263	0
2039	14.246	1.905	795	2.982	1.549	273	0
2040	14.754	1.905	823	3.035	1.604	283	0
2041	15.281	1.905	852	3.088	1.661	293	0
2042	15.826	1.905	882	3.143	1.720	304	0
2043	16.391	1.905	912	3.199	1.780	316	0
2044	16.976	1.905	944	3.255	1.843	328	0
2045	17.582	1.905	977	3.313	1.908	340	0
2046	18.210	1.905	1.011	3.372	1.976	353	0
2047	18.860	1.905	1.046	3.431	2.046	366	0
2048	19.533	1.905	1.083	3.492	2.118	379	0
2049	20.230	1.905	1.121	3.554	2.193	394	0
2050	20.953	1.905	1.160	3.617	2.270	408	0

Fuente:

■	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
■	Proyección (Elaboración propia)

En la siguiente tabla se presenta el consumo energético y las emisiones de GEI proyectadas hasta el año 2050, en base a los 5 escenarios de crecimiento del PIB.

Tabla 39: Proyección de consumo energético y emisiones de GEI en base a 5 escenarios de crecimiento

	Consumo energético (Tcal/año)					Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e/año)				
	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia
1984	989	989	989	989	989	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
1985	966	966	966	966	966	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
1986	1.058	1.058	1.058	1.058	1.058	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
1987	1.145	1.145	1.145	1.145	1.145	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
1988	1.432	1.432	1.432	1.432	1.432	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
1989	1.539	1.539	1.539	1.539	1.539	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
1990	1.666	1.666	1.666	1.666	1.666	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
1991	1.560	1.560	1.560	1.560	1.560	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
1992	2.098	2.098	2.098	2.098	2.098	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
1993	2.095	2.095	2.095	2.095	2.095	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
1994	2.266	2.266	2.266	2.266	2.266	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
1995	2.719	2.719	2.719	2.719	2.719	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
1996	2.524	2.524	2.524	2.524	2.524	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
1997	2.610	2.610	2.610	2.610	2.610	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
1998	2.193	2.193	2.193	2.193	2.193	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
1999	2.277	2.277	2.277	2.277	2.277	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
2000	2.381	2.381	2.381	2.381	2.381	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
2001	2.423	2.423	2.423	2.423	2.423	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
2002	2.187	2.187	2.187	2.187	2.187	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
2003	2.912	2.912	2.912	2.912	2.912	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
2004	3.188	3.188	3.188	3.188	3.188	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
2005	2.846	2.846	2.846	2.846	2.846	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
2006	2.897	2.897	2.897	2.897	2.897	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
2007	2.916	2.916	2.916	2.916	2.906	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
2008	2.974	2.974	2.974	2.974	2.938	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87
2009	3.025	3.040	3.055	3.070	2.911	0,90	0,91	0,91	0,92	0,87
2010	3.081	3.117	3.152	3.188	2.973	0,92	0,93	0,94	0,95	0,89
2011	3.144	3.203	3.263	3.324	3.062	0,94	0,96	0,97	0,99	0,92
2012	3.212	3.298	3.386	3.476	3.167	0,96	0,98	1,01	1,03	0,95
2013	3.285	3.400	3.519	3.643	3.284	0,98	1,01	1,05	1,08	0,98
2014	3.362	3.509	3.663	3.826	3.411	1,00	1,04	1,09	1,13	1,02
2015	3.443	3.624	3.818	4.026	3.549	1,03	1,08	1,13	1,18	1,05
2016	3.527	3.747	3.985	4.243	3.677	1,05	1,11	1,17	1,24	1,09
2017	3.616	3.877	4.164	4.481	3.808	1,07	1,15	1,22	1,31	1,13
2018	3.708	4.015	4.356	4.740	3.944	1,10	1,18	1,28	1,38	1,16
2019	3.805	4.160	4.563	5.023	4.087	1,13	1,22	1,33	1,46	1,20
2020	3.905	4.314	4.786	5.334	4.237	1,15	1,26	1,39	1,54	1,24
2021	4.010	4.477	5.026	5.676	4.396	1,18	1,31	1,46	1,64	1,29
2022	4.119	4.651	5.286	6.052	4.565	1,21	1,36	1,53	1,74	1,33
2023	4.233	4.835	5.567	6.467	4.744	1,24	1,41	1,61	1,85	1,38
2024	4.352	5.030	5.871	6.927	4.934	1,28	1,46	1,69	1,98	1,43
2025	4.477	5.238	6.202	7.437	5.136	1,31	1,52	1,78	2,12	1,49
2026	4.607	5.460	6.561	8.003	5.351	1,35	1,58	1,88	2,28	1,55

2027	4.743	5.697	6.953	8.634	5.580	1,38	1,64	1,99	2,45	1,61
2028	4.885	5.949	7.379	9.339	5.824	1,42	1,71	2,11	2,65	1,68
2029	5.035	6.219	7.846	10.126	6.086	1,46	1,79	2,23	2,87	1,75
2030	5.191	6.507	8.356	11.008	6.365	1,51	1,87	2,38	3,11	1,83
2031	5.265	6.622	8.522	11.239	6.478	1,52	1,89	2,42	3,17	1,85
2032	5.341	6.739	8.693	11.364	6.594	1,54	1,92	2,46	3,20	1,88
2033	5.418	6.860	8.871	11.470	6.713	1,56	1,95	2,50	3,22	1,91
2034	5.497	6.985	9.056	11.571	6.836	1,58	1,98	2,54	3,25	1,94
2035	5.577	7.113	9.247	11.672	6.962	1,60	2,01	2,59	3,27	1,97
2036	5.659	7.244	9.444	11.769	7.092	1,62	2,05	2,64	3,29	2,00
2037	5.743	7.380	9.650	11.867	7.225	1,64	2,08	2,68	3,32	2,04
2038	5.829	7.519	9.862	11.966	7.363	1,66	2,11	2,73	3,34	2,07
2039	5.917	7.662	10.083	12.066	7.504	1,69	2,15	2,79	3,36	2,10
2040	6.006	7.810	10.311	12.168	7.650	1,71	2,18	2,84	3,39	2,14
2041	6.097	7.962	10.439	12.268	7.799	1,73	2,22	2,87	3,41	2,17
2042	6.191	8.118	10.549	12.368	7.953	1,75	2,25	2,89	3,43	2,21
2043	6.286	8.279	10.655	12.469	8.112	1,78	2,29	2,92	3,46	2,25
2044	6.383	8.444	10.760	12.572	8.275	1,80	2,33	2,94	3,48	2,29
2045	6.483	8.614	10.867	12.676	8.443	1,82	2,37	2,97	3,50	2,33
2046	6.584	8.790	10.972	12.779	8.616	1,85	2,41	2,99	3,53	2,37
2047	6.688	8.970	11.077	12.883	8.794	1,87	2,45	3,02	3,55	2,41
2048	6.794	9.156	11.185	12.989	8.977	1,90	2,50	3,04	3,57	2,45
2049	6.902	9.347	11.293	13.096	9.166	1,92	2,54	3,06	3,60	2,49
2050	7.013	9.544	11.404	13.204	9.360	1,95	2,59	3,09	3,62	2,54

Fuente:

	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
	Proyección (Elaboración propia)

E.4. HIERRO

A continuación se presenta la proyección de consumo de cada energético para el sector, bajo el escenario de referencia del PIB.

Tabla 40: Proyección de consumo de cada energético hasta el año 2050

	Consumo energético (Tcal/año)		
	Petróleo combustible + Diesel	Carbón	Electricidad
1984	149	501	210
1985	135	473	216
1986	127	453	199
1987	124	472	206
1988	154	506	244
1989	234	396	231
1990	204	444	250
1991	247	478	267
1992	221	517	252
1993	199	431	234
1994	280	401	236
1995	251	511	265
1996	323	568	283
1997	355	540	272
1998	317	603	265
1999	227	523	278
2000	326	577	303
2001	277	556	305
2002	238	488	291
2003	202	598	320
2004	71	600	312
2005	89	595	310
2006	85	577	344
2007	109	569	301
2008	133	572	304
2009	153	571	303
2010	172	576	306
2011	188	581	310
2012	203	586	313
2013	216	592	317
2014	227	597	321
2015	237	602	324
2016	246	607	327
2017	255	611	330
2018	262	615	333

2019	269	620	336
2020	276	624	339
2021	282	629	343
2022	288	633	346
2023	294	638	349
2024	300	643	352
2025	306	647	355
2026	312	652	359
2027	318	657	362
2028	324	661	365
2029	330	666	369
2030	336	671	372
2031	342	676	375
2032	348	681	379
2033	355	685	382
2034	361	690	386
2035	368	695	390
2036	374	700	393
2037	381	705	397
2038	388	711	400
2039	395	716	404
2040	402	721	408
2041	410	726	412
2042	417	731	415
2043	425	737	419
2044	432	742	423
2045	440	747	427
2046	448	753	431
2047	456	758	435
2048	464	764	439
2049	473	769	443
2050	481	775	447

Fuente:

■	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
■	Proyección (Elaboración propia)

En la siguiente tabla se presenta el consumo energético y las emisiones de GEI proyectadas hasta el año 2050, en base a los 5 escenarios de crecimiento del PIB.

Tabla 41: Proyección de consumo energético y emisiones de GEI en base a 5 escenarios de crecimiento

	Consumo energético (Tcal)					Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e)				
	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia
1984	860	860	860	860	860	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
1985	824	824	824	824	824	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
1986	779	779	779	779	779	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
1987	802	802	802	802	802	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
1988	904	904	904	904	904	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
1989	861	861	861	861	861	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
1990	898	898	898	898	898	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
1991	992	992	992	992	992	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
1992	990	990	990	990	990	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
1993	864	864	864	864	864	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
1994	917	917	917	917	917	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
1995	1.027	1.027	1.027	1.027	1.027	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
1996	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
1997	1.167	1.167	1.167	1.167	1.167	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
1998	1.185	1.185	1.185	1.185	1.185	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
1999	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
2000	1.206	1.206	1.206	1.206	1.206	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
2001	1.138	1.138	1.138	1.138	1.138	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
2002	1.017	1.017	1.017	1.017	1.017	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
2003	1.120	1.120	1.120	1.120	1.120	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
2004	997	997	997	997	997	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
2005	994	994	994	994	994	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
2006	1.006	1.006	1.006	1.006	1.006	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
2007	980	980	980	980	979	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
2008	1.013	1.013	1.013	1.013	1.009	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
2009	1.040	1.042	1.044	1.046	1.027	0,26	0,26	0,27	0,27	0,26
2010	1.065	1.069	1.073	1.077	1.054	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
2011	1.087	1.093	1.099	1.106	1.079	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
2012	1.106	1.115	1.124	1.133	1.102	0,28	0,28	0,29	0,29	0,28
2013	1.124	1.135	1.147	1.158	1.124	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29
2014	1.140	1.154	1.168	1.182	1.144	0,29	0,30	0,30	0,30	0,29
2015	1.154	1.171	1.188	1.206	1.164	0,30	0,30	0,30	0,31	0,30
2016	1.167	1.187	1.208	1.228	1.180	0,30	0,30	0,31	0,31	0,30
2017	1.179	1.203	1.226	1.250	1.196	0,30	0,31	0,31	0,32	0,31
2018	1.191	1.217	1.244	1.272	1.211	0,31	0,31	0,32	0,33	0,31
2019	1.202	1.232	1.262	1.293	1.225	0,31	0,32	0,32	0,33	0,31
2020	1.213	1.246	1.280	1.314	1.239	0,31	0,32	0,33	0,34	0,32
2021	1.223	1.260	1.297	1.336	1.253	0,31	0,32	0,33	0,34	0,32
2022	1.234	1.274	1.315	1.357	1.267	0,32	0,33	0,34	0,35	0,32
2023	1.244	1.288	1.333	1.379	1.281	0,32	0,33	0,34	0,35	0,33
2024	1.254	1.301	1.350	1.401	1.295	0,32	0,33	0,35	0,36	0,33
2025	1.264	1.315	1.368	1.423	1.309	0,32	0,34	0,35	0,36	0,34

2026	1.274	1.329	1.386	1.445	1.322	0,33	0,34	0,35	0,37	0,34
2027	1.284	1.343	1.404	1.468	1.336	0,33	0,34	0,36	0,38	0,34
2028	1.294	1.357	1.423	1.491	1.350	0,33	0,35	0,36	0,38	0,35
2029	1.304	1.371	1.441	1.515	1.364	0,33	0,35	0,37	0,39	0,35
2030	1.315	1.386	1.460	1.539	1.379	0,34	0,35	0,37	0,39	0,35
2031	1.325	1.400	1.480	1.563	1.393	0,34	0,36	0,38	0,40	0,36
2032	1.335	1.415	1.499	1.578	1.408	0,34	0,36	0,38	0,40	0,36
2033	1.346	1.430	1.519	1.592	1.423	0,34	0,37	0,39	0,41	0,36
2034	1.356	1.445	1.539	1.605	1.437	0,35	0,37	0,39	0,41	0,37
2035	1.367	1.460	1.559	1.617	1.453	0,35	0,37	0,40	0,41	0,37
2036	1.378	1.475	1.580	1.629	1.468	0,35	0,38	0,40	0,42	0,38
2037	1.388	1.491	1.601	1.640	1.483	0,36	0,38	0,41	0,42	0,38
2038	1.399	1.507	1.622	1.651	1.499	0,36	0,39	0,41	0,42	0,38
2039	1.410	1.523	1.644	1.661	1.515	0,36	0,39	0,42	0,43	0,39
2040	1.422	1.539	1.666	1.672	1.531	0,36	0,39	0,43	0,43	0,39
2041	1.433	1.555	1.680	1.682	1.547	0,37	0,40	0,43	0,43	0,40
2042	1.444	1.572	1.693	1.692	1.564	0,37	0,40	0,43	0,43	0,40
2043	1.456	1.588	1.705	1.702	1.580	0,37	0,41	0,44	0,44	0,40
2044	1.467	1.605	1.716	1.712	1.597	0,38	0,41	0,44	0,44	0,41
2045	1.479	1.622	1.728	1.722	1.614	0,38	0,41	0,44	0,44	0,41
2046	1.490	1.640	1.739	1.732	1.631	0,38	0,42	0,44	0,44	0,42
2047	1.502	1.657	1.749	1.742	1.649	0,38	0,42	0,45	0,45	0,42
2048	1.514	1.675	1.759	1.751	1.667	0,39	0,43	0,45	0,45	0,43
2049	1.526	1.693	1.770	1.761	1.685	0,39	0,43	0,45	0,45	0,43
2050	1.539	1.712	1.780	1.771	1.703	0,39	0,44	0,46	0,45	0,44

Fuente:

	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
	Proyección (Elaboración propia)

E.5. INDUSTRIAS VARIAS

A continuación se presenta la proyección de consumo de cada energético para el sector, bajo el escenario de referencia del PIB.

Tabla 42: Proyección de consumo de cada energético hasta el año 2050

	Consumo energético (Tcal/año)						
	Electricidad	Diesel	Leña	Gas Natural	Gas Licuado	Carbón	Petróleo combustible
1984	1.646	2.037	1.223	60	244	1	2.092
1985	1.788	1.689	1.091	60	294	1.536	1.992
1986	1.921	2.350	1.147	66	345	1.261	1.962
1987	2.051	2.587	1.203	81	347	1.186	1.737
1988	2.123	2.817	1.262	81	411	1.388	1.854
1989	2.491	3.599	1.331	80	480	1.722	1.828
1990	2.301	2.889	1.398	27	501	1.226	1.432
1991	2.634	3.289	1.464	46	513	1.192	1.655
1992	3.078	3.646	2.092	59	604	1.293	2.441
1993	3.371	4.309	2.189	46	875	1.087	3.591
1994	3.634	4.281	2.327	93	757	701	3.561
1995	4.419	5.415	2.582	87	980	743	4.609
1996	4.632	6.451	2.825	102	1.026	1.095	3.631
1997	4.781	5.615	3.246	2.895	1.429	6.029	3.869
1998	4.578	4.095	3.260	2.449	2.398	2.852	2.940
1999	5.420	3.552	3.365	2.718	1.846	2.560	2.312
2000	6.038	2.812	3.378	6.388	1.545	1.493	1.678
2001	6.253	4.710	3.445	5.902	1.125	3.647	1.669
2002	6.138	3.548	3.818	5.598	1.435	2.142	870
2003	6.669	5.251	3.919	5.220	1.311	1.536	2.266
2004	7.055	5.746	3.840	5.694	1.367	1.667	801
2005	6.918	4.647	3.846	4.468	1.560	1.389	1.320
2006	7.562	7.029	3.779	3.956	1.686	865	1.704
2007	8.025	5.935	4.397	3.085	1.930	1.819	5.184
2008	8.444	6.101	4.799	2.407	2.122	1.858	6.245
2009	8.510	6.022	4.907	1.877	2.199	1.866	6.592
2010	8.864	6.258	5.139	1.464	2.323	1.889	7.554
2011	9.343	6.494	5.425	1.142	2.475	1.917	8.437
2012	9.896	6.738	5.746	891	2.648	1.947	9.280
2013	10.502	6.992	6.094	695	2.840	1.979	10.103
2014	11.153	7.256	6.467	542	3.048	2.011	10.920
2015	11.848	7.529	6.863	423	3.274	2.044	11.740
2016	12.500	7.756	7.234	330	3.493	2.073	12.427
2017	13.150	7.991	7.603	257	3.714	2.101	13.120
2018	13.818	8.232	7.983	201	3.942	2.129	13.826

2019	14.513	8.480	8.377	156	4.180	2.157	14.549
2020	15.241	8.736	8.790	122	4.432	2.186	15.293
2021	16.004	9.000	9.222	95	4.697	2.214	16.063
2022	16.805	9.272	9.676	74	4.977	2.243	16.860
2023	17.645	9.551	10.151	58	5.274	2.273	17.689
2024	18.527	9.840	10.650	45	5.588	2.303	18.551
2025	19.454	10.137	11.173	35	5.921	2.333	19.449
2026	20.427	10.443	11.722	27	6.274	2.364	20.385
2027	21.448	10.758	12.298	21	6.648	2.395	21.361
2028	22.521	11.083	12.902	17	7.044	2.426	22.380
2029	23.647	11.417	13.536	13	7.464	2.458	23.445
2030	24.829	11.762	14.201	10	7.909	2.490	24.556
2031	25.823	12.232	14.769	8	8.225	2.590	25.541
2032	26.855	12.721	15.360	6	8.554	2.693	26.565
2033	27.930	13.230	15.974	5	8.896	2.801	27.629
2034	29.047	13.760	16.613	4	9.252	2.913	28.735
2035	30.209	14.310	17.278	3	9.622	3.030	29.885
2036	31.417	14.882	17.969	2	10.007	3.151	31.082
2037	32.674	15.478	18.688	2	10.407	3.277	32.326
2038	33.981	16.097	19.435	1	10.824	3.408	33.619
2039	35.340	16.741	20.213	1	11.257	3.544	34.964
2040	36.753	17.410	21.021	1	11.707	3.686	36.363
2041	38.224	18.107	21.862	1	12.175	3.834	37.818
2042	39.753	18.831	22.736	1	12.662	3.987	39.331
2043	41.343	19.584	23.646	0	13.169	4.146	40.904
2044	42.996	20.368	24.592	0	13.695	4.312	42.540
2045	44.716	21.182	25.575	0	14.243	4.485	44.242
2046	46.505	22.030	26.598	0	14.813	4.664	46.012
2047	48.365	22.911	27.662	0	15.405	4.851	47.852
2048	50.300	23.827	28.769	0	16.022	5.045	49.766
2049	52.312	24.780	29.919	0	16.663	5.247	51.757
2050	54.404	25.771	31.116	0	17.329	5.457	53.827

Fuente:

■	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
■	Proyección (Elaboración propia)

En la siguiente tabla se presenta el consumo energético y las emisiones de GEI proyectadas hasta el año 2050, en base a los 5 escenarios de crecimiento del PIB.

Tabla 43: Proyección de consumo energético y emisiones de GEI en base a 5 escenarios de crecimiento

	Consumo energético (Tcal/año)					Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e/año)				
	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia
1984	7.566	7.566	7.566	7.566	7.566	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38
1985	8.681	8.681	8.681	8.681	8.681	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83
1986	9.374	9.374	9.374	9.374	9.374	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
1987	9.576	9.576	9.576	9.576	9.576	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
1988	10.390	10.390	10.390	10.390	10.390	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17
1989	12.176	12.176	12.176	12.176	12.176	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59
1990	10.224	10.224	10.224	10.224	10.224	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01
1991	11.292	11.292	11.292	11.292	11.292	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
1992	13.783	13.783	13.783	13.783	13.783	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62
1993	16.156	16.156	16.156	16.156	16.156	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18
1994	15.993	15.993	15.993	15.993	15.993	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98
1995	19.737	19.737	19.737	19.737	19.737	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77
1996	21.492	21.492	21.492	21.492	21.492	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18
1997	29.723	29.723	29.723	29.723	29.723	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60
1998	24.590	24.590	24.590	24.590	24.590	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89
1999	23.563	23.563	23.563	23.563	23.563	4,34	4,34	4,34	4,34	4,34
2000	24.178	24.178	24.178	24.178	24.178	3,87	3,87	3,87	3,87	3,87
2001	27.431	27.431	27.431	27.431	27.431	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99
2002	24.304	24.304	24.304	24.304	24.304	3,88	3,88	3,88	3,88	3,88
2003	26.627	26.627	26.627	26.627	26.627	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39
2004	26.333	26.333	26.333	26.333	26.333	4,16	4,16	4,16	4,16	4,16
2005	24.179	24.179	24.179	24.179	24.179	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63
2006	27.247	27.247	27.247	27.247	27.247	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36
2007	30.548	30.548	30.548	30.548	30.376	5,13	5,13	5,13	5,13	5,10
2008	32.610	32.610	32.610	32.610	31.975	5,49	5,49	5,49	5,49	5,38
2009	34.015	34.295	34.575	34.854	31.973	5,72	5,78	5,83	5,88	5,36
2010	35.296	35.933	36.575	37.223	33.491	5,95	6,06	6,17	6,28	5,67
2011	36.543	37.589	38.656	39.743	35.233	6,16	6,33	6,51	6,69	5,98
2012	37.800	39.298	40.841	42.432	37.147	6,37	6,62	6,87	7,13	6,30
2013	39.085	41.074	43.147	45.306	39.205	6,58	6,90	7,24	7,58	6,63
2014	40.408	42.928	45.584	48.381	41.396	6,80	7,20	7,62	8,06	6,98
2015	41.774	44.866	48.162	51.671	43.722	7,02	7,50	8,02	8,57	7,35
2016	43.186	46.894	50.890	55.193	45.812	7,24	7,82	8,44	9,11	7,66
2017	44.647	49.016	53.778	58.964	47.936	7,46	8,14	8,88	9,68	7,98
2018	46.159	51.238	56.836	63.001	50.130	7,70	8,48	9,34	10,29	8,32
2019	47.724	53.564	60.074	67.324	52.414	7,94	8,83	9,83	10,93	8,66
2020	49.344	55.999	63.502	71.953	54.800	8,18	9,20	10,34	11,62	9,02
2021	51.021	58.549	67.132	76.911	57.295	8,44	9,58	10,88	12,35	9,40
2022	52.757	61.218	70.977	82.221	59.907	8,70	9,98	11,45	13,13	9,79
2023	54.554	64.014	75.049	87.909	62.641	8,97	10,40	12,05	13,97	10,20
2024	56.415	66.941	79.363	94.003	65.504	9,25	10,83	12,69	14,85	10,62
2025	58.341	70.007	83.931	100.531	68.502	9,54	11,29	13,36	15,80	11,06
2026	60.335	73.218	88.771	107.526	71.641	9,83	11,76	14,06	16,81	11,53

2027	62.400	76.580	93.899	115.022	74.929	10,14	12,25	14,81	17,89	12,01
2028	64.537	80.102	99.331	123.054	78.373	10,45	12,77	15,59	19,04	12,51
2029	66.751	83.791	105.086	131.663	81.980	10,78	13,31	16,42	20,27	13,04
2030	69.042	87.654	111.184	140.890	85.757	11,12	13,87	17,30	21,59	13,59
2031	71.114	91.160	116.743	149.343	89.188	11,45	14,42	18,17	22,88	14,14
2032	73.247	94.807	122.580	152.823	92.755	11,80	15,00	19,07	23,42	14,70
2033	75.444	98.599	128.709	156.383	96.465	12,15	15,60	20,03	23,96	15,29
2034	77.708	102.543	135.145	160.027	100.324	12,52	16,22	21,03	24,52	15,90
2035	80.039	106.645	141.902	163.756	104.337	12,89	16,87	22,08	25,09	16,54
2036	82.440	110.910	148.997	167.358	108.510	13,28	17,55	23,19	25,64	17,20
2037	84.913	115.347	156.447	171.040	112.851	13,68	18,25	24,35	26,21	17,89
2038	87.461	119.961	164.269	174.803	117.365	14,09	18,98	25,56	26,79	18,60
2039	90.085	124.759	172.483	178.649	122.059	14,51	19,74	26,84	27,38	19,35
2040	92.787	129.750	181.107	182.579	126.942	14,94	20,53	28,18	27,98	20,12
2041	95.571	134.940	184.874	186.377	132.019	15,39	21,35	28,77	28,56	20,93
2042	98.438	140.337	188.719	190.253	137.300	15,85	22,20	29,37	29,15	21,76
2043	101.391	145.951	192.645	194.211	142.792	16,33	23,09	29,98	29,76	22,63
2044	104.433	151.789	196.652	198.250	148.504	16,82	24,02	30,60	30,38	23,54
2045	107.566	157.860	200.742	202.374	154.444	17,32	24,98	31,24	31,01	24,48
2046	110.793	164.175	204.777	206.442	160.622	17,84	25,97	31,87	31,63	25,46
2047	114.116	170.742	208.893	210.591	167.047	18,38	27,01	32,51	32,27	26,48
2048	117.540	177.571	213.092	214.824	173.728	18,93	28,09	33,16	32,92	27,54
2049	121.066	184.674	217.375	219.142	180.678	19,50	29,22	33,83	33,58	28,64
2050	124.698	192.061	221.744	223.547	187.905	20,08	30,39	34,51	34,25	29,78

Fuente:

	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
	Proyección (Elaboración propia)

E.6. MINAS VARIAS

A continuación se presenta la proyección de consumo de cada energético para el sector, bajo el escenario de referencia del PIB.

Tabla 44: Proyección de consumo de cada energético hasta el año 2050

	Consumo energético (Tcal/año)			
	Electricidad	Petróleo combustible	Carbón	Diesel
1984	313	398	0	388
1985	341	379	292	322
1986	366	374	240	448
1987	391	331	226	493
1988	404	353	264	537
1989	475	348	328	685
1990	438	273	233	550
1991	502	315	227	627
1992	586	465	246	694
1993	642	684	207	821
1994	692	678	133	816
1995	842	878	141	1.031
1996	882	692	209	1.229
1997	1.161	947	217	3.228
1998	1.163	467	0	2.989
1999	1.922	383	0	2.532
2000	653	1.134	0	3.020
2001	744	979	18	3.174
2002	527	434	138	3.149
2003	412	366	64	2.718
2004	1.343	677	92	3.693
2005	1.256	632	24	3.056
2006	1.282	539	481	3.340
2007	1.214	727	142	4.020
2008	1.259	743	0	4.589
2009	1.237	736	0	4.822
2010	1.303	758	0	5.214
2011	1.369	780	0	5.709
2012	1.438	803	0	6.291
2013	1.511	827	0	6.956
2014	1.588	852	0	7.703
2015	1.668	877	0	8.538
2016	1.736	898	0	9.373
2017	1.806	919	0	10.240
2018	1.880	940	0	11.160

2019	1.956	963	0	12.147
2020	2.035	986	0	13.212
2021	2.118	1.009	0	14.367
2022	2.204	1.033	0	15.619
2023	2.293	1.057	0	16.980
2024	2.386	1.082	0	18.458
2025	2.483	1.108	0	20.064
2026	2.584	1.134	0	21.810
2027	2.688	1.161	0	23.707
2028	2.798	1.188	0	25.770
2029	2.911	1.216	0	28.012
2030	3.029	1.245	0	30.449
2031	3.150	1.295	0	31.667
2032	3.276	1.347	0	32.933
2033	3.407	1.401	0	34.251
2034	3.544	1.457	0	35.621
2035	3.685	1.515	0	37.046
2036	3.833	1.575	0	38.528
2037	3.986	1.639	0	40.069
2038	4.146	1.704	0	41.671
2039	4.311	1.772	0	43.338
2040	4.484	1.843	0	45.072
2041	4.663	1.917	0	46.875
2042	4.850	1.993	0	48.750
2043	5.044	2.073	0	50.700
2044	5.245	2.156	0	52.728
2045	5.455	2.242	0	54.837
2046	5.673	2.332	0	57.030
2047	5.900	2.425	0	59.311
2048	6.136	2.522	0	61.684
2049	6.382	2.623	0	64.151
2050	6.637	2.728	0	66.717

Fuente:

■	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
■	Proyección (Elaboración propia)

En la siguiente tabla se presenta el consumo energético y las emisiones de GEI proyectadas hasta el año 2050, en base a los 5 escenarios de crecimiento del PIB.

Tabla 45: Proyección de consumo energético y emisiones de GEI en base a 5 escenarios de crecimiento

	Consumo energético (Tcal)					Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e)				
	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia
1984	1.441	1.441	1.441	1.441	1.441	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
1985	1.653	1.653	1.653	1.653	1.653	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
1986	1.786	1.786	1.786	1.786	1.786	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
1987	1.824	1.824	1.824	1.824	1.824	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
1988	1.979	1.979	1.979	1.979	1.979	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
1989	2.319	2.319	2.319	2.319	2.319	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
1990	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
1991	2.151	2.151	2.151	2.151	2.151	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
1992	2.625	2.625	2.625	2.625	2.625	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
1993	3.077	3.077	3.077	3.077	3.077	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
1994	3.046	3.046	3.046	3.046	3.046	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
1995	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
1996	4.094	4.094	4.094	4.094	4.094	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
1997	5.762	5.762	5.762	5.762	5.762	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37
1998	4.794	4.794	4.794	4.794	4.794	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
1999	5.088	5.088	5.088	5.088	5.088	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
2000	5.001	5.001	5.001	5.001	5.001	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
2001	5.022	5.022	5.022	5.022	5.022	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
2002	4.360	4.360	4.360	4.360	4.360	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
2003	3.700	3.700	3.700	3.700	3.700	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
2004	5.919	5.919	5.919	5.919	5.919	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
2005	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
2006	5.701	5.701	5.701	5.701	5.701	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
2007	6.158	6.158	6.158	6.158	6.103	1,47	1,47	1,47	1,47	1,46
2008	6.752	6.752	6.752	6.752	6.591	1,61	1,61	1,61	1,61	1,57
2009	7.343	7.414	7.485	7.555	6.795	1,78	1,79	1,81	1,83	1,64
2010	7.869	8.051	8.237	8.424	7.275	1,92	1,97	2,01	2,06	1,76
2011	8.368	8.695	9.033	9.381	7.858	2,06	2,14	2,23	2,32	1,92
2012	8.865	9.366	9.892	10.444	8.533	2,19	2,32	2,46	2,60	2,10
2013	9.373	10.076	10.828	11.631	9.294	2,33	2,51	2,71	2,92	2,30
2014	9.903	10.836	11.853	12.961	10.142	2,47	2,72	2,99	3,29	2,53
2015	10.459	11.654	12.981	14.454	11.083	2,62	2,94	3,30	3,70	2,78
2016	11.047	12.536	14.222	16.131	12.006	2,78	3,18	3,64	4,16	3,03
2017	11.668	13.488	15.591	18.018	12.965	2,95	3,44	4,01	4,68	3,30
2018	12.327	14.518	17.101	20.141	13.980	3,13	3,72	4,43	5,27	3,58
2019	13.025	15.633	18.767	22.530	15.065	3,32	4,03	4,89	5,93	3,87
2020	13.766	16.839	20.606	25.221	16.233	3,52	4,36	5,40	6,68	4,20
2021	14.552	18.144	22.638	28.253	17.493	3,74	4,72	5,97	7,53	4,54
2022	15.386	19.558	24.882	31.669	18.856	3,97	5,12	6,59	8,49	4,92
2023	16.271	21.089	27.362	35.520	20.330	4,21	5,54	7,29	9,58	5,33
2024	17.212	22.748	30.102	39.863	21.926	4,47	6,00	8,06	10,80	5,77
2025	18.210	24.545	33.132	44.760	23.655	4,75	6,51	8,91	12,19	6,26
2026	19.270	26.492	36.481	50.284	25.527	5,04	7,05	9,86	13,76	6,78

2027	20.395	28.601	40.185	56.518	27.556	5,35	7,64	10,90	15,54	7,35
2028	21.591	30.888	44.282	63.554	29.756	5,69	8,29	12,07	17,55	7,97
2029	22.860	33.367	48.813	71.495	32.139	6,04	8,99	13,35	19,82	8,64
2030	24.209	36.054	53.827	80.461	34.723	6,42	9,74	14,78	22,39	9,37
2031	24.935	37.496	56.518	85.289	36.112	6,61	10,13	15,52	23,73	9,74
2032	25.683	38.996	59.344	87.276	37.556	6,81	10,54	16,30	24,29	10,13
2033	26.454	40.556	62.311	89.309	39.059	7,01	10,96	17,11	24,85	10,54
2034	27.248	42.178	65.427	91.390	40.621	7,22	11,40	17,97	25,43	10,96
2035	28.065	43.865	68.698	93.520	42.246	7,44	11,86	18,87	26,03	11,40
2036	28.907	45.620	72.133	95.577	43.936	7,66	12,33	19,81	26,60	11,85
2037	29.774	47.445	75.740	97.680	45.693	7,89	12,82	20,80	27,18	12,33
2038	30.667	49.342	79.527	99.829	47.521	8,13	13,34	21,84	27,78	12,82
2039	31.587	51.316	83.503	102.025	49.422	8,38	13,87	22,93	28,39	13,33
2040	32.535	53.369	87.678	104.269	51.399	8,63	14,42	24,08	29,02	13,87
2041	33.511	55.503	89.502	106.438	53.455	8,89	15,00	24,58	29,62	14,42
2042	34.516	57.724	91.364	108.652	55.593	9,15	15,60	25,09	30,24	15,00
2043	35.552	60.032	93.264	110.912	57.816	9,43	16,23	25,61	30,87	15,60
2044	36.618	62.434	95.204	113.219	60.129	9,71	16,87	26,15	31,51	16,22
2045	37.717	64.931	97.184	115.574	62.534	10,00	17,55	26,69	32,16	16,87
2046	38.848	67.528	99.138	117.897	65.036	10,30	18,25	27,23	32,81	17,55
2047	40.014	70.230	101.130	120.267	67.637	10,61	18,98	27,77	33,47	18,25
2048	41.214	73.039	103.163	122.684	70.343	10,93	19,74	28,33	34,14	18,98
2049	42.451	75.960	105.236	125.150	73.156	11,26	20,53	28,90	34,83	19,74
2050	43.724	78.999	107.352	127.666	76.083	11,59	21,35	29,48	35,53	20,53

Fuente:

■	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
■	Proyección (Elaboración propia)

E.7. PAPEL Y CELULOSA

A continuación se presenta la proyección de consumo de cada energético para el sector, bajo el escenario de referencia del PIB y la proyección de producción proyectada para el sector.

Tabla 46: Proyección de consumo de cada energético hasta el año 2050

	Producción (Miles de toneladas)			Consumo energético (Tcal/año)				
	Celulosa	Papel	Papel y celulosa	Electricidad	Leña	Gas Licuado	Gas Natural	Petróleo combustible
1984	655	366	1.021	778	5.512	0	0	729
1985	682	369	1.051	879	5.358	0	0	728
1986	696	388	1.084	877	5.117	0	0	712
1987	713	442	1.155	939	5.318	0	0	546
1988	728	450	1.178	961	5.144	0	0	586
1989	680	438	1.118	907	4.326	0	0	630
1990	644	462	1.106	1.039	4.944	7	0	688
1991	934	486	1.420	1.330	6.995	13	0	1.330
1992	1.499	508	2.007	1.795	7.940	0	0	1.618
1993	1.677	528	2.205	1.834	4.379	8	0	1.405
1994	1.764	553	2.317	1.821	4.287	12	0	1.548
1995	1.929	574	2.503	2.037	4.441	15	0	1.520
1996	1.932	597	2.529	2.152	4.369	30	0	1.520
1997	1.868	614	2.482	1.969	2.967	15	0	1.558
1998	1.980	642	2.622	2.188	4.620	18	331	1.476
1999	2.064	796	2.860	2.366	5.793	14	250	876
2000	2.220	861	3.081	2.739	7.917	10	325	1.625
2001	2.282	874	3.156	3.134	5.630	18	325	1.438
2002	2.278	1.016	3.294	3.580	6.313	28	925	1.519
2003	2.314	1.098	3.412	3.322	3.757	26	1.144	1.245
2004	2.832	1.139	3.971	3.477	5.707	33	1.467	1.001
2005	2.758	1.184	3.942	3.742	7.364	61	830	1.338
2006	2.970	1.203	4.173	4.282	9.269	64	1.382	1.605
2007	3.690	1.276	4.965	4.491	7.566	43	788	2.014
2008	3.866	1.352	5.218	4.737	7.196	46	449	2.488
2009	3.782	1.424	5.206	4.783	7.340	48	256	2.740
2010	4.036	1.502	5.538	5.132	7.379	52	146	2.791
2011	4.036	1.585	5.622	5.277	7.636	55	83	3.003
2012	4.036	1.675	5.711	5.429	7.918	59	47	3.066
2013	4.036	1.770	5.807	5.587	8.220	62	27	3.100
2014	4.036	1.873	5.909	5.753	8.539	66	15	3.125
2015	4.036	1.983	6.019	5.926	8.875	70	9	3.145
2016	4.036	2.098	6.134	6.102	9.225	75	5	3.163
2017	4.036	2.219	6.256	6.284	9.588	79	3	3.180

2018	4.036	2.347	6.383	6.469	9.964	84	2	3.196
2019	4.036	2.482	6.518	6.660	10.353	90	1	3.211
2020	4.036	2.623	6.660	6.855	10.755	95	1	3.226
2021	4.036	2.772	6.809	7.055	11.171	101	0	3.241
2022	4.036	2.929	6.966	7.260	11.601	108	0	3.256
2023	4.036	3.094	7.131	7.470	12.047	114	0	3.271
2024	4.036	3.268	7.305	7.685	12.507	121	0	3.285
2025	4.036	3.451	7.488	7.906	12.984	129	0	3.300
2026	4.036	3.644	7.681	8.133	13.477	136	0	3.315
2027	4.036	3.847	7.884	8.366	13.988	145	0	3.330
2028	4.036	4.061	8.097	8.604	14.516	153	0	3.344
2029	4.036	4.286	8.322	8.849	15.064	163	0	3.359
2030	4.036	4.523	8.560	9.100	15.630	172	0	3.374
2031	4.036	4.773	8.809	9.358	16.217	183	0	3.389
2032	4.036	5.036	9.072	9.623	16.824	194	0	3.404
2033	4.036	5.313	9.349	9.895	17.453	205	0	3.418
2034	4.036	5.605	9.641	10.174	18.104	218	0	3.433
2035	4.036	5.912	9.948	10.460	18.779	231	0	3.448
2036	4.036	6.235	10.272	10.754	19.477	245	0	3.463
2037	4.036	6.576	10.613	11.056	20.201	259	0	3.478
2038	4.036	6.935	10.972	11.366	20.950	275	0	3.493
2039	4.036	7.314	11.350	11.684	21.727	291	0	3.509
2040	4.036	7.712	11.748	12.011	22.531	308	0	3.524
2041	4.036	8.132	12.168	12.346	23.364	327	0	3.539
2042	4.036	8.574	12.610	12.691	24.227	346	0	3.554
2043	4.036	9.040	13.076	13.045	25.121	366	0	3.569
2044	4.036	9.531	13.567	13.409	26.048	388	0	3.585
2045	4.036	10.048	14.084	13.782	27.007	411	0	3.600
2046	4.036	10.592	14.629	14.166	28.002	435	0	3.616
2047	4.036	11.166	15.202	14.560	29.032	461	0	3.631
2048	4.036	11.771	15.807	14.964	30.100	488	0	3.647
2049	4.036	12.408	16.444	15.380	31.206	517	0	3.662
2050	4.036	13.079	17.115	15.807	32.352	548	0	3.678

Fuente:

	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
	Proyección (Elaboración propia)

En la siguiente tabla se presenta el consumo energético y las emisiones de GEI proyectadas hasta el año 2050, en base a los 5 escenarios de crecimiento del PIB.

Tabla 47: Proyección de consumo energético y emisiones de GEI en base a 5 escenarios de crecimiento

	Consumo energético (Tcal)					Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e)				
	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia
1984	7.097	7.097	7.097	7.097	7.097	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
1985	7.023	7.023	7.023	7.023	7.023	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
1986	6.752	6.752	6.752	6.752	6.752	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
1987	6.860	6.860	6.860	6.860	6.860	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
1988	6.795	6.795	6.795	6.795	6.795	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
1989	5.938	5.938	5.938	5.938	5.938	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
1990	6.742	6.742	6.742	6.742	6.742	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
1991	9.796	9.796	9.796	9.796	9.796	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
1992	11.444	11.444	11.444	11.444	11.444	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
1993	7.666	7.666	7.666	7.666	7.666	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
1994	7.761	7.761	7.761	7.761	7.761	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
1995	8.069	8.069	8.069	8.069	8.069	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
1996	8.109	8.109	8.109	8.109	8.109	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
1997	6.555	6.555	6.555	6.555	6.555	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
1998	8.664	8.664	8.664	8.664	8.664	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
1999	9.657	9.657	9.657	9.657	9.657	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
2000	12.912	12.912	12.912	12.912	12.912	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
2001	10.569	10.569	10.569	10.569	10.569	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
2002	12.432	12.432	12.432	12.432	12.432	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
2003	9.588	9.588	9.588	9.588	9.588	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
2004	11.748	11.748	11.748	11.748	11.748	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
2005	13.377	13.377	13.377	13.377	13.377	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
2006	16.617	16.617	16.617	16.617	16.617	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
2007	14.909	14.909	14.909	14.909	14.902	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
2008	14.972	14.972	14.972	14.972	14.916	0,84	0,84	0,84	0,84	0,83
2009	15.328	15.332	15.337	15.342	15.167	0,89	0,89	0,89	0,89	0,87
2010	15.701	15.716	15.732	15.747	15.499	0,90	0,90	0,90	0,90	0,86
2011	16.128	16.162	16.195	16.228	16.054	0,90	0,90	0,90	0,90	0,91
2012	16.584	16.644	16.703	16.761	16.518	0,91	0,91	0,91	0,91	0,92
2013	17.056	17.149	17.241	17.334	16.997	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93
2014	17.536	17.672	17.807	17.942	17.499	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93
2015	18.025	18.211	18.398	18.585	18.025	0,93	0,93	0,93	0,93	0,94
2016	18.521	18.768	19.015	19.264	18.571	0,93	0,94	0,94	0,94	0,95
2017	19.025	19.341	19.659	19.980	19.134	0,94	0,94	0,94	0,94	0,95
2018	19.537	19.931	20.330	20.735	19.715	0,94	0,95	0,95	0,95	0,96
2019	20.057	20.539	21.030	21.530	20.314	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96
2020	20.586	21.166	21.760	22.368	20.932	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97
2021	21.123	21.813	22.521	23.250	21.568	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97
2022	21.670	22.479	23.315	24.178	22.225	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98
2023	22.226	23.166	24.142	25.156	22.901	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99
2024	22.793	23.875	25.005	26.185	23.599	0,97	0,98	0,99	1,00	0,99
2025	23.370	24.606	25.905	27.268	24.319	0,98	0,99	1,00	1,01	1,00
2026	23.958	25.361	26.842	28.407	25.061	0,98	0,99	1,00	1,01	1,00

2027	24.557	26.139	27.820	29.606	25.828	0,99	1,00	1,01	1,02	1,01
2028	25.168	26.942	28.839	30.867	26.618	0,99	1,01	1,02	1,03	1,02
2029	25.792	27.771	29.902	32.194	27.435	1,00	1,01	1,03	1,04	1,02
2030	26.428	28.627	31.010	33.590	28.277	1,00	1,02	1,04	1,05	1,03
2031	27.077	29.511	32.165	35.058	29.147	1,01	1,03	1,05	1,07	1,04
2032	27.740	30.423	33.370	36.557	30.044	1,02	1,03	1,05	1,08	1,04
2033	28.417	31.366	34.625	38.071	30.972	1,02	1,04	1,06	1,09	1,05
2034	29.108	32.339	35.935	39.594	31.929	1,03	1,05	1,07	1,10	1,06
2035	29.815	33.344	37.300	41.122	32.918	1,03	1,06	1,08	1,11	1,07
2036	30.537	34.382	38.723	42.653	33.939	1,04	1,06	1,09	1,12	1,07
2037	31.275	35.454	40.208	44.186	34.994	1,04	1,07	1,11	1,14	1,08
2038	32.030	36.562	41.755	45.718	36.084	1,05	1,08	1,12	1,15	1,09
2039	32.802	37.707	43.369	47.252	37.210	1,06	1,09	1,13	1,16	1,10
2040	33.591	38.890	45.052	48.787	38.374	1,06	1,10	1,14	1,17	1,11
2041	34.399	40.112	46.760	50.320	39.576	1,07	1,11	1,15	1,18	1,12
2042	35.225	41.375	48.476	51.852	40.818	1,07	1,12	1,17	1,19	1,13
2043	36.071	42.680	50.194	53.383	42.102	1,08	1,13	1,18	1,21	1,14
2044	36.937	44.030	51.910	54.913	43.429	1,09	1,14	1,19	1,22	1,15
2045	37.823	45.424	53.625	56.443	44.801	1,09	1,15	1,21	1,23	1,16
2046	38.730	46.866	55.336	57.972	46.218	1,10	1,16	1,22	1,24	1,17
2047	39.659	48.357	57.043	59.500	47.684	1,11	1,17	1,23	1,25	1,18
2048	40.611	49.897	58.747	61.028	49.199	1,11	1,18	1,25	1,27	1,19
2049	41.585	51.491	60.447	62.556	50.765	1,12	1,19	1,26	1,28	1,20
2050	42.583	53.138	62.145	64.086	52.385	1,13	1,20	1,27	1,29	1,21

Fuente:

■	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
■	Proyección (Elaboración propia)

E.8. PESCA

A continuación se presenta la proyección de consumo de cada energético para el sector, bajo el escenario de referencia del PIB.

Tabla 48: Proyección de consumo de cada energético hasta el año 2050

	Consumo energético (Tcal/año)				
	Petróleo combustible	Gas natural	Diesel	Electricidad	Carbón
1984	0	0	0	0	0
1985	0	0	0	0	0
1986	0	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	0
1990	725	0	99	78	415
1991	932	0	96	86	852
1992	1.028	0	96	109	753
1993	996	0	134	45	626
1994	1.106	0	159	98	550
1995	932	0	110	99	326
1996	1.435	0	214	123	812
1997	1.634	0	633	149	581
1998	921	0	554	95	282
1999	1.288	0	105	126	194
2000	1.230	0	591	136	100
2001	983	158	417	122	99
2002	1.166	296	440	173	109
2003	748	513	207	148	75
2004	804	488	754	117	261
2005	514	513	334	107	130
2006	439	243	286	156	102
2007	975	114	251	154	492
2008	978	54	252	159	553
2009	976	25	251	157	581
2010	980	12	253	163	596
2011	984	6	254	170	605
2012	987	3	256	176	609
2013	991	1	257	183	612
2014	995	1	259	191	615
2015	999	0	260	198	617
2016	1.002	0	261	205	619
2017	1.005	0	262	211	620
2018	1.008	0	264	218	622
2019	1.011	0	265	225	623

2020	1.014	0	266	232	625
2021	1.017	0	267	240	626
2022	1.020	0	268	247	628
2023	1.023	0	270	255	629
2024	1.026	0	271	263	631
2025	1.029	0	272	272	632
2026	1.032	0	273	281	634
2027	1.035	0	275	290	635
2028	1.038	0	276	299	636
2029	1.042	0	277	308	638
2030	1.045	0	278	318	639
2031	1.048	0	280	328	641
2032	1.051	0	281	339	642
2033	1.054	0	282	350	644
2034	1.057	0	284	361	645
2035	1.061	0	285	373	647
2036	1.064	0	286	384	648
2037	1.067	0	288	397	650
2038	1.070	0	289	409	652
2039	1.073	0	290	423	653
2040	1.077	0	291	436	655
2041	1.080	0	293	450	656
2042	1.083	0	294	464	658
2043	1.087	0	295	479	659
2044	1.090	0	297	495	661
2045	1.093	0	298	511	662
2046	1.096	0	300	527	664
2047	1.100	0	301	544	665
2048	1.103	0	302	561	667
2049	1.106	0	304	579	668
2050	1.110	0	305	598	670

Fuente:

■	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
■	Proyección (Elaboración propia)

En la siguiente tabla se presenta el consumo energético y las emisiones de GEI proyectadas hasta el año 2050, en base a los 5 escenarios de crecimiento del PIB.

Tabla 49: Proyección de consumo energético y emisiones de GEI en base a 5 escenarios de crecimiento

	Consumo energético (Tcal)					Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e)				
	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia
1984	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1985	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1986	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1987	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1988	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1989	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1990	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
1991	1.994	1.994	1.994	1.994	1.994	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
1992	1.987	1.987	1.987	1.987	1.987	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
1993	1.802	1.802	1.802	1.802	1.802	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
1994	1.915	1.915	1.915	1.915	1.915	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
1995	1.469	1.469	1.469	1.469	1.469	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
1996	2.585	2.585	2.585	2.585	2.585	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
1997	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
1998	1.858	1.858	1.858	1.858	1.858	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
1999	1.717	1.717	1.717	1.717	1.717	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
2000	2.060	2.060	2.060	2.060	2.060	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
2001	1.784	1.784	1.784	1.784	1.784	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
2002	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2003	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
2004	2.440	2.440	2.440	2.440	2.440	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
2005	1.804	1.804	1.804	1.804	1.804	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
2006	1.251	1.251	1.251	1.251	1.251	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
2007	1.987	1.987	1.987	1.987	1.985	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
2008	2.001	2.001	2.001	2.001	1.995	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2009	2.009	2.012	2.014	2.017	1.991	0,59	0,59	0,59	0,59	0,58
2010	2.017	2.023	2.028	2.033	2.004	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
2011	2.026	2.034	2.042	2.050	2.018	0,59	0,60	0,60	0,60	0,59
2012	2.034	2.045	2.056	2.068	2.031	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
2013	2.042	2.057	2.071	2.085	2.045	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
2014	2.051	2.068	2.086	2.104	2.060	0,60	0,60	0,60	0,61	0,60
2015	2.060	2.080	2.101	2.122	2.074	0,60	0,60	0,61	0,61	0,60
2016	2.069	2.092	2.117	2.142	2.086	0,60	0,61	0,61	0,61	0,60
2017	2.078	2.105	2.133	2.161	2.099	0,60	0,61	0,61	0,61	0,61
2018	2.087	2.117	2.149	2.182	2.111	0,60	0,61	0,61	0,62	0,61
2019	2.096	2.130	2.166	2.203	2.124	0,61	0,61	0,62	0,62	0,61
2020	2.105	2.143	2.183	2.224	2.137	0,61	0,61	0,62	0,62	0,61
2021	2.115	2.156	2.200	2.247	2.150	0,61	0,61	0,62	0,63	0,61
2022	2.124	2.170	2.218	2.270	2.163	0,61	0,62	0,62	0,63	0,62
2023	2.134	2.184	2.237	2.293	2.177	0,61	0,62	0,62	0,63	0,62
2024	2.144	2.198	2.256	2.318	2.191	0,61	0,62	0,63	0,63	0,62
2025	2.154	2.212	2.275	2.343	2.205	0,61	0,62	0,63	0,64	0,62
2026	2.164	2.227	2.295	2.369	2.220	0,62	0,62	0,63	0,64	0,62

2027	2.174	2.242	2.316	2.396	2.235	0,62	0,63	0,63	0,64	0,62
2028	2.185	2.257	2.337	2.424	2.250	0,62	0,63	0,64	0,65	0,63
2029	2.195	2.273	2.358	2.453	2.265	0,62	0,63	0,64	0,65	0,63
2030	2.206	2.289	2.380	2.482	2.281	0,62	0,63	0,64	0,65	0,63
2031	2.217	2.305	2.403	2.513	2.297	0,62	0,63	0,64	0,65	0,63
2032	2.228	2.322	2.427	2.526	2.314	0,62	0,63	0,65	0,65	0,63
2033	2.239	2.339	2.451	2.538	2.330	0,62	0,64	0,65	0,66	0,64
2034	2.251	2.356	2.475	2.551	2.347	0,63	0,64	0,65	0,66	0,64
2035	2.263	2.374	2.501	2.564	2.365	0,63	0,64	0,65	0,66	0,64
2036	2.274	2.392	2.527	2.577	2.383	0,63	0,64	0,66	0,66	0,64
2037	2.286	2.410	2.554	2.589	2.401	0,63	0,64	0,66	0,66	0,64
2038	2.299	2.429	2.582	2.602	2.420	0,63	0,65	0,66	0,66	0,64
2039	2.311	2.449	2.611	2.615	2.439	0,63	0,65	0,66	0,66	0,65
2040	2.324	2.469	2.640	2.628	2.459	0,63	0,65	0,66	0,66	0,65
2041	2.336	2.489	2.653	2.641	2.479	0,64	0,65	0,67	0,66	0,65
2042	2.349	2.510	2.666	2.653	2.499	0,64	0,65	0,67	0,67	0,65
2043	2.363	2.531	2.679	2.666	2.520	0,64	0,66	0,67	0,67	0,65
2044	2.376	2.553	2.692	2.679	2.542	0,64	0,66	0,67	0,67	0,66
2045	2.390	2.575	2.706	2.692	2.564	0,64	0,66	0,67	0,67	0,66
2046	2.404	2.598	2.719	2.705	2.587	0,64	0,66	0,67	0,67	0,66
2047	2.418	2.621	2.732	2.719	2.610	0,64	0,66	0,67	0,67	0,66
2048	2.432	2.645	2.745	2.732	2.633	0,65	0,67	0,67	0,67	0,66
2049	2.447	2.669	2.759	2.745	2.657	0,65	0,67	0,67	0,67	0,67
2050	2.462	2.695	2.773	2.759	2.682	0,65	0,67	0,67	0,67	0,67

Fuente:

■	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
■	Proyección (Elaboración propia)

E.9. PETROQUÍMICA

A continuación se presenta la proyección de consumo de cada energético para el sector, bajo el escenario de referencia del PIB.

Tabla 50: Proyección de consumo de cada energético hasta el año 2050

	Consumo energético (Tcal/año)		
	Electricidad	Gas Natural	Petróleo combustible + Diesel
1984	0	0	0
1985	0	0	0
1986	0	0	0
1987	0	0	6
1988	0	0	7
1989	0	0	11
1990	0	0	5
1991	260	0	17
1992	323	0	141
1993	313	0	120
1994	333	0	124
1995	359	0	74
1996	341	0	44
1997	491	0	4
1998	405	300	43
1999	480	402	7
2000	467	124	6
2001	468	168	5
2002	446	193	5
2003	581	178	102
2004	546	177	3
2005	553	99	30
2006	526	94	29
2007	519	85	129
2008	529	73	177
2009	535	63	194
2010	543	54	223
2011	554	47	255
2012	566	40	290
2013	579	35	327
2014	592	30	367
2015	606	26	409
2016	619	22	449
2017	631	19	489
2018	643	16	531

2019	655	14	575
2020	668	12	622
2021	680	10	672
2022	693	9	726
2023	706	8	784
2024	719	7	845
2025	733	6	912
2026	746	5	983
2027	760	4	1.059
2028	775	4	1.141
2029	789	3	1.229
2030	804	3	1.324
2031	836	2	1.377
2032	870	2	1.433
2033	904	2	1.491
2034	941	1	1.551
2035	978	1	1.613
2036	1.017	1	1.678
2037	1.058	1	1.745
2038	1.100	1	1.815
2039	1.144	1	1.888
2040	1.190	1	1.963
2041	1.238	1	2.042
2042	1.287	0	2.124
2043	1.339	0	2.209
2044	1.392	0	2.297
2045	1.448	0	2.389
2046	1.506	0	2.485
2047	1.566	0	2.584
2048	1.629	0	2.687
2049	1.694	0	2.795
2050	1.762	0	2.907

Fuente:

■	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
■	Proyección (Elaboración propia)

En la siguiente tabla se presenta el consumo energético y las emisiones de GEI proyectadas hasta el año 2050, en base a los 5 escenarios de crecimiento del PIB.

Tabla 51: Proyección de consumo energético y emisiones de GEI en base a 5 escenarios de crecimiento

	Consumo energético (Tcal)					Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e)				
	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia
1984	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1985	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1986	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1987	6	6	6	6	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1988	7	7	7	7	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1989	17	17	17	17	17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1990	10	10	10	10	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1991	277	277	277	277	277	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1992	464	464	464	464	464	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
1993	433	433	433	433	433	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
1994	457	457	457	457	457	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
1995	433	433	433	433	433	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1996	385	385	385	385	385	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1997	495	495	495	495	495	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1998	752	752	752	752	752	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
1999	893	893	893	893	893	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
2000	599	599	599	599	599	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
2001	660	660	660	660	660	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
2002	659	659	659	659	659	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
2003	869	869	869	869	869	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
2004	731	731	731	731	731	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
2005	701	701	701	701	701	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
2006	649	649	649	649	649	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
2007	736	736	736	736	734	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
2008	790	790	790	790	779	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
2009	828	832	837	841	792	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07
2010	858	870	882	894	821	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08
2011	887	907	928	949	856	0,09	0,10	0,10	0,11	0,09
2012	914	944	976	1.009	896	0,10	0,10	0,11	0,12	0,09
2013	942	984	1.027	1.074	940	0,10	0,11	0,12	0,13	0,10
2014	971	1.025	1.082	1.144	988	0,11	0,12	0,14	0,15	0,11
2015	1.002	1.069	1.142	1.222	1.040	0,12	0,13	0,15	0,17	0,13
2016	1.033	1.115	1.206	1.306	1.089	0,12	0,14	0,16	0,19	0,14
2017	1.066	1.164	1.275	1.399	1.139	0,13	0,15	0,18	0,21	0,15
2018	1.101	1.216	1.349	1.501	1.190	0,14	0,17	0,20	0,23	0,16
2019	1.137	1.272	1.430	1.613	1.244	0,15	0,18	0,22	0,26	0,17
2020	1.174	1.331	1.517	1.737	1.302	0,16	0,19	0,24	0,29	0,19
2021	1.214	1.394	1.611	1.873	1.363	0,17	0,21	0,26	0,33	0,20
2022	1.255	1.461	1.713	2.022	1.428	0,18	0,22	0,29	0,37	0,22
2023	1.299	1.533	1.824	2.188	1.497	0,19	0,24	0,31	0,41	0,23
2024	1.344	1.609	1.944	2.370	1.571	0,20	0,26	0,34	0,46	0,25
2025	1.392	1.690	2.075	2.572	1.650	0,21	0,28	0,38	0,51	0,27
2026	1.442	1.777	2.216	2.795	1.734	0,22	0,30	0,41	0,57	0,29

2027	1.494	1.869	2.370	3.042	1.824	0,23	0,33	0,45	0,63	0,31
2028	1.549	1.968	2.537	3.315	1.919	0,25	0,35	0,50	0,71	0,34
2029	1.607	2.073	2.719	3.618	2.021	0,26	0,38	0,55	0,79	0,36
2030	1.667	2.186	2.918	3.953	2.131	0,27	0,41	0,60	0,88	0,39
2031	1.717	2.274	3.063	4.190	2.216	0,28	0,42	0,63	0,93	0,41
2032	1.769	2.365	3.217	4.288	2.304	0,29	0,44	0,66	0,95	0,42
2033	1.822	2.459	3.377	4.388	2.397	0,30	0,46	0,69	0,98	0,44
2034	1.876	2.558	3.546	4.490	2.492	0,31	0,48	0,73	1,00	0,46
2035	1.933	2.660	3.724	4.595	2.592	0,32	0,49	0,76	1,02	0,48
2036	1.991	2.766	3.910	4.696	2.696	0,33	0,51	0,80	1,04	0,50
2037	2.050	2.877	4.105	4.799	2.804	0,34	0,53	0,84	1,07	0,52
2038	2.112	2.992	4.310	4.905	2.916	0,35	0,56	0,89	1,09	0,54
2039	2.175	3.112	4.526	5.013	3.032	0,36	0,58	0,93	1,12	0,56
2040	2.241	3.236	4.752	5.123	3.154	0,37	0,60	0,98	1,14	0,58
2041	2.308	3.366	4.851	5.230	3.280	0,38	0,63	1,00	1,16	0,60
2042	2.377	3.500	4.952	5.338	3.411	0,39	0,65	1,02	1,19	0,63
2043	2.448	3.640	5.055	5.449	3.548	0,40	0,68	1,04	1,21	0,65
2044	2.522	3.786	5.160	5.563	3.689	0,42	0,70	1,06	1,24	0,68
2045	2.597	3.937	5.268	5.678	3.837	0,43	0,73	1,08	1,26	0,71
2046	2.675	4.095	5.373	5.792	3.991	0,44	0,76	1,10	1,29	0,73
2047	2.756	4.259	5.481	5.909	4.150	0,45	0,79	1,13	1,31	0,76
2048	2.838	4.429	5.592	6.028	4.316	0,47	0,82	1,15	1,34	0,79
2049	2.923	4.606	5.704	6.149	4.489	0,48	0,86	1,17	1,37	0,83
2050	3.011	4.790	5.819	6.272	4.668	0,50	0,89	1,19	1,40	0,86

Fuente:

■	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
■	Proyección (Elaboración propia)

E.10. SIDERURGIA

A continuación se presenta la proyección de consumo de cada energético para el sector, bajo el escenario de referencia del PIB y la proyección de producción proyectada para el sector.

Tabla 52: Proyección de consumo de cada energético hasta el año 2050

	Producción (Miles de toneladas)	Consumo energético (Tcal/año)			
		Electricidad	Coke	Gas Corriente	Gas alto horno + PC proyectado
1984	663	257	1.317	591	626
1985	655	248	1.270	568	589
1986	671	256	1.338	533	586
1987	690	268	1.428	618	581
1988	870	305	1.479	728	687
1989	760	288	1.297	613	552
1990	736	284	1.538	625	571
1991	763	285	1.508	802	675
1992	973	347	1.940	874	841
1993	1.022	360	2.015	975	839
1994	997	356	1.715	950	694
1995	950	353	1.676	959	675
1996	1.105	457	1.620	990	796
1997	1.087	530	1.932	929	750
1998	1.090	462	1.989	945	757
1999	1.150	528	2.106	939	757
2000	1.136	610	2.113	951	706
2001	1.001	586	2.153	972	695
2002	1.013	583	2.104	915	720
2003	1.077	605	2.138	971	715
2004	1.209	500	1.552	830	368
2005	1.153	493	2.133	833	292
2006	1.185	494	2.328	892	258
2007	1.258	539	2.186	962	452
2008	1.281	576	2.217	1.009	462
2009	1.270	600	2.202	1.031	471
2010	1.302	624	2.245	1.053	479
2011	1.334	648	2.288	1.074	485
2012	1.366	673	2.331	1.096	491
2013	1.400	698	2.375	1.117	495
2014	1.434	723	2.420	1.139	499
2015	1.469	750	2.466	1.161	501
2016	1.498	776	2.503	1.181	504
2017	1.527	801	2.541	1.201	505

2018	1.557	826	2.579	1.220	506
2019	1.587	851	2.619	1.240	506
2020	1.618	876	2.658	1.259	506
2021	1.650	902	2.699	1.279	506
2022	1.682	929	2.739	1.299	505
2023	1.715	956	2.781	1.319	504
2024	1.749	984	2.823	1.339	503
2025	1.783	1.013	2.866	1.360	501
2026	1.818	1.042	2.909	1.381	499
2027	1.854	1.072	2.953	1.403	497
2028	1.890	1.103	2.998	1.425	494
2029	1.927	1.135	3.044	1.447	492
2030	1.965	1.168	3.090	1.469	489
2031	2.003	1.202	3.137	1.492	487
2032	2.042	1.237	3.184	1.515	484
2033	2.082	1.273	3.232	1.538	481
2034	2.123	1.310	3.281	1.562	478
2035	2.165	1.348	3.331	1.587	475
2036	2.207	1.387	3.381	1.611	472
2037	2.250	1.427	3.433	1.636	468
2038	2.294	1.468	3.485	1.662	465
2039	2.339	1.511	3.538	1.687	462
2040	2.385	1.555	3.591	1.714	458
2041	2.432	1.600	3.646	1.740	455
2042	2.479	1.646	3.701	1.767	452
2043	2.528	1.694	3.757	1.795	448
2044	2.577	1.743	3.814	1.822	445
2045	2.628	1.794	3.872	1.851	442
2046	2.679	1.846	3.930	1.879	438
2047	2.731	1.899	3.990	1.909	435
2048	2.785	1.954	4.050	1.938	432
2049	2.839	2.011	4.112	1.968	428
2050	2.895	2.069	4.174	1.999	425

Fuente:

	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
	Proyección (Elaboración propia)

En la siguiente tabla se presenta el consumo energético y las emisiones de GEI proyectadas hasta el año 2050, en base a los 5 escenarios de crecimiento del PIB.

Tabla 53: Proyección de consumo energético y emisiones de GEI en base a 5 escenarios de crecimiento

	Consumo energético (Tcal/año)					Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e/año)				
	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia
1984	3.283	3.283	3.283	3.283	3.283	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54
1985	3.181	3.181	3.181	3.181	3.181	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
1986	3.254	3.254	3.254	3.254	3.254	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
1987	3.324	3.324	3.324	3.324	3.324	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54
1988	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83
1989	3.635	3.635	3.635	3.635	3.635	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
1990	3.512	3.512	3.512	3.512	3.512	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59
1991	3.546	3.546	3.546	3.546	3.546	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69
1992	4.355	4.355	4.355	4.355	4.355	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08
1993	4.496	4.496	4.496	4.496	4.496	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14
1994	4.087	4.087	4.087	4.087	4.087	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88
1995	4.182	4.182	4.182	4.182	4.182	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89
1996	4.459	4.459	4.459	4.459	4.459	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02
1997	4.771	4.771	4.771	4.771	4.771	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
1998	4.766	4.766	4.766	4.766	4.766	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12
1999	4.927	4.927	4.927	4.927	4.927	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17
2000	5.022	5.022	5.022	5.022	5.022	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
2001	4.856	4.856	4.856	4.856	4.856	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08
2002	4.909	4.909	4.909	4.909	4.909	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
2003	4.926	4.926	4.926	4.926	4.926	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
2004	3.754	3.754	3.754	3.754	3.754	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
2005	4.194	4.194	4.194	4.194	4.194	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61
2006	4.285	4.285	4.285	4.285	4.285	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
2007	4.147	4.147	4.147	4.147	4.140	1,74	1,74	1,74	1,74	1,73
2008	4.291	4.291	4.291	4.291	4.264	1,78	1,78	1,78	1,78	1,77
2009	4.391	4.402	4.414	4.425	4.304	1,81	1,82	1,82	1,83	1,78
2010	4.475	4.501	4.526	4.552	4.401	1,84	1,85	1,86	1,87	1,82
2011	4.550	4.591	4.633	4.674	4.495	1,86	1,88	1,89	1,91	1,85
2012	4.619	4.677	4.736	4.795	4.590	1,89	1,91	1,92	1,94	1,88
2013	4.685	4.761	4.838	4.915	4.685	1,91	1,93	1,96	1,98	1,91
2014	4.748	4.843	4.939	5.037	4.781	1,93	1,96	1,99	2,02	1,94
2015	4.810	4.925	5.042	5.160	4.878	1,95	1,98	2,02	2,05	1,97
2016	4.872	5.007	5.145	5.286	4.964	1,97	2,01	2,05	2,09	2,00
2017	4.933	5.089	5.249	5.414	5.048	1,99	2,03	2,08	2,13	2,02
2018	4.994	5.172	5.355	5.544	5.131	2,01	2,06	2,11	2,16	2,05
2019	5.056	5.255	5.463	5.678	5.215	2,02	2,08	2,14	2,20	2,07
2020	5.117	5.340	5.573	5.815	5.300	2,04	2,11	2,17	2,24	2,10
2021	5.179	5.426	5.685	5.956	5.386	2,06	2,13	2,20	2,28	2,12
2022	5.242	5.513	5.799	6.100	5.472	2,08	2,15	2,23	2,32	2,14
2023	5.305	5.602	5.916	6.248	5.560	2,10	2,18	2,27	2,36	2,17
2024	5.369	5.691	6.035	6.400	5.649	2,11	2,20	2,30	2,40	2,19
2025	5.433	5.783	6.157	6.557	5.739	2,13	2,23	2,33	2,44	2,22
2026	5.498	5.876	6.282	6.718	5.831	2,15	2,25	2,36	2,48	2,24

2027	5.564	5.970	6.409	6.884	5.925	2,17	2,28	2,39	2,52	2,27
2028	5.630	6.066	6.540	7.054	6.020	2,19	2,30	2,43	2,56	2,29
2029	5.698	6.164	6.674	7.230	6.118	2,20	2,33	2,46	2,61	2,32
2030	5.766	6.264	6.811	7.410	6.216	2,22	2,35	2,50	2,65	2,34
2031	5.835	6.366	6.951	7.597	6.317	2,24	2,38	2,53	2,70	2,37
2032	5.905	6.470	7.095	7.711	6.420	2,26	2,41	2,57	2,72	2,39
2033	5.976	6.576	7.243	7.812	6.525	2,28	2,43	2,60	2,74	2,42
2034	6.049	6.683	7.394	7.906	6.631	2,29	2,46	2,64	2,76	2,45
2035	6.122	6.793	7.549	7.994	6.740	2,31	2,49	2,68	2,77	2,47
2036	6.196	6.905	7.708	8.077	6.851	2,33	2,51	2,72	2,79	2,50
2037	6.271	7.020	7.872	8.158	6.964	2,35	2,54	2,76	2,81	2,53
2038	6.347	7.136	8.039	8.238	7.080	2,37	2,57	2,80	2,83	2,56
2039	6.425	7.256	8.210	8.318	7.198	2,39	2,60	2,84	2,84	2,59
2040	6.503	7.377	8.387	8.399	7.318	2,41	2,63	2,88	2,86	2,62
2041	6.583	7.501	8.499	8.477	7.441	2,43	2,66	2,90	2,88	2,65
2042	6.664	7.628	8.598	8.554	7.566	2,45	2,69	2,92	2,90	2,68
2043	6.746	7.757	8.691	8.633	7.694	2,47	2,72	2,94	2,91	2,71
2044	6.830	7.889	8.779	8.711	7.824	2,49	2,75	2,96	2,93	2,74
2045	6.915	8.023	8.864	8.791	7.958	2,51	2,79	2,97	2,95	2,77
2046	7.001	8.161	8.947	8.870	8.094	2,53	2,82	2,99	2,97	2,80
2047	7.088	8.301	9.029	8.948	8.233	2,55	2,85	3,01	2,98	2,84
2048	7.177	8.444	9.110	9.028	8.374	2,57	2,89	3,03	3,00	2,87
2049	7.267	8.590	9.192	9.108	8.519	2,60	2,92	3,04	3,02	2,90
2050	7.358	8.740	9.275	9.189	8.667	2,62	2,95	3,06	3,04	2,94

Fuente:

■	Datos históricos (BNE de Ministerio de Energía)
■	Proyección (Elaboración propia)

F. RESULTADOS PROYECCIÓN DE EMISIONES DE GEI POR PROCESOS INDUSTRIALES

F.1. SECTOR CEMENTO

A continuación se presenta la proyección de emisiones de GEI generadas por el proceso productivo del cemento y la producción proyectada de cemento y cal, en los cinco escenarios de crecimiento de PIB.

Tabla 54: Proyección de emisiones de GEI por procesos industriales, Sector Cemento

	Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e)				
	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia
1984	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
1985	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
1986	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
1987	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
1988	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
1989	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
1990	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
1991	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
1992	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
1993	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
1994	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
1995	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74
1996	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
1997	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89
1998	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02
1999	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
2000	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94
2001	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98
2002	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
2003	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12
2004	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
2005	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43
2006	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51
2007	2,83	2,83	2,83	2,83	2,81
2008	3,01	3,01	3,01	3,01	2,93
2009	3,12	3,16	3,20	3,23	2,87
2010	3,24	3,31	3,39	3,47	3,05
2011	3,36	3,48	3,60	3,73	3,24
2012	3,48	3,65	3,83	4,01	3,44
2013	3,61	3,83	4,07	4,32	3,66
2014	3,74	4,03	4,33	4,65	3,88
2015	3,89	4,23	4,61	5,01	4,13
2016	4,03	4,45	4,90	5,41	4,34
2017	4,18	4,67	5,22	5,83	4,56
2018	4,34	4,91	5,56	6,30	4,80
2019	4,51	5,17	5,93	6,80	5,04

2020	4,68	5,44	6,32	7,35	5,31
2021	4,86	5,72	6,74	7,96	5,58
2022	5,05	6,02	7,20	8,61	5,88
2023	5,25	6,34	7,68	9,33	6,19
2024	5,45	6,68	8,21	10,11	6,52
2025	5,67	7,04	8,77	10,96	6,86
2026	5,89	7,42	9,38	11,89	7,23
2027	6,12	7,82	10,03	12,91	7,63
2028	6,37	8,25	10,74	14,03	8,04
2029	6,62	8,70	11,50	15,25	8,48
2030	6,89	9,18	12,31	16,59	8,95
2031	6,98	9,33	12,53	16,91	9,09
2032	7,07	9,48	12,77	17,04	9,24
2033	7,17	9,64	13,01	17,18	9,40
2034	7,27	9,80	13,26	17,31	9,56
2035	7,37	9,97	13,52	17,45	9,72
2036	7,47	10,15	13,80	17,59	9,90
2037	7,58	10,33	14,09	17,73	10,07
2038	7,69	10,52	14,39	17,87	10,26
2039	7,80	10,71	14,70	18,01	10,45
2040	7,92	10,92	15,03	18,16	10,65
2041	8,04	11,12	15,18	18,30	10,85
2042	8,16	11,34	15,32	18,44	11,07
2043	8,29	11,56	15,47	18,58	11,29
2044	8,41	11,80	15,62	18,73	11,52
2045	8,55	12,04	15,78	18,88	11,75
2046	8,68	12,29	15,93	19,03	12,00
2047	8,82	12,54	16,08	19,18	12,25
2048	8,96	12,81	16,24	19,34	12,51
2049	9,11	13,09	16,40	19,50	12,79
2050	9,26	13,37	16,56	19,66	13,07

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55: Proyección de producción de clinker y cal

	Producción de Clinker ²⁹ (Miles de ton)					Producción de Cal (Miles de ton)				
	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia
1984	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	148	148	148	148	148
1985	1.069	1.069	1.069	1.069	1.069	159	159	159	159	159
1986	1.078	1.078	1.078	1.078	1.078	160	160	160	160	160
1987	1.214	1.214	1.214	1.214	1.214	188	188	188	188	188
1988	1.412	1.412	1.412	1.412	1.412	206	206	206	206	206
1989	1.505	1.505	1.505	1.505	1.505	231	231	231	231	231
1990	1.552	1.552	1.552	1.552	1.552	208	208	208	208	208

²⁹ El factor de emisión indicado por las Directrices IPCC 2006 para las emisiones por procesos industriales asociadas a la producción de cemento, es 0,52 tCO₂/ton clinker producida. De acuerdo a lo señalado en las directrices IPCC 2006, si se tiene certeza de que esencialmente todo el cemento producido corresponde a cemento portland, se puede asumir que la fracción de clinker corresponde a 95% de la producción de cemento, en caso contrario, debe considerarse que es igual a 75% (esta última consideración se utiliza en el presente estudio).

1991	1.676	1.676	1.676	1.676	1.676	301	301	301	301	301
1992	1.994	1.994	1.994	1.994	1.994	429	429	429	429	429
1993	2.267	2.267	2.267	2.267	2.267	500	500	500	500	500
1994	2.246	2.246	2.246	2.246	2.246	546	546	546	546	546
1995	2.456	2.456	2.456	2.456	2.456	611	611	611	611	611
1996	2.726	2.726	2.726	2.726	2.726	582	582	582	582	582
1997	2.801	2.801	2.801	2.801	2.801	574	574	574	574	574
1998	2.886	2.886	2.886	2.886	2.886	686	686	686	686	686
1999	2.277	2.277	2.277	2.277	2.277	694	694	694	694	694
2000	2.533	2.533	2.533	2.533	2.533	827	827	827	827	827
2001	2.635	2.635	2.635	2.635	2.635	813	813	813	813	813
2002	2.597	2.597	2.597	2.597	2.597	873	873	873	873	873
2003	2.717	2.717	2.717	2.717	2.717	941	941	941	941	941
2004	2.849	2.849	2.849	2.849	2.849	1.096	1.096	1.096	1.096	1.096
2005	2.999	2.999	2.999	2.999	2.999	1.164	1.164	1.164	1.164	1.164
2006	3.084	3.084	3.084	3.084	3.084	1.212	1.212	1.212	1.212	1.212
2007	3.498	3.498	3.498	3.498	3.477	1.347	1.347	1.347	1.347	1.331
2008	3.664	3.664	3.664	3.664	3.592	1.475	1.475	1.475	1.475	1.419
2009	3.762	3.794	3.827	3.860	3.538	1.554	1.581	1.607	1.634	1.377
2010	3.863	3.930	3.998	4.066	3.702	1.637	1.694	1.752	1.811	1.505
2011	3.966	4.070	4.176	4.284	3.867	1.724	1.815	1.909	2.007	1.641
2012	4.072	4.215	4.362	4.513	4.039	1.817	1.945	2.081	2.224	1.788
2013	4.181	4.366	4.557	4.754	4.219	1.914	2.084	2.267	2.465	1.948
2014	4.293	4.522	4.760	5.008	4.408	2.016	2.233	2.471	2.732	2.123
2015	4.408	4.683	4.972	5.276	4.604	2.124	2.393	2.693	3.027	2.314
2016	4.526	4.850	5.194	5.559	4.769	2.238	2.564	2.935	3.354	2.480
2017	4.648	5.024	5.426	5.856	4.939	2.357	2.748	3.198	3.717	2.657
2018	4.772	5.203	5.668	6.169	5.115	2.483	2.945	3.486	4.119	2.847
2019	4.900	5.389	5.920	6.499	5.298	2.616	3.155	3.799	4.565	3.051
2020	5.031	5.581	6.185	6.847	5.487	2.756	3.381	4.140	5.059	3.270
2021	5.166	5.780	6.460	7.213	5.683	2.904	3.623	4.511	5.606	3.504
2022	5.304	5.987	6.748	7.599	5.885	3.059	3.882	4.917	6.212	3.754
2023	5.447	6.200	7.049	8.005	6.096	3.222	4.160	5.358	6.884	4.023
2024	5.592	6.422	7.364	8.433	6.313	3.395	4.458	5.839	7.629	4.311
2025	5.742	6.651	7.692	8.885	6.539	3.576	4.777	6.364	8.454	4.620
2026	5.896	6.888	8.035	9.360	6.772	3.768	5.119	6.935	9.368	4.950
2027	6.054	7.134	8.394	9.861	7.014	3.969	5.486	7.558	10.382	5.305
2028	6.216	7.389	8.768	10.388	7.264	4.181	5.878	8.237	11.505	5.684
2029	6.383	7.652	9.159	10.944	7.523	4.405	6.299	8.976	12.749	6.091
2030	6.554	7.926	9.568	11.529	7.792	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2031	6.729	8.209	9.994	12.146	8.070	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2032	6.909	8.502	10.440	12.398	8.358	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2033	7.094	8.805	10.906	12.657	8.657	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2034	7.285	9.119	11.392	12.920	8.966	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2035	7.480	9.445	11.900	13.189	9.286	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2036	7.680	9.782	12.431	13.448	9.617	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2037	7.886	10.131	12.985	13.712	9.960	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2038	8.097	10.493	13.564	13.982	10.316	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2039	8.314	10.868	14.169	14.256	10.684	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2040	8.537	11.255	14.801	14.537	11.066	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2041	8.765	11.657	15.076	14.807	11.461	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2042	9.000	12.073	15.356	15.082	11.870	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2043	9.241	12.504	15.642	15.362	12.293	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2044	9.489	12.951	15.932	15.648	12.732	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2045	9.743	13.413	16.228	15.938	13.187	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2046	10.004	13.892	16.520	16.224	13.657	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2047	10.272	14.388	16.816	16.516	14.145	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527

2048	10.547	14.901	17.118	16.812	14.650	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2049	10.829	15.433	17.426	17.114	15.173	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527
2050	11.119	15.984	17.739	17.422	15.714	4.641	6.750	9.783	14.128	6.527

Fuente:

■	Datos históricos (ICH - Poch y Deuman 2008)
■	Proyección (Elaboración propia)

F.2. SECTOR SIDERURGIA

A continuación se presenta la proyección de emisiones de GEI generadas por el proceso productivo del acero y la proyección de producción del mismo, en los cinco escenarios de crecimiento de PIB.

Tabla 56: Proyección de emisiones de GEI por procesos industriales, Sector Siderurgia

	Emisiones GEI (Millones de tCO ₂ e)				
	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia
1984	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
1985	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
1986	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
1987	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
1988	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
1989	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
1990	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
1991	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
1992	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
1993	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76
1994	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71
1995	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63
1996	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
1997	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87
1998	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87
1999	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98
2000	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
2001	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72
2002	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74
2003	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
2004	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08
2005	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98
2006	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
2007	2,17	2,17	2,17	2,17	2,16
2008	2,23	2,23	2,23	2,23	2,20
2009	2,26	2,27	2,28	2,29	2,18
2010	2,29	2,31	2,34	2,36	2,24
2011	2,33	2,36	2,39	2,43	2,29
2012	2,36	2,41	2,45	2,50	2,35
2013	2,40	2,45	2,51	2,57	2,41
2014	2,43	2,50	2,57	2,65	2,47

2015	2,47	2,55	2,64	2,72	2,53
2016	2,50	2,60	2,70	2,80	2,58
2017	2,54	2,65	2,77	2,89	2,63
2018	2,58	2,70	2,83	2,97	2,68
2019	2,62	2,76	2,90	3,06	2,73
2020	2,65	2,81	2,97	3,15	2,78
2021	2,69	2,87	3,05	3,24	2,84
2022	2,73	2,92	3,12	3,33	2,89
2023	2,77	2,98	3,20	3,43	2,95
2024	2,81	3,04	3,28	3,53	3,01
2025	2,85	3,10	3,36	3,63	3,07
2026	2,90	3,16	3,44	3,74	3,13
2027	2,94	3,22	3,52	3,85	3,19
2028	2,98	3,28	3,61	3,96	3,25
2029	3,03	3,35	3,69	4,08	3,31
2030	3,07	3,41	3,79	4,20	3,38
2031	3,12	3,48	3,88	4,32	3,45
2032	3,16	3,55	3,97	4,37	3,51
2033	3,21	3,62	4,07	4,42	3,58
2034	3,26	3,69	4,17	4,47	3,65
2035	3,30	3,76	4,27	4,52	3,72
2036	3,35	3,83	4,37	4,57	3,80
2037	3,40	3,91	4,48	4,62	3,87
2038	3,45	3,98	4,59	4,67	3,95
2039	3,50	4,06	4,70	4,72	4,02
2040	3,55	4,14	4,82	4,77	4,10
2041	3,61	4,22	4,87	4,82	4,18
2042	3,66	4,30	4,92	4,87	4,26
2043	3,71	4,39	4,97	4,92	4,35
2044	3,77	4,47	5,02	4,97	4,43
2045	3,82	4,56	5,07	5,02	4,52
2046	3,88	4,65	5,12	5,07	4,61
2047	3,94	4,74	5,17	5,12	4,70
2048	3,99	4,84	5,22	5,17	4,79
2049	4,05	4,93	5,27	5,22	4,88
2050	4,11	5,03	5,32	5,27	4,98

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57: Proyección de producción de acero

	Producción (Miles de ton)				
	Esc. Pesimista	Esc. Medio Bajo	Esc. Medio Alto	Esc. Optimista	Esc. Referencia
1984	663	663	663	663	663
1985	655	655	655	655	655
1986	671	671	671	671	671
1987	690	690	690	690	690
1988	870	870	870	870	870
1989	760	760	760	760	760
1990	736	736	736	736	736
1991	763	763	763	763	763
1992	973	973	973	973	973
1993	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022
1994	997	997	997	997	997
1995	950	950	950	950	950
1996	1.105	1.105	1.105	1.105	1.105
1997	1.087	1.087	1.087	1.087	1.087
1998	1.090	1.090	1.090	1.090	1.090
1999	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150
2000	1.136	1.136	1.136	1.136	1.136
2001	1.001	1.001	1.001	1.001	1.001
2002	1.013	1.013	1.013	1.013	1.013
2003	1.077	1.077	1.077	1.077	1.077
2004	1.209	1.209	1.209	1.209	1.209
2005	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153
2006	1.185	1.185	1.185	1.185	1.185
2007	1.262	1.262	1.262	1.262	1.258
2008	1.295	1.295	1.295	1.295	1.281
2009	1.314	1.320	1.326	1.333	1.270
2010	1.333	1.346	1.359	1.371	1.302
2011	1.353	1.372	1.392	1.412	1.334
2012	1.373	1.399	1.426	1.453	1.366
2013	1.393	1.426	1.461	1.495	1.400
2014	1.413	1.454	1.496	1.539	1.434
2015	1.434	1.483	1.533	1.584	1.469
2016	1.455	1.512	1.570	1.630	1.498
2017	1.477	1.541	1.609	1.678	1.527
2018	1.498	1.572	1.648	1.727	1.557
2019	1.520	1.602	1.688	1.777	1.587
2020	1.543	1.634	1.729	1.829	1.618
2021	1.565	1.666	1.771	1.883	1.650
2022	1.589	1.698	1.815	1.938	1.682
2023	1.612	1.732	1.859	1.994	1.715
2024	1.636	1.765	1.904	2.052	1.749
2025	1.660	1.800	1.951	2.112	1.783
2026	1.684	1.835	1.998	2.174	1.818
2027	1.709	1.871	2.047	2.238	1.854
2028	1.734	1.908	2.097	2.303	1.890
2029	1.760	1.945	2.148	2.370	1.927
2030	1.785	1.983	2.201	2.440	1.965

2031	1.812	2.022	2.254	2.511	2.003
2032	1.838	2.062	2.309	2.540	2.042
2033	1.865	2.102	2.366	2.569	2.082
2034	1.893	2.143	2.423	2.598	2.123
2035	1.921	2.185	2.483	2.628	2.165
2036	1.949	2.228	2.543	2.656	2.207
2037	1.978	2.271	2.605	2.685	2.250
2038	2.007	2.316	2.669	2.714	2.294
2039	2.036	2.361	2.734	2.743	2.339
2040	2.066	2.407	2.801	2.773	2.385
2041	2.097	2.454	2.829	2.801	2.432
2042	2.128	2.503	2.858	2.830	2.479
2043	2.159	2.552	2.887	2.859	2.528
2044	2.191	2.601	2.917	2.888	2.577
2045	2.223	2.652	2.947	2.918	2.628
2046	2.256	2.704	2.976	2.946	2.679
2047	2.289	2.757	3.005	2.976	2.731
2048	2.322	2.811	3.035	3.005	2.785
2049	2.357	2.866	3.065	3.035	2.839
2050	2.391	2.922	3.095	3.065	2.895

Fuente:

Datos históricos (Poch y Deuman 2008)
Proyección (Elaboración propia)

G. DEMANDA ELÉCTRICA DEL SECTOR INDUSTRIAL Y MINERO.

En la planilla presentada a continuación se presenta la proyección de demanda de energía del sector Industrial y Minero de 2006 a 2050, para cada escenario considerado.

Tabla 58: Demanda del sector Industrial y Minero al 2050

Sistema Eléctrico	Escenario PIB	Año	Consumo (GWh)
Aysén	Escenario Medio Alto	2006	25
Aysén	Escenario Medio Alto	2007	26
Aysén	Escenario Medio Alto	2008	28
Aysén	Escenario Medio Alto	2009	29
Aysén	Escenario Medio Alto	2010	31
Aysén	Escenario Medio Alto	2011	33
Aysén	Escenario Medio Alto	2012	35
Aysén	Escenario Medio Alto	2013	37
Aysén	Escenario Medio Alto	2014	39
Aysén	Escenario Medio Alto	2015	41
Aysén	Escenario Medio Alto	2016	43
Aysén	Escenario Medio Alto	2017	46
Aysén	Escenario Medio Alto	2018	48
Aysén	Escenario Medio Alto	2019	51
Aysén	Escenario Medio Alto	2020	54
Aysén	Escenario Medio Alto	2021	57
Aysén	Escenario Medio Alto	2022	60
Aysén	Escenario Medio Alto	2023	63
Aysén	Escenario Medio Alto	2024	67
Aysén	Escenario Medio Alto	2025	71
Aysén	Escenario Medio Alto	2026	75
Aysén	Escenario Medio Alto	2027	79
Aysén	Escenario Medio Alto	2028	84
Aysén	Escenario Medio Alto	2029	88
Aysén	Escenario Medio Alto	2030	93
Aysén	Escenario Medio Alto	2031	98
Aysén	Escenario Medio Alto	2032	103
Aysén	Escenario Medio Alto	2033	108
Aysén	Escenario Medio Alto	2034	113
Aysén	Escenario Medio Alto	2035	118
Aysén	Escenario Medio Alto	2036	124
Aysén	Escenario Medio Alto	2037	130

Aysén	Escenario Medio Alto	2038	136
Aysén	Escenario Medio Alto	2039	142
Aysén	Escenario Medio Alto	2040	149
Aysén	Escenario Medio Alto	2041	152
Aysén	Escenario Medio Alto	2042	155
Aysén	Escenario Medio Alto	2043	158
Aysén	Escenario Medio Alto	2044	161
Aysén	Escenario Medio Alto	2045	165
Aysén	Escenario Medio Alto	2046	168
Aysén	Escenario Medio Alto	2047	171
Aysén	Escenario Medio Alto	2048	174
Aysén	Escenario Medio Alto	2049	178
Aysén	Escenario Medio Alto	2050	181
Aysén	Escenario Medio Bajo	2006	25
Aysén	Escenario Medio Bajo	2007	26
Aysén	Escenario Medio Bajo	2008	28
Aysén	Escenario Medio Bajo	2009	29
Aysén	Escenario Medio Bajo	2010	31
Aysén	Escenario Medio Bajo	2011	32
Aysén	Escenario Medio Bajo	2012	33
Aysén	Escenario Medio Bajo	2013	35
Aysén	Escenario Medio Bajo	2014	36
Aysén	Escenario Medio Bajo	2015	38
Aysén	Escenario Medio Bajo	2016	40
Aysén	Escenario Medio Bajo	2017	42
Aysén	Escenario Medio Bajo	2018	43
Aysén	Escenario Medio Bajo	2019	45
Aysén	Escenario Medio Bajo	2020	47
Aysén	Escenario Medio Bajo	2021	50
Aysén	Escenario Medio Bajo	2022	52
Aysén	Escenario Medio Bajo	2023	54
Aysén	Escenario Medio Bajo	2024	57
Aysén	Escenario Medio Bajo	2025	59
Aysén	Escenario Medio Bajo	2026	62
Aysén	Escenario Medio Bajo	2027	65
Aysén	Escenario Medio Bajo	2028	68
Aysén	Escenario Medio Bajo	2029	71
Aysén	Escenario Medio Bajo	2030	74
Aysén	Escenario Medio Bajo	2031	77
Aysén	Escenario Medio Bajo	2032	80
Aysén	Escenario Medio Bajo	2033	83

Aysén	Escenario Medio Bajo	2034	86
Aysén	Escenario Medio Bajo	2035	89
Aysén	Escenario Medio Bajo	2036	93
Aysén	Escenario Medio Bajo	2037	96
Aysén	Escenario Medio Bajo	2038	100
Aysén	Escenario Medio Bajo	2039	104
Aysén	Escenario Medio Bajo	2040	108
Aysén	Escenario Medio Bajo	2041	112
Aysén	Escenario Medio Bajo	2042	116
Aysén	Escenario Medio Bajo	2043	120
Aysén	Escenario Medio Bajo	2044	125
Aysén	Escenario Medio Bajo	2045	130
Aysén	Escenario Medio Bajo	2046	135
Aysén	Escenario Medio Bajo	2047	140
Aysén	Escenario Medio Bajo	2048	145
Aysén	Escenario Medio Bajo	2049	151
Aysén	Escenario Medio Bajo	2050	157
Aysén	Escenario Optimista	2006	25
Aysén	Escenario Optimista	2007	26
Aysén	Escenario Optimista	2008	28
Aysén	Escenario Optimista	2009	30
Aysén	Escenario Optimista	2010	32
Aysén	Escenario Optimista	2011	34
Aysén	Escenario Optimista	2012	36
Aysén	Escenario Optimista	2013	38
Aysén	Escenario Optimista	2014	41
Aysén	Escenario Optimista	2015	44
Aysén	Escenario Optimista	2016	47
Aysén	Escenario Optimista	2017	50
Aysén	Escenario Optimista	2018	53
Aysén	Escenario Optimista	2019	57
Aysén	Escenario Optimista	2020	61
Aysén	Escenario Optimista	2021	65
Aysén	Escenario Optimista	2022	69
Aysén	Escenario Optimista	2023	74
Aysén	Escenario Optimista	2024	79
Aysén	Escenario Optimista	2025	84
Aysén	Escenario Optimista	2026	90
Aysén	Escenario Optimista	2027	97
Aysén	Escenario Optimista	2028	103
Aysén	Escenario Optimista	2029	110

Aysén	Escenario Optimista	2030	118
Aysén	Escenario Optimista	2031	125
Aysén	Escenario Optimista	2032	128
Aysén	Escenario Optimista	2033	130
Aysén	Escenario Optimista	2034	133
Aysén	Escenario Optimista	2035	136
Aysén	Escenario Optimista	2036	139
Aysén	Escenario Optimista	2037	142
Aysén	Escenario Optimista	2038	145
Aysén	Escenario Optimista	2039	148
Aysén	Escenario Optimista	2040	151
Aysén	Escenario Optimista	2041	154
Aysén	Escenario Optimista	2042	157
Aysén	Escenario Optimista	2043	161
Aysén	Escenario Optimista	2044	164
Aysén	Escenario Optimista	2045	167
Aysén	Escenario Optimista	2046	170
Aysén	Escenario Optimista	2047	174
Aysén	Escenario Optimista	2048	177
Aysén	Escenario Optimista	2049	180
Aysén	Escenario Optimista	2050	184
Aysén	Escenario Pesimista	2006	25
Aysén	Escenario Pesimista	2007	26
Aysén	Escenario Pesimista	2008	28
Aysén	Escenario Pesimista	2009	29
Aysén	Escenario Pesimista	2010	30
Aysén	Escenario Pesimista	2011	31
Aysén	Escenario Pesimista	2012	32
Aysén	Escenario Pesimista	2013	33
Aysén	Escenario Pesimista	2014	34
Aysén	Escenario Pesimista	2015	35
Aysén	Escenario Pesimista	2016	37
Aysén	Escenario Pesimista	2017	38
Aysén	Escenario Pesimista	2018	39
Aysén	Escenario Pesimista	2019	41
Aysén	Escenario Pesimista	2020	42
Aysén	Escenario Pesimista	2021	43
Aysén	Escenario Pesimista	2022	45
Aysén	Escenario Pesimista	2023	46
Aysén	Escenario Pesimista	2024	48
Aysén	Escenario Pesimista	2025	49

Aysén	Escenario Pesimista	2026	51
Aysén	Escenario Pesimista	2027	53
Aysén	Escenario Pesimista	2028	55
Aysén	Escenario Pesimista	2029	57
Aysén	Escenario Pesimista	2030	58
Aysén	Escenario Pesimista	2031	60
Aysén	Escenario Pesimista	2032	62
Aysén	Escenario Pesimista	2033	64
Aysén	Escenario Pesimista	2034	65
Aysén	Escenario Pesimista	2035	67
Aysén	Escenario Pesimista	2036	69
Aysén	Escenario Pesimista	2037	71
Aysén	Escenario Pesimista	2038	73
Aysén	Escenario Pesimista	2039	75
Aysén	Escenario Pesimista	2040	77
Aysén	Escenario Pesimista	2041	80
Aysén	Escenario Pesimista	2042	82
Aysén	Escenario Pesimista	2043	84
Aysén	Escenario Pesimista	2044	87
Aysén	Escenario Pesimista	2045	89
Aysén	Escenario Pesimista	2046	92
Aysén	Escenario Pesimista	2047	94
Aysén	Escenario Pesimista	2048	97
Aysén	Escenario Pesimista	2049	100
Aysén	Escenario Pesimista	2050	103
Aysén	Escenario Referencia	2006	25
Aysén	Escenario Referencia	2007	26
Aysén	Escenario Referencia	2008	27
Aysén	Escenario Referencia	2009	27
Aysén	Escenario Referencia	2010	29
Aysén	Escenario Referencia	2011	30
Aysén	Escenario Referencia	2012	32
Aysén	Escenario Referencia	2013	33
Aysén	Escenario Referencia	2014	35
Aysén	Escenario Referencia	2015	37
Aysén	Escenario Referencia	2016	39
Aysén	Escenario Referencia	2017	41
Aysén	Escenario Referencia	2018	42
Aysén	Escenario Referencia	2019	44
Aysén	Escenario Referencia	2020	46
Aysén	Escenario Referencia	2021	49

Aysén	Escenario Referencia	2022	51
Aysén	Escenario Referencia	2023	53
Aysén	Escenario Referencia	2024	55
Aysén	Escenario Referencia	2025	58
Aysén	Escenario Referencia	2026	61
Aysén	Escenario Referencia	2027	63
Aysén	Escenario Referencia	2028	66
Aysén	Escenario Referencia	2029	69
Aysén	Escenario Referencia	2030	72
Aysén	Escenario Referencia	2031	75
Aysén	Escenario Referencia	2032	78
Aysén	Escenario Referencia	2033	81
Aysén	Escenario Referencia	2034	84
Aysén	Escenario Referencia	2035	87
Aysén	Escenario Referencia	2036	91
Aysén	Escenario Referencia	2037	94
Aysén	Escenario Referencia	2038	98
Aysén	Escenario Referencia	2039	101
Aysén	Escenario Referencia	2040	105
Aysén	Escenario Referencia	2041	109
Aysén	Escenario Referencia	2042	113
Aysén	Escenario Referencia	2043	118
Aysén	Escenario Referencia	2044	122
Aysén	Escenario Referencia	2045	127
Aysén	Escenario Referencia	2046	132
Aysén	Escenario Referencia	2047	137
Aysén	Escenario Referencia	2048	142
Aysén	Escenario Referencia	2049	147
Aysén	Escenario Referencia	2050	153
Magallanes	Escenario Medio Alto	2006	39
Magallanes	Escenario Medio Alto	2007	41
Magallanes	Escenario Medio Alto	2008	43
Magallanes	Escenario Medio Alto	2009	45
Magallanes	Escenario Medio Alto	2010	48
Magallanes	Escenario Medio Alto	2011	50
Magallanes	Escenario Medio Alto	2012	53
Magallanes	Escenario Medio Alto	2013	56
Magallanes	Escenario Medio Alto	2014	59
Magallanes	Escenario Medio Alto	2015	62
Magallanes	Escenario Medio Alto	2016	65
Magallanes	Escenario Medio Alto	2017	69

Magallanes	Escenario Medio Alto	2018	72
Magallanes	Escenario Medio Alto	2019	76
Magallanes	Escenario Medio Alto	2020	80
Magallanes	Escenario Medio Alto	2021	85
Magallanes	Escenario Medio Alto	2022	89
Magallanes	Escenario Medio Alto	2023	94
Magallanes	Escenario Medio Alto	2024	99
Magallanes	Escenario Medio Alto	2025	105
Magallanes	Escenario Medio Alto	2026	111
Magallanes	Escenario Medio Alto	2027	117
Magallanes	Escenario Medio Alto	2028	123
Magallanes	Escenario Medio Alto	2029	130
Magallanes	Escenario Medio Alto	2030	137
Magallanes	Escenario Medio Alto	2031	144
Magallanes	Escenario Medio Alto	2032	150
Magallanes	Escenario Medio Alto	2033	157
Magallanes	Escenario Medio Alto	2034	165
Magallanes	Escenario Medio Alto	2035	172
Magallanes	Escenario Medio Alto	2036	181
Magallanes	Escenario Medio Alto	2037	189
Magallanes	Escenario Medio Alto	2038	198
Magallanes	Escenario Medio Alto	2039	207
Magallanes	Escenario Medio Alto	2040	217
Magallanes	Escenario Medio Alto	2041	221
Magallanes	Escenario Medio Alto	2042	226
Magallanes	Escenario Medio Alto	2043	230
Magallanes	Escenario Medio Alto	2044	234
Magallanes	Escenario Medio Alto	2045	239
Magallanes	Escenario Medio Alto	2046	244
Magallanes	Escenario Medio Alto	2047	248
Magallanes	Escenario Medio Alto	2048	253
Magallanes	Escenario Medio Alto	2049	258
Magallanes	Escenario Medio Alto	2050	263
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2006	39
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2007	41
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2008	43
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2009	45
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2010	47
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2011	49
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2012	51
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2013	53

Magallanes	Escenario Medio Bajo	2014	55
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2015	58
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2016	60
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2017	63
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2018	66
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2019	68
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2020	71
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2021	74
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2022	78
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2023	81
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2024	85
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2025	88
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2026	92
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2027	96
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2028	100
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2029	105
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2030	109
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2031	113
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2032	118
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2033	122
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2034	127
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2035	131
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2036	136
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2037	141
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2038	147
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2039	152
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2040	158
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2041	164
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2042	170
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2043	176
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2044	183
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2045	190
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2046	197
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2047	204
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2048	212
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2049	220
Magallanes	Escenario Medio Bajo	2050	228
Magallanes	Escenario Optimista	2006	39
Magallanes	Escenario Optimista	2007	41
Magallanes	Escenario Optimista	2008	43
Magallanes	Escenario Optimista	2009	46

Magallanes	Escenario Optimista	2010	48
Magallanes	Escenario Optimista	2011	51
Magallanes	Escenario Optimista	2012	55
Magallanes	Escenario Optimista	2013	58
Magallanes	Escenario Optimista	2014	62
Magallanes	Escenario Optimista	2015	66
Magallanes	Escenario Optimista	2016	70
Magallanes	Escenario Optimista	2017	75
Magallanes	Escenario Optimista	2018	80
Magallanes	Escenario Optimista	2019	85
Magallanes	Escenario Optimista	2020	90
Magallanes	Escenario Optimista	2021	96
Magallanes	Escenario Optimista	2022	103
Magallanes	Escenario Optimista	2023	110
Magallanes	Escenario Optimista	2024	117
Magallanes	Escenario Optimista	2025	124
Magallanes	Escenario Optimista	2026	133
Magallanes	Escenario Optimista	2027	142
Magallanes	Escenario Optimista	2028	151
Magallanes	Escenario Optimista	2029	161
Magallanes	Escenario Optimista	2030	172
Magallanes	Escenario Optimista	2031	182
Magallanes	Escenario Optimista	2032	186
Magallanes	Escenario Optimista	2033	190
Magallanes	Escenario Optimista	2034	194
Magallanes	Escenario Optimista	2035	198
Magallanes	Escenario Optimista	2036	202
Magallanes	Escenario Optimista	2037	206
Magallanes	Escenario Optimista	2038	211
Magallanes	Escenario Optimista	2039	215
Magallanes	Escenario Optimista	2040	219
Magallanes	Escenario Optimista	2041	224
Magallanes	Escenario Optimista	2042	228
Magallanes	Escenario Optimista	2043	233
Magallanes	Escenario Optimista	2044	237
Magallanes	Escenario Optimista	2045	242
Magallanes	Escenario Optimista	2046	246
Magallanes	Escenario Optimista	2047	251
Magallanes	Escenario Optimista	2048	256
Magallanes	Escenario Optimista	2049	261
Magallanes	Escenario Optimista	2050	266

Magallanes	Escenario Pesimista	2006	39
Magallanes	Escenario Pesimista	2007	41
Magallanes	Escenario Pesimista	2008	43
Magallanes	Escenario Pesimista	2009	45
Magallanes	Escenario Pesimista	2010	46
Magallanes	Escenario Pesimista	2011	48
Magallanes	Escenario Pesimista	2012	49
Magallanes	Escenario Pesimista	2013	51
Magallanes	Escenario Pesimista	2014	52
Magallanes	Escenario Pesimista	2015	54
Magallanes	Escenario Pesimista	2016	56
Magallanes	Escenario Pesimista	2017	58
Magallanes	Escenario Pesimista	2018	59
Magallanes	Escenario Pesimista	2019	61
Magallanes	Escenario Pesimista	2020	63
Magallanes	Escenario Pesimista	2021	65
Magallanes	Escenario Pesimista	2022	67
Magallanes	Escenario Pesimista	2023	70
Magallanes	Escenario Pesimista	2024	72
Magallanes	Escenario Pesimista	2025	74
Magallanes	Escenario Pesimista	2026	77
Magallanes	Escenario Pesimista	2027	79
Magallanes	Escenario Pesimista	2028	82
Magallanes	Escenario Pesimista	2029	84
Magallanes	Escenario Pesimista	2030	87
Magallanes	Escenario Pesimista	2031	90
Magallanes	Escenario Pesimista	2032	92
Magallanes	Escenario Pesimista	2033	95
Magallanes	Escenario Pesimista	2034	97
Magallanes	Escenario Pesimista	2035	100
Magallanes	Escenario Pesimista	2036	103
Magallanes	Escenario Pesimista	2037	106
Magallanes	Escenario Pesimista	2038	109
Magallanes	Escenario Pesimista	2039	112
Magallanes	Escenario Pesimista	2040	115
Magallanes	Escenario Pesimista	2041	118
Magallanes	Escenario Pesimista	2042	121
Magallanes	Escenario Pesimista	2043	125
Magallanes	Escenario Pesimista	2044	128
Magallanes	Escenario Pesimista	2045	132
Magallanes	Escenario Pesimista	2046	135

Magallanes	Escenario Pesimista	2047	139
Magallanes	Escenario Pesimista	2048	143
Magallanes	Escenario Pesimista	2049	147
Magallanes	Escenario Pesimista	2050	151
Magallanes	Escenario Referencia	2006	39
Magallanes	Escenario Referencia	2007	40
Magallanes	Escenario Referencia	2008	42
Magallanes	Escenario Referencia	2009	42
Magallanes	Escenario Referencia	2010	44
Magallanes	Escenario Referencia	2011	46
Magallanes	Escenario Referencia	2012	48
Magallanes	Escenario Referencia	2013	51
Magallanes	Escenario Referencia	2014	53
Magallanes	Escenario Referencia	2015	56
Magallanes	Escenario Referencia	2016	59
Magallanes	Escenario Referencia	2017	62
Magallanes	Escenario Referencia	2018	64
Magallanes	Escenario Referencia	2019	67
Magallanes	Escenario Referencia	2020	70
Magallanes	Escenario Referencia	2021	73
Magallanes	Escenario Referencia	2022	76
Magallanes	Escenario Referencia	2023	79
Magallanes	Escenario Referencia	2024	83
Magallanes	Escenario Referencia	2025	86
Magallanes	Escenario Referencia	2026	90
Magallanes	Escenario Referencia	2027	94
Magallanes	Escenario Referencia	2028	98
Magallanes	Escenario Referencia	2029	103
Magallanes	Escenario Referencia	2030	107
Magallanes	Escenario Referencia	2031	111
Magallanes	Escenario Referencia	2032	115
Magallanes	Escenario Referencia	2033	120
Magallanes	Escenario Referencia	2034	124
Magallanes	Escenario Referencia	2035	129
Magallanes	Escenario Referencia	2036	133
Magallanes	Escenario Referencia	2037	138
Magallanes	Escenario Referencia	2038	144
Magallanes	Escenario Referencia	2039	149
Magallanes	Escenario Referencia	2040	155
Magallanes	Escenario Referencia	2041	160
Magallanes	Escenario Referencia	2042	166

Magallanes	Escenario Referencia	2043	173
Magallanes	Escenario Referencia	2044	179
Magallanes	Escenario Referencia	2045	186
Magallanes	Escenario Referencia	2046	193
Magallanes	Escenario Referencia	2047	200
Magallanes	Escenario Referencia	2048	208
Magallanes	Escenario Referencia	2049	215
Magallanes	Escenario Referencia	2050	223
SIC	Escenario Medio Alto	2006	23.052
SIC	Escenario Medio Alto	2007	24.637
SIC	Escenario Medio Alto	2008	26.242
SIC	Escenario Medio Alto	2009	27.463
SIC	Escenario Medio Alto	2010	28.868
SIC	Escenario Medio Alto	2011	30.497
SIC	Escenario Medio Alto	2012	32.339
SIC	Escenario Medio Alto	2013	33.258
SIC	Escenario Medio Alto	2014	34.853
SIC	Escenario Medio Alto	2015	36.714
SIC	Escenario Medio Alto	2016	39.194
SIC	Escenario Medio Alto	2017	40.371
SIC	Escenario Medio Alto	2018	42.435
SIC	Escenario Medio Alto	2019	44.623
SIC	Escenario Medio Alto	2020	46.940
SIC	Escenario Medio Alto	2021	49.023
SIC	Escenario Medio Alto	2022	51.216
SIC	Escenario Medio Alto	2023	53.510
SIC	Escenario Medio Alto	2024	55.933
SIC	Escenario Medio Alto	2025	58.489
SIC	Escenario Medio Alto	2026	61.200
SIC	Escenario Medio Alto	2027	64.066
SIC	Escenario Medio Alto	2028	67.082
SIC	Escenario Medio Alto	2029	70.257
SIC	Escenario Medio Alto	2030	73.603
SIC	Escenario Medio Alto	2031	77.374
SIC	Escenario Medio Alto	2032	80.257
SIC	Escenario Medio Alto	2033	83.279
SIC	Escenario Medio Alto	2034	86.438
SIC	Escenario Medio Alto	2035	89.749
SIC	Escenario Medio Alto	2036	93.213
SIC	Escenario Medio Alto	2037	96.841
SIC	Escenario Medio Alto	2038	100.622

SIC	Escenario Medio Alto	2039	104.570
SIC	Escenario Medio Alto	2040	108.682
SIC	Escenario Medio Alto	2041	110.713
SIC	Escenario Medio Alto	2042	113.174
SIC	Escenario Medio Alto	2043	115.668
SIC	Escenario Medio Alto	2044	118.197
SIC	Escenario Medio Alto	2045	120.753
SIC	Escenario Medio Alto	2046	123.287
SIC	Escenario Medio Alto	2047	125.842
SIC	Escenario Medio Alto	2048	128.439
SIC	Escenario Medio Alto	2049	131.069
SIC	Escenario Medio Alto	2050	133.727
SIC	Escenario Medio Bajo	2006	23.052
SIC	Escenario Medio Bajo	2007	24.637
SIC	Escenario Medio Bajo	2008	26.242
SIC	Escenario Medio Bajo	2009	27.373
SIC	Escenario Medio Bajo	2010	28.642
SIC	Escenario Medio Bajo	2011	30.103
SIC	Escenario Medio Bajo	2012	31.753
SIC	Escenario Medio Bajo	2013	32.455
SIC	Escenario Medio Bajo	2014	33.808
SIC	Escenario Medio Bajo	2015	35.401
SIC	Escenario Medio Bajo	2016	37.587
SIC	Escenario Medio Bajo	2017	38.440
SIC	Escenario Medio Bajo	2018	40.148
SIC	Escenario Medio Bajo	2019	41.947
SIC	Escenario Medio Bajo	2020	43.840
SIC	Escenario Medio Bajo	2021	45.460
SIC	Escenario Medio Bajo	2022	47.149
SIC	Escenario Medio Bajo	2023	48.893
SIC	Escenario Medio Bajo	2024	50.720
SIC	Escenario Medio Bajo	2025	52.629
SIC	Escenario Medio Bajo	2026	54.638
SIC	Escenario Medio Bajo	2027	56.743
SIC	Escenario Medio Bajo	2028	58.936
SIC	Escenario Medio Bajo	2029	61.221
SIC	Escenario Medio Bajo	2030	63.604
SIC	Escenario Medio Bajo	2031	66.504
SIC	Escenario Medio Bajo	2032	68.457
SIC	Escenario Medio Bajo	2033	70.490
SIC	Escenario Medio Bajo	2034	72.595

SIC	Escenario Medio Bajo	2035	74.784
SIC	Escenario Medio Bajo	2036	77.054
SIC	Escenario Medio Bajo	2037	79.412
SIC	Escenario Medio Bajo	2038	81.843
SIC	Escenario Medio Bajo	2039	84.356
SIC	Escenario Medio Bajo	2040	86.944
SIC	Escenario Medio Bajo	2041	89.329
SIC	Escenario Medio Bajo	2042	92.225
SIC	Escenario Medio Bajo	2043	95.229
SIC	Escenario Medio Bajo	2044	98.340
SIC	Escenario Medio Bajo	2045	101.552
SIC	Escenario Medio Bajo	2046	104.871
SIC	Escenario Medio Bajo	2047	108.293
SIC	Escenario Medio Bajo	2048	111.840
SIC	Escenario Medio Bajo	2049	115.508
SIC	Escenario Medio Bajo	2050	119.295
SIC	Escenario Optimista	2006	23.052
SIC	Escenario Optimista	2007	24.637
SIC	Escenario Optimista	2008	26.242
SIC	Escenario Optimista	2009	27.553
SIC	Escenario Optimista	2010	29.096
SIC	Escenario Optimista	2011	30.896
SIC	Escenario Optimista	2012	32.941
SIC	Escenario Optimista	2013	34.092
SIC	Escenario Optimista	2014	35.949
SIC	Escenario Optimista	2015	38.106
SIC	Escenario Optimista	2016	40.917
SIC	Escenario Optimista	2017	42.464
SIC	Escenario Optimista	2018	44.939
SIC	Escenario Optimista	2019	47.584
SIC	Escenario Optimista	2020	50.408
SIC	Escenario Optimista	2021	53.053
SIC	Escenario Optimista	2022	55.866
SIC	Escenario Optimista	2023	58.844
SIC	Escenario Optimista	2024	62.022
SIC	Escenario Optimista	2025	65.410
SIC	Escenario Optimista	2026	69.036
SIC	Escenario Optimista	2027	72.906
SIC	Escenario Optimista	2028	77.026
SIC	Escenario Optimista	2029	81.411
SIC	Escenario Optimista	2030	86.083

SIC	Escenario Optimista	2031	91.063
SIC	Escenario Optimista	2032	93.185
SIC	Escenario Optimista	2033	95.333
SIC	Escenario Optimista	2034	97.509
SIC	Escenario Optimista	2035	99.726
SIC	Escenario Optimista	2036	101.901
SIC	Escenario Optimista	2037	104.115
SIC	Escenario Optimista	2038	106.352
SIC	Escenario Optimista	2039	108.620
SIC	Escenario Optimista	2040	110.909
SIC	Escenario Optimista	2041	112.858
SIC	Escenario Optimista	2042	115.257
SIC	Escenario Optimista	2043	117.698
SIC	Escenario Optimista	2044	120.180
SIC	Escenario Optimista	2045	122.693
SIC	Escenario Optimista	2046	125.189
SIC	Escenario Optimista	2047	127.709
SIC	Escenario Optimista	2048	130.274
SIC	Escenario Optimista	2049	132.875
SIC	Escenario Optimista	2050	135.507
SIC	Escenario Pesimista	2006	23.052
SIC	Escenario Pesimista	2007	24.637
SIC	Escenario Pesimista	2008	26.242
SIC	Escenario Pesimista	2009	27.283
SIC	Escenario Pesimista	2010	28.418
SIC	Escenario Pesimista	2011	29.717
SIC	Escenario Pesimista	2012	31.183
SIC	Escenario Pesimista	2013	31.682
SIC	Escenario Pesimista	2014	32.812
SIC	Escenario Pesimista	2015	34.164
SIC	Escenario Pesimista	2016	36.088
SIC	Escenario Pesimista	2017	36.658
SIC	Escenario Pesimista	2018	38.060
SIC	Escenario Pesimista	2019	39.530
SIC	Escenario Pesimista	2020	41.069
SIC	Escenario Pesimista	2021	42.309
SIC	Escenario Pesimista	2022	43.590
SIC	Escenario Pesimista	2023	44.898
SIC	Escenario Pesimista	2024	46.257
SIC	Escenario Pesimista	2025	47.666
SIC	Escenario Pesimista	2026	49.141

SIC	Escenario Pesimista	2027	50.675
SIC	Escenario Pesimista	2028	52.259
SIC	Escenario Pesimista	2029	53.895
SIC	Escenario Pesimista	2030	55.586
SIC	Escenario Pesimista	2031	57.863
SIC	Escenario Pesimista	2032	59.160
SIC	Escenario Pesimista	2033	60.501
SIC	Escenario Pesimista	2034	61.878
SIC	Escenario Pesimista	2035	63.301
SIC	Escenario Pesimista	2036	64.765
SIC	Escenario Pesimista	2037	66.275
SIC	Escenario Pesimista	2038	67.815
SIC	Escenario Pesimista	2039	69.391
SIC	Escenario Pesimista	2040	70.994
SIC	Escenario Pesimista	2041	72.345
SIC	Escenario Pesimista	2042	74.156
SIC	Escenario Pesimista	2043	76.019
SIC	Escenario Pesimista	2044	77.934
SIC	Escenario Pesimista	2045	79.890
SIC	Escenario Pesimista	2046	81.892
SIC	Escenario Pesimista	2047	83.933
SIC	Escenario Pesimista	2048	86.031
SIC	Escenario Pesimista	2049	88.180
SIC	Escenario Pesimista	2050	90.374
SIC	Escenario Referencia	2006	23.052
SIC	Escenario Referencia	2007	24.551
SIC	Escenario Referencia	2008	25.920
SIC	Escenario Referencia	2009	26.383
SIC	Escenario Referencia	2010	27.741
SIC	Escenario Referencia	2011	29.183
SIC	Escenario Referencia	2012	30.884
SIC	Escenario Referencia	2013	31.678
SIC	Escenario Referencia	2014	33.151
SIC	Escenario Referencia	2015	34.890
SIC	Escenario Referencia	2016	37.123
SIC	Escenario Referencia	2017	37.986
SIC	Escenario Referencia	2018	39.687
SIC	Escenario Referencia	2019	41.470
SIC	Escenario Referencia	2020	43.344
SIC	Escenario Referencia	2021	44.942
SIC	Escenario Referencia	2022	46.607

SIC	Escenario Referencia	2023	48.327
SIC	Escenario Referencia	2024	50.127
SIC	Escenario Referencia	2025	52.009
SIC	Escenario Referencia	2026	53.989
SIC	Escenario Referencia	2027	56.064
SIC	Escenario Referencia	2028	58.225
SIC	Escenario Referencia	2029	60.476
SIC	Escenario Referencia	2030	62.824
SIC	Escenario Referencia	2031	65.693
SIC	Escenario Referencia	2032	67.615
SIC	Escenario Referencia	2033	69.615
SIC	Escenario Referencia	2034	71.686
SIC	Escenario Referencia	2035	73.840
SIC	Escenario Referencia	2036	76.073
SIC	Escenario Referencia	2037	78.393
SIC	Escenario Referencia	2038	80.785
SIC	Escenario Referencia	2039	83.256
SIC	Escenario Referencia	2040	85.801
SIC	Escenario Referencia	2041	88.141
SIC	Escenario Referencia	2042	90.991
SIC	Escenario Referencia	2043	93.947
SIC	Escenario Referencia	2044	97.008
SIC	Escenario Referencia	2045	100.168
SIC	Escenario Referencia	2046	103.433
SIC	Escenario Referencia	2047	106.799
SIC	Escenario Referencia	2048	110.288
SIC	Escenario Referencia	2049	113.895
SIC	Escenario Referencia	2050	117.618
SING	Escenario Medio Alto	2006	11.230
SING	Escenario Medio Alto	2007	12.386
SING	Escenario Medio Alto	2008	13.232
SING	Escenario Medio Alto	2009	13.783
SING	Escenario Medio Alto	2010	14.543
SING	Escenario Medio Alto	2011	15.571
SING	Escenario Medio Alto	2012	16.848
SING	Escenario Medio Alto	2013	16.660
SING	Escenario Medio Alto	2014	17.401
SING	Escenario Medio Alto	2015	18.453
SING	Escenario Medio Alto	2016	20.339
SING	Escenario Medio Alto	2017	20.168
SING	Escenario Medio Alto	2018	21.220

SING	Escenario Medio Alto	2019	22.345
SING	Escenario Medio Alto	2020	23.544
SING	Escenario Medio Alto	2021	24.264
SING	Escenario Medio Alto	2022	25.015
SING	Escenario Medio Alto	2023	25.773
SING	Escenario Medio Alto	2024	26.575
SING	Escenario Medio Alto	2025	27.418
SING	Escenario Medio Alto	2026	28.323
SING	Escenario Medio Alto	2027	29.282
SING	Escenario Medio Alto	2028	30.277
SING	Escenario Medio Alto	2029	31.309
SING	Escenario Medio Alto	2030	32.386
SING	Escenario Medio Alto	2031	34.503
SING	Escenario Medio Alto	2032	35.120
SING	Escenario Medio Alto	2033	35.774
SING	Escenario Medio Alto	2034	36.450
SING	Escenario Medio Alto	2035	37.163
SING	Escenario Medio Alto	2036	37.906
SING	Escenario Medio Alto	2037	38.685
SING	Escenario Medio Alto	2038	39.475
SING	Escenario Medio Alto	2039	40.284
SING	Escenario Medio Alto	2040	41.099
SING	Escenario Medio Alto	2041	41.302
SING	Escenario Medio Alto	2042	42.142
SING	Escenario Medio Alto	2043	43.011
SING	Escenario Medio Alto	2044	43.902
SING	Escenario Medio Alto	2045	44.800
SING	Escenario Medio Alto	2046	45.705
SING	Escenario Medio Alto	2047	46.608
SING	Escenario Medio Alto	2048	47.538
SING	Escenario Medio Alto	2049	48.481
SING	Escenario Medio Alto	2050	49.427
SING	Escenario Medio Bajo	2006	11.230
SING	Escenario Medio Bajo	2007	12.386
SING	Escenario Medio Bajo	2008	13.232
SING	Escenario Medio Bajo	2009	13.771
SING	Escenario Medio Bajo	2010	14.517
SING	Escenario Medio Bajo	2011	15.527
SING	Escenario Medio Bajo	2012	16.786
SING	Escenario Medio Bajo	2013	16.578
SING	Escenario Medio Bajo	2014	17.297

SING	Escenario Medio Bajo	2015	18.325
SING	Escenario Medio Bajo	2016	20.185
SING	Escenario Medio Bajo	2017	19.986
SING	Escenario Medio Bajo	2018	21.006
SING	Escenario Medio Bajo	2019	22.097
SING	Escenario Medio Bajo	2020	23.260
SING	Escenario Medio Bajo	2021	23.941
SING	Escenario Medio Bajo	2022	24.649
SING	Escenario Medio Bajo	2023	25.361
SING	Escenario Medio Bajo	2024	26.114
SING	Escenario Medio Bajo	2025	26.903
SING	Escenario Medio Bajo	2026	27.750
SING	Escenario Medio Bajo	2027	28.646
SING	Escenario Medio Bajo	2028	29.574
SING	Escenario Medio Bajo	2029	30.534
SING	Escenario Medio Bajo	2030	31.532
SING	Escenario Medio Bajo	2031	33.573
SING	Escenario Medio Bajo	2032	34.110
SING	Escenario Medio Bajo	2033	34.677
SING	Escenario Medio Bajo	2034	35.261
SING	Escenario Medio Bajo	2035	35.876
SING	Escenario Medio Bajo	2036	36.514
SING	Escenario Medio Bajo	2037	37.181
SING	Escenario Medio Bajo	2038	37.852
SING	Escenario Medio Bajo	2039	38.535
SING	Escenario Medio Bajo	2040	39.216
SING	Escenario Medio Bajo	2041	39.474
SING	Escenario Medio Bajo	2042	40.375
SING	Escenario Medio Bajo	2043	41.309
SING	Escenario Medio Bajo	2044	42.271
SING	Escenario Medio Bajo	2045	43.246
SING	Escenario Medio Bajo	2046	44.239
SING	Escenario Medio Bajo	2047	45.237
SING	Escenario Medio Bajo	2048	46.268
SING	Escenario Medio Bajo	2049	47.320
SING	Escenario Medio Bajo	2050	48.383
SING	Escenario Optimista	2006	11.230
SING	Escenario Optimista	2007	12.386
SING	Escenario Optimista	2008	13.232
SING	Escenario Optimista	2009	13.795
SING	Escenario Optimista	2010	14.570

SING	Escenario Optimista	2011	15.615
SING	Escenario Optimista	2012	16.911
SING	Escenario Optimista	2013	16.745
SING	Escenario Optimista	2014	17.510
SING	Escenario Optimista	2015	18.589
SING	Escenario Optimista	2016	20.504
SING	Escenario Optimista	2017	20.366
SING	Escenario Optimista	2018	21.454
SING	Escenario Optimista	2019	22.618
SING	Escenario Optimista	2020	23.861
SING	Escenario Optimista	2021	24.629
SING	Escenario Optimista	2022	25.433
SING	Escenario Optimista	2023	26.249
SING	Escenario Optimista	2024	27.114
SING	Escenario Optimista	2025	28.026
SING	Escenario Optimista	2026	29.007
SING	Escenario Optimista	2027	30.048
SING	Escenario Optimista	2028	31.133
SING	Escenario Optimista	2029	32.264
SING	Escenario Optimista	2030	33.448
SING	Escenario Optimista	2031	35.670
SING	Escenario Optimista	2032	36.197
SING	Escenario Optimista	2033	36.753
SING	Escenario Optimista	2034	37.322
SING	Escenario Optimista	2035	37.920
SING	Escenario Optimista	2036	38.530
SING	Escenario Optimista	2037	39.166
SING	Escenario Optimista	2038	39.801
SING	Escenario Optimista	2039	40.445
SING	Escenario Optimista	2040	41.082
SING	Escenario Optimista	2041	41.284
SING	Escenario Optimista	2042	42.125
SING	Escenario Optimista	2043	42.992
SING	Escenario Optimista	2044	43.883
SING	Escenario Optimista	2045	44.781
SING	Escenario Optimista	2046	45.685
SING	Escenario Optimista	2047	46.588
SING	Escenario Optimista	2048	47.518
SING	Escenario Optimista	2049	48.460
SING	Escenario Optimista	2050	49.406
SING	Escenario Pesimista	2006	11.230

SING	Escenario Pesimista	2007	12.386
SING	Escenario Pesimista	2008	13.232
SING	Escenario Pesimista	2009	13.759
SING	Escenario Pesimista	2010	14.490
SING	Escenario Pesimista	2011	15.485
SING	Escenario Pesimista	2012	16.726
SING	Escenario Pesimista	2013	16.499
SING	Escenario Pesimista	2014	17.198
SING	Escenario Pesimista	2015	18.205
SING	Escenario Pesimista	2016	20.041
SING	Escenario Pesimista	2017	19.817
SING	Escenario Pesimista	2018	20.812
SING	Escenario Pesimista	2019	21.874
SING	Escenario Pesimista	2020	23.007
SING	Escenario Pesimista	2021	23.656
SING	Escenario Pesimista	2022	24.330
SING	Escenario Pesimista	2023	25.006
SING	Escenario Pesimista	2024	25.719
SING	Escenario Pesimista	2025	26.467
SING	Escenario Pesimista	2026	27.270
SING	Escenario Pesimista	2027	28.120
SING	Escenario Pesimista	2028	28.998
SING	Escenario Pesimista	2029	29.905
SING	Escenario Pesimista	2030	30.848
SING	Escenario Pesimista	2031	32.835
SING	Escenario Pesimista	2032	33.315
SING	Escenario Pesimista	2033	33.822
SING	Escenario Pesimista	2034	34.343
SING	Escenario Pesimista	2035	34.891
SING	Escenario Pesimista	2036	35.459
SING	Escenario Pesimista	2037	36.053
SING	Escenario Pesimista	2038	36.646
SING	Escenario Pesimista	2039	37.248
SING	Escenario Pesimista	2040	37.842
SING	Escenario Pesimista	2041	38.010
SING	Escenario Pesimista	2042	38.816
SING	Escenario Pesimista	2043	39.650
SING	Escenario Pesimista	2044	40.507
SING	Escenario Pesimista	2045	41.371
SING	Escenario Pesimista	2046	42.248
SING	Escenario Pesimista	2047	43.124

SING	Escenario Pesimista	2048	44.028
SING	Escenario Pesimista	2049	44.945
SING	Escenario Pesimista	2050	45.866
SING	Escenario Referencia	2006	11.230
SING	Escenario Referencia	2007	12.378
SING	Escenario Referencia	2008	13.205
SING	Escenario Referencia	2009	13.673
SING	Escenario Referencia	2010	14.420
SING	Escenario Referencia	2011	15.437
SING	Escenario Referencia	2012	16.705
SING	Escenario Referencia	2013	16.509
SING	Escenario Referencia	2014	17.242
SING	Escenario Referencia	2015	18.285
SING	Escenario Referencia	2016	20.145
SING	Escenario Referencia	2017	19.945
SING	Escenario Referencia	2018	20.965
SING	Escenario Referencia	2019	22.054
SING	Escenario Referencia	2020	23.215
SING	Escenario Referencia	2021	23.895
SING	Escenario Referencia	2022	24.600
SING	Escenario Referencia	2023	25.311
SING	Escenario Referencia	2024	26.060
SING	Escenario Referencia	2025	26.848
SING	Escenario Referencia	2026	27.692
SING	Escenario Referencia	2027	28.586
SING	Escenario Referencia	2028	29.511
SING	Escenario Referencia	2029	30.468
SING	Escenario Referencia	2030	31.463
SING	Escenario Referencia	2031	33.502
SING	Escenario Referencia	2032	34.036
SING	Escenario Referencia	2033	34.600
SING	Escenario Referencia	2034	35.180
SING	Escenario Referencia	2035	35.792
SING	Escenario Referencia	2036	36.427
SING	Escenario Referencia	2037	37.091
SING	Escenario Referencia	2038	37.758
SING	Escenario Referencia	2039	38.438
SING	Escenario Referencia	2040	39.114
SING	Escenario Referencia	2041	39.368
SING	Escenario Referencia	2042	40.265
SING	Escenario Referencia	2043	41.194

SING	Escenario Referencia	2044	42.152
SING	Escenario Referencia	2045	43.122
SING	Escenario Referencia	2046	44.110
SING	Escenario Referencia	2047	45.103
SING	Escenario Referencia	2048	46.129
SING	Escenario Referencia	2049	47.175
SING	Escenario Referencia	2050	48.232

Fuente: Elaboración propia